2022학년도 성균관대학교
선행학습 영향평가 자체평가보고서

2022. 3

성균관대학교 입학처

목 차

Ⅰ. 선행학습 영향평가 대상 문항 ····· 1

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

Ⅱ. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법 ····· 5

1. 대학별고사의 선행학습 영향평가 이행 사항 점검 체크리스트 ····· 7
2. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정 ····· 7
3. 선행학습 영향평가위원회 조직 구성 ····· 9
4. 2022학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차 ····· 10

Ⅲ. 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력 ····· 11

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

Ⅳ. 문항 분석 결과 요약 ····· 27

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

Ⅴ. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력 ····· 123

Ⅵ. 부록-1 [논술우수전형 문항별 문항카드] ····· 127

부록-2 [학생부종합전형 면접문항] ····· 282

표목차

〈표 Ⅰ-1〉 2022 학년도 전형별 선행학습 영향평가 대상 여부 및 입학전형 일정 ····· 3
〈표 Ⅰ-2〉 2022 학년도 선행학습 영향평가 대상 문항 총괄표 ····· 4
〈표 Ⅱ-1〉 2022 학년도 선행학습 영향평가 이행 사항 점검 체크리스트 ····· 7
〈표 Ⅱ-2〉 2022 학년도 선행학습 영향평가위원회 구성 ····· 9
〈표 Ⅱ-3〉 2022 학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차 ····· 10
〈표 Ⅲ-1〉 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력 ····· 13
〈표 Ⅲ-2〉 2021 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〉 인문계 문제 출제 · 검토과정에 대한 검토위원의 의견 ····· 22
〈표 Ⅲ-7〉 자연계 문제 출제 · 검토과정에 대한 검토위원의 의견 ····· 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〉 2022 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] 2022 학년도 모의논술 강평 동영상(인문계/자연계) ····· 16
[그림 Ⅲ-3] 2022 학년도 논술가이드북(인문계/자연계) ····· 17
[그림 Ⅲ-4] 출제 전 고교 교육과정 사전 연수 자료 ····· 19
[그림 Ⅲ-5] 2022 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

2022학년도 성균관대학교 대학별고사는 ① 논술우수전형 논술시험, ② 학생부종합전형 면접시험(학과모집 일부학과*), ③ 재외국민 특별전형 면접시험(일부전형**), ④ 정시모집 의예 면접시험에 해당한다. 면접시험은 모두 인ㆍ적성면접으로 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〉 2022학년도 전형별 선행학습 영향평가 대상 여부 및 입학전형 일정

전형유형	전형명	영향평가 대상 여부 및 내용		2022학년도 입학전형 일정
학생부 위주 (학생부종합)	계열모집전형	X	-	-
	학과모집전형	○	인 · 적성면접(일부학과)*	2021.10.30.(토)~31.(일), 11.6.(토)
	고른기회전형	X	-	-
	정원외 특별전형	X	-	-
논술 위주	논술우수전형	○	논술시험	[인문계] 2021.11.20.(토) [자연계] 2021.11.21.(일)
실기 위주	예체능 특기/ 실기우수자전형	X	-	-
재외국민 특별전형		○	인 · 적성면접(일부전형)**	2021.8.27.(금)
정시모집	일반전형	○	인 · 적성면접(의예)	2022.1.8.(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, 의예

2. 선행학습 영향평가 대상 문항 총괄표

〈표 Ⅰ-2〉 2022학년도 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				교과외
						국어	사회	도덕		물리학	화학	생명과학	지구과학	
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 · 적성 평가	-	-									○
	재외국민 특별전형	일부전형	인 · 적성 평가	-	-									○
	정시모집 일반전형	의예	인 · 적성 평가	-	-									○

II. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

1. 대학별고사의 선행학습 영향평가 이행 사항 점검 체크리스트
2. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정
3. 선행학습 영향평가위원회 조직 구성
4. 2022학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차

Ⅱ. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

1. 대학별고사의 선행학습 영향평가 이행 사항 점검 체크리스트

〈표 Ⅱ-1〉 2022학년도 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 영향평가위원회의 설치 및 구성) ①본교의 대학별고사가 고등학교 교육과정의 범위와 수준을 벗어난 내용을 출제 또는 평가하는지 여부와 선행학습을 유발하는 요인은 없는지에 대한 영향평가를 실시하기 위하여 선행학습 영향평가위원회(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 1명 이상으로 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 영향평가위원회 조직 구성

우리 대학 선행학습 영향평가위원회는 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〉 2022학년도 선행학습 영향평가위원회 구성

구분	성명	소속/직책	비고	비율
내부위원	김○○	입학처장	위원장	61.5%
	홍○○	입학관리팀장	-	
	원○○	교수	인문계	
	윤○○	교수	자연계	
	문○○	입학사정관	-	
	김○○	입학사정관	-	
	권○○	입학사정관	-	
	목○○	입학사정관	-	
외부위원	김○○	고교 교사	경기 K고 (일반고)	38.5%
	허○○	고교 교사	서울 Y고 (일반고)	
	강○○	고교 교사	서울 K고 (일반고)	
	오 ○	고교 교사	서울 J고 (일반고)	
	김○○	고교 교사	경기 B고 (일반고)	

4. 2022학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차

〈표 Ⅱ-3〉 2022학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차

일정		절차 및 내용
2021년	11.22.(월)~11.29.(월)	▫ 출제 · 검토과정에 대한 검토위원 대상 설문조사
	12.6.(월)~12.31.(금)	▫ 선행학습 영향평가위원회 구성 ▫ 관련 문헌 분석 및 연구 설계
2022년	1.10.(월)~1.31.(월)	▫ 보고서 작성을 위한 내용 자문 및 분석 의뢰(고교 교사)
	2.1.(목)~2.25.(금)	▫ 자문 및 분석 결과 취합 및 정리
	3.2.(수)~3.8.(화)	▫ 선행학습 영향평가 보고서 작성 및 검토
	3.10.(목)~3.11.(금)	▫ 선행학습 영향평가 보고서 최종 점검
	3.14.(월)~3.18.(금)	▫ 선행학습 영향평가위원회 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 영향평가위원회 개최 및 심의 6) 전년도 출제 및 검토과정에 대한 개선 사항

1. 출제 전

가. 고교 교육과정 분석

1) 적용 교육과정 관련 내용 확인

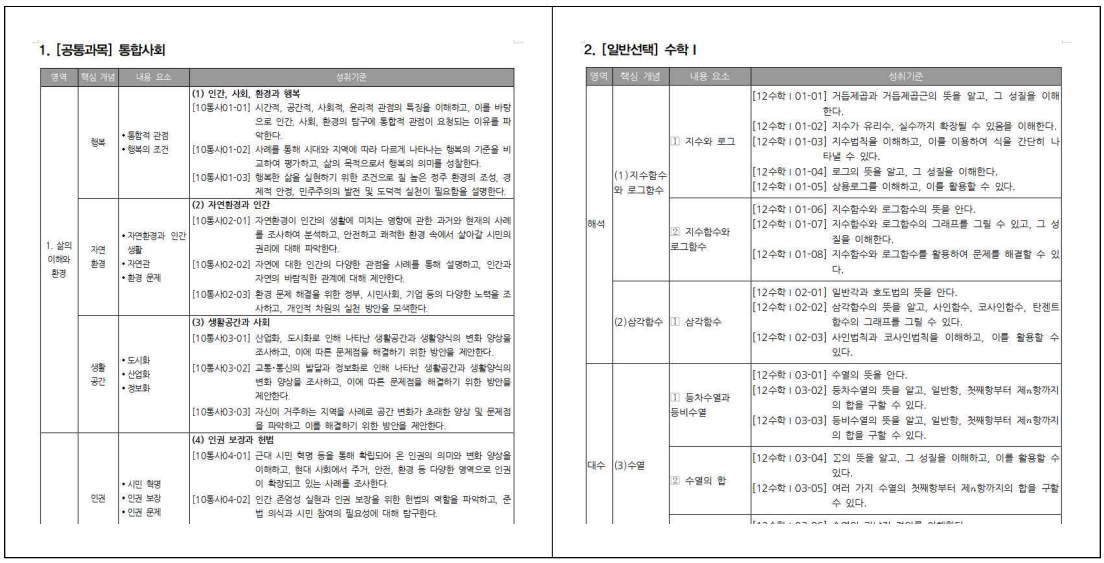
국가교육과정정보센터(NCIC)를 통해 2020년 고등학교 3학년에 적용되는 교육과정을 확인하였으며, 교육과정 총론 및 핵심 성취기준, 교과서 집필기준 등을 확인하였다.

〈표 Ⅲ-2〉 2021년 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
박○○	인문계	문제1, 문제2, 문제3	○
김○○	자연계	수학1, 수학2	○
박○○	자연계	생명과학 I	○
강○○	자연계	물리학 I	○
박○○	자연계	화학 I	○

2) 수험생을 위한 논술시험 정보제공

가) 모의논술 진행

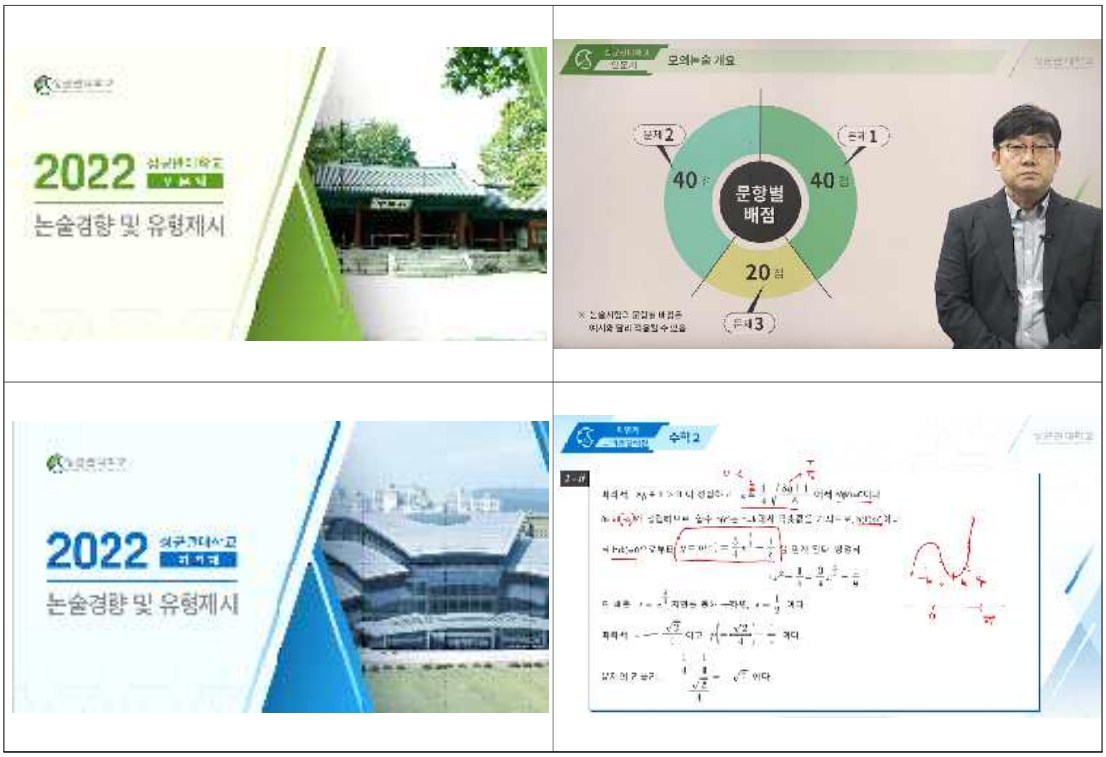
- 모의논술 진행시기: 2021년 7월 - 8월
- 모의논술 참여 학교 및 신청인원: 전국 총 619개교, 51,397명
- 논술시험 출제경향 및 채점기준 공개를 통한 신뢰성 및 공정성 제고
- 실제 논술과 동일한 형태의 문제지 및 답안지 제공
- 무료 모의논술시험 경험을 통한 수험생의 경제적, 심리적 부담 완화
- 고교 현장에서 논술지도가 용이하도록 교사 대상 모의논술 해설집 제공

〈표 Ⅲ-4〉 최근 3년간 모의논술 참가교 및 학생수

학년도	참가교(개)	학생수(명)
2020	623	85,632
2021	814	84,980
2022	619	51,397

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

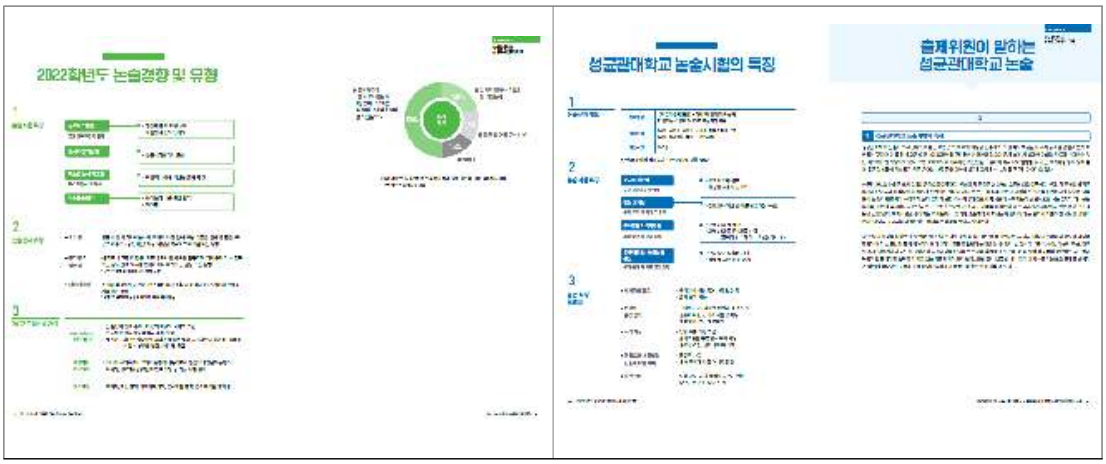


[그림 Ⅲ-2] 2022학년도 모의논술 강평 동영상(인문계/자연계)

3) 논술 가이드북을 통한 정보 제공

가) 내용 구성

- 인문계와 자연계로 나누어 제작하여 논술 준비에 필요한 정보 제공
- 논술전형 안내 및 성균관대 논술시험의 특징, 출제위원이 말하는 성균관대 논술, 교사가 알려주는 논술시험 대비요령, 논술실전 Q&A, 논술시험 유의사항, 합격자 인터뷰 등 다양한 내용 수록
- 2022학년도 모의논술 2회분 문제, 해설, 출제 의도 및 출제방향, 실전 답안지 견본 수록



[그림 Ⅲ-3] 2022학년도 논술가이드북(인문계/자연계)

나) 배포 방법

- 각종 설명회를 통해 무료 배포 및 입학처 홈페이지 다운로드 가능
- 전국 모든 고등학교 공문 발송 및 온라인 신청한 학교로 자료집 발송

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

다. 출제ㆍ검토위원에 대한 고교 교육과정 사전 연수 실시

1) 출제위원에 대한 고교 교육과정 사전 연수

가) 인문: 10/22 자료제공 및 사전 연수/ 자연: 10/23 자료제공 및 사전연수

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

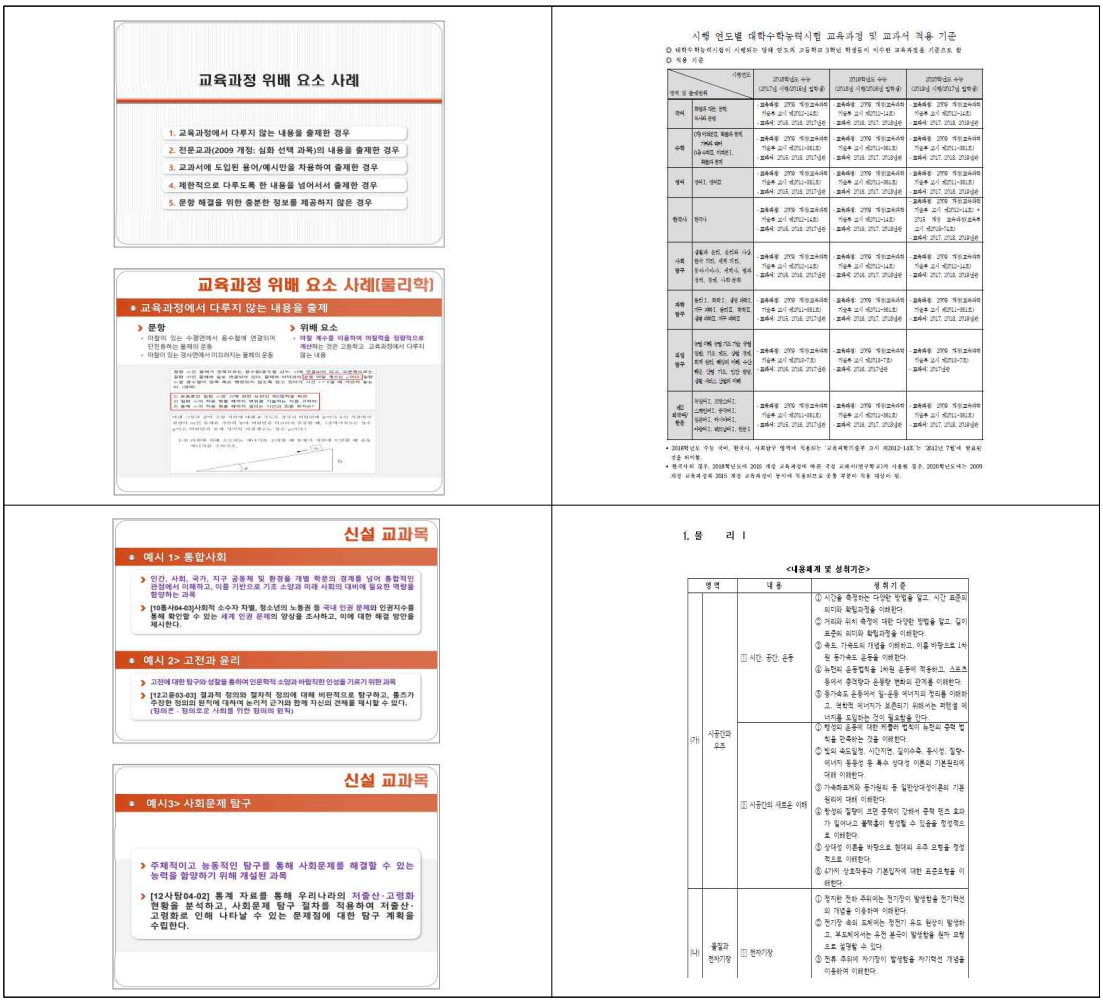
영역	내용
과목별 성취기준 분석 및 안내	- 현행 고등학교 교육과정 및 2021년 고3 적용 교육과정 - 해당 교육과정 과목별 성취기준 자료 제시 및 내용 확인 - 모의논술 고교 현장의 수렴 의견 및 선행학습 영향평가 결과, 과거 논술시험 결과 등 제공
교육과정 준수를 위한 출제지침	- 공교육정상화법에 따른 대학별고사 방향 안내 - 선행학습 영향평가 체제 및 절차 안내 - 선행학습 영향평가 관련 기준 및 위반사례 공유 - 전년도 선행학습 영향평가 보고서 및 대학별고사 문제 분석 공유 - 2022학년도 모의논술에 대한 교사 자문위원단 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) 인문: 10/22 자료제공 및 사전 연수/ 자연: 10/23 자료제공 및 사전연수

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 대학별고사 문제 분석 공유 - 2022학년도 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-4] 출제 전 고교 교육과정 사전 연수 자료

[그림 Ⅲ-5] 2022학년도 논술우수전형 출제 · 검토위원 회의

2. 출제 과정

가. 논술시험 출제과정에 고교 교사 검토위원 참여

2022학년도 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
박○○	인문계	사회	○	100%
윤○○		사회	○	
김○○	자연계	수학	○	
오○○		수학	○	
박○○		생명과학	○	
이○○		생명과학	○	
강○○		물리학	○	
김○○		물리학	○	
박○○		화학	○	
하○○		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

출제문항 검토	▪ 고교 교육과정 준수 점검에 대한 독립적 고유 권한 부여 ▪ 출제문항 초안에 대한 검토위원의 검토 진행
⇩	
검토의견 제시	▪ 출제문항 초안에 대한 검토위원의 검토결과 의견 제시
⇩	
문항의 적절성과 난이도 조정	▪ 검토결과 의견제시를 바탕으로 출제문항의 적절성과 난이도 조정
⇩	
수정문항 재검토	▪ 조정 이후 수정된 문항에 대한 검토위원의 재검토
⇩	
출제문항 최종 확정	▪ 재검토 의견을 바탕으로 출제문항 최종 확정

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. 출제ㆍ검토과정에서 발견된 문제점 보완을 위한 개선 노력

1) 출제ㆍ검토과정에서 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	- 논쟁이 될 수 있는 사회 문제에 대해 상반된 입장을 비교하고 자신이 지지하는 견해를 논리적으로 제시하도록 한 것은 〈통합사회〉과목의 교육과정 상 목표를 충실히 반영한 것이며, 수험생의 문제 해결 능력, 의사 결정 능력, 논리적 사고력을 종합적으로 판단하는 데 효과적이라 생각됨

〈표 Ⅲ-7〉 자연계 문제 출제 · 검토과정에 대한 검토위원의 의견

과목	검토 의견
수학	- 고등학교에서 수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ를 성실히 이수한 학생이라고 하면 문제의 뜻을 충분히 이해할 수 있었을 것이라 생각되며 모두 고등학교 교육과정을 벗어남 없이 교육과정이 충실히 반영되어 출제된 것으로 생각됨 - 평소 시중에 판매되고 있는 문제집들의 난이도 있는 문제를 즐겨 풀어왔던 학생들이라고 하면 특별한 사교육 없이도 충분히 좋은 점수를 받을 수 있었을 것이라 여겨짐 - 다만 일부 증명이나 경우를 따지는 문제들은 대부분의 학생들이 힘들어하는 유형으로 완벽한 풀이를 제시하기는 힘들었을 것으로 생각됨

과목	검토 의견
물리학	- 문제에서 구한 답을 이용해 질량이 상대적으로 차이가 큰 경우를 예상하는 과정과 두 용수철 사이에 추가 매달린 상황이 생소할 수 있으나 문제 해결 과정에서 필요한 물리학 개념과 요소는 고등학교 교육과정을 벗어나지 않음 - 채점 기준에 따라 예시 답안이 구체적으로 제시되어 있으며, 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준에 근거하고 있어 학교 수업에서 다룬 내용을 충실하게 학습한 학생이라면 해결할 수 있음
화학	- 학생들이 핵심적인 개념과 내용을 단순 암기가 아니라 논리적 추론과 체계적인 서술 능력을 평가하기 위한 출제로 보임 - 화학Ⅰ 교육과정을 정상적으로 공교육 내에서 이수한 학생이라면 충분히 풀 수 있는 문제들을 출제한 것으로 보이나, 문항 당 채점 기준과 배점을 세분화하길 바람
생명과학	- 학생들이 생명과학 전반에 걸친 내용들을 유기적으로 이해하고 연결할 수 있는 능력이 있어야 논리적으로 문항들을 풀어나갈 수 있도록 출제되었다고 생각함 - 과학적 탐구 능력 중 중요한 자료 해석(분석) 과정이 들어가 있어 과학적 지식을 가지고 문제해결을 해 볼 수 있는 좋은 문항이 출제됨

2) 출제ㆍ검토과정에 대한 검토위원 대상 설문조사

가) 설문개요

- 설문목적: 출제ㆍ검토과정에 대한 검토위원 의견 수렴
- 설문대상: 2022학년도 논술시험 교사 검토위원 10명
- 설문기간: 2021년 11월
- 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> 출제ㆍ검토과정에 대한 검토위원 대상 설문조사 결과

번호	문항	응답(명(%))					평균
		1	2	3	4	5	
1	입학처 제공자료			2(20)	4(40)	4(40)	4.2
2	논술문제 검토시간	2(20)		3(30)	3(30)	2(20)	3.3
3	논술문제 검토과정에서 출제자와의 협업			1(10)	5(50)	4(40)	4.3
4	교사 검토위원 인원		1(10)	1(10)	4(40)	4(40)	4.1
5	교사 검토위원의 권한			1(10)	7(70)	2(20)	4.1
6	입학처의 보안 유지 노력				1(10)	9(90)	4.9
7	논술문제 검토 장소 만족도				4(40)	6(60)	4.6
8	검토 과정 전반 대학 직원의 안내 정도				3(30)	7(70)	4.7
9	추후 검토 과정 참여 의향			1(10)	1(10)	8(80)	4.7

다) 기타 의견 및 제안

<표 Ⅲ-9> 출제ㆍ검토과정에 대한 검토위원의 자체평가

출제 · 검토과정에 대한 검토위원 자체 평가
- 출제위원의 적극적인 수용의지가 느껴져서 원활하게 검토할 수 있었음 - 비교적 큰 어려움 없이 진행되었으며 출제 · 검토과정의 운영도 만족함 - 3교시 체제가 되면서 검토할 시간이 약간 부족하였음

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)
- 출제 의도, 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, 출제 의도, 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	○
오 ○	자연계	화학	○
허○○	자연계	생명과학	○

5) 선행학습 영향평가위원회 개최 및 심의
- 보고서 작성 후 선행학습 영향평가위원회 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> 2022학년도 개선 사항 요약

구분	2021학년도	2022학년도	비고
논술전형 선발인원	532명	357명	선발인워 축소 (14.9%→9.9%)
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
논술시험 학생부 반영방법	학생부40+논술60 (학생부 비교과 전원 만점 부여)	학생부(교과)40+논술60 (비교과는 반영하지 않음)	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	-	통합 사회, 정치와 법, 경제, 윤리와 사상	○	문항카드 1
			문제2	-	통합 사회, 윤리와 사상, 경제	○	문항카드 2
			문제3	-	통합 사회, 윤리와 사상, 정치와 법, 경제	○	문항카드 3
		인문계 (2교시)	문제1	-	통합 사회, 윤리와 사상	○	문항카드 4
			문제2	-	통합 사회, 윤리와 사상, 생활과 윤리, 정치와 법	○	문항카드 5
			문제3	-	통합사회, 정치와 법, 사회 · 문화, 윤리와 사상, 생활과 윤리	○	문항카드 6
		인문계 (3교시)	문제1	-	통합사회, 사회 · 문화, 생활과 윤리, 윤리와 사상, 정치와 법	○	문항카드 7
			문제2	-	사회 · 문화, 생활과 윤리, 윤리와 사상, 정치와 법	○	문항카드 8
			문제3	-	사회 · 문화, 생활과 윤리, 윤리와 사상, 정치와 법	○	문항카드 9
		자연계 (1교시)	수학 1	i ~ iii	수학 Ⅰ	○	문항카드 10
			수학 2	i ~ iv	수학, 수학Ⅱ	○	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, 수학Ⅱ	○	문항카드 15
			수학 2	i ~ v	수학, 수학 Ⅰ, 수학Ⅱ	○	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	○	문항카드 20
			수학 2	i ~ iv	수학, 수학 Ⅰ	○	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	의예	-	-	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	오 ○	화학		○
5	허○○	생명과학		○

위와 같이 구성된 교사 검토위원단이 대학별고사의 제시문, 문제, 출제 의도, 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

□ <제시문1>

존 밀턴의 <아레오파지티카>를 소개하며 표현의 자유의 중요성을 피력하고 있는데 한국경제신문 『생글생글 700호』의 내용을 발췌하여 출제 의도에 맞게 재구성하였다. 제시문에 표현된 표현의 자유, 집회의 자유, 언론의 자유 등은 모두 헌법에 보장된 자유권에 해당하며 고등학교 <정치와 법> 교과서 'Ⅰ. 민주주의와 헌법' 단원에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소들이다. '사상의 자유롭고 공개적인 시장'과 '공공복리를 위한 침묵의 강요'라는 상반된 내용은 <윤리와 사상> 교과서 'Ⅳ. 사회 사상'에서 다루고 있는 자유주의와 공동체주의의 관점을 직접적으로 드러내고 있으며 '자유주의와 공화주의의 입장을 비교하여, 개인선과 공동선의 조화를 위한 대안을 모색할 수 있다'는 교육과정 성취기준과도 관련이 깊다. 특히 사상의 자유를 통해 거짓과 진리가 대결할 수 있고 필연적으로 진리가 승리한다는 표현을 통해 제시문이 자유주의를 지지하는 입장임을 쉽게 파악할 수 있다.

□ <제시문2>

경제 공항에 대한 케인즈의 진단을 소개하면서 개별 경제 주체의 행위를 설명하는 내용으로 박종현의 『시장경제를 위한 진실게임』의 일부 내용을 참고하였으며, 고등학교 <통합사회>, <윤리와 사상> 교과서의 내용 요소를 반영하여 출제 의도에 맞게 재구성하였다. 경제 안정화 정책에 대한 케인즈의 입장은 고등학교 <경제> 교과서 'Ⅲ. 국가와 경제 활동' 단원에서 다루고 있는 내용 요소이며, 제시문에 표현된 '구성의 모순'은 절약의 역설이라는 내용으로 수험생들에게 잘 알려져 있다. 구성의 모순이 일어나는 상황에서 개별 주체들의 자유로운 선택이 전체적으로 바람직한 결과를 도출할 것이라 기대하기 어렵다는 주장은 개인의 자유로운 경제 활동에 한계가 있음을 지적하는 것이며 이를 통해 제시문이 공동체주의 관점을 지지하는 입장임을 도출할 수 있다.

□ <제시문3>

현대 사회의 능력주의 원칙을 소개하고 있는 제시문은 Michael J. Sandel의 『공정하다는 착각』, 박권일의 『한국의 능력주의』, 능력주의의 빛과 그늘을 다룬 한국일보 칼럼을 참고하여 출제 의도에 맞게 재구성하였다. 제시문에서는 능력에 따른 보상을 중시하는 능력주의의 문제점을 지적하고 있는데 이러한 내용 요소는 고등학교 <통합사회> 'Ⅳ. 사회 정의와 불평등' 단원에 나타나 있으며, '공정한 분배를 이룰 수 있는 방안'은

고등학교 <생활과 윤리> 교육과정에도 명시적으로 표현되어 있다. 따라서 능력에 따라 분배할 경우 타고난 재능이나 부모의 배경과 같은 환경에 영향을 받을 수 있다는 문제점은 수험생들에게 익숙한 내용이며, 제시문에서 '능력주의적 신념은 공동체적 연대를 거의 불가능하게 만든다'고 표현하고 있어 자유주의를 경계하고 공동체주의를 지지하는 제시문의 입장을 분명히 파악할 수 있다.

□ <제시문4>

시장 경제 체제에 대한 소개와 시장 경제 주체로서 개인의 한계를 설명하고 있는 제시문은 박종현의 『시장경제를 위한 진실게임』의 일부 내용을 참고하였으며, 고등학교 <통합사회>, <윤리와 사상> 교과서의 내용 요소를 반영하여 출제 의도에 맞게 재구성하였다. 아담 스미스의 '보이지 않는 손'을 통해 설명되는 시장 경제 체제는 고등학교 <통합사회> 교과서 'Ⅴ. 시장 경제와 금융' 단원과, <경제> 교과서 'Ⅰ. 경제 생활과 경제 문제' 단원에서 비중 있게 다루고 있는 내용 요소이다. 또한 <통합사회>, <윤리와 사상> 교과서에서는 자유주의적 정의관을 소개하고 있어서 수험생들은 시장 경제 체제가 개별 경제 주체의 자유로운 경제 활동을 보장하여 자유주의적 정의관의 근거가 될 수 있음을 쉽게 도출할 수 있다. 또한 제시문은 '시장의 자생적 질서를 공동체의 이익이란 명분으로 계획이나 정책을 통해 바꾸려는 것은 인간의 치명적 오만'이라는 표현을 통해 자유주의를 지지하는 입장임을 분명히 밝히고 있다.

2. 문제 분석

□ [문제1]

시민의 자유와 권리를 강조하는 자유주의와 공동체의 상호의존성과 책임을 강조하는 공동체주의는 정의를 실현하기 위한 시민의 자세에 대해 다소 상반된 입장을 취하고 있다. [문제1]은 이러한 상반된 입장에 기초한 여러 제시문을 분석한 후 대립되는 두 입장으로 분류하고 각 제시문이 담고 있는 핵심 내용을 올바르게 요약할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. <제시문1>~<제시문4>는 각각 자유권적 기본권, 구성의 모순, 능력주의, 시장 경제 체제라는 소재를 활용하여 자유주의와 공동체주의 중 한 관점을 지지하고 있으며, 각 제시문은 <통합사회>, <경제>, <정치와 법> 교과서에서 다루고 있는 내용 수준에서 구성되었다. [문제1]과 관련한 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅵ. 사회 정의와 불평등	[10통사06-02] 자유주의적 정의관과 공동체주의적 정의관을 바탕으로 개인의 권리와 공동체에 대한 의무, 사익과 공익(공동선) 등의 문제를 중심으로 탐구하도록 한다.
윤리와 사상	Ⅳ. 사회 사상	[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	Ⅲ. 사회와 윤리	[12생윤03-03] 국가의 권위와 의무, 시민의 권리와 의무를 동서양의 다양한 관점에서 설명하고, 민주시민의 자세인 참여의 필요성을 제시할 수 있다.
정치와 법	Ⅰ. 민주주의와 헌법	[12정법01-03] 우리 헌법에서 보장하는 기본권의 내용을 분석하고, 기본권 제한의 요건과 한계를 탐구한다.
경제	Ⅰ. 경제 생활과 경제 문제	[12경제01-03] 경제 문제를 해결하는 다양한 방식의 장단점을 비교하고, 시장경제의 기본 원리와 이를 뒷받침하는 사회 제도를 파악한다.

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

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[문제1]

자유주의와 공동체주의를 이해하고 제시문을 통해 이를 구분하고 요약하는 능력을 평가하고자 한 출제 의도에 맞게 상반된 입장이 잘 드러난 적절한 제시문이 구성되었다. 고등학교 <통합사회>, <윤리와 사상> 교과서에서 자유주의와 공동체주의를 다루고 있어서 정상적으로 고등학교 교육과정을 이수한 수험생이 충분히 해결할 수 있는 문제를 제시하였으며 각 제시문의 내용도 <통합사회>, <경제>, <정치와 법> 교과서에서 다루고 있는 내용 수준을 벗어나지 않는다. 각 제시문을 상반된 두 입장으로 정확히 분류하였는지 여부, 각 제시문의 내용이 잘 드러나도록 요약하였는지 여부, 두 입장의 핵심 논지를 잘 분석하여 통합적인 요약이 이루어졌는지 여부에 따라 채점 기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점 기준에 따라 예시 답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 <통합사회>, <윤리와 사상>, <생활과 윤리>, <정치와 법>, <경제> 과목의 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 1교시 〈문제 2〉 분석

1. 자료 분석

□ <사례1>

<사례1>은 A국의 예산지출 항목별 비중을 보여주는 <그림1-1>과 A국의 소득 계층별 행복 지수를 보여주는 <그림1-2>로 구성되어 있다. 이러한 형태의 자료는 고등학교 사회 탐구 영역의 여러 과목에서 쉽게 접할 수 있으므로 정상적인 교육과정을 이수한 수험생들이라면 자료 분석에 어려움을 겪는 일은 없을 것이라 판단된다. 또한 정부의 시장 개입은 고등학교 <경제>과목에서 다루고 있는 내용이고, 복지 정책은 <사회ㆍ문화>과목에서 설명하고 있어서 고등학교 교육과정에 충실한 개념과 자료 구성이라 판단된다. <그림1-1>을 통해 국가의 예산지출 항목 중 국방, 외교 분야의 예산 지출 비중은 감소하고 보건ㆍ복지 분야의 예산 지출 비중은 증가함을 확인할 수 있는데 이러한 재정 정책의 변화가 국민의 행복 지수 변화에도 영향을 주고 있음을 <그림1-2>를 통해 확인할 수 있다. 따라서 정부의 사회적 책임과 역할이 개인의 행복에 기여한다는 측면에서 <사례1>을 공동체주의를 지지하는 근거로 활용할 수 있다.

□ <사례2>

<사례2>는 B국의 소비재 산업 생산성 지수와 사업자 폐업 및 창업 동향을 보여주고 있다. 그런데 B국이 2013년부터 소비재 산업 내의 신규 진입을 제약하는 모든 규제를 폐지하였음을 제시하여 정부의 규제 축소가 소비재 산업과 사업자의 창업에 미치는 영향을 분석해 볼 수 있도록 구성하였다. 두 가지 형태의 그래프 모두 수험생들에게 익숙한 형태이며 생산성 지수에 대한 설명도 별도로 제시하고 있어서 쉽게 분석이 가능한 자료이다. 그래프를 종합해 보면 규제가 폐지되었을 때 생산성과 창업 업체 수가 증가하고 있음을 파악할 수 있는데, 이를 통해 자유로운 산업 활동이 사회 전체적으로 더 효율적인 결과를 가져온다는 결론을 도출할 수 있으며 자유주의를 지지하는 입장의 근거로 활용할 수 있다.

2. 문제 분석

□ [문제2]

정부의 예산 지출 항목의 변화가 국민의 행복 지수 변화에 긍정적 영향을 주고 있음을 보여주는 <사례1>과 정부 규제를 폐지하고 자유로운 산업 활동을 보호하자 사회적 효율성이 증가했음을 보여주는 <사례2>를 분석한 후, [문제1]의 상반된 입장 중 어느

쪽을 지지하는 근거로 활용될 수 있는지를 설명하는 능력을 평가하고자 하였다. 각 사례를 통해 정부의 개입과 정부 규제 축소라는 상반된 정책의 효과를 비교해 보고 자료 내에서 논리적 상관관계를 분석하는 과정을 통해 자료 해석 능력과 종합적인 사고 능력을 측정할 수 있다. [문제2]와 관련한 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅵ. 사회 정의와 불평등	[10통사06-02] 자유주의적 정의관과 공동체주의적 정의관을 바탕으로 개인의 권리와 공동체에 대한 의무, 사익과 공익(공동선) 등의 문제를 중심으로 탐구하도록 한다.
윤리와 사상	Ⅳ. 사회 사상	[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.
경제	Ⅰ. 경제 생활과 경제 문제	[12경제01-03] 경제 문제를 해결하는 다양한 방식의 장단점을 비교하고, 시장경제의 기본 원리와 이를 뒷받침하는 사회 제도를 파악한다.
	Ⅱ. 시장과 경제 활동	[12경제02-04] 시장 실패 현상을 개선하기 위한 정부의 시장 개입과 그로 인해 나타날 수 있는 문제점을 이해하고 이를 보완할 수 있는 방안을 모색한다.

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

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[문제2]

제시된 자료를 분석하여 그 의미를 이해하고, 해당 자료가 [문제1]의 상반된 입장 중 어떤 입장의 근거로 활용될 수 있는지를 설명하도록 하여 논리적 근거 제시 능력을 파악하고자 하였다. <그림1-1>, <그림1-2>와 <사례2>를 통해 각각 정부 개입의 효과와 시장 자율성 보장의 효과를 파악할 수 있고 이를 자유주의, 공동체주의와 연관지을 수 있으므로 출제 의도에 부합하는 문제이다. <사례1>에서 국민의 행복 지수 변화는 공동체주의를 지지하는 근거이며, <사례2>의 생산성 지수 및 창업 업체 수 증가는 자유주의를 지지하는 근거로 활용될 수 있다. <사례1>과 <사례2>를 정확하게 이해하였는지 여부, 각 사례를 공동체주의와 자유주의적 입장을 지지하는 근거로 적절히 활용하였는지 여부, 사례와 입장의 관련성을 논리적으로 충분히 설명하였는지 여부에 따라 채점 기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점 기준에 따라 예시 답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 <통합사회>, <윤리와 사상>, <경제> 과목의 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 1교시 〈문제 3〉 분석

1. 문제 분석

□ [문제3]

도심 지역의 주택 수요가 높아지면서 쟁점으로 부각된 도심 고도제한 완화에 대한 자신의 입장을 밝히고 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 사례를 근거로 활용하여 자신의 입장을 논리적으로 정당화할 수 있는지를 파악하고자 하는 문제이다. 도심의 주택 가격 상승 현상은 각종 매체를 통해 수험생들도 자주 접해본 내용이며 이를 해결하기 위한 대책으로 도심의 고도제한을 완화하는 것은 자유로운 건축 활동을 보장하는 자유주의의 입장과 관련이 깊다. 반면 고도제한 완화에 반대하는 입장은 국가 주요 시설과 문화재 경관 등 공공의 이익을 위해 개인의 자유와 권리를 제한할 수 있다는 측면에서 공동체주의를 지지하는 입장이다. 도심 고도제한 완화 여부에서 드러나는 사적 자치의 원칙과 소유권 공공 복리의 원칙은 고등학교 <정치와 법> 교과서 'Ⅳ. 개인 생활과 법'단원에서 중요하게 다루고 있는 내용 요소이므로 교육과정의 범위를 벗어나지 않는 적절한 문제이다. 상반된 두 입장 중 하나를 선택하고 자신의 선택을 정당화 해가는 과정을 통해 문제 해결 능력 및 의사 결정 능력, 논리적 사고력을 종합적으로 파악할 수 있으며 이와 관련된 고등학교 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅵ. 사회 정의와 불평등	[10통사06-02] 자유주의적 정의관과 공동체주의적 정의관을 바탕으로 개인의 권리와 공동체에 대한 의무, 사익과 공익(공동선) 등의 문제를 중심으로 탐구하도록 한다.
윤리와 사상	Ⅳ. 사회 사상	[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.
경제	Ⅱ. 시장과 경제 활동	[12경제02-04] 시장 실패 현상을 개선하기 위한 정부의 시장 개입과 그로 인해 나타날 수 있는 문제점을 이해하고 이를 보완할 수 있는 방안을 모색한다.
정치와 법	Ⅳ. 개인 생활과 법	[12정법04-01] 민법의 의의와 기능을 이해하고, 민법의 기본 원리를 탐구한다.

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

2. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□ [문제3]

도심 고도제한 완화라는 현실적인 문제에 대해 자신의 견해를 정하고, 자유주의와 공동체주의 중 하나의 관점과 연관지어 정당화하도록 한 문제 구성을 통해 수험생의 논리적 사고력과 설득력을 파악하고자 한 것이 문제의 출제 의도이다. 문제에서 다루고 있는 '도심 고도제한 완화'는 찬성과 반대 입장에 따라 자유주의와 공동체주의로 명확하게 구분할 수 있으므로 출제 의도에 부합하는 적절한 주제이다. 또한 정부의 정책에 대한 평가는 고등학교 <통합사회>, <경제>, <정치와 법> 등 여러 과목에서 다루고 있는 내용이므로 교육과정에도 부합하는 문제이다. 도심 고도제한 완화에 대한 찬성 또는 반대 입장을 분명히 밝혔는지 여부, [문제1]의 제시문과 [문제2]의 사례를 활용하였는지 여부, 상반되는 두 입장을 유기적으로 연결하여 논리적으로 정당화 하였는지 여부에 따라 채점 기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점 기준에 따라 예시 답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 <통합사회>, <윤리와 사상>, <경제>, <정치와 법> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

〈인문계 1교시 종합의견〉

시민의 자유와 책임에 관해 대립적인 입장을 취하는 자유주의와 공동체주의를 비교하며 이해하는 것은 고등학교 〈통합사회〉, 〈윤리와 사상〉 교육과정 성취기준에 명시적으로 제시된 중요한 내용 요소이다. 또한 〈제시문1〉~〈제시문4〉에 나타난 자유권적 기본권, 구성의 모순, 능력주의, 시장 경체 체제 등의 개념들은 고등학교 〈통합사회〉, 〈경제〉, 〈정치와 법〉, 〈생활과 윤리〉 교과서에서 충분히 학습 가능한 내용 요소들이다. 제시문의 수와 길이도 적당하며 어려운 용어도 등장하지 않아 사회과 및 도덕과 교육과정을 잘 이해하고 있는 수험생이라면 제시문의 내용을 파악하고 자료를 해석하여 문제를 해결하는데 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다.

[문제1]에서 4개의 제시문을 통해 다루고 있는 자유주의와 공동체주의는 '자유주의적 정의관과 공동체주의적 정의관을 바탕으로 개인의 권리와 공동체에 대한 의무, 사익과 공익(공동선) 등의 문제를 중심으로 탐구하도록 한다.'는 고등학교 〈통합사회〉 과목의 성취기준을 충실하게 반영하고 있으며, 각 제시문의 핵심 주장도 직접적으로 드러나 있어 수험생들이 각 제시문을 쉽게 구분할 수 있을 것으로 판단된다.

[문제2]에서 〈사례1〉과 〈사례2〉에 제시된 그래프는 수험생들이 여러 교과서에서 자주 접하는 형태이므로 이를 해석하는 데 큰 어려움은 없을 것이라 보여진다. 〈사례1〉의 〈그림1-1〉, 〈그림1-2〉는 정부의 재정정책이 국민의 행복 지수 상승에 영향을 준다는 점에서 공동체주의의 근거로 활용될 수 있고, 〈사례2〉는 시장의 자율성 보장이 생산성을 높인다는 점에서 자유주의의 근거로 활용될 수 있다. 해당 내용은 고등학교 〈통합사회〉, 〈윤리와 사상〉에서 공통으로 다루고 있는 내용 요소이므로 정상적인 교육과정을 이수한 고등학생이라면 문제의 출제 의도를 쉽게 파악할 수 있을 것으로 판단된다.

[문제3]은 도심 지역 주택 수요 증가라는 현실적인 문제를 해결하기 위한 도심 고도제한 완화 정책에 대한 자신의 입장을 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 사례를 활용하여 정당화하도록 하고 있다. 교과 개념과 현실 사례를 연계한 글쓰기는 수행과제나 과정 중심 평가에서 자주 활용되고 있어 수험생들에게 익숙한 유형이다. 논쟁이 될 수 있는 사회 문제에 대해 상반된 입장을 비교하고 자신이 지지하는 견해를 논리적으로 제시하도록 한 것은 '복합적인 사회현상을 사실 자료와 다양한 가치 등을 고려하면서 탐구하고 성찰하는 능력을 기른다'는 〈통합사회〉과목의 교육과정 상 목표를 충실히 반영한 것이며, 수험생의 문제해결 능력, 의사 결정 능력, 논리적 사고력을 종합적으로 판단하는 데 효과적이라 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

□ <제시문1>

환경 오염과 관련된 인간 행위의 배경에는 각 개인의 이해관계가 영향을 미치고 있다는 점을 소개하고 있는 제시문은 박용숙이 번역한 논문 '환경법에서의 자유와 자율성-보다 적은 규제에 의한 보다 많은 환경 보호?-'를 참고하여 출제 의도에 맞게 재구성하였다. 제시문에서는 환경 문제 해결을 위한 사회적 제도와 개인의 행위를 분석하고 있는데 이러한 내용 요소는 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅰ. 자연환경과 인간' 단원과, <사회·문화> 교과서 'Ⅵ. 현대 사회와 사회 변동' 단원 등에서 등장하는 주제이다. 또한 '환경 문제 해결을 위한 정부, 시민사회, 기업 등의 다양한 노력을 조사하고, 개인적 차원의 실천 방안을 모색한다.'는 <통합사회> 교육과정 성취기준에도 부합하는 내용이다. 자발적인 참여에 의한 환경 보호에 비해 이익 또는 불이익을 통해 환경 보호를 강제하는 정책이 더 효과적일 수 있음을 소개하면서 인간의 행위는 결과에 따라 결정된다는 결과론의 입장을 강조하고 있다. '특히 법·제도의 역할은 최대한 많은 사람의 이익을 향유할 수 있도록 자신의 이익과 더불어 다른 사람의 이익도 함께 추구할 수 있게 유도하는 것'이라는 표현을 통해 인간의 행위를 공리주의적 관점에서 판단하고자 하는 제시문의 입장을 쉽게 파악할 수 있다.

□ <제시문2>

제시문은 현명한 군주가 되기 위해 신하의 간언이 필요함을 소개하면서 신하들이 간언을 하기 위해 무엇이 필요한지를 설명하고 있는데, 청대 요내의 『중국 옛 문장가의 논술쓰기』 일부 내용을 참고하여 출제 의도에 맞게 재구성하였다. 간언을 하는 행위는 상과 형벌을 고려한 신하들의 선택임을 알기 쉽게 설명하고 있고 이는 비용 편익 분석을 통한 합리적 선택을 설명하고 있는 <경제> 교과서 'Ⅰ. 경제생활과 경제 문제' 단원의 내용과 일맥상통한다. '왕들은 용감한 자를 항상 얻을 수 없다는 것을 알고 있었기 때문에 천금으로써 상을 주고, 호랑이로써 형벌을 사용했다'는 표현을 통해 신하들이 적극적으로 간언을 하기 위해서는 외재적 수단이 필요함을 확인할 수 있고, 올바른 행위란 최선의 결과를 가져오는 것이라는 제시문의 입장도 분석해 볼 수 있다. 이러한 제시문의 내용은 인간의 행위를 판단하는 기준으로 공리주의적 관점을 지지하고 있는데 이는 '의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다'라고 제시된 <윤리와 사상> 교육과정 성취기준에 부합하는 내용이다.

□ <제시문3>

순자의 『순자』 일부 내용을 참고하여 교육과정과 출제 의도에 맞게 재구성하였다. 사람의 본성이 악하다는 성악설과 순자의 사상은 고등학교 <생활과 윤리>, <윤리와 사상> 교과서에서 동양의 윤리를 소개할 때 등장하는 내용이다. 특히 <윤리와 사상> 교과서 'Ⅱ. 동양과 한국 윤리 사상' 단원에서는 유교 사상을 소개하고 있으며 이때 순자의 사상도 다루고 있으므로 수험생들이 쉽게 이해할 수 있는 내용의 제시문이라 판단된다. 제시문에는 인간에게 사양하려는 마음이 있고 동물과 달리 분별력을 가지고 있음이 나타나 있다. 또한 이러한 행동의 이유가 '어떻게 행동할지 마음으로 결정하는 인간의 사려(思慮) 작용'이라는 점과 '인간의 의지적 행위'라는 점을 명시적으로 표현하고 있어서 이를 통해 해당 제시문이 선한 의지에 기반한 행동을 강조하는 의무론을 지지하는 입장임을 파악할 수 있다.

□ <제시문4>

제시문에서는 부모가 자녀에게 영향력을 행사하는 개입의 기법을 소개하고 있으며, Laurent Bègue의 『도덕적 인간은 왜 나쁜 사회를 만드는가』 일부 내용을 참고하여 출제 의도에 맞게 재구성하였다. 자녀의 사회화는 고등학교 <사회·문화> 교과서 'Ⅱ. 개인과 사회 구조' 단원에서 다루고 있는 내용 요소이며 제시문에서 여러번 등장하는 '귀납적 추론'도 사회·문화 수업에서 소개되는 개념이므로 수험생들이 제시문을 파악하는 데 큰 어려움이 없을 것이라 판단된다. 아이를 규범에 복종시키기보다 도덕 원칙의 내면화를 통해 성장할 수 있도록 해야 함을 강조하고, 귀납적 추론이 성장 과정에서 아이들에게 도덕적 정체성을 부여할 수 있음을 소개하는 글의 맥락을 고려할 때 의무론의 관점에 부합하는 내용임을 파악할 수 있다. 또한 '인간은 도덕적 주체성과 신념을 지니고 있으며 행위의 결과와는 무관하게 현실 문제를 진단하고 이를 개선하기 위한 실천을 수행할 수 있다.'는 글의 핵심 아이디어가 명시적으로 표현되어 있어서 쉽게 의무론과 연관지을 수 있을 것이라 판단된다.

2. 문제 분석

□ [문제1]

인간의 행위를 판단하는 기준에 대해 상반된 견해를 담고 있는 제시문들을 각각 의무론의 입장과 결과론의 입장으로 분류하고 각 입장의 제시문들이 담고 있는 핵심 내용을 올바르게 요약할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. [문제1]을 해결하기 위해서는 제시문에 표현된 단서들을 통해 의무론의 입장과 결과론의 입장을 명확하게 구분할 수 있어야 하며 각 입장의 성격과 특성을 파악하고 한계점을 비판할 수 있는 능력도 갖추어야 한다. 제시문에 나타나 있는 환경 보호, 공리주의, 성악설, 사회화, 귀납적 추

론 등의 내용은 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리>, <윤리와 사상>, <사회ㆍ문화> 과목에서 다루고 있는 내용들이며 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅰ. 인간, 사회, 환경과 행복	[10통사01-03] 행복한 삶을 실현하기 위한 조건으로 질 높은 정주 환경의 조성, 경제적 안정, 민주주의의 발전 및 도덕적 실천이 필요함을 설명한다.
	Ⅱ. 자연환경과 인간	[10통사02-03] 환경 문제 해결을 위한 정부, 시민사회, 기업 등의 다양한 노력을 조사하고, 개인적 차원의 실천 방안을 모색한다.
사회ㆍ문화	Ⅱ. 개인과 사회 구조	[12사문02-01] 개인과 사회의 관계를 바라보는 여러 관점을 비교하고 인간의 사회화 과정을 설명한다.
윤리와 사상	Ⅰ. 인간과 윤리 사상	[12윤사01-01] 인간에 대한 다양한 관점을 비교하고, 우리의 삶에서 윤리사상과 사회사상이 필요한 이유를 탐구할 수 있다.
	Ⅱ. 동양과 한국 윤리 사상	[12윤사02-02] 선진유교의 전개 과정을 탐구하여 도덕의 성립 근거에 대한 상대되는 입장의 특징과 한계를 토론할 수 있고, 성리학과 양명학을 비교하여 도덕법칙의 탐구방법에 상대되는 입장의 특징과 한계를 토론할 수 있다.
	Ⅲ. 서양 윤리 사상	[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.
생활과 윤리	Ⅰ. 현대의 삶과 실천 윤리	[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.

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

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[문제1]

<제시문1>, <제시문2>에는 행위의 가치는 결과에 따라 결정된다는 결과론의 관점이 명확하게 드러나며, <제시문3>, <제시문4>에는 인간의 분별력과 의지에 따른 행동을 강조하는 의무론의 관점이 잘 드러나 있다. 제시문을 통해 상반된 입장을 구분하고 요약하는 능력을 평가하고자 한 출제 의도에 맞게 적절한 소재와 내용을 담은 4개의 제

시문을 소개하고 있으며 각 제시문의 내용도 교육과정의 범위를 벗어나지 않는 수준에서 적절하게 구성되었다. 고등학교 <윤리와 사상> 과목의 성취기준에 의무론과 결과론의 비교에 대해 명시적으로 제시되어 있고, <통합사회>와 <생활과 윤리> 과목에서도 해당 내용을 다루고 있다. 따라서 고등학교 교육과정을 이수한 수험생이라면 충분히 해결할 수 있는 수준의 문제와 제시문이라 판단된다. 제시문을 의무론과 결과론(공리주의)으로 정확히 분류했는지 여부, 각 입장의 요지를 제대로 이해했는지 여부, 두 입장을 종합적으로 잘 요약했는지 여부에 따라 채점 기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점 기준에 따라 예시 답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 <통합사회>, <윤리와 사상>, <생활과 윤리>, <사회ㆍ문화> 과목의 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 2교시 〈문제 2〉 분석

1. 자료 분석

□ <자료1>

<자료1>에는 2012년부터 의무 투표제를 실시한 A국의 투표율과 선거에 대한 홍보 활동 및 민주시민교육을 실시한 B국의 투표율이 나타나 있다. 투표율을 막대 그래프로 제시한 자료는 고등학교 사회 탐구 영역의 여러 과목에서 쉽게 접할 수 있는 형태이므로 정상적인 교육과정을 이수한 수험생들이 자료의 의미를 쉽게 파악할 수 있을 것이라 판단된다. 또한 민주시민의 정치 참여와 투표는 고등학교 <정치와 법> ‘Ⅲ. 정치 과정과 참여’ 단원에서 중요하게 소개되는 내용 요소이며, <통합사회> 및 <생활과 윤리> 과목에서도 관련 내용을 다루고 있어서 고등학교 교육과정에 부합하는 자료 구성이라 판단된다. A국과 B국의 투표율 변화를 볼 때 투표를 강제한 A국의 의무 투표제가 투표율 증가라는 좋은 결과를 가져다 주었으므로 <자료1>은 결과론적 관점을 지지하는 근거로 활용될 수 있다.

□ <자료2>

<자료2>에서는 A국과 B국의 투표율 변화 양상이 소득 분위별로 다르게 나타나고 있음을 표를 통해 보여주고 있다. 투표율을 비교하는 표는 고등학교 <정치와 법> 교과에서 쉽게 볼 수 있는 형태이며, 투표 행위를 통해 정치 과정에 참여할 수 있다는 점도 수험생에게 익숙한 내용 요소이므로 자료 해석에 큰 어려움은 없을 것으로 판단된다. A국에서 고소득층보다 저소득층이 벌금에 대한 부담이 크므로 투표율 증가 효과가 크게 나타난 반면 고소득층의 투표율 증가 효과는 미미한 편으로 확인되었다. 또한 A국에서 투표한 후 무효로 처리된 무효표 비율도 크게 증가한 것을 볼 때 의무 투표제를 도입하여 투표를 강제하더라도 성숙한 민주주의라는 결과를 얻는 데는 한계가 있음을 파악할 수 있다. 따라서 <자료2>는 결과론을 비판하고 의무론을 지지하는 근거로 활용될 수 있다.

□ <자료3>

<자료3>에서는 정치 과정에 참여하는 자세에 대한 질문을 통해 민주시민 의식을 측정한 표를 제시하고 있는데, 각 항목이 제시하는 바가 <정치와 법> 교과서에서 다루고 있는 정치과정과 관련이 있어 수험생들이 쉽게 해석할 수 있을 것이라 판단된다. 투표율의 증가 비율은 A국이 훨씬 높았음에도 불구하고 시민 단체 등에서 활동하고, 정부 일에 관심을 가지며, 청원과 같은 민원을 넣은 행위에 대한 응답에서 B국이 A국보다

훨씬 높다는 점을 통해 B국의 정책이 민주시민 의식의 향상에 더 효과적이라는 결론을 도출할 수 있다. 이는 <자료3>이 투표율의 증가라는 결과를 우선시하는 결과론보다 선한 의지와 성숙한 자세를 강조하는 의무론에 더 부합하는 자료임을 보여주는 것이다.

2. 문제 분석

□ [문제2]

[문제2]는 <자료1>에 제시된 그래프와 <자료2>, <자료3>의 표를 해석하여 각각 결과론적 윤리관과 의무론적 윤리관을 옹호하는데 활용할 수 있도록 하였으며 이를 통해 자료 해석 능력과 논리적 분석력을 측정하고자 하였다. <자료1>은 '투표율의 증가'라는 명확한 결과를 보여주고 있어 결과론적 윤리관을 옹호하는 데 활용될 수 있다. 반면, <자료2>, <자료3>은 투표율이라는 결과 외에 성숙한 시민 의식의 함양, 정치 과정에 참여하려는 의지 등의 측면에서는 오히려 B국에서 더 큰 변화가 있었음을 통해 의무론적 윤리관을 옹호하는 입장임을 파악할 수 있다. [문제2]와 관련한 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅰ. 인간, 사회, 환경과 행복	[10통사01-03] 행복한 삶을 실현하기 위한 조건으로 질 높은 정주 환경의 조성, 경제적 안정, 민주주의의 발전 및 도덕적 실천이 필요함을 설명한다.
정치와 법	Ⅲ. 정치 과정과 시민 참여	[12정법03-02] 대의제에서 선거의 중요성과 선거 제도의 유형을 이해하고, 우리나라 선거 제도의 특징과 문제점을 분석한다.
윤리와 사상	Ⅰ. 인간과 윤리 사상	[12윤사01-01] 인간에 대한 다양한 관점을 비교하고, 우리의 삶에서 윤리사상과 사회사상이 필요한 이유를 탐구할 수 있다.
	Ⅲ. 서양 윤리 사상	[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.
생활과 윤리	Ⅰ. 현대의 삶과 실천 윤리	[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.
	Ⅲ. 사회와 윤리	[12생윤03-03] 국가의 권위와 의무, 시민의 권리와 의무를 동서양의 다양한 관점에서 설명하고, 민주시민의 자세인 참여의 필요성을 제시할 수 있다.

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

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□ [문제2]

<자료1>~<자료3>에 제시된 그래프와 표의 의미를 정확하게 해석할 수 있는지 파악하고자 하였고, 이를 활용하여 [문제1]에서 살펴본 의무론과 결과론의 관점 중 하나를 옹호하도록 함으로써 자료를 활용한 논리적 근거 제시 능력을 파악하고자 한 것이 출제 의도이다. <자료1>은 투표율 증가를 통해 의무 투표제를 옹호하는 자료이며 결과론을 옹호하는데 활용될 수 있다. <자료2>, <자료3>은 민주시민 교육이라는 의무론에 입각한 정책의 효과를 보여주는 것으로 의무론을 옹호하는데 활용될 수 있다. 각 자료에 나타난 두 국가의 정책에 해당하는 윤리적 관점을 정확하게 제시하였는지 여부, 각 자료의 표와 그래프를 종합적으로 이용하고 연계하였는지 여부, 각 자료별로 [문제1]의 제시문을 적절히 활용하여 논리적으로 정당화하였는지 여부에 따라 채점 기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점 기준에 따라 예시답안이 구체적이고 명확하게 제시되어 있으며 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 <통합사회>, <정치와 법>, <윤리와 사상>, <생활과 윤리> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 2교시 〈문제 3〉 분석

1. 문제 분석

□[문제3]

인도주의적 차원에서 난민을 수용하자는 입장과 난민 수용이 초래할 국가적 부담을 이유로 반대하는 입장을 비교하고 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료를 활용하여 자신의 입장을 논리적으로 정당화 할 수 있는지를 평가하고자 한 문제이다. 고등학교 <사회ㆍ문화> 교과서 'Ⅴ. 현대 사회의 변동' 단원과 <정치와 법> 교과서 'Ⅵ. 국제 관계와 한반도' 단원에서는 각각 다문화 사회와 국제 문제를 다루고 있어서 난민의 수용에 대한 상반된 입장은 수험생들에게 익숙한 주제라 판단된다. 또한 난민 수용에 관한 입장을 의무론과 결과론의 관점과 연관지어 분석하도록 한 문제 구성은 '의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다'는 <윤리와 사상> 교육과정을 충실히 반영한 적절한 문제라 판단된다. 제시문과 자료를 활용하여 자신이 선택한 입장을 정당화하는 과정을 통해 문제해결 능력 및 의사 결정 능력, 논리적 사고력을 종합적으로 파악할 수 있으며 이와 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅰ. 인간, 사회, 환경과 행복	[10통사01-03] 행복한 삶을 실현하기 위한 조건으로 질 높은 정주 환경의 조성, 경제적 안정, 민주주의의 발전 및 도덕적 실천이 필요함을 설명한다.
정치와 법	Ⅵ. 국제 관계와 한반도	[12정법06-02] 국제 문제(안보, 경제, 환경 등)를 이해하고, 이를 해결하기 위해 국제기구들이 수행하는 역할과 활동을 분석한다.
사회ㆍ문화	Ⅴ. 현대 사회의 변동	[12사문05-03] 저출산·고령화와 다문화적 변화로 인해 대두되는 과제를 제시하고 이에 대한 대응 방안을 모색한다. [12사문05-04] 전 지구적 수준의 문제와 그 해결 방안을 탐색하고 세계시민으로서 지속가능한 사회를 위해 노력하는 태도를 가진다.
윤리와 사상	Ⅰ. 인간과 윤리 사상	[12윤사01-01] 인간에 대한 다양한 관점을 비교하고, 우리의 삶에서 윤리사상과 사회사상이 필요한 이유를 탐구할 수 있다.
	Ⅲ. 서양 윤리 사상	[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.
생활과 윤리	Ⅰ. 현대의 삶과 실천 윤리	[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.

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

2. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[문제3]

의무론과 결과론에 대한 명확한 이해를 바탕으로 난민의 수용에 대한 자신의 입장을 선택한 후, [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료를 활용하여 자신의 선택을 정당화하고 설득력 있는 글을 작성할 수 있는지를 파악하는 것이 출제 의도이다. 출제 의도에 맞게 제시문과 자료가 상반된 입장을 명확히 보여주고 있으며 '난민의 수용'이라는 주제도 의무론 및 결과론과 연관지어 판단하기에 적합한 주제이다. 사양하는 마음과 인간의 의지적 행위를 강조하는 의무론의 관점을 활용하여 난민 수용을 찬성할 수 있으며 <제시문3>, <제시문4>, <자료2>, <자료3>을 근거로 제시할 수 있다. 한편 국민의 재정적 부담이라는 부정적 결과를 이유로 결과론의 관점에서 난민 수용에 반대할 수 있으며 <제시문1>, <제시문2>, <자료1>을 근거로 제시할 수 있다. 난민 수용에 대한 찬성과 반대의 입장을 명확하게 선택하였는지 여부, 제시문과 자료를 올바르게 연관지었는지 여부, 의무론 또는 결과론과 적절히 연관지어 논리적이고 설득력 있는 글을 작성하였는지 여부에 따라 채점 기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점 기준에 따라 예시 답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 <통합사회>, <정치와 법>, <사회ㆍ문화>, <윤리와 사상>, <생활과 윤리> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

〈인문계 2교시 종합의견〉

인간의 행위를 판단하는 상반된 기준을 의무론과 결과론의 관점으로 구분하여 이해하는 것은 고등학교 〈통합사회〉, 〈생활과 윤리〉 과목의 내용 요소와 관련이 깊으며, '의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.'는 〈윤리와 사상〉 교육과정 성취기준에도 부합하는 의미있는 평가 요소이다. 또한 〈제시문1〉~〈제시문4〉에 나타난 환경 보호, 공리주의, 성악설, 사회화, 귀납적 추론 등의 개념은 고등학교 〈통합사회〉, 〈생활과 윤리〉, 〈윤리와 사상〉, 〈사회 · 문화〉 과목에서 충분히 배울수 있는 내용들이다. 따라서 사회과 및 도덕과 교육과정을 잘 이해하고 학교생활에 충실한 수험생이라면 어렵지 않게 제시문의 내용을 파악하고 자료를 해석하여 문제를 해결할 수 있을 것이라 판단된다.

[문제1]의 〈제시문1〉, 〈제시문2〉에는 행위의 가치는 결과에 따라 결정된다는 결과론의 관점이 나타나 있고 〈제시문3〉, 〈제시문4〉에는 인간의 분별력과 의지에 따른 행동을 강조하는 의무론의 관점이 잘 드러나 있다. 제시문을 통해 상반된 입장을 구분하고 요약하는 능력을 평가하고자 한 출제 의도에 맞게 적절한 소재와 내용을 담은 4개의 제시문을 소개하고 있고, 각 제시문의 내용도 교육과정의 범위를 벗어나지 않는 수준에서 적절하게 구성되었다.

[문제2]는 제시된 자료를 분석하고 상반된 두 입장과 연관지어 설명하는 능력을 평가하고 있는데 제시된 그래프와 표가 자주 수험생들에게 익숙한 형태이며 어려운 용어나 개념도 등장하지 않기 때문에 수험생들이 어려움 없이 해결할 수 있는 문제라 보여진다. 〈자료1〉은 투표율 증가를 통해 의무 투표제를 효과를 보여주고 있으므로 결과론을 옹호하는데 활용될 수 있다. 〈자료2〉, 〈자료3〉은 시민의식 제고라는 의무론에 입각한 민주시민 교육의 성과를 보여주고 있으므로 의무론을 옹호하는데 활용될 수 있다.

[문제3]은 난민의 수용에 대한 자신의 입장을 의무론 또는 결과론과 연관지어 설명하고 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료를 활용하여 자신의 선택을 정당화하도록 하고 있다. 교과 개념을 기반으로 현실 사례에 대한 입장을 글로 쓰는 활동은 학교에서 각종 수행평가 등에 자주 활용되는 유형이므로 현장의 교육 활동에 부합하는 형태의 문제라 판단된다. 난민이라는 주제는 다문화 사회, 국제 관계, 세계 시민의 자세 등을 다루고 있는 〈사회 · 문화〉, 〈정치와 법〉, 〈통합사회〉, 〈생활과 윤리〉 과목과 직접적인 관련성이 있으며, 상반된 입장이 대립될 수 있는 주제이므로 수험생의 의사 결정 능력과 논리적 사고력을 종합적으로 평가하는데 효과적이라 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

□ <제시문1>

제시문에는 인류의 필요를 충족시키기 위해 만들어진 기술을 통해 현대 문명이 찬란한 발전을 이루어 왔음이 소개되어 있으며, 프레더릭 페레의 『기술철학』, 김용범의 『디지털 기술사회 생태계』 내용을 참고하여 출제 의도에 맞게 재구성하였다. 제시문에서 실용적인 해결책을 갖춘 기술이 경제를 활성화하고 개인의 자유를 실현할 수 있다는 점을 통해 실용주의를 확인할 수 있는데 고등학교 <윤리와 사상> 'Ⅲ. 서양 윤리 사상' 단원에서는 실용주의를 주요 내용 요소로 다루고 있고 교육과정 성취기준에도 명시적으로 제시되어 있다. 역사를 움직이는 힘을 물질적 도전과 보편적 필요라고 보며 이를 충족하기 위한 기술을 강조하는 제시문의 입장은 보편적이고 추상적인 이상보다 현실 상황에서의 효율성과 유용성을 더 지지하고 있음을 알 수 있다. 또한 '근본적인 것은 물질적인 것이지 영적인 것이 아니다', '철학 체계, 문화 양식, 정치 이론, 종교적 신념 등은 그 자체로 효력을 갖지 못한다'와 같은 표현에서 이상주의를 비판하는 관점이 직접적으로 드러나 있어 현실주의를 지지하는 입장임을 파악할 수 있다.

□ <제시문2>

제시문은 제약사들의 백신 개발이 자본주의적 관점에서 경제적 이익을 최대화하기보다 인본주의적 관점에서 논의될 필요성이 있음을 소개하고 있으며, 동아사이언스에 실린 김우재의 <백신 둘러싼 인본주의와 자본주의 전쟁> 내용을 참고하여 출제 의도에 맞게 재구성하였다. 과학 기술의 사회적 책임에 대해서는 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 'Ⅵ. 과학과 윤리' 단원에서 소개하고 있고, 국제 사회에서 백신 수급의 국가 간 격차 문제는 <정치와 법> 교과서 'Ⅵ. 국제 관계와 한반도' 단원의 내용 요소와 관련이 깊다. '백신이라는 과학 기술은 인본주의, 윤리적 가치, 평등과 평화와 같은 인류 보편적인 이상의 맥락에서 논의되어야 한다'는 표현을 통해 제시문에 입장이 직접적으로 드러나 있으며, 과학 기술의 활용이 인본주의와 같은 가치 실현을 위해 필요하다는 이상주의적 결론을 도출할 수 있다.

□ <제시문3>

제시문은 플라톤의 이데아론을 소개하면서 절대적이고 보편타당한 '좋음'이 존재함을 설명하고 있는데, 군나르 시르베크·닐스 길리에의 『서양철학사』 제3장 이데아론과 이상 국가를 참고하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 제시문에 나타난 플라톤의 사

상은 서양의 윤리 사상을 다루고 있는 고등학교 <생활과 윤리> ‘Ⅰ. 현대의 삶과 실천 윤리’ 단원, <윤리와 사상> ‘Ⅲ. 서양 윤리 사상’ 단원과 관련이 깊다. ‘플라톤’, ‘이데아론’이라는 핵심어가 직접적으로 표현되어 있어서 수험생들이 쉽게 제시문의 입장을 파악할 수 있을 것이라 판단된다. 또한 ‘도구적 가치만을 강조한 나머지 본래의 가치를 인정하지 않는 실용주의의 한계’, ‘이상은 정의로운 사회의 모습을 담고 있을 뿐만 아니라 인간이 존엄과 품위를 유지하며 살아갈 수 있는 사회상을 제시한다’와 같은 표현은 실용주의를 비판하고 이상주의를 지지하는 제시문의 입장을 잘 보여주고 있다.

□ <제시문4>

제시문은 노자의 말을 인용하여 멀리 떨어져 있는 이상(저것)을 추구하기보다 구체적이고 현실적인 삶(이것)을 추구하자는 내용을 담고 있는데, 최진석의 『도덕경』 일부 내용을 참고하여 출제 의도에 맞게 재구성한 것이다. 노자의 사상은 동양 윤리 사상을 다루고 있는 고등학교 <생활과 윤리> 교과서 ‘Ⅰ. 현대의 삶과 실천 윤리’ 단원, <윤리와 사상> 교과서 ‘Ⅱ. 동양과 한국 윤리 사상’ 단원의 내용 요소와 관련이 깊다. 제시문에 ‘노자’가 언급되고 있어 노자의 사상을 알고 있는 수험생들이 쉽게 제시문의 요점를 파악할 수 있을 것이라 판단된다. ‘노자는 저 멀리 있는 어떤 이상이나 체계를 상정하지 말자고 한다’, ‘지금 우리에게 구체적으로 있는 곳에서 출발하자는 것이다,’ 등의 표현을 통해 이상이나 도덕적 가치를 추구하는 이상주의를 비판하고 우리를 둘러싼 현실에 주목하는 현실주의를 지지하는 제시문의 입장이 명확하게 드러나 있다.

2. 문제 분석

□ [문제1]

인간이 무엇을 지향하며 살 것인가에 관한 상반된 견해를 담고 있는 제시문을 각각 이상주의와 현실주의로 분류하고 제시문들이 담고 있는 핵심 내용을 올바르게 요약할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 기본적인 독해력을 바탕으로 각 제시문별 내용을 이상을 추구하는 입장과 현실을 중시하는 입장으로 구분할 수 있어야 하며 이를 논리적인 글로 요약·정리할 수 있어야 한다. 제시문에 나타난 기술, 실용주의, 자본주의, 인본주의, 플라톤의 이데아론, 순자의 사상 등은 고등학교 <통합사회>, <생활과 윤리>, <윤리와 사상>과목에서 다루고 있는 내용이며, [문제1]과 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅰ. 인간, 사회, 환경과 행복	[10통사01-03] 행복한 삶을 실현하기 위한 조건으로 질 높은 정주 환경의 조성, 경제적 안정, 민주주의의 발전 및 도덕적 실천이 필요함을 설명한다.
정치와 법	Ⅵ. 국제 관계와 한반도	[12정법06-01] 오늘날의 국제 관계 변화(세계화 등)를 이해하고 국제 사회에서 국제법이 지닌 의의와 한계를 탐구한다.
윤리와 사상	Ⅱ. 동양과 한국 윤리 사상	[12윤사02-06] 노자와 장자 사상을 탐구하여 도가적 세계관의 특징을 이해할 수 있고, 도교의 성립 및 한국 고유사상과의 융합을 조사하여 우리 전통 문화에 미친 영향에 대해 토론할 수 있다.
	Ⅲ. 서양 윤리 사상	[12윤사03-02] 영혼의 정의를 강조하는 플라톤의 윤리사상과 이론 및 실천에서 탁월성을 강조하는 아리스토텔레스의 윤리사상을 비교하여 덕과 행복의 관계를 설명할 수 있다. [12윤사03-07] 현대의 실존주의, 실용주의가 주장하는 윤리적입장들을 이해하고, 우리의 도덕적 삶에 기여하는 바를 설명할 수 있다.
	Ⅳ. 사회 사상	[12윤사04-01] 동·서양의 이상사회론들을 비교하여 현대 사회에 주는 시사점을 추론할 수 있다.
생활과 윤리	Ⅰ. 현대의 삶과 실천 윤리	[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.
	Ⅳ. 과학과 윤리	[12생윤04-01] 과학 기술 연구에 대한 다양한 관점을 조사하여 비교·설명할 수 있으며 이를 과학 기술의 사회적 책임 문제에 적용하여 비판 또는 정당화할 수 있다.

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

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[문제1]

<제시문1>, <제시문4>는 이상을 추구하는 것은 현실 세계를 벗어나는 것에 불과하므로 현실적 욕구와 실용성에 기반하여 어떻게 현실을 살아갈지가 중요하다는 현실주의 입장이다. 반면 <제시문2>, <제시문3>은 인본주의, 인류 보편적 가치를 지향하며 이데아를 추구하는 이상사회를 건설해야 한다는 이상주의 입장이다. 각 제시문의 내용은 고등학교 <윤리와 사상>, <생활과 윤리>에서 다루고 있는 내용을 벗어나지 않는 수준에서 적절하게 구성되었으며 '동·서양의 이상사회론들을 비교하여 현대 사회에 주는 시사

점을 추론할 수 있다'는 <윤리와 사상> 과목의 교육과정 성취기준에도 부합하고 있어서 교육과정을 정상적으로 이수한 학생들의 논리적 사고력과 논술 능력을 측정하고자 한 출제 의도에 적합한 문제라 판단된다. 제시문을 현실주의와 이상주의 두 입장으로 정확히 분류했는지 여부, 두 입장의 요지를 정확히 이해했는지 여부, 두 입장을 통합적으로 잘 요약했는지 여부에 따라 채점 기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점 기준에 따라 예시 답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 <통합사회>, <정치와 법>, <윤리와 사상>, <생활과 윤리> 과목의 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 3교시 〈문제 2〉 분석

1. 자료 분석

□ <자료1>

<자료1>은 2015년 기후변화대응협약에 참여한 국가들의 변화상을 보여주고 있다. 제시된 그래프는 수험생들이 자주 접하는 형태이며, 생물 다양성 지수와 같은 개념은 아래에 별도로 설명하고 있어서 수험생들이 자료를 해석하는데 큰 어려움은 없을 것으로 판단된다. 협약에 참여한 2015년을 기준으로 이산화탄소 배출량은 감소하고 있고 재생품 비중은 증가하고 있다. 또한 생물 다양성이 증가하고 있고 희귀동물 멸종 위험도도 감소하고 있는데 이를 통해 국제 사회의 약속인 협약이 환경 개선에 긍정적 영향을 주고 있음을 파악할 수 있다. 이는 지구생태계 보전이라는 인류의 보편적이고 이상적인 가치를 실현하는 노력이 성과를 보인 것으로 이상주의를 지지하는 입장의 근거로 활용될 수 있다. 국제 관계를 바라보는 이상주의 관점은 고등학교 <정치와 법> 'Ⅵ. 국제 관계와 한반도' 단원에서 설명하고 있는 내용이며, 환경 문제 해결을 위한 노력은 <생활과 윤리>, <통합사회> 과목에서 공통으로 다루고 있는 내용 요소이므로 교육과정에 부합하는 적합한 자료라 판단된다.

□ <자료2>

<자료2>는 기후변화대응협약에 참여한 선진국과 개발도상국의 1인당 국민총소득, 실업률, 친환경 산업 비중을 보여주고 있다. 자료에 제시된 1인당 국민총소득, 실업률은 고등학교 <경제> 과목에서 다루고 있는 개념이며 각종 매체를 통해 자주 보도되는 내용이므로 수험생들이 자료를 해석하는 데 큰 어려움이 없을 것이라 생각되며 교육과정에 충실한 자료라 판단된다. 자료를 통해 기후변화협약에 참여한 선진국과 개발도상국 모두 친환경 산업의 비중은 증가하였지만, 선진국은 1인당 국민 총소득이 증가하고 실업률이 감소한 반면 개발도상국은 1인당 국민 총소득이 오히려 감소하고 실업률이 증가하였음을 알 수 있다. 이는 지구생태계 보호라는 이상적 가치 추구에도 불구하고 현실적으로 개발도상국의 경제 성장에 부정적 결과를 초래함을 보여주는 것으로 현실주의를 지지하는 입장의 근거로 활용될 수 있다.

2. 문제 분석

□ [문제2]

<자료1>~<자료2>에 제시된 그래프와 표의 의미를 정확하게 해석할 수 있는지 파악

하고자 하였고, 이를 활용하여 [문제1]에서 살펴본 이상주의와 현실주의 관점을 옹호하도록 함으로써 논리적 자료 제시 능력을 파악하고자 하였다. <윤리와 사상> ‘Ⅳ. 사회 사상’ 단원에서는 이상 사회에 대해 소개하고 있고, <정치와 법> ‘Ⅵ. 국제 관계와 한반도’ 단원에서는 국제 관계를 바라보는 현실주의와 이상주의를 설명하고 있다. 또한 환경 문제에 대해서는 <통합사회>, <생활과 윤리> 등의 과목에서 다루고 있으므로 여러 과목의 내용 요소를 연계하여 교육과정에 충실하게 문제를 구성한 것이라 판단된다. [문제2]와 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅱ. 자연 환경과 인간	[10통사02-02] 자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다.
정치와 법	Ⅵ. 국제 관계와 한반도	[12정법06-01] 오늘날의 국제 관계 변화(세계화 등)를 이해하고 국제 사회에서 국제법이 지닌 의의와 한계를 탐구한다. 12정법06-02] 국제 문제(안보, 경제, 환경 등)를 이해하고, 이를 해결하기 위해 국제기구들이 수행하는 역할과 활동을 분석한다.
윤리와 사상	Ⅳ. 사회 사상	[12윤사04-01] 동·서양의 이상사회론들을 비교하여 현대 사회에 주는 시사점을 추론할 수 있다.
생활과 윤리	Ⅰ. 현대의 삶과 실천 윤리	[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.
	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. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□ [문제2]

[문제2]에서는 [문제1]에서 살펴본 이상주의와 현실주의의 근거가 될 수 있는 자료를 제시하여 각 자료의 의미를 해석하도록 함으로써 수험생의 자료 해석 능력을 파악하고, 자료와 두 관점을 적절히 연관짓는 논리적 설명 능력을 평가하고자 하였다. 이러한 출제 의도에 맞게 이상주의와 현실주의가 분명히 드러나는 자료가 적절히 제시되었다.

<자료1>은 환경 오염이 개선되고 생물 다양성이 증가하고 있음을 보여주고 있으므로 이상주의를 지지하는 자료이다. 반면, <자료2>는 기후변화대응협약이 개발 도상국에서 경제적 어려움을 유발하고 선진국과 경제적 격차를 더 심화시키는 현실적 문제점을 지적한다는 점에서 현실주의를 지지하는 자료이다. <자료1>과 <자료2>가 각각 이상주의와 현실주의 중 어떤 관점을 지지하는 근거로 활용되는지의 파악 여부, 자료에 제시된 표와 그래프를 종합적으로 이용하고 연계했는지 여부, [문제1]의 제시문들을 적절히 활용하여 논리적으로 정당화했는지 여부에 따라 채점 기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점 기준에 따라 예시 답안이 구체적이고 명확하게 제시되어 있으며 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 <통합사회>, <정치와 법>, <윤리와 사상>, <생활과 윤리> 교육과정 내에서 파악 가능한 내용임을 확인하였다.

인문계 3교시 〈문제 3〉 분석

1. 문제 분석

□ [문제3]

군사 분쟁이 잦았던 지역에 교도소를 건설하기 위해 지뢰탐지견을 활용하고자 하는 현실적인 문제에 대한 자신의 입장을 선택하고 이를 정당화하는 능력을 평가하고자 하였다. [문제1]에서 다루었던 이상주의 입장에서는 동물복지라는 이상적 가치에 어긋나므로 지뢰탐지견 금지 청원에 찬성할 것이며, 현실주의 입장에서는 현실적으로 얻게 되는 이익과 상황을 고려할 때 지뢰탐지견 금지 청원에 반대할 것이다. 현실에서 발생할 수 있는 사례에 대한 상반된 입장을 논술하거나 토론하는 활동은 학교 현장에서 자주 활용되는 교육 활동이며, '현대 생활의 제 영역에서 발생하는 다양한 윤리 문제들을 주도적으로 탐구하고 성찰함으로써 인간과 사회를 윤리적인 관점에서 올바르게 이해한다'는 고등학교 <생활과 윤리>과목의 교육과정 상 목표에도 부합하는 적절한 문제라 판단된다. [문제3]과 관련된 교육과정 성취기준은 다음과 같다.

과목	대단원	성취기준
통합 사회	Ⅱ. 자연 환경과 인간	[10통사02-02] 자연에 대한 인간의 다양한 관점을 사례를 통해 설명하고, 인간과 자연의 바람직한 관계에 대해 제안한다.
정치와 법	Ⅵ. 국제 관계와 한반도	[12정법06-01] 오늘날의 국제 관계 변화(세계화 등)를 이해하고 국제 사회에서 국제법이 지닌 의의와 한계를 탐구한다.
윤리와 사상	Ⅳ. 사회 사상	[12윤사04-01] 동·서양의 이상사회론들을 비교하여 현대 사회에 주는 시사점을 추론할 수 있다.
생활과 윤리	Ⅰ. 현대의 삶과 실천 윤리	[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.
	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. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[문제3]

인간이 무엇을 지향하며 살 것인가에 대한 상반된 시각을 가진 이상주의와 현실주의를 비교하여 이해하고, 지뢰탐지견 금지 청원이라는 실질적인 문제에 대한 자신의 입장을 제시할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 자신의 입장을 정당화하기 위해 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료를 활용해야 하는데 기본적인 독해력과 자료 분석 능력, 논리적 사고력을 종합적으로 측정할 수 있는 문제라 판단된다. 문제에서 활용되는 내용요소 중 '자연과 인간의 관계'는 고등학교 <통합사회> 'Ⅱ. 자연환경과 인간' 단원과 <생활과 윤리> 'Ⅳ. 과학과 윤리' 단원에서 확인 가능하고, 이상주의와 현실주의는 <윤리와 사상> 'Ⅳ. 사회 사상' 단원, <정치와 법> 'Ⅵ. 국제 관계와 한반도' 단원에서 다루고 있으므로 고등학교 교육과정을 충실히 반영한 문제라 판단된다. 지뢰탐지견 금지 청원에 대해 이상주의 또는 현실주의의 입장을 적절히 연결하였는지 여부, 찬성 또는 반대의 근거들을 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료를 바탕으로 적절히 제시했는지 여부, 서술이 명확하고 논리적인지 여부에 따라 채점 기준을 위계화하여 평가의 타당성 및 변별력을 확보하고자 하였다. 이러한 채점 기준에 따라 예시 답안이 명확하게 제시되어 있으며 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 <통합사회>, <윤리와 사상>, <생활과 윤리>, <정치와 법> 교육과정 내에서 파악가능한 내용임을 확인하였다.

〈인문계 3교시 종합의견〉

인류 보편적 가치를 지향하는 이상주의와 현실적으로 얻을 수 있는 이익과 효율성을 강조하는 현실주의는 고등학교 〈통합사회〉, 〈윤리와 사상〉, 〈정치와 법〉 과목을 통해 학습 가능한 내용이다. 〈제시문1〉~〈제시문4〉에 등장하는 기술, 실용주의, 자본주의, 인본주의, 플라톤의 이데아론, 순자의 사상 등은 고등학교 〈통합사회〉, 〈생활과 윤리〉, 〈윤리와 사상〉 과목의 내용을 벗어나지 않는 수준이며, 제시문의 입장이 분명히 드러나도록 재구성되었다. 따라서 사회과 및 도덕과 교육과정을 잘 이해하고 학교생활에 충실한 수험생이라면 어렵지 않게 제시문의 내용을 파악하고 자료를 해석하여 문제를 해결할 수 있을 것이라 판단된다.

[문제1]에 나타난 4개의 제시문은 모두 고등학교 교과목에서 다루고 있는 내용을 반영하여 재구성되었는데, 〈제시문1〉, 〈제시문4〉는 현실적 욕구와 이익, 실용성에 기반하여 행동해야 한다는 현실주의 입장이다. 반면, 〈제시문2〉, 〈제시문3〉은 인류 보편적 가치를 지향하며 이데아를 추구하는 이상사회를 건설해야 한다는 이상주의 입장인데 각 제시문의 내용은 고등학교 〈윤리와 사상〉, 〈생활과 윤리〉에서 다루고 있는 내용을 벗어나지 않는 수준에서 적절하게 구성되었다. 제시문을 통해 상반된 입장을 구분하고 요약하는 능력을 평가하고자 한 출제 의도에 맞게 적절한 소재와 내용을 담은 4개의 제시문을 소개하고 있으며, 그 내용이 교육과정을 충실히 반영하고 있다.

[문제2]에 제시된 〈자료1〉은 환경 오염이 개선되고 생물 다양성이 증가하고 있음을 보여주고 있으므로 이상주의를 지지하는 자료이다. 반면, 〈자료2〉는 기후변화대응협약이 개발 도상국에서 경제적 어려움을 유발하고 선진국과 경제적 격차를 더 심화시키는 현실적 문제점을 지적한다는 점에서 현실주의를 지지하는 자료이다. 두 자료 모두 보여주는 내용이 명확하고 어려운 용어를 활용하고 있지 않으므로 기본적인 자료 해석 능력을 갖춘 수험생이라면 쉽게 그 의미를 파악할 수 있을 것이라 판단된다.

[문제3]은 지뢰탐지견 금지 청원이라는 실질적인 문제에 대해 자신의 입장을 선택하고 이상주의 또는 현실주의와 연관지어 논리적 주장을 펼칠 수 있는지를 평가하고자 하였다. 자신의 입장을 정당화하기 위해 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료를 활용해야 하는데 이를 통해 기본적인 독해력과 자료 분석 능력, 논리적 사고력을 종합적으로 측정할 수 있으며, 다양한 윤리 문제를 성찰하고 인간과 사회를 윤리적 관점에서 이해하고자 하는 〈생활과 윤리〉 과목의 교육과정 상 목표에도 부합하는 적절한 문제라 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

□ <제시문1>

등차수열과 등비수열의 정의를 제시함(『수학Ⅰ』 교과서 Ⅲ. 수열-1. 등차수열과 등비수열, 동아출판 p.107, p.115).

□ <제시문2>

여러 가지 수열의 합 공식을 제시함(『수학Ⅰ』 교과서 Ⅲ. 수열-2. 수열의 합, 동아출판 pp.130~131).

□ <제시문3>

문제 제시를 위한 조건을 설명하고 S_n을 정의함(『수학Ⅰ』 교과서 Ⅲ. 수열-2. 수열의 합, 동아출판 p.127).

2. 문제 분석

□ [수학1-ⅰ]

부분합 S_n을 활용하여 일반항 a_n을 구하고 이를 활용하여 <제시문3>의 조건에 맞춰 각 줄의 가장 오른쪽에 배열된 수를 구하여 그 합을 구하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅰ] (3) 수열 ② 수열의 합 [12수학Ⅰ 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n항까지의 합을 구할 수 있다.	

□ [수학1-ⅱ]

[수학1-ⅰ]과 조건만 다를 뿐 동일한 문제임. 부분합 S_n을 활용하여 일반항 a_n을 구하고 이를 활용하여 [수학1-ⅱ]의 새로운 조건에 맞춰 각 줄의 가장 오른쪽에 배열된 수를 구하여 그 합을 구하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅰ] (3) 수열 ② 수열의 합 [12수학Ⅰ 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n항까지의 합을 구할 수 있다.	

□[수학1-ⅲ]

[수학1-ⅰ], [수학1-ⅰ]에서와 S_n의 조건만 바뀐 문제임. 부분합 S_n을 활용하여 일반항 a_n을 구하고 이를 활용하여 [수학1-ⅲ]에 새로이 제시된 조건에 맞춰 각 줄의 가장 오른쪽에 배열된 수를 구하여 그 수들의 곱을 <제시문2>를 활용하여 구하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅰ] (3) 수열 ② 수열의 합 [12수학Ⅰ 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n항까지의 합을 구할 수 있다.	

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제 의도

[수학Ⅰ] 의 (3) 수열 단원에 등장하는 등차수열, 등비수열, 여러 가지 수열과 그 합을 활용한 문제로 기초적인 수열에 관련된 지식을 갖고 있는지 물어보는 난이도가 높지 않은 문제임. 본인이 알고 있는 수열에 대한 지식을 얼마나 논리적으로 잘 풀어 쓸 수 있는지를 평가하려 한 것으로 보임.

2) 채점기준

□[수학1-ⅰ]

S_n을 이용하여 일반항 a_n을 구하고, 각 행의 오른쪽 끝항이 몇 번째 항인지 구한 뒤 이들의 합을 구하는 세 부분으로 나눠서 채점 기준을 제시함.

□[수학1-ⅱ]

[수학1-ⅰ]에서 구해진 일반항 a_n을 활용하여 새로이 제시된 조건에 맞춰 홀수 번째 행과 짝수 번째 행의 오른쪽 끝항이 무엇인지 구한 뒤 이들의 합을 구하는 세 부분으로 나눠서 채점 기준을 제시함.

□[수학1-ⅲ]

새로이 정의된 S_n을 활용하여 홀수 번째 행과 짝수 번째 행의 오른 쪽 끝항을 각각 구하여 이들의 곱을 구하는 세 부분으로 나눠 채점 기준을 제시함. S_n이 새로이 정의된 만큼 일반항을 구하는 부분이 채점 기준에서 빠진 것이 아쉬움.

3) 예시답안 분석

▫[수학1-ⅰ]

S_n을 활용하여 일반항 a_n을 구하고 이를 활용하여 각 행별로 오른쪽 끝항을 구하여 그 항들을 $\sum_{k=1}^{n} k$, $\sum_{k=1}^{n} k^2$의 공식을 활용하여 정답을 구함(『수학Ⅰ』 교과서 Ⅲ. 수열-1. 등차수열과 등비수열, 2. 수열의 합 동아출판 p.114, p.131).

▫[수학1-ⅱ]

[수학1-ⅰ]에서 구해진 a_n을 활용하여 새로이 정의된 행별로 오른쪽 끝항을 구하여 그 항들을 $\sum_{k=1}^{n} k$, $\sum_{k=1}^{n} k^2$의 공식을 활용하여 정답을 구함(『수학Ⅰ』 교과서 Ⅲ. 수열-1. 등차수열과 등비수열, 2. 수열의 합 동아출판 p.114, p.131).

▫[수학1-ⅲ]

새로이 정의된 S_n을 활용하여 일반항 a_n을 구하고, 홀수 번째 행과 짝수 번째 행의 오른쪽 끝항을 각각 구하여 이들의 곱을 지수법칙과 $\sum_{k=1}^{n} k$, $\sum_{k=1}^{n} k^2$의 공식을 활용하여 정답을 구함(『수학Ⅰ』 교과서 Ⅰ. 지수함수와 로그함수-1. 지수와 로그 p.19, Ⅲ. 수열-1. 등차수열과 등비수열, 2. 수열의 합 동아출판 p.114, p.131).

자연계 1교시 〈수학 2〉 분석

1. 제시문 분석

□ <제시문1>

(ⅰ) 범위가 주어진 이차함수의 조건을 제시함(『수학』 교과서 Ⅱ. 방정식과 부등식-2. 이차방정식과 이차함수, 천재교육 p.64, p.69).

(ⅱ) (ⅰ)과 접선의 방정식을 활용하여 새로운 함수의 조건을 제시함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.73).

(ⅲ) (ⅱ)에서 만들어진 함수의 역함수를 새로운 함수로 제시함(『수학』 교과서 Ⅴ. 함수-1. 함수, 천재교육 p.233).

□ <제시문2>

<제시문1>에서 제시된 함수를 활용하여 새로운 수열을 정의함.

2. 문제 분석

□ [수학2-ⅰ]

<제시문1>(ⅰ)과 접선의 방정식을 활용하여 만들어진 함수를 찾고 <제시문1>(ⅱ)에서 만들어진 함수의 역함수를 찾는 문제임(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.73, 『수학』 교과서 Ⅴ. 함수-1. 함수, 천재교육 p.233).

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (1) 문자와 식 5 이차방정식과 이차함수 [10수학01-10] 이차함수의 그래프와 직선의 위치관계를 이해한다.	
[수학] (4) 함수 1 함수 [10수학04-03] 역함수의 의미를 이해하고, 주어진 함수의 역함수를 구할 수 있다.	
[수학Ⅱ] (2) 미분 3 접선의 방정식을 구할 수 있다.	

□ [수학2-ⅱ]

<제시문1>의 함수 $f(x)$와 [수학2-ⅰ]에서 구해진 $h(x)$에 대해 <제시문2>에 주어진 조건에 맞춰 x_0를 대입하여 x_n과 y_n을 추론하여 점 P_n을 찾고 이를 통해 직선 $y=L_{2m}(x)$, $y=L_{2m+1}(x)$를 찾고 이를 α와 m에 대한 식으로 표현하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (2) 기하 ② 직선의 방정식 [10수학02-03] 직선의 방정식을 구할 수 있다.	
[수학Ⅰ] (3) 수열 ① 등차수열과 등비수열 [12수학Ⅰ03-03] 등비수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n항까지의 합을 구할 수 있다.	

□ [수학2-ⅲ]

<제시문2>의 (ⅳ)에 주어진 A_n에 대하여 A_{2m}과 A_{2m+1}을 정적분을 활용하여 α와 m에 대한 식으로 나타내는 문제임.

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.	

□ [수학2-ⅳ]

[수학2-ⅲ]에서 구해진 A_{2m}과 A_{2m+1}을 활용하여 $\dfrac{A_{2m+1}}{A_{2m}}$의 값을 구하는 문제임.

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제 의도

접선의 방정식과 역함수, 정적분의 개념을 명확히 이해하고 이를 통해 만들어진 수열의 일반항을 찾을 수 있는지 물어보는 문제로 자신이 생각한 것을 논리적으로 잘 풀어 쓸 수 있는지를 평가하는 문제라 할 수 있음.

2) 채점기준

□ [수학2-ⅰ]

<제시문1>의 조건을 활용하여 구해진 함수 $g(x)$와 $h(x)$에 대한 채점 기준을 제시함.

□ [수학2-ⅱ]

[수학2-ⅰ]에서 구해진 함수 $g(x)$와 $h(x)$를 활용하여 일차함수 $L_{2m}(x)$과 $L_{2m+1}(x)$의 기울기와 y절편을 구하는 것을 채점기준으로 제시하였음.

□[수학2-ⅲ]
[수학2-ⅱ]에서 구해진 직선과 곡선 $y=f(x)$로 둘러싸인 도형의 넓이 A_{2m}과 A_{2m+1}을 구하는 과정을 채점기준으로 제시함.

□[수학2-ⅳ]
[수학2-ⅲ]에서 구해진 A_{2m}과 A_{2m+1}의 비를 구하는 과정을 채점 기준으로 제시함.

3) 예시답안 분석

□[수학2-ⅰ]
임의의 양수 b에 대해 $(b, f(b))$에서의 접선의 방정식을 구하고 이를 활용하여 함수 $y=g(x)$와 그 역함수 $y=h(x)$를 찾고 있음(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.73, 『수학』 교과서 Ⅴ. 함수-1. 함수, 천재교육 p.233).

□[수학2-ⅱ]
[수학2-ⅰ]에서 구해진 함수 $g(x)$와 $h(x)$를 활용하여 점 P_n을 찾아 직선 $y=L_{2m}(x)$와 $y=L_{2m+1}(x)$을 구함.(『수학』 교과서 Ⅲ. 도형의 방정식-2. 직선의 방정식, 천재교육 p.123)

□[수학2-ⅲ]
[수학2-ⅱ]에서 구해진 직선 $y=L_{2m}(x)$와 함수 $y=f(x)$로 둘러싸인 도형의 넓이를 정적분을 활용하여 구하고, 동일한 방법으로 $y=L_{2m+1}(x)$과 함수 $y=f(x)$로 둘러싸인 도형의 넓이를 구함. (『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ. 다항함수의 적분법-2. 정적분의 활용, 미래엔 p.136)

□[수학2-ⅳ]
[수학2-ⅲ]에서 구해진 A_{2m}과 A_{2m+1}의 비율을 구함.

〈자연계 1교시 수학 종합의견〉

1교시 수학 1번 문항은 [수학Ⅰ] 의 (3) 수열 단원에 등장하는 등차수열, 등비수열, 여러 가지 수열과 그 합을 활용한 문제로 기초적인 수열에 관련된 지식을 갖고 있는지 물어보는 난이도가 중상정도의 문제로 생각되며 답을 구하는 것에 큰 어려움이 있었을 것이라 생각하지 않는다. 단지 자신이 풀이한 것을 얼마나 잘 논리적으로 표현할 수 있는가가 평가의 주된 목적으로 여겨진다.

1교시 수학 2번 문항은 접선의 방정식, 역함수, 수열, 정적분이 한꺼번에 접목된 문제이다. 상당히 난이도가 있는 문제로 많은 학생들이 이 문제를 풀이하는 데 어려움이 있었을 것이라 생각된다. 답안을 제시하기 위해서는 매우 복잡한 계산을 수없이 반복해야 하기 때문에 정확한 답을 구하기 쉽지 않았을 것으로 생각된다.

1번 문항은 대수를 2번 문제는 기하 관련 내용을 심도 있게 묻고 있다. 1번 문제의 경우 흔히 문제집에서 자주 접해보았을 법한 문제가 출제 되었고 2번 문제의 경우 수능 모의고사 같은 곳에서 난이도 높은 4점 짜리 두 개의 문항이 하나의 문제로 합쳐져 출제된 느낌을 준다.

고등학교에서 수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ 수업을 성실히 이수한 학생이라고 하면 문제의 뜻을 충분히 이해할 수 있었을 것이라 생각되며 1, 2번 모두 고등학교 교육과정을 벗어남 없이 교육과정이 충실히 반영되어 출제된 것으로 생각된다. 평소 시중에 판매되고 있는 문제집들의 난이도 있는 문제를 즐겨 풀어왔던 학생들이라고 하면 특별한 사교육 없이도 충분히 좋은 점수를 받을 수 있었을 것이라 생각된다.

자연계 2교시 〈수학 1〉 분석

1. 제시문 분석

□ <제시문1>

다항함수의 접선의 방정식을 활용하여 문제를 위한 조건을 제시함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.73).

□ <제시문2>

미분계수를 활용하여 문제를 위한 조건을 제시함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-1. 미분계수와 도함수, 동아출판 p.55, p.57).

□ <제시문3>

사차함수의 그래프와 일차함수의 그래프가 만나는 점을 조건으로 제시함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.90).

2. 문제 분석

□ [수학1-ⅰ]

<제시문1>의 조건에 맞춰 미분과 나머지 정리를 활용하여 풀어내는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅱ] (2) 미분 ③ 도함수의 활용 [12수학Ⅱ 02-06] 접선의 방정식을 구할 수 있다.	
[수학Ⅱ] (2) 미분 ② 도함수 [12수학Ⅱ 02-05] 함수의 실수배, 합, 차, 곱의 미분법을 알고, 다항함수의 도함수를 구할 수 있다.	
[수학] (1) 문자와 식 ② 나머지 정리 [10수학 01-02] 나머지정리의 의미를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	

□ [수학1-ⅱ]

<제시문2>의 조건에 맞춰 미분계수의 의미를 이해하고 다항식에서 언제 최대가 나타나는지를 활용하여 풀이하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅱ] (2) 미분 ① 미분계수 [12수학Ⅱ 02-02] 미분계수의 기하학적 의미를 이해한다.	
[수학Ⅱ] (2) 미분 ③ 도함수의 활용 [12수학Ⅱ 02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.	

□[수학1-ⅲ]

<제시문3>을 활용하여 사차함수의 그래프와 일차함수의 그래프가 만나는 점을 찾는 문제임. 즉, 사차방정식의 풀이와 같음.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (1) 문자와 식 ② 나머지 정리 [10수학 01-03] 나머지 정리의 의미를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	
[수학] (1) 문자와 식 ③ 인수분해 [10수학 01-04] 다항식의 인수분해를 할 수 있다.	

□[수학1-ⅳ]

[수학1-ⅰ]~[수학1-ⅲ]에서 구해진 답을 바탕으로 주어진 식을 계산하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (1) 문자와 식 ① 다항식의 연산 [10수학 01-01] 다항식의 사칙연산을 할 수 있다.	

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제 의도

수학에서 가장 기본이 되는 다항식과 관련된 문제로 미분과 다항식의 관계 다양한 다항식의 연산, 나머지 정리를 활용한 인수분해 등 가장 기초적인 내용을 묻고 있는 문제로 생각됨. 함수의 그래프를 수식으로 변환하고 그 식들을 인수분해할 수 있는가를 묻고 있다고 할 수 있음.

2) 채점기준

□[수학1-ⅰ]

a, b를 활용하여 c를 표현한 결과를 채점 기준으로 제시함.

□[수학1-ⅱ]
[수학1-ⅰ]과 마찬가지로 a, b를 활용하여 d를 표현한 결과를 채점 기준으로 제시함.

□[수학1-ⅲ]
a, b를 활용하여 e를 표현하는 과정 중 나타나는 3차 방정식과 그 인수분해 그리고 그 결과를 채점 기준으로 제시함.

□[수학1-ⅳ]
[수학1-ⅱ]와 [수학1-ⅲ]에서 구해진 d, e를 주어진 식에 대입하여 얻은 결과를 채점 기준으로 제시함.

3) 예시답안 분석

□[수학1-ⅰ]
원점을 지나는 직선이 사차함수의 두 개의 점에서 접한다는 것을 이용하여 풀이하는 문제로 풀이과정에서 나머지 정리가 활용되는 문제임(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용 동아출판 p.73, 『수학』 교과서 Ⅰ. 다항식-2. 나머지정리와 인수분해 천재교육 p.25).

□[수학1-ⅱ]
[수학1-ⅰ]에서 구해진 $f(x)$의 도함수 $f'(x)$가 최대가 되게 하는 x값을 이계도함수를 활용하여 구하는 문제임(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-1. 미분계수와 도함수 동아출판 p.53, Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용 동아출판 p.81).

□[수학1-ⅲ]
두 점을 지나는 직선의 방정식을 구하고 앞서 [수학1-ⅰ]에서 구했던 사차함수 $y=f(x)$와 연립방정식을 풀이하며 e를 구해내는 문제임(『수학』 교과서 Ⅰ. 다항식-2. 나머지정리와 인수분해 p.25, p.31).

□[수학1-ⅳ]
[수학1-ⅱ]와 [수학1-ⅲ]에서 구해진 d, e를 주어진 식에 대입하여 얻은 $\frac{e-d}{b-a}$의 값을 구해내는 문제임(『수학』 교과서 Ⅰ. 다항식-1. 다항식의 연산 p.14).

자연계 2교시 〈수학 2〉 분석

1. 제시문 분석

□ <제시문1>

함수에서 극대와 극소가 무엇인지 교과서에 실린 그대로 정의를 제시하고 있음(『수학Ⅱ』교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.85).

□ <제시문2>

교과서에 실린 정적분의 정의를 제시문으로 제시함(『수학Ⅱ』교과서 Ⅲ. 정적분-2. 정적분, 동아출판 p.124).

□ <제시문3>

그래프의 평행이동을 활용하여 문제의 조건을 제시함(『수학』교과서 Ⅲ. 도형의 방정식-4. 도형의 이동, 천재교육 p.155).

2. 문제 분석

□ [수학2-ⅰ]

평행이동을 통해 만들어진 함수의 그래프의 교점을 찾고 두 그래프로 둘러싸인 도형의 넓이를 구하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (2) 기하 ④ 도형의 이동 [10수학02-08] 평행이동의 의미를 이해한다.	
[수학Ⅱ] (2) 미분 ② 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-06]접선의 방정식을 구할 수 있다.	
[수학Ⅱ] (3) 적분 ② 정적분 [12수학Ⅱ03-04]다항함수의 정적분을 구할 수 있다.	
[수학Ⅱ] (3) 적분 ③ 정적분의 활용 [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.	

□ [수학2-ⅱ]

일대일대응인 함수와 역함수의 관계를 잘 이해하고 주어진 조건에 맞는 도형의 넓이를 구하여 이들의 합을 구하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (4) 함수 ① 함수 [10수학04-03]역함수의 의미를 이해하고, 주어진 함수의 역함수를 구할 수 있다.	
[수학Ⅰ] (3) 수열 ② 수열의 합 [12수학Ⅰ03-05]여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n항까지의 합을 구할 수 있다.	
[수학Ⅱ] (3) 적분 ② 정적분 [12수학Ⅱ03-04]다항함수의 정적분을 구할 수 있다.	
[수학Ⅱ] (3) 적분 ③ 정적분의 활용 [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.	

□[수학2-ⅲ]

정적분을 계산하여 두 식이 같아지는 경우를 구하고, 그것을 방정식으로 변환하여 풀이하는 문제임.

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	
[수학Ⅱ] (2) 미분 ③ 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-10]방정식과 부등식에 대한 문제를 해결할 수 있다.	
[수학Ⅱ] (3) 적분 ② 정적분 [12수학Ⅱ03-04]다항함수의 정적분을 구할 수 있다.	

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제 의도

접선의 방정식과 역함수, 정적분, 함수의 증가와 감소 등 주어진 함수의 그래프의 개형을 그리는데 활용되는 다양한 개념을 명확히 이해하고 있는가를 묻는 문제임. 곁들여 여러 가지 수열의 합까지 계산이 가능한지 묻고 있음.

2) 채점기준

□[수학2-ⅰ]

<제시문3>의 조건하에서 $a=1$이라는 특수한 경우에 구해지는 두 함수로 둘러싸인

도형의 넓이를 구하기 위해 필요한 상수 c의 값을 구하는 것과 그 도형의 넓이를 구하는 것을 각각 채점기준으로 제시함.

□[수학2-ⅱ]
두 곡선과 $y=-x$로 둘러싸인 도형의 넓이 $S(a)$와 수열 $S(k)$들의 합을 채점기준으로 제시함.

□[수학2-ⅲ]
$\int_0^b (x-a)^2 g(x)\,dx = \int_0^a (x-b)^2 h(x)\,dx$을 수식으로 풀어낸 결과, $\frac{a}{b}$를 t로 치환하여 만들어진 방정식에 대해 열린구간 $(0,1)$에서 유일하게 실근을 갖는다는 것과 이를 모두 만족하는 b들의 곱을 채점기준으로 제시함.

3) 예시답안 분석

□[수학2-ⅰ]
평행이동을 활용하여 식을 간단히 만들어 상수 c의 값을 구하고 대칭성을 활용하여 곡선 사이의 넓이를 구함(『수학』 교과서 Ⅲ. 도형의 방정식-4. 도형의 이동, 천재교육 p.156, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ. 적분-2. 정적분, 동아출판 p.124, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ. 적분-3. 정적분의 활용, 동아출판 p.141).

□[수학2-ⅱ]
함수와 역함수의 관계를 활용하여 정적분할 영역을 정하고 그것을 정적분하여 정리한 식을 여러 가지 수열의 합으로 계산함(『수학』 교과서 Ⅴ. 함수-1. 함수, 천재교육 p.236, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ. 적분-2. 정적분, 동아출판 p.124, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ. 적분-3. 정적분의 활용, 동아출판 p.141, 『수학Ⅰ』 교과서 Ⅲ. 수열-2. 수열의 합, 동아출판 p.131).

□[수학2-ⅲ]
$\int_0^b (x-a)^2 g(x)\,dx$와 $\int_0^a (x-b)^2 h(x)\,dx$의 두 식을 정리하여 하나의 방정식을 얻고 그 방정식이 열린구간 $(0,1)$에서 유일하게 근을 갖는 경우를 찾아 b의 값을 정하고 그렇게 찾은 b들의 곱을 구함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ. 적분-2. 정적분, 동아출판 p.124, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅲ. 적분-3. 정적분의 활용, 동아출판 p.141, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.93).

〈자연계 2교시 수학 종합의견〉

2교시 수학 1번 문항은 다항식을 얼마나 잘 이해하고 있는지 묻고 있는 대수적 문제라 할 수 있을 것이다. 기존에 풀이하던 방정식에서는 계수 및 상수가 다 정해진 문제였지만, 이 문항의 경우 계수와 상수가 정해지지 않은 채 조건을 활용하여 계수들의 상관관계를 설명해야하는 문제여서 학생들이 문제를 풀이하는데 어려움이 따랐을 것으로 생각된다.

2교시 수학 2번 문항은 함수의 평행이동, 역함수, 정적분, 수열 등의 내용이 복합적으로 활용되는 문제이다. 난이도가 아주 높은 문제는 아니었지만, 계산이 복잡하고 다양한 정리들이 활용되며, 문자 간의 상관관계를 설명하는 문제까지 곁들여진 문제여서 학생들이 상당히 고전했을 것으로 여겨진다.

1번 문항과 2번 문항 모두 대수적인 역량이 높은 학생이 잘 풀이할 수 있었을 법한 문제이다. 평소 접하던 계수가 정해진 다항식 문제와 달리 계수가 정해지지 않은 다항식 문제였기 때문에 기존의 지식을 얼마나 잘 활용하여 추론할 수 있느냐가 올바른 해를 찾을 수 있는데 도움이 되었을 것으로 생각된다.

고등학교에서 수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ 수업을 성실히 이수한 학생이라고 하면 문제의 뜻을 이해하는데 어려움은 없었을 것으로 생각되며 1, 2번 모두 고등학교 교육과정을 벗어남 없이 교육과정이 충실히 반영되어 출제된 것으로 생각된다. 증명과 같은 문제들은 대부분의 학생들이 힘들어하는 유형이다. 증명문제는 아니지만, 그에 준하는 문제로 생각되며 이 두 문제에 대해 완벽한 풀이를 제시하기는 힘들었을 것으로 생각된다.

자연계 3교시 〈수학 1〉 분석

1. 제시문 분석

□ <제시문1>

(ⅰ) 주어진 세 함수의 조건을 제시함(『수학』 교과서 Ⅱ. 방정식과 부등식-2. 이차방정식과 이차함수, 천재교육 p.63).

(ⅱ) 함수 $f(x)$와 $g(x)$의 조건을 제시함(『수학』 교과서 Ⅱ. 방정식과 부등식-2. 이차방정식과 이차함수, 천재교육 p.63, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분법-2. 여러 가지 미분법, 동아출판 p.94).

(ⅲ) 영역별로 함수를 정의함.

(ⅳ) (ⅲ)에서 정의된 함수의 조건을 제시함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅰ. 함수의 극한과 연속-2. 함수의 연속, 동아출판 p.38, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.91).

□ <제시문2>

<제시문1>에서 제시된 함수에 대해 두 점을 지나는 직선으로 함수 $k(x)$를 정의함(『수학』 교과서 Ⅲ. 도형의 방정식-2. 직선의 방정식, 천재교육 p.124).

2. 문제 분석

□ [수학1-ⅰ]

<제시문1>(ⅰ)~(ⅳ)를 활용하여 조건에 맞는 함수를 찾아내는 문제임. 다항식의 나머지 정리와 함수의 연속성, 미분의 성질, 이계도함수 등이 활용되는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (1) 문자와 식 2 나머지정리 [10수학01-03] 나머지 정리의 의미를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	
[수학Ⅱ] (2) 미분 1 미분계수 [12수학Ⅱ02-03] 미분가능성과 연속성의 관계를 이해한다.	
[수학Ⅱ] (2) 미분 3 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.	

□[수학1-ⅱ]

[수학1-ⅰ]에서 찾은 함수에 대해 접선의 방정식을 구하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅱ] (2) 미분 ③ 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-06] 접선의 방정식을 구할 수 있다.	

□[수학1-ⅲ]

[수학1-ⅲ]에서 제시된 새로운 함수와 <제시문2>에서 찾은 함수의 합성함수에 대해 극댓값을 갖게 되는 경우를 찾는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (5) 확률과 통계 ② 순열과 조합 [10수학05-02] 순열의 의미를 이해하고, 순열의 수를 구할 수 있다.	
[수학Ⅱ] (2) 미분 ③ 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.	

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제 의도

함수의 연속성, 미분의 성질, 이계도함수, 접선의 방정식, 함수의 합성, 함수의 증가와 감소, 극대와 극소 등 다양한 내용을 묻고자하는 문제임. 함수에 대한 기초적이면서도 수학에서 흔히 활용되는 다양한 개념을 질문하여 수학에 대한 이해도와 응용력을 함께 묻고 있음.

2) 채점기준

□[수학1-ⅰ]

<제시문1>의 조건을 활용하여 구해진 함수 $f(x)$, $g(x)$, $h(x)$에 대한 채점 기준을 제시함.

□[수학1-ⅱ]

[수학1-ⅰ]에서 구해진 영역별 함수 $f(x)$, $g(x)$, $h(x)$에 대한 접점의 x좌표를 채점 기준으로 제시함.

□[수학1-ⅲ]

<제시문2>에서 주어진 함수 $k(x)$의 증감과 주사위의 숫자에 맞는 극댓값의 개수와 각각의 경우의 수에 대해 채점 기준을 제시함.

3) 예시답안 분석

□[수학1-ⅰ]

나머지 정리를 활용하여 $f(x)$ 찾고 이계도함수를 활용하여 $f(x)$의 최고차항의 계수를 결정함. 나머지 정리를 활용하여 $g(x)$를 찾고 연속함수의 성질을 활용하여 $g(x)$의 최고차항의 계수를 결정함. $h(x)$는 이차함수가 최댓값을 갖는 경우를 활용하여 함수를 찾음(『수학』 교과서 Ⅰ. 다항식-2. 나머지 정리와 인수분해, 천재교육 p.27, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-1. 미분계수와 도함수, 동아출판 p.61, 『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.86).

□[수학1-ⅱ]

[수학1-ⅰ]에서 구해진 함수 $f(x)$, $g(x)$, $h(x)$에 대해 $(-1, 0)$을 지나고 접하는 직선의 방정식을 구하고 그 접점을 찾고 있음(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.73).

□[수학1-ⅲ]

[수학1-ⅱ]에서 구해진 결과로 함수 $k(x)$의 증가와 감소를 결정하고 합성함수 $k(G(x))$가 어떻게 변화하는지 파악하여 극대값을 9개 갖도록 하는 경우를 순열을 활용하여 구함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.73, 『수학』 교과서 Ⅵ. 경우의 수-1. 경우의 수, 천재교육 p.268).

자연계 3교시 〈수학 2〉 분석

1. 제시문 분석

□ <제시문>

(ⅰ), (ⅱ)를 통해 이차함수 $f(x)$의 계수가 갖는 조건들을 설명함(『수학』 교과서 Ⅱ. 방정식과 부등식-2. 이차방정식과 이차함수, 천재교육 p.53, p.63).

2. 문제 분석

□ [수학2-ⅰ]

<제시문>의 조건과 문제에 주어진 두 가지 조건을 더해 총 네 가지 조건을 만족하게 하는 이차함수가 존재하지 않음을 이차함수의 다양한 성질을 활용하여 증명하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (1) 문자와 식 4 복소수와 이차방정식 [10수학01-07] 이차방정식에서 판별식의 의미를 이해하고 이를 설명할 수 있다.	
[수학] (1) 문자와 식 5 이차방정식과 이차함수 [10수학01-09] 이차방정식과 이차함수의 관계를 이해한다.	
[수학] (1) 문자와 식 5 이차방정식과 이차함수 [10수학01-11] 이차함수의 최대, 최소를 이해하고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.	

□ [수학2-ⅱ]

[수학2-ⅰ]과 유사한 형태의 문제로 <제시문>의 조건과 새롭게 문제에서 주어진 두 가지 조건을 더해 총 네 가지 조건을 만족하게 하는 함수를 이차함수의 성질들을 활용하여 찾는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (1) 문자와 식 4 복소수와 이차방정식 [10수학01-07] 이차방정식에서 판별식의 의미를 이해하고 이를 설명할 수 있다.	
[수학] (1) 문자와 식 5 이차방정식과 이차함수 [10수학01-09] 이차방정식과 이차함수의 관계를 이해한다.	

▫[수학2-ⅲ]

[수학2-ⅱ]과 조건만 다른 거의 동일한 문제로 <제시문>의 조건과 새롭게 문제에서 주어진 두 가지 조건을 더해 총 네 가지 조건을 만족하게 하는 함수를 이차함수의 성질들을 활용하여 찾는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학] (1) 문자와 식 ④ 복소수와 이차방정식 [10수학01-07] 이차방정식에서 판별식의 의미를 이해하고 이를 설명할 수 있다.	
[수학] (1) 문자와 식 ⑤ 이차방정식과 이차함수 [10수학01-09] 이차방정식과 이차함수의 관계를 이해한다.	

▫[수학2-ⅳ]

[수학2-ⅱ]과 [수학2-ⅲ]에서 만들어진 함수들 중 특수한 경우를 활용하여 수열을 만들고 그 수열들의 차의 합의 최솟값과 최댓값 구하는 문제임.

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] “수학과 교육과정”
관련 성취기준	
[수학Ⅰ] (3) 수열 ② 수열의 합 [12수학Ⅰ03-04] 의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.	
[수학Ⅰ] (3) 수열 ② 수열의 합 [12수학Ⅰ03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n항까지의 합을 구할 수 있다.	

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

1) 출제 의도

이차함수에서 판별식, 평행이동이 갖는 의미, 자연수가 갖는 성질, 여러 가지 수열에 대해 묻고 있는 문제로 대수에서 가장 기본이 되는 내용들을 묻고 있는 것으로 생각됨.

2) 채점기준

▫[수학2-ⅰ]

두 가지 경우로 구분하여 이차함수에서 최고차항의 계수가 양수인 것은 조건을 만족할 수 없음을 보이고, 음수인 경우 역시 조건에 위배됨을 보여 문제에 제시간 조건을 만족하는 이차함수는 존재할 수 없음을 두 가지 경우로 나눠 채점 기준을 제시하고 있음.

□[수학2-ⅱ]
[수학2-ⅰ]의 결과를 활용하여 상수항이 0임을 보이고 그에 따라 결정되는 이차함수의 구체적인 형태를 채점 기준으로 제시함.

□[수학2-ⅲ]
[수학2-ⅱ]와 조건만 다른 유사한 문제였기 때문에 문제의 조건에 맞는 결과를 채점 기준으로 제시함.

□[수학2-ⅳ]
문제에서 요구한 수열의 합의 최댓값과 최솟값을 채점기준으로 제시함.

3) 예시답안 분석

□[수학2-ⅰ]
이차함수에서 계수가 정수이고 판별식의 값이 일정한 경우의 함수에 대해 문제에서 제시한 조건을 만족하는 함수가 존재하지 않음을 증명하고 있음(『수학』 교과서 Ⅱ. 방정식과 부등식-1. 복소수와 이차방정식, 천재교육 p.53, 『수학』 교과서 Ⅱ. 방정식과 부등식-2. 이차방정식과 이차함수, 천재교육 p.63, 『수학』 교과서 Ⅱ. 방정식과 부등식-2. 이차방정식과 이차함수, 천재교육 p.68).

□[수학2-ⅱ]
[수학2-ⅰ]을 활용하여 함수를 특정화하고 이후 <제시문>에 주어진 조건을 이용하여 계수들의 조건을 결정함(『수학』 교과서 Ⅱ. 방정식과 부등식-1. 복소수와 이차방정식, 천재교육 p.53, 『수학』 교과서 Ⅱ. 방정식과 부등식-2. 이차방정식과 이차함수).

□[수학2-ⅲ]
[수학2-ⅱ]과 유사한 문제로 주어진 조건에 맞춰 논리적으로 따져 계수들을 결정함(『수학Ⅱ』 교과서 Ⅱ. 미분-2. 도함수의 활용, 동아출판 p.73, 『수학』 교과서 Ⅵ. 경우의 수-1. 경우의 수, 천재교육 p.268).

□[수학2-ⅳ]
[수학2-ⅱ]와 [수학2-ⅲ]에서 만들어진 함수식에 특정한 값을 대입하여 만들 수열의 차의 합 중 최댓값과 최솟값을 여러 가지 수열의 합 공식을 활용하여 구함(『수학Ⅰ』 교과서 Ⅲ. 수열-2. 수열의 합, 동아출판 p.127, p.129, p.131).

〈자연계 3교시 수학 종합의견〉

3교시 수학 1번 문항은 구간을 달리하여 주어진 이차함수, 미분가능, 연속, 순열, 극대, 극소, 함수의 합성 등 다양한 내용을 얼마나 잘 이해하고 다채롭게 활용할 수 있는지 묻고 있는 문제라 할 수 있다. [수학1-ⅰ], [수학1-ⅱ]의 경우 학생들이 자주 접해봤을 법한 문제여서 큰 어려움 없이 해결이 가능했을 것으로 생각된다. 하지만, [수학1-ⅲ]의 경우 학생들이 많이 접해보지 못한 문제 유형이기 때문에 문제를 풀이하는데 많은 어려움이 있었을 것으로 생각된다.

3교시 수학 2번 문항은 이차함수에서 판별식이 지니는 의미, 근의 공식, 정수의 성질, 여러 가지 수열의 합 등이 활용된 문제로 문제의 조건을 잘 이해하고 긴장하지 않고 풀이한다면 [수학2-ⅳ]를 제외한 나머지 문제는 큰 어려움 없이 해결이 가능했을 것으로 보이며, [수학2-ⅳ]의 경우 다양한 경우를 따져야하기 때문에 상당한 시간이 걸렸을 것으로 생각된다.

1번 문항과 2번 문항 모두 이차함수에 대해 묻는 것이 주된 문제로 다항함수에 대해 기초를 탄탄히 한 학생이 잘 풀이할 수 있었을 법한 문제이다.

고등학교에서 수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ 정도만 이수해도 도전해봄직한 문제였을 정도로 문제의 내용상 어려운 개념은 없었던 것으로 생각된다. 따라서 1, 2번 모두 고등학교 교육과정을 벗어남 없이 교육과정을 충실히 반영하여 출제한 것으로 생각된다. 경우를 따지는 문제들은 대부분의 학생들이 힘들어하는 유형이다. 두 문제 모두 경우를 하나하나 따져 풀이해야 끝까지 완벽한 풀이가 가능한 문제였기 때문에 두 문제에 대해 완벽한 풀이를 제시하기는 힘들었을 것으로 생각된다.

자연계 1교시 〈물리학Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

□ <제시문1>

탄성력의 크기와 방향을 설명하는 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준에서는 탄성력 개념을 명시적으로 다루고 있지는 않으나 중학교 '과학'의 성취기준 [9과02-02]에서 다루었고, 고등학교 '물리학Ⅰ'의 성취기준 [12물리Ⅰ01-06]의 '역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다.'에서 탄성 퍼텐셜 에너지를 포함한 역학적 에너지 보존을 다루기 위한 기초 개념으로 다루고 있다. 교과서에서는 Ⅰ. 역학과 에너지 단원의 2. 에너지와 열(비상교육 p.47), 2. 에너지와 열(미래엔 p.51), 1. 힘과 운동(동아출판 p.41), 3. 에너지(교학사 p.62), 2. 열과 에너지(금성교과서 p.43), 2. 에너지(YBM p.49)에서 다루고 있다.

□ <제시문2>

열역학 제1법칙에 관한 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-07]에 해당하는 내용이다. 교과서에서는 Ⅰ. 역학과 에너지 단원의 2. 에너지와 열(비상교육 p.55), 2. 에너지와 열(미래엔 p.60), 2. 열과 에너지(천재교육 p.55), 2. 열과 에너지(동아출판 p.53), 2. 에너지와 열(지학사 p.55), 2. 열과 에너지(금성교과서 p.49), 2. 에너지(YBM p.59)에서 다루고 있다.

□ <제시문3>

열기관 중 카르노 기관의 열효율에 관한 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-08]에 해당하는 내용이다. 교과서에서는 Ⅰ. 역학과 에너지 단원의 2. 에너지와 열(비상교육 p.63), 2. 에너지와 열(미래엔 p.65), 2. 열과 에너지(천재교육 p.63), 2. 열과 에너지(동아출판 p.59), 2. 에너지와 열(지학사 p.60), 2. 열과 에너지(금성교과서 p.55)에서 다루고 있다.

□ <제시문4>

전자기 유도와 렌츠 법칙에 관한 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ02-07]에 해당하는 내용이다. 교과서에서는 Ⅱ. 물질과 전자기장 단원의 2. 물질의 자기적 특성(비상교육 p.128), 2. 전류와 자기장(미래엔 p.141), 2. 자기(천재교육

pp.131-132), 2. 전자기장과 우리 생활(동아출판 p.127), 2. 물질의 자성과 전자기 유도(지학사 p.138), 2. 전류와 자기장(금성교과서 p.126), 2. 자기(YBM p.146)에서 다루고 있다.

2. 문제 분석

▫[물리학 Ⅰ - ⅰ]

(가)와 (나)는 물체에 탄성력과 중력이 작용할 때 뉴턴 운동 법칙을 적용하여 연직 방향으로 운동하는 물체의 운동을 정량적으로 분석하는 문제이다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9]] “과학과 교육과정” 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.	

▫[물리학 Ⅰ - ⅱ]

(가)는 열역학 제1법칙을 적용하여 열기관이 흡수한 열과 방출한 열에 관한 정보로부터 열기관이 외부에 한 일을 구하는 문제이다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9]] “과학과 교육과정” 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리 I 01-07] 열기관이 외부와 열과 일을 주고받아 열기관의 내부 에너지가 변화된다	

(나)는 다음에서 다루는 열효율 개념을 적용하여 열기관의 효율을 구하는 문제이다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9]] “과학과 교육과정” 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리 I 01-08] 열이 모두 일로 전환되지 않는다.	

(다)는 카르노 기관이 열기관의 최대 열효율을 규정한다는 것으로부터 저열원의 온도 범위를 구하는 문제이다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9]] “과학과 교육과정” 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리 I 01-08] 열이 모두 일로 전환되지 않는다는 것을 사례를 들어 설명할 수 있다.	

□[물리학Ⅰ-ⅲ]

(가)는 전자기 유도 법칙을 적용하여 원형도선에 흐르는 유도 전류의 세기를 구하는 문제이다. (나)는 렌츠 법칙을 적용하여 원형도선에 흐르는 유도 전류의 방향을 찾는 문제이다. (다)는 자기 선속의 시간당 변화율로부터 원형도선에 흐르는 유도 전류의 세기를 비교하는 문제이다. (가), (나), (다)는 다음 성취기준에 해당한다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9] “과학과 교육과정” 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리Ⅰ02-07] 일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.	

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[물리학Ⅰ-ⅰ]

출제 의도에서 제시한 평가 내용인 ‘뉴턴의 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동에 대한 이해와 분석’은 고등학교 ‘물리학Ⅰ’ 성취기준 [12물리Ⅰ01-02] ‘뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.’를 충실하게 반영하고 있다.

하위 문항 (가)와 (나)에서 알짜힘, 뉴턴 운동 제2법칙을 채점 요소로 제시하였는데, 이는 고등학교 ‘물리학Ⅰ’ 성취기준 [12물리Ⅰ01-02]의 학습 요소인 가속도, 뉴턴 운동 법칙과 관련된다. (가)의 채점 준거는 <제시문1>에서 제시한 탄성력을 이용해 알짜힘을 구하고, 뉴턴의 제2법칙을 적용하여 물체의 가속도를 구한 경우 점수를 부여하고 있으며, (나)의 채점 준거는 물체의 속도가 최대일 때가 <제시문1>에서 제시한 탄성력과 중력의 크기가 같아 알짜힘이 0이 되는 평형 상태임을 파악하고 <제시문1>에서 제시한 탄성력의 성질을 이용해 용수철의 길이를 구하는 경우 점수를 부여하고 있다. 이는 고등학교 ‘물리학Ⅰ’ 성취기준 [12물리Ⅰ01-02]에서 제시하고 있는 ‘뉴턴 운동 법칙’, ‘직선상에서 물체의 운동’, ‘정량적으로 예측’을 충실히 반영한 채점 준거이다.

예시 답안 (가)는 물체가 움직이는 순간 물체에 작용하는 알짜힘이 중력과 탄성력의 합력임을 파악하고, 이를 뉴턴 운동 제2법칙에 적용하여 물체의 가속도의 크기를 구하는 과정으로 제시되었다. 예시 답안 (나)는 물체의 가속도가 0일 때 물체의 속도가 최대임을 밝히고, 이때 알짜힘이 0임을 이용해 용수철이 변형된 길이를 구하고 이 순간 용수철의 전체 길이를 구하는 과정으로 제시되었다. 이는 물체에 반대 방향으로 여러 힘이 작용할 때 운동 제2법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 분석하는 전형적인 풀이 과정으로, 여러 교과서에서 유사한 형태의 문항(비상교육 p.65, 천재교육 p.43, 금성교과서 p.43 등)을 다루고 있다.

□[물리학Ⅰ-ⅱ]

출제 의도에서 제시한 평가 내용인 '열역학 법칙을 이해하고, 열기관에서의 열역학 과정에 대한 분석과 응용 능력'은 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-08] '열이 모두 일로 전환되지 않는다는 것을 사례를 들어 설명할 수 있다.'를 충실하게 반영하고 있다.

하위 문항 (가)에서 열역학 제1법칙, 계의 내부 에너지, 외부에서 가한 열, 외부에 한 일의 관계를 채점 요소로 제시하였는데, 이는 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-08]의 학습 요소가 내부 에너지임을 반영한 것이다. 하위 문항 (나)에서 열기관의 열효율 계산을 채점 요소로 제시하였는데, 이는 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-08]의 학습 요소인 열효율과 관련된다. 하위 문항 (다)에서 열역학 제2법칙과 카르노 기관과 같은 이상적인 열기관의 열역학 과정 이해를 채점 요소로 제시하였는데, 이는 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-08]의 학습 요소인 열효율과 관련된다.

예시 답안 (가)는 열역학 제1법칙을 열기관에 적용하여 1회 순환 과정 후 내부 에너지 변화가 0임을 이용해 열기관이 외부에 한 일을 구하는 과정으로 제시되었다. 예시 답안 (나)는 열효율의 정의를 이용해 열기관이 흡수한 열과 외부에 한 일의 비로 열효율을 구하는 과정으로 제시되었다. 예시 답안 (다)는 열역학 제2법칙에 의해 열이 모두 일로 전환될 수 없으며, 열기관의 열효율이 카르노 기관과 같은 이상적인 열기관의 열효율보다 클 수 없음을 제시하고, 카르노 기관의 열효율로부터 저열원의 온도 범위를 구하는 과정으로 제시되었다.

이는 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-08]을 바탕으로 열기관의 열효율과 열역학 과정을 분석하는 형태로, 여러 교과서에서 유사한 형태의 문항(비상교육 p.63, 미래엔 p.69, 지학사 p.62 등)을 다루고 있다.

□[물리학Ⅰ-ⅲ]

출제 의도에서 제시한 평가 내용인 '전자기 유도 현상의 원리에 대한 이해와 응용 능력'은 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ02-07] '일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.'를 충실하게 반영하고 있다.

하위 문항 (가)에서 자기 선속이 없는 경우 전자기 유도가 일어나지 않음을 이해를 채점 요소로 제시하였고, 하위 문항 (나)에서 전자기 유도가 일어나는 경우 렌츠 법칙과 전류 방향을 채점 요소로 제시하였으며, 하위 문항 (다)에서 전자기 유도에서 유도 전류의 세기와 자기 선속의 시간당 변화량이 비례함을 채점 요소로 제시하였다. 이는 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ02-07]의 학습 요소인 전자기 유도를 반영한 것이다.

예시 답안 (가)~(다)는 전자기 유도가 일어나는 조건, 렌츠 법칙과 패러데이 법칙을

이용하여 원형 도선에 흐르는 유도 전류의 세기와 방향을 구하는 과정으로 제시되었다. 이는 폐회로를 통과하는 자기 선속의 변화를 이용해 전자기 유도에 의한 유도 전류의 세기와 방향을 정성적으로 다루는 교육과정 성취기준에 잘 부합하는 풀이 과정으로, 관련 내용은 여러 교과서(비상교육 p.128, 천재교육 p.140, 동아출판 p.134 등)에서 다루고 있다.

〈자연계 1교시 물리학Ⅰ 종합의견〉

[물리학Ⅰ-ⅰ]은 물체에 중력과 탄성력이 작용할 때 물체의 가속도를 구하는 문제로, 〈제시문1〉과 뉴턴 운동 법칙을 이용하면 쉽게 풀 수 있다. [물리학Ⅰ-ⅱ]는 열기관의 열효율을 구하고 카르노 기관을 이용하여 저열원의 온도 범위를 구하는 문제로, 〈제시문2〉와 〈제시문3〉을 이용하여 열역학 제1법칙과 열효율을 적용하여 어렵지 않게 풀 수 있다. [물리학Ⅰ-ⅲ]은 전자기 유도 법칙과 렌츠 법칙으로 유도 전류의 방향과 세기를 구하는 문제로, 〈제시문4〉를 이용하여 쉽게 해결할 수 있다.

세 문항 모두 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준에서 다루는 기본 개념과 학습 요소를 이용하여 해결할 수 있고, 학교 수업에서 다룬 내용을 이해하는 정도로 무난하게 해결할 수 있는 문제이다. 채점 기준에 따라 예시 답안이 구체적으로 제시되어 있으며, 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준에 근거하고 있다.

자연계 2교시 〈물리학Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

□ <제시문1>

등가속도 직선 운동하는 물체의 운동 방정식에 관한 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-01]과 [12물리Ⅰ01-02]에 해당하는 내용이다. 교과서에서는 Ⅰ. 역학과 에너지 단원의 1. 힘과 운동(비상교육 pp.14-15), 1. 물체의 운동(미래엔 p.25), 1. 힘과 운동(천재교육 p.25), 1. 힘과 운동(동아출판 p.23), 1. 힘과 운동(지학사 p.24), 1. 힘과 운동(YBM p.17)에서 다루고 있다.

□ <제시문2>

일과 역학적 에너지에 관한 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-06]에 해당하는 내용이다. 교과서에서는 Ⅰ. 역학과 에너지 단원의 2. 에너지와 열(비상교육 p.47), 2. 에너지와 열(미래엔 p.50), 2. 열과 에너지(천재교육 p.46), 1. 힘과 운동(동아출판 p.40), 2. 에너지와 열(지학사 pp.47-48), 2. 에너지(YBM p.49)에서 다루고 있다.

□ <제시문3>

속도가 크기와 방향을 갖는 물리량임을 바탕으로 두 물체 사이의 상대 속도 개념으로 확장시킨 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-01]에 해당하는 내용이다. 교과서에서는 Ⅰ. 역학과 에너지 단원의 1. 힘과 운동(비상교육 p.13), 1. 물체의 운동(미래엔 p.17), 1. 힘과 운동(천재교육 p.12), 1. 힘과 운동(동아출판 p.12), 1. 힘과 운동(지학사 p.15), 1. 힘과 운동(YBM p.14)에서 다루고 있다. 다만, 상대 속도 개념은 교육과정에서 제외되었고 교과서에서 명시적으로 소개하고 있지 않음을 고려하면 제시문으로 제시할 때 신중하게 접근하는 것이 필요하다. 2015 개정 교육과정에서는 상대 속도를 물리학Ⅰ과 물리학Ⅱ에서 모두 명시적으로 다루고 있지 않으므로 선행교육에 해당하거나 선행학습을 유발한다고 보기는 어렵다.

□ <제시문4>

운동량 보존 법칙에 관한 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-04]에 해당하는 내용이다. 교과서에서는 Ⅰ. 역학과 에너지 단원의 1. 힘과 운동(비상교육 p.30), 1. 물체의 운동(미래엔 p.36), 1. 힘과 운동(천재교육 p.39), 1. 힘과 운동(동아출판 p.31), 1. 힘과 운동(지학사 p.32), 1. 힘과 운동(금성교과서 p.31), 1. 힘과 운동(YBM p.34)에서 다루고 있다.

2. 문제 분석

□[물리학Ⅰ-ⅰ]

(가)는 직선 운동하는 물체의 시간에 따른 속도 변화 그래프를 이용해 이동 거리와 변위를 구하는 문제이다. (나)는 직선 운동하는 물체의 시간에 따른 속도 변화 그래프에서 물체의 가속도를 구해 그래프로 나타내는 문제이다. (가)와 (나)는 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-02] '뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.'에 해당한다. (다)는 (나)의 결과를 이용해 직선 운동하는 물체에 작용하는 알짜힘을 구하고, 일의 정의를 이용해 힘이 물체에 해 준 일을 구하는 문제이다. 이는 다음의 성취기준과 [12물리Ⅰ01-06]에서 다루는 일과 역학적 에너지에 해당한다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9] "과학과 교육과정" 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리Ⅰ01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.	

□[물리학Ⅰ-ⅱ]

(가)는 운동량 보존을 이용해 1차원에서 운동하는 물체의 운동을 분석하는 문제이다. (나)는 운동량 보존과 상대 속도 개념을 추가로 적용하여 운동하는 물체의 운동 변화를 분석하는 문제이다. (가)와 (나)는 다음의 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준에 해당한다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9] "과학과 교육과정" 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리Ⅰ01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.	

다만, 교육과정과 교과서에서는 상대 속도를 명시적으로 다루고 있지 않음을 고려하면, 상대 속도를 포함한 문제 출제 과정에서 교육과정 범위를 꼼꼼하게 살펴보고 신중하게 접근하는 것이 필요하다.

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[물리학Ⅰ-ⅰ]

출제 의도에서 제시한 평가 내용인 '뉴턴의 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동에 대한 이해와 분석'은 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-02] '뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.'를 충실하게 반영하고 있다.

하위 문항 (가)에서 거리와 변위의 차이, 속도 그래프에서 거리와 변위 계산을 채점 요소로 제시하였고, 하위 문항 (나)에서 속도 그래프에서 가속도 구하기, 가속도-시간 그래프 그리기를 채점 요소로 제시하였는데, 이는 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-02]의 학습 요소인 가속도, 뉴턴 운동 법칙을 충실하게 반영한 것이다. 하위 문항 (다)에서 등가속도 운동과 알짜힘, 힘이 한 일을 채점 요소로 제시하였는데, 이는 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-02]의 학습 요소인 뉴턴 운동 법칙과 [12물리Ⅰ01-06]의 학습 요소인 역학적 에너지 보존의 기초 개념인 일과 관련되어 있다.

예시 답안 (가)는 이동 거리와 변위를 구별하고, 속도-시간 그래프에서 이동 거리와 변위를 구하는 과정으로 제시되었다. 예시 답안 (나)는 속도-시간 그래프에서 기울기가 가속도임을 이용해 각 구간의 가속도를 구하여 그래프로 표현하도록 하였다. 예시 답안 (다)는 (나)에서 구한 가속도를 이용해 물체에 작용하는 알짜힘을 구하고, <제시문2>에서 제시한 일의 정의를 이용하여 알짜힘이 물체에 한 일을 구하는 과정으로 제시되었다. 이는 속도-시간 그래프를 분석하여 직선 운동하는 물체의 운동을 정량적으로 분석하는 전형적인 풀이 과정으로, 여러 교과서에서 유사한 형태의 문항(비상교육 p.43, 천재교육 p.83 등)을 다루고 있다.

□[물리학Ⅰ-ⅱ]

출제 의도에서 제시한 평가 내용인 '운동량 보존의 법칙에 대한 이해와 응용 능력'은 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-04] '물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.'를 반영하고 있다.

하위 문항 (가)와 (나)에서 운동량 보존 법칙, 속력 변화를 정량적으로 예측을 채점 요소로 제시하였는데, 이는 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-04]의 학습 요소인 운동량 보존을 충실하게 반영한 것이다.

예시 답안 (가)는 운동량 보존 법칙을 적용하여 공을 던진 후 썰매의 속도를 구하는 과정으로 제시되었다. 예시 답안 (나)는 공을 하나씩 던질 때마다 운동량 보존을 적용하여 각각의 경우 썰매의 속도를 구하는 과정으로 제시되었다. 이때 상대 속도를 고려해야 한다는 점이 (가)와의 차이점이다. 이는 한 물체가 충돌(분열)할 때 운동량 보존 법칙을 활용하는 전형적인 풀이 과정으로, 여러 교과서에서 유사한 형태의 문항(비상교육 p.45, 동아 p.30 등)을 다루고 있다.

〈자연계 2교시 물리학Ⅰ 종합의견〉

[물리학Ⅰ-ⅰ]은 운동 법칙을 이용하여 직선 운동하는 물체의 속도-시간 그래프를 분석하여 이동 거리, 변위, 가속도, 힘과 일을 구하는 문제로, 〈제시문1〉과 〈제시문2〉, 뉴턴 운동 법칙을 이용하면 쉽게 풀 수 있다. [물리학Ⅰ-ⅱ]는 운동량 보존 법칙을 이용하여 분리 후 물체의 속력을 구하는 문제로, 〈제시문4〉를 이용하여 해결할 수 있다. 다만 고등학교 교육과정에서는 상대 속도를 명시적으로 다루고 있지는 않으나 학교 수업에서 학습한 속도 개념과 〈제시문3〉을 이용하면 문제 해결에 도움을 받을 수 있다.

두 문항 모두 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준에서 다루는 기본 개념과 학습 요소를 이용하여 해결할 수 있고, 학교 수업에서 다룬 내용을 이해하고 새로운 상황에 적용할 수 있다면 무리 없이 해결할 수 있는 문제이다. 채점 기준에 따라 예시 답안이 구체적으로 제시되어 있으며, 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준에 근거하고 있다.

자연계 3교시 〈물리학Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

□ <제시문1>

운동량 보존 법칙에 관한 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-04]에 해당하는 내용이다. 교과서에서는 Ⅰ. 역학과 에너지 단원의 1. 힘과 운동(비상교육 p.30), 1. 물체의 운동(미래엔 p.36), 1. 힘과 운동(천재교육 p.39), 1. 힘과 운동(동아출판 p.31), 1. 힘과 운동(지학사 p.32), 1. 힘과 운동(금성교과서 p.31), 1. 힘과 운동(YBM p.34)에서 다루고 있다.

□ <제시문2>

파동의 속력에 관한 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ03-01]의 '파동의 진동수, 파장, 속력 사이의 관계를 알고'에 해당하는 내용이다. 교과서에서는 Ⅲ. 파동과 정보통신 단원의 1. 파동의 성질과 활용(비상교육 p.143), 1. 파동과 통신(미래엔 p.161), 1. 파동(천재교육 p.150), 1. 파동과 정보의 전달(동아출판 p.144), 1. 파동의 성질과 활용(지학사 p.157), 1. 파동의 전파(금성교과서 p.145), 1. 파동의 성질(YBM p.164)에서 다루고 있다.

□ <제시문3>

탄성력의 크기와 방향을 설명하는 내용으로, 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준에서는 탄성력 개념을 명시적으로 다루고 있지는 않으나 중학교 '과학'의 성취기준 [9과02-02]에서 다루었고, 고등학교 '물리학Ⅰ'의 성취기준 [12물리Ⅰ01-06]의 '역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다.'에서 탄성 퍼텐셜 에너지를 포함한 역학적 에너지 보존을 다루기 위한 기초 개념으로 다루고 있다. 교과서에서는 Ⅰ. 역학과 에너지 단원의 2. 에너지와 열(비상교육 p.47), 2. 에너지와 열(미래엔 p.51), 1. 힘과 운동(동아출판 p.41), 3. 에너지(교학사 p.62), 2. 열과 에너지(금성교과서 p.43), 2. 에너지(YBM p.49)에서 다루고 있다.

2. 문제 분석

□ [물리학Ⅰ-ⅰ]

(가)는 1차원에서 운동하는 물체의 거리와 속력으로부터 충돌 시간을 구하는 문제이다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9]] “과학과 교육과정” 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.	

(나)는 물체가 벽과 충돌할 때 운동량과 운동 에너지가 보존됨을 이용해 충돌 후의 속력을 구하고, 이를 바탕으로 두 물체 사이의 거리, 속력 정보를 이용해 두 물체가 충돌하는 시간을 구하는 문제이다. 또한 (다)는 두 물체가 충돌할 때 운동량과 운동 에너지가 보존됨을 이용해 충돌 후 두 물체의 속력을 구하는 문제이다. (라)는 (다)의 결과를 이용해 두 물체가 충돌할 때 어느 한 쪽의 질량이 상대적으로 작은 경우, 충돌 후 물체의 속도를 구하는 문제이다. (마)는 (다)의 결과를 이용해 두 물체가 충돌할 때 어느 한쪽의 질량이 상대적으로 작은 경우, 충돌 후 두 물체의 속력을 구하고, 이를 바탕으로 두 물체의 운동을 예측한 후, 두 물체가 두 번째 충돌한 후의 속도를 구하는 문제이다. (나)~(마)는 아래의 고등학교 ‘물리학 I ’ 성취기준에 해당한다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9]] “과학과 교육과정” 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.	
[12물리 I 01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.	

□[물리학 I - ii]

(가)는 서로 다른 위치에서 매질의 변위-시간 그래프로부터 파동의 진폭, 주기, 진동수, 파장, 속력을 구하는 문제이다. (나)는 (가)에서 구한 정보를 바탕으로 파동을 위치 함수로 표현하는 문제이다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9]] “과학과 교육과정” 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리 I 03-01] 파동의 진동수, 파장, 속력 사이의 관계를 알고	

□[물리학 I - iii]

(가)는 힘의 평형을 적용하여 용수철에 매달린 물체의 평형점을 찾고, 이를 이용해 용수철 상수를 구하는 문제이다. (나)는 (가)에서 구한 정보를 이용하여 물체에 중력과 두 용수철에 의한 탄성력이 모두 작용할 때 새로운 평형점을 찾는 문제이다. (가)와 (나)는 중학교 ‘과학’의 성취기준 [9과02-02] ‘탄성력의 특징을 설명할 수 있다.’에서 학습한 탄성력 개념을 기초로 하고, 아래의 고등학교 ‘물리학 I ’ 성취기준에 해당한다.

적용 교육과정	2015 개정 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9]] “과학과 교육과정” 물리학 I
관련 성취기준	
[12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.	

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[물리학 I - i]

출제 의도에서 제시한 평가 내용인 ‘운동량 보존 법칙과 역학적 에너지 법칙을 이해하고, 물체의 충돌을 설명’은 고등학교 ‘물리학 I ’ 성취기준 [12물리 I 01-04] ‘물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.’를 충실하게 반영하고 있다.

하위 문항 (가)~(마)에서 등속 직선 운동하는 물체의 속력-시간 관계, 운동량 보존 법칙, 에너지 보존 법칙을 채점 기준으로 제시하였는데, 이는 고등학교 ‘물리학 I ’ 성취기준 [12물리 I 01-02]의 학습 요소인 뉴턴 운동 법칙, [12물리 I 01-04]의 학습 요소인 운동량 보존 법칙, [12물리 I 01-06]의 학습 요소인 역학적 에너지 보존을 충실하게 반영한 것이다.

예시 답안 (가)와 (나)는 속력과 거리를 이용하여 물체가 충돌 시간을 구하는 과정으로 제시되었다. 예시 답안 (다)는 (가)와 (나)에서 구한 충돌 전 각 물체의 속도와 질량을 이용하여 질량이 다른 두 물체가 충돌한 후 각각의 속력을 구하는 과정으로 제시되었다. 이는 두 물체가 충돌하는 경우, 충돌 후의 속도를 구하는 전형적인 풀이 과정으로, 여러 교과서에서 유사한 형태의 문항(비상교육 p.45, 동아 p.30 등)을 다루고 있다. 예시 답안 (라)와 (마)는 (다)의 결과를 활용하여 어느 한 쪽의 질량이 상대적으로 매우 큰 경우 두 물체의 운동을 분석하여 속력을 구하는 과정으로 제시되었는데, 이는 운동량 보존과 운동 에너지 보존을 복합적인 상황에 적용하여 문제를 해결하는 풀이 과정으로, 고등학교 ‘물리학 I ’ 성취기준 [12물리 I 01-04]와 [12물리 I 01-06]에서 학습한 개념을 다양한 상황에 적용하여 다루고 있다.

□[물리학 I - ii]

출제 의도에서 제시한 평가 내용은 고등학교 ‘물리학 I ’ 성취기준 [12물리 I 03-01]에서 다루는 내용이다.

하위 문항 (가)에서 파동의 진폭, 주기, 진동수, 파장, 속력을 채점 기준으로 제시하였고, 하위 문항 (나)에서 파동의 개형과 좌표 값을 채점 기준으로 제시하였는데, 이는 고등학교 ‘물리학 I ’ 성취기준 [12물리 I 03-01]의 학습 요소인 파동의 요소를 충실하게 반영한 것이다.

예시 답안 (가)는 그래프에서 파동의 진폭, 주기를 찾고, 이를 이용해 진동수를 구하고, 위상 변화를 이용해 파장을 구한 후 주기와 파장을 이용해 파동의 속력을 구하는 과정으로 제시되었다. 예시 답안 (나)는 (가)에서 구한 물리량을 바탕으로 파동의 개형을 그래프로 표현하는 과정으로 제시되었다. 이는 파동을 표현한 그래프에서 파동의 요소를 찾아 분석하는 전형적인 풀이 과정으로, 여러 교과서에서 유사한 형태의 문항(미래엔 p.161, 천재교육 p.187 등)을 다루고 있다.

□[물리학Ⅰ-ⅲ]

출제 의도에서 제시한 평가 내용인 '알짜힘과 물체의 운동을 이해하고, 용수철에 매달린 물체에 적용'은 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-02] '뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.'를 충실하게 반영하고 있다.

하위 문항 (가)와 (나)에서 힘의 평형 조건을 이용하여 용수철 상수 구하기, 용수철이 작용하는 힘과 중력의 합력이 0임을 이용해 용수철이 늘어난 길이 구하기를 채점 기준으로 제시하였는데, 이는 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준 [12물리Ⅰ01-02]의 학습 요소인 뉴턴 운동 법칙을 충실하게 반영한 것이다.

예시 답안 (가)는 평형일 때 알짜힘이 0임을 이용해 탄성력과 중력의 크기가 같음으로부터 용수철 상수를 구하는 과정으로 제시되었다. 예시 답안 (나)는 두 용수철이 작용하는 탄성력과 중력의 합력이 0임을 이용해 용수철이 변형된 길이를 구하고, 천장에서 물체까지의 거리를 구하는 과정으로 제시되었다. 이는 물체에 반대 방향으로 여러 힘이 작용할 때 운동 제2법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 분석하는 전형적인 풀이 과정으로, 여러 교과서에서 유사한 형태의 문항(비상교육 p.65, 천재교육 p.43, 금성교과서 p.43 등)을 다루고 있다.

〈자연계 3교시 물리학Ⅰ 종합의견〉

[물리학Ⅰ-ⅰ]은 운동 법칙을 이용하여 직선 운동하며 충돌하는 물체의 운동을 분석하는 문제로, 〈제시문1〉과 뉴턴 운동 법칙, 운동량 보존 법칙, 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하면 해결할 수 있다. [물리학Ⅰ-ⅱ]는 시간에 따른 매질의 변위 그래프를 분석하여 파동의 요소를 찾고, 파동의 개형을 그리는 문제로, 〈제시문2〉를 이용하여 해결할 수 있다. [물리학Ⅰ-ⅲ]은 용수철에 수직으로 매달린 물체의 평형을 이용하여 용수철 상수와 용수철이 변형된 길이를 구하는 문제로, 〈제시문3〉과 뉴턴 운동 법칙을 적용하면 쉽게 해결할 수 있다.

세 문항 모두 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준에서 다루는 기본 개념과 학습 요소를 이용하여 해결할 수 있고, 학교 수업에서 다룬 내용을 충실하게 학습한 학생이라면 해결할 수 있는 문제이다. [물리학Ⅰ-ⅱ]에서 구한 답을 이용해 질량이 상대적으로 차이가 큰 경우를 예상하는 과정과 [물리학Ⅰ-ⅲ]에서 두 용수철 사이에 추가 매달린 상황이 생소할 수 있으나 문제 해결 과정에서 필요한 물리학 개념과 요소는 고등학교 교육과정을 벗어나지 않는다. 채점 기준에 따라 예시 답안이 구체적으로 제시되어 있으며, 출제 의도, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 '물리학Ⅰ' 성취기준에 근거하고 있다.

자연계 1교시 〈화학Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

□ <제시문1>

질량 퍼센트 농도와 몰 농도에 대한 개념을 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 중 ‘용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.44~45), 동아출판사(pp.36~37), 비상교육(p.40), 지학사(p.40), YBM(pp.41~42), 금성출판사(pp.40~41), 교학사(p.43), 상상아카데미(pp.49~50), 천재교육(pp.40~41)의 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원에서 몰 농도에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문2>

이온화 에너지에 대한 개념을 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.92~93), 동아출판사(pp.94~95), 비상교육(p.84), 지학사(pp.90~91), YBM(pp.105~109), 금성출판사(pp.85~87), 교학사(p.89), 상상아카데미(pp.95~97), 천재교육(pp.92~94)의 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원에서 이온화 에너지에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문3>

전자 배치의 규칙에 따라 오비탈에 배치된 전자에서 홀전자에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 비상교육(p.67), 지학사(p.69), YBM(p.85), 금성출판사(p.73), 교학사(p.72), 상상아카데미(p.76), 천재교육(p.74)의 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원에서 전자 배치의 규칙에 따라 오비탈에 배치된 전자에서 홀전자에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문4>

화학 반응식과 화학 반응의 양적 관계에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 중 ‘여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.36~41), 동아출판사(pp.39~43), 비상교육(pp.34~38), 지학사(pp.34~39), YBM(pp.47~53), 금성출판사(pp.34~38), 교학사(pp.39~40), 상상아카데미

(pp.41~43), 천재교육(pp.30~37)의 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원에서 화학 반응식과 화학 반응의 양적 관계에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문5>

물의 이온화 상수(K_w)와 pH에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원의 성취 기준 중 ‘물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.160~162), 동아출판사(pp.172~173), 비상교육(pp.150~152), 지학사(pp.165~167), YBM(pp.175~177), 금성출판사(pp.149~152), 교학사(pp.156~157), 상상아카데미(pp.167~169), 천재교육(pp.170~171)의 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 물의 이온화 상수(K_w)와 pH에 대하여 설명하고 있다.

2. 문제 분석

□ [화학Ⅰ-ⅰ]

혼합물의 퍼센트 농도로부터 요소, 메탄올, 물의 질량을 구하고, H, C, N, O의 원자량으로부터 요소, 메탄올, 물의 분자량을 구한 후, 질량과 분자량의 관계를 이용하여 물질의 양(mol)을 구하여 최종적으로 혼합물에 존재하는 수소, 탄소, 질소, 산소의 양(mol)을 구하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 중 ‘아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.’에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

□ [화학Ⅰ-ⅱ]

요소, 메테인, 물의 분자 구조를 루이스 전자점식으로 표현하고 각 분자의 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍을 구분하여 [화학Ⅰ-ⅰ]에서 구한 각 물질의 양(mol)으로부터 비공유 전자쌍 개수(mol)와 공유 전자쌍 개수(mol)를 구하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다.’에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

□ [화학Ⅰ-ⅲ]

O, F, Na, Mg, S, Cl의 주기와 유효 핵전하에 따라 원자 반지름 크기와 이온화 에너지 비교하고, O, F, Na, Mg, S, Cl의 안정한 이온 형태의 전자 배치에 따라 달라지는 전자껍질 수와 유효 핵전하를 고려하여 이온 반지름을 비교하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘주기율표에서

유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.'에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

□[화학Ⅰ-ⅳ]

전자 배치 규칙에 따라 O, F, Na, Mg, S, Cl 원자의 오비탈에 전자를 배치하여 나타내고, O, F, Na, Mg, S, Cl 원자가 각 1몰씩 있을 때 p오비탈에 채워진 전자의 총 개수(mol)와 홀전자의 총 개수(mol)를 구하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 'Ⅱ.원자의 세계' 단원의 성취 기준 중 '양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다.', '전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.'에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

□[화학Ⅰ-ⅴ]

염소 기체가 물과 반응하여 하이포아염소산(HClO)과 염산(HCl)을 생성하는 반응의 화학 반응식을 나타내고, 화학 반응의 양적 관계에 따라 주어진 염소 기체의 양(mol)으로부터 생성되는 하이포아염소산과 염산의 양을 구한 후, 염기인 $Ba(OH)_2$ 와 하이포아염소산, 염산의 중화 반응의 양적 관계에 따라 남은 OH^-의 양(mol)을 몰농도로 계산하여 pH를 구하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 'Ⅰ.화학의 첫걸음', 'Ⅳ.역동적인 화학 반응' 단원의 성취 기준 중 '여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.', '산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.'에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[화학Ⅰ-ⅰ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 질량 퍼센트, 몰, 원자량, 분자량 개념은 화학Ⅰ 교육과정 중 'Ⅰ.화학의 첫걸음' 단원에서 설명하고 있으며, '아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.'는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅱ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 루이스 구조식, 비공유 전자쌍, 공유 전자쌍 개념은 화학Ⅰ 교육과정 중 'Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계' 단원에서 설명하고 있으며, '원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다.'는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅲ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온 반지름, 이온화 에너지의 주기성과 그 원리에 대한 설명은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅳ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 오비탈 모형에 따른 원자의 전자 배치와 홀전자 개념은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다.’, ‘전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅴ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 화학 반응식, 화학 반응의 양적 관계, pH, 산과 염기의 중화 반응, 산화 환원 반응에 대한 설명은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’, ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.’, ‘산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.’, ‘산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

〈자연계 1교시 화학Ⅰ 종합의견〉

화학Ⅰ 교육과정의 내용을 단순 암기식 평가가 아닌 논리적인 사고력과 정확한 서술 능력을 평가하려는 출제 의도를 파악할 수 있었다. ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원에서부터 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원까지 고르게 출제하여 화학Ⅰ 교육과정 내에서 여러 성취 기준을 만족시킬 수 있었으며, 제시문과 문제에서는 화학Ⅰ 교육과정에서의 기본 용어를 사용함으로써 사교육 없이 공교육에서 성실히 공부한 학생들이 충분히 풀 수 있도록 출제하였다고 생각한다. 다만, 채점 기준에서 한 문항 당 채점 기준과 배점을 세분화하여 채점할 수 있도록 하였으면 좋았을 것 같다.

자연계 2교시 〈화학Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

1) 제시문 분석

□ <제시문1>

아보가드로 법칙에 대해 설명한 것으로 이로부터 아보가드로수와 몰 개념을 이끌어 내어 이해할 수 있으며, 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 중 ‘아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.28~33), 동아출판사(pp.31~33), 비상교육(pp.29~31), 지학사(pp.27~33), YBM(pp.37~38), 금성출판사(pp.30~32), 교학사(pp.30~33), 상상아카데미(pp.32~35), 천재교육(pp.23~28)의 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원에서 아보가드로 법칙, 몰과 아보가드로수에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문2>

하버의 암모니아 합성에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 중 ‘화학이 식량 문제, 의류 문제, 주거 문제 해결에 기여한 사례를 조사하여 발표할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.16~17), 동아출판사(p.12), 비상교육(p.11), 지학사(p.15), YBM(p.17), 금성출판사(p.15), 교학사(p.13), 상상아카데미(p.16), 천재교육(p.11)의 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원에서 화학이 인류의 식량 문제 해결에 기여한 사례로 암모니아 합성에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문3>

화학 반응식과 화학 반응의 양적 관계에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 중 ‘여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.36~41), 동아출판사(pp.39~43), 비상교육(pp.34~38), 지학사(pp.34~39), YBM(pp.47~53), 금성출판사(pp.34~38), 교학사(pp.39~40), 상상아카데미(pp.41~43), 천재교육(pp.30~37)의 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원에서 화학 반응식과 화학 반응의 양적 관계에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문4>

이온화 에너지와 순차적 이온화 에너지에 대한 개념을 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.92~93), 동아출판사(pp.94~95), 비상교육(p.84), 지학사(pp.90~91), YBM(pp.105~109), 금성출판사(pp.85~87), 교학사(p.89), 상상아카데미(pp.95~97), 천재교육(pp.92~94)의 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원에서 이온화 에너지의 주기성에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문5>

이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.112~116), 동아출판사(pp.114~119), 비상교육(pp.101~105), 지학사(pp.112~115), YBM(pp.123~126), 금성출판사(pp.106~108), 교학사(pp.105~107), 상상아카데미(pp.113~116), 천재교육(pp.111~115)의 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원에서 이온 결합의 특성과 이온 결합 화합물의 성질에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문6>

중화 반응의 양적 관계와 중화 적정에 대한 개념을 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원의 성취 기준 중 ‘산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.’, ‘중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.168~171), 동아출판사(pp.176~183), 비상교육(pp.160~163), 지학사(pp.171~174), YBM(pp.186~189), 금성출판사(pp.164~165), 교학사(pp.166~168), 상상아카데미(pp.175~178), 천재교육(pp.176~181)의 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 중화 반응의 양적 관계와 중화 적정에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문7>

화학 반응에서 열의 출입 측정에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원의 성취 기준 중 ‘화학 반응에서의 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.190~191), 동아출판사(pp.204~206), 비상교육(pp.174~175), YBM(pp.207~209), 금성출판사(p.174), 교학사(p.187), 상상아카데미(pp.195~196)의 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 화학 반응에서 열의 출입 측정에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문8>

pH에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원의 성취 기준 중 ‘물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(p.162), 동아출판사(p.173), 비상교육(pp.151~152), 지학사(pp.166~167), YBM(p.176), 금성출판사(p.151), 교학사(p.157), 상상아카데미(p.169), 천재교육(p.171)의 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 pH에 대하여 설명하고 있다.

2. 문제 분석

□ [화학Ⅰ-ⅰ]

아보가드로의 법칙을 이용하여 기체 A의 분자량을 구하고, 질량과 분자량의 관계로부터 기체 A의 양(mol)을 구한 후, 0℃, 1기압에서의 1몰의 부피가 22.4L이므로 이로부터 기체 A 2몰의 부피를 구하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 중 ‘아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.’에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

□ [화학Ⅰ-ⅱ]

암모니아 합성 반응의 화학반응식을 표현하고, 주어진 조건과 화학반응식으로부터 화학 반응의 양적 관계를 이용하여 반응 전 H_2의 양(mol)에 따른 반응 후 전체 기체의 양(mol)의 관계를 그래프로 나타내는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 중 ‘화학이 식량 문제, 의류 문제, 주거 문제 해결에 기여한 사례를 조사하여 발표할 수 있다.’, ‘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 내용을 담고 있는 문제이다.

□ [화학Ⅰ-ⅲ]

같은 주기에 있는 원자의 순차적 이온화 에너지를 비교하여 원자가 전자 수를 알아낸 후, 비활성 기체와 같은 전자 배치의 이온을 생성하기 위해 필요한 최소 에너지가 원자가 전자의 순차적 이온화 에너지 합과 같음을 이용하여 최소 에너지 값을 구하고, 같은 주기의 원자는 원자가 전자를 모두 잃으면 등전자 이온이 되어 유효핵 전하에 따라 이온 반지름의 크기가 달라짐을 이해하고 푸는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.’에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

□[화학Ⅰ-ⅳ]

문제에서 주어진 이온 결합 물질의 탐구 자료를 비교 분석하여 이온 결합 화합물의 녹는점에 영향을 주는 요인을 알아내는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다.’에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

□[화학Ⅰ-ⅴ]

산과 염기의 중화 적적 실험 과정에서 중화 반응의 양적 관계를 이용하여 NaOH(aq)의 부피를 구하고, 화학 반응에 출입하는 열의 측정 실험 과정에서 화학 반응에서 발생한 열량은 용액이 얻은 열량과 같음을 이해하여 최종 온도를 구한 후, 마지막으로 주어진 산과 염기의 중화 반응에서의 양적 관계로부터 혼합 용액의 pH를 구하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원의 성취 기준 중 ‘산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.’, ‘중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.’, ‘화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.’에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[화학Ⅰ-ⅰ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 아보가드로 법칙, 분자량, 밀도에 대한 개념은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅱ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 암모니아 합성 반응, 화학 반응식, 화학 반응의 양적 관계에 대한 설명은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘화학이 식량 문제, 의류 문제, 주거 문제 해결에 기여한 사례를 조사하여 발표할 수 있다.’, ‘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.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅲ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 원자가 전자, 유효 핵전하, 이온 반지름, 이온화 에너지, 순차적 이온화 에너지, 비활성 기체의 전자 배치, 등전자 이온의 용어는 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅳ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 이온 결합 화합물의 녹는점, 정전기적 인력과 이온 사이의 거리, 이온의 전하량에 대한 설명은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅴ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 pH, 산·염기 중화 적정 실험, 화학 반응에 출입하는 열의 측정 실험, 열량계, 열량, 비열 등의 용어와 설명은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.’, ‘중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.’, ‘화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

〈자연계 2교시 화학Ⅰ 종합의견〉

화학Ⅰ 교육과정에서 다루어지는 여러 가지 화학 반응과 그 반응의 양적 관계, 아보가드로 법칙, 유효 핵전하와 원자 반지름, 이온화 에너지 등의 주기성, 화학 결합, 산·염기의 중화 적정 실험, 열량 측정 실험 등 다양한 개념과 내용을 고르게 평가하기 위한 출제 의도가 보인다. 또한, 화학Ⅰ 교육과정을 정상적으로 공교육 내에서 이수한 학생이라면 충분히 풀 수 있는 문제들을 출제한 것으로 보인다. 다만, 문항 당 채점 기준과 배점을 세분화하였으면 좋겠다는 생각이 든다.

자연계 3교시 〈화학Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

□ <제시문1>

화학 반응식과 화학 반응의 양적 관계에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 중 ‘여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.36~41), 동아출판사(pp.39~43), 비상교육(pp.34~38), 지학사(pp.34~39), YBM(pp.47~53), 금성출판사(pp.34~38), 교학사(pp.39~40), 상상아카데미(pp.41~43), 천재교육(pp.30~37)의 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원에서 화학 반응식과 화학 반응의 양적 관계에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문2>

화학 반응에서의 열의 출입, 발열 반응과 흡열 반응에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원의 성취 기준 중 ‘화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.188~189), 동아출판사(pp.201~203), 비상교육(p.172), 지학사(pp.187~189), YBM(pp.203~204), 금성출판사(pp.174~175), 교학사(pp.185~186), 상상아카데미(pp.193~194), 천재교육(pp.197~198)의 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 화학 반응에서의 열의 출입, 발열 반응과 흡열 반응에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문3>

전자의 이동에 의한 산화 환원 반응, 산화 환원 반응의 동시성에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 성취 기준 중 ‘산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.176~181), 동아출판사(p.189), 비상교육(pp.166~167), 지학사(pp.175~176), YBM(pp.193~194), 금성출판사(pp.170~171), 교학사(p.175), 상상아카데미(pp.183~184), 천재교육(pp.186~187)의 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 전자의 이동에 의한 산화 환원 반응, 산화 환원 반응의 동시성에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문4>

산화수, 산화제, 환원제에 대한 개념을 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅳ.역동

적인 화학 반응’ 단원의 성취 기준 중 ‘산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.178~183), 동아출판사(pp.190~195), 비상교육(pp.168~171), 지학사(pp.177~178), YBM(pp.194~199), 금성출판사(pp.171~172), 교학사(pp.176~178), 상상아카데미(pp.185~189), 천재교육(pp.189~192)의 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 산화수, 산화제, 환원제에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문5>

아보가드로 법칙에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 중 ‘아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.28~33), 동아출판사(pp.31~33), 비상교육(pp.29~31), 지학사(pp.27~33), YBM(pp.37~38), 금성출판사(pp.30~32), 교학사(pp.30~33), 상상아카데미(pp.32~35), 천재교육(pp.23~28)의 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원에서 아보가드로 법칙에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문6>

양성자수, 중성자수, 질량수, 동위 원소, 평균 원자량에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.64~67), 동아출판사(pp.60~63), 비상교육(pp.58~59), 지학사(pp.59~60), YBM(pp.72~73), 금성출판사(pp.58~61), 교학사(pp.59~61), 상상아카데미(pp.64~66), 천재교육(pp.61~63)의 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원에서 양성자수, 중성자수, 질량수, 동위 원소, 평균 원자량에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문7>

물의 이온화 상수(K_w)와 pH에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원의 성취 기준 중 ‘물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.160~162), 동아출판사(pp.172~173), 비상교육(pp.150~152), 지학사(pp.165~167), YBM(pp.175~177), 금성출판사(pp.149~152), 교학사(pp.156~157), 상상아카데미(pp.167~169), 천재교육(pp.170~171)의 ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 물의 이온화 상수(K_w)와 pH에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문8>

전자쌍 반발 원리와 결합각에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.134~135), 동아출판사(pp.146~147), 비상교육(pp.123~124), 지학사(pp.133~136), YBM(pp.148~149), 금성출판사(pp.125~126), 교학사(p.129), 상상아카데미(pp.139~140), 천재교육(p.138)의 ‘Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계’ 단원에서 전자쌍 반발 원리와 결합각에 대하여 설명하고 있다.

□ <제시문9>

극성 분자와 무극성 분자, 극성 물질과 무극성 물질의 용해성에 대해 설명한 것으로 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계’ 단원의 성취 기준 중 ‘물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있음을 설명할 수 있다.’에 해당하는 내용이다. 화학Ⅰ 교과서 미래엔(pp.140~144), 동아출판사(pp.152~157), 비상교육(pp.127~130), 지학사(pp.138~141), YBM(pp.155~159), 금성출판사(pp.130~133), 교학사(pp.133~135), 상상아카데미(pp.147~150), 천재교육(pp.142~146)의 ‘Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계’ 단원에서 분자의 극성, 극성 물질과 무극성 물질의 용해성에 대하여 설명하고 있다.

2. 문제 분석

□ [화학Ⅰ-ⅰ]

물 개념에 대한 이해로부터 화학 반응식, 화학 반응의 양적 관계를 이용하여 물질의 질량을 구하고, 화학 반응에서의 열의 출입에 대해 논리적으로 서술하고, 아보가드로 법칙으로부터 물질의 양(mol)과 질량을 구한 후, 산화 환원 반응에서 산화제와 환원제의 개념을 이해하여 논리적으로 서술하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’ 단원의 성취 기준 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 내용과, ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원의 성취 기준 중 ‘화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.’, ‘산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.’에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

□[화학Ⅰ-ⅱ]

아보가드로 법칙으로부터 X_2 기체의 양(mol)과 기체의 부피 사이의 관계로부터 원자의 양(mol)을 구하고, 이로부터 얻어낸 X의 평균 원자량, 동위 원소의 원자량, 동위 원소의 존재비를 이용하여 미지의 동위 원소의 원자량을 구하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 'Ⅰ.화학의 첫걸음' 단원의 성취 기준 중 '아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.'에 해당하는 내용을, 'Ⅱ.원자의 세계' 단원의 성취 기준 중 '양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다.'에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

□[화학Ⅰ-ⅲ]

산과 금속의 산화·환원 반응을 이해하고, 화학 반응의 양적 관계로부터 금속 M의 일정이 반응하여 생성되는 기체의 부피를 구하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 'Ⅰ.화학의 첫걸음' 단원의 성취 기준 중 '여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.'에 해당하는 내용을, 'Ⅳ.역동적인 화학 반응' 단원의 성취 기준 중 '산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.'에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

□[화학Ⅰ-ⅳ]

수소, 질소, 암모니아의 루이스 전자점식으로부터 분자 구조를 파악하고 이를 토대로 극성 여부를 판단하고, 아보가드로 법칙과 화학 반응식의 양적 관계를 이용하여 암모니아의 양(mol)를 계산하여 몰 농도를 구하고, 물의 자동 이온화와 염기성 물질의 이온화를 연관 지어 용액의 pH를 구한 후, 마지막으로 전자쌍 반발 원리를 이해하고 비공유 전자쌍의 존재 여부에 따른 결합각의 변화를 서술하는 문제이다. 따라서 이 문제는 화학Ⅰ 교육과정에서 'Ⅰ.화학의 첫걸음' 단원의 성취 기준 중 '아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.', '용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있다.'에 해당하는 내용을, 'Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계' 단원의 성취 기준 중 '원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다.', '전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.', '물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있음을 설명할 수 있다.'에 해당하는 내용을, 'Ⅳ.역동적인 화학 반응' 단원의 성취 기준 중 '물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.'에 해당하는 내용을 담고 있는 문제이다.

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[화학Ⅰ-ⅰ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 몰, 분자량, 화학 반응식과 화학 반응의 양적 관계, 산화 환원 반응과 산화제, 환원제, 화학 반응과 열의 출입에 대한 설명은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’, ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘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.’, ‘산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.’, ‘화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅱ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 동위 원소와 질량수, 원자량과 평균 원자량의 개념은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅱ.원자의 세계’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅲ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 금속과 산의 산화 환원 반응, 산화 환원 반응의 동시성, 화학 반응의 양적 관계에 대한 내용은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’, ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.’, ‘산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

□[화학Ⅰ-ⅳ]

출제 의도, 채점 기준, 예시 답안에서 제시한 몰 농도, 루이스 전자 점식, 분자의 구조와 분자의 극성, 극성과 무극성 물질의 성질, 동적 평형, 물의 자동 이온화, pH에 대한 설명은 화학Ⅰ 교육과정 중 ‘Ⅰ.화학의 첫걸음’, ‘Ⅲ.화학 결합과 분자의 세계’, ‘Ⅳ.역동적인 화학 반응’ 단원에서 설명하고 있으며, ‘용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있다.’, ‘원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다.’, ‘전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.’, ‘물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있음을 설명할 수 있다.’, ‘물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.’는 성취 기준에 부합하는 내용이다.

〈자연계 3교시 화학Ⅰ 종합의견〉

Ⅰ.화학의 첫걸음 단원부터 Ⅳ.역동적인 화학 반응 단원까지, 다양한 개념과 내용을 제시문과 문제에 담아보려 했던 출제 의도가 보인다. 특히, 문제Ⅰ-ⅰ과 문제Ⅰ-ⅳ는 각 문항 당 4개의 가지 문제를 출제하면서 두 단원 이상을 관련지었으며, 화학Ⅰ 교육과정에서 여러 개의 성취 기준을 만족시키는 문제를 출제하였다. 또한, 화학Ⅰ 교육과정에서 학생들이 핵심적인 개념과 내용을 단순 암기가 아니라 논리적 추론과 체계적인 서술 능력을 평가하기 위한 출제로 보인다. 그러나 제시문과 문제가 매우 어려운 내용을 담고 있지는 않으므로 공교육 내에서 화학Ⅰ 교과서를 성실히 학습한 학생들이라면 충분히 해결할 수 있는 문제로 출제되었다고 생각한다.

자연계 1교시 〈생명과학Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

제시문은 중학교 3학년 Ⅴ. 생식과 유전 단원과 연계되어 있으며 멘델의 유전법칙을 이해하면서 이 내용을 기반으로 생명과학Ⅰ의 Ⅳ단원 유전 중 사람의 유전-단일 인자 유전의 방법을 분석하고, 염색체 돌연변이와 유전자 돌연변이가 생기는 원인을 유추할 수 있는지에 관한 성취기준이 반영되어 있다. 또한 Ⅱ단원 사람의 물질대사와 Ⅲ단원 항상성과 몸의 조절을 포함하는 내용들이 들어있어 생명과학Ⅰ 전반에 걸친 성취기준이 폭넓게 다루어지고 있다.

□ <제시문1>

교육과정 중 사람의 유전병에서 ‘염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고 사례를 조사하여 발표할 수 있다’에 해당하는 내용으로 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅳ단원 유전 중 2. 사람의 유전과 유전병에서 설명하고 있다.

□ <제시문2>

교육과정 중 우성과 열성, 상염색체 유전, 단일 인자 유전 등 다양한 유전의 방법을 이해하여 ‘사람의 유전 현상을 가계도를 통해 파악하고, 상염색체와 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다’에 해당하는 내용으로 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅳ단원 유전 중 2. 사람의 유전과 유전병에서 찾을 수 있다.

□ <제시문3>

소화계, 순환계, 호흡계, 배설계는 서로 다른 기능을 수행하면서도 유기적으로 연결되어 통합적으로 작용한다는 내용으로 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅱ단원 사람의 물질대사 중 2. 기관계의 통합적 작용에서 다루고 있다.

□ <제시문4>

체내에서 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질병을 조사하고 대사성 질환의 원인과 이를 예방하기 위한 올바른 생활 습관에 대해 토의, 발표할 수 있다는 성취기준을 가지고 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅱ단원 사람의 물질대사 중 3. 대사성 질환에 제시문 내용이 나타나 있다.

□ <제시문5>

교육과정 중 우리 몸의 항상성 유지에 필요한 반응들은 내분비계와 신경계의 상호작용으로 이루어진다는 내용으로 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅲ단원 항상성과 몸의 조절, 2. 항상성 유지에서 찾을 수 있다.

2. 문제 분석

□[생명과학Ⅰ-ⅰ]

적혈구의 기능을 알고, 낫 모양 적혈구 빈혈증을 유도하는 유전자 돌연변이에 관한 교육과정을 학습한 후, 이를 문제에 적용하여 두 종류의 새로운 돌연변이가 어떻게 나타날 수 있는지 유추하는 문항이다. 사람의 유전을 배울 때 우성과 열성의 개념, 완전우성인 경우와 이 법칙이 적용되지 않는 경우(공동우성)를 문제에 적용할 수 있어야 하고, 또한 염색체 수가 동일하다는 전제를 가지고 '결실'로 인한 구조 이상 돌연변이의 유무의 판단하는 문항으로 교육과정 중 '[12생과Ⅰ 04-03] 사람의 유전현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.'와 '[12생과Ⅰ 04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.'에 해당된다.

□[생명과학Ⅰ-ⅱ]

대사성 질환 중 하나인 고지혈증으로 심장마비가 발생하는 상황을 순서대로 유추해 보는 문항으로 물질대사에 관한 내용을 기반으로 혈관이 막혔을 때의 상황들을 세포호흡과 연관 지어 설명할 수 있다. 교육과정 중 '[12생과Ⅰ 02-01] 물질대사 과정에서 생성된 에너지가 생명 활동에 필요한 ATP로 저장되고 사용됨을 이해하고, 소화, 호흡, 순환 과정과 관련되어 있음을 설명할 수 있다.'와 '[12생과Ⅰ 02-03] 물질대사와 관련 있는 질병을 조사하고, 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관에 대해 토의하고 발표할 수 있다.'의 성취기준에 해당된다.

□[생명과학Ⅰ-ⅲ]

물질대사에 이상이 생겨 발생하는 대사성 질환 중 하나인 당뇨병은 제1형 당뇨병과 제2형 당뇨병이 있고, 인슐린 의존성 및 비의존성이 나타나는 발병 원인의 차이점을 비교하여 문제 속 두 환자의 근육세포에서 포도당 양의 변화를 유추하는 문항이다. 교육과정 중 '[12생과Ⅰ 02-03] 물질대사와 관련 있는 질병을 조사하고, 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관에 대해 토의하고 발표할 수 있다.'와 '[12생과Ⅰ 03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다.'의 성취기준에 해당된다.

□[생명과학Ⅰ-ⅳ]

혈당량 조절과 관련된 호르몬 -인슐린과 글루카곤-이 생성되는 장소, 표적세포와 표적기관에 어떻게 작용하는지, 조절 작용 기작 등에 대한 이해를 요하는 문항으로 교육과정 중 '[12생과Ⅰ 02-03] 물질대사와 관련 있는 질병을 조사하고, 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관에 대해 토의하고 발표할 수 있다.'와 '[12생과Ⅰ 03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다.'의 성취기준에 부합하는 내용을 다루고 있다.

□[생명과학Ⅰ-ⅴ]

우리 몸의 항상성 유지에 필요한 호르몬의 조절 과정을 이해하고, 대표적인 갑상샘 호르몬인 티록신의 조절 기작 -음성피드백-을 적용할 수 있는지 평가하는 문항으로 교육과정 중 '[12생과Ⅰ 03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다.'와 '[12생과Ⅰ 03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.'의 성취기준에 부합하는 내용을 다루고 있다.

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

□[생명과학Ⅰ-ⅰ]

우성과 열성 형질, 대립유전자, 유전자형과 표현형, 염색체 이상과 유전자 이상 돌연변이에 대한 개념을 정확히 이해하고 있는지를 평가하고자 하는 출제 의도를 가진 문항으로 이는 생명과학Ⅰ 교육과정에 근거한 '사람의 유전' 단원에서 학습한 내용을 가지고 문제에 응용하여 결론을 도출할 수 있다. 특히, 공동우성과 염색체 구조 이상 돌연변이, 유전자 이상 돌연변이에 대한 이해도의 차이로 정답의 변별이 가능하다고 생각한다. 돌연변이 대립유전자 h^t의 경우 염색체 수는 일정하나 DNA 상대량이 0이라는 사실에서 대립유전자 h^t는 염색체 수 이상이 아닌 구조 이상 돌연변이임을 알고, 동시에 결실이 일어났다는 것을 유추할 수 있다. 대립유전자 h^g의 경우는 DNA 상대량이 1이므로 염색체 결실은 아니며 낫 모양 적혈구 빈혈증과 유사한 증상이 나타난다는 사실로 DNA 염기서열의 변화에 의한 아미노산의 변화가 야기된 유전자 이상 돌연변이임을 유추할 수 있다. 또한 말라리아가 감염이 없는 지역과 빈번한 지역에서 자료의 결과를 비교하여 우성과 열성의 관계를 판단하는 문제로, 완전우성인 경우와 아닌 경우, 또는 공동우성인 경우가 있다. 이는 교육과정 내에서 학습한 내용을 바탕으로 학생들이 여러 가지 상황을 유추해 볼 수 있는데, 다양한 상황을 채점기준으로 제시해줌으로써 채점 기준의 신뢰도가 높아졌고 예시답안도 교육과정 내에서 명쾌하게 설명할 수 있다.

□[생명과학Ⅰ-ⅱ]
대사성 질환이 어떻게 심각한 생명의 위협이 되는지를 이해하고자 하는 출제 의도를 가진 문항이다. 고지혈증 환자의 경우 혈액 속 콜레스테롤이 쌓이면 동맥경화가 나타나고 혈관이 막혀 심장마비가 일어날 가능성을 설명하며 혈관이 막히게 되는 경우 구체적으로 어떠한 상황이 일어나는지를 생명과학Ⅰ 교육과정 중 '물질대사' 단원을 학습하며 세포호흡과 연결 지어 설명할 수 있다. 이와 관련한 채점 기준을 가지고 있고, 예시답안 역시 교육과정 내에서 제시할 수 있는 부분이다.

□[생명과학Ⅰ-ⅲ]
혈당량 조절이 되지 않는 대사성 질환인 제1형 당뇨병과 제2형 당뇨병의 차이점을 이해하고 있는지를 평가하고자 하는 출제 의도를 가진 문항이다. 제1형 당뇨병은 이자의 β세포가 파괴되어 인슐린이 분비되지 않아서 나타나는 인슐린 의존성 당뇨병이고, 제2형 당뇨병은 인슐린은 정상적으로 분비되지만 다양한 원인으로 인슐린의 표적세포인 근육세포나 간세포의 수용체의 반응성이 감소하여 신호를 받아들이지 못해 나타나는 인슐린 저항성(인슐린 비의존성)이 나타난다는 내용은 생명과학Ⅰ 교육과정 중 '물질대사'와 '호르몬과 항상성' 단원에서 설명할 수 있다. 채점기준과 예시답안 역시 교육과정 안에 충분히 녹아있다.

□[생명과학Ⅰ-ⅳ]
혈당량의 조절에 관계된 인슐린과 글루카곤의 역할의 이해도를 평가하고자 하는 출제 의도를 가진 문항으로, 시상하부나 이자가 고혈당을 인지하게 되면 이자의 β세포에서 인슐린이 분비되어 혈관으로부터 표적세포가 포도당을 흡수하여 혈당량을 낮추게 되고, 반대로 저혈당을 인지하게 되면 이자의 α세포에서 글루카곤이 분비되어 혈관 속으로 포도당을 방출함으로써 혈당을 높여 결과적으로 항상성을 유지할 수 있다는 내용을 문제 속 환자의 경우에 상황을 적용하여 기술할 수 있다. 생명과학Ⅰ 교육과정 중 '대사성 질환' 및 '내분비계와 호르몬' 단원에 해당된다.

□[생명과학Ⅰ-ⅴ]
갑상샘 호르몬인 티록신은 물질대사 및 체온 조절과 같은 우리 몸의 항상성 유지에 관여하며 이 호르몬이 어떠한 조절 작용을 거치게 되는지를 평가하고자 하는 의도를 가진 문항이며, 이는 생명과학Ⅰ 교육과정 중 '항상성 유지' 단원에 해당된다. 시상하부에서 분비되는 TRH, 뇌하수체에서 분비되는 TSH, 갑상샘에서 분비되는 티록신이 음성 피드백 기작으로 조절되어 장기간 아이오딘의 섭취가 없을 때 티록신이 생성되지 못하게 된다면 TRH, TSH를 과도하게 촉진하여 갑상샘이 비대해지 수 있다는 추론을 할 수 있다. 채점기준과 예시답안에도 이러한 교육과정의 해당 내용들이 모두 포함되어 있다.

〈자연계 1교시 생명과학Ⅰ 종합의견〉

생명과학Ⅰ 교과서에서 다루는 대단원 5개 중에 Ⅱ. 물질대사, Ⅲ. 항상성과 몸의 조절, Ⅳ. 유전, 3개의 대단원의 내용을 아우르는 5개의 문항으로 구성되어 있어 교육과정 내에서 충분히 풀이가 가능하다. 단, 학생들이 생명과학 전반에 걸친 내용들을 유기적으로 이해하고 연결할 수 있는 능력이 있어야 논리적으로 문항들을 풀어나갈 수 있도록 출제되었다고 생각한다.

[생명과학Ⅰ-ⅰ]은 멘델의 유전 법칙을 기초로 하여 사람의 유전, 단일인자 유전, 우성과 열성, 대립유전자, 공동우성, 염색체 구조 이상 돌연변이, 유전자 이상 돌연변이의 개념들을 복합적으로 이용하여 상황에 응용하여 분석할 수 있는 좋은 문항이다. 채점 기준과 인정 답안이 다양하고 세분화 되어 있어 학생들의 변별도를 높이며 채점의 신뢰도를 높일 수 있도록 작성되어있다.

[생명과학Ⅰ-ⅱ]는 대사성 질환 중 하나인 고지혈증의 원인에 대해 배우며 이를 물질대사의 어떤 부분이 원활하게 이루어지지 않기 때문인지를 분석해보는 생각을 하게 하는 문항이다.

[생명과학Ⅰ-ⅲ,ⅳ,ⅴ]는 모두 물질대사와 호르몬과 항상성 유지에 대한 내용을 기반으로 특히 혈당량 유지와 체온 유지 부분에 초점을 맞추어 문제의 상황에 적용할 수 있도록 출제되었다. 인슐린과 글루카곤의 생성 장소, 역할 및 조절 기작에 대한 이해와 티록신의 역할 및 음성피드백에 대한 이해, 호르몬의 결핍과 과잉에 대한 질병에 대해 학습하였다며 교육과정 내에서도 중요하게 다루고 있는 들이기 때문에 충분히 서술과 풀이가 가능하다고 생각한다.

자연계 2교시 〈생명과학Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

제시문은 생명과학Ⅰ의 Ⅲ단원 항상성과 몸의 조절 중 3. 방어작용에 대한 내용과 Ⅳ단원 유전에 대한 내용이 포함되어 있다. 코로나19 바이러스 펜데믹이 2년이 넘도록 계속되고 있는 상황에서 우리 몸의 방어작용 기작과 면역력 획득의 방법, 백신의 작용 원리 및 개발 과정, 백신의 부작용 및 효과, 치료제의 개발 과정 및 효과 등에 대한 관심이 높아지고 있는 가운데 이러한 요구를 문제에 반영하고자 하였다.

□ <제시문1>
교육과정 중 사람의 유전병에서 ‘우리 몸의 특이적 방어작용과 비특이적 방어 작용을 이해할 수 있다’에 해당하는 내용으로 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅲ단원 항상성과 몸의 조절 중 3. 방어작용-질병과 병원체에서 설명하고 있다.

□ <제시문2>
비특이적 방어작용과 특이적 방어작용, 세포성 면역과 체액성 면역, 림프구와 항체, 항원에 대한 개념을 이해하여야 하는 내용으로 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅲ단원 항상성과 몸의 조절 중 3. 방어작용에서 찾을 수 있다.

□ <제시문3>
면역 반응을 일으키는 이물질인 항원이 우리 몸에 침입하였을 때, 체액성 면역 중 1차 면역과 2차 면역, 항원-항체 반응이 나타난다는 내용으로 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅲ단원 항상성과 몸의 조절 중 3. 방어작용에서 다루고 있다.

□ <제시문4>
핵형 분석을 통해 성별, 염색체 수와 구조 이상 돌연변이 여부를 파악하고, 염색체 비분리와 유전병, 중복, 결실, 역위, 전좌의 구조 이상과 유전병에 대해 알 수 있다는 성취기준을 가지고 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅳ단원 유전 중 2. 사람의 유전과 유전병에서 찾을 수 있다.

□ <제시문5>
교육과정 중 형질을 결정하는 유전자가 어느 염색체에 있느냐에 따라 상염색체 유전과 성염색체 유전으로 구분된다는 내용으로 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅳ단원 유전 중 2. 사람의 유전과 유전병에 제시되어 있다.

□ <제시문6>

모세포가 분열하여 세포가 형성된 순간부터 분열을 마칠 때까지의 기간을 세포주기라고 하며 간기와 분열기로 구분된다는 내용으로 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅳ단원 유전 중 1. 유전정보와 염색체에서 찾을 수 있다.

2. 문제 분석

□[생명과학Ⅰ-ⅰ]

방어작용 중 특이적 방어작용에서 B림프구에 의한 체액성 면역 과정과 세포 독성 T림프구에 의한 세포성 면역 과정을 정확하게 이해하고 문제 속의 데이터를 분석하여 어떠한 면역 과정과 그 결과가 나타났는지를 유추해보는 문항이다. 방어작용에 대한 근거와 감염, 생존 여부를 판단할 수 있다. 교육과정 중 '[12생과Ⅰ 03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다.'에 해당된다.

□[생명과학Ⅰ-ⅱ]

항체가 생성되기까지 상대적으로 긴 시간이 걸리고 소량의 항체만 생성되는 1차면역 과정, 항원 침입 후 빠르게 다량의 항체가 생성되는 2차 면역 과정을 이해하고, 기억세포의 생성 여부를 통해 동일한 항원인지를 판단하는 능력을 평가하는 문항이다. 이는 교육과정 중 '[12생과Ⅰ 03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다.'와 '[12생과Ⅰ 03-07] 백신의 작용 원리를 항원 항체 반응과 관련지어 이해하고, 백신으로 예방하기 힘든 질병을 조사하여 그 이유를 토의할 수 있다.'의 성취기준에 해당된다.

□[생명과학Ⅰ-ⅲ]

사람의 유전 형질은 해당 형질을 결정하는 유전자가 상염색체에 있는지, 성염색체에 있는지에 따라 구분할 수 있고, 염색체의 수나 구조에 이상이 생기거나 유전자에 이상이 생기면 정상 형질과 다른 돌연변이가 나타날 수 있다. 해당 문항은 이에 대한 추론 능력을 평가하는 문항으로 교육과정 중 '[12생과Ⅰ 04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.'와 '[12생과Ⅰ 04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다'의 성취기준에 부합하는 내용을 다룬다.

□[생명과학Ⅰ-ⅳ]

세포주기는 간기인 G_1기, S기, G_2기와 분열기인 M기로 구분할 수 있고, 각 시기에서 세포분열을 위해 어떠한 준비 과정이 일어나 세포분열을 하는지에 대한 이해를 바탕으로 약물의 안전성을 추론하는 능력을 평가하는 문항이다. 이는 교육과정 중 '[12생과Ⅰ04-01] 염색체, 유전제, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다.'는 성취기준에 포함된다.

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

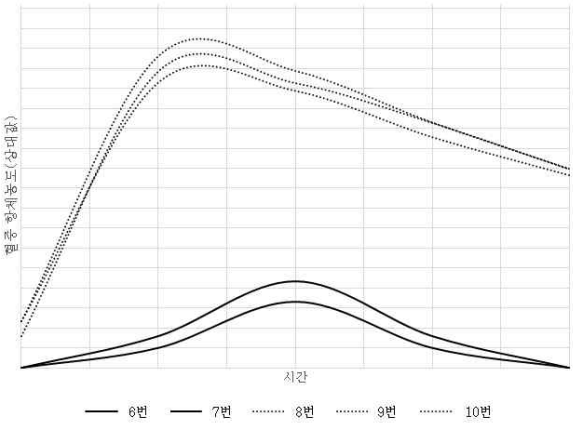
□[생명과학Ⅰ-ⅰ]

우리 몸은 특이적 방어기작으로 체액성 면역과 세포성 면역 반응이 있다. 체액성 면역은 보조 T림프구가 B림프구의 분화를 촉진하여 형질세포와 기억세포가 만들어지고 형질세포가 항체를 만들어 특정한 병원체를 효과적으로 제거할 수 있는 반응이다. 세포성 면역은 보조 T림프구의 도움으로 활성화된 세포독성 T림프구가 감염된 세포를 직접 공격하여 제거하는 반응이다. 이 내용을 적용하여 데이터를 사용해 추론하는 문항으로 항체 치료의 기본 개념과 함께 평가하고자 하는 출제 의도가 담겨 있다. 이는 교육과정 중 '우리 몸의 방어작용' 단원에 해당한다. 소문항이 2개이지만, 채점기준은 세포성 면역에 대한 내용만 담겨있고 각 문항의 채점기준이 구체적으로 제시되어 있지 않아 명확하게 채점을 하기가 어렵다고 생각한다. 생쥐 1번과 2번의 형질세포 수와 세포독성 T림프구 수의 비교를 통해 체액성, 세포성 면역이 어느 쥐에서 일어났는지를 추론하는 것과 생쥐 1, 2번의 혈장을 B림프구와 T림프구가 모두 결실된 생쥐 3, 4번에게 주입하였을 때 생쥐 3번은 혈장 속에 병원체에 대한 항체가 없어 회복할 수 없어 죽고, 생쥐 4번은 2번 생쥐가 만든 항체가 혈장 속에 있기 때문에 병원체에 감염되더라도 회복될 수 있다는 내용은 특이적 면역 과정을 학습한 학생이라면 교육과정 내에서 충분히 유추와 추론이 가능하다.

□[생명과학Ⅰ-ⅱ]

체액성 면역 중 1차 면역과 2차 면역의 과정과 결과를 비교할 수 있는지, 기억세포에 대한 이해를 바탕으로 제시된 실험 결과를 분석하여 특정 항원에 대한 2차 면역 반응을 추론하면서 동일한 항원인지 여부를 판단할 수 있는지, 백신의 원리를 이해하고 있는지를 판단하고자 하는 출제 의도를 가진 문항이다. (가) 실험 결과와 <표2>를 통해 생쥐 6~10번은 1차 면역만 일어난 것을 알 수 있고, <표3>을 보았을 때 생쥐 6~7번은 병원체 A1을 주입하면 2차 면역이 일어난 것으로 보아 병원체 A와 A1은 같은 종류의 항원이라고 판단할 수 있다. 생쥐 8~10번은 병원체 A의 노출 후 기억 세포가 있다는

것을 알고 있기 때문에 A2에 노출된 후 여전히 1차 면역을 보인 것으로 병원체 A와 A2는 동일한 병원체가 아니라는 것을 서술할 수 있다. 병원체 A2의 독성을 없앤 후 생쥐 6~10에 넣었을 때 예상되는 혈중 항체 농도 변화 그래프를 그리면 6~7번은 1차 면역만, 8~10번은 2차 면역이 일어났다는 것을 표시할 수 있고 이와 같은 예시답안은 교육과정 '우리 몸의 방어작용' 단원의 성취기준에 부합한다.



□[생명과학Ⅰ-ⅲ]

사람의 형질에 대한 이해를 바탕으로 가계도를 분석하여 DNA 양과 유전병 유무를 종합적으로 판단, 성염색체 유전인지, 상염색체 유전인지를 알아낼 수 있고, 우성형질인지, 열성형질인지 파악하여 어떤 사람에게서 어떠한 돌연변이가 일어났는지를 유추해 보는 유전 속 종합문항이다. 교육과정 '사람의 유전과 유전병' 단원의 성취기준에 속해 있다. 소문항 (가)는 성별에 따라 대립유전자 Q와 q의 DNA 상대량이 다르다는 것으로 유추하여 성염색체 유전, 반성유전(X염색체 유전)이라는 것을 추론할 수 있고, 이렇게 판단할 때 유전병이 우성으로 작용함을 알 수 있다. 소문항(나)에서 D는 여자이며 유전질환이 있는 사람으로, Q와 q의 DNA 상대량이 2값이 나와야 함이 정상인데 그 양이 1이므로, q 유전자가 있는 염색체에 결실이 있음을 알 수 있다. 이에 따라 율전이(J)는 D인 엄마로부터 결실된 q가 있는 X염색체를 받았거나 정상 X염색체를 받은 이후 q 유전자가 있는 염색체 부분이 결실되어 Q와 q DNA 양이 0이 되었고 유전형질이 발현하지 않았음을 알 수 있다. 소문항 (다) 또한 같은 방법으로 결실된 부분이 있는 염색체를 찾아낼 수 있으며 명륜이(L)는 q 유전자가 있는 X 염색체 결실, 명륜이 여동생은 정상 Q 유전자가 있는 염색체 결실로 추론할 수 있다. 이와 같은 예시 답안 역시 가계도를 분석하고 DNA 상대량, 감염여부 등을 통합적으로 분석하여 문제를 해결하는 '사람의 유전' 교육과정에 해당된다.

□[생명과학Ⅰ-ⅳ]

세포 주기를 분석하여 안전성이 높은 약물을 추론할 수 있는지를 평가하는 출제 의도를 가진 문항으로 세포주기를 간기와 분열기로 구분하고, G_1기는 활발한 물질대사를 통해 세포가 생장하는 시기, S기는 DNA 복제기, G_2기는 세포 분열을 준비하는 시기임을 알고, 약물의 처리에 의해 각 시기에 속하는 세포들의 수를 비교하여 세포분열에 어

떠한 영향을 주는지 분석할 수 있는 능력을 측정해보고자 하였다. 약물 처리 후 20시간이 지나면 세포 주기는 G_2기, 즉 DNA 상대값이 2가 되는 지점에 있어야 하는데, 약물 DA-1은 DNA 상대값이 1이 되는 지점인 G_1기에 대부분 머물러있고, 약물 DA-2는 DNA 상대값이 1에 약간 있고, 대부분 2값에 많이 머물러있으므로 비교적 안정하다고 판단할 수 있다. 약물 DA-3는 DNA 상대값이 1과 2에 50%씩 나누어져 있는 것으로 보아 세포분열을 저해하고 있고, 그 정도는 약물 DA-1보다는 덜하다는 것을 알 수 있다. 따라서 안정성의 순서는 DA-2, DA-3, DA-1이고, 이는 교육과정에서 '세포 분열과 유전 정보의 전달' 단원에 해당하는 내용으로써 세포 주기에 대한 이해도가 높다면 문제의 상황에 적용해서 추론할 수 있다.

〈자연계 2교시 생명과학Ⅰ 종합의견〉

생명과학Ⅰ의 내용 중 코로나19로 인해 학생들의 관심과 흥미도가 가장 높아진 단원인 Ⅲ. 항상성과 몸의 조절 중 '우리 몸의 방어작용'을 다루는 문제와 가계도를 분석하여 사람의 유전의 복합적인 개념들을 통합적으로 적용해야 해결할 수 있는 흥미로운 문제들이 출제되었다.

[생명과학Ⅰ-ⅰ]은 방어작용 중 특이적인 면역, 세포성 면역과 체액성 면역에 관한 내용을 알고, 혈장과 항체의 개념과 면역 과정을 충분히 이해하고 있다면 〈표1〉의 데이터를 통해 어떠한 면역이 일어났는지 추론할 수 있는 문제이다.

[생명과학Ⅰ-ⅱ]는 세포성 면역 중 1차 면역과 2차 면역의 과정 및 차이점, 항원-항체 반응 기작, 기억세포와 형질세포의 기능 등을 이해할 때 생쥐 6~10번의 항체 농도 그래프를 그리고 그 이유를 논할 수 있을 것이다.

[생명과학Ⅰ-ⅰ]과 [생명과학Ⅰ-ⅱ] 두 문항 모두 과학적 탐구 능력 중 중요한 자료 해석(분석) 과정이 들어가 있어 과학적 지식을 가지고 문제해결을 해 볼 수 있는 좋은 문항이다.

[생명과학Ⅰ-ⅲ]는 사람의 유전, 상염색체와 성염색체 유전, 우성과 열성, 염색체 수와 구조 이상 돌연변이, 유전자 이상 돌연변이 등에 대한 성취기준을 담고 있는 문제로 가계도를 통해 이를 분석해볼 수 있다.

[생명과학Ⅰ-ⅳ]는 세포분열 주기에 대한 내용으로 G_1기, S기, G_2기, M기에 주로 일어나는 일들과 각 시기의 DNA 상대량을 비교할 수 있다는 성취기준을 가지고, 자료를 보고 세포주기를 추론하여 약물의 안정성을 평가해보는 문항으로 과학적 문제해결력을 측정하고 있다.

자연계 3교시 〈생명과학Ⅰ〉 분석

1. 제시문 분석

제시문은 생명과학Ⅰ의 Ⅲ단원 항상성과 몸의 조절에 해당하는 내용으로 흥분의 전도와 전달 방법과 근육 수축의 원리에 관한 내용을 다루고 있다.

□ <제시문1>
교육과정 중 골격근은 여러 개의 근육 섬유 다발로 이루어져 있고, 각각의 근육 섬유 다발은 다핵의 근육세포인 근육섬유로, 근육 섬유는 근육 원섬유 다발로, 근육 원섬유 다발은 근육 원섬유로, 근육 원섬유는 가느다란 액틴 필라멘트와 굵은 마이오신 필라멘트로 이루어져있다는 내용을 포함한다.

□ <제시문2>
근육 원섬유는 근육 수축의 기본 단위인 근육 원섬유 마디(근절)로 이루어져 있으며, 명대와 암대, H대, M선, Z선 등의 개념을 설명하고 있다.

□ <제시문3>
근육의 수축과 이완은 운동 신경의 작용으로 조절되며 시냅스에서 분비된 아세틸콜린에 의해 근수축이 진행된다는 교육과정의 내용이 들어있다.

□ <제시문4>
교육과정 중 축삭돌기 말단에는 신경 전달물질이 들어있는 시냅스 소포가 있고, 시냅스 후 뉴런에는 신경전달물질과 결합할 수 있는 수용체가 있다는 흥분의 전달 과정을 설명하고 있다.

□ <제시문5>
근육이 수축할 때, 이 때 마이오신 필라멘트가 미끄러져 들어가면서 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지게 된다는 활주설에 관련된 내용이다.

제시문 1~5번은 모두 교과서 생명과학Ⅰ(천재교육) Ⅲ. 항상성과 몸의 조절, 1. 신경계 중 흥분의 전도와 전달과 근육 수축의 원리에서 찾을 수 있다.

2. 문제 분석

□[생명과학Ⅰ-ⅰ]

근육 원섬유는 두꺼운 마이오신 필라멘트와 얇은 액틴 필라멘트로 이루어져있다는 것과 암대(A대), 명대(I대), 두 필라멘트가 겹친 부분이 어떤 곳인지에 관하여 파악한 후 문제 속 상황을 수식으로 표현해보는 문항으로 교육과정 중 '[12생과Ⅰ 03-02] 근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.'에 해당된다.

□[생명과학Ⅰ-ⅱ]

주어진 자료를 통해 각 시점과 각 지점의 길이를 표로 정리해보고, 조건에 맞춰 가설을 세워 단면(가), (나), (다)가 어느 지점인지를 유추해내는 문항으로 '[12생과Ⅰ 03-02] 근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.'의 성취기준에 해당된다.

□[생명과학Ⅰ-ⅲ, ⅳ, ⅴ]

근수축의 원리를 파악하여 문제의 상황에 적용하는 문항이다. 근육이 수축될 때 H대, I대, 근육원섬유 마디의 길이는 줄어들고, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹치는 부분은 늘어나며 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트 자체의 길이는 변하지 않는다는 원리로 표를 정리하고 수식을 세울 수 있다. 이는 역시 '[12생과Ⅰ 03-02] 근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.'의 성취기준에 해당된다.

3. 출제 의도, 채점기준, 예시답안 분석

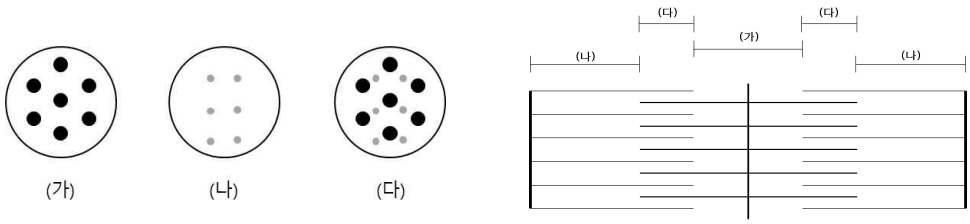
우리 몸은 운동하거나 신체활동을 할 때 매우 정교하게 반응을 하는데, 이는 중추신경의 조절로 인해 운동 신경이 근육의 수축과 이완을 조절하기 때문이다. [생명과학Ⅰ-ⅰ]~[생명과학Ⅰ-ⅴ] 는 생명과학Ⅰ 교육과정 중 '근섬유의 구조 이해와 근수축의 원리'에 해당되는 내용으로 골격근의 운동을 담당하는 근육 원섬유 마디의 구조에 대한 이해도를 측정하고 활주설의 원리를 정량적으로 이해하고 있는지를 평가하고자 하는 의도를 가지고 있다.

□[생명과학Ⅰ-ⅰ]

문제의 주어진 조건에 따라 근육 원섬유 마디의 해당 위치를 생각해볼 수 있다.

굵은 필라멘트만 관찰되는 지점은 (가)인 H대, 얇은 필라멘트만 관찰되는 지점은 (나)인 I대로 양쪽에서 볼 수 있고, 두 필라멘트가 모두 관찰되는 지점은 (다)로 양쪽에서 볼 수 있다.(그림1 참고)

<그림1>



이를 토대로 주어진 데이터를 가지고 표로 정리하면 13ms일 때 (a)의 길이를 수식으로 만들어 길이를 구할 수 있다. 채점기준과 예시답안은 교육과정 중 '골격근의 구조' 단원 내용에 포함되어 있다.

□[생명과학Ⅰ-ⅱ]

근수축 시 근육 원섬유 마디에서 일어나는 변화 과정은 교육과정 내에서 매우 중요하게 다루는 요소이다. 이러한 활주설의 원리의 이해도를 측정하려는 의도를 가진 문항이다. 골격근이 수축할 때 각 지점의 변화 과정을 알고, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 길이 변화는 없다는 것, M선을 기준으로 양쪽이 대칭임을 인지하여 계산 오류를 범하지 않도록 하는 부분도 관건이다. 이 부분까지 완벽하게 인지하고 정확하게 사고한 학생의 성취도가 높을 것이다. 채점기준과 예시답안 역시 '근육 수축의 원리' 단원 내에서 이루어지고 있다.

□[생명과학Ⅰ-ⅲ~ⅴ]

앞선 문제에서 얻은 답을 기초로 (a), (b), (c)가 (가), (나), (다) 중 어떤 부분의 기록인지를 찾아서 실험 자료 전체를 복구하면 아래와 같은 표를 얻을 수 있다. 단, 주의할 점은 (나)와 (다)의 길이는 측정한 길이의 2배로 표현해야 한다는 것이다.

시점 (ms)	X (μm)	(가) (μm)	(나) (μm)	(다) (μm)
13	3.5	1.62	1.56	0.32
25	3.32	1.44	1.38	0.5
37	3.06	1.18	1.12	0.76
40	2.66	0.78	0.72	1.16
52	2.5	0.62	0.56	1.32

위 자료의 데이터값을 이용하여 [생명과학Ⅰ-ⅳ, ⅴ]을 해결할 수 있다. 이 내용은 생명과학Ⅰ교육과정 중 '근육 수축의 원리' 단원에서 설명할 수 있고 채점기준과 예시답안 역시 교육과정 안에 충분히 녹아있다.

〈자연계 3교시 생명과학Ⅰ 종합의견〉

생명과학Ⅰ교과서에서 '근육 수축의 원리'는 학생들의 성취 정도를 알아볼 때 정량적인 측정이 가능한 단원으로 학교 현장에서도 다양한 문제 상황 속에서 길이를 구하거나 현상을 설명하며 교육과정을 운영하고 있다. 출제 문항 역시 이러한 교육과정 속에 녹아있는 문제로 정확한 과학적 기념과 이해를 바탕으로 논리적인 사고력을 측정할 수 있는 문항들이다.

근육 원섬유 마디의 구조를 알고, 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트의 단면이 H대, I대, A대에서 어떻게 관찰되는지를 파악할 수 있다. 근육의 수축 원리는 활주설로 수축할 때 각 지점이 길이가 어떻게 변하는지에 대한 충분한 이해가 있어야 문제 상황에 대한 정확한 자료값을 만들어 낼 수 있을 것이다. [생명과학Ⅰ-ⅰ,ⅱ]는 이러한 복합적인 이해를 바탕으로 해결하는 문항이며, 이 자료를 토대로 나머지 [생명과학Ⅰ-ⅲ,ⅳ,ⅴ]의 문항도 해결해나갈 수 있다. 특히 단면 (나)와 (다)는 양쪽이 대칭이기 때문에 측정한 값의 2배를 해 주어야 하는 부분을 간과해서는 안 되는 난이도가 있는 문제로, 근수축의 원리에 관한 성취도와 문제해결력을 정확하게 평가할 수 있다고 생각한다. 교육과정 내에서 중요하게 다루고 있는 유형으로 충분한 연습과 훈련을 했다면 문제를 명확하게 해결할 수 있을 것이다.

V. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력

Ⅴ. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력

우리 대학은「공교육정상화촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법」취지에 따라 대학별고사가 고등학생에게 선행학습을 유발하는지에 대한 영향평가를 성실히 이행하고 있다. 2022학년도 대학별고사에서 고교 교육과정의 범위와 수준을 벗어난 내용을 출제하거나 평가하지 않았으며, 고교 교육과정 내 충분히 대비 가능한 시험 수준을 유지하고 있다. 향후에도 고교 교육과정 내에서 문제를 출제함은 물론 우리 대학을 지원하는 수험생이 사교육의 도움을 받지 않고도 공교육 내 준비 가능한 대학별고사가 되도록 노력할 것이다.

우리 대학은 논술시험 출제에 앞서 모의논술 출제단계부터 사전교육을 통하여 출제위원이 고교 교육과정에 대해 충분히 이해할 수 있도록 지원하고 있다. 이를 바탕으로 모의논술을 출제하고, 수험생과 교사가 직접 문제를 풀어본 결과를 토대로 하여 고교 교육과정 내 출제를 엄격하게 지키고 있다. 앞으로도 모의논술을 통해 우리 대학 논술시험에 대한 정보를 제공하는 것은 물론, 문제의 난이도와 적절성에 대해서 피드백을 받음으로써 보다 내실 있게 논술시험을 운영하고자 노력할 것이다. 2022학년도 모의논술 문항 출제·검토과정에 일반고 현직 교사가 참여함으로써 교육과정 준수 여부에 대한 사전 점검을 시행하였다. 2023학년도에도 수험생들의 혼란을 방지하기 위하여 출제경향, 형식, 분량 및 난이도를 유지하고자 하며, 수험생과 교사가 우리 대학 논술시험을 용이하게 준비할 수 있도록 모의논술 해설 동영상 강의 및 논술 가이드북을 제작하여 무료로 제공할 계획이다.

또한 우리 대학은 본 논술시험이 교육과정 내에서 출제되도록 고교 교육과정 분석에 대한 사전 회의를 반복적으로 개최할 것이며, 논술시험 난이도 및 적절성에 대한 충분한 논의를 할 것이다. 논술시험 출제본부 운영 시 인문계 및 자연계 과목별(수학, 물리학, 화학, 생명과학) 일반고 현직 교사를 검토위원으로 함께 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 출제문제에 대한 검증 강화 및 심층 분석하여 이 결과를 향후 논술시험에 반영하고자 한다.

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

■ 성균관대학교는 2022학년도 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

지금까지 검토한 바와 같이 성균관대학교는 고교 교육과정을 충실히 준수하며 대학별고사를 출제하였으며, 앞으로도 출제 내용이 고교 교육과정을 벗어나지 않도록 최선의 노력을 다할 것이다.

Ⅵ. 부록-1

❒ 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	통합 사회, 정치와 법, 경제, 윤리와 사상
	핵심개념 및 용어	자유주의, 공동체주의, 공동선, 자유와 권리, 사회적 책임
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 자료

[문제1] <제시문1>~<제시문4>는 시민적 자유와 책임의 근거에 대한 견해를 담고 있다. 제시문들을 상반된 두 입장으로 분류하고 각 입장을 요약하시오. (40점)

<제시문1>

현대 민주주의 사회는 표현의 자유를 기본적 인권의 하나로 인식한다. 세계 각국은 언론, 출판, 사상 등 표현의 자유에 헌법상 우월적 지위를 부여하고 있다. 문명 세계에서 확고히 자리 잡은 표현의 자유에 결정적으로 기여한 사람은 존 밀턴이다. 그가 1644년 발표한 <아레오파지티카>는 '사상의 자유롭고 공개적인 시장'이라는 표현의 자유에 대한 대명제를 제시했다. 거짓과 진리가 대결과 경쟁을 벌이면 필연적으로 진리가 승리한다는 것이 <아레오파지티카>의 일관된 논지이다. 타인의 사상과 사고에 제한 없이 접근한다면 인간의 이성은 진위와 선악을 구별할 수 있다고 주장한다. 밀턴은 진리는 특정 개인이나 집단의 전유물이 아니라 자유롭고 공개된 경쟁에 따른 대중적 인정에 의해서만 생존할 수 있는 독특한 힘을 지니고 있다고 주장하며 "진리에 단지 대결의 장(場)을 허용하라"고 요구했다. 또 모든 아이디어는 공개시장에서 자율 조정되어야 한다며 허위의 의견이든 진리의 의견이든 제한 없이 표현되어야 '사상의 자유롭고 공개적인 시장'이 형성될 수 있다고 설명했다. 한편, 검열과 허가의 대안으로는 '관용'을 부르짖었다. 진리는 절대자 다음으로 강하기 때문에 허위와의 공개적인 대결을 허용하기만 하면 반드시 승리한다며 허위에 대한 관용을 두려워할 필요가 없다고 주장했다. 르네상스 이후 전개된 17세기 '종교적 불관용의 시대'에 관용을 호소하고 나선 밀턴의 통찰과 용기는 <아레오파지티카>를 언론자유의 경전으로 자리매김 시켰다. 진리는 승리를 위해 어떤 정책도 전략도 허가도 필요로 하지 않는다. 그런 것은 오류가 진리의 힘에 대항하기 위한 속임수이며 방어책일 뿐이다. 밀턴은 표현의 자유에 대한 존중이 진리 발견과 민주주의 발전을 불러올 것이라 진단했다. 그는 표현의 자유를 보장함으로써 더 안정적으로 사회가 변화해 갈 수 있다고 보았다. 표현의 자유는 공동체적 가치를 넘어 인간 본연의 존엄성을 지키고 자아 발견을 가능하게 한다고도 했다. <아레오파지티카>는 미국과 프랑스 혁명에 영향을 미치며 세상을 움직였다. 의회는 종교의 자유, 집회의 자유, 표현의 자유 또는 언론의 자유를 억압하는 어떤 법률도 제정해서는 안 된다는 미국 수정헌법 제1조의 등장도 이러한 시대적 배경에서 가능했다. 밀턴은 기존 지식과 다른 생각에 대해 폐쇄적인 사회는 영원히 진리를 추구할 수 없다고 강조했다. 이러한 <아레오파지티카>의 관용 정신은 사회의 유용성, 즉 공공의 복리를 근거로 누군가에게 침묵을 강요하는 행태를 정면으로 비판하는 존 스튜어트 밀의 <자유론>의 바탕이 되었다. 어떤 의견이 잘못인 경우라도 그 의견 표명을 공동체를 위한다는 명분으로 억압하면, 결국 진리와 오류의 대결로 얻게 되는, 진리에 대한 보다 명료한 지각과 선명한 인상을 잃게 하는 불이익이 초래된다는 <자유론>의 주장으로 이어진 것이다.

<제시문2>

공황은 한 사회가 자원을 흥청망청 탕진한 결과로 개인들이 감수해야만 하는 불가피한 징벌이 아니기에 '죄와 벌'의 교훈극으로 접근해서는 안 된다. 공황은 위험하기는 하지만 유능한 의사가 제대로 된 진단과 처방만 내린다면 얼마든지 치료할 수 있는 질병이다. 케인즈는 공황의 원인 역시 과잉투자 및 이에 따른 과잉생산이 아니라 수요의 부족이라고 보았다. 즉, 한 나라에 자본이 아무리 많고 사람들이 열심히 일하더라도 충분한 유효수요가 확보되지 않는 한 대량 실업과 공황은 결코 피할 수 없다. 수요가 부족해 공황이 발생한 것이라면 '검약보다는 소비가 미덕'이 된다. 그래서 경제위기 때마다 경기가 어려울수록 시장에서 물건 값을 깎지 말고 지갑을 아낌없이 열어야 한다는 국민 계몽을 위한 노력이 있었다. 하지만 케인즈는 이와 같은 캠페인이나 교육에 의해 소비를 늘리는 것은 불가능하다고 보았다. 특히, 개인적 차원에서 이루어진 최선의 선택이 공동체의 차원에서는 사태를 악화시키는 상황, 즉 '구성의 모순'을 지적했다. 가령 경기가 나빠 회사가 급여를 삭감하는 상황을 생각해보자. 사태가 개선될 조짐이 없다면 개인의 입장에서는 미래의 불확실성에 대비하기 위해 저축을 늘리는 것이 바람직한 대응책이다. 그러나 다른 사람들도 같은 선택을 한다면, 경제 전체적으로 소비가 크게 줄어들어 내가 고용된 회사 제품에 대한 수요 또한 감소될 것이다. 이러한 경우, 회사가 고용을 줄이는 방식으로 대응하거나 아예 도산하는 최악의 사태가 일어날 수도 있다. 구성의 모순이 일어나는 상황에서는 개별 주체들의 자유로운 선택이 전체적으로 바람직한 결과를 도출할 것이라고 기대하기 어렵다. 개별 경제주체의 입장에서는 저축을 늘리는 것이 합리적인 선택일 뿐만 아니라 불가피한 선택일 것이다. 즉, 공황의 상황에서는 각자가 저축이 나쁘고 소비가 미덕이라는 점을 충분히 알고 있더라도 소비를 늘리는 선택을 할 수 없다. 내가 저축을 줄이고 소비를 늘리더라도 다른 모든 사람들이 저축을 늘린다면 나의 상태는 더욱 악화될 것이기 때문이다. 따라서 공황으로부터 경제를 구출하려면 구성의 모순으로부터 자유로운 제3의 경제주체의 역할이 무엇보다 중요하다. 제3의 경제주체란 바로 정부를 뜻한다. 민간으로부터 수요증대를 기대할 수 없는 상황으로부터 정부가 수요증대의 방안을 찾을 수 있을 것이다.

<제시문3>

자본주의를 기반으로 한 현대사회에서는 자신이 기여한바 혹은 자격에 따라 보상을 받는 이른바 능력주의 원칙이 널리 퍼져 있으며, 대부분의 사회 구성원들이 능력이나 성과에 따른 자원분배를 공정하다고 생각한다. 한국사회의 분배 정의에 대한 한 조사 결과에 따르면, 66퍼센트의 응답자가 "능력이나 노력의 차이에 따라 보수의 차이는 클수록 좋다"는 의견에 찬성하였다. 이 결과는 연령이나 소득에 따라 다소간의 차이는 있으나 크게 달라지지 않는 것으로 나타났다. 하지만 이러한 능력주의 원칙은 폭압적으로 변할 수 있다. '일만 열심히 하면 성공으로 곧장 달려갈 수 있다'는 믿음은 '우리가 우리 운명의 주재자이며, 앞날은 스스로의 손에 달려있다'는 믿음을 반영하고 있다. 일과 자기 구제에 대한 이러한 입장은 연대와 시민의 상호적 책임에 대한 입장에도 영향을 준다. 열심히 일하는 사람이면 누구나 성공하리라 믿고 실패하는 사람은 누구보다도 자신을 탓해야 하는 것이 옳다면, 실패한 이들을 도와주어야 한다는 말이 공감을 얻기 어렵다. 이것이야말로 능력주의의 혹독한 면이다. 자신의 운명이 오롯이 본인의 몫이라면 최고의 자리에 서는 사람과 최저의 자리에 있는 사람의 사회적 위치는 정당화된다. 부자는 부자인 이유가 있는 것이다. 그러나 만약 가장 성공한 사회구성원이 자기 이외의 요인, 가령 행운이나 공동체의 지원 덕분에 그 자리에 섰다면 그런 사람이 다른 이들의 운명에 힘을 보태주어야 한다는 도덕적 주장이 힘을 얻는다. 즉, 우리 모두가 공동 운명체라는 주장이 쉽게 받아들여질 수 있다. 반면 '우리 스스로가 운명의 주인'이라는 믿음이 굳건한 국가는 사회적 복지에 대해 인색해질 수밖에 없다. 노력하고 열심히 일함으로써 누구나 성공할 수 있다면 정부는 일자리와 기회가 모두에게 자유롭게 열려 있다고 확인만 해주면 그만일 것이다. 하지만 실제로 가난하게 태어난 사람은 상류층으로 올라갈 가능성이 거의 없다. 사실 대부분이 중산층조차 되지 못한다. 사회적 지위의

상승에 대한 연구에 따르면 최하위 소득 계층에 태어난 사람 중 겨우 4~7퍼센트만 최상위층에 도달한다고 한다. 성공이 자신의 재능과 노력 때문이라고 믿는 능력주의적 신념은 사실에 부합하지 않을 뿐 아니라 공동선(共同善)을 해칠 수도 있다. 능력주의 방식의 인재 선별은 완벽하지도 않거니와, 설령 완벽하다고 가정하더라도 선별되기 위한 극단적 경쟁의 고통과 선별에서 탈락한 대다수의 좌절로 인해 사회통합을 저해할 수밖에 없다. 사회적 지위의 상승에만 집중하는 것은 민주주의가 요구하는 공동체의 연대와 시민의식의 강화에 기여하지 못한다. 상승에 실패한 사람들도 스스로를 공동체의 구성원으로 여길 수 있도록 할 방법을 찾아야 한다. 그렇지 못하다면 능력주의 사회에서 대부분 사람들의 삶은 불행할 수밖에 없다. 능력주의는 개인의 자유에 대한 유쾌한 약속으로 이루어져 있다. '우리 운명은 우리 손에 있고, 하면 된다'라는 약속 말이다. 그러나 이러한 자유의 비전은 공동의 민주적 프로젝트에 대한 사회적 책임에서 우리의 눈을 돌리도록 한다. 사람들이 각자의 재능에 따라 무엇이든 주어지는 대로 받을 자격이 있다는 능력주의적 신념은 공동체적 연대를 거의 불가능하게 만든다. 대체 왜 성공한 사람들이 덜 성공한 사회구성원들에게 무언가를 해주어야 하는가? 이 질문에 대한 해답은 설령 죽도록 노력한다고 해도 우리는 결코 자수성가적 존재가 아님을 깨닫는 데 있다. 공동체 속 존재로서의 자신을 자각하고 사회가 개인에게 준 보상은 개인의 재능과 업적 때문만이 아님을 알게 될 때 비로소 겸손이 생겨난다. 이러한 겸손함은 우리를 갈라놓는 가혹한 성공 윤리에서 돌아설 수 있게 해준다. 그것은 능력주의의 폭정을 넘어, 보다 덜 악의적이고 보다 더 관대한 공적 삶으로 우리를 이끌어간다.

<제시문4>

한 경제학자는 시장경제 또는 자본주의 경제를 인류가 발견한 최선의 경제 시스템이라고 보았다. 개인들이 자신의 이익만 추구하려 한다면 대부분의 경우 각자의 이해관계가 충돌하면서 갈등만 빚어질 것이다. 그러나 자기 이익의 자유로운 추구가 일단 시장이라는 공간에서 행해지기만 한다면 정부나 사회 전체의 계획과 같은 '보이는 손'이 존재하지 않더라도 개인의 이익은 물론 사회 전체의 이익도 함께 구현될 수 있다는 것이다. 여기서 '보이지 않는 손'의 전제조건으로 공감의 중요성도 함께 강조되었다는 점을 놓쳐서는 안 된다. 더 많은 이익을 얻기 위해 최선을 다하되, 내가 상대방의 처지에 놓이더라도 공감할 수 있는 방식으로 최선을 다해야 한다. 쉽게 말하자면 반칙하지 말고 규칙을 지키며 경쟁해야만 개인은 물론 사회 전체의 이익도 극대화 될 수 있다는 것이다. 또 다른 경제학자는 시장에서 활동하는 가장 중요한 구성단위이자 의사결정 주체인 개인에 대해 '제한적인 지식'이라는 관점에서 바라보았다. 예컨대, 개인은 눈가리개를 두른 말과 같은 존재로, 눈가리개 안에서 보이는 정경은 이해할 수 있어도 그것을 뛰어 넘는 상황에 대해서는 알 수 없다. 즉, 개인은 자신의 주변에 대한 제한된 지식만을 가지고 행동하는 존재라는 것이다. 이는 정치가이든 경제학자이든 어떠한 개인도 사회 전체를 전망하거나 계획할 수 없음을 뜻한다. 그러나 시장은 '가격 시스템'을 통해 개인들을 연결시킴으로써 하나의 질서로 신뢰받는 제도가 될 수 있다. 가격 시스템이 작동하는 시장은 제한된 지식만을 가지고 있는 개인들로 하여금 자유와 정의를 충분히 누릴 수 있도록 해주는 공간이다. 또한 시장은 자의적이거나 특수한 명령에 의한 강제가 아니라 '추상적 원리의 강제'에 의거하여 자원을 배분하는 시스템이며 경제적 자유를 보장하는 유일한 제도라는 점에서 인류가 도달할 수 있는 최선의 사회형태라고 할 수 있다. 개인이 모여 만든 시장은 화폐·언어·도시 등과 마찬가지로 개인들의 의도하지 않은 행동의 결과로 출현한 자생적 질서의 하나가 된다. 즉, 시장은 오랜 시간에 걸쳐 여러 개인의 적극적인 상호 작용 속에서 형성되어 일정한 질서를 구축한다는 것이다. 시장은 개인이나 집단의 사전계획 없이도 인간 활동을 조직하며 사회에 자연적인 안정을 제공한다. 그러므로 시장의 자생적 질서를 공동체의 이익이란 명분으로 계획이나 정책을 통해 바꾸려는 것은 인간의 '치명적 오만'으로 사태를 오히려 악화시킬 뿐이다.

3. 출제 의도

[문제1]의 출제 의도는 고등학교 교육과정을 정상적으로 이수한 학생들이 주어진 주제에 대해 논리적으로 분석, 사고하고 본인의 생각을 글로 논술하는 능력을 평가하기 위한 것이다. 이 문항은 시민의 자유와 책임에 관한 대립적인 두 입장인 자유주의적 관점과 공동체주의적 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. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책7] "사회과 교육과정"
2. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책6] "도덕과 교육과정"</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td>1. 교과명: 사회
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 통합 사회</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준</td><td>[10통사06-02] 자유주의적 정의관과 공동체주의적 정의관을 바탕으로 개인의 권리와 공동체에 대한 의무, 사익과 공익(공동선) 등의 문제를 중심으로 탐구하도록 한다.</td><td>[문제1]
<제시문1>~
<제시문4></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 정치와 법</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준</td><td>[12정법01-03]우리 헌법에서 보장하는 기본권의 내용을 분석하고, 기본권 제한의 요건과 한계를 탐구한다.</td><td>[문제1]
<제시문1></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 경제</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준</td><td>[12경제01-03]경제 문제를 해결하는 다양한 방식의 장단점을 비교하고, 시장경제의 기본 원리와 이를 뒷받침하는 사회 제도를 파악한다.</td><td>[문제1]
<제시문4></td></tr>
</table>
2. 교과명: 도덕
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 윤리와 사상</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준</td><td>[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.</td><td>[문제1]
<제시문1>~
<제시문4></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
통합사회	이진석 외	지학사	2017	180-185	[문제1], <제시문1~4>	○
통합사회	육근록 외	동아출판	2017	168-169	[문제1], <제시문1~4>	○
통합사회	박병기 외	비상교육	2017	174-179	[문제1], <제시문1~4>	○
통합사회	정창우 외	미래엔	2017	170-173	[문제1], <제시문1~4>	○
윤리와 사상	황인표 외	교학사	2018	179-182	[문제1], <제시문1~4>	○
윤리와 사상	박찬구 외	시마스	2018	184-190	[문제1], <제시문1~4>	○
정치와 법	김왕근 외	천재교육	2018	15	[문제1], <제시문1>	○
경제	유종열 외	비상	2018	29, 32, 126	[문제1], <제시문2, 4>	○
경제	박형준 외	천재교육	2018	35, 129	[문제1], <제시문2, 4>	○
경제	허수미 외	지학사	2018	32	[문제1], <제시문2, 4>	○

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자 (저자)	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
한국경제신문	백광엽	한국경제	2021	N/A	<제시문1>	○
시장경제를 위한 진실게임	박종현	김영사	2008	66-67, 73-76, 79	<제시문2>, <제시문4>	○
공정하다는 착각	마이클 센델	와이즈베리	2020	65-67	<제시문3>	○
기회의 공정 대 결과의 공정	김호기	한국일보	2020	N/A	<제시문3>	○
한국의 능력주의	박권일	이데아	2021	246	<제시문3>	○

5. 문항 해설

[문제1]은 고등학교 통합사회와 윤리와사상 교과과정에서 다루고 있는 '자유주의'와 '공동체주의'라는 두 가지 관점에 근거하여 개인의 자유와 권리, 능력주의, 공동체적 가치, 공동선, 사회적 책임 등과 같은 다양한 개념들을 포괄하는 제시문들을 나열하고, 그것들을 두 가지 입장으로 분류, 요약하라는 문제이다. 총 4개의 제시문은 정의로운 사회의 실현을 위한 다양한 관점에 대한 자유주의 또는 공동체주의적 입장으로 분류할 수 있다. 문제의 요구에 따라 제시문들을 정확하게 이해, 분류하고 그 요지를 논리적으로 요약할 수 있는 능력을 평가한다. 제시문들은 고등학교 교과서 및 관련 서적에서 발췌해 출제진이 재구성하였다. 각 제시문의 난이도는 수학능력시험 국어영역 지문 수준을 넘지 않도록 하여 수험생들의 정확한 분류 및 요약 능력을 측정하고자 했다. 제시문의 분류와 요지는 아래와 같다.

ⅰ) 자유주의: <제시문1>, <제시문4>
개인의 자유에 최고의 가치를 부여하고 이에 대한 보장을 강조한다. 공동체의 이익이 목적이라 하더라도, 개인의 자유와 권리는 침해되어서는 안 되며, 개인의 표현의 자유와 경제 활동의 자유를 보장해주는 시장의 중요성을 강조할 수 있다.

ⅱ) 공동체주의: <제시문2>, <제시문3>
개인의 자유와 권리에 대한 지나친 강조는 공동체 이익의 저해, 이기주의의 만연과 같은 문제를 발생시킬 수 있다. 개인의 사익만을 추구하는 이기주의적 태도를 버리고 공동체적 연대와 사회적 책임을 통하여 사회문제를 해결해야 하며 공동선을 달성해야 한다.

<제시문1>
존 밀턴의 <아레오파지티카>는 표현의 자유의 중요성을 피력하였으며, 이를 통해 민주주의가 실현되고 사회가 안정적으로 발전해 나갈 수 있다. 개인은 합리적이고 자율적인 존재이므로 '사상의 자유롭고 공개적인 시장'만 보장된다면 진리와 허위를 분별할 수 있다.

<제시문2>
구성의 모순이라는 개념을 통해 개인들의 자유로운 선택이 궁극적으로 사회 전체에 바람직하지 않은 결과를 초래할 수 있다. 개인의 자유로운 경제활동의 한계점을 지적하며 공동체를 위하여 정부가 역할을 해야한다.

<제시문3>
개인의 성공에 대한 능력주의 신념은 불평등과 승자독식을 정당화하는 등 공동선을 해칠 수 있다. 개인이 공동체 안에서 소속감, 연대의식, 시회적 책임감을 느낄 때 사회가 발전할 수 있다고 주장하며, 능력주의의 한계를 지적한다.

<제시문4>
개인의 경제활동의 자유를 충분히 보장해 주면, 시장이 자생적으로 질서를 만들고 자원을 효율적으로 배분할 수 있다. 사람들이 제한된 지식만을 가지고 있더라도 시장이라는 최선의 사회 형태 안에서 자유와 정의가 보장될 수 있다.

좋은 답안 작성의 포인트는 '개인의 자유'와 '공동체'라는 핵심 주제어를 중심으로 각 제시문이 중심 주장과 근거를 정확하게 포착하여 '개인의 자유를 존중하고 보장하여야 한다'는 입장과 '공동체 속에서 개인은 사회적 책임을 가지고 공동선을 달성해야 한다'는 입장으로 분류하고 각 입장에 속한 제시문들을 유기적으로 연결하는 방식으로 요약문을 작성하는 것이다. 그렇기 때문에 제시문 각각에 대한 요약이 포함되어 있지 않더라도 상반된 두 입장의 내용이 해당 제시문들의 주장을 포괄하여 잘 정리되었다면 감점할 이유가 없다. 그러나 제시문 각각의 내용을 잘 요약했더라도 이를 종합하여 상반된 두 입장의 내용을 정리하지 못했다면 감점을 감수해야 한다.
기본적인 독해능력을 갖춘 학생이라면 어렵지 않게 분류할 수 있을 것이므로, 제시문을 분류하는데 그치지 않고 각 입장의 내용을 명확하고 적절하게 정리하는 것이 중요하다. 따라서, 각 제시문의 입장 및 중심 논지에 대한 정확한 이해를 바탕으로 같은 입장으로 분류한 제시문들을 하나의 통일된 글로 요약, 정리한다면 좋은 평가를 받을 수 있다. 특히 논지 정리 과정에서 같은 입장으로 분류된 제시문의 논점 차이까지 적절히 고려하여 글을 작성한다면 우수한 답안이라고 할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	- 채점 포인트 ① 자유주의와 공동체주의(공화주의)적 입장을 정확히 분류하였는가? ② 자유주의와 공동체주의(공화주의)적 입장을 정확하고 풍부하게 요약하였는가? ③ 자유주의와 공동체주의(공화주의)적 입장을 통합적으로 요약하였는가? (제시문 별로 요약하고, 통합적으로 요약하지 않은 경우 감점 요인)	
	- 채점 기준 A: 제시문을 올바르게 분류하고, <제시문1, 4>와 <제시문2, 3>의 차이점이나 관계까지 충분히 고려하면서 두 입장의 핵심 논지를 통합적으로 잘 분석하여 기술한 답안 B: 제시문을 올바르게 분류하고 두 입장의 핵심 논지를 잘 분석하여 기술하고 있으나, <제시문1, 4>와 <제시문2, 3>의 차이점이나 관계를 효과적으로 부각시키지 못한 답안 C: 제시문 분류는 올바르게 하였으며 각 제시문에 대한 요약은 적절하게 이루어졌으나, <제시문1, 4>와 <제시문2, 3>을 종합한 입장의 핵심 논지가 제대로 기술되지 않은 답안 D: 제시문 분류는 잘못했으나 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

시민적 자유와 책임이 무엇에 근거해야하는지에 관한 두 가지 입장인 자유주의와 공동체주의(또는 공화주의)를 논하고 있다. <제시문1>, <제시문4>는 자유주의의 입장으로 <제시문2>, <제시문3>은 공동체주의의 입장으로 분류할 수 있다.

자유주의에서는 개인의 자유에 최고의 가치를 부여하고 이에 대한 보장을 강조한다. <제시문1>은 존 밀턴의 <아레오파지티카>를 중심으로 표현의 자유의 중요성을 피력하였으며, 이를 통해 민주주의가 실현되고 사회가 안정적으로 발전해 나갈 수 있다고 보았다. <제시문4>는 개인의 경제활동의 자유를 충분히 보장해 주면, 시장이 자생적으로 질서를 만들고 자원을 효율적으로 배분할 수 있다고 설명한다. <제시문1>에서는 개인은 합리적이고 자율적인 존재이므로 '사상의 자유롭고 공개적인 시장'만 보장된다면 진리와 허위를 분별할 수 있음을 강조하였으며, <제시문4>는 사람들이 제한된 지식만을 가지고 있더라도 시장이라는 최선의 사회 형태 안에서 자유와 정의가 보장될 수 있음을 강조하였다. 두 제시문은 설령 공동체의 이익이 목적이라 하더라도, 개인의 자유와 권리는 침해되어서는 안 된다는 공통된 입장을 주장하며, 개인의 표현의 자유와 경제 활동의 자유를 보장해주는 시장의 중요성을 강조하였다.

한편 공동체주의에서는 개인의 자유와 권리에 대한 지나친 강조가 공동체 이익의 저해, 이기주의의 만연과 같은 문제를 발생시킬 것이라고 본다. <제시문2>는 구성의 모순이라는 개념을 통해 개인들의 자유로운 선택이 궁극적으로 사회 전체에 바람직하지 않은 결과를 초래할 수 있음을 설명한다. 이와 유사한 맥락에서 <제시문3>도 개인의 성공에 대한 능력주의 신념은 불평등과 승자독식을 정당화하는 등 공동선을 해칠 수 있다고 본다. 또한 개인이 공동체 안에서 소속감, 연대감, 책임감을 느낄 때 사회가 발전할 수 있다고 주장함으로써 능력주의의 한계를 지적하고 있다. <제시문2>는 개인의 자유로운 경제 활동의 한계점을 지적하며 공동체를 위한 정부의 역할을 언급하였고, <제시문3>은 공동체적 연대와 사회적 책임이 중요하다고 강조하는 점에서 경제적 측면과 사회적 연대의 관점에서 공동체주의의 필요성과 의의를 논하고 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	통합 사회, 윤리와 사상, 경제
	핵심개념 및 용어	자유주의, 공동체주의, 공동선, 자유와 권리, 사회적 책임
예상 소요 시간	40분 / 100분	

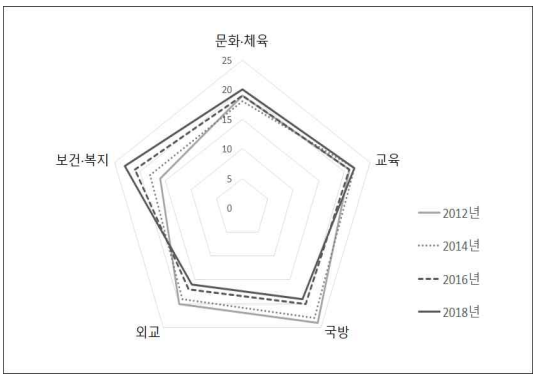
2. 문항 및 자료

[문제2] <사례1>과 <사례2>에 각각 제시된 두 국가 A, B의 자료를 해석하고, 각 사례가 [문제1]의 어느 입장을 지지하는지 설명하시오. (40점)

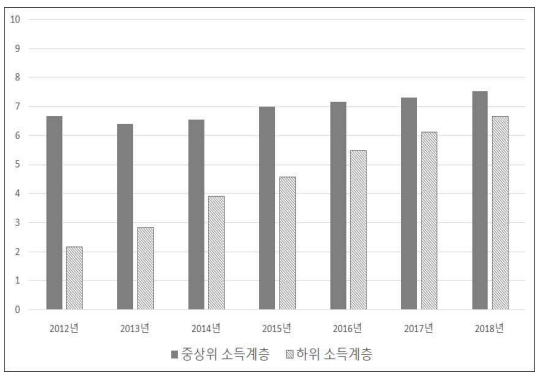
<사례1>

아래의 <그림1-1>과 <그림1-2>는 각각 A국의 예산지출의 항목별 비중과 소득계층별 행복지수를 보여준다.

<그림1-1> A국의 예산지출의 항목별 비중(%)



<그림1-2> A국의 소득계층별 행복지수

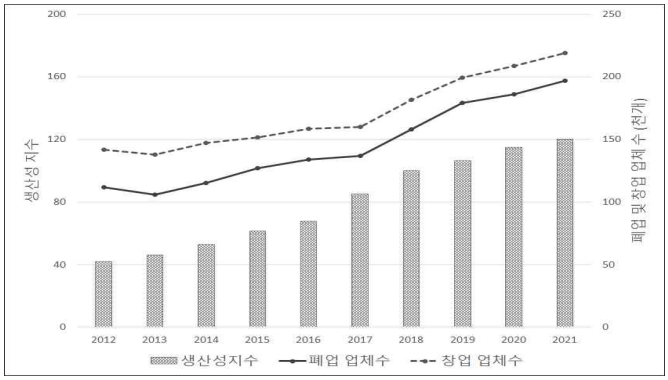


주1) 모든 연도에 A국의 예산지출 총액은 동일하며 보건·복지, 문화·체육, 교육, 국방, 외교 이외의 예산지출 항목은 없다.

주2) 모든 연도에 다른 모든 조건은 동일하다.

<사례2>

아래 자료는 B국 소비재 산업의 생산성 지수와 사업자 폐업 및 창업 동향을 보여준다. B국은 2013년부터 소비재 산업 내의 신규 진입을 제약하는 인허가 및 등록 등에 관한 모든 규제를 폐지하였다.



주1) 생산성 지수는 노동 및 자본 투입 대비 부가가치의 비율로 정의하며 2018년을 기준연도(2018=100.0)로 하여 측정한다.
주2) 모든 연도에 다른 모든 조건은 동일하다.

3. 출제 의도

[문제2]는 자료해석과 설명형 문항으로, [문제1]에서 제시된 두 입장을 자료로 보여주고 수험생들이 각 자료를 정확하게 해석하여 [문제1]의 두 입장을 논리적으로 설명할 수 있는 능력이 있는지를 평가한다. <사례1>은 A국의 예산지출 항목별 비중의 변화를 통한 국가의 재정정책과 국민 행복지수의 개선 추이를 보여줌으로써 공동체주의를 지지할 수 있는 근거가 된다. <사례2>는 개인이 자유롭고 합리적인 판단을 토대로 경제활동에 참여할 수 있을 때, 사회 전체의 자원이 효율적으로 배분될 수 있다는 자유주의적 입장을 보여준다. 이 두 사례에 제시된 바를 토대로 자료의 의미를 정확히 분석하고 자유주의와 공동체주의의 두 가지 입장과 연관 지어 설명하는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td>1. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책7] “사회과 교육과정”
2. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책6] “도덕과 교육과정”</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td>1. 교과명: 사회
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 통합 사회</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준</td><td>[10통사06-02] 자유주의적 정의관과 공동체주의적 정의관을 바탕으로 개인의 권리와 공동체에 대한 의무, 사익과 공익(공동선) 등의 문제를 중심으로 탐구하도록 한다.</td><td>[문제2]</td></tr>
<tr><th colspan="2">과목명: 경제</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12경제01-03] 경제 문제를 해결하는 다양한 방식의 장단점을 비교하고, 시장경제의 기본 원리와 이를 뒷받침하는 사회 제도를 파악한다.</td><td rowspan="2">[문제2]
<사례1>,
<사례2></td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[12경제02-04] 시장 실패 현상을 개선하기 위한 정부의 시장 개입과 그로 인해 나타날 수 있는 문제점을 이해하고 이를 보완할 수 있는 방안을 모색한다.</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

2. 교과명: 도덕

과목명: 윤리와 사상		관련
성취기준	[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.	[문제2]

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
통합사회	이진석 외	지학사	2017	180-185	[문제2]	○
통합사회	육근록 외	동아출판	2017	168-169	[문제2]	○
통합사회	박병기 외	비상교육	2017	174-179	[문제2]	○
통합사회	정창우 외	미래엔	2017	170-173	[문제2]	○
윤리와 사상	황인표 외	교학사	2018	179-182	[문제2]	○
윤리와 사상	박찬구 외	시마스	2018	184-190	[문제2]	○
정치와 법	김왕근 외	천재교육	2018	15	[문제2]	○
경제	유종열 외	비상	2018	29, 32, 126	[문제2], <사례1, 2>	○
경제	박형준 외	천재교육	2018	35, 129	[문제2], <사례1, 2>	○
경제	허수미 외	지학사	2018	32	[문제2], <사례1, 2>	○

5. 문항 해설

문제 해결을 위해 다음과 같은 세 가지 측면의 사고가 요구된다.

첫째, 수험생은 <사례1>에서 A국의 예산지출 항목별 비중의 변화를 통한 국가의 재정정책이 [문제1]의 공동체주의에서 강조하는 국민의 행복지수가 개선하는 데 도움이 되었다는 점을 연결하여 국가의 역할을 통해 국민의 행복지수가 개선되었다는 결과를 이해할 수 있어야 한다.

둘째, 수험생은 <사례2>에서 소비재 산업 내의 신규 진입을 제약하는 인허가 및 등록 등에 관한 모든 규제를 폐지한 이후, 창업 업체 수와 폐업 업체 수는 꾸준히 증가하였고 투입 대비 산출을 의미하는 생산성 지수도 지속해서 상승하였음을 이해할 수 있어야 한다.

셋째, 수험생은 [문제1]의 두 입장이 각각 <사례1>과 <사례2>를 통해 어떻게 설명될 수 있는지 판단하여야 한다.

<그림1-1>은 A국의 예산 지출 항목별 비중의 변화를 보여준다. 시간의 흐름에 따라 국방과 외교 분야의 예산 지출은 지속적으로 감소한 반면 보건·복지 분야는 지속적으로 증가하였다. 동시에 <그림1-2>는 A국의 소득계층별 행복지수의 변화를 보여준다. 전체적인 추이를 살펴보면 중상위 소득계층의 행복지수는 상대적으로 소폭 상승하였고 하위 소득계층의 행복지수는 꾸준히 상승하였다. <사례1>의 두 그림은 <제시문2>, <제시문3>에서 나타난 바와 같이 공동체주의의 입장에서 정부의 역할을 통해 사회적 책임을 중시하는 것과 공동선을 달성하는 것을 지지하는 근거로 설명할 수 있다.

<사례2>는 B국 소비재 산업 내의 창업 업체 수, 폐업 업체 수, 그리고 생산성지수의 변화를 보여준다. 2013년부터 소비재 산업 내의 신규 진입을 제약하는 인허가 및 등록 등에 관한 모든 규제를 폐지한 이후, 창업 업체 수와 폐업 업체 수는 꾸준히 증가하였고 투입 대비 산출을 의미하는 생산성지수도 지속적으로 상승하였다. 따라서, 자유로운 산업활동이 사회 전체적으로 더욱 효율적인 결과를 가져온다는 점을 자유주의관점에서 설명할 수 있어여 한다. <사례2>는 <제시문1>, <제시문4>에서 설명한 바와 같이 개인이 자유롭고 합리적인 판단을 토대로 경제 활동에 참여할 수 있을 때, 사회 전체의 자원이 효율적으로 배분될 수 있다는 자유주의적 입장을 지지하는 근거로 설명할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	- 채점 포인트 ① <사례1>과 <사례2>를 각각 정확하게 이해하였는가? ② 공동체주의적 입장을 지지하는 근거로 <사례1>을, 자유주의적 입장을 지지하는 근거로 <사례2>를 활용하였는가? ③ 각 사례가 해당 입장을 어떻게 정당화하는지 논리적으로 충분히 설명하였는가?	
	- 채점 등급 A: <사례1>과 <사례2>에 제시된 자료를 정확하게 이해하고 [문제1]의 제시문들과 연계하여 각 사례가 어떤 입장을 지지하는지 충분하고 논리적인 설명을 제시한 답안 B: <사례1>과 <사례2>에 제시된 자료를 정확하게 이해하고 [문제1]의 제시문들과 연계하여 각 사례가 어떤 입장을 지지하는지는 밝혔으나 그 내용이 불충분하고 논리성이 다소 부족한 답안 C: <사례1>과 <사례2>에 제시된 자료를 정확하게 이해하고 각 사례가 어떤 입장을 지지하는지는 밝혔으나 해당 제시문들을 충분히 연계시키지 못하여 논거가 불분명하고 주장의 논리성이 현저히 낮은 답안 D: <사례1>과 <사례2>에 제시된 현상은 정확하게 이해했으나 [문제1]의 제시문들을 각 사례와 잘못 연결 지었거나 두 입장 중 어느 하나만을 설명한 불충분한 답안 E: <사례1>과 <사례2>를 모두 부정확하게 이해하여 [문제1]에 등장한 두 가지 입장에 대한 부적절한 설명을 제시한 답안 F: <사례1>과 <사례2>를 모두 부정확하게 이해했고 [문제1]에 등장한 두 가지 입장에 대한 설명을 전혀 제시하지 않은 답안	

7. 예시 답안

<사례1>은 공동체주의 입장을 지지한다. <그림1-1>에서 A국의 예산지출의 항목별 비중을 보면 일정한 변화를 확인할 수 있다. 시간의 흐름에 따라 국방과 외교 분야의 예산지출 비중은 지속적으로 감소한 반면 보건·복지 분야는 지속적으로 증가하였다. 동시에 <그림1-2>의 전체적인 추이를 살펴보면, 중상위 소득계층의 행복지수는 상대적으로 소폭 상승하였고 하위 소득계층의 행복지수는 꾸준히 상승하였다. 다른 모든 조건이 동일하다는 전제 하에 두 그림을 함께 해석하면, 정부의 보건·복지 분야 예산지출 확대로 하위 소득계층에 대한 복지 혜택이 늘어났고, 결과적으로 행복지수가 상승하였음을 추론할 수 있다. <사례1>의 두 그림은 <제시문2>, <제시문3>에서 나타난 공동체주의를 지지하는 근거로 설명할 수 있다. 즉, 공동체주의 입장에서 정부의 역할이 공동선을 달성하는 데 도움이 될 수 있다는 점을 보여준다.

한편 <사례2>는 자유주의 입장을 지지한다. B국에서 2013년부터 소비재 산업 내의 신규 진입을 제약하는 인허가 및 등록 등에 관한 모든 규제를 폐지한 이후 창업 업체 수와 폐업 업체 수가 꾸준히 증가하였다. 규제의 폐지를 통해 창업에 대한 개인의 자유가 확대되었으며 자유로운 경쟁 속에서 생존하지 못한 업체는 시장에서 도태되어 폐업하였음을 유추할 수 있다. 또한 투입 대비 산출을 의미하는 생산성 지수도 꾸준히 상승하였다. 이는 정부의 개입 없이 개인이 자유롭고 합리적인 판단으로 경제 활동에 참여할 수 있을 때 사회 전체의 자원이 효율적으로 배분될 수 있음을 의미한다. <제시문1>, <제시문4>에서 설명한 바와 같이 자유주의는 개인의 자율성을 강조하며 정부 개입의 최소화를 주장한다.

문항카드 3

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 1교시 / 문제 3	
출제 범위	교육과정 과목명	통합 사회, 윤리와 사상, 정치와 법, 경제
	핵심개념 및 용어	자유주의, 공동체주의, 공동선, 자유와 권리, 사회적 책임
예상 소요 시간	20분 / 100분	

2. 문항 및 자료

[문제3] C국에서는 최근 도심 지역의 주택수요가 높아지면서 고도제한 완화가 쟁점으로 떠올랐다. 고도제한은 국립공원 및 문화재 경관과 국가 주요 시설 보호를 목적으로 사유 건축물의 층수 및 높이를 일정 수준으로 제한하는 도시관리 계획의 일환이다. 도심 고도제한 완화에 대한 찬성 또는 반대의 입장을 밝히고, [문제1]의 제시문과 [문제2]의 사례를 활용하여 본인의 입장을 정당화하시오. (20점)

3. 출제 의도

[문제3]은 시민의 자유와 책임에 관한 대립적인 두 입장인 자유주의와 공동체주의의 관점에서 도심 고도제한 완화에 대한 자신의 견해를 밝히고 이를 정당화하는 문제이다. 수험생은 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 사례를 활용하여 도심 고도제한 완화에 대한 자신의 입장을 설득력 있게 논술해야 한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

적용 교육과정	1. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책7] "사회과 교육과정" 2. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책6] "도덕과 교육과정"
관련 성취기준	1. 교과명: 사회

과목명: 통합 사회		관련
성취기준	[10통사06-02] 자유주의적 정의관과 공동체주의적 정의관을 바탕으로 개인의 권리와 공동체에 대한 의무, 사익과 공익(공동선) 등의 문제를 중심으로 탐구하도록 한다.	[문제3]

과목명: 정치와 법		관련
성취기준	[12정법04-01] 민법의 의의와 기능을 이해하고, 민법의 기본 원리를 탐구한다.	[문제3]

과목명: 경제		관련
성취기준	[12경제02-04] 시장 실패 현상을 개선하기 위한 정부의 시장 개입과 그로 인해 나타날 수 있는 문제점을 이해하고 이를 보완할 수 있는 방안을 모색한다.	[문제3]

2. 교과명: 도덕

과목명: 윤리와 사상		관련
성취기준	[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.	[문제3]

나) 자료 출처

교과서 내

도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
통합사회	이진석 외	지학사	2017	180-185	[문제3]	○
통합사회	육근록 외	동아출판	2017	168-169	[문제3]	○
통합사회	박병기 외	비상교육	2017	174-179	[문제3]	○
통합사회	정창우 외	미래엔	2017	170-173	[문제3]	○
윤리와 사상	황인표 외	교학사	2018	179-182	[문제3]	○
윤리와 사상	박찬구 외	시마스	2018	184-190	[문제3]	○
정치와 법	김왕근 외	천재교육	2018	15	[문제3]	○
경제	유종열 외	비상	2018	29, 32, 126	[문제3]	○
경제	박형준 외	천재교육	2018	35, 129	[문제3]	○
경제	허수미 외	지학사	2018	32	[문제3]	○

5. 문항 해설

[문제3]은 도심 고도제한 완화에 대한 찬반 입장을 묻고 있다. 자유주의와 공동체주의에 대한 상반된 두 입장을 이해하고 도심 고도제한 완화에 대하여 찬성하는 입장(자유주의) 또는 반대하는 입장(공동체주의)을 [문제1]의 제시문과 [문제2] 사례의 자료들을 활용하여 체계적으로 논술하는 것이 문제의 초점이다.

ⅰ) 자유주의적 관점: 도심 고도제한 완화에 찬성하는 입장 (제시문1, 4 및 사례2)

- 국립공원 및 문화재 경관과 국가 주요 시설 보호라는 공공의 이익을 추구하더라도 개인의 자유와 권리가 침해되어서는 안 된다는 입장(제시문1, 4 및 사례2 활용 가능).
- 고도제한 완화는 시장 내에서 개인의 자유로운 경제활동을 활성화시킨다는 관점(제시문4 및 사례2 활용 가능)

ⅱ) 공동체주의적 관점: 도심 고도제한 완화에 반대하는 입장 (제시문2, 3 및 사례1)
- 개인의 자유로운 경제 활동의 한계점을 지적하며 공동체를 위한 정부 개입이 필요하다는 입장(제시문2 및 사례1 활용 가능).
- 개인의 사익만을 추구하는 이기주의적인 태도로 고도제한을 완화한다면 공동선이 위태로워질 수 있다는 입장(제시문2, 3 및 사례1 활용 가능).

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	- 채점 포인트 ① 도심 고도제한 완화에 대해 찬성 또는 반대의 입장을 분명히 밝혔는가? ② 자신의 입장을 [문제1]의 제시문 및 [문제2]의 사례를 이용하여 정당화하였는가? ③ [문제1]의 상반되는 두 입장을 유기적으로 연결하여 체계적이고 논리적으로 정당화하였는가?	
	- 채점 등급 A: 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하고 주어진 제시문과 사례를 유기적으로 연결하여 자신의 선택을 체계적이고 논리적으로 정당화한 답안 B: 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하긴 했으나 주어진 제시문과 사례를 단편적으로 연결하는 데 그치고 주장의 체계성과 논리성이 미흡한 답안 C: 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하긴 했으나 주어진 제시문과 자료의 내용을 있는 그대로 단순 반복하는 데 그친 답안 D: 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하긴 했으나 선택의 근거로 제시한 주장의 설득력이 낮고 논리적이지 않은 답안 E: 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하지 않고 제시문과 자료의 내용과는 동떨어진 주장을 제시한 답안 F: E 등급 수준에 미치지 못하는 답안	

7. 예시 답안

1) 도심 고도제한 완화에 대한 찬성 입장(자유주의)

C국의 도심 고도제한이 완화되어 건축물의 층수 및 높이를 기존보다 높일 수 있게 되면 건축물 소유자와 도심 지역 주택을 소유하기를 원하는 시민들의 자유가 확대된다고 할 수 있다. 그리고 개인의 자유와 권리가 최대한 보장될 때 <제시문4>와 <사례2>에서 제시한 바와 같이 개인의 이익은 물론 사회 전체의 이익도 구현될 수 있다. 도심 지역은 부지가 한정적이기 때문에 주택 공급을 증가시키기 위해서는 고도제한 완화가 필요하다. 고도제한 완화로 주택 공급이 증가하면 보이지 않는 손인 시장의 가격 시스템을 통해 주택 가격이 조정되어 사회 전체적으로도 도심 주택 시장의 안정화를 꾀할 수 있다. 물론 국립공원 및 문화재 경관과 국가 주요 시설에 대한 보호를 통하여 공동체의 이익을 도모하는 것도 중요하지만 개인의 자유와 권리를 침해하는 수준까지 국가가 개입하거나 통제를 해서는 안 된다. 즉, 국가는 개인이 경제 활동을 통해 이익을 추구하고 자유로운 경쟁이 이루어질 수 있도록 법질서의 유지나 공공재 공급과 같은 최소한의 역할만을 수행해야 한다.

2) 도심 고도제한 완화에 대한 반대 입장(공동체주의)

C국의 도심 고도제한 정책은 국립공원 및 문화재 경관과 국가 주요 시설을 보호하기 위한 것으로 공동체를 위한 정부의 역할일 것이다. 개인의 사익만을 추구하는 이기주의적인 태도로 고도제한을 완화한다면 공동선이 위태로워질 수 있다. 높아진 건물로 인해 국립공원과 문화재의 경관이 훼손되고 국가 주요 시설에 대한 보안 유지가 어려워지면, 공동체의 이익이 손상되고 개인 삶의 질도 낮아질 것이다. 물론, 도심 지역의 사유지를 개발하는 것은 개인의 자유로운 선택과 권리이며 주택을 구입하는 것 또한 자신들의 노력이나 능력에 따른 성과라고 주장할 수 있다. 그러나 고도제한 완화에 따라 도심경관이 훼손되고 공동체의 안전이 위협받는 정도까지 난개발이 이루어진다면 개인의 자유로운 선택을 제한하는 국가의 개입이 정당화 될 수 있을 것이다. <제시문2>와 <사례1>에서처럼 공동체의 이익을 구현하기 위해서는 도심 고도제한 정책이라는 정부의 개입이 유지되어야 할 것이다.

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, 윤리와 사상
	핵심개념 및 용어	의무론, 인간의 의지적 행위, 결과론, 공리주의
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 자료

[문제1] <제시문1>~<제시문4>는 인간의 행위를 판단하는 기준에 대한 견해를 담고 있다. 제시문들을 상반된 두 입장으로 분류하고 각 입장을 요약하시오. (40점)

<제시문1>

우리는 누구나 환경오염자이다. 우리는 자동차를 운행하고 석유로 난방을 하며, 우리가 사용한 유연제는 해양생물에 피해를 입힌다. 우리가 모든 편리함을 버리고 가장 검소하게 살아도 환경에 부담을 주지 않고 살아가는 것은 절대 불가능하다. 환경은 우리와 독립된 외부적 요인이 아니며, 우리는 생태계의 일원으로 환경과 긴밀하게 연결되어 있기 때문이다. 이러한 점에서 우리의 자유는 대부분 환경에 부담을 주는 자유이며, 환경보호를 위해 만든 법은 필연적으로 환경에 부담을 주지 못하도록 행위의 자유를 제한한다. 또한 환경에 대한 법적 보호가 포괄적이고 완전할수록 다양한 행위 영역에서 사람들의 자유를 제한하는 문제가 더욱 심각해질 것이다. 이러한 상관관계를 기반으로 추론해 보면, 다음과 같은 결론에 다다르게 된다. 환경에 부담이 되는 모든 행위의 금지는 인간의 자유를 완전하게 배제할 수밖에 없다. 그뿐만 아니라, 우리의 생존 기반 자체가 이로 인해 사라질 것이다. 그렇다면 자율적인 환경보호가 행정명령이나 금지와 같은 법·제도로 행위규제를 했을 때만큼 효과를 낼 수는 없는 것인가? 생각해 보면 개인이 일상생활에서 법과 무관하게 자율적으로 환경보호를 실천하는 경우가 많다. 가령, 사람들은 자가용으로 배기가스나 소음을 발생시키는 대신 지하철이나 버스, 자전거를 이용하기도 하며, 난방을 2~3도 낮게 설정하는 등 개인의 불이익을 감수하면서도 환경파괴를 예방하기 위한 다양한 노력을 한다. 그러나 우리는 환경보호를 위해 취해야 할 모든 행동을 자율적으로 하고 있는가? 그렇지 않다. 우리는 행위의 변화를 통해서 어떠한 이익이 있거나 적어도 불이익이 발생하지 않을 경우에만 자신의 습관을 스스로 바꾼다는 것을 경험적으로 알 수 있다. 즉, 개인의 행위는 그 행위로 인해 발생하는 이해관계와 긴밀한 연관성을 가지고 있다. 따라서 환경에 대한 책임을 개인의 자율성에만 맡긴다면 소수의 이상주의자만이 개인적인 희생을 감당하게 될 것이다. 이는 시민의 절대 다수가 환경보호는 누구나 반드시 지키고 따라야 하는 의무로서 이를 위해 높은 비용이나 불편함을 감수하는 것에 동의하더라도 마찬가지이다. 1980년 6월 8일 독일에서는 자율성을 기반으로 한 '자동차 없는 일요일' 시위가 있었다. 당시 여론조사에서 시민의 79%가 일요일 하루 자동차 타는 것을 그만둘 의사가 있다고 표명하는 등 시민, 환경보호 단체, 정치가들의 높은 지지가 있었다. 그러나 결과는 참담했다. 실제 시위 참가자는 매우 적었고, 일부 언론에서는 이러한 현상을 자동차 운전자의 대다수가 '자동차 없는 일요일'에 반대하는 것으로 해석하였다. 그러나 이 같은 해석은 완전히 잘못된

것이다. 자동차 운행이 없는 조용한 일요일은 애초에 개인들이 스스로 행동하여 만들어낼 수 있는 것이 아니다. 개인은 자신이 자동차를 주차장에 둔 채로 지낸다면 분명히 유해물질의 배출 감소에 어느 정도 공헌할 수는 있지만, 이러한 선택을 주저한다. 왜냐하면 다른 사람들도 같은 행동을 한다는 보장이 없기 때문이다. 타인의 협조 없이는 '자동차 없는 일요일'에 기대되는 이익을 향유할 수 없다. 그러므로 개인은 자동차의 운행을 멈출 합리적 이유를 발견하지 못하여 시위에 참여하지 않은 것이지, 결코 그러한 제안에 반대하거나 저항하는 것은 아니다. 결국 친환경적 행동이 마땅히 행해야 하는 의무를 따르는 것임에도 불구하고, 이러한 행동이 개인의 이익 혹은 불이익과 결부되지 않는 한 환경을 위해서 개인적으로 희생할 합리적 이유는 존재하지 않는 것이다. 이때 법·제도의 역할은 최대한 많은 사람이 이익을 향유할 수 있도록 자신의 이익과 더불어 다른 사람의 이익도 함께 추구할 수 있게 유도하는 것이다.

<제시문2>

군주는 신하의 간언(諫言)을 잘 들어야만 좋은 군주가 된다. 그런데 만약 신하가 간언을 하지 않는다면, 좋은 군주가 될 기회가 없다. 그렇다면 신하로 하여금 간언하도록 하는 방법은 무엇인가? 대체로 군주는 하늘처럼 크고 하늘처럼 존귀하며 번개와 우레처럼 위험스럽다. 사람이 하늘에 대항할 수 없고 하늘을 범할 수 없으며 번개와 우레를 거역할 수 없는 것은 자명한 것이다. 성인이 그런 것을 알았기 때문에 상을 주는 제도를 만들어 권장했으니, "흥성(興盛)한 왕은 간언을 하는 신하에게 상을 내려주었다."라는 기록이 그것이다. 그럼에도 불구하고 신하가 겁이 많고 아첨을 잘하여 군주의 잘못에 대해 간언하지 않을까 염려하여 형벌을 만들어 위협했으니, "신하가 바르지 않으면 형벌을 가했다."라는 기록이 그것이다. 사람의 일반적인 정서는 상을 거부하거나 형벌을 받으려고 하지 않으니, 어찌 간언하지 않겠는가? 상과 형벌을 시행하지 않으면 사람들이 또한 어찌 하늘에 대항하고 번개와 우레를 거역하겠는가? 지금 여기 세 사람이 있다고 하자. 한 사람은 용감하고, 한 사람은 용감하기도 하고 비겁하기도 하며, 또 한 사람은 비겁하다. 그들과 함께 깊은 계곡의 절벽 위에 서서, 그들에게 "여기를 뛰어서 건너가면 용감한 행동이라고 하고, 그렇지 못하면 비겁한 행동이라고 한다."라고 말하면, 저 '용감한 사람'은 비겁함을 부끄러워하여 반드시 뛰어서 건널 것이다. '용감하기도 하고 비겁한 사람'과 '비겁하기만 한 사람'은 그렇게 할 수 없을 것이다. 다시 그들에게 "여기를 뛰어서 건너가는 자에게는 천금(千金)을 줄 것이고, 아니면 아무것도 없다."라고 말하면, 용감하기도 하고 비겁한 사람은 이익을 탐내어 반드시 뛰어넘을 것이나 비겁하기만 한 사람은 여전히 주저하며 그렇게 하지 못할 것이다. 그런데 잠시 후에 사나운 호랑이가 무섭게 달려드는 상황을 만난다면, 비겁하기만 한 사람이라 할지라도 말도 하기 전에 빠르게 절벽을 뛰어넘을 것이다. 그렇다면 사람에게 어찌 용감함과 비겁함이 있겠는가? 요점은 형세(形勢)로 몰아붙이는 데 있을 따름이다. 임금에게 대항하기 어려운 것은 깊은 계곡을 뛰어넘는 것과 같다. 이른바 성품이 충성스럽고 의로워서 상을 좋아하지 않고 죄를 두려워하지 않는다면, 그런 사람은 용감한 사람이며 반드시 간언을 한다. 상을 좋아하는 자는 용감함과 비겁함이 반반인 사람이며, 그런 사람은 반드시 상이 있어야 간언을 한다. 죄를 두려워하는 사람은 비겁한 사람이며, 그런 사람은 반드시 형벌이 있어야 간언을 한다. 이전의 뛰어난 왕들은 용감한 자를 항상 얻을 수 없다는 것을 알고 있었기 때문에 천금으로써의 상을 주었고, 호랑이로써의 형벌을 사용했다. 이를 통해 앞으로는 달려갈 곳이 있도록 하고 뒤로는 피할 곳이 있도록 하여, 그 형세상 왕의 과실을 바로잡는 강력한 간언을 하지 않을 수 없었으니, 이것이 고대의 하(夏)·은(殷)·주(周) 삼대(三代) 왕조가 흥성한 까닭이다. 그런데 쇠퇴한 말세에는 그렇지 못하였다. 간언하지 않는 사람에게는 상을 주고, 간언한 사람에게는 형벌을 주었다. 따라서 신하가 입을 꼭 다물고 전혀 간언하지 않았으니, 난리가 일어나고 패망하게 된 것은 당연한 이치이다. 현명한 군주가 자기의 잘못을 듣고 싶을 때에도 상을 주고 나서야 비로소 간언을 들을 수밖에 없었던 것이다.

<제시문3>

지금 사람들의 본성은 태어나면서부터 이익을 좋아하니, 이것을 따르기 때문에 싸우고 빼앗는 일이 생기며 사양(辭讓)하는 일이 없어진다. 사람은 태어나면서부터 질투하고 미워하니, 이것을 따르기 때문에 남을 해치고 상하게 하는 일이 생기며 충심과 믿음이 없어진다. 사람은 태어나면서부터 귀와 눈의 욕망이 있어서 아름다운 소리와 빛깔을 좋아하니, 이것을 따르기 때문에 지나친 혼란이 생기며 예의와 아름다운 격식이 없어진다. 그렇기 때문에 사람이 본성을 따르고 감정을 좇는다면, 반드시 싸우고 빼앗게 되며 분수를 어기고 이치를 어지럽힘으로써 난폭한 상태로 귀결될 것이다. 따라서 반드시 스승의 법도를 통한 교화와 예의를 통한 지도가 있어야 한다. 그런 이후에야 남에게 사양하게 되고 아름다운 격식을 갖게 됨으로써 잘 다스려지는 상태로 귀결될 것이다. 지금 사람들에게 스승의 법도가 없다면 한쪽으로 치우치고 위험하여 바르지 않을 것이며, 예의가 없다면 이치에 어긋나고 난폭한 짓을 하여 통제되지 않을 것이다. 이처럼 사람이 사람답게 되는 까닭은 무엇인가? 분별력이 있기 때문이다. 배고프면 배부르게 먹기를 원하고, 추우면 따뜻해지기를 원하며, 힘들면 쉬기를 원하는 것이 사람의 본성이다. 그런데 사람들이 배고픈데도 불구하고 어른을 보면 감히 먼저 먹지 않는 것은 사양하려는 마음이 있기 때문이다. 힘든데도 불구하고 감히 어른보다 먼저 쉬려고 하지 않는 것은 그를 대신하여 일하려는 마음이 있기 때문이다. 자식이 아버지에게 사양하고 아우가 형에게 사양하며, 자식이 아버지를 대신하여 일하고 아우가 형을 대신하여 일하는 것은 바로 사람이 동물과 달리 분별력이 있기 때문이다. 이러한 행동은 모두 본성에 반대되고 감정에 어긋나는 것임에도 불구하고, 그러한 행동을 하는 이유는 무엇인가? 본성과 감정이 생긴 이후에 어떻게 행동할지 마음으로 결정하는 것이 바로 인간의 사려(思慮) 작용이다. 그리고 그 마음의 사려에 의해 결정한 대로 행동하는 것이 바로 인간의 의지적 행위이다. 이러한 의지적 행위는 마음의 사려가 축적되고 그 사려에 따른 행동이 오랜 기간 습관화된 이후에야 비로소 실천 가능하다. 이러한 맥락에서 길거리의 사람도 모두 다 우(禹)임금과 같은 훌륭한 성인(聖人)이 될 수 있다. 우임금이 우임금으로서 존경을 받는 까닭은 그가 인자함과 의로움과 올바른 법도를 실천했기 때문이다. 길거리의 평범한 사람이라고 하더라도 모두가 인자함과 의로움과 올바른 법도를 알 수 있는 자질과 이를 행할 수 있는 능력이 있기 때문에, 안으로는 아버지와 자식의 올바른 도리를 알고 밖으로는 임금과 신하의 올바른 관계를 안다. 만약 그들이 도를 익히는 학문을 하며 전심전력으로 사색하고 고찰하여 오랜 시간 쉬지 않고 선을 쌓으면, 마침내 밝은 이치에 통달하고 하늘과 땅의 변화에 맞추어 행동하게 될 것이다. 따라서 그들도 모두 우임금과 같은 훌륭한 성인이 될 수 있다는 것은 분명한 사실이며, 성인은 이러한 노력이 쌓여서 이룬 결과이다.

<제시문4>

부모가 2~10세 사이의 자녀와 나누는 말의 70%는 자녀에게 영향력을 행사하려는 개입이다. 부모의 개입에는 전형적으로 세 가지 기법이 동원된다. 첫 번째는 힘을 행사하는 경우로, 협박이나 완력의 사용, 장난감·TV·컴퓨터 따위의 압수 등을 동원하는 강제적인 개입방식이다. 두 번째는 애정을 철회하는 경우로, 아이를 어른의 규범에 복종시키고 아이가 여기서 벗어나는 행동을 하면 아이를 무시하거나 대화를 거부하는 것이다. 세 번째는 귀납적 추론 방식으로, 아이의 언행이 타인에게 어떤 결과를 미치게 되는지를 아이가 성장함에 따라 점진적으로 각인시키는 것이다. 도덕원칙의 내면화와 공감능력 수준을 평가한 연구 결과에 따르면, 힘의 행사는 도덕교육에 오히려 해로운 영향을 미치고 애정의 철회는 별 효과가 없는 것으로 나타났다. 반면에, 귀납적 추론은 부모님을 닮고 싶다는 욕망, 도덕규범의 내면화, 공감능력의 활성화에 기여하는 것으로 나타났다. 이는 아이의 관심을 '자기 행동이 타인에게 직접적으로 미치는 결과'에 집중시키도록 한다. 부모가 이와 같은 상황을 아이에게 설명하기 때문에 부모의 개입이 아이에게 강압적으로 느껴지지 않으며, 심지어 자기의 자유가 위협당하는 상황에서도 거부반응이 덜하게 된다. 또한 귀납적 추론은 아이에게 불안감을 경감시켜주며, 도덕규범의 내면화 과정에 긍정적으로 작용한다. 무엇보다도 이를 통해 아이에게 이타적 행동을 유도하고 공감능력을 길러줄 수 있다. 아이로 하여금 바람직하지 못한 언행이 타인에게 신체적이나 심리적으로

어떤 피해를 미치게 될지 상상하도록 유도함으로써, 자신이 그 피해에 책임이 있다는 것을 깨닫고 타인의 입장을 헤아리거나 죄의식을 갖도록 한다. 인간은 이미 규정된 존재가 아니라 주체적으로 스스로를 만들어 가는 존재로서 자신의 의지와 행동을 통해 타인과의 관계를 형성해 나간다. 인간은 도덕적 주체성과 신념을 지니고 있으며 행위의 결과와는 무관하게 현실문제를 진단하고 이를 개선하기 위한 실천을 수행할 수 있다. 결론적으로, 부모의 개입방식 중의 하나인 귀납적 추론은 성장과정에서 아이에게 도덕적 정체성을 부여하고 도덕적 성찰을 유도하는 효과가 있다. 또한 귀납적 추론을 통해 아이들은 장기적으로 도덕적 주체성과 도덕원칙을 계발하고 내면화할 수 있다. 반면, 힘의 행사나 애정의 철회는 장기적으로 아이에게 도덕적 성찰을 이끌어내지 못하고 도덕적 성숙이 모든 인간의 의무임을 인식시키는 데 한계를 지닐 수밖에 없다.

3. 출제 의도

[문제1]의 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 인간의 행위를 판단하는 기준에 관한 대립적인 두 입장인 의무론적 관점과 결과론적 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

적용 교육과정	1. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책7] "사회과 교육과정" 2. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책6] "도덕과 교육과정"
관련 성취기준	1. 교과명: 사회

과목명: 고등학교 통합 사회		관련
성취기준 1	[10통사01-03] 행복한 삶을 실현하기 위한 조건으로 질 높은 정주 환경의 조성, 경제적 안정, 민주주의의 발전 및 도덕적 실천이 필요함을 설명한다.	[문제1] <제시문1>~ <제시문4>
성취기준 2	[10통사02-03] 환경 문제 해결을 위한 정부, 시민사회, 기업 등의 다양한 노력을 조사하고, 개인적 차원의 실천 방안을 모색한다.	<제시문1>

2. 교과명: 도덕

과목명: 윤리와 사상		관련
성취기준 1	[12윤사01-01] 인간에 대한 다양한 관점을 비교하고, 우리의 삶에서 윤리사상과 사회사상이 필요한 이유를 탐구할 수 있다.	[문제1] <제시문1>~ <제시문4>
성취기준 2	[12윤사02-02] 선진유교의 전개 과정을 탐구하여 도덕의 성립 근거에 대한 상대되는 입장의 특징과 한계를 토론할 수 있고, 성리학과 양명학을 비교하여 도덕법칙의 탐구방법에 상대되는 입장의 특징과 한계를 토론할 수 있다.	[문제1] <제시문3>
성취기준 3	[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.	[문제1] <제시문1>~ <제시문4>

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
윤리와 사상	박찬구 5인	씨마스	2020	142-151	[문제1]	○

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
환경법에서의 자유와 자율성 -보다 적은 규제에 의한 보다 많은 환경보호?-(환경법과 정책)	박용숙	강원대학교 비교법학연구소	2018	201-234	<제시문1>	○
중국 옛 문장가의 '논술쓰기'	요내	신성출판사	2007	248-252	<제시문2>	○
순자	순자	을유문화사	2014	153, 774-776, 794-795	<제시문3>	○
도덕적 인간은 왜 나쁜 사회를 만드는가	Laurent Bègue, 이세진 역	부키	2013	115-132	<제시문4>	○

5. 문항 해설

[문제1]은 고등학교 '윤리와 사상' 교과과정에서 다루고 있는 의무론, 인간의 의지적 행위, 결과론, 공리주의 등에 대한 입장이 담긴 제시문들을 의무론적 입장과 결과론적 입장으로 분류하고, 그 핵심 논지를 요약하는 문제이다. 문제의 요구에 따라 제시문들을 정확하게 이해하고 효과적으로 요약할 수 있는 능력을 평가한다. 총 4개의 제시문은 고등학교 교과서와 관련 서적에서 선별하였으며, 필요에 따라 출제진이 재구성하였다. 제시문의 분류와 요지는 아래와 같다.

인간의 행위를 판단하는 기준에 대한 견해는 크게 결과론(공리주의)과 의무론으로 구분할 수 있다. <제시문1>, <제시문2>는 결과론의 입장으로, <제시문3>, <제시문4>는 의무론의 입장으로 분류할 수 있다.

ⅰ) 의무론적 판단기준: <제시문3>, <제시문4>

<제시문3>: 인간은 분별력과 사려를 통해 인자하고 의로운 행동을 할 수 있으며, 그것은 인간이 의지적인 행위를 주체적으로 행할 수 있는 존재이기 때문이다. 이것은 의무론에서 강조하는 일종의 선한 의지를 통한 행동이라는 점에서 의무론적 입장에 부합한다.

<제시문4>: 자녀에 대한 부모의 개입에 있어서 협박이나 장난감 압수 또는 애정을 철회하는 등의 방법은 자녀에게 긍정적 영향력을 끼치지 못하지만, 자녀의 언행이 타인에게 어떤 결과를 미치게 되는지를 각인시키는 귀납적 추론은 자녀로 하여금 도덕규범을 내면화 시키고 공감능력을 길러준다는 점을 강조하고 있다. 또한 자녀가 자신의 행동이 스스로에게 어떤 불이익이 생기는지를 고려하여 행동하기보다는 도덕적인 인간으로 성숙하는 것이 인간의 의무임을 깨닫는 것이 중요함을 강조하고 있기 때문에 의무론의 입장으로 볼 수 있다.

ⅱ) 결과론(공리주의)적 판단기준: <제시문1>, <제시문2>

<제시문1>: 인간은 행위의 변화를 통해서 어떠한 이익이 있거나 적어도 불이익이 발생하지 않을 경우에만 자신의 습관을 바꾼다고 주장하며 행위의 가치는 결과에 따라 결정된다는 점을 강조한다. 동시에 자신과 타인의 이익을 함께 추구하는 방법으로 법과 제도의 효용성을 강조하고 있는 점에서 결과론의 입장으로 볼 수 있다.

<제시문2>: 훌륭한 군주가 되기 위한 필요조건의 하나인 신하의 간언에 상 또는 형벌이라는 외재적 수단이 필요함을 강조하며, 올바른 행위란 최선의 결과를 가져오는 행위임을 강조하기 때문에 결과론적 입장에 부합한다고 볼 수 있다.

좋은 답안 작성의 포인트는 '의무론'과 '결과론(공리주의)'이라는 핵심 주제어를 중심으로 각 제시문의 중심 주장과 근거를 정확하게 포착하여 '인간 행동의 판단기준은 의무적 윤리론에서 출발한다'는 입장과 '인간 행동의 판단기준은 결과적 윤리론에서 출발한다'는 입장을 분류하고 각 입장에 속한 제시문들을 유기적으로 연결하는 방식으로 요약문을 작성하는 것이다. 그렇기 때문에 제시문 각각에 대한 요약이 포함되어 있지 않더라도 상반된 두 입장의 내용이 해당 제시문들의 내용을 포괄하여 잘 정리하였다면 감점할 이유가 없다. 그러나 제시문 각각의 내용을 잘 요약했더라도 이를 종합하여 상반된 두 입장의 내용을 정리하지 못했다면 감점을 감수해야 한다.

기본적인 독해 능력을 갖춘 학생이라면 어렵지 않게 분류할 수 있을 것이므로, 제시문을 분류하는데 그치지 않고 각 입장의 내용을 명확하고 적절하게 정리하는 것이 중요하다. 따라서, 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 적절히 고려하여 글을 작성한다면 우수한 답안이라 할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	- 채점 포인트 ① 제시문들을 의무론과 결과론(공리주의)의 두 입장으로 정확히 분류하였는가? ② 두 입장의 요지를 정확히 이해하였는가? ③ 두 입장의 요지를 통합적으로 잘 요약하였는가?	
	- 채점 기준 A: 제시문을 결과론(공리주의)(<제시문1>, <제시문2>)과 의무론(<제시문3>, <제시문4>)의 두 입장으로 올바르게 분류하고, 두 입장의 차이점이나 관계까지 충분히 고려하면서 두 입장의 핵심 논지를 잘 분석하여 기술한 답안 B: 제시문을 올바르게 분류하고 두 입장의 핵심 논지를 잘 분석하여 기술하고 있으나 <제시문1>, <제시문2>와 <제시문3>, <제시문4>의 차이점과 관계를 효과적으로 부각시키지 못한 답안 C: 제시문 분류는 올바르게 하였으며 각 제시문에 대한 요약은 적절하게 이루어졌으나, <제시문1>, <제시문2>와 <제시문3>, <제시문4>를 종합한 입장의 핵심 논지가 제대로 기술되지 않은 답안. 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: 제시문을 결과론(공리주의)(<제시문1>, <제시문2>)과 의무론(<제시문3>, <제시문4>)의 두 입장으로 정확히 분류하지 못하였지만, 두 입장의 핵심 논지 서술은 어느 정도 이루어진 답안. E: 제시문을 결과론(공리주의)(<제시문1>, <제시문2>)과 의무론(<제시문3>, <제시문4>)의 두 입장으로 정확히 분류하지 못하였고, 두 입장의 핵심 논지 서술도 제대로 안된 답안 F: E 등급 수준에 미치지 못하는 답안	

7. 예시 답안

인간의 행위를 판단하는 기준에 대한 견해는 크게 결과론(공리주의)과 의무론으로 구분할 수 있다. <제시문1>, <제시문2>는 결과론의 입장으로, <제시문3>, <제시문4>는 의무론의 입장으로 분류할 수 있다.

<제시문1>은 인간은 행위의 변화를 통해서 어떠한 이익이 있거나 적어도 불이익이 발생하지 않을 경우에만 자신의 습관을 바꾼다고 주장하며 행위의 가치는 결과에 따라 결정된다는 점을 강조한다. 동시에 자신과 타인의 이익을 함께 추구하는 방법으로 법과 제도의 효용성을 강조하고 있는 점에서 결과론의 입장으로 볼 수 있다. <제시문2>는 훌륭한 군주가 되기 위한 필요조건의 하나인 신하의 간언에 상 또는 형벌이라는 외재적 수단이 필요함을 강조하며, 올바른 행위란 최선의 결과를 가져오는 행위임을 강조하기 때문에 결과론적 입장에 부합한다고 볼 수 있다.

반면 <제시문3>은 인간의 분별력과 의지적 행동을 강조한다. 본성은 자신의 이익을 추구하기 때문에 사양하는 일이 없이 항상 다툼이 발생한다. 그러나 인간은 스승의 법도를 통한 교화와 예의를 통한 지도에 의해 본성과는 다른 행동을 할 수 있게 된다. 왜냐하면 인간은 분별력과 사려를 통해 인자하고 의로운 행동을 할 수 있으며, 그것은 인간이 의지적인 행위를 주체적으로 행할 수 있는 존재이기 때문이다. 이것은 의무론에서 강조하는 일종의 선한 의지를 통한 행동이라는 점에서 의무론적 입장에 부합한다. <제시문4>는 자녀에 대한 부모의 개입에 있어서 협박이나 장난감 압수 또는 애정을 철회하는 등의 방법은 자녀에게 긍정적 영향력을 끼치지 못하지만, 자녀의 언행이 타인에게 어떤 결과를 미치게 되는지를 각인시키는 귀납적 추론은 자녀로 하여금 도덕규범을 내면화 시키고 공감능력을 길러준다는 점을 강조하고 있다. 또한 자녀가 자신의 행동이 스스로에게 어떤 불이익이 생기는지를 고려하여 행동하기보다는 도덕적인 인간으로 성숙하는 것이 인간의 의무임을 깨닫는 것이 중요함을 강조하고 있기 때문에 의무론의 입장으로 볼 수 있다.

문항카드 5

1. 일반 정보

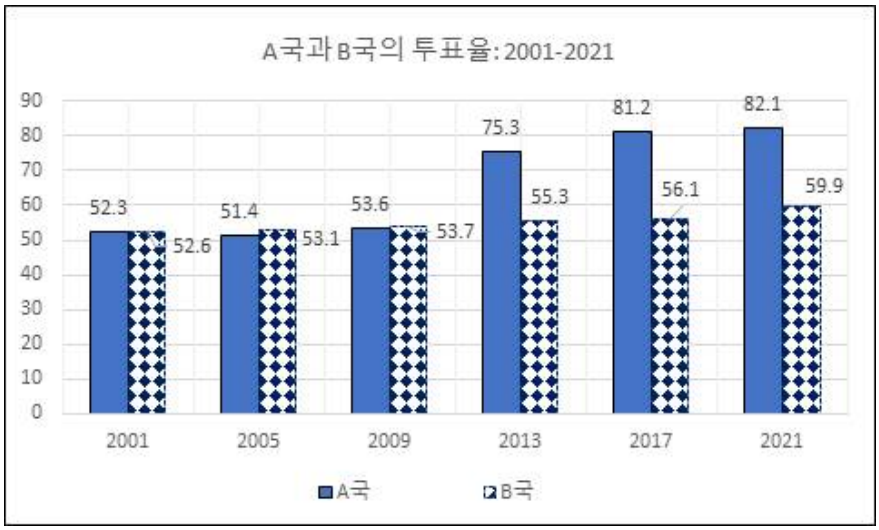
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 2교시 / 문제 2	
출제 범위	교육과정 과목명	통합사회, 윤리와 사상, 생활과 윤리, 정치와 법
	핵심개념 및 용어	의무론, 인간의 의지적 행위, 결과론, 공리주의
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 자료

[문제2] 아래 <자료1>, <자료2>, <자료3>을 활용하여 [문제1]의 두 입장을 각각 옹호하시오. (40점)

A국과 B국은 시민의 투표율을 높이고 성숙한 민주주의를 실현하기 위해서 다음과 같은 정책을 수립하였다. A국은 유권자의 참여를 의무화하는 의무투표제를 2012년도부터 실시하여 투표 불참자에게 벌금을 부과하였다. B국은 2012년도부터 선거에 대한 각종 홍보활동과 민주시민교육을 꾸준히 실시해왔다. 정책 시행 전후로 A국과 B국에서는 아래 <자료1>, <자료2>, <자료3>과 같은 현상이 나타났다.

<자료1> **(단위:%)**



※ 위 자료는 연도별 국회의원 선거의 투표율임. 조사기간 동안 다른 조건은 모두 동일하다고 가정

<자료2> **(단위:%)**

구분	A국		B국	
	2009	2021	2009	2021
소득 1분위 투표율	48.6	91.1	47.1	52.2
소득 2~9분위 투표율	53.1	83.0	53.3	59.6
소득 10분위 투표율	63.2	66.3	62.9	70.3
무효표 비율	2.3	19.2	2.5	1.9

※ 무효표는 투표한 표 중 무효로 처리되어 득표로 인정되지 않는 표임

※ 위 자료는 연도별 국회의원 선거의 투표율임. 조사기간 동안 다른 조건은 모두 동일하다고 가정

※ 소득 1분위는 최하위 10%의 소득계층을, 소득 10분위는 최상위 10%의 소득계층을 가리킴

<자료3> **(단위:%)**

구분	A국		B국	
	2009	2021	2009	2021
'정당 및 시민단체에서 적극 활동한다'고 응답한 비율	15.3	11.7	16.0	22.3
'정부가 하는 일을 늘 지켜본다'고 응답한 비율	52.8	48.2	53.7	59.2
'정책개선을 위해 자발적으로 민원을 넣는다'고 응답한 비율	23.2	15.9	24.3	28.9

※ 위 자료는 연도별 국회의원 선거기간에 진행한 설문조사 결과임. 조사기간 동안 다른 조건은 모두 동일하다고 가정

3. 출제 의도

[문제2]는 자료해석과 설명형 문항으로, [문제1]에서 제시된 두 입장을 지지하는 자료들을 보여주고 수험생들이 각 자료들을 [문제1]과 연계시켜 정확하게 해석할 수 있는 능력이 있는지를 평가한다. <자료1>은 공리주의 윤리관에 근거한 의무투표제도를 옹호하는 자료이며, <자료2>와 <자료3>은 의무론적 윤리관에 근거한 정책의 효과를 보여주는 자료이다. 이 세 자료에 제시된 바를 토대로 자료의 의미를 정확히 분석하고, 투표율 제고를 위한 정책을 두 가지 입장과 연관지어 설명하는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

적용 교육과정	1. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책7] "사회과 교육과정" 2. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책6] "도덕과 교육과정"
관련 성취기준	1. 교과명: 사회

과목명: 통합 사회		관련
성취기준	[10통사01-03] 행복한 삶을 실현하기 위한 조건으로 질 높은 정주 환경의 조성, 경제적 안정, 민주주의의 발전 및 도덕적 실천이 필요함을 설명한다.	[문제2]

과목명: 정치와 법		관련
성취기준	[12정법03-02] 대의제에서 선거의 중요성과 선거 제도의 유형을 이해하고, 우리나라 선거 제도의 특징과 문제점을 분석한다.	[문제2] <자료1>~ <자료3>

2. 교과명: 도덕

과목명: 윤리와 사상		관련
성취기준 1	[12윤사01-01] 인간에 대한 다양한 관점을 비교하고, 우리의 삶에서 윤리사상과 사회사상이 필요한 이유를 탐구할 수 있다.	[문제2]
성취기준 2	[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.	[문제2]

과목명: 생활과 윤리		관련
성취기준 1	[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.	[문제2]
성취기준 2	[12생윤03-03] 국가의 권위와 의무, 시민의 권리와 의무를 동서양의 다양한 관점에서 설명하고, 민주시민의 자세인 참여의 필요성을 제시할 수 있다.	[문제2] <자료1>~ <자료3>

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
정치와 법	정필운 외8인	비상교육	2019	92-93	[문제2], <자료1>~<자료3>	○

5. 문항 해설

문제 해결을 위해 다음과 같은 세 가지 측면의 사고가 요구된다.

첫째, 수험생은 <자료1>에서 A국은 2012년 의무투표제를 도입한 이후, 투표율이 2013년부터 급등하기 시작하여 2017년과 2021년에는 81~82%의 높은 수준을 유지하고 있음을 추론해야 한다. 반면, B국은 2012년부터 선거에 대한 각종 홍보활동과 민주시민교육을 실시한 결과, 투표율이 조금씩 점진적으로 증가하고 있음을 해석해야 한다.

둘째, 수험생은 <자료2>에서 A국은 의무투표제의 도입 이후 B국보다 훨씬 높은 평균 투표율을 기록하고 있으나, 이러한 투표율 증가 효과가 소득 10분위의 고소득층보다는 벌금에 대해서 경제적으로 더 민감한 소득 1분위의 저소득층에게 더 강하게 나타나고 있음을 추론할 수 있어야 한다. 또, A국이 의무투표제를 도입한 이후 같은 시기 B국에 비해 무효표 비율이 대폭 증가한 것은 의무투표제가 유권자들의 투표 참여율을 높이는 데에는 효과적일지 모르나, 실제 의도했던 효과(성숙한 민주주의 실현 등)를 발휘하는 데에는 한계가 있었음을 추론해야 한다.

셋째, 수험생은 <자료3>에서 민주적 시민성을 측정하는 세 가지 여론조사 질문 문항의 응답 결과를 보고 A국의 시민들은 의무투표제 도입 이후 민주시민의식이 증가하지 않고 오히려 감소한 반면, B국의 시민들은 꾸준히 시민의식이 제고되고 있음을 해석해야 한다.

<자료1>은 A국이 2012년 의무투표제를 도입한 이후, 투표율이 2013년부터 급등하기 시작하여 2017년과 2021년에는 81~82%의 높은 수준을 유지하고 있으나, B국은 2012년부터 선거에 대한 각종 홍보활동과 민주시민교육을 실시한 결과 투표율이 조금씩 점진적으로 증가하고 있음을 보여준다. 이는 의무투표제를 통해 시민들의 투표권리 행사를 강제하는 것이 개인의 의무감을 기반으로 한 자율적 참여보다는 확실히 투표율 제고에 효과가 있었음을 보여준다. 따라서 <자료1>은 목표했던 투표율의 증가라는 좋은 결과가 산출되었기 때문에 결과론(공리주의)적 윤리관에 근거한 제시문1, 2의 관점을 지지하는 근거로 설명할 수 있다.

<자료2>는 A국이 의무투표제의 도입 이후 B국보다 평균적으로는 훨씬 높은 평균 투표율을 기록하고 있으나, 이러한 투표율 증가 효과가 소득 분위에 따라 다름을 보여준다. 구체적으로, 소득 10분위의 고소득층보다는 벌금에 대해서 경제적으로 더 민감한 소득 1분위의 저소득층에게 더 강한 효과가 나타나고 있다. 또, A국이 의무투표제를 도입한 이후 같은 시기 B국에 비해 무효표 비율이 대폭 증가한 것은 의무투표제가 유권자들의 투표 참여율을 높이는 데에는 효과적일지 모르나, 실제 의도했던 효과인 성숙한 민주주의 실현에는 한계가 있었음을 보여준다. <자료3>은 민주적 시민성을 측정하는 세 가지 여론조사 질문 문항의 응답 결과를 보여준다. A국의 시민들은 의무투표제 도입 이후 민주시민의식이 높아지지 않고 오히려 낮아진 반면, 각종 선거 홍보활동과 민주시민교육을 실시한 B국의 시민들은 꾸준히 시민의식이 제고되고 있다. <자료2>와 <자료3>은 의무투표제보다는 선거 홍보활동과 민주시민교육이 국민의 의무감을 높여주어 투표에 참여하게 한다는 논리를 적절하게 활용하여, 해당 정책이 [문제1]의 제시문3, 4에 나타나는 의무론적 윤리관에 입각하고 있다고 해석해야 한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	- 채점 포인트 ① <자료1>, <자료2>, <자료3>에 나타난 두 국가의 정책이 어떠한 윤리의 관점에서 해석될 수 있는지를 정확히 파악하여 제시하였는가? ② 각 자료에서 제시된 표와 그림을 종합적으로 이용하고 서로 연계하여 설명하였는가? ③ 각 자료별로 [문제1]의 제시문들을 적절히 활용하여 논리적으로 정당화하였는가? ④ <자료1>, <자료2>, <자료3>에서 제시된 가정에 벗어난 현상이나 논리를 이용하는 경우는 오답	
	- 채점 등급 A: <자료1>, <자료2>, <자료3>에 제시된 현상을 정확하게 이해하고 [문제1]의 제시문들과 연계하여 두 가지 입장 각각에 대해서 충분하고 논리적인 옹호를 전개한 답안 B: <자료1>, <자료2>, <자료3>에 제시된 현상을 정확하게 이해하고 [문제1]의 제시문들과 연계하여 두 가지 입장 각각에 대해서 옹호하였으나 그 내용이 불충분하고 논리성이 다소 부족한 답안 C: <자료1>, <자료2>, <자료3>에 제시된 현상을 정확하게 이해하고 두 입장을 각각 옹호했으나 해당 제시문들을 충분히 연계하지 못하여 옹호의 논거가 불분명하고 주장의 논리성이 현저히 낮은 답안 D: <자료1>, <자료2>, <자료3>에 제시된 현상을 정확하게 이해했으나 [문제1]의 제시문들을 각 자료와 잘못 연결지었거나 두 입장 중 어느 하나만을 옹호한 불충분한 답안 E: <자료1>, <자료2>, <자료3>을 모두 부정확하게 이해하여 [문제1]에 등장한 두 가지 입장에 대한 옹호가 부적절한 주장으로 제시한 답안 F: <자료1>, <자료2>, <자료3>을 모두 부정확하게 이해했고 [문제1]에 등장한 두 가지 입장에 대한 옹호를 전혀 제시하지 않은 답안	

7. 예시 답안

결과론(공리주의)의 입장에서 올바른 행위란 최선의 결과를 가져오는 행위라고 본다. <자료1>은 투표 불참자에게 벌금을 부과하는 의무투표제를 도입한 A국이 선거에 대한 홍보와 민주시민교육을 실시해온 B국에 비해 투표율의 높은 증가가 나타났음을 보여주고 있다. 투표는 개인의 자유이고 투표 불참자에게 벌금을 부과하는 의무투표제의 도입이 개인의 자유를 제한하는 행동이라고 비판할 수도 있다. 하지만 목표했던 투표율의 증가라는 좋은 결과가 산출되었기 때문에 올바른 행동으로 판단할 수 있다.

반면 의무론의 입장에서 올바른 행위란 마땅히 지켜야 할 의무에 따라 행위의 옳고 그름을 판단해야 하며 행위의 결과가 아닌 동기를 중시해야 한다고 본다. <자료2>에서는 A국과 B국의 소득 10분위별 투표율을 보여주고 있는데 의무투표제를 실시한 A국에서는 가장 저소득층인 소득 1분위의 투표율이 급증한 반면 고소득층인 10분위에서는 의무투표제의 효과가 거의 없음을 확인할 수 있다. 이는 투표의 동기가 올바른 국민의 대표를 뽑아야 하는 의무에서 비롯된 것이 아니라, 단순히 벌금을 피하기 위한 행위임을 보여준다. 또한 A국의 무효표 비율이 B국에 비해 급증한 것도 확인할 수 있는데, 이는 의무투표제가 실제 추구한 가치인 성숙한 민주주의 실현에는 한계가 있었음을 보여준다. 또 <자료3>은 A국과 B국의 시민의식을 파악한 설문의 결과로 적극적이며 능동적으로 정치에 참여하는 사람들의 비율이 A국에서는 오히려 줄어든 반면, B국에서는 증가한 것을 파악할 수 있다. 이는 B국에서 실시한 각종 홍보와 민주시민교육이 B국 국민들의 시민의식을 높이고 도덕성을 내면화시켰음을 보여준다. B국의 각종 홍보활동과 민주시민교육은 국민의 의무감을 높여주었으며, 국민은 의무감을 갖고 투표에 참여하였기 때문에 올바른 행동으로 판단할 수 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	통합사회, 정치와 법, 사회 · 문화, 윤리와 사상, 생활과 윤리
	핵심개념 및 용어	의무론, 결과론(공리주의), 다문화
예상 소요 시간	20분 / 100분	

2. 문항 및 자료

[문제3] C국에서는 인도주의적 차원에서 전쟁 난민을 수용하자는 입장과, 난민 수용 및 지원이 초래할 국민의 세금 부담을 이유로 반대하는 입장이 대립하고 있다. C국 국민으로서 어느 입장을 지지하는지 자신의 선택을 밝히고, [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료를 활용하여 자신의 선택을 정당화하시오. (20점)

3. 출제 의도

[문제3]은 인간의 행위를 판단하는 기준, 즉 의무론적 윤리와 결과론적 윤리의 관점에서 전쟁 난민의 수용에 관한 찬성 또는 반대 견해를 논술하는 문항이다. 수험생들은 인도주의적 차원에서 전쟁 난민 수용의 찬성 입장과 국민의 세금 부담 차원에서 전쟁 난민 수용의 반대 입장 중에서 하나의 입장을 선택하고, [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료를 활용하여 자신의 선택을 정당화하는 데 설득력 있게 논술해야 한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

적용 교육과정	1. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책7] "사회과 교육과정" 2. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책6] "도덕과 교육과정"		
관련 성취기준	1. 교과명: 사회		
	과목명: 통합 사회		관련
	성취기준	[10통사01-03] 행복한 삶을 실현하기 위한 조건으로 질 높은 정주 환경의 조성, 경제적 안정, 민주주의의 발전 및 도덕적 실천이 필요함을 설명한다.	[문제3]
	과목명: 정치와 법		관련
	성취기준	[12정법06-02] 국제 문제(안보, 경제, 환경 등)를 이해하고, 이를 해결하기 위해 국제기구들이 수행하는 역할과 활동을 분석한다.	[문제3]

과목명: 사회・문화		관련
성취기준 1	[12사문05-03] 저출산·고령화와 다문화적 변화로 인해 대두되는 과제를 제시하고 이에 대한 대응 방안을 모색한다.	[문제3]
성취기준 2	[12사문05-04] 전 지구적 수준의 문제와 그 해결 방안을 탐색하고 세계시민으로서 지속가능한 사회를 위해 노력하는 태도를 가진다.	[문제3]

2. 교과명: 도덕

과목명: 윤리와 사상		관련
성취기준 1	[12윤사01-01] 인간에 대한 다양한 관점을 비교하고, 우리의 삶에서 윤리사상과 사회사상이 필요한 이유를 탐구할 수 있다.	[문제3]
성취기준 2	[12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다.	[문제3]

과목명: 생활과 윤리		관련
성취기준	[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.	[문제3]

나) 자료 출처

교과서 내

도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
사회·문화	서범석 외5인	지학사	2018	192-194	[문제3]	○
사회·문화	손영찬 외4인	미래엔	2018	193-195, 202-203	[문제3]	○

5. 문항 해설

[문제3]은 전쟁 난민의 수용에 대한 찬성 또는 반대 입장을 인도주의적 차원과 국민의 세금 부담 차원에서 [문제1]의 입장 및 제시문과 [문제2]의 자료를 적절히 활용하여 각각 체계적으로 논술하는 것이 문제의 초점이다. 여기서 핵심은 인도주의를 의무적 윤리론과 연계하고, 국민의 세금 부담을 결과적 윤리론(공리주의)과 연계시키는 것이다.

ⅰ) 인도주의적 차원에서 전쟁 난민의 수용을 찬성하는 근거로서 의무적 윤리론의 관점

- 의무적 윤리론의 관점에서 개인의 자율성 등을 활용하여 전쟁 난민의 수용에 대한 인도주의적 입장을 지지(제시문1 활용 가능)
- 의무적 윤리론의 관점에서 사양하는 마음, 인간의 분별력, 사려 작용, 의지적 행위 등을 활용하여 전쟁 난민의 수용에 대한 인도주의적 입장을 지지(제시문3 활용 가능)
- 의무적 윤리론의 관점에서 도덕규범의 내면화, 공감능력, 도덕적 주체성과 성찰, 신념과 의무 등을 활용하여 전쟁 난민의 수용에 대한 인도주의적 입장을 지지(제시문4 활용 가능)

ⅱ) 국민의 세금 부담 차원에서 전쟁 난민의 수용에 반대하는 결과적 윤리론(공리주의)의 관점

- 결과적 윤리론(공리주의)의 관점에서 '자국민의 최대 다수 최대 이익' 등을 활용하여 전쟁 난민의 수용 및 지원을 위한 국민의 세금 부담 때문에 난민 수용을 반대하는 입장을 지지(제시문 1 활용 가능)
- 결과적 윤리론(공리주의)의 관점에서 국민의 재정적 부담을 낮추어 자국민이 이익을 최대한 향유할 수 있도록, 전쟁 난민을 반대하는 국민의 목소리[간언, 諫言]을 채택하여 난민 수용을 반대하는 입장을 지지(제시문2 활용 가능)

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	- 채점 포인트 ① 전쟁 난민 수용의 찬성 또는 반대를 명확하게 선택하고 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료들과 올바로 연관 지었는가? ② 의무적 윤리론의 관점에서 전쟁 난민의 인도주의적 수용을 적절하고 설득력 있게 논의하고 있는가? ③ 결과적 윤리론(공리주의)의 관점에서 국민의 세금 부담 입장에서 전쟁 난민의 수용 반대를 적절하고 설득력 있게 논의하고 있는가? ④ 윤리론의 두 입장에 대한 서술이 논리적이고 설득력 있는가?	
	- 채점 등급 A. 전쟁 난민 수용의 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하고, 주어진 제시문과 자료를 유기적으로 연결하여 자신의 선택을 체계적이고 논리적으로 정당화한 답안 B. 전쟁 난민 수용의 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하긴 하였으나, 주어진 제시문과 자료를 단편적으로 연결하는 데 그치고 주제의 체계성과 논리성이 미흡한 답안 C. 전쟁 난민 수용의 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하긴 하였으나, 주어진 제시문과 자료의 내용을 있는 그대로 단순 반복하는 데 그친 답안 D. 전쟁 난민 수용의 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하긴 하였으나, 선택의 근거로 제시한 주장의 설득력이 낮고 논리적이지 않은 답안 E. 전쟁 난민 수용의 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하지 않고 제시문과 자료의 내용과는 동떨어진 주장을 제시한 답안 F: E등급 수준에 미치지 못하는 답안	

7. 예시 답안

ⅰ) 전쟁 난민의 수용에 찬성하는 의무적 윤리론 입장

C국은 전쟁 난민을 당연히 받아들여야 한다. 자연에는 자연법칙이 있듯이 인간의 마음에는 누구나 반드시 따라야 하는 도덕법칙이 있다. 인간이 다른 사람의 생명과 안전을 지켜주는 것은 누구나 준수해야 할 도덕법칙에 해당한다. 인간은 다른 사람의 고통과 곤경에 공감하는 능력을 소유하고 있으며, 이들을 마땅히 돕고자 하는 선한 의지를 가지고 있다. 전쟁으로 자신의 고국을 떠난 난민들을 받아들이고 돕는 행위는 인간의 사려 작용에 따른 의지적 행동이며, 그것은 인간의 도덕성에 근본한 주체적 행위이다. 전쟁 난민을 수용하고 지원하는 행위는 인간의 선한 의지에 따른 절대적이고 무조건적인 선한 행위이기 때문에 전쟁 난민을 받아들이는 것은 인간의 도덕적 의무이다.

ⅱ) 전쟁 난민의 수용에 반대하는 결과적 윤리론(공리주의) 입장

결과론적 공리주의 입장에 따르면, 행위의 옳고 그름은 그 행위를 수행함으로써 발생하는 결과가 판단 기준이 된다. 그런데 C국에서는 전쟁 난민을 받아들여 지원하기 위해 자국민의 세금을 추가로 징수함으로써 자국민 전체에게 재정적 부담을 가중시키려고 한다. 이는 공리주의 원칙에 어긋난다. 전쟁 난민의 수용이 결과적으로 국민 전체에게 경제적인 불이익을 초래하기 때문에 공리주의적 입장에서는 수용 반대가 정당하며, 이는 도덕적인 비난의 대상이 되지 않는다.

(또한 전쟁 난민의 수용을 반대하는 국민의 목소리(간언)를 받아들이는 것은 국민의 재정적 부담을 낮추어 자국 국민들이 그 이익을 최대한 향유할 수 있도록 한다. 이 역시 결과론적 공리주의 입장에 부합한다.)

문항카드 7

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 3교시 / 문제 1	
출제 범위	교육과정 과목명	통합사회, 사회・문화, 생활과 윤리, 윤리와 사상, 정치와 법
	핵심개념 및 용어	현실주의/실존/실용, 이상주의/윤리/도덕
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 자료

[문제1] <제시문1>~<제시문4>는 인간이 무엇을 지향하며 살 것인가에 관한 다양한 견해를 담고 있다. 제시문들을 상반된 두 입장으로 분류하고 각 입장을 요약하시오. (40점)

<제시문1>

인류는 필요를 충족시키기 위한 장비나 기법을 창조하고 사용하는 데 탁월한 성과를 보여왔다. 우리는 물질세계에서 실제적 목적을 위한 수단으로 사용된 장비들을 '기술'이라는 개념으로 설명한다. 기술은 인간의 지성을 표현하는 결정체이다. 이러한 기술이 만들어내는 법칙이 생활의 모든 단면에 침투하여 끊임없이 수단의 개량을 추구하는 과정에서 현대문명은 찬란한 발전을 이루어왔다. 우리는 연장과 장비를 탁월하게 사용하는 동물이며 기술은 문명의 모든 요소들을 정복해왔다. 근본적인 것은 물질적인 것이지 영적인 것이 아니다. 무엇이 역사를 움직이는 힘인지 알고 싶다면, 삶에서 맞부딪치는 물질적 도전과 조건, 특히 유기체가 자신의 존속을 위해 충족시켜야 하는 보편적 필요를 보아야 한다. 이러한 필요와 그에 부합하려고 인간이 취하는 방법은 경제적 실재, 즉 경제적 현실이다. 유창한 철학자들이 아무리 사실을 기만하더라도, 이런 실재가 현실에서 세계를 지배한다. 철학 체계, 문화 양식, 정치 이론, 종교적 신념 등은 그 자체의 효력을 갖지 못한다. 그보다 이들은 '이데올로기적'이며 배후에 있는 경제 현실의 산물이다. 우리가 사는 세상에서는 다른 목적을 달성하기 위한 유용한 수단이 되는 것이 비로소 가치 있는 것으로 인정받는다. 즉 '노하우(know-how)'가 궁극적인 가치를 지니게 되는 것이다. 이러한 관점에서 기술자에게 국가는 자신이 개발한 수단을 적용하는 또 하나의 영역일 뿐이다. 기술자에게 국가는 인간 의지의 표현도 아니며 신의 섭리에 의한 창조물도 아니며 계급투쟁의 산물도 아니다. 국가는 효율적으로 기능을 발휘하는 서비스를 제공하는 기업이다. 기술자는 국가를 상대적 정의 면에서 판단하지 않고 기술을 이용하는 국가의 능력 면에서 판단한다. 그들에게 정치란 상대방과 기술을 경쟁하는 터전이다. 정치적 이념은 무엇이 좋은가가 아니라 무엇이 유용한가를 중심으로 작동한다. 객관적이고 보편적인 원리나 본질에 대한 논쟁보다는 개별적인 상황에서 주체적으로 판단할 수 있는 가치가 중요하다. 따라서 사회에서 필요한 것이 무엇인지 자율적으로 판단하고 그것을 이루기 위한 효율적인 선택이 우리의 주된 관심사가 된다. 효율성을 갖춘 실용적인 해결책이야말로 기존의 것에서 실마리를 찾고, 그때그때마다 옳다고 간주하는 방향으로 나아가게 만드는 힘이다. 따라서 훈련에 의해 다듬어진 과학적이고 기술적인 변화를 통해 경제를 활성화하고 개인의 자유를 실현해야 한다.

<제시문2>

대부분의 제약사들은 백신을 만들기보다 암과 같은 질병 치료제를 개발하기 원한다. 다국적 거대제약사가 백신 프로젝트에 큰 자금투입을 꺼리는 이유는 분명하다. 첫째, 백신개발에는 시간이 오래 걸린다. 또한 백신개발의 성공여부는 지나치게 불투명하며, 백신개발에 소요되는 시간과 수익률 대비 성공률이 낮다. 둘째, 백신은 대부분 가난한 나라에서 필요한 경우가 많은데, 이들 나라는 백신의 높은 가격을 감당하지 못한다. 즉, 거대제약사 입장에서는 돈 안 되는 장사인 것이다. 실제로 브라질 등에서 유행했던 지카 바이러스 백신을 연구하고 개발했던 회사들은 손실을 입은 것으로 알려져 있다. 바로 이런 이유들 때문에, 제약사는 한 번의 접종으로 해당 질병에 평생 면역력을 갖게 되는 백신개발사업에 결코 뛰어들지 않는다. 백신이라는 과학의 선물은 분명 무시무시한 전염병으로부터 인류를 구한다는 인본주의에 기대고 있지만, 백신을 생산하는 거대제약사의 자본주의적 속성과는 애초부터 공존이 불가능한 셈이다. 얼마 전 미국 정부는 줄어들지 않는 코로나19 확진자 증가세를 막기 위해 자국민에게 백신 추가접종을 승인했고, 백신을 공급하는 거대제약사들은 이를 격렬하게 환영하고 있다. 하지만 세계보건기구는 이러한 결정이 나오자마자 추가접종을 중단하라고 촉구했다. 현재 백신이 정말 필요한 곳은 가난한 나라들이기 때문이다. 한 국가의 반인본주의적인 정책적 의사결정이 탐욕적인 거대제약사의 이익추구와 만났을 때 벌어지는 일을 우리는 지금 목도하고 있다. 코로나19 백신에 기업의 사활을 걸고 있는 회사의 입장에서는 어쩔 수 없는 선택일지 모르지만, 전 세계를 공황으로 만든 상황에서 과연 백신을 생산하는 거대제약사가 어떤 사회적 책임을 지고 있는지에 대해 역사는 반드시 기억할 필요가 있다. 적어도 백신이라는 과학기술의 결정체는 과학기술 뿐 아니라 인본주의, 윤리적 가치, 평등과 평화와 같은 인류 보편적인 이상(理想)의 맥락에서 논의되어야 한다. 그리고 과학기술인은 그 논의의 중심이 될 수 있다. 코로나19 백신개발은 거대제약사와 민간의 엄청난 투자가 없었으면 불가능했겠지만, 그 개발의 여정은 결코 거대제약사의 자본주의적 실천만으로 이루어지지 않았다. 성공여부가 불투명했던 상황에서 백신으로 인류를 구하겠다는 인본주의적 희망을 잃지 않았던 몇몇 과학자들의 끈기가 결국 불가능해보였던 백신기술의 활로를 찾게 만들었다. 그럼에도 불구하고 개발과정에서 나타난 인본주의와 자본주의의 갈등은 백신이 생산되고 전 세계에 수급되는 상황에서 더욱 심각하게 나타났다. 거대제약사는 각국 정부와 시민의 눈치를 보면서도 이익을 최대화하기 위해 갖은 노력을 기울이는 중이고, 이 와중에 저소득 국가는 백신수급경쟁에서 완전히 밀려난 상태다. 백신을 선진국에 우선 공급하는 현재의 상황은 나무만 보고 숲은 보지 못하는 실수이다. 분명 과학기술은 코로나19 대유행 상황에서 백신이라는 최고의 선물을 인류에 제공했다. 하지만 이렇게 제공된 기술이 인본주의적인 이상에만 기반 해 사용되리라 기대하는 것은 순진하고 무책임한 태도다. 어쩌면 바로 그런 이유로, 과학기술자의 역할은 지식을 발견하고 기술을 개발하는 작업을 넘어서야 한다. 코로나19 백신을 과학기술의 측면에서만 접근하는 방식은 과학기술의 역할을 축소시키는 것이기 때문이다.

<제시문3>

우리가 어떤 행위가 좋은지 아닌지를 결정할 수 있으려면 그것을 어떤 원형이나 규범, 즉 '좋음'과 비교해야만 한다. 그 행위가 이 원형과 유사한 한, 그 행위는 좋은 것이다. 좋음이나 평등과 같은 보편적 개념들을 정의함으로써 우리는 보편적이고 불변적인 어떤 것을 파악한다. 그런데 우리가 파악하는 이 '어떤 것'은 무엇인가? 그것은 객관적 실재를 가지고 있는가? 우리는 그것에 대해 우리 주위에 있는 독립적 객체처럼 지시할 수 있는가? 아니면 그것은 우리 외부에는 존재하지 않는 사유의 대상인가? 플라톤은 하나의 이데아로서의 '좋음'에 대한 이론으로 이 문제를 해결했다. 원이나 삼각형 같은 개념들(이데아들)은 우리의 감각기관으로는 포착되지 않는다. 그것들은 우리의 지성을 통해 알 수 있는 것들이다. 우리가 감각기관을 통해 지각하는 특정 원들과 삼각형들은 그것들에 해당하는 이데아들의 소멸 가능한 재현에 해당한다. 변화 가능한 이런 재현과는 대조적으로 이데아들은 보편적이고 불변적이다. 그리고 이데아들은 우리의 생각 속에 있는 어떤 것이 아니다. 그것들은 객관적으로 존재하고 보편타당하다. 우리가 '좋은 행위란 무엇인가?'라고 질문한다면, 이에 대한 예를 드는 것은 어렵지 않다. 가령 얼음이 언 호수에서 얼음이 깨져 익사할 위기에 처한 사람을 구하는 것은 좋은

행위이다. 그럼 이 행위에서 무엇이 좋은 것인가? 물에 빠진 사람을 구하러 빙판 위로 달려 나가는 것? 사람이 빠진 빙판 위로 사다리를 끌어다 놓는 것? 그 사다리를 끌어당기는 것? 여기서 우리는 '이것이 바로 좋음이다'라고 가리킬 수도 없고 좋음을 볼 수도 없다. 그것은 우리의 감각기관으로는 지각할 수 없는 것이다. 그럼에도 우리는 여전히 그 행위가 좋은 행위라고 확신한다. 플라톤에 따르면 우리는 이미 그 행위를 좋은 행위라고 이해하는 이데아를 지니고 있기 때문이다. 우리가 이데아에 대한 통상적 해석을 견지한다면, 이데아는 시간과 공간 속에 존재하지 않으며 발생하지도 소멸하지도 않는다고 말할 수 있다. 그것들은 불변적이다. 영화에 나오는 검은 말은 태어나서 성장하고 죽는다. 그러나 말의 이데아는 항상 동일한 것이다. 이것은 또한 좋음은 하나의 이데아로서 사람들이 그것을 따르든 말든, 그것에 대해 알든 모르든, 언제나 변하지 않고 같은 것으로 남아있음을 의미한다. 도구적 가치만을 강조한 나머지 본래의 가치를 인정하지 않는 실용주의의 한계를 생각해보면 플라톤의 이데아론이 우리에게 주는 메시지는 자명하다. 이데아를 추구하는 삶의 자세는, 보편적인 도덕규범의 존재와 가치를 부정함으로써 윤리적 상대주의에 빠지는 위험으로부터 우리를 구할 수 있다. 플라톤은 이데아의 세계와 현실 지각의 세계가 동등하다고 보지 않았다. 그는 이데아들이 보다 더 가치 있는 것들이라고, 즉 이데아들은 이상적이라고 믿었다. 이데아들은 이상적이기 때문에 우리는 그것을 추구해야 한다. 이상은 정의로운 사회의 모습을 담고 있을 뿐만 아니라 인간이 존엄과 품위를 유지하며 살아갈 수 있는 사회상을 제시한다. 그런 사회는 개인과 공동체, 자연이 모두 조화를 이루며 평화를 누리는 사회이다. 도덕이나 윤리는 단순히 문제를 해결하기 위한 도구가 아니다. 도덕의 가치는 우리가 직면한 문제와 그 문제를 해결하기 위해 사용하는 도구의 정당성을 평가하는 것에도 있기 때문이다. 플라톤은 이 이상들에 대한 동경이 우리 안에 내재한다고 믿었다. 이것이 플라톤적 에로스(Eros)다. 즉, 아름다움과 좋음과 참됨에 더 가까이 다가가는 것에 대한 동경이다. 이처럼 플라톤은 도덕성이 다양한 인간의 의견이나 관습과는 전적으로 무관한 확고한 토대를 가지고 있음을 보여주었다. 그래서 이데아론은 윤리적-정치적 규범과 가치에 절대적이고 보편타당한 토대를 확보해주었다.

<제시문4>

"말을 달리며 즐기는 사냥이 사람의 마음을 미치게 하고, 얻기 어려운 재화가 사람의 행동을 어지럽힌다. 이러하기 때문에 성인은 배를 위할망정 눈을 위하지 않는다. 그러므로 저것을 버리고 이것을 취한다."

어떤 가치를 이상으로 상정해 놓은 문명에서는 그 상정된 가치를 향해 인간을 내몰아 인간으로 하여금 그 상정된 가치를 중심으로 모든 것을 통일하도록 요구하는데, 노자가 보기에는 그것이 오히려 갈등의 원인이 된다. 따라서 위 글은 단순히 지나친 자극을 피하자는 뜻이 아니다. 사냥꾼들을 내달리도록 만드는 정해진 목표는 바로 그 사회가 공통으로 인정한 어떤 가치이자 이상이다. 유가(儒家)의 예를 빌리면 바로 도덕적 가능성을 본질로 가진 인간이 도달해야 할 도덕적 완성이자 도덕적 사회 건설 같은 것이다. 그런 사회에서는 도덕적인 것이 아니면 모두 배제하고 억압한다. 합의된 가치로부터 일탈된 것에 대해서는 광포할 정도의 억압과 폭력을 가하는 것마저도 허락된다. 얻기 어려운 재화도 일정한 가치체계 안에서의 일이며, 가치 집중을 요구하는 사회에서는 이런 구조로 사람의 마음을 흔들어 놓음으로써 사람들의 행위를 정당한 궤도로부터 이탈시킨다. 그렇기 때문에 성인은 배를 위할망정 눈을 위하지 않는다. 여기서 배는 타고난 자연 상태 그대로의 것이다. 인위적 가치체계가 스며들지 못하는 부분이다. 배가 고프다거나 부르다는 판단은 어떤 체계를 근거로 한 판단이 아니다. 아주 직접적이다. 배는 나에게 있는 것을 느끼지만, 눈은 밖을 향해 뚫려 있으면서 내가 아닌 저 멀리 있는 것을 본다. 배는 바로 내 몸에 있는 '이것'이고, 눈은 항상 밖에 있는 '저것'을 향해 열려 있다. 어떤 가치 체계나 이상과 같은 것들은 모두 이 세계를 벗어나 저 멀리 있는 것들이다. 유가의 전통은 무엇인가? 성인이 만들고 성인이 전하는 성인의 말씀은 바로 저 멀리 있는 어떤 이상으로 우리가 내달려 도달해야 할 목표이다. 아무도 가본 적이 없고 아무도 갈 수 있을 것 같지 않은 어떤 이상을 위하여 우리는 얼마나 많은 것들을 포기하고 인내하였는가? 엄격한 금욕주의, 배타적 근본주의 등이 깃들이는 곳이 바로 그 이상이 굳건히 자리 잡힌 체계 안이다. 노자는 저 멀리 있는 어떤 이상이나

체계를 상정하지 말자고 한다. 그 대신 우리가 가지고 있는 몸, 우리를 둘러싸고 있는 자연 세계의 운행 원리를 모델로 하여 소박하게 살자고 주장하는 것이다. 이는 '저것을 버리고 이것을 취한다'는 의미이다. 저 멀리 정해져 있는 이상이나 체계보다는 지금 우리에게 구체적으로 있는 곳에서 출발하자는 것이다. 공자를 위시한 유가나 우리에게 익숙한 서양 근대철학은 우리의 저 앞이나 혹은 위에 우리가 가야할 이상으로 어떤 체계를 설정해 놓고 우리로 하여금 그것을 추종하게 한다. 그래서 저 멀리 설정되어 있는 체계와 이상에 다가갈 수 있도록 장치되어 있는 학(學)과 습(習)을 강조하며, 우리의 본성도 '저쪽'을 향하여 확충해야 하는 것으로 인식한다. 그러나 노자는 인위적으로 조직된 그런 이상은 권력으로 행사될 뿐, 우리에게 전면적인 성과를 약속할 수 없다고 본다. 그래서 본성도 저 멀리 매달려 있는 이상이나 체계를 향하여 나아갈 것이 아니라 우리에게 이미 있는 본성을 향하여 '이쪽'으로 돌아오도록 해야 한다고 설득한다.

3. 출제 의도

[문제1]의 출제 의도는 고등학교 교육과정을 정상적으로 이수한 학생들이 주어진 주제에 대해 논리적으로 분석, 사고하고 본인의 생각을 글로 논술하는 능력을 평가하기 위한 것이다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td>1. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책7] "사회과 교육과정"
2. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책6] "도덕과 교육과정"</td></tr>
<tr><td>관련
성취기준</td><td>1. 교과명: 사회
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 통합 사회</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준</td><td>[10통사01-03] 행복한 삶을 실현하기 위한 조건으로 질 높은 정주 환경의 조성, 경제적 안정, 민주주의의 발전 및 도덕적 실천이 필요함을 설명한다.</td><td>[문제1]
<제시문1>~
<제시문4></td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 정치와 법</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준</td><td>[12정법06-01] 오늘날의 국제 관계 변화(세계화 등)를 이해하고 국제 사회에서 국제법이 지닌 의의와 한계를 탐구한다.</td><td>[문제1]
<제시문2></td></tr>
</table>
2. 교과명: 도덕
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 윤리와 사상</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12윤사03-07] 현대의 실존주의, 실용주의가 주장하는 윤리적입장들을 이해하고, 우리의 도덕적 삶에 기여하는 바를 설명할 수 있다.</td><td>[문제1]
<제시문1></td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[12윤사04-01] 동·서양의 이상사회론들을 비교하여 현대 사회에 주는 시사점을 추론할 수 있다.</td><td>[문제1]
<제시문1>~
<제시문4></td></tr>
<tr><td>성취기준 3</td><td>[12윤사03-02] 영혼의 정의를 강조하는 플라톤의 윤리사상과 이론 및 실천에서 탁월성을 강조하는 아리스토텔레스의 윤리사상을 비교하여 덕과 행복의 관계를 설명할 수 있다.</td><td>[문제1]
<제시문3></td></tr>
<tr><td>성취기준 4</td><td>[12윤사02-06] 노자와 장자 사상을 탐구하여 도가적 세계관의 특징을 이해할 수 있고, 도교의 성립 및 한국 고유사상과의 융합을 조사하여 우리 전통 문화에 미친 영향에 대해 토론할 수 있다.</td><td>[문제1]
<제시문4></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

	과목명: 생활과 윤리		관련
	성취기준 1	[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.	[문제1] <제시문1>~ <제시문4>
	성취기준 2	[12생윤04-01] 과학 기술 연구에 대한 다양한 관점을 조사하여 비교·설명할 수 있으며 이를 과학 기술의 사회적 책임 문제에 적용하여 비판 또는 정당화할 수 있다.	<제시문1>, <제시문2>

나) 자료 출처

교과서 내

도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
윤리와 사상	변순용 외	천재	2021	152	[문제1], <제시문1>~<제시문4>	○
윤리와 사상	류지한 외	비상	2020	156, 164	[문제1], <제시문1>~<제시문4>	○
통합 사회	박병기 외	비상	2020	18-35	[문제1], <제시문1>~<제시문4>	○

교과서 외

자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
기술철학	프레더릭 페레	서광사	2009	66-72, 123-129	<제시문1>	○
디지털 기술사회 생태계	김용범	개미	2021	334-337	<제시문1>	○
백신 둘러싼 인본주의와 자본주의 전쟁	김우재	동아 사이언스	2021		<제시문2>	○
「서양철학사」 이데아론과 이상 국가	군나르 시르베크・닐스 길리에	이학사	2016	92-104	<제시문3>	○
도덕경	최진석	소나무	2016	103-108	<제시문4>	○
수능완성 윤리와 사상	최준화 외	EBS	2021	4-9	<문제1>	○

5. 문항 해설

[문제1]은 통합사회, 윤리와 사상, 생활과 윤리 등 고등학교 교과과정에서 다루고 있는 '현실주의'와 '이상주의'이라는 두 가지 관점에 입각하여 과학기술, 자본주의, 인본주의, 이데아, 도가사상 등과 같은 다양한 개념들을 포괄하는 제시문들을 나열하고, 그것들을 두 가지 입장으로 분류, 요약하라는 문제이다. 총 4개의 제시문은 인간이 무엇을 지향하며 살 것인지에 관한 현실주의 대 이상주의적 관점으로 분류할 수 있다. 문제의 요구에 따라 제시문들을 정확하게 이해, 분류하고 그 요지를 논리적으로 요약할 수 있는 능력을 평가한다. 제시문들은 고등학교 교과서 및 관련 서적에서 선별하였으며, 필요에 따라 출제진이 재구성하였다. 각 제시문의 난이도는 수학능력시험 국어영역 지문 수준을 넘지 않도록 하여 수험생들의 정확한 분류 및 요약 능력을 측정하고자 했다. 제시문의 분류와 요지는 아래와 같다.

ⅰ) 현실주의: <제시문1>, <제시문4>

이상을 추구하는 것은 현실 세계를 벗어나는 것이다. 따라서 이상보다는 인간의 현실적 욕구와 실용성에 기반 하여 구체적인 현실에서 어떻게 살아가야 할지를 생각해야 한다.

ⅱ) 이상주의: <제시문2>, <제시문3>

인본주의, 윤리적 가치, 평등과 평화와 같은 인류 보편적인 가치를 지향할 때 과학기술의 역할을 극대화 할 수 있으며, 이데아를 추구함으로써 개인과 공동체, 자연이 모두 조화를 이루는 이상사회가 될 수 있다.

<제시문1>

실제적 목적을 위한 기술과 경제적 실재가 현실을 지배한다. 추상적이고 보편적인 이상보다는 현실 상황에서 효율성과 유용성을 근거로 주체적으로 판단하고 행동하는 것이 바람직하다.

<제시문2>

과학기술의 개발과 활용은 자본주의 논리에 따라 경제적 이익을 최대화하기보다는 인본주의, 윤리적 가치, 평등과 평화와 같은 이상의 맥락에서 논의되고 실현되어야 한다.

<제시문3>

인간은 보편적이고 불변적이며 절대 타당한 이상으로서의 이데아를 추구해야 한다. 도덕규범과 보편적 가치는 인간이 삶에서 직면하는 문제를 해결하기 위한 기준이며 더 나은 삶을 위한 방향을 제시한다.

<제시문4>

이상이나 도덕적 가치를 추구하는 것은 오히려 구성원 간에 갈등을 야기할 수 있다. 가치 체계나 이상과 같이 멀리 떨어져 있는 것(저것)보다는 구체적인 현실의 삶(이것)을 추구함으로써 인간의 본성을 실현할 수 있다.

좋은 답안 작성의 포인트는‘현실’과 ‘이상’이라는 핵심 주제어를 중심으로 각 제시문의 중심 주장과 근거를 정확하게 포착하여 ‘인간은 현실을 지향하며 살아야 한다’는 입장과‘인간은 이상을 지향하며 살아야 한다’는 입장으로 분류하고 각 입장에 속한 제시문들을 유기적으로 연결하는 방식으로 요약문을 작성하는 것이다. 그렇기 때문에 제시문 각각에 대한 요약이 포함되어 있지 않더라도 상반된 두 입장의 내용이 해당 제시문들의 주장을 포괄하여 잘 정리되었다면 감점할 이유가 없다. 그러나 제시문 각각의 내용을 잘 요약했더라도 이를 종합하여 상반된 두 입장의 내용을 정리하지 못했다면 감점을 감수해야 한다.

기본적인 독해 능력을 갖춘 학생이라면 어렵지 않게 분류할 수 있을 것이므로, 제시문을 분류하는데 그치지 않고 각 입장의 내용을 명확하고 적절하게 정리하는 것이 중요하다. 따라서, 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 적절히 고려하여 글을 작성한다면 우수한 답안이라 할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	- 채점 포인트 ① 제시문들을 현실주의와 이상주의의 두 입장으로 정확히 분류하였는가? ② 두 입장의 요지를 정확히 이해하였는가? ③ 두 입장의 요지를 통합적으로 잘 요약하였는가?	
	- 채점 등급 A : 제시문을 올바르게 분류하고, <제시문1>과 <제시문4>, <제시문2>와 <제시문3>의 차이점 및 관계까지 충분히 고려하면서 두 입장의 핵심 논지를 잘 분석하여 기술한 답안 B : 제시문을 올바르게 분류하고 두 입장의 핵심 논지를 잘 분석하여 기술하고 있으나, 각 입장 내 제시문들 간의 차이점이나 관계를 충분히 부각시키지 못한 답안 C : 제시문 분류는 올바르게 하였으며 각 제시문에 대한 요약은 적절하게 이루어 졌으나, 제시문의 표현을 단순히 반복하는 데 그친 답안 D : 제시문 분류는 잘못했으나 두 입장의 핵심 논지 서술은 어느 정도 이루어진 답안 E : 제시문 분류에도 실패하고 두 입장의 핵심 논지 서술도 제대로 안된 답안 F : E 등급 수준에 미치지 못하는 답안	

7. 예시 답안 혹은 정답

<제시문1>, <제시문4>는 현실주의 입장으로, <제시문2>와 <제시문3>는 이상주의 입장으로 분류할 수 있다.

현실주의를 지향하는 입장에서는, 현실에서의 실용성과 경험적인 지식을 중시한다. <제시문1>은 보편적인 이상보다는 기술과 같은 수단과 경제적 실재가 현실을 지배한다고 보았다. 따라서 효율성을 갖춘 실용적인 해결책이나 개별적인 상황에서 주체적으로 판단하는 것을 통해 경제 활성화를 이루고 개인의 자유도 실현할 수 있다고 보았다. <제시문4>는 노자의 주장을 근거로 보편적 가치에 대한 추구가 구성원 간 갈등의 원인이 될 수 있음을 경계한다.

또한 특정 가치나 이상을 추구하는 것은 인위적으로 조작되거나 개인의 현실로부터 멀리 떨어져 있으므로, 현실을 벗어나는 것으로 보았다. 따라서 어떤 이상이나 체계를 상정하기 보다는 우리를 둘러싸고 있는 자연세계의 원리를 토대로, 구체적인 현실세계에서 본성에 중점을 둔 삶을 강조하고 있다. 결국 <제시문1>은 과학과 기술의 실현을 통해 효율성을 극대화하는 삶의 중요성을 강조하고 있고, <제시문4>는 이상이나 체계를 나타내는'저것'이 아니라, 우리의 본성이나 구체적이고 현실적인 욕구에 기반 하여 현실에서 어떻게 살아가야 하는지에 대한 논의를 담고 있다.

반면에 이상주의 관점에서는 바람직한 사회가 무엇인가에 관한 논의를 토대로 이상을 추구하는 삶의 중요성을 강조한다. <제시문2>는 백신과 같은 과학기술은 단순히 자본의 논리에만 국한하여 논의할 수 없고, 인류 보편적인 이상의 맥락에서 논의되어야 함을 강조하고 있다. 따라서 단순히 현실에만 치중하여 지식을 발견하고 기술을 개발하는 작업을 넘어서, 인본주의적 가치실현을 목적으로 과학기술이 활용되기 위해서는 과학기술자들의 윤리적 태도가 중요하다고 보았다. <제시문3>은 보편적, 불변적, 절대가치로서의 이데아를 추구함으로써 개인과 공동체, 자연이 모두 조화를 이루는 이상사회가 될 수 있다고 주장한다. 결국 <제시문2>는 백신을 과학기술의 측면에서만 접근하기 보다는 인류 보편적인 이상의 맥락에서 접근해야 함을 말하고 있고, <제시문3>은 이데아가 우리의 규범과 가치에 절대적이고 보편타당한 토대를 확보해 주었다고 말함으로써 이상을 추구하는 삶의 철학적 근원을 설명하고 있다.

문항카드 8

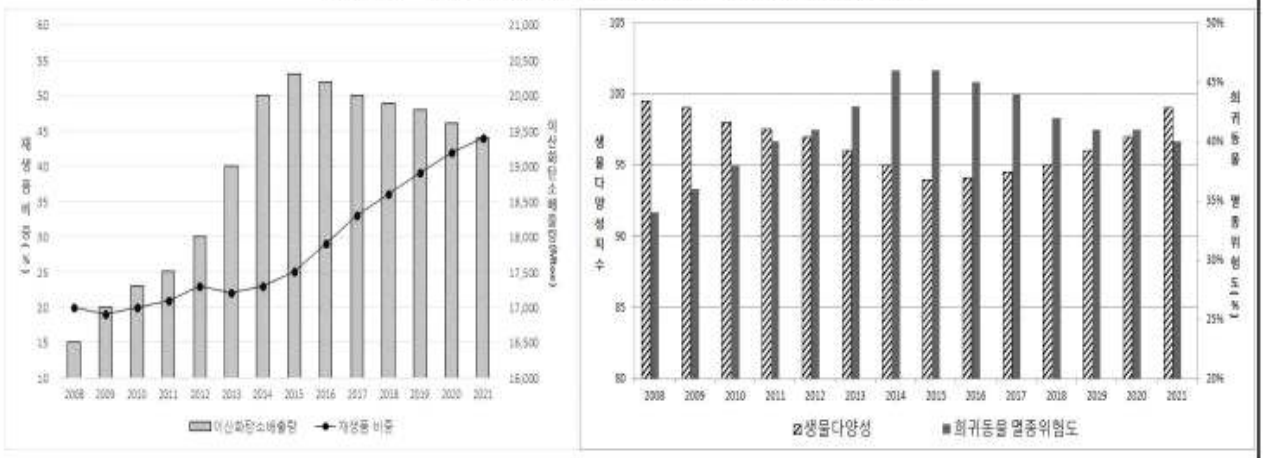
1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	인문계 3교시 / 문제 2	
출제 범위	교육과정 과목명	사회・문화, 생활과 윤리, 윤리와 사상, 정치와 법
	핵심개념 및 용어	현실주의/실존/실용, 이상주의/윤리/도덕
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 자료

[문제2] <자료1>과 <자료2>는 기후변화로 인한 지구생태계 파괴 문제를 해결하기 위해 2015년 기후변화대응협약에 참여한 국가들의 변화상을 제시한 것이다. <자료1>과 <자료2>를 [문제1]의 두 입장에 근거하여 각각 설명하시오. (40점)

<자료1> 기후변화대응협약 참여국의 환경관련 지표 추이



주1) 재생품 비중은 전체 소비시장에서 재생 제품이 차지하는 비중을 의미

주2) 생물다양성 지수는 값이 클수록 좋음을 의미

<자료2> A(선진국), B(개발도상국)국의 1인당 국민총소득, 실업률, 친환경 산업 비중

국가	연도	1인당 국민총소득	실업률	친환경 산업 비중
A	2010	$42,000	4%	40%
	2015	$46,000	3.9%	45%
	2020	$55,000	3.2%	70%
B	2010	$1,800	15%	4.1%
	2015	$1,700	16%	4.0%
	2020	$1,000	25%	7.8%

주3) 두 국가의 다른 조건은 모두 동일하다고 가정

3. 출제 의도

[문제2]는 자료해석과 설명형 문항으로, [문제1]에서 제시된 두 입장을 각각 지지하는 자료들을 보여주고 수험생들이 각 자료를 정확하게 해석하여 [문제1]의 두 입장을 논리적으로 설명할 수 있는 능력이 있는지를 평가한다. <자료1>은 인류의 공동 현안인 기후문제 해결이라는 이상적 가치를 실현하고자 기후협약에 참여한 국가들의 환경관련 지표가 개선되는 추이를 보여줌으로써 이상주의를 지지할 수 있는 근거가 된다. <자료2>는 이상적 가치를 실현하기 위해 기후협약에 참여한 국가들 중 개발도상국의 국민총소득과 실업률에 부정적인 효과가 나타났음을 보여줌으로써 각 사회가 처한 현실적 문제를 고려하는 현실주의의 지지 근거가 된다. 이 두 자료에 제시된 바를 토대로 자료의 의미를 정확히 분석하고 이상주의와 현실주의의 두 가지 입장과 연관 지어 설명하는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td>1. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책7] "사회과 교육과정"
2. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책6] "도덕과 교육과정"별책 6]</td></tr>
<tr><td>관련 성취기준</td><td>1. 교과명: 사회
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 정치와 법</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12정법06-01] 오늘날의 국제 관계 변화(세계화 등)를 이해하고 국제 사회에서 국제법이 지닌 의의와 한계를 탐구한다.</td><td>[문제2]</td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>12정법06-02] 국제 문제(안보, 경제, 환경 등)를 이해하고, 이를 해결하기 위해 국제기구들이 수행하는 역할과 활동을 분석한다.</td><td>[문제2]
<자료1>,
<자료2></td></tr>
</table>
2. 교과명: 도덕
<table>
<tr><th colspan="2">과목명: 윤리와 사상</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준</td><td>[12윤사04-01] 동·서양의 이상사회론들을 비교하여 현대 사회에 주는 시사점을 추론할 수 있다.</td><td>[문제2]</td></tr>
<tr><th colspan="2">과목명: 생활과 윤리</th><th>관련</th></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.</td><td>[문제2]
<자료1>,
<자료2></td></tr>
<tr><td>성취기준 2</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><자료1>,
<자료2></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
사회・문화	구정화 외	천재	2020	198-201	[문제2], <자료1>, <자료2>	○
생활과 윤리	류지한 외	비상	2018	151-153	[문제2], <자료1>, <자료2>	○
윤리와 사상	변순용 외	천재	2021	146-149	[문제2], <자료1>, <자료2>	○
정치와 법	이경호 외	미래엔	2020	180-181	[문제2], <자료1>, <자료2>	○
정치와 법	모경환 외	금성출판사	2020	174-180	[문제2], <자료1>, <자료2>	○

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
기술철학	프레더릭 페레	서광사	2009	66-72, 123-129	<자료1>, <자료2>	○
디지털 기술사회 생태계	김용범	개미	2021	334-337	<자료1>, <자료2>	○

5. 문항 해설

문제 해결을 위해 다음과 같은 세 가지 측면의 사고가 요구된다.

첫째, 수험생은 <자료1>에서 지구생태계 파괴 문제를 해결하기 위한 기후변화대응협약이 [문제1]의 이상주의에서 강조하는 인류보편의 이상적 가치 추구라는 점을 연결지어 이 협약에 참여한 국가들의 환경관련 지표가 개선된 결과를 이해할 수 있어야 한다.

둘째, 수험생은 <자료2>에서 기후변화대응협약에 참여한 선진국 A국과 개발도상국 B국에서 모두 친환경 산업의 비중이 증가하는 효과가 나타나기는 하였으나, 두 국가의 현실적 여건에 따라 경제 지표에 서로 다른 결과가 초래되었음을 [문제1]의 현실주의와 연결지어 이해할 수 있어야 한다.

셋째, 수험생은 이 판단을 바탕으로 [문제1]의 두 입장이 각각 <자료1>과 <자료2>를 통해 어떻게 설명될 수 있는지 판단하여야 한다.

<자료1>은 기후변화대응협약이 실행된 2015년 이후 이산화탄소배출량이 감소하고 전체 소비시장에서 재생품비중이 늘어나고 있음을 보여준다. 이산화탄소배출량이 감소한 것은 직접적으로 기후변화에 대응하기 위한 참여국의 노력이 나타난 결과이다. 또한 전체 소비시장에서 재생품비중이 늘어난 것은 자원재사용을 통해 지구생태계를 보호하기 위한 노력의 결과로 이해할 수 있으며 이는 <자료2>의 친환경 산업 비중이 기후변화대응협약 참여국 A, B에서 모두 크게 증가한 것을 토대로도 설명할 수 있다. 따라서 협약 참여국이 인류의 공동 현안인 기후문제의 해결이라는 이상적 가치를 추구하기 위해 노력한 것을 추론할 수 있어야 하며, 그 결과 생물다양성지수가 개선되고 희귀동물멸종위험도가 낮아지는 긍정적 결과로 이어졌음을 추론할 수 있어야 한다. 이는 <제시문2>, <제시문3>에 나타난 바와 같이 이상주의에서 강조하는 인류보편적 가치나 '좋음'이라는 이데아를 추구하는 것을 지지하는 근거로 설명할 수 있다.

<자료2>는 기후변화대응협약에 참여한 선진국 A국과 개발도상국 B국의 협약시행 전후 경제적 변화를 보여준다. 두 국가 모두 친환경 산업의 비중이 크게 증가하여 협약에 적극적으로 동참하였음을

보여준다. 그러나 선진국인 A국은 국민총소득과 실업률에 개선이 있는 것으로 나타난 반면, 상대적으로 경제발전 수준이 낮은 개발도상국 B국은 국민총소득이 감소하였을 뿐만 아니라 실업률도 크게 증가하여 이상을 추구하는 과정에서 B국이 처한 현실적 경제 지표에 부정적 영향이 초래되었음을 추론할 수 있어야 한다. 따라서 이상을 추구하는 과정에서 각 사회가 처한 현실적 여건에 따라 나타날 수 있는 실질적인 문제에 대한 대응이 요구된다는 점을 현실주의의 관점에서 설명할 수 있어야 한다.

<제시문1>과 <제시문4>에서 설명한 바와 같이 이상이나 본질에 대한 논쟁보다는 개별적인 상황에 대한 판단과 실용적인 접근이 필요하다는 현실주의의 관점을 지지하는 근거로 설명할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	- 채점 포인트 ① <자료1>과 <자료2>가 이상주의와 현실주의 중 어떤 관점을 지지하는 근거가 될 수 있는지를 정확히 파악하여 제시하였는가? ② 각 자료에서 제시된 표와 그림을 종합적으로 이용하고 서로 연계하여 논리적으로 설명하였는가? ③ 각 자료별로 [문제1]의 제시문들을 적절히 활용하여 논리적으로 정당화하였는가? ④ <자료1>과 <자료2>에서 제시된 가정에 벗어난 현상이나 논리를 이용하는 경우는 감점	40
	- 채점 등급 A: <자료1>과 <자료2>에 제시된 현상을 정확하게 이해하고 [문제1]의 제시문들과 연계하여 두 가지 입장 각각에 대해 충분하고 논리적으로 설명한 답안 B : <자료1>과 <자료2>에 제시된 현상을 정확하게 이해하고 [문제1]의 제시문들과 연계하여 두 가지 입장 각각에 대해 설명하였으나 그 내용이 불충분하고 논리성이 다소 부족한 답안 C : <자료1>과 <자료2>에 제시된 현상을 정확하게 이해하고 두 입장을 각각 설명했으나 해당 제시문들을 충분히 연계시키지 못하여 설명의 논거가 불분명하고 주장의 논리성이 낮은 답안 D : <자료1>과 <자료2>에 제시된 현상은 정확하게 이해했으나 [문제1]의 제시문들을 각 자료와 잘못 연결 지었거나 두 입장 중 어느 하나만을 설명한 불충분한 답안 E : <자료1>과 <자료2>를 모두 부정확하게 이해하여 [문제1]에 등장한 두 가지 입장에 대한 설명으로 부적절한 주장을 제시한 답안 F : <자료1>과 <자료2>를 모두 부정확하게 이해했고 [문제1]에 등장한 두 가지 입장에 대한 설명을 전혀 제시하지 않은 답안	

7. 예시 답안 혹은 정답

기후변화로 인한 지구생태계 파괴 문제를 해결하기 위한 2015년 기후변화대응협약에 참여하는 것은 지구생태계 보전이라는 인류보편의 이상적 가치를 실현하기 위함이다. <자료1>은 이러한 이상을 추구하는 과정에서 협약에 참여한 국가들이 노력한 과정과 그 결과 나타난 생태계 회복의 결과를 보여주며, 이는 [문제1]의 <제시문2>, <제시문3>에 나타난 이상주의를 지지하는 근거로 설명할 수 있다. 왼쪽 그래프를 살펴보면 기후변화대응협약에 참여한 2015년을 기준으로 이산화탄소 배출량이 꾸준히 감소하였으며, 전체 소비시장에서 재생품의 비중이 지속적으로 증가하는 모습을 확인할 수 있다. 마찬가지로 오른쪽 그래프를 보면 2015년을 기준으로 희귀동물 멸종위험도가 낮아지고 생물다양성 지수는 높아짐을 알 수 있다. 종합하면 이상주의에서 강조하는 인류보편적 원리나 '좋음'에 해당하는 기후변화문제에 대응하기 위해 노력한 결과가 실현된 것을 알 수 있다.

한편 <자료2>는 기후변화대응협약에 참여한 선진국 A국과 개발도상국 B국의 협약시행 전후 경제적 변화를 보여주며, [문제1]의 <제시문1>, <제시문4>에서 주장하는 현실주의의 근거로 활용될 수 있다. 기후변화대응협약에 참여한 2015년을 기준으로 선진국인 A국과 개발도상국인 B국은 모두 친환경 산업의 비중이 크게 증가하여 기후변화대응협약에 적극 참여한 것을 보여준다. 그러나 선진국인 A국은 1인당 국민총소득이 증가하고 실업률은 감소한 반면 개발도상국인 B국에서는 1인당 국민총소득이 감소하고 실업률이 크게 상승하는 부정적 결과가 초래되었다. 결과적으로 지구생태계 보호라는 이상적 가치는 시공간을 뛰어넘는 보편적 원리로서 작용할 수 없으며 중요한 것은 각 사회가 처한 구체적인 현실임을 알 수 있다. 따라서 이상이나 본질에 대한 논쟁보다는 개별적인 상황에 대한 판단과 실용적인 접근이 필요하다는 현실주의의 관점을 지지하는 자료라고 볼 수 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	사회・문화, 생활과 윤리, 윤리와 사상, 정치와 법
	핵심개념 및 용어	현실주의/실존/실용, 이상주의/윤리/도덕
예상 소요 시간	20분/100분	

2. 문항 및 자료

[문제3] 인접국과 군사 분쟁이 잦았던 C국의 정부는 지뢰 매설 지역에 교도소를 건설하기 위해, 매설된 지뢰의 위치를 찾는 탐지견을 활용하려고 한다. 그러나 시민단체들이 동물복지를 위해 지뢰탐지견을 금지하라는 청원을 정부에 제출하였다. 이 청원에 찬성하는지 또는 반대하는지 어느 한 쪽을 선택하고 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료를 활용하여 본인의 선택을 정당화하시오. (20점)

3. 출제 의도

[문제3]은 [문제1]에 등장한 현실주의와 이상주의에 대한 상반된 입장을 이해하고, 지뢰탐지견 금지 청원에 대해서 본인의 선택과 판단의 근거를 논리적으로 제시하는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

적용 교육과정	1. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책7] "사회과 교육과정" 2. 교육과학기술부 고시 제2015-74호[별책6] "도덕과 교육과정" 6]
관련 성취기준	1. 교과명: 사회

과목명: 정치와 법		관련
성취기준	[12정법06-01] 오늘날의 국제 관계 변화(세계화 등)를 이해하고 국제 사회에서 국제법이 지닌 의의와 한계를 탐구한다.	[문제3]

2. 교과명: 도덕

과목명: 윤리와 사상		관련
성취기준	[12윤사04-01] 동·서양의 이상사회론들을 비교하여 현대 사회에 주는 시사점을 추론할 수 있다.	[문제3]

과목명: 생활과 윤리		관련
성취기준 1	[12생윤01-02] 현대의 윤리 문제를 다루는 새로운 접근법 및 동서양의 다양한 윤리 이론들을 비교·분석하고, 이를 다양한 윤리 문제에 적용하여 윤리적 해결 방안을 도출할 수 있다.	[문제3]

	성취기준 2	[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.	[문제3]

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
사회・문화	구정화 외	천재교육	2020	198-201	[문제3]	○
생활과 윤리	류지한 외	비상	2018	151-153	[문제3]	○
윤리와 사상	변순용 외	천재	2021	146-149	[문제3]	○
정치와 법	이경호 외	미래엔	2020	180-181	[문제3]	○
정치와 법	모경환 외	금성출판사	2020	174-180	[문제3]	○

5. 문항 해설

[문제3]은 현실주의와 이상주의에 대한 상반된 두 입장을 이해하고 동물복지를 위해 지뢰탐지견 금지 청원에 대하여 찬성하는 입장(이상주의) 또는 반대하는 입장(현실주의)을 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료들을 활용하여 체계적으로 논술하는 것이다.

- **현실주의: 지뢰탐지견 금지 청원에 반대하는 입장(제시문1, 4의 입장)**
- **이상주의: 지뢰탐지견 금지 청원에 찬성하는 입장(제시문2, 3의 입장)**

이상주의는 어떠한 행위가 좋은지 나쁜지를 보편적인 가치 기준에 따라 판단하는 반면, 현실주의는 현실적으로 얻게 되는 가치와 이익을 고려하는 것이다. 이상주의 관점에서 동물을 수단으로 지뢰탐지에 활용하는 것은 동물복지라는 이상적 기준에 어긋나는 것이다. 하지만, 현실주의 관점에서는 지뢰탐지견이 금지된다면 지뢰가 매설된 부지를 적극적으로 활용하기 어렵기 때문에 지뢰탐지견 활용은 경제적인 가치와 이익을 가져다주는 수단으로 인식할 수 있다. 학생들은 지뢰탐지견을 금지하는 청원에 찬성하거나 반대하는 입장 중 하나를 분명히 취하고, 본인이 그러한 선택을 한 이유를 논리적으로 제시해야 한다. 학생이 이 청원에 찬성하는지 반대하는지는 평가의 대상이 아니다. 이 문제의 핵심은 본인의 주장을 논리적이고 설득력 있게 제시하는 것이다. 따라서 [문제1]에 등장한 현실주의와 이상주의의 일반 논리와 [문제2]에 제시된 자료를 지뢰탐지견 활용이라는 특수한 사례에 적절히 적용하여 본인의 선택과 판단의 근거를 논리적으로 제시하는 것이 좋은 답안 작성의 포인트이다. 또한 제시문과 사례를 모두 활용하라고 하였으므로 자신의 주장을 지지해 주는 제시문과 사례를 활용하는 데 그치지 않고 자신의 주장과 반대되는 제시문과 사례에 대해 반박하는 내용까지 간략하게 포함한다면 논제의 조건에도 맞고 내용도 풍부한 좋은 답안이 될 것이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	- 채점 포인트 ① 지뢰탐지견 금지 청원에 대해서 현실주의 혹은 이상주의 입장을 문제의 요구에 맞게 연결하고 있는가? ② 찬성 또는 반대의 근거들을 [문제1]의 제시문과 [문제2]의 자료를 바탕으로 적절히 제시하고 있는가? ③ 서술이 명확하고 논리적인가? ④ 채점자 본인의 가치관이 반영되지 않도록 객관적인 입장에서 채점해야 함	
	- 채점 등급 A: 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하고 주어진 제시문과 자료를 유기적으로 연결하여 자신의 선택을 체계적이고 논리적으로 정당화한 답안 B: 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하기는 했으나 주어진 제시문과 자료를 단편적으로 연결하는 데 그치고 주장의 체계성과 논리성이 미흡한 답안 C: 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하기는 했으나 주어진 제시문과 자료의 내용을 단순 반복하는 데 그친 답안 D: 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하기는 했으나 선택의 근거로 제시한 주장의 설득력이 낮고 논리적이지 않은 답안 E: 찬성 또는 반대 중 하나를 분명히 선택하여 답하지 않고 제시문과 자료의 내용과는 동떨어진 주장을 제시한 답안 F: E 등급 수준에 미치지 못하는 답안	

7. 예시 답안

1) 지뢰탐지견 금지 청원을 찬성하는 입장(이상주의)

C국의 지뢰탐지견 금지 청원은 동물복지라는 이상적 가치를 추구하기 위한 정치 참여에 해당한다. <제시문3>을 보면 어떠한 행위가 좋은지 나쁜지는 보편적인 가치를 기준으로 판단해야한다. 동물을 수단으로 지뢰탐지에 활용하는 것은 동물복지라는 보편적 가치에 어긋나는 것이며, 이는 시공간을 초월하여 어느 사회에나 적용될 수 있다. 동물복지에 대한 인식의 수준은 상대적일 수 있으나 이러한 가치가 보편타당하다는 데 이의를 제기하기는 어렵다. 더불어 동물복지라는 이상적인 가치를 추구한다는 것은 생명존중이라는 측면에서도 전체 사회의 성숙을 의미한다. <자료1>에서 확인할 수 있듯이 기후변화대응협약에 참여함으로써 생물다양성 수준이 높아지고 이산화탄소 배출량이 감소하게 되면 동물뿐만 아니라 인간의 전반적인 삶의 질이 향상되기 때문이다. 지뢰탐지견을 금지하게 되면 당장의 경제적, 사회적 이익은 감소할 수 있으나 장기적으로 보면 동물과 인간이 함께하는 윤리적 삶을 영위할 수 있다.

2) 지뢰탐지견 금지 청원을 반대하는 입장(현실주의)

C국은 지뢰탐지견을 활용하여 매설된 지뢰의 위치를 찾고, 그 지역에 교도소를 건설하려고 한다. 물론 동물복지라는 이상적인 가치를 기준으로 했을 때 비판받을 수 있는 행위이지만, 지뢰탐지견을 통해 현실적으로 얻게 되는 가치와 이익을 고려해야 한다. 만약 지뢰탐지견의 활용이 금지된다면 지뢰가 매설된 부지를 적극적으로 활용하기 어려우며 큰 인명 피해가 발생할 수도 있다. 즉 <제시문1>

의 입장과 같이 유용성 측면에서 지뢰탐지견 활용은 충분한 가치를 지닌다. 만약 동물복지에 대한 논의가 국제적으로 활발하게 이루어져 반강제적으로 지뢰탐지견의 활용이 금지된다면 <자료2>와 같이 지뢰가 매설된 지역이 거의 없는 선진국에서는 별다른 영향을 받지 않겠지만 C국과 같이 군사 분쟁이 잦았던 국가들은 경제적, 사회적 손실을 입을 수밖에 없을 것이다. 또한 동물복지가 최근 중요한 가치로 인식되고 있기는 하지만 불과 몇 십 년 전까지만 해도 동물복지는 사회의 주요 쟁점이 아니었다. 즉 시공간을 초월하는 보편적인 윤리의 존재 자체에 대해 비판적으로 생각해 볼 필요가 있다.

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
	핵심개념 및 용어	등차수열, 등비수열, 수열의 합
예상 소요 시간	30분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

<제시문1>
첫째항에 차례로 일정한 수를 더하여 얻어진 수열을 등차수열이라 하고, 그 일정한 수를 공차라고 한다. 그리고, 첫째항에 차례로 일정한 수를 곱하여 얻어진 수열을 등비수열이라 하고, 그 일정한 수를 공비라고 한다.

<제시문2>
자연수의 거듭제곱의 합은 다음의 등식으로 구할 수 있다.

(ⅰ) $1+2+3+\cdots+n=\sum_{k=1}^{n} k=\frac{n(n+1)}{2}$

(ⅱ) $1^2+2^2+3^2+\cdots+n^2=\sum_{k=1}^{n} k^2=\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$

<제시문3>
수열 $\{a_n\}$을 오른쪽 그림과 같이 삼각형 모양으로, 가장 위 꼭짓점에서부터 출발하여 왼쪽에서 오른쪽으로, k번째 줄에는 k개씩 배열하자. 그리고 모든 양의 정수 n에 대하여, 이 수열의 첫째항부터 제n항까지의 합을 S_n이라고 한다.

$$\begin{array}{c} a_1 \\ a_2\ a_3 \\ a_4\ a_5\ a_6 \\ a_7\ a_8\ a_9\ a_{10} \\ a_{11}\ a_{12}\ a_{13}\ a_{14}\ a_{15} \\ a_{16}\ a_{17}\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \end{array}$$

[수학1 - ⅰ] <제시문3>에서 모든 양의 정수 n에 대하여 $S_n=n^2+n+1$일 때, 삼각형의 위 꼭짓점에서부터 50번째 줄까지 각 줄의 가장 오른쪽에 배열되는 수들의 합을 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학1 - ⅱ] <제시문3>에서 수열 $\{a_n\}$을 삼각형 모양으로 배열할 때, 짝수번째 줄의 배열은 역순으로 하자. 예를 들어, 두 번째 줄은 $a_2\,a_3$이 아니라 $a_3\,a_2$로 재배열하고, 네번째 줄은 $a_7\,a_8\,a_9\,a_{10}$이 아니라 $a_{10}\,a_9\,a_8\,a_7$로 재배열한다. [수학1 - ⅰ]에서와 같이 모든 양의 정수 n에 대하여 $S_n=n^2+n+1$일 때,

삼각형의 위 꼭짓점에서부터 50번째 줄까지 각 줄의 가장 오른쪽에 배열되는 수들의 합을 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학1 - iii] <제시문3>에서 모든 양의 정수 n에 대하여 $S_n = 2^n$이고, 수열 $\{a_n\}$을 삼각형 모양으로 배열할 때, [수학 1 - ii]에서와 같이 짝수번째 줄의 배열은 역순으로 하자. 이때 삼각형의 위 꼭짓점에서부터 50번째 줄까지 각 줄의 가장 오른쪽에 배열되는 수들의 곱을 구하고, 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

본 문제에서는 수열과 수열의 합 사이의 관계를 등차수열과 등비수열의 예를 통해 잘 이해하고 있는지 평가한다. 특히, 자연수의 거듭제곱의 합 공식을 통해, 특정한 형태로 나타나는 수열의 합과 곱을 정확하게 유도할 수 있는지 평가한다. 이를 논리적으로 서술하는 과정에서, 수열의 표현식을, 경우를 나누어 자연스럽게 정리하는 능력이 주요 평가요소이다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 8]] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문1	[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.
제시문2	[12수학 I 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제n항까지의 합을 구할 수 있다.
제시문3	[12수학 I 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제n항까지의 합을 구할 수 있다.
문제1-i	[12수학 I 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제n항까지의 합을 구할 수 있다.
문제1-ii	[12수학 I 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제n항까지의 합을 구할 수 있다.
문제1-iii	[12수학 I 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제n항까지의 합을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	김원경 외	비상	2020	117-133, 138-144
	수학 I	권오남 외	(주)교학사	2020	114-132, 136-145

5. 문항 해설

[수학1-ⅰ] 수열의 합을 나타내는 식으로부터 원 수열의 일반항을 등차수열로 표현하고, 이들의 합을 자연수의 거듭제곱의 합 공식을 통해 계산할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학1-ⅱ] 수열의 표현식을 짝수차/홀수차인 경우로 자연스럽게 나누어 일반항을 유도할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학1-ⅲ] 수열의 합을 나타내는 식으로부터 원 수열의 일반항을 등비수열로 표현하고, 이들의 곱을 자연수의 거듭제곱의 합 공식을 통해 계산할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1-i	$a_1=3$과 $n\geq 2$일 때 $a_n=2n$ 임을 보인다.	3
	$n\geq 2$일 때, 제n번째 줄의 마지막 수가 $n(n+1)$임을 보인다.	3
	$3+\sum_{n=2}^{50}n(n+1)=44201$임을 보인다.	4
1-ii	n이 짝수일 때, 제n번째 줄의 마지막 수가 n^2-n+2임을 보인다.	3
	n이 2이상인 홀수일 때, 제n번째 줄의 마지막 수가 $n(n+1)$임을 보인다.	3
	$3+\sum_{k=2}^{25}(2k-1)(2k)+\sum_{k=1}^{25}((2k)^2-(2k)+2)=42951$임을 보인다.	4
1-iii	n이 짝수일 때, 제n번째 줄의 마지막 수가 $2^{\frac{1}{2}(n^2-n)}$임을 보인다.	3
	n이 2이상인 홀수일 때, n번째 줄의 마지막 수가 $2^{\frac{1}{2}(n^2+n-2)}$임을 보인다.	3
	$2\times 2^{\frac{1}{2}\sum_{k=2}^{25}((2k-1)^2+(2k-1)-2)}\times 2^{\frac{1}{2}\sum_{k=1}^{25}((2k)^2-(2k))}=21426$임을 보인다.	4

7. 예시 답안

[수학1-i]

2이상인 양의 정수 n에 대해

$$a_n=S_n-S_{n-1}=(n^2+n+1)-((n-1)^2+(n-1)+1)=2n$$

이고, $a_1=S_1=3$이다.

2이상인 양의 정수 k에 대하여, 이 삼각형 배열의 제k번째 줄의 마지막 수는 수열의

$$1+2+\cdots+k=\frac{k(k+1)}{2}$$

번째 항이므로, $k(k+1)$이다. 따라서, 가장 위 꼭짓점에서부터 50번째 줄까지 각 줄의 가장 오른쪽에

배열되는 수들의 합은

$$3+\sum_{k=2}^{50}k(k+1)=1+\sum_{k=1}^{50}(k^2+k)=1+\frac{50\times51\times101}{6}+\frac{50\times51}{2}=44201 \text{ 이다.}$$

[수학1-ii]

k가 짝수일 때, 제k번째 줄의 마지막 수는 수열의

$$1+(1+2+\cdots+(k-1))=\frac{1}{2}(k^2-k+2)$$

번째 항이므로, k^2-k+2이다.

k가 2이상인 홀수일 때, 제k번째 줄의 마지막 수는 수열의

$$1+2+\cdots+k=\frac{k(k+1)}{2}$$

번째 항이므로, $k(k+1)$이다. 따라서, 가장 위 꼭짓점에서부터 50번째 줄까지 각 줄의 가장 오른쪽에 배열되는 수들의 합은

$$3+\sum_{m=2}^{25}(2m-1)(2m)+\sum_{m=1}^{25}((2m)^2-(2m)+2)=1+\sum_{k=1}^{25}(8m^2-4m+2)$$

이다. 이를 다시 정리하면,

$$1+8\times\frac{25\times26\times51}{6}-4\times\frac{25\times26}{2}+2\times25=42951 \text{ 이다.}$$

[수학1-iii]

2이상인 양의 정수 n에 대해

$$a_n=S_n-S_{n-1}=2^n-2^{n-1}=2^{n-1}$$

이고, $a_1=S_1=2$이다. k가 짝수일 때, 제 k번째 줄의 마지막 수는 수열의

$$1+(1+2+\cdots+(k-1))=\frac{1}{2}(k^2-k+2)$$

번째 항이므로, $2^{\frac{1}{2}(k^2-k)}$이다. k가 2이상인 홀수일 때, 제k번째 줄의 마지막 수는 수열의

$$1+2+\cdots+k=\frac{k(k+1)}{2}$$

번째 항이므로, $2^{\frac{1}{2}(k^2+k-2)}$이다. 따라서, 가장 위 꼭짓점에서부터 50번째 줄까지 각 줄의 가장 오른쪽에 배열되는 수들의 곱은

$$2\times2^{\frac{1}{2}\sum_{m=2}^{25}((2m-1)^2+(2m-1)-2)}\times2^{\frac{1}{2}\sum_{m=1}^{25}((2m)^2-(2m))}$$

이다. 이를 다시 정리하면, 2^N의 형태이고,

$$\begin{aligned}N&=1+\frac{1}{2}\sum_{m=1}^{25}((2m-1)^2+(2m-1)-2+(2m)^2-2m)=1+\sum_{k=1}^{25}(4m^2-2m-1)\\&=1+4\times\frac{25\times26\times51}{6}-2\times\frac{25\times26}{2}-25\\&=21426\end{aligned}$$

이다. 따라서 문제의 곱은 2^{21426} 이다.

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
	핵심개념 및 용어	역함수, 접선의 방정식, 영역의 넓이
예상 소요 시간	30분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

<제시문1>

(ⅰ) 함수 $f(x)$를 다음과 같이 정의하자.

$$f(x)=\begin{cases} -x^2-x & (x \le 0) \\ x^2-x & (x>0) \end{cases}$$

(ⅱ) 함수 $g(x)$를 다음과 같이 정의하자. $g(0)=0$이며, 0이 아닌 실수 b에 대하여, 곡선 $y=f(x)$ 위의 점 $(b, f(b))$에서의 접선이 접점을 제외한 곡선 $y=f(x)$와 다시 만나는 점의 x좌표를 $g(b)$로 한다.

(ⅲ) 함수 $h(x)$를 함수 $g(x)$의 역함수로 정의하자.

<제시문2>

(ⅰ) $x_0=1$로 놓고, 양의 정수 n에 대하여, $x_{n+1}=h(x_n)$으로 정의하자.

(ⅱ) 음이 아닌 정수 n에 대하여, $y_n=f(x_n)$으로 정의하고, 점 P_n을 (x_n, y_n)으로 놓자.

(ⅲ) 음이 아닌 정수 n에 대하여, 점 P_n과 점 P_{n+1}을 잇는 직선의 방정식을 $y=L_n(x)$로 놓자.

(ⅳ) 음이 아닌 정수 n에 대하여, 직선 $y=L_n(x)$와 곡선 $y=f(x)$로 둘러싸인 영역의 넓이를 A_n이라고 하자.

[수학 2-ⅰ] <제시문1>에서 정의된 두 함수 $g(x)$와 $h(x)$를 모두 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2-ⅱ] 음이 아닌 정수 m에 대하여, <제시문2>에 주어진 함수 $L_{2m}(x)$와 $L_{2m+1}(x)$의 모든 계수를 α와 m에 대한 식으로 표시하고, 그 이유를 논하시오. (단, α는 $1-\sqrt{2}$이다.)

[수학 2-ⅲ] 음이 아닌 정수 m에 대하여, <제시문2>에 주어진 A_{2m}과 A_{2m+1}을 모두 α와 m에 대한 식으로 표시하고, 그 이유를 논하시오. (단, α는 $1-\sqrt{2}$이다.)

[수학 2-ⅳ] 음이 아닌 정수 m에 대하여, $\dfrac{A_{2m+1}}{A_{2m}}$의 값을 구하고, m에 관계없이 항상 일정함을 논하시오.

3. 출제 의도

본 문제에서는 일대일함수의 역함수를 잘 이해하고, 적용할 수 있는지를 평가한다. 이러한 내용을 함수의 미분을 이용한 접점에서의 접선의 방정식 등의 개념과 잘 연결시킬 수 있는지 평가한다. 또한 이를 이용하여 접선과 곡선으로 둘러싸인 영역의 넓이를 구하는 개념과 잘 관련지을 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 8]] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문1	구간별로 정의된 이차함수의 그래프를 그리고, 곡선의 점에서의 접선을 구하고, 이와 관련된 함수의 역함수를 구할 수 있다.
제시문2	곡선 위의 한 점에서의 접선을 구하고, 접선과 곡선으로 둘러싸인 영역의 넓이를 구할 수 있다.
문제2-i	구간별로 정의된 함수를 제대로 이해하고, 이의 역함수를 제대로 구할 수 있다.
문제2-ii	곡선 위의 한 점에서의 접선을 구하고, 이를 역함수의 개념과 관련지을 수 있다.
문제2-iii	직선과 곡선으로 둘러싸인 영역의 넓이를 적분을 이용하여 제대로 구할 수 있다.
문제2-iv	영역의 넓이를 제대로 구하고, 두 영역의 넓이의 비를 제대로 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학	고성은 외	좋은책 신사고	2017	217-220
	수학	황선욱 외	Mirae N	2017	227-230
	수학II	선우하식 외	천재교육	2017	67-70, 131-139
	수학II	황선욱 외	Mirae N	2017	73-75, 135-141

5. 문항 해설

[수학2-ⅰ] 구간별로 정의된 이차함수를 잘 이해하고, 이를 이용하여 역함수를 제대로 구할 수 있는지의 능력을 평가하는 문제이다.

[수학2-ⅱ] 역함수의 개념을 활용하여 곡선 위의 점에서의 접선의 방정식을 미분의 개념을 이용하여 제대로 구할 수 있는지의 능력을 평가하는 문제이다.

[수학2-ⅲ] 곡선 위의 점에서의 접선과 곡선으로 둘러싸인 영역의 넓이를 적분의 개념을 이용하여 제대로 구할 수 있는지의 능력을 평가하는 문제이다.

[수학2-ⅳ] 두 영역의 넓이의 비율을 제대로 구할 수 있는지의 능력을 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
2-i	$g(x)=(-1-\sqrt{2})x$ **임을 구한다.**	3
	$h(x)=(1-\sqrt{2})x$ **임을 구한다.**	2
2-ii	$L_{2m}(x)$ **의 일차항 계수:** $-2\alpha^{2m+1}-1$ $L_{2m}(x)$ **의 상수항:** α^{4m+2}	5
	$L_{2m+1}(x)$ **의 일차항 계수:** $2\alpha^{2m+2}-1$ $L_{2m+1}(x)$ **의 상수항:**$-\alpha^{4m+4}$	5
2-iii	$A_{2m}=-\frac{2}{3}\alpha^{6m+1}$ **임을 보인다.**	5
	$A_{2m+1}=\frac{2}{3}\alpha^{6m+4}$ **임을 보인다.**	5
2-iv	$\frac{A_{2m+1}}{A_{2m}}=-\alpha^3=(\sqrt{2}-1)^3$ **임을 보인다.**	5

7. 예시 답안

[수학2-i]

b가 양수인 경우, $(b,f(b))$에서의 접선의 방정식은 $y=(2b-1)(x-b)+(b^2-b)$가 되고, 이 식과 $y=-x^2-x$를 연립하여 풀면, $x=-b\pm\sqrt{2}b$를 얻는다. 함수 $g(x)$의 정의에 따르면, b가 양수일 때, $g(b)$는 음수이므로, $g(b)=(-1-\sqrt{2})b$를 얻는다.

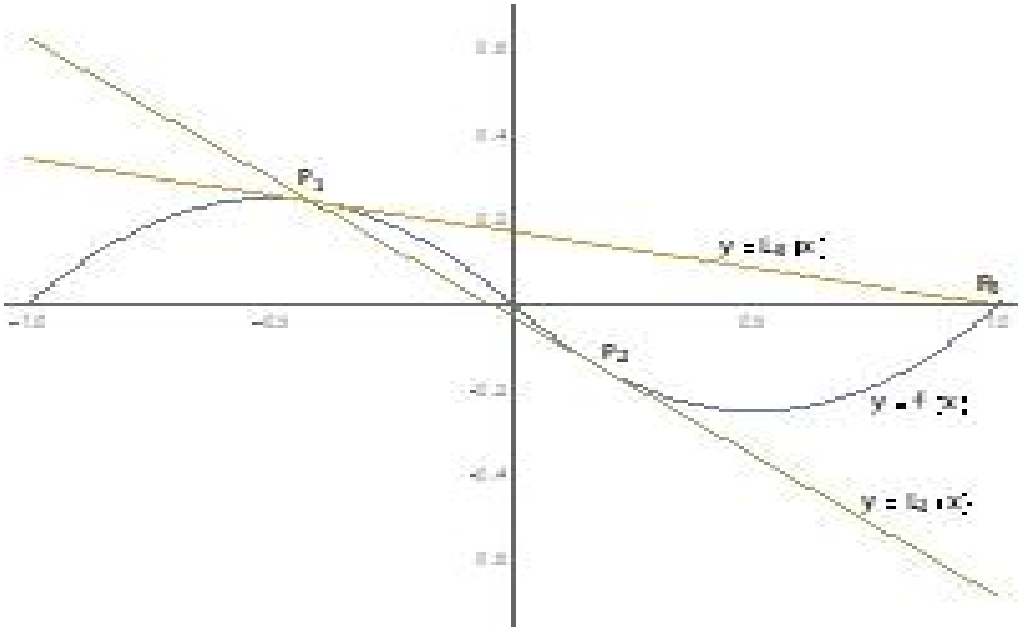
비슷한 방법으로, b가 음수인 경우, $(b,f(b))$에서의 접선의 방정식은 $y=(-2b-1)(x-b)+(-b^2-b)$가 되고, 이 식과 $y=x^2-x$를 연립하여 풀면, $x=-b\pm\sqrt{2}b$를 얻는다. 함수 $g(x)$의 정의에 따르면, b가 음수일 때, $g(b)$는 양수이므로, $g(b)=(-1-\sqrt{2})b$를 얻는다.

따라서 모든 실수 x에 대하여, 함수 $g(x)$는 $g(x)=(-1-\sqrt{2})x$가 되고, 역함수 $h(x)$는 $h(x)=(1-\sqrt{2})x$와 같게 된다.

답: $g(x)=(-1-\sqrt{2})x$, $h(x)=(1-\sqrt{2})x$

[수학2-ii]

문제에 주어진 상황을 그림으로 나타내면 아래와 같다.



$x_0=1$이고, 양의 정수 n에 대하여, $x_{n+1}=h(x_n)=(1-\sqrt{2})x_n$이므로, $x_n=(1-\sqrt{2})^n$과 같게 된다.
직선 $y=L_{2m}(x)$는 점 P_{2m+1}을 접점으로 하는 접선의 식과 같다. 따라서 $\alpha=1-\sqrt{2}$, $b=x_{2m+1}=\alpha^{2m+1}$이라고 두면, $L_{2m}(x)=(-2b-1)x+b^2=(-2\alpha^{2m+1}-1)x+\alpha^{4m+2}$이 된다.
한편, 직선 $y=L_{2m+1}(x)$는 점 P_{2m+2}를 접점으로 하는 접선의 식과 같게 되므로, $c=x_{2m+2}=\alpha^{2m+2}$이라고 두면, $L_{2m+1}(x)=(2c-1)x-c^2=(2\alpha^{2m+2}-1)x-\alpha^{4m+4}$이 된다.

답: $L_{2m}(x)$ 의 일차항 계수: $-2\alpha^{2m+1}-1$, $L_{2m}(x)$ 의 상수항: α^{4m+2},
$L_{2m+1}(x)$ 의 일차항 계수: $2\alpha^{2m+2}-1$, $L_{2m+1}(x)$ 의 상수항:$-\alpha^{4m+4}$

[별해]

점 $\mathrm{P}_n=(x_n,y_n)$의 좌표는 n이 짝수일 때와 홀수일 때, 각각 다음과 같이 α와 n으로 표현가능.

즉, $x_n=\alpha^n$, $y_n=\begin{cases}\alpha^{2n}-\alpha^n, & n\text{은 짝수}\\ -\alpha^{2n}-\alpha^n, & n\text{은 홀수}\end{cases}$

점 P_{2m}과 P_{2m+1}의 좌표를 위와 같이 구하여, 이를 이용하여 $L_{2m}(x)$의 계수들을 구한 경우에 해답으로 인정한다. 또한,
점 P_{2m+1}과 P_{2m+2}의 좌표를 위와 같이 구하여, 이를 이용하여 $L_{2m+1}(x)$의 계수들을 구한 경우도 해답으로 인정한다. 예를 들어,

$L_{2m}(x)=\left(\dfrac{y_{2m+1}-y_{2m}}{x_{2m+1}-x_{2m}}\right)(x-x_{2m})+y_{2m}$,

$L_{2m+1}(x)=\left(\dfrac{y_{2m+2}-y_{2m+1}}{x_{2m+2}-x_{2m+1}}\right)(x-x_{2m+1})+y_{2m+1}$ 을 구한 후, 이 식의 계수들을 α와 m으로 표현할 수 있음.(단, 좌표를 맞게 구해서 표기했는지 확인 필요)

[수학2-iii]

[수학2-ii]의 풀이에서처럼 편의상 $\alpha=1-\sqrt{2}$, $b=x_{2m+1}=\alpha^{2m+1}$, $c=x_{2m+2}=\alpha^{2m+2}$이라고 두자.

$$A_{2m}=\int_{x_{2m+1}}^{x_{2m}}(L_{2m}(x)-f(x))dx=\int_{b}^{0}((-2b-1)x+b^2-(-x^2-x))dx+\int_{0}^{b/\alpha}((-2b-1)x+b^2-(x^2-x))dx$$

$$=\int_{b}^{0}(x^2-2bx+b^2)dx+\int_{0}^{b/\alpha}(-x^2-2bx+b^2)dx=\left[\frac{x^3}{3}-bx^2+b^2x\right]_{b}^{0}+\left[-\frac{x^3}{3}-bx^2+b^2x\right]_{0}^{b/\alpha}$$

$$=-\frac{b^3}{3}+\left(-\frac{b^3}{3\alpha^3}-\frac{b^3}{\alpha^2}+\frac{b^3}{\alpha}\right)=-\left(\frac{\alpha^3+1+3\alpha-3\alpha^2}{3\alpha^3}\right)b^3=-\left(\frac{2+5\alpha+1+3\alpha-3-6\alpha}{3\alpha^3}\right)\alpha^{6m+3}$$

$=-\frac{2}{3}\alpha^{6m+1}$ 이 되고,

$$A_{2m+1}=\int_{x_{2m+1}}^{x_{2m+2}}(f(x)-L_{2m+1}(x))dx=\int_{0}^{c}((x^2-x)-((2c-1)x-c^2))dx+\int_{c/\alpha}^{0}((-x^2-x)-((2c-1)x-c^2))dx$$

$$=\int_{0}^{c}(x^2-2cx+c^2)dx+\int_{c/\alpha}^{0}(-x^2-2cx+c^2)dx=\left[\frac{x^3}{3}-cx^2+c^2x\right]_{0}^{c}+\left[-\frac{x^3}{3}-cx^2+c^2x\right]_{c/\alpha}^{0}$$

$$=\frac{c^3}{3}-\left(-\frac{c^3}{3\alpha^3}-\frac{c^3}{\alpha^2}+\frac{c^3}{\alpha}\right)=\left(\frac{\alpha^3+1+3\alpha-3\alpha^2}{3\alpha^3}\right)c^3=\left(\frac{2+5\alpha+1+3\alpha-3-6\alpha}{3\alpha^3}\right)\alpha^{6m+6}$$

$=\frac{2}{3}\alpha^{6m+4}$ 이 된다.

답: $A_{2m}=-\frac{2}{3}\alpha^{6m+1}$, $A_{2m+1}=\frac{2}{3}\alpha^{6m+4}$ **(단,** $\alpha=1-\sqrt{2}$**)**

[수학2-iv]

[수학2-iii]의 풀이에 있는 결과로부터,

$\frac{A_{2m+1}}{A_{2m}}=-\alpha^3=(\sqrt{2}-1)^3$이 되므로, m에 상관없이 일정함을 알 수 있다.

답: $\frac{A_{2m+1}}{A_{2m}}=-\alpha^3=(\sqrt{2}-1)^3$

문항카드 12

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 1교시 / 물리학Ⅰ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	물체의 운동, 에너지와 열, 전류와 자기장
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

[물리학Ⅰ]

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

<제시문1>

이상적인 용수철은 늘어나거나 줄어든 길이 x에 비례하는 힘 F를 물체에 작용한다. 이때 힘의 방향은 용수철이 원래 길이로 되돌아 가려는 방향이다. 이러한 힘을 탄성력이라 하고 비례상수 k를 용수철 상수라고 한다.

<제시문2>

계의 내부 에너지의 변화량은 외부에서 가해 준 열량에서 계가 외부에 한 일을 뺀 것과 같다. 이를 열역학 제1법칙이라고 한다.

<제시문3>

실제 열기관에서는 항상 마찰이나 외부로의 열손실이 존재하므로, 실제 열기관의 열효율은 카르노 기관의 열효율보다 작다.

<제시문4>

코일 내부의 자기 선속이 변할 때 코일에 전류가 흐르는 현상을 전자기 유도라 한다. 이때 흐르는 전류를 유도 전류라고 하며 유도 전류의 세기는 코일 내부를 통과하는 자기 선속의 변화율에 비례한다. 유도 전류는 코일 내부를 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 생기며 이를 렌츠 법칙이라 한다.

[물리학Ⅰ-ⅰ] 질량을 무시할 수 있는 용수철이 있다. 그림 (a)와 같이 중력장 안에서 물체를 매달지 않았을 때 이 용수철의 길이는 1 m이고 용수철 상수는 20 N/m이다. (단, 중력 가속도 g=9.8 m/s^2이고 공기의 저항은 무시한다.)

(가) 이 용수철의 한쪽 끝은 천장에 고정되어 있고 다른 한쪽 끝에는 질량 1 kg인 물체가 매달려 있다. 그림 (b)와 같이, 용수철의 길이가 2 m가 될 때까지 물체를 아래 방향으로 당긴 후 정지 상태에서 물체를 놓았다. 물체가 움직이기 시작하는 순간의 가속도 크기를 구하고 그 근거를 논하시오.

(나) (가)의 물체가 최고 속도에 도달했을 때 용수철의 길이를 구하고 그 근거를 논하시오.

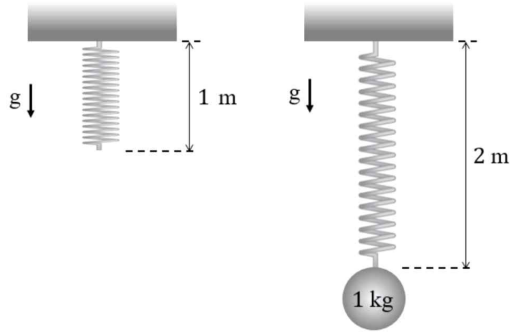


그림 (a) 그림 (b)

[물리학 Ⅰ-ⅱ] 절대온도가 T_1인 고열원에서 열에너지 3 J을 흡수하고 절대온도 T_2인 저열원으로 열에너지 1 J 을 방출하는 열기관이 있다. (그림 (c))

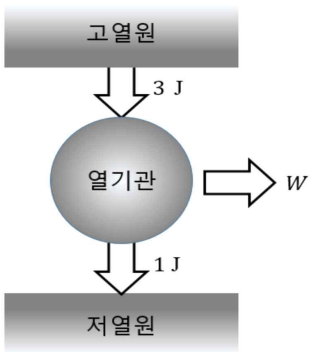


그림 (c)

(가) 이 열기관이 외부에 하는 일 W를 구하고 그 근거를 논하시오.

(나) 이 열기관의 효율을 구하고 그 근거를 논하시오.

(다) $T_1 = 600$ K인 경우, 열역학 제2법칙이 허용하는 T_2의 범위에 대해 논하시오.

[물리학 Ⅰ-ⅲ] 그림 (d)와 같이 자석의 N극을 원형도선 주위에서 위아래로 움직일 때 원형도선 내부를 통과하는 자기 선속이 그림 (e)와 같이 시간에 따라 Φ와 4Φ 사이에서 변화하였다.

(가) 1초와 2초 사이에 원형도선에 흐르는 전류의 크기를 구하고 그 근거를 논하시오.
(나) 2초와 3초 사이에 원형도선에 흐르는 전류의 방향을 구하고 그 근거를 논하시오.
(다) 4초와 6초 사이에 원형도선에 흐르는 전류는 0초와 1초 사이에 원형도선에 흐르는 전류의 몇 배인지 구하고 그 근거를 논하시오.

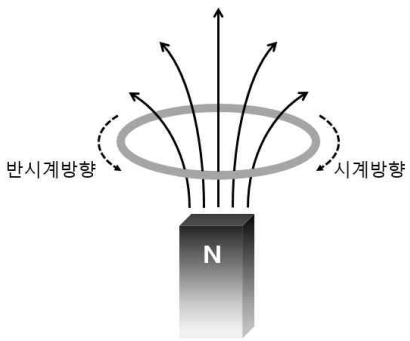


그림 (d)

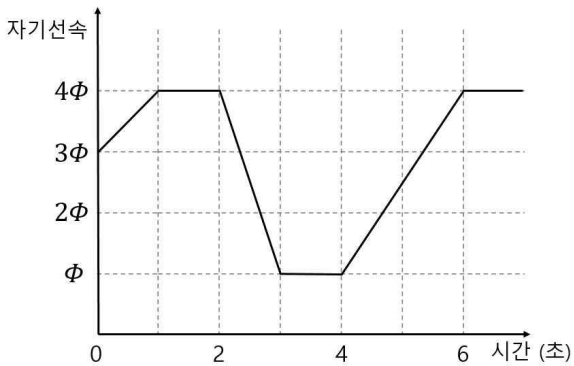


그림 (e)

3. 출제 의도

- 뉴턴의 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동에 대한 이해와 분석 능력을 평가한다.
- 전자기 유도 현상의 원리에 대한 이해와 응용 능력을 평가한다.
- 열역학 법칙을 이해하고, 열기관에서의 열역학 과정에 대한 분석과 응용 능력을 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 9] 과학과 교육과정 물리학 I

	영역별 내용
제시문1	[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.
제시문2	[12물리Ⅰ01-07] 열기관이 외부와 열과 일을 주고받아 열기관의 내부 에너지가 변화됨을 사례를 들어 설명할 수 있다.
제시문3	[12물리Ⅰ01-08] 열이 모두 일로 전환되지 않는다는 것을 사례를 들어 설명할 수 있다.
제시문4	[12물리Ⅰ02-07] 일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	물리학Ⅰ	김영민 외	교학사	2020	31-34, 61-66
	물리학Ⅰ	이상연 외	금성출판사	2020	26-27, 48-52
	물리학Ⅰ	김성진 외	미래엔	2021	51-53, 140-145
	물리학Ⅰ	송진웅 외	동아출판	2020	51-60, 125-130
	물리학Ⅰ	손정우 외	비상	2020	46-49, 126-129
	물리학Ⅰ	김성원 외	지학사	2020	53-63

5. 문항 해설

[물리학Ⅰ]의 탐구 활동은 과학의 본성에 맞도록 구성하며, 탐구 문제의 발견으로부터 결론 도출에 이르기까지의 다양한 탐구기능을 균형 있게 다루도록 한다는 교육부의 취지에 부합하도록 문항을 구성하였다. 고등학교 교과 과정 [물리학Ⅰ]의 “역학과 에너지” 단원에서 뉴턴 운동 법칙과 물체에 작용하는 힘에 대한 이해와 열역학 법칙과 열기관에서의 열역학 과정을 이해를 평가하고자 했다. “물질과 전자기장” 단원에서 전자기 유도 현상을 이해하고 구체적인 상황에 적용할 수 있는가를 평가하고자 했다.

문항 [물리학Ⅰ-ⅰ]은 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있는지를 묻는 문제이다. 문항 [물리학Ⅰ-ⅱ]에서는 열역학 제1 법칙과 열역학 제2법칙의 이해와 이를 바탕으로 열기관에서의 열역학 과정의 이해를 묻는 문제이다. 문항 [물리학Ⅰ-ⅲ] 전자기 유도 현상에 대한 이해와 논리적인 사고를 통해 문항에 제시된 그래프를 해석하는 능력을 요구하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항		채점 기준	배점
Ⅰ-ⅰ	(가)	[채점 요소] - 알짜힘을 구하고, 뉴턴의 제2법칙에 의한 물체의 운동 기술 [채점 준거] - 알짜힘을 구하고, 뉴턴의 제2 법칙을 적용하여 물체의 가속도를 구함 - 계산 결과는 옳으나 단위가 틀리면 1점 감점	7
	(나)	[채점 요소] - 알짜힘을 구하고, 뉴턴의 제2법칙에 의한 물체의 운동 기술 [채점 준거] - 알짜힘을 구하고, 뉴턴의 제2 법칙을 적용하여 물체의 속도를 구함 - 계산 결과는 옳으나 단위가 틀리면 1점 감점	8
Ⅰ-ⅱ	(가)	[채점 요소] - 열역학 제1 법칙에 따라 계의 내부 에너지, 외부에서 가한 열 그리고 외부에 한 일의 관계 이해 [채점 준거] - 단위가 틀리면 1점 감점	4
	(나)	[채점 요소] - 열기관의 열효율 바르게 계산 [채점 준거] - 열기관의 효율 계산	3
	(다)	[채점 요소] - 열역학 제2법칙과 카르노 기관과 같은 이상적인 열기관의 열역학 과정 이해 [채점 준거] - 열역학 제 2법칙에 의해 열기관의 열효율은 카르노 기관과 같은 이상적인 열기관의 열효율보다 클 수 없다는 점으로부터 저열원의 온도 범위 계산 - 답은 맞으나 그 근거가 바르게 기술되어 있지 않으면 2점 감점 - 계산 결과는 옳으나 단위가 틀리면 1점 감점	5
Ⅰ-ⅲ	(가)	[채점 요소] - 자기 선속이 없는 경우 전자기 유도가 일어나지 않는다는 것을 이해 [채점 준거] - 답은 맞으나 그 근거가 바르게 기술되어 있지 않으면 2점 감점	3
	(나)	[채점 요소] - 전자기유도가 일어나는 경우 렌츠 법칙에 따른 전류의 방향을 설명 [채점 준거] - 답은 맞으나 그 근거가 바르게 기술되어 있지 않으면 2점 감점	5
	(다)	[채점 요소] - 전자기 유도의 유도전류의 크기가 자기 선속의 시간당 변화량에 비례하여 증가하는 것을 이해 [채점 준거] - 답은 맞으나 그 근거가 바르게 기술되어 있지 않으면 2점 감점	5

7. 예시 답안

[물리학I- i]

(가) 물체가 움직이는 순간 물체에 가해지는 알짜힘은 중력과 탄성력의 합이다. 뉴턴의 제 2법칙에 의해 물체가 움직이는 순간의 가속도의 크기 a는 다음과 같다.

$$20\,N/m \times 1\,m - 1kg \times 9.8\,m/s^2 = 1\,kg \times a$$
$$a = 10.2\,m/s^2$$

(나) 물체는 가속이 멈추었을 때 최고 속도에 도달한다. 즉 물체의 가속도가 0이 되었을 때 물체는 최고 속도에 도달한다.

$$20\,N/m \times x - 1kg \times 9.8\,m/s^2 = 0$$
$$x = 0.49\,m$$

따라서 이때 용수철의 길이는 $1m + 0.49\,m = 1.49\,m$ 이다.

[물리학I- ii]

(가) 열역학 제 1법칙: 한 번의 순환 과정 후, 열기관은 다시 처음 상태로 되돌아오므로 내부 에너지의 변화 $\triangle U = 0$ 이다. 따라서 열기관이 외부에 한 일은 열기관이 높은 온도의 열원에서 흡수한 열과 낮은 온도의 열원으로 방출한 열의 차이와 같다.

$$W = Q_1 - Q_2 = 3 - 1 = 2\,J$$

(나) $e = \dfrac{W}{Q_1} = \dfrac{2}{3}$

(다) 열역학 제 2법칙에 의해 열기관의 열효율은 카르노 기관과 같은 이상적인 열기관의 열효율보다 클 수 없다.

따라서,

$$1 - \frac{Q_2}{Q_1} \le 1 - \frac{T_2}{T_1}$$
$$\frac{Q_2}{Q_1} \ge \frac{T_2}{T_1}$$
$$T_2 \le \frac{1}{3}T_1,\ T_1 = 600K$$
$$T_2 \le 200K$$

(또는, ‘$T_2 < 200K$’ 및 ‘$0 < T_2 \le 200K$’도 인정)

[물리학I-ⅲ]

(가) 1초와 2초 사이에는 원형도선 내부를 지나는 자기 선속의 변화가 없으므로 전류가 흐르지 않는다. 따라서 전류의 크기는 **0**이다.

(나) 2초와 3초 사이에는 자기선속이 감소하고 있다. 렌츠 법칙에 따라 전류는 자기선속을 증가시키는 방향으로 흐르게 되므로, 전류의 방향은 **"반시계방향"** 이다.

(다) 각 구간별 자기선속 그래프의 기울기의 비로부터 전류의 비를 구할 수 있다. 4초와 6초 사이에는 2초간 자기 선속이 3Φ 만큼 변하므로 1초당 $\frac{3}{2}\Phi$ 만큼 변한다. 반면, 0초와 1초 사이에는 1초당 Φ 만큼 변하였다. 따라서, 4초와 6초 사이에 원형도선에 흐르는 전류는 0초 와 1초 사이에 원형도선에 흐르는 **전류의 $\frac{3}{2}$배 (혹은 1.5배)**이다.

문항카드 13

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 1교시 / 화학Ⅰ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	몰, 원자량, 분자량, 화합물, 질량 퍼센트 농도, 몰농도, 공유 전자쌍, 비공유 전자쌍, 원자 반지름, 이온 반지름, 이온화 에너지, 오비탈, 홀전자, 화학 반응식, 화학 반응에서의 양적 관계, 산화-환원, 산, 염기, 중화 반응, pH
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

<제시문1>

용액 100 g에 녹아 있는 용질의 질량(g)을 질량 퍼센트 농도라고 하며, 단위는 %를 사용한다. 몰 농도는 1 L 속에 녹아 있는 용질의 양(mol)으로, 단위는 M, 또는 mol/L를 쓴다.

<제시문2>

기체 상태의 원자 1 몰에서 1 몰의 전자를 떼어내는 데 필요한 에너지를 이온화 에너지라고 한다. 이온화 에너지의 크기는 원자의 종류에 따라 다르다. 원자핵과 전자 사이에 작용하는 인력이 강할수록 전자를 떼어 내기 어려우므로 이온화 에너지도 커진다.

<제시문3>

한 오비탈에 배치된 쌍을 이룬 전자들을 전자쌍이라 하고, 오비탈에서 쌍을 이루지 않은 전자를 홀전자라고 한다.

<제시문4>

화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식을 이용하여 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식을 통해 반응물과 생성물의 종류를 알 수 있고, 물질의 양, 분자 수, 질량, 기체의 부피 등의 양적 관계를 파악할 수 있다.

<제시문5>

수용액의 pH = -log[H_3O^+]로 나타내며 pOH = -log[OH^-]로 나타낼 수 있다. 25°C에서 물의 이온화 상수 K_w는 1.0×10^{-14}로 일정하므로 pH + pOH = 14의 관계가 성립한다.

[화학Ⅰ-ⅰ] 요소(NH_2CONH_2)가 메탄올(CH_3OH)과 물의 혼합 용매에 녹아 있는 용액 A가 400 g 있다. 이 용액의 요소와 메탄올의 질량 퍼센트 농도는 각각 15%와 40%이다. 용액 A에 존재하는 수소, 탄소, 질소, 산소 원소의 개수(mol)을 각각 나타내고, 그 근거를 논하시오. (단, H, C, N, O의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16이다.)

[화학 I - ii] 문제 [화학 I - i]의 용액 A에 존재하는 분자들의 (1) 비공유 전자쌍 총 개수(mol)와 (2) 공유 전자쌍의 총 개수(mol)를 각각 구하고, 그 근거를 논하시오.

[화학 I - iii] 아래 6가지 원소의 (1) 원자 반지름, (2) 안정한 이온 형태의 이온 반지름, (3) 이온화 에너지에 대하여 값이 작은 것에서 커지는 순으로 부등호를 이용하여 각각 나타내고, 그 근거를 논하시오. (단, O, F, Na, Mg, S, Cl의 원자 번호는 각각 8, 9, 11, 12, 16, 17이다.)

O, F, Na, Mg, S, Cl

[화학 I - iv] 문제 [화학 I - iii]의 6가지 원자가 각 1 몰씩 들어 있는 시료 B가 있을 때, 시료 B 안의 (1) p 오비탈의 전자 총 개수(mol)와 (2) 홀전자의 총 개수(mol)를 각각 구하고, 그 근거를 논하시오.

[화학 I - v] 0.005 mol 염소 기체를 충분한 양의 물과 반응시켜 하이포염소산(HClO)과 염산(HCl)의 혼합물 200 mL를 얻었다. 이 혼합물에 0.5 M $Ba(OH)_2$ 수용액 20 mL를 첨가하여 용액 C를 얻었다. 용액 C에 물을 첨가하여 25°C에서 부피 1 L인 용액 D를 얻었을 때, 용액 D의 pH를 구하고, 그 근거를 논하시오.

3. 출제 의도

화학 I 교과에서 다루고 있는 물질의 양과 화학 반응식, 원자 모형과 전자배치, 원소의 주기적 성질, 분자의 구조, 산 염기 중화 반응, 산화 환원 반응 등에 걸쳐 고르게 문제를 출제하였다. [화학의 첫걸음] 단원에서는 화학의 기본적인 개념인 몰, 원자량과 분자량, 용액의 농도 등의 의미를 이해하고, 이를 바탕으로 용액에 포함된 원자 및 분자수를 몰이라는 개념으로 이해할 수 있는지 평가하고자 하였다. [원자의 세계] 단원에서는 원자 모형과 오비탈의 이해를 통한 전자 배치를 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. 또한, 원소의 주기적 성질을 원리를 이해하고 원자 반지름, 이온 반지름, 이온화 에너지의 경향을 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. [화학 결합과 분자의 세계] 단원에서는 분자의 루이스 구조 이해를 통한 공유 전자쌍 및 비공유 전자쌍을 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다. [역동적인 화학 반응] 단원에서는 산과 염기 사이의 중화 반응 및 산화-환원 반응을 화학 반응식으로 나타내고 반응물 생성물 간의 양적 관계를 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. 기본적으로 고등학교 화학 I 교과에 대한 이해의 충실도를 평가하려는 의도에서 문제를 출제하였으며, 단순 암기를 지양하고, 고등학교 과정을 통해 얻어진 지식을 단순 나열이 아니라, 지식들의 논리적 전개를 통해 설득력 있게 서술이 가능한 지에 대하여 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 9] 과학과 교육과정 화학 I

	영역별 내용
제시문1	[12화학 I 01-05] 용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있다.
제시문2	[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.
제시문3	[12화학 I 02-03] 전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.
제시문4	[12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
제시문5	[12화학 I 04-03] 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.
문제 I - i	[12화학 I 01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.
문제 I - ii	[12화학 I 03-05] 원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다.
문제 I - iii	[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.
문제 I - iv	[12화학 I 02-02] 양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다. [12화학 I 02-03] 전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.
문제 I - v	[12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. [12화학 I 04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다. [12화학 I 04-03] 산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

<제시문1>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	강대훈 외 3인	YBM	2020	41-42
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	44-45
	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	40-43
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	40-42
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	40-42
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	41

<제시문2>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	강대훈 외 3인	YBM	2020	105-109
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	92-93
	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	92-94
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	90-92
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	84-85
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	94-95

<제시문3>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	강대훈 외 3인	YBM	2020	83-85
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	76-77
	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	73-74
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	67-69
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	66-67
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	73-77

<제시문4>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	강대훈 외 3인	YBM	2020	46-53
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	36-41
	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	30-37
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	34-39
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	34-39
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	37-40

<제시문5>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	강대훈 외 3인	YBM	2020	174-177
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	160-163
	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	170-172
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	165-167
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	150-152
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	166-169

<문제 Ⅰ-ⅰ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	강대훈 외 3인	YBM	2020	35-42
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	28-45
	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	23-43
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	27-42
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	27-42
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	22-41

<문제 Ⅰ-ⅱ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	강대훈 외 3인	YBM	2020	127-130
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	130-131
	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	132-134
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	120-121
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	115-116
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	126-127

<문제 Ⅰ-ⅲ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	강대훈 외 3인	YBM	2020	101-109
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	88-93
	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	87-94
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	84-92
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	80-85
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	90-95

<문제 Ⅰ-ⅳ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	강대훈 외 3인	YBM	2020	83-85
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	76-77
	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	73-74
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	67-69
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	66-67
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	73-77

<문제 Ⅰ-ⅴ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	강대훈 외 3인	YBM	2020	46-53,174-177, 185-187,197-199
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	36-41,160-163, 164-169,176-186
	화학I	노태희 외 6인	천재교육	2020	30-37,170-172, 173-177,185-196
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	34-39,165-167, 168-171,175-180
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	34-39,150-152, 159-161,166-171
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	37-40,166-169, 178-181,195-203

5. 문항 해설

<화학 Ⅰ - ⅰ >

화학의 첫걸음을 위해서는 원자 및 분자의 양적 이해가 중요하다. 이에 몰 개념, 원자량과 분자량을 이해하며, 원자 및 분자의 수를 추론할 수 있는지 평가하고자 하였다. 특히, 질량 퍼센트 농도를 이해하고, 이에 바탕으로 용액 내의 원자 및 분자의 수를 추론할 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ - ⅱ >

간단한 분자의 구조를 이해하는데 가장 기본적인 접근은 루이스 전자점식이다. 이에 루이스 전자점식에 기반하여 분자의 구조 및 공유 결합의 원리를 이해하고, 주어진 분자에 대하여 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍을 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ - ⅲ>

주기율표 상의 원소는 주기성을 가지며, 주기성의 원리를 이해하는 것은 원소를 이해하는 데 핵심적인 것이라 할 수 있다. 이에 주어진 6가지의 원소에 대해 기본적인 특성인 원자 반지름, 이온 바지름, 이온화 에너지의 주기성을 추론하고 그 원리를 논리적으로 제시할 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ - ⅳ>

원자의 특성을 이해하기 위해서 가장 기본적인 것은 전자 배치를 살펴보는 것이다. 이에 주어진 6개의 원자에 대해 전자 배치를 제시하고 오비탈에의 전자 배치 상황 및 홀전자의 유무에 대해 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ - ⅴ >

산-염기 및 산화-환원 반응은 화학 반응 중 주요 반응들이다. 이들 반응을 이해하기 위해서 화학 반응식을 제시하며 반응물과 생성물 간의 양적 관계를 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. 특히, 산-염기 반응을 통해 얻어진 용액에 대해 산도를 pH로 논리적으로 제시할 수 있는지 평가하고자 하였다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
Ⅰ-ⅰ	• 질량 퍼센트 농도, 몰 개념, 원자량, 분자량을 이해하고 용액상의 원자 및 분자의 수를 설명할 수 있는지 평가함.	8
Ⅰ-ⅱ	• 루이스 구조식에 기반한 분자들의 비공유 전자쌍 및 공유 전자쌍의 존재에 대해 설명할 수 있는지 평가함.	6
Ⅰ-ⅲ	• 원자의 원자 반지름, 이온 반지름, 이온화 에너지에 대한 주기적 성질의 경향성 제시와 원리에 대해 설명할 수 있는지 평가함.	12
Ⅰ-ⅳ	• 원자의 전자 배치에 따른 오비탈 내의 전자 및 홀전자의 유무에 대해 설명할 수 있는지 평가함.	6
Ⅰ-ⅴ	• 산화-환원 반응 및 산-염기 반응을 화학 반응식으로 표시하고 반응물과 생성물 간의 양적 관계를 설명할 수 있는지 평가함. 용액의 산도를 올바르게 제시할 수 있는지 평가함.	8

7. 예시 답안

<화학 Ⅰ - ⅰ >

400g의 A 용액 내에 질량 퍼센트 농도가 15%인 요소의 양은 400×0.15 = 60 g이다. 요소(NH_2CONH_2)의 분자량은 60 g/mol이며 A 용액에는 1 mol의 요소가 존재하며, 이는 수소, 탄소, 질소, 산소 원소의 개수는 각각 4 mol, 1 mol, 2 mol, 1 mol이 존재함을 의미한다.

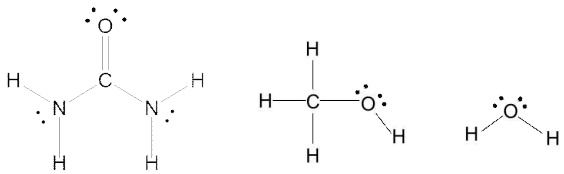
400 g의 A 용액에 질량 퍼센트 농도가 40%인 메탄올의 양은 400×0.4 = 160 g이다. 메탄올(CH_3OH)의 분자량은 32 g/mol이며 A 용액에는 5 mol의 메탄올이 존재하며, 이는 수소, 탄소, 질소, 산소 원소의 개수는 각각 20 mol, 5 mol, 0 mol, 5 mol이 존재함을 의미한다.

400g의 A 용액에 물이 400 - 60 - 160 = 180 g이다. 물의 분자량은 18 g/mol이며 A 용액에는 10 mol의 물이 존재하며, 이는 수소, 탄소, 질소, 산소 원소의 개수는 각각 20 mol, 0 mol, 0 mol, 10 mol이 존재함을 의미한다.

따라서, A 용액에 존재하는 수소, 탄소, 질소, 산소 원소의 총 개수는 각각 44 mol, 6 mol, 2 mol, 16 mol이다.

<화학 Ⅰ - ⅱ >

주어진 3개의 분자의 루이스 구조식은 다음과 같다.



400 g의 A 용액에는 1 mol의 요소가 존재하며, 1 mol의 요소에는 비공유 전자쌍 1×4 = 4 mol과 공유 전자쌍 1×8 = 8 mol이 존재한다. A 용액에 존재하는 5 mol의 메탄올에는 비공유 전자쌍 5×2 = 10 mol과 공유 전자쌍 5×5 = 25 mol이 존재한다. A 용액에 존재하는 10mol의 물에는 비공유 전자쌍 10×2 = 20 mol과 공유 전자쌍 10×2 = 20 mol이 존재한다. 따라서 A 용액에 존재하는 비공유 전자쌍의 총 개수는 34 mol이며, 공유 전자쌍의 총 개수는 53 mol이다.

<화학 Ⅰ - ⅲ>

F와 O를 비교하면 F가 유효 핵전하가 O에 비해 크므로 F가 원자 반지름이 작으며, 같은 주기인 Na, Mg, S, Cl의 경우 오른쪽으로 갈수록 유효 핵전하가 크므로 작아진다. F와 O에 비해 Na, Mg, S, Cl는 주기가 크므로 전자 껍질 수가 많아져 원자 반지름이 크다. 따라서 원자 반지름이 작은 것에서 커지는 순으로 배열하면 F < O < Cl < S < Mg < Na 이다.

O, F, Na, Mg, S, Cl의 안정한 이온 형태는 각각 O^{2-}, F^-, Na^+, Mg^{2+}, S^{2-}, Cl^-이며, O^{2-}, F^-, Na^+, Mg^{2+}의 경우 같은 전자 배치를 가지고 있으나 오른쪽으로 갈수록 유효 핵전하가 크므로 이온 반지름이 작아진다. S^{2-}, Cl^-의 경우 같은 전자 배치를 가지고 있으나 Cl_-가 유효 핵전하가 커서 원자 반지름이 작다. S^{2-}, Cl^-는 O^{2-}, F^-, Na^+, Mg^{2+}에 비해 전자 껍질의 수가 많으므로 더 크다. 따라서, 이온 반지름이 작은 것에서 커지는 순으로 배열하면 Mg^{2+} < Na^+ < F^- < O^{2-} < Cl^- < S^{2-}이다.

F와 O를 비교하면 F가 유효 핵전하가 O에 비해 크므로 F가 이온화 에너지가 크며, 같은 주기인 Na, Mg, S, Cl의 경우 오른쪽으로 갈수록 유효 핵전하가 크므로 이온화 에너지가 커진다. F와 O에 비해 Na, Mg, S, Cl는 주기가 크므로 전자 껍질 수가 많아져 이온화 에너지가 작아진다. 따라서, 이온화 에너지가 작은 것에서 커지는 순으로 배열하면 Na < Mg < S < Cl < O < F이다.

<화학 Ⅰ-ⅳ>

O, F, Na, Mg, S, Cl의 전자 배치를 나타내면 다음과 같다.

O: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$ F: $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$ Na: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$

Mg: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ S: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$ Cl: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

B 시료에 6개의 원소가 1 mol씩 있을 때, p 오비탈의 전자의 개수는 각각 4 mol, 5 mol, 6 mol, 6 mol, 10 mol, 11 mol로 총 개수는 42 mol이다. 또한, 6개의 원소가 1 mol씩 있을 때, 홀전자의 개수는 각각 2 mol, 1 mol, 1 mol, 0 mol, 2 mol, 1 mol로 B 시료의 총 개수는 7 mol이다.

<화학 Ⅰ-ⅴ>

주어진 산화-환원 반응을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.

$Cl_2(g) + H_2O(l) \text{ --> } HClO(aq) + HCl(aq)$

0.005 mol의 Cl_2를 반응하여 수용액상에 생성된 HClO와 HCl의 개수는 각각 0.005 mol, 0.005 mol이다. 이는 H^+의 개수 0.01 mol을 의미한다.

주어진 산-염기 반응을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.

$2HClO(aq)+2HCl(aq)+2Ba(OH)_2(aq) \text{ --> } 4H_2O(l)+Ba(ClO)_2(aq)+BaCl_2(aq)$

0.5 M $Ba(OH)_2$ 20 mL에 있는 OH^-의 개수는 0.5×0.02×2 = 0.02 mol이다. 따라서 C 용액에는 0.02 − 0.01 = 0.01 mol의 OH^-가 존재하며, D 용액의 $[OH^-]$는 0.01/1 = 0.01 M이다. 따라서, D 용액의 pOH = $-\log 10^{-2}$ = 2이며, pH = 14 − 2 = 12이다.

문항카드 14

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 1교시 / 생명과학Ⅰ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	사람의 유전 양식, 염색체 이상, 유전자 이상, 우성 및 열성, 물질 대사, 대사성 질환, 혈당 조절, 항상성 유지
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

다음 <제시문1>~<제시문5>를 읽고 [생명과학Ⅰ-i]~[생명과학Ⅰ-ⅴ]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
염색체 또는 유전자에 이상이 생겨 염색체 구조가 달라지거나 DNA 염기서열이 변함으로서 부모에게 없던 형질이 나타나는 현상을 돌연변이라고 한다.

<제시문2>
사람의 유전 형질 중 귓불, 보조개, 이마선은 상염색체에 있는 한 쌍의 대립유전자에 의해 결정되고, 우성과 열성이 명확하게 구분되는 것으로 알려져 있다. 한 쌍의 대립유전자에 의해 하나의 형질이 결정되는 유전을 단일 인자 유전이라고 한다.

<제시문3>
우리 몸에서 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계는 서로 다른 기능을 수행하면서도 유기적으로 연결되어 통합적으로 작용한다. 따라서 한 기관계에 이상이 생기면 생명 활동이 정상적으로 일어나기 어렵다.

<제시문4>
체내에서 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환을 모두 일컬어 대사성 질환이라고 한다. 즉 대사성 질환은 물질 대사에 관여하는 효소의 결핍이나 호르몬 분비 이상 등으로 체외로 배설되어야 할 대사 물질이 체내에 축적되거나, 체내에 필요한 대사 물질이 부족해져서 다양한 기능 장애가 나타나는 질병이다.

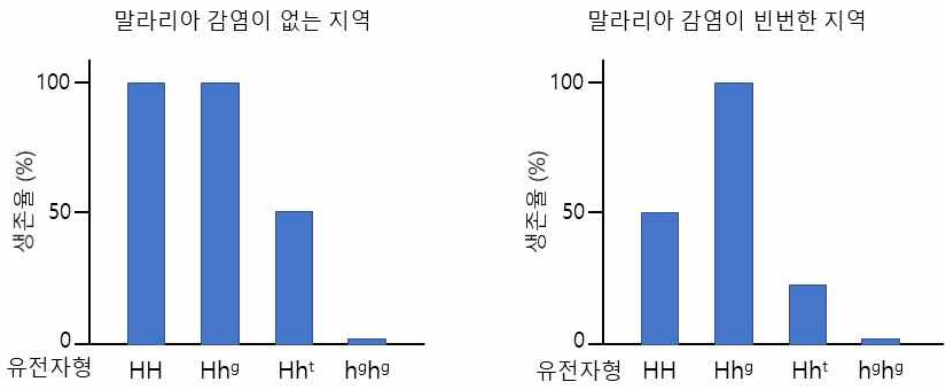
<제시문5>
체온을 유지하거나 혈당량을 조절하는 것과 같이 우리 몸의 항상성 유지에 필요한 반응들은 내분비계와 신경계가 상호 작용하여 일어난다. 특히 호르몬의 분비가 과다하거나 부족하면 항상성 유지가 어려워 질병으로 이어진다.

[생명과학 Ⅰ - i] 사람의 경우 산소는 적혈구에 있는 헤모글로빈을 통해 인체 내부의 조직 세포로 전달된다. 성균이는 여러 연구를 통해 헤모글로빈을 구성하는 유전자의 돌연변이 중 기존에 알려진 낫 모양 적혈구 빈혈증을 유도하는 돌연변이 외에 두 종류의 새로운 돌연변이가 존재함을 확인하였다. 낫 모양 적혈구 빈혈증과 유사한 증상을 일으키는 돌연변이 대립유전자를 h^g로 표시하고 낫 모양 적혈구 빈혈증의 증상과는 전혀 다른 증상을 유발하는 새로운 돌연변이 대립유전자를 h^t로 표시하였으며 정상 대립유전자는 H로 표시하였다. 각 대립유전자의 체세포 1개당 DNA의 상대량을 조사하여 <표1>을 만들었다.(단, 체세포 1개당 염색체 수는 동일하다.)

<표1>

대립유전자	체세포 1개당 DNA의 상대량
정상 대립유전자 H	1
돌연변이 대립유전자 h^g	1
돌연변이 대립유전자 h^t	0

또한 성균이는 말라리아 감염이 빈번하게 발생하는 지역과 말라리아 감염이 거의 없는 서로 다른 두 지역에서 각각의 유전자형을 가진 사람들의 생존율을 조사하여 다음과 같은 그래프를 얻게 되었다(그림1).



<그림 1>

(1) <표1>과 <제시문1>을 참조하여 대립유전자 h^t와 대립유전자 h^g에서 나타나는 돌연변이의 특징을 유추하고 그 근거를 논하시오.

(2) 두 지역에서 유전자형에 따른 표현형의 하나인 생존율을 분석하였을 때, 멘델 유전 법칙이 정확하게 적용되지 않는 경우가 있음을 알 수 있다. <제시문2>를 참조하여, 각 지역에서 멘델 유전 법칙에서 벗어난 경우를 가장 잘 설명할 수 있는 유전자형을 선택한 후 그 근거를 논하시오. (단, 유전자형이 h^th^t와 h^gh^t인 경우 수정 후 발생 단계에서 사망하여 태어나지 않으며, 유전자형이 h^gh^g인 경우 태어난 후 거의 생존하지 못한다.)

[생명과학 Ⅰ-ⅱ] 다음은 대사성 질환 중의 하나인 고지혈증 때문에 심장마비가 발생하는 과정을 순서도로 표시한 것이다.

1. 고지혈증 환자는 혈액 속에 콜레스테롤을 비롯한 중성 지방이 많다.

↓

2. 콜레스테롤을 비롯한 지질 성분이 혈관 내벽에 쌓이면 동맥벽의 탄력이 떨어진다.

↓

3. 콜레스테롤과 지질 성분이 쌓이면서 혈관 지름이 좁아지는 동맥 경화가 일어난다.

↓

4. 동맥경화가 악화되면 혈관이 막히게 된다.

↓

5. ( )

↓

6. 심장마비가 일어나 사망하게 된다.

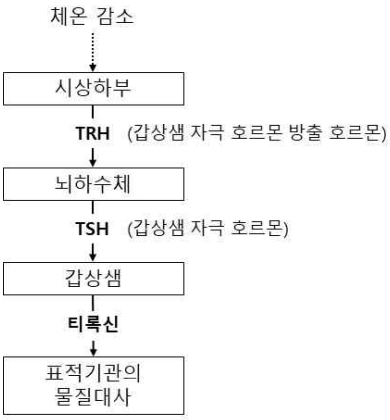
<제시문3>과 <제시문4>를 참조하여, 4번과 6번 사이에 어떤 일들이 일어나서 심장마비가 나타나는지 논하시오.

[생명과학 Ⅰ-ⅲ] 성균이는 제1형 당뇨병 환자의 근육세포(A)와 제2형 당뇨병 환자의 근육세포(B)를 각각 분리하여 배양하였다. 각각의 살아 있는 근육세포 A와 B에 동일한 양의 인슐린과 동일한 양의 포도당을 처리한 경우, 각각의 세포내 포도당 양의 상대적 차이를 예측하고 근거를 논하시오.

[생명과학 Ⅰ-ⅳ] 혈당량 조절에 어려움을 겪고 있는 환자가 있다. 이 환자는 식사를 규칙적으로 하고 운동을 하지 않으면 혈당량에 큰 문제가 없었으나, 식사를 하지 않거나 운동을 한 경우 혈당량이 급격히 떨어지는 증상을 가지고 있다. 성균이는 이 환자의 이자에서 분비되는 호르몬들 중 특정 호르몬에 문제가 있을 것이라고 가정하였고 실험을 통해 본인의 가설이 옳다는 것을 확인하였다. 성균이가 생각한 호르몬은 무엇인지 그리고 어떤 근거에서 가설을 세웠는지 논하시오. (단, 제시된 조건 이외에 혈당량에 영향을 미치는 요인은 없다.)

[생명과학 Ⅰ-ⅴ] 사람의 대사 작용은 혈당량을 조절하는 호르몬들뿐만 아니라 갑상샘에서 분비되는 티록신에 의해서도 조절되어 진다. <그림2>는 정상인에게서 체온이 내려갈 때 나타나는 갑상샘 호르몬 분비 과정이다. 갑상샘에서 분비되는 티록신은 아이오딘 원소를 함유하고 있는 유일한 호르몬이다.

흥미롭게도 성균이는 아이오딘이 포함된 음식을 충분히 그리고 장기간 섭취하지 못하는 경우, 갑상샘 기능 저하증과 더불어 갑상샘이 비정상적으로 비대해진다는 사실을 알게 되었다. 이러한 현상이 나타나는 이유에 대해 논하시오. (단, 제시된 조건 이외에 갑상샘에 영향을 미치는 요인은 없으며 다른 호르몬은 전혀 관여하지 않는다.)



<그림 2>

3. 출제 의도

본 문항에서는 기본적으로 유전의 기본 개념 및 물질대사에 관련된 기관계들의 통합적 기능에 대한 개념을 이해하고 있는 가를 측정하고자 하였다. 본 문항은 다섯 개의 소문항으로 이루어져 있다. 첫 번째 소문항에서는 우성과 열성 형질, 유전자형과 표현형, 그리고 염색체 이상과 유전자 이상의 개념을 정확히 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 두 번째 소문항부터 네 번째 소문항은 대사성 질환인 고지혈증과 당뇨병의 원인, 그리고 이러한 원인이 어떻게 질환으로 진행되는지에 대해 물음으로써 물질대사에 대한 개념을 정확히 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 다섯 번째 문항의 경우 내분비계의 이상에 의해 항상성 유지에 문제가 생기면 질병이 생길 수 있다는 개념을 이해하고 있는지를 갑상샘 호르몬의 조절 원리를 이용하여 평가하고자 하였다. 이를 통해 고등학교 교육 과정에 있는 유전의 개념과 물질 대사에 대한 개념을 제대로 숙지하고 있는지, 그리고 이들 개념을 활용하여 문제를 해결하기 위한 논리적 추론 능력이 있는지를 종합적으로 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 9] 과학과 교육과정 생명과학 I

	영역별 내용
제시문	[12생과Ⅰ04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12생과Ⅰ02-03] 물질대사와 관련 있는 질병을 조사하고, 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관에 대해 토의하고 발표할 수 있다. [12생과Ⅰ02-01] 물질대사 과정에서 생성된 에너지가 생명 활동에 필요한 ATP로 저장되고 사용됨을 이해하고, 소화, 호흡, 순환 과정과 관련되어 있음을 설명할 수 있다. [12생과Ⅰ03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다. [12생과Ⅰ03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다. [생12생과Ⅰ04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.

문제Ⅰ-ⅰ	[생12생과Ⅰ04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다. [12생과Ⅰ04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅱ	[12생과Ⅰ02-03] 물질대사와 관련 있는 질병을 조사하고, 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관에 대해 토의하고 발표할 수 있다. [12생과Ⅰ02-01] 물질대사 과정에서 생성된 에너지가 생명 활동에 필요한 ATP로 저장되고 사용됨을 이해하고, 소화, 호흡, 순환 과정과 관련되어 있음을 설명할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅲ	[12생과Ⅰ02-03] 물질대사와 관련 있는 질병을 조사하고, 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관에 대해 토의하고 발표할 수 있다. [12생과Ⅰ03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅳ	[12생과Ⅰ02-03] 물질대사와 관련 있는 질병을 조사하고, 대사성 질환을 예방하기 위한 올바른 생활 습관에 대해 토의하고 발표할 수 있다. [12생과Ⅰ03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅴ	[12생과Ⅰ03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다. [12생과Ⅰ03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 Ⅰ	이준규 외 5명	천재교육	2018	39–43, 44–46, 83–90, 135-146
	생명과학 Ⅰ	심재호 외 5명	금성출판사	2018	46–54, 60–62, 96-105, 148-156
	생명과학 Ⅰ	전상학 외 7명	지학사	2018	34–44, 46–49, 82–89, 126-137
	생명과학 Ⅰ	권혁빈 외 5명	교학사	2018	33–43, 46–49, 86–93, 134-147
	생명과학 Ⅰ	이용철 외 3명	YBM	2019	31–44, 47–48, 87–96, 141-158
	생명과학 Ⅰ	심규철 외 5명	비상교육	2018	35–43, 44–48, 82–90, 130-148

5. 문항 해설

[생명과학 Ⅰ – ⅰ]

염색체 구조적 이상과 유전자의 이상에 의해 나타나는 돌연변이와 우성과 열성의 개념을 이해하고 있는지를 평가하는 문제이다. 헤모글로빈을 구성하는 유전자의 돌연변이 중 낫 모양 적혈구 빈혈증과 유사한 증상을 일으키는 돌연변이 대립유전자 h^g와 전혀 다른 증상을 유발하는 돌연변이 대립유전자 h^t의 특징을 유추하고, 이들 대립유전자들이 환경에 따라 우성과 열성의 특징이 달라질 수 있음을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

(1) 돌연변이 대립유전자 h^t의 경우 염색체 수는 일정하나 대립유전자 h^t의 DNA 상대량이 0이라는 사실에서 대립유전자 h^t는 염색체 구조 이상인 결실에 의해서 나타난다고 유추할 수 있다. 반면 대립유전자 h^g의 경우 정상 대립유전자 H처럼 DNA 상대량이 1이라는 사실에서 염색체의 결실이 아니며, 낫 모양 적혈구 빈혈증과 유사한 증상을 나타낸다는 사실에서 DNA 염기서열의 변화에 의한 아미노산의 변화가 야기된 유전자 이상 돌연변이라고 유추할 수 있다.

(2) 말라리아 감염이 없는 지역에서 유전자형 Hh^t는 유전자형 Hh^g에 비해 정상 대립유전자 H가 돌연변이 대립유전자 h^t에 대해 완벽한 우성 형질이 나타나지 않음을 알 수 있다. 즉 멘델 유전 법칙에서 나타나는 열성에 대한 완전 우성이 나타나지 않는다. 말라리아 감염이 빈번한 지역에서는 유전자형 HH에 비해 Hh^g가 생존률이 높은 것으로 보아 대립 유전자 h^g가 생존에 기여함을 알 수 있고 말라리아 감염이 빈번한 환경에서는 h^g가 열성이 아닌 우성으로 작용하였을 가능성이 있다고 유추할 수 있다. 또한 대립유전자 h^g가 낫 모양 적혈구 빈혈증과 유사한 증상을 나타낸다고 하였기 때문에, 유전자형 Hh^g의 경우 대립유전자 h^g와 정상 대립유전자 H에 의해 낫 모양 적혈구와 정상 적혈구가 함께 만들어지게끔 해서 말라리아 감염이 감소되어 표현형이 나타난다고 유추할 수 있다. 이러한 경우 두 가지 형질이 동시에 나타나는 공동 우성이라고 유추가 가능하다. 말라리아 감염이 빈번한 지역에서도 유전자형 Hh^t의 경우 유전자형 HH에 비해 생존률이 감소되어 있는 것으로 미루어 보아 말라리아 감염이 없는 지역과 동일하게 정상 대립유전자 H가 돌연변이 대립유전자 h^t에 대해 완전 우성이 아님을 알 수 있다.

[생명과학 Ⅰ-ⅱ]

물질 대사에 문제가 대사성 질환이 어떻게 심각한 생명의 위협이 되는 지를 이해하고 있는지를 평가하는 문제이다. 고지혈증 환자는 혈액 속에 콜레스테롤을 비롯한 중성 지방이 증가되어 있으며, 이러한 콜레스테롤과 지질 성분이 혈관 내벽에 쌓이면 혈관 지름이 좁아지는 동맥경화가 나타나게 된다. 이러한 동맥경화가 악화되면 혈관이 막히게 되어 심장마비가 일어날 가능성이 나타난다. 본 문항에서는 혈관이 막혀 있을 때 어떤 일들이 일어나서 심장마비가 나타나게 되는 지를 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 혈관이 막히는 경우 혈관이 막혀 있는 주위 세포에 산소와 영양소가 공급이 되지 않는다. 산소와 영양소 공급이 안 되는 경우 세포의 에너지 생산이 되지 않아 세포가 기능을 할 수 없게 된다. 특히 심장의 경우 혈관이 막히는 경우 심장 박동에 관여하는 근육세포들이 기능하지 못하기 때문에 심근 경색이 일어나게 되고 이후 심장 마비가 나타나게 된다.

[생명과학 Ⅰ-ⅲ]

혈당량 조절이 되지 않는 대사성 질환인 제1형 당뇨병과 제2형 당뇨병의 차이점을 이해하고 있는지를 평가하는 문제이다. 제1형 당뇨병은 이자섬의 베타세포가 파괴되어 인슐린이 분비되지 않아서 나타나는 반면 제2형 당뇨병은 인슐린은 정상적으로 분비되지만 다양한 원인으로 인슐린의 표적 세포인 근육세포나 간세포가 인슐린 신호를 받아들이지 못해서 즉 인슐린 저항성이 나타나서 나타난다.

따라서 이러한 원인 때문에 혈액내의 포도당이 표적 세포로 흡수가 되지 않게 된다. 이러한 차이점 때문에 제1형 당뇨병 환자에게서 분리한 근육세포 A는 정상적으로 인슐린에 반응하는 반면, 제2형 당뇨병 환자에게서 분리한 근육세포 B는 인슐린 신호에 저항성을 가져서 인슐린에 반응하지 못하게 된다. 그러므로 제1형 당뇨병 환자에게서 분리하여 배양한 근육세포 A에 인슐린과 포도당을 처리한 경우 포도당이 세포내로 흡수된다. 이에 비해 제2형 당뇨병 환자에게서 분리 배양한 근육세포 B는 인슐린 저항성을 가지고 있기 때문에 인슐린과 포도당을 처리하더라도 세포내로 포도당 흡수가 일어나지 않게 된다. 따라서 근육세포 A의 경우 포도당이 세포내에서 증가하는 반면 근육세포 B에서는 포도당이 세포내로 흡수되지 않아 포도당의 증가를 관찰할 수 없다.

[생명과학 Ⅰ-ⅳ]

혈당량의 조절에 관계된 인슐린과 글루카곤의 역할을 이해하고 있는지를 평가하는 문제이다. 우리 몸의 이자에서 분비되는 인슐린과 글루카곤은 혈당량 조절에 핵심적인 호르몬이다. 건강한 사람의 경우 식사를 하였을 때 소장에서 포도당이 흡수되어 혈당량이 정상 수준보다 높아지게 된다. 이때 이자에서 인슐린 분비가 촉진되어 표적세포에서 포도당 흡수를 유도하고 이를 통해 정상 수준의 혈당량이 유지된다. 또한 식사를 하지 않거나 운동을 한 경우 혈당량이 정상 수준보다 낮아지면, 건강한 사람의 경우 이자에서 글루카곤이 분비되어 간에 저장된 글리코젠이 포도당으로 전환되게 되고 이를 혈액으로 방출함으로서 혈당량이 유지되게 된다. 문제에서 제시한 환자의 경우 식사를 규칙적으로 하고 운동을 하지 않은 경우, 혈당량 조절이 정상적인 것으로 보아 인슐린에 의한 혈당 조절에는 문제가 없는 것으로 판단된다. 이에 비해 식사를 하지 않거나 운동을 급격히 한 경우에는 혈당량이 감소될 수밖에 없는데, 이 환자의 경우 혈당량이 정상적으로 회복되지 않음을 의미한다. 따라서 이 환자는 글루카곤이 정상적으로 분비되지 않거나 글루카곤의 분비량이 매우 낮기 때문에, 식사를 하지 않거나 운동을 하였을 때 나타나는 혈당량의 감소를 정상적으로 회복하지 못한다고 가설을 세울 수 있다.

[생명과학 Ⅰ-ⅴ]

우리 몸의 항상성 유지에 필수적인 호르몬의 조절 작용을 이해하고 있는지를 평가하는 문제이다. 갑상샘 호르몬인 티록신은 물질 대사 및 체온 조절과 같은 우리 몸의 항상성 유지에 관여하며, 갑상샘 호르몬인 티록신의 분비는 시상하부에서 분비되는 TRH(갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬)과 뇌하수체에서 분비되는 TSH(갑상샘 자극 호르몬)에 의해 조절된다. 갑상샘 호르몬인 티록신의 양이 증가하게 되면 시상하부와 뇌하수체에 작용하여 TRH와 TSH의 분비를 억제시킴으로써 우리 몸의 티록신 양을 일정하게 유지되도록 한다. 이러한 조절 기전을 음성 피드백이라고 한다.

또한, 문항에서 제시한 것처럼 갑상샘 호르몬인 티록신은 유일하게 아이오딘 원소를 함유하고 있는 화합물이다. 따라서 장기간 아이오딘이 포함된 음식을 섭취하지 않는 경우 아이오딘을 필요로 하는 티록신 합성이 일어나지 못해 체내에 티록신이 없거나 매우 낮은 농도로 존재하게 된다. 이러한 티록신의 결핍은 시상하부와 뇌하수체에서 지속적으로 TRH와 TSH 분비를 자극하게 된다. 그 이유는 티록신의 결핍 (혹은 매우 낮은 농도)에 의해 티록신에 의해 작동되는 음성 피드백이 더 이상 작동하지 않게 되기 때문이다. 즉 시상하부와 뇌하수체는 체내에 티록신이 없음을 인식하여 지속적으로 TRH와 TSH 분비를 촉진하여 갑상샘에서 티록신을 만들도록 유도하게 되나, 아이오딘이 체내에 없기 때문에 티록신은 만들어지지 않고 이는 TRH와 TSH의 분비를 계속 자극하는 악순환이 일어나게 되어 갑상샘이 비정상적으로 비대해진다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
I - i	• 돌연변이 대립유전자 h^t의 경우 염색체 수는 일정하나 대립유전자 h^t의 DNA 상대량이 0이라는 사실에서 대립유전자 h^t는 염색체 구조 이상인 결실에 의해서 나타난다고 유추할 수 있다고 기술하면 (3점). • 대립유전자 h^g의 경우 정상 대립유전자 H처럼 DNA 상대량이 1이라는 사실에서 염색체의 결실이 아니며, 낫 모양 적혈구 빈혈증과 유사한 증상을 나타낸다는 사실에서 DNA 염기서열의 변화에 의한 아미노산의 변화가 야기된 유전자 이상 돌연변이라고 유추할 수 있다고 기술하면 (3점). • 모두 기술하면 (6점).	6
	• 말라리아 감염이 없는 지역에서 유전자형 Hh^t는 유전자형 Hh^g에 비해 정상 대립유전자 H가 돌연변이 대립유전자 h^t에 대해 완전 우성 형질이 나타나지 않음을 알 수 있다고 기술하면 (3점). • 말라이아 감염이 빈번한 지역에서는 유전자형 HH에 비해 Hh^g가 생존률이 높은 것으로 보아 말라리아 감염이 빈번한 환경에서는 <u>h^g가 열성이 아닌 우성으로 작용하였을 가능성이 있다고 유추</u>할 수 있다고 기술하거나, 혹은 대립유전자 h^g가 낫 모양 적혈구 빈혈증과 유사한 증상을 나타낸다고 하였기 때문에, 유전자형 Hh^g의 경우 <u>대립유전자 h^g와 정상 대립유전자 H에 의해 낫 모양 적혈구와 정상 적혈구가 함께 만들어지게 하는 공동 우성</u>이라고 유추가 가능하다고 기술하거나, 혹은 말라리아 감염이 빈번한 지역에서도 <u>유전자형 Hh^t의 경우 유전자형 HH에 비해 생존률이 감소되어 있는 것으로 미루어 보아 말라리아 감염이 없는 지역과 동일하게 정상 대립유전자 H가 돌연변이 대립유전자 h^t에 대해 완전 우성이 아님</u>을 알 수 있다고 기술하면 (3점). • 모두 기술하면 (6점)	6
I - ii	• 혈관이 막히는 경우 주위 세포에 산소와 영양소가 공급이 되지 않아 세포 호흡에 의한 에너지 생산이 되지 않아 세포가 기능을 할 수 없게 된다고 기술하면 (6점)	6
I - iii	• 제1형 당뇨병은 이자의 베타세포가 파괴되어 인슐린이 분비되지 않아서 나타나는 반면 제2형 당뇨병은 인슐린은 정상적으로 분비되지만 다양한 원인으로 인슐린의 표적 세포인 근육세포나 간세포가 인슐린 신호를 받아들이지 못해서 즉 인슐린 저항성이 나타난다는 내용이 있으면 (2점). • 제1형 당뇨병 환자에게서 분리한 근육세포 A는 정상적으로 인슐린에 반응하는 반면, 제2형 당뇨병 환자에게서 분리한 근육세포 B는 인슐린 신호에 저항성을 가져서 인슐린에 반응하지 못하게 된다는 내용이 있으면 (3점). • 제1형 당뇨병 환자에게서 분리하여 배양한 근육세포 A의 경우 포도당이 세포내에서 증가하는 반면 제2형 당뇨병 환자에게서 분리 배양한 근육세포 B에서는 포도당이 세포내로 흡수되지 않아 포도당의 증가를 관찰할 수 없는 내용이 있으면 (3점). • 모두 기술하면 (8점)	8
I - iv	• 식사를 하였을 때 혈당량이 정상 수준보다 높아지게 되면 이자에서 인슐린 분비가 촉진되어 표적세포에서 포도당 흡수를 유도하고 이를 통해 정상 수준의 혈당량이 유지된다. 또한 식사를 하지 않거나 운동을 한 경우 혈당량이 정상 수준보다 낮아지면, 건강한 사람의 경우 이자에서 글루카곤이 분비되어 간에 저장된 글리코젠이 포도당으로 전환되게 되고 이를 혈액으로 방출함으로서 혈당량이 유지되게 됨을 기술하면 (2점). • 문제에 있는 환자의 경우 식사를 규칙적으로 하고 운동을 하지 않은 경우, 혈당량 조절이 정상적인 것으로 보아 인슐린에 의한 혈당 조절에는 문제가 없는 것으로 판단된다고 기술하면 (2점). • 문제에 있는 환자의 경우 글루카곤이 정상적으로 분비되지 않거나 글루카곤의 분비량이 매우 낮기 때문에, 식사를 하지 않거나 운동을 하였을 때 나타나는 혈당량의 감소를 정상적으로 회복하지 못한다고 기술하면 (4점). • 모두 기술하면 (8점).	8
I - v	• 장기간 아이오딘이 포함된 음식을 섭취하지 않는 경우 아이오딘을 필요로 하는 티록신 합성이 일어나지 못해 체내에 티록신이 없거나 매우 낮은 농도로 존재하게 된다고 기술하면 (2점). • 티록신의 결핍 (혹은 매우 낮은 농도)에 의해 티록신에 의해 시상하부와 뇌하수체에 작동되는 음성 피드백이 더 이상 작동하지 않게 되기 때문에 갑상샘이 비정상적으로 비대해진다고 기술하거나, 혹은 아이오딘이 체내에 없기 때문에 티록신은 만들어지지 않고 이는 TRH와 TSH의 분비를 계속 자극하는 악순환이 일어나게 되어 갑상샘이 비정상적으로 비대해진다고 기술하면 (4점) • 모두 기술하면 (6점)	6

7. 예시 답안

[생명과학 Ⅰ - ⅰ]

(1) 돌연변이 대립유전자 h^t의 경우 염색체 수는 일정하나 대립유전자 h^t의 DNA 상대량이 0이라는 사실에서 대립유전자 h^t는 염색체 구조 이상인 결실에 의해서 나타난다고 유추할 수 있다. 반면 대립유전자 h^g의 경우 정상 대립유전자 H처럼 DNA 상대량이 1이라는 사실에서 염색체의 결실이 아니며, 낫 모양 적혈구 빈혈증과 유사한 증상을 나타낸다는 사실에서 DNA 염기서열의 변화에 의한 아미노산의 변화가 야기된 유전자 이상 돌연변이라고 유추할 수 있다.

(2) 말라리아 감염이 없는 지역에서 유전자형 Hh^t는 유전자형 Hh^g에 비해 정상 대립유전자 H가 돌연변이 대립유전자 h^t에 대해 완벽한 우성 형질이 나타나지 않음을 알 수 있다. 즉 멘델 유전 법칙에서 나타나는 열성에 대한 완전 우성이 나타나지 않는다. 말라리아 감염이 빈번한 지역에서는 유전자형 HH에 비해 Hh^g가 생존률이 높은 것으로 보아 대립 유전자 h^g가 생존에 기여함을 알 수 있고 말라리아 감염이 빈번한 환경에서는 h^g가 열성이 아닌 우성으로 작용하였을 가능성이 있다고 유추할 수 있다. 또한 대립유전자 h^g가 낫 모양 적혈구 빈혈증과 유사한 증상을 나타낸다고 하였기 때문에, 유전자형 Hh^g의 경우 대립유전자 h^g와 정상 대립유전자 H에 의해 낫 모양 적혈구와 정상 적혈구가 함께 만들어지게끔 해서 말라리아 감염이 감소되어 표현형이 나타난다고 유추할 수 있다. 이러한 경우 두 가지 형질이 동시에 나타나는 공동 우성이라고 유추가 가능하다. 말라리아 감염이 빈번한 지역에서도 유전자형 Hh^t의 경우 유전자형 HH에 비해 생존률이 감소되어 있는 것으로 미루어 보아 말라리아 감염이 없는 지역과 동일하게 정상 대립유전자 H가 돌연변이 대립유전자 h^t에 대해 완전 우성이 아님을 알 수 있다.

[생명과학 Ⅰ - ⅱ]

혈관이 막히는 경우 혈관이 막혀 있는 주위 세포에 산소와 영양소가 공급이 되지 않는다. 산소와 영양소 공급이 안 되는 경우 세포의 에너지 생산이 되지 않아 세포가 기능을 할 수 없게 된다. 특히 심장의 경우 혈관이 막히는 경우 심장 박동에 관여하는 근육세포들이 기능하지 못하기 때문에 심근경색이 일어나게 되고 이후 심장 마비가 나타나게 된다.

[생명과학 Ⅰ - ⅲ]

제1형 당뇨병은 이자섬의 베타세포가 파괴되어 인슐린이 분비되지 않아서 나타나는 반면 제2형 당뇨병은 인슐린은 정상적으로 분비되지만 다양한 원인으로 인슐린의 표적 세포인 근육세포나 간세포가 인슐린 신호를 받아들이지 못해서 즉 인슐린 저항성이 나타나서 나타난다. 따라서 이러한 원인 때문에 혈액내의 포도당이 표적 세포로 흡수가 되지 않게 된다. 이러한 차이점 때문에 제1형 당뇨병 환자에게서 분리한 근육세포 A는 정상적으로 인슐린에 반응하는 반면, 제2형 당뇨병 환자에게서 분리한 근육세포 B는 인슐린 신호에 저항성을 가져서 인슐린에 반응하지 못하게 된다. 따라서 제1형 당뇨병 환자에게서 분리하여 배양한 근육세포 A의 경우 포도당이 세포내에서 증가하는 반면 제2형 당뇨병 환자에게서 분리 배양한 근육세포 B에서는 포도당이 세포내로 흡수되지 않아 포도당의 증가를 관찰할 수 없다.

[생명과학 Ⅰ-ⅳ]

건강한 사람의 경우 식사를 하였을 때 소장에서 포도당이 흡수되어 혈당량이 정상 수준보다 높아지게 된다. 이때 이자에서 인슐린 분비가 촉진되어 표적세포에서 포도당 흡수를 유도하고 이를 통해 정상 수준의 혈당량이 유지된다. 또한 식사를 하지 않거나 운동을 한 경우 혈당량이 정상 수준보다 낮아지면, 건강한 사람의 경우 이자에서 글루카곤이 분비되어 간에 저장된 글리코젠이 포도당으로 전환되게 되고 이를 혈액으로 방출함으로서 혈당량이 유지되게 된다. 문제에서 제시한 환자의 경우 식사를 규칙적으로 하고 운동을 하지 않은 경우, 혈당량 조절이 정상적인 것으로 보아 인슐린에 의한 혈당 조절에는 문제가 없는 것으로 판단된다. 이에 비해 식사를 하지 않거나 운동을 급격히 한 경우에는 혈당량이 감소될 수 밖에 없는데, 이 환자의 경우 혈당량이 정상적으로 회복되지 않음을 의미한다. 따라서 이 환자는 글루카곤이 정상적으로 분비되지 않거나 글루카곤의 분비량이 매우 낮기 때문에, 식사를 하지 않거나 운동을 하였을 때 나타나는 혈당량의 감소를 정상적으로 회복하지 못한다고 가설을 세울 수 있다.

[생명과학 Ⅰ-ⅴ]

갑상샘 호르몬인 티록신의 분비는 시상하부에서 분비되는 TRH(갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬)과 뇌하수체에서 분비되는 TSH(갑상샘 자극 호르몬)에 의해 조절된다. 갑상샘 호르몬인 티록신의 양이 증가하게 되면 시상하부와 뇌하수체에 작용하여 TRH와 TSH의 분비를 억제시킴으로써 우리 몸의 티록신 양을 일정하게 유지되도록 한다. 이러한 조절 기전을 음성 피드백이라고 한다. 장기간 아이오딘이 포함된 음식을 섭취하지 않는 경우 아이오딘을 필요로 하는 티록신 합성이 일어나지 못해 체내에 티록신이 없거나 매우 낮은 농도로 존재하게 된다. 이러한 티록신의 결핍은 시상하부와 뇌하수체에서 지속적으로 TRH와 TSH 분비를 자극하게 된다. 그 이유는 티록신의 결핍 (혹은 매우 낮은 농도)에 의해 티록신에 의해 작동되는 음성 피드백이 더 이상 작동하지 않게 되기 때문이다. 즉 시상하부와 뇌하수체는 체내에 티록신이 없음을 인식하여 지속적으로 TRH와 TSH 분비를 촉진하여 갑상샘에서 티록신을 만들도록 유도하게 되나, 아이오딘이 체내에 없기 때문에 티록신은 만들어지지 않고 이는 TRH와 TSH의 분비를 계속 자극하는 악순환이 일어나게 되어 갑상샘이 비정상적으로 비대해진다.

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, 수학Ⅱ
	핵심개념 및 용어	미분, 접선, 다항식
예상 소요 시간	30분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

다음 <제시문1>~<제시문3>을 읽고 [수학 1 - ⅰ]~[수학 1 - ⅳ]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
$f(x)$는 최고차항의 계수가 -1인 사차함수이다. 기울기가 양수이고 원점을 지나는 직선 L이 $y=f(x)$에 두 점 $(a, f(a))$와 $(b, f(b))$에 접한다. 그리고 L과 평행인 직선이 $y=f(x)$와 $(c, f(c))$에 접한다. (단, a, b, c는 $0<a<c<b$를 만족하는 실수이다.)

<제시문2>
<제시문1>에서 주어진 함수 $f(x)$와 a, b, c에 대하여 $c<x<b$를 만족하며 $f'(x)$가 최대가 되게 하는 x의 값을 d라 하자.

<제시문3>
<제시문1>에서 주어진 함수 $f(x)$와 a, b, c에 대하여 두 점 $(c, f(c))$와 $(b, f(b))$를 잇는 직선이 $y=f(x)$와 만나는 점을 $(e, f(e))$라 하자. (단, e는 $c<e<b$를 만족하는 실수이다.)

[수학 1 - ⅰ] <제시문1>에서 주어진 c를 a, b로 표현하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ⅱ] <제시문2>에서 주어진 d를 a, b로 표현하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ⅲ] <제시문3>에서 주어진 e를 a, b로 표현하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ⅳ] <제시문1>~<제시문3>에서 주어진 a, b, d, e에 대해 $\dfrac{e-d}{b-a}$의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

함수의 그래프의 기하학적인 의미를 수식으로 설명하는 것은 미분에서 중요한 개념이다. 본 문제에서는 함수의 그래프에서 접선이 주어진 경우 이 함수의 식을 찾아내는 능력을 평가한다. 미분계수의 극값과 이계도함수와의 관계를 파악하는 능력을 평가한다. 사차함수의 그래프와 직선과의 교점을 찾아내기 위해 다른 교점들을 이용해 사차 다항식을 인수분해 하는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 8]] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문 1	[수학II] - II. 다항함수의 미분법 – 2. 도함수의 활용 – 1. 접선의 방정식 접선의 방정식을 구할 수 있다.
제시문 2	[수학II] - II. 다항함수의 미분법 – 1. 미분계수와 도함수 – 1. 미분계수 미분계수의 뜻을 알고 그 값을 구할 수 있으며, 미분계수의 기하적 의미를 이해한다. 미분가능성과 연속성과의 관계를 이해한다.
제시문 3	[수학] - I. 다항식 – 1. 다항식의 연산 – 3. 다항식의 나눗셈 다항식의 나눗셈을 할 수 있다.
문제 1-i	[수학II] - II. 다항함수의 미분법 – 2. 도함수의 활용 – 1. 접선의 방정식 접선의 방정식을 구할 수 있다.
문제 1-ii	[수학II] - II. 다항함수의 미분법 – 1. 미분계수와 도함수 – 1. 미분계수 미분계수의 뜻을 알고 그 값을 구할 수 있으며, 미분계수의 기하적 의미를 이해한다. 미분가능성과 연속성과의 관계를 이해한다.
문제 1-iii	[수학] - I. 다항식 – 1. 다항식의 연산 – 3. 다항식의 나눗셈 다항식의 나눗셈을 할 수 있다.
문제 1-iv	[수학] - I. 다항식 – 1. 다항식의 연산 – 3. 다항식의 나눗셈 다항식의 나눗셈을 할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 II	고성은 외 6인	좋은책 신사고	2021.3.1	52-60, 72-74
	수학	권오남 외 14인	교학사	2021.3.1	16-17

5. 문항 해설

[수학 1-ⅰ] 다항함수에 접선이 주어진 경우 다항함수의 식을 찾을 수 있는지 평가한다.
[수학 1-ⅱ] 미분계수의 극값과 이계도함수와의 관계를 파악하는 능력을 평가한다.
[수학 1-ⅲ] 사차함수의 그래프와 직선과의 교점을 찾아내기 위해 다른 교점들을 이용해 사차 다항식을 인수분해 하는 능력을 평가한다.
[수학 1-ⅳ] 문자로 주어진 식을 정리하여 간단히 만드는 능력을 평가한다.

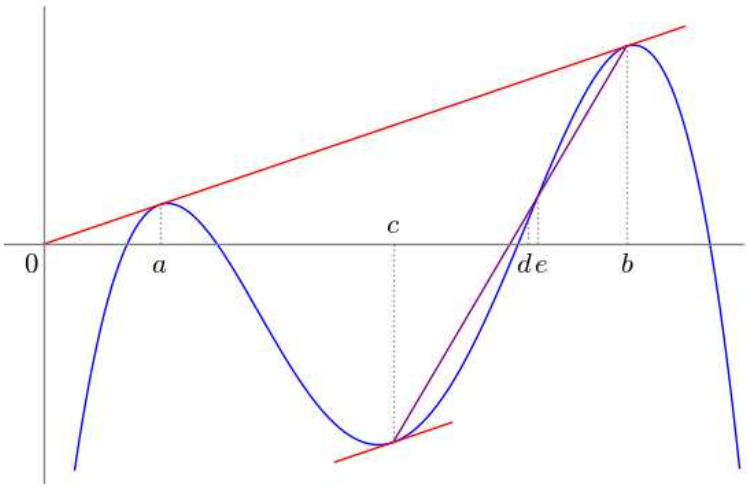
6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
I - i	$c=(a+b)/2$	5
I - ii	$d=\dfrac{3(a+b)+\sqrt{3}(b-a)}{6}$ (또는 $d=\dfrac{(3-\sqrt{3})a+(3+\sqrt{3})b}{6}$)	5
I - iii	e가 방정식 $x^3-(2a+b)x^2+(a^2+2ab)x-a^2b+\dfrac{(b-a)^3}{8}=0$의 근이 됨을 도출	5
	$x^3-(2a+b)x^2+(a^2+2ab)x-a^2b+\dfrac{(b-a)^3}{8}$을 인수분해하여 $\left(x-\dfrac{a+b}{2}\right)\left(x^2-\dfrac{3a+b}{2}x+\dfrac{a^2+4ab-b^2}{4}\right)$을 도출	
	$e=\dfrac{(3a+b)+\sqrt{5}(b-a)}{4}$ (또는 $e=\dfrac{(3-\sqrt{5})a+(1+\sqrt{5})b}{4}$)	
I - iv	$\dfrac{e-d}{b-a}=\dfrac{3\sqrt{5}-2\sqrt{3}-3}{12}$	5

7. 예시 답안

[수학 1 - i]

문제의 상황을 그래프로 그려보면 아래와 같다.



직선 L의 식을 $y=mx$라 하면 함수 $g(x)=f(x)-mx$은 $g(a)=g'(a)=0$와 $g(b)=g'(b)=0$을 만족한다. 이 조건과 $g(x)$는 최고차항의 계수가 -1인 사차함수라는 것을 이용하면 $g(x)=-(x-a)^2(x-b)^2$이고 따라서 $f(x)=mx-(x-a)^2(x-b)^2$이다. 문제의 조건으로부터 $f'(c)=m+g'(c)=m$이므로 $g'(c)=0$이 된다. $g'(x)=-4(x-a)(x-b)(x-(a+b)/2)$이므로 $c=(a+b)/2$을 얻는다.

[수학 1 - ii]

$f(x)=mx-(x-a)^2(x-b)^2$을 두 번 미분하면 $f''(x)=-4\left(3x^2-3(a+b)x+\dfrac{a^2+4ab+b^2}{2}\right)$이 된다.

조건으로부터 $f''(d)=0$이므로 $d=\dfrac{3(a+b)\pm\sqrt{3}(b-a)}{6}$에서 $c=(a+b)/2<d<b$인 것을 고르면

$d=\dfrac{3(a+b)+\sqrt{3}(b-a)}{6}=\dfrac{(3-\sqrt{3})a+(3+\sqrt{3})b}{6}$을 얻는다.

[수학 1 - iii]

두 점 $(c,f(c))$와 $(b,f(b))$를 잇는 직선은 $y=\dfrac{f(b)-f(c)}{b-c}(x-b)+f(b)$이고 [수학 1 - i]에서 구한 c를 이용해 정리하면 $y=(m+(b-a)^3/8)(x-b)+mb$가 된다. 따라서 b,c,e는 $(m+(b-a)^3/8)(x-b)+mb=mx-(x-a)^2(x-b)^2$의 근이 된다. 이 식을 정리하면 $\dfrac{(b-a)^3}{8}(x-b)+(x-a)^2(x-b)^2=0$이고 $c,e\neq b$이므로 c,e는 $\dfrac{(b-a)^3}{8}+(x-a)^2(x-b)=0$이 근이 된다. 이 식을 정리하면 $x^3-(2a+b)x^2+(a^2+2ab)x-a^2b+\dfrac{(b-a)^3}{8}=0$이다. 또한 $c=(a+b)/2$이 근이 되므로 다항식의 나눗셈을 이용해 $x-(a+b)/2$로 이 식의 좌변을 나누면

$x^3-(2a+b)x^2+(a^2+2ab)x-a^2b+\dfrac{(b-a)^3}{8}=\left(x-\dfrac{a+b}{2}\right)\left(x^2-\dfrac{3a+b}{2}x+\dfrac{a^2+4ab-b^2}{4}\right)$을 얻는다.

$e\neq c=(a+b)/2$이므로 e는 $x^2-\dfrac{3a+b}{2}x+\dfrac{a^2+4ab-b^2}{4}=0$의 두 근 $\dfrac{(3a+b)\pm\sqrt{5}(b-a)}{4}$ 중 하나가 된다. 주어진 조건 $c<e<b$을 사용하면 $e=\dfrac{(3a+b)+\sqrt{5}(b-a)}{4}=\dfrac{(3-\sqrt{5})a+(1+\sqrt{5})b}{4}$을 얻는다. (만약 $e=\dfrac{(3a+b)-\sqrt{5}(b-a)}{4}$이면 $e-a=\dfrac{(b-a)-\sqrt{5}(b-a)}{4}=\dfrac{1-\sqrt{5}}{4}(b-a)<0$가 되어 $a<c<e$에 모순이다.)

[수학 1 - iv]

위에서 구한 식을 이용하면 $e-d=\dfrac{(-3-2\sqrt{3}+3\sqrt{5})(b-a)}{12}$이므로 $\dfrac{e-d}{b-a}=\dfrac{3\sqrt{5}-2\sqrt{3}-3}{12}$이다.

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	수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ
	핵심개념 및 용어	역함수, 수열의 합, 도함수의 활용, 정적분
예상 소요 시간	30분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

<제시문1>

함수 $f(x)$에서 $x=a$를 포함하는 어떤 열린구간에 속하는 모든 x에 대하여 $f(x) \le f(a)$일 때, 함수 $f(x)$는 $x=a$에서 극대라 하며, $f(a)$를 극댓값이라고 한다. 또한, $x=a$를 포함하는 어떤 열린구간에 속하는 모든 x에 대하여 $f(x) \ge f(a)$일 때, 함수 $f(x)$는 $x=a$에서 극소라 하며, $f(a)$를 극솟값이라고 한다. 극댓값과 극솟값을 통틀어 극값이라고 한다.

<제시문2>

함수 $f(x)$가 닫힌구간 $[a,b]$에서 연속이고 함수 $F(x)$가 $f(x)$의 한 부정적분일 때 다음이 성립한다.

$$\int_a^b f(x)dx = [F(x)]_a^b = F(b)-F(a)$$

<제시문3>

임의의 실수 a, b, c에 대해, 함수 $g(x)$와 $h(x)$의 그래프는 $y=|x|$의 그래프를 x축의 방향으로 각각 a와 b만큼 평행이동한 것이라 하고, 함수 $u(x)$의 그래프는 $y=-|x|$의 그래프를 y축의 방향으로 c만큼 평행이동한 것이라 하자.

[수학 2 - ⅰ] <제시문3>에서 $a=1$이고 $c<0$이라고 가정하자. 두 함수 $y=2x(x-2)g(x)$와 $y=u(x-1)$의 그래프가 서로 다른 두 개의 교점을 가질 때, 두 그래프로 둘러싸인 부분의 넓이를 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ⅱ] <제시문3>에서 양의 실수 a에 대하여 함수 $y=(x-a)g(x)$의 역함수를 $y=w(x)$라고 하자. 두 곡선 $y=(x-a)g(x)$, $y=w(x)$ 및 직선 $y=-x$로 둘러싸인 부분의 넓이를 $S(a)$라고 할 때, $\sum_{k=1}^{12} S(k)$의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - iii] <제시문3>에서 고정된 실수 a에 대해

$$\int_0^b (x-a)^2 g(x)\,dx = \int_0^a (x-b)^2 h(x)\,dx$$

가 성립할 때, 가능한 모든 b의 값의 곱을 a에 관한 식으로 나타내고 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

본 문제에서는 다항함수와 절대값이 적용된 함수를 통해 표현되는 여러 함수의 성질을 이해하는데 있어, 미분/적분과 관련한 다양한 성질을 적절하게 적용할 수 있는지 평가한다. 특히 절대값이 적용된 함수를 이해하기 위해 함수의 정의역을 나누어 조직적으로 사고할 수 있는 능력이 필요하며, 다항함수의 실근의 존재성을 이해하기 위해 도함수를 활용하여 함수의 증감을 파악하는 능력이 주요 평가요소이다. 또한, 자연수의 거듭제곱의 합을 계산할 수 있는지도 평가하고자 하였다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 8]] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문 1	[12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.
제시문 2	[12수학Ⅱ03-03] 정적분의 뜻을 안다.
제시문 3	[10수학02-08] 평행이동의 의미를 이해한다.
문제 1-i	[12수학Ⅱ02-06] 접선의 방정식을 구할 수 있다. [12수학Ⅱ03-04] 다항함수의 정적분을 구할 수 있다.
문제 1-ii	[12수학Ⅱ03-04] 다항함수의 정적분을 구할 수 있다. [12수학Ⅰ03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제n항까지의 합을 구할 수 있다. [10수학04-03] 역함수의 의미를 이해하고, 주어진 함수의 역함수를 구할 수 있다.
문제 1-iii	[12수학Ⅱ03-04] 다항함수의 정적분을 구할 수 있다. [12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다. [12수학Ⅱ02-10] 방정식과 부등식에 대한 문제를 해결할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학	권오남 외	(주)교학사	2020	144-152, 223-228
	수학	박교식 외	동아출판	2020	142-151, 221-225
	수학 Ⅰ	권오남 외	(주)교학사	2020	138-145
	수학 Ⅰ	김원경 외	비상	2020	138-144
	수학 Ⅱ	권오남 외	(주)교학사	2020	80-102, 130-148
	수학 Ⅱ	황선욱 외	미래엔	2021	82-98, 122-142

5. 문항 해설

[수학2-ⅰ] 절대값으로 표현되는 함수의 그래프 개형을 그릴 수 있고, 접선의 방정식을 유도할 수 있으며, 정적분을 통해 넓이를 정확하게 계산할 수 있는지 평가하는 문제이다.
[수학2-ⅱ] 역함수의 정의와 성질을 올바르게 이해하고 있는지와, 이를 통해 넓이를 계산하는데 있어 정적분을 올바르게 적용할 수 있는지 평가하는 문제이다. 또한, 자연수의 거듭제곱의 합을 올바르게 계산할 수 있는지를 평가하는 문제이다.
[수학2-ⅲ] 정적분으로 표현되는 등식을 이해하는 과정에서, 도함수를 활용하여 삼차함수의 증가와 감소를 올바르게 판단할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
2-i	$c=-\dfrac{\sqrt{6}}{9}$ 을 구한다.	5
	넓이 $2\displaystyle\int_0^{\frac{\sqrt{6}}{6}}\left(2(x^3-x)+x+\frac{\sqrt{6}}{9}\right)dx=\frac{1}{12}$ 임을 보인다.	5
2-ii	$S(k)=2k^2+2k+\dfrac{1}{3}$ 임을 보인다.	5
	$\displaystyle\sum_{k=1}^{12}S(k)=1460$ 임을 보인다.	5
2-iii	$a^4+(a-b)^4=-(a-b)^4+b^4$을 유도한다.	3
	$3t^3-5t^2+7t-1=0$이 열린구간 $(0,1)$에서 유일한 실근 t_0을 가짐을 보인다.	3
	b는 $t_0a,\ a,\ \dfrac{1}{t_0}a$로 세 개가 존재하고, 이들의 곱은 a^3임을 보인다.	4

7. 예시 답안

[수학2-i]

문제의 두 그래프를 x축의 방향으로 평행이동 시켜도 구하고자 하는 넓이의 값에는 변함이 없다. 두 그래프 $y=2x(x-2)g(x)$와 $y=u(x-1)$는 모두 직선 $x=1$에 대하여 대칭이므로, x축의 방향으로 -1만큼 평행이동시켜 얻을 수 있는 두 그래프 $y=2(x+1)(x-1)|x|$와 $y=-|x|+c$를 고려하자. 또한 대칭성에 의해 $x\geq 0$인 경우만 살펴보면 된다. 이 경우,

$$y=2(x+1)(x-1)x=2(x^3-x),\quad (2(x^3-x))'=6x^2-2$$

이다. 방정식 $6x^2-2=-1$의 근은 이 구간에서 $x=\dfrac{\sqrt{6}}{6}$이고, 이때 함수 $2(x+1)(x-1)|x|$의 값은

$-\frac{5\sqrt{6}}{18}$이다. 즉, 함수 $y=-|x|+c$의 그래프가 점 $\left(\frac{\sqrt{6}}{6}, -\frac{5\sqrt{6}}{18}\right)$을 지나야 하므로, 상수 c의 값은 $-\frac{\sqrt{6}}{9}$이다. 따라서, 구하고자 하는 넓이는

$$\begin{aligned}2\int_0^{\frac{\sqrt{6}}{6}}\left(2(x^3-x)+x+\frac{\sqrt{6}}{9}\right)dx &= 2\left[\frac{1}{2}x^4-\frac{1}{2}x^2+\frac{\sqrt{6}}{9}x\right]_0^{\frac{\sqrt{6}}{6}}\\ &= 2\left(\frac{1}{72}-\frac{1}{12}+\frac{1}{9}\right)\\ &= \frac{1}{12}\end{aligned}$$

이다.

[수학2-ii]

문제에서 넓이를 구하고자 하는 부분은 직선 $y=x$에 대해 대칭이므로, 곡선 $y=(x-a)g(x)$ 및 두 직선 $y=x$와 $y=-x$로 둘러싸인 부분의 넓이의 두배가 구하고자 하는 넓이이다.
곡선 $y=(x-a)g(x)$와 직선 $y=x$의 교점의 x좌표 t_2는, 방정식

$$(x-a)^2=x$$

의 근이고, 곡선 $y=(x-a)g(x)$와 직선 $y=-x$의 교점의 x좌표 t_1은, 방정식

$$-(x-a)^2=-x$$

의 근이다. 따라서, $t_1+t_2=2a+1$과 $t_1t_2=a^2$이 성립한다.
이때, 곡선 $y=(x-a)g(x)$ 및 두 직선 $y=x$와 $y=-x$로 둘러싸인 부분의 넓이는

$$\frac{1}{2}t_1^2+\frac{1}{2}t_2^2+\int_{t_1}^{a}(x-a)^2dx-\int_{a}^{t_2}(x-a)^2dx$$

와 같고, 이를 정리하면

$$\frac{1}{2}(t_1^2+t_2^2)+\frac{2}{3}a^3-(t_1+t_2)a^2+(t_1^2+t_2^2)a-\frac{1}{3}(t_1^3+t_2^3)=a^2+a+\frac{1}{6}$$

를 얻게 된다. 따라서, $S(k)=2k^2+2k+\frac{1}{3}$이고, $\sum_{k=1}^{12}S(k)=\frac{12\times13\times25}{3}+12\times13+4=1460$이다.

[수학2-iii]

먼저 $a=b$일 때는, 문제의 등식이 항상 성립한다.
그리고 $a=0$일 때, $\int_0^b x^2|x|dx=0$이므로 $b=0$이다.
먼저 $a>0$을 가정하자. 만약 $a<b$라면, 문제의 등식에서

$$\begin{aligned}\int_0^b(x-a)^2|x-a|dx &= \int_0^a-(x-a)^3dx+\int_a^b(x-a)^3dx\\ &= \frac{1}{4}a^4+\frac{1}{4}(b-a)^4\end{aligned}$$

와

$$\int_0^a (x-b)^2|x-b|dx = \int_0^a -(x-b)^3 dx$$
$$= \frac{1}{4}b^4 - \frac{1}{4}(a-b)^4$$

이 성립하므로, $a^4+(a-b)^4 = -(a-b)^4+b^4$을 얻게 된다. $0<t=\frac{a}{b}<1$로 치환하면, 다음 방정식

$$3t^4-8t^3+12t^2-8t+1=(t-1)(3t^3-5t^2+7t-1)=0$$

을 얻게 된다. 함수 $p(t)=3t^3-5t^2+7t-1$에 대하여

$$p'(t)=27t^2-10t+7>0 \text{ 와 } p(0)=-1,\ p(1)=4$$

이 성립하므로, 다항식 $p(t)=0$은 열린구간 $(0,1)$에서 유일한 실근 t_0을 갖는다. 즉, $b=\frac{1}{t_0}a$이다. $0<b<a$임을 가정하면, a와 b의 역할을 바꾼 뒤, 위의 논리를 적용하면 $a=\frac{1}{t_0}b$를 얻게 된다. 즉, $a=t_0b$이다. $b\le 0$임을 가정하면, $\int_0^b (x-a)^2|x-a|dx \le 0$인 반면, $\int_0^a (x-b)^2|x-b|dx>0$이므로, 식이 성립하지 않는다. 따라서, 주어진 a에 대해 등식을 만족하는 b는 $t_0a,\ a,\ \frac{1}{t_0}a$로 세 개가 존재하고, 이들의 곱은 a^3이다.

마지막으로, $a<0$인 경우도 대칭성에 의해 $a>0$인 경우와 같이 a^3을 얻게 된다.

문항카드 17

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 2교시 / 물리학Ⅰ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	뉴턴 운동 법칙, 운동량 보존
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

[물리학Ⅰ]

다음 <제시문1>~<제시문4>를 읽고 [물리학Ⅰ-i]~[물리학Ⅰ-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>

물체 A의 속도를 v_{A}, 물체 B의 속도를 v_{B}라고 하면, 물체 A에 대한 물체 B의 상대속도는 $v_{\mathrm{B}} - v_{\mathrm{A}}$이다.

<제시문4>

어떤 계에 알짜힘이 작용하지 않는 한 계의 전체 운동량은 일정하게 보존되는데, 이것을 운동량 보존법칙이라고 한다.

[물리학Ⅰ-ⅰ] 그림 (a)는 직선운동을 하는 질량이 3 kg인 물체의 시간에 따른 속도 변화를 나타낸 그래프이다. (단, 직선운동에서 오른쪽이 양의 방향이다.)

(가) A 지점에서 E 지점까지 물체가 움직인 거리와 변위를 각각 구하고 그 근거를 논하시오.

(나) 그림 (b)를 답안지에 옮겨 그리고, 시간에 따른 가속도의 변화를 그래프로 나타내고 그 근거를 논하시오.

(다) C와 D 사이의 구간에서 물체에 작용하는 알짜힘과 그 힘이 물체에 해 준 일을 각각 구하고 그 근거를 논하시오.

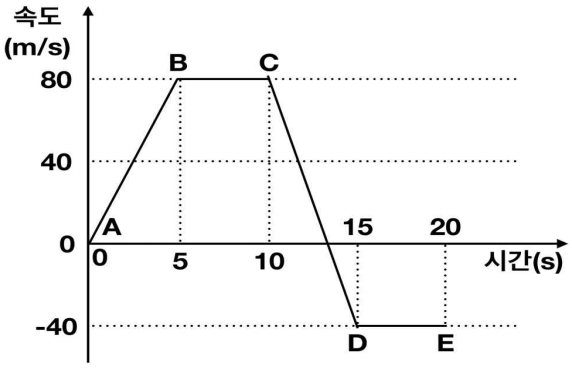


그림 (a)

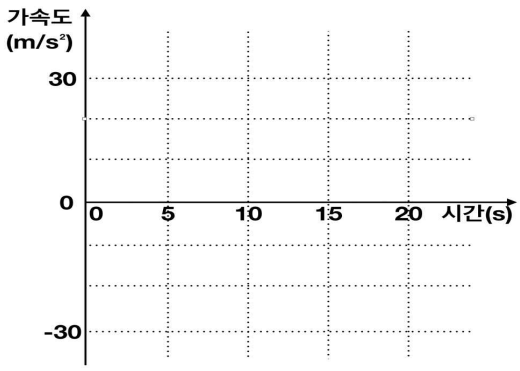


그림 (b)

[물리학 Ⅰ-ⅱ] 그림 (c)와 같이 질량이 M_1인 배 모양의 썰매에 질량이 M_2인 사람이 한 개의 질량이 m인 공 3개를 가지고 있다. 아래의 두 상황에 대하여 각각 답하시오. (단, 썰매와 얼음 사이의 마찰과 공기저항은 무시하고, 사람은 썰매와 같은 속도로 움직인다.)

(가) 정지해 있는 썰매에서 공 3개를 썰매 밖으로 동시에 v의 속력으로 뒤쪽 수평방향으로 던진다. 공을 던진 후 사람이 타고 있는 썰매의 속도를 M_1, M_2, m과 v를 이용하여 나타내고 그 근거를 논하시오.

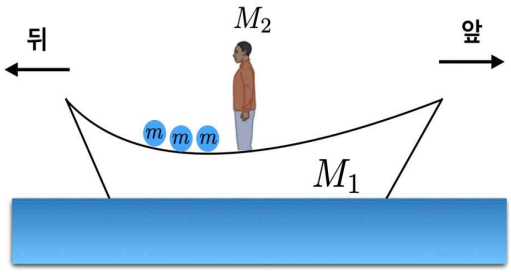


그림 (c)

(나) 정지해 있는 썰매에서 공을 하나씩 차례대로 썰매 밖으로 뒤쪽 수평방향으로 던진다. 각각의 공을 썰매에 대하여 v의 속력으로 뒤쪽 수평방향으로 던진다고 할 때, 공 3개를 모두 던진 후, 사람이 타고 있는 썰매의 속도를 M_1, M_2, m과 v를 이용하여 나타내고 그 근거를 논하시오.

3. 출제 의도

- 뉴턴의 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동에 대한 이해와 분석 능력을 평가한다.
- 운동량보존의 법칙에 대한 이해와 응용 능력을 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 9] 과학과 교육과정 물리학 I

	영역별 내용
제시문	[12물리Ⅰ01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다. [12물리Ⅰ01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅰ	[12물리Ⅰ01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅱ	[12물리Ⅰ01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	물리학Ⅰ	김영민 외	교학사	2020	12-29, 42-55, 80-82
	물리학Ⅰ	이상연 외	금성출판사	2020	12-35, 60
	물리학Ⅰ	김성진 외	미래엔	2021	1-26, 32-39, 72-73
	물리학Ⅰ	송진웅 외	동아출판	2020	10-38, 65
	물리학Ⅰ	손정우 외	비상	2020	12-45, 66
	물리학Ⅰ	김성원 외	지학사	2020	13-24, 31-36, 69-72

5. 문항 해설

제시문의 내용은 물리학의 핵심적인 힘과 운동을 기술한 것으로 고등학교 물리학Ⅰ의 내용에도 다루어지고 있는 내용이며 교육과정 범위에 포함되어 있다. 제시문에 제시된 등가속도운동과 힘이 한 일의 관계 등을 이용해 문제를 구성하였으며, 물체의 운동 상태 변화 및 운동량 보존법칙의 이해와 논리적인 사고를 통해 문항에 제시된 그래프를 해석하고 정량적으로 계산하는 능력을 요구하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위 문항		채점 기준	배점
Ⅰ-ⅰ	(가)	[채점 요소] 거리와 변위의 차이를 이해하고 있으며, 속도 그래프를 보고 거리와 변위를 바르게 계산하였는가? [채점 준거] - 거리와 변위 모두 옳으면 5점을 부여함 - 거리만 옳으면 2점, 변위만 옳으면 3점을 부여함	5

		[유의 사항] - 단위가 틀리거나 쓰지 않으면 1점 감점	
	(나)	[채점 요소] 주어진 속도 그래프로부터 가속도를 구하여 그래프로 나타낼 수 있는가? [채점 준거] - 가속도 그래프를 올바르게 그리면 5점을 부여함 [유의 사항] - 각 단계별 가속도를 그래프에 모두 바르게 나타내야 함, 한 단계라도 틀리면 0점 처리	5
	(다)	[채점 요소] 등가속도운동에서 알짜힘을 구하고 그 힘이 해 준 일을 바르게 계산하였는가? [채점 준거] - 알짜힘과 일을 바르게 구하고 근거를 기술하면 10점을 부여함 - 둘 중 하나만 옳으면 5점을 부여함 - 계산 결과는 옳으나 그 근거가 바르게 기술되어 있지 않으면 각각 2점 감점 [유의 사항] - 부호가 틀리거나 또는 방향에 대한 설명이 없으면 2점 감점 - 단위가 틀리거나 쓰지 않으면 1점 감점	10
Ⅰ-ii	(가)	[채점 요소] 운동량 보존법칙을 이용하여 운동의 변화 후 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있는가? [채점 준거] - 답과 그 근거가 옳으면 10점을 부여함	10
	(나)	[채점 요소] 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있는가? [채점 준거] - 답과 그 근거가 옳으면 10점을 부여함 - 첫 번 째 공을 던진 후의 속력만 구하면 3점 부여 - 두 번 째 공을 던진 후의 속력까지 바르게 구하면 6점 부여	10

7. 예시 답안

[물리학Ⅰ-ⅰ]

(가) 거리는 물체가 실제로 움직인 경로를 따라 측정한 거리이며, 변위는 처음 위치와 나중 위치 사이의 위치 변화이다. 거리는 방향에 관계없이 이동한 거리이므로

$$\frac{1}{2}\cdot 5\,\mathrm{s}\cdot 80\,\mathrm{m/s}+5\,\mathrm{s}\cdot 80\,\mathrm{m/s}+\frac{1}{2}\cdot\frac{10}{3}\,\mathrm{s}\cdot 80\,\mathrm{m/s}+\frac{1}{2}\cdot\frac{5}{3}\,\mathrm{s}\cdot 40\,\mathrm{m/s}+5\,\mathrm{s}\cdot 40\,\mathrm{m/s}=\frac{2900}{3}$$

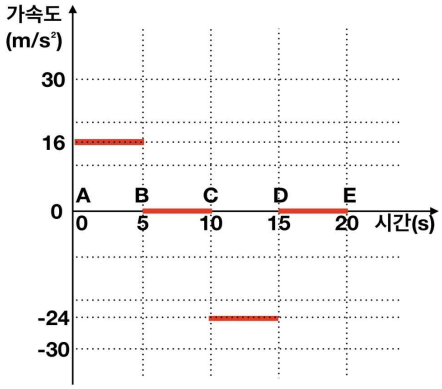
이고,

변위는 이동 방향을 고려한 위치의 변화이므로 크기가

$$\frac{1}{2}\cdot 5\,\mathrm{s}\cdot 80\,\mathrm{m/s}+5\,\mathrm{s}\cdot 80\,\mathrm{m/s}+\frac{1}{2}\cdot\frac{10}{3}\,\mathrm{s}\cdot 80\,\mathrm{m/s}-\frac{1}{2}\cdot\frac{5}{3}\,\mathrm{s}\cdot 40\,\mathrm{m/s}-5\,\mathrm{s}\cdot 40\,\mathrm{m/s}=500\mathrm{m}$$

이며 오른쪽 방향이다. (계산 결과의 부호가 양으로 맞으면 방향도 맞는 것으로 간주함.)

(나) 시간-속도 그래프에서 기울기가 가속도이다. 따라서, AB 구간과 CD 구간은 등가속도운동이며 BC 구간과 DE 구간은 등속도 운동이다. 따라서 각 구간의 가속도를 구하여 그래프로 나타내면 오른쪽 그림과 같다.



(다) CD 구간은 등가속도운동으로서 가속도는 -24 $\mathrm{m/s^2}$ 이다. 그리고 뉴턴의 제2법칙으로부터 물체에 작용한 알짜힘은

$$F = ma = 3\,\mathrm{kg} \times (-24\,\mathrm{m/s^2}) = -72\,\mathrm{kg\,m/s^2} = -72\,\mathrm{N}$$

이다. (또는, 왼쪽으로 72N 도 가능함.) 이 힘이 물체에 가해지는 동안 물체가 움직인 직선거리는 힘의 반대방향 (오른쪽)으로 100 m 이므로, 힘이 물체에 해 준 일은

$$W = F \cdot s = -72\,\mathrm{kg\,m/s^2} \times 100\mathrm{m} = -7200\,\mathrm{J}$$ 이다.

(별해) 일과 운동에너지의 관계를 이용하면,

$$W = \Delta E_k = \frac{1}{2} \cdot 3\,\mathrm{kg} \cdot (-40\,\mathrm{m/s})^2 - \frac{1}{2} \cdot 3\,\mathrm{kg} \cdot (80\,\mathrm{m/s})^2 = -7200\,\mathrm{J}$$ 이다.

[물리학 I - ii]

(가) 정지해 있을 때 총 운동량은 0이므로, 운동량 보존 법칙으로부터 공 3개를 동시에 v의 속력으로 뒤쪽으로 던진 뒤 총 운동량은 0이 되어야 한다. 오른쪽을 속도의 양의 방향으로 잡을 때, 사람이 타고 있는 썰매의 속력을 v_f 라고 하면, $0 = -3\mathrm{mv} + (M_1 + M_2)v_f$ 이다. 따라서 사람이 탄 썰매의 속도는 $v_f = \dfrac{3\mathrm{mv}}{M_1 + M_2}$ 이고 오른쪽으로 움직인다.

(나) 첫 번째 공을 던지고 난 후 사람이 탄 썰매의 속력을 v_1 이라고 하면, 운동량 보존법칙으로부터 $0 = -\mathrm{mv} + (\mathrm{M_1} + \mathrm{M_2} + 2\mathrm{m})\mathrm{v_1}$ 이므로 $v_1 = \dfrac{\mathrm{mv}}{\mathrm{M_1} + \mathrm{M_2} + 2\mathrm{m}}$ 이다. 여기서 두 번째 공을 던질 때, 두 번 째 공의 썰매에 대한 속력이 v 이므로 얼음에 대한 속력은 $v - v_1$ 이 된다. 그러므로 운동량 보존법칙으로부터 $(\mathrm{M_1} + \mathrm{M_2} + 2\mathrm{m})\mathrm{v_1} = -\mathrm{m}(\mathrm{v} - \mathrm{v_1}) + (\mathrm{M_1} + \mathrm{M_2} + \mathrm{m})\mathrm{v_2}$. 즉, 두 번째 공을 던진 후 썰매의 속력은

$v_2 = v_1 + \dfrac{\mathrm{mv}}{\mathrm{M_1} + \mathrm{M_2} + \mathrm{m}}$ 이다. 마지막으로 세 번 째 공을 던지면, 같은 방법으로 운동량 보존법칙을 이용하면 $v_3 = v_2 + \dfrac{\mathrm{mv}}{\mathrm{M_1} + \mathrm{M_2}}$가 된다. 따라서, 위 식을 정리하면, 사람이 탄 썰매는

$v_3 = \dfrac{\mathrm{mv}}{\mathrm{M_1} + \mathrm{M_2}} + \dfrac{\mathrm{mv}}{\mathrm{M_1} + \mathrm{M_2} + \mathrm{m}} + \dfrac{\mathrm{mv}}{\mathrm{M_1} + \mathrm{M_2} + 2\mathrm{m}}$ 의 속력으로 오른쪽으로 움직인다.

문항카드 18

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 2교시 / 화학Ⅰ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	몰, 원자량, 분자량, 화합물, 화학 반응에서의 양적 관계, 이온화 에너지, 등전자 이온, 이온 반지름, 이온 결합 화합물, 몰 농도, 산, 염기, 중화 반응, 반응열, pH
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

<제시문1>

기체 상태에서는 분자를 구성하는 원자의 수가 다르더라도 온도와 압력이 같은 조건에서 같은 부피에 같은 양(mol)의 분자가 포함되어 있다. 이를 아보가드로 법칙이라고 한다. 특히 0℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 기체의 종류에 관계없이 모두 22.4 L이다. 즉, 0℃, 1기압에서 수소, 산소, 이산화탄소 기체 1몰이 차지하는 부피는 모두 22.4 L이고, 그 속에는 각각 6.02×10^{23}개의 수소, 산소, 이산화탄소 분자가 들어 있다.

<제시문2>

1906년 하버는 공기 중의 질소를 수소와 반응시켜 암모니아를 대량으로 합성하는 제조 공정을 개발하였다. 이렇게 합성한 암모니아로 만든 질소 비료는 농산물의 생산량을 늘려 식량 증대에 크게 기여하였다.

<제시문3>

화학식을 이용하여 화학 반응을 나타낸 식을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식으로 화학 반응에 관여하는 물질의 종류뿐만 아니라 몰, 질량, 부피 등의 여러 가지 양적 관계를 알 수 있다.

<제시문4>

원자에 에너지를 가하면 최외각 전자 껍질에 있는 전자는 원자핵으로부터 떨어져 나오게 된다. 이때 바닥상태에 있는 기체 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어 내어 기체 양이온으로 만드는 데 필요한 최소 에너지를 이온화 에너지라고 한다. 바닥상태에 있는 기체 다전자 원자에서는 전자를 차례대로 떼어 낼 수 있다. 첫 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지를 제1 이온화 에너지(E_1)라 하고, 대체로 원소의 이온화 에너지를 뜻한다. 2번째, 3번째 전자를 떼어 내는데 필요한 최소 에너지를 제2 이온화 에너지(E_2), 제3 이온화 에너지(E_3)라고 한다. 이와 같은 이온화 에너지를 순차 이온화 에너지라고 하며 크기는 $E_1 < E_2 < E_3 \cdots$ 순으로 증가한다.

<제시문5>

양이온과 음이온 사이의 인력은 모든 방향으로 작용한다. 따라서 이온 결합 화합물은 서로 다른 전하를 띤 이온 사이의 인력은 최대화하고, 서로 같은 전하를 띤 이온 사이의 반발력은 최소화하는 방향으로

배열되어 규칙적인 결정 구조를 이루므로 여러 가지 특성을 나타낸다. 이온 결합 화합물을 구성하는 양이온과 음이온 사이에는 강한 정전기적 인력이 작용하므로 이들 결합을 끊으려면 많은 에너지가 필요하다. 따라서 이온 결합 화합물은 녹는점과 끓는점이 매우 높아 상온에서 대부분 고체 상태로 존재한다.

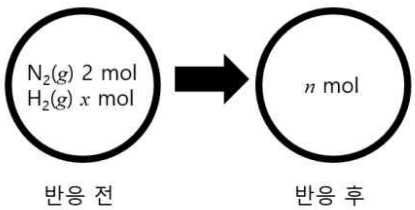
<제시문6>
농도를 모르는 일정한 부피의 산에 농도를 알고 있는 염기 용액을 조금씩 넣으면서 완전히 중화시키는데 필요한 염기의 부피를 측정하면 산의 농도를 구할 수 있다. 이와 같이 중화 반응에서 산과 염기의 양적 관계를 이용해 농도를 모르는 산이나 염기의 농도를 알아내는 방법을 중화 적정이라고 한다.

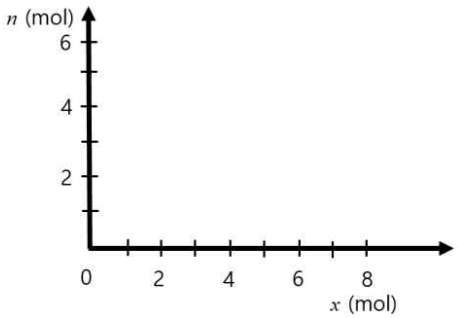
<제시문7>
간이 열량계를 사용하여 출입하는 열량을 측정할 때 열량계가 열의 출입을 차단한다고 가정하면 화학 반응에서 방출한 열량은 열량계 속 물이 흡수한 열량과 같다. 따라서 물의 비열, 물의 질량, 온도 변화로 화학 반응에서 방출하는 열량을 구할 수 있다. 이때 열량의 단위는 J을 쓴다.

<제시문8>
수용액 속의 H_3O^+이나 OH^-의 농도는 매우 작은 값이므로 사용하기에 불편하다. 덴마크의 생화학자 쇠렌센은 1909년에 H_3O^+의 농도 대신 pH라고 하는 간단한 수를 제안하였다. pH는 수용액 속의 $[H_3O^+]$의 역수의 상용로그 값이다.

[화학 Ⅰ-ⅰ] t℃, 1 기압에서 미지의 기체 (A) 5 L의 질량이 8 g이고, 이산화 탄소(CO_2) 10 L의 질량이 22 g이다. 미지의 기체 (A) 64 g이 0℃, 1 기압에서 차지하는 부피를 구하고, 그 근거를 논하시오. (단, C, O의 원자량은 각각 12, 16이다.)

[화학 Ⅰ-ⅱ] 질소 기체와 수소 기체가 반응하여 암모니아가 생성되는 화학 반응을 생각해보자. 그림은 강철 용기에 N_2 2 mol과 H_2 x mol을 넣고 반응을 완결시켰을 때의 변화를 나타낸 것이다. 반응 전에 넣은 H_2의 양(x(mol))에 따른 반응 후 전체 기체의 양(n(mol))을 그래프로 표기하고, 그 근거를 논하시오. (답안지에 그래프를 그려 넣으시오.)





[화학 Ⅰ-ⅲ] 아래 주어진 표는 같은 주기에 있는 원자의 순차 이온화 에너지 값을 나타내고 있다. 원자 (다)로부터 비활성 기체와 같은 전자 배치를 갖는 이온(y)을 생성하기 위한 최소 에너지 값을 예측하고, 그 이유를 논하시오. 또한 원자 (가)~(다)가 등전자 이온으로 존재할 때, 이온 반지름의 크기가 작은 것에서 커지는 순으로 부등호를 이용하여 나열하고, 그 근거를 논하시오.

원자	순차 이온화 에너지(kJ/mol)			
	E_1	E_2	E_3	E_4
(가)	496	4562	6912	9543
(나)	738	1451	7733	10540
(다)	578	1817	2745	11577

[화학 Ⅰ-ⅳ] 아래 주어진 표는 이온 결합 물질의 녹는점에 영향을 주는 요인을 알아보기 위한 탐구 자료이다. 녹는점에 영향을 주는 요인이 무엇인지 결정하고, 그 근거를 탐구 자료에 주어진 물질 간 상호 비교를 통해 논하시오.

물질	이온 사이의 거리(pm)	녹는점(℃)
NaCl	276	801
NaBr	291	747
NaI	311	661
물질	이온 사이의 거리(pm)	녹는점(℃)
CaO	240	2572
SrO	253	2531
BaO	275	1972

[화학 Ⅰ-ⅴ] 다음은 [산 염기의 중화 적정 실험] 및 [화학 반응에 출입하는 열의 측정 실험]이다. 실험 과정 (바)에 기술된 혼합 용액의 최종 온도 T℃와 pH를 구하고, 그 근거를 논하시오.

[산 염기 중화 적정 실험 과정]

(가) 0.10 M의 H_2SO_4(aq)를 준비한다.

(나) (가)의 수용액 10 mL에 물을 넣어 100 mL의 수용액을 만든다.

(다) (나)에서 만든 수용액 50 mL를 삼각 플라스크에 넣고 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 떨어뜨린다.

(라) (다)의 삼각 플라스크에 0.1 M NaOH(aq)을 한 방울씩 떨어뜨리면서 삼각 플라스크를 흔들어 준다.

(마) (라)의 삼각 플라스크 속 수용액 전체가 붉은색으로 변하는 순간 적정을 멈추고 적정에 사용된 NaOH(aq)의 부피(V)를 측정한다.

[화학 반응에 출입하는 열의 측정 실험 과정]

(바) (마)에서 측정된 0.1 M NaOH(aq)의 측정된 부피(V)와 0.01 M의 HCl 90 mL를 열량계에 넣고 섞었다. NaOH(aq) 용액과 HCl(aq) 용액의 초기 온도는 똑같이 22.0℃였고, 혼합 용액의 최종 온도는 T℃였다. 열량계 속 용액이 얻은 열량은 1.26 kJ 이다. (용액의 밀도와 비열은 각각 1.00 g/mL, 4.2 J/g·℃로 물에 대한 값과 같다고 가정한다. 중화 반응 전후 용액의 부피 변화는 없다고 가정한다.)

3. 출제 의도

화학 I 교과에서 다루고 있는 화학의 첫걸음, 원자의 세계, 화학결합과 분자의 세계, 역동적인 화학 반응 등에 걸쳐 고르게 문제를 출제하였다. 반응에서의 양적 관계, 원자 구조, 화학 결합, 화학 반응열, 산 염기, 화학 반응 등을 모두 포함하도록 출제하였다. 화학의 기본적인 개념인 몰, 원자량과 분자량, 아보가드로 법칙 등의 의미를 이해하고, 이를 바탕으로 분자에 포함된 원자 수를 몰이라는 개념으로 이해할 수 있는지 평가하고자 하였다. 또한, 원자의 이온화 에너지 값과, 원자 모형과의 연관 관계를 이해하고 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. 이온 결합 화합물에 영향을 끼치는 요인을 실험적 관찰 결과를 토대로 적절히 비교 분석하여 결론에 도달할 수 있는지 평가하고자 하였고, 단순한 암기를 통해 답을 제시하는 태도에서 벗어나도록 유도하였다. 화학에서 많이 사용되는 적정법을 이용하여, 양적 관계를 통해, 농도를 결정하는 과정을 평가하고자 하였고, 주어진 정보를 활용하여 반응 열과, pH를 논리적으로 유추할 수 있는지 평가하고자 하였다. 기본적으로 고등학교 화학 I 교과에 대한 이해의 충실도를 평가하려는 의도에서 문제를 출제하였으며, 교과서 내에서 다루는 내용에 기초한 문제들로 구성이 되었다. 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

2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 9] 과학과 교육과정 화학 I

	영역별 내용
제시문1	[12화학 I 01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.
제시문2	[12화학 I 01-01] 화학이 식량 문제, 의류 문제, 주거 문제 해결에 기여한 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
제시문3	[12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
제시문4	[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.
제시문5	[12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다.
제시문6	[12화학 I 04-03] 산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. [12화학 I 04-04] 중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다.
제시문7	[12화학 I 04-06] 화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.
제시문8	[12화학 I 04-02] 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.
문제 I - i	[12화학 I 01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.
문제 I - ii	[12화학 I 01-01] 화학이 식량 문제, 의류 문제, 주거 문제 해결에 기여한 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12화학 I 01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다. [12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
문제 I - iii	[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.
문제 I - iv	[12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다.
문제 I - v	[12화학 I 04-03] 산·염기 중화 반응을 이해하고, 산·염기 중화 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. [12화학 I 04-04] 중화 적정 실험을 계획하고 수행할 수 있다. [12화학 I 04-06] 화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.

나) 자료 출처

<제시문1>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	34-35
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	29-31
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	28-33
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	29-33
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	20-27

<제시문2>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	16
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	11
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	15
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	15
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	6

<제시문3>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	40-43
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	34-39
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	36-41
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	34-39
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	37-40

<제시문4>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	90-97
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	80-85
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	88-93
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	76-89
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	88-95

<제시문5>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	112-116
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	101-105
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	114-116
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	104-108
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	110-113

<제시문6>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	172-178
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	159-165
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	170-173
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	162-167
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	182-185

<제시문7>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	195
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	174
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	191
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	174
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	204-206

<제시문8>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	169
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	151
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	162
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	151
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	166-169

<화학 Ⅰ - ⅰ >

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	34-35
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	29-31
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	28-33
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	29-33
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	20-27

<화학 Ⅰ - ⅱ >

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	40-43
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	34-39
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	36-41
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	34-39
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	37-40, 51

<화학 Ⅰ - ⅲ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	90-97
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	80-85
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	88-93
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	76-89
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	88-95

<화학 Ⅰ - ⅳ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	112-116
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	101-105
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	114-116
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	104-108
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	110-113, 116

<화학 Ⅰ - ⅴ >

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	172-178, 169, 195
	화학I	박종석 외 7인	비상	2020	159-165, 151, 174
	화학I	최미화 외 5인	미래엔	2020	170-173, 162, 191
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	162-167, 151, 174
기타	수능특강 화학1	권기섭 외 5인	EBS	2021	182-185, 204-206, 166-169

5. 문항 해설

<화학 Ⅰ - ⅰ >

아보가드로 법칙을 이해하여, 주어진 조건에서 분자량을 유추하고, 이 정보를 이용하여, 다시 부피로 전환하는 화학 양론을 다룰 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ - ⅱ >

하버의 암모니아 합성 과정에 관한 화학 양론 계산을 수행할 수 있으며, 화학 반응을 화학 반응식으로 제시하고, 이를 바탕으로 발생한 기체와 반응물과의 몰 수 관계를 이해하여 그래프로 나타낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ - ⅲ>

원자 모형을 이해하여, 이온화 에너지의 변화 경향을 원자 모형과 연관 지어 설명이 가능한지 평가하고자 하였다. 또한, 유효핵 전하의 개념을 이온 반지름과 연관 지어 설명하는 이해도를 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ - ⅳ>

이온 결합 화합물에 영향을 끼치는 요인을 실험적 관찰 결과를 토대로 적절히 비교 분석하여 밝혀내고, 논리적인 결론에 도달할 수 있는지 평가하고자 하였다. 단순한 암기를 통해 답을 제시하는 것이 아니라 주어진 탐구 결과의 관찰 결과를 제시하여, 설득력 있는 논리적 기술이 가능한지 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ - ⅴ >

화학에서 많이 사용되는 적정법을 이용하여, 양적 관계를 통해, 농도를 결정하는 과정을 평가하고자 하였고, 주어진 정보를 활용하여 반응열과, pH를 논리적으로 유추할 수 있는지 평가하고자 하였다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
Ⅰ - ⅰ	• 아보가드로 법칙을 정확하게 이해하는지 평가함.	5
Ⅰ - ⅱ	• 화학 양론, 화학식을 이해하는지 평가함.	5
Ⅰ - ⅲ	• 이온화 에너지, 원자 모형, 원자 반지름 크기의 경향을 이해하는지 평가함.	10
Ⅰ - ⅳ	• 이온 결합 화합물의 녹는점 탐구 결과를 정전기적 인력과 연관지을 수 있어, 탐구 결과의 경향을 이해할 수 있는지 묻는 문제이다. 논리적으로 과학적 결론을 제시할 수 있는지 평가함.	10
Ⅰ - ⅴ	• 산 염기 정의를 이해하고, pH를 논리적으로 추론이 가능한지 평가함. 또한, 화학 반응열을 주어진 정보를 토대로 추론하는 능력이 있는지 평가함.	10

7. 예시 답안

<화학 Ⅰ - ⅰ >

모든 기체는 같은 온도와 압력에서 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있다. 밀도=$\frac{질량}{부피}$이므로 기체의 분자량 비는 밀도 비와 같다. 어느 한 기체의 분자량을 알고 있으면 두 기체의 밀도 비를 이용하여 다른 기체의 분자량을 구할 수 있다.

먼저 미지의 기체 A의 분자량을 먼저 구한다.

기체 A의 밀도 = $\frac{8}{5}$(g/L)

CO2의 밀도 = $\frac{22}{10}=\frac{11}{5}$(g/L)

$$\frac{A의\ 분자량}{CO2의\ 분자량}=\frac{A의\ 밀도}{CO2의\ 밀도}$$

$$\frac{A의\ 분자량}{44}=\frac{\frac{8}{5}}{\frac{11}{5}}=\frac{8}{11}$$

A의 분자량 = 32 g/mol이다.

따라서, 미지의 기체 A 64 g은 $\frac{64}{32}=2$몰이다.

0℃, 1기압, 1몰의 기체는 22.4 L를 차지하므로, 2몰의 기체는 44.8 L를 차지한다.

<화학 Ⅰ - ⅱ >

$x \geq 6$ 일 때, N_2가 모두 소진되므로 최대 반응할 수 있는 H_2의 양은 6몰이다.

	$N_2(g)$ +	$3H_2(g)$ -->	$2NH_3(g)$
초기	2몰	x몰	0몰
반응	2몰	6몰	4몰
나중	0몰	$x-6$ 몰	4몰

전체 기체의 양 (n) = $x-6+4=x-2$

x = 6 일 때, n = 4

x = 8 일 때, n = 6

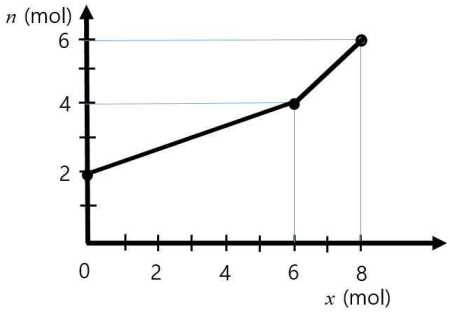
$x<6$ 일 때, N_2는 남는다. H_2는 모두 반응하여 소진된다.

	$N_2(g)$ +	$3H_2(g)$ -->	$2NH_3(g)$
초기	2몰	x몰	0몰
반응	$\frac{x}{3}$몰	x몰	$\frac{2x}{3}$몰
나중	$2-\frac{x}{3}$몰	0 몰	$\frac{2x}{3}$몰

전체 기체의 양 (n) = $2-\frac{x}{3}+\frac{2x}{3}=2+\frac{x}{3}$

x = 0 일 때, n = 2

x = 6 일 때, n = 4



<화학 Ⅰ-ⅲ>

순차 이온화 에너지가 급격히 증가하기 직전까지 떼어 낸 전가수는 원자가 전자 수와 같다. 원자 (다)는 순차적 이온화 에너지 $E_3 \rightarrow E_4$ 에서 급격하게 증가했으므로, 원자 (다)는 원자가 전자 수가 3개이다.

비활성 기체와 같은 전자 배치를 갖는 이온은 3개의 전자를 떼어내어야 한다. 이를 위한 최소 에너지는 원자 (다)의 원자가 전자를 모두 떼어 내는 데 필요한 순차 이온화 에너지의 합이다. 따라서, $578+1817+2745 = 5140\,kJ/mol$ 이다.

원자 (가)~(다)가 등전자 이온으로 존재할 때, (가)는 +1, (나)는 +2, (다)는 +3가 이온이다. 같은 주기에 있고, 원자 (가) -->(다)로 진행할수록 양성자 수가 증가하며, 유효핵 전하가 증가하여, 이온의 크기가 더욱 작아진다. 따라서, 이온 반지름의 크기는 (다)<(나)<(가)이다.

<화학 Ⅰ-ⅳ>

이온 사이의 거리와 이온의 전하량은 정전기적 인력에 영향을 끼치게 되고 이로 인해 녹는점에 영향을 끼친다.

이온 사이의 거리와 녹는점의 관계를 확인하기 위해 전하량의 크기가 같은 이온으로 구성된 물질을 비교해야 한다. 따라서, 이온의 전하량이 (+1, -1)인 물질인 NaCl, NaBr, NaI의 녹는점과 이온 사이의 거리를 비교한다. 거리가 작아질수록 녹는점이 높아진다.

이온의 전하량이 (+2, -2)인 물질인 CaO, SrO, BaO의 녹는점과 이온 사이의 거리를 비교한다. 이 또한 거리가 작아질수록 녹는점이 높아진다.

이온의 전하량과 녹는점의 관계를 확인하기 위해 이온 사이의 거리가 비슷하며 전하량이 다른 이온으로 구성된 물질을 비교해야 한다. 따라서 NaCl과 BaO를 비교하면 거리가 서로 비슷하며, 이온의 전하량이 커질수록 녹는점이 커지므로, 이온의 전하량이 클수록 녹는점이 높아진다.

<화학 Ⅰ-ⅴ>

[산 염기 중화 적정 실험 과정]을 통해 적정에 사용된 NaOH의 부피(V)를 구한다.

삼각 플라스크에 있는 H_2SO_4의 몰수를 계산하면,

$0.10M \times 10mL \times \frac{50}{100} = 0.5 \times 10^{-3} mol$

적정에 필요한 0.1 M NaOH의 부피는 가수를 고려하여 계산하면,

$0.5 \times 10^{-3} \times 2 = 0.1 \times V$
$1.0 \times 10^{-2} = V$
V = 0.01 L = 10 mL 이다.

[화학 반응에 출입하는 열의 측정 실험]에서 온도 T℃를 계산하면 다음과 같다.
화학 반응에서 발생한 열량 = 열량계 속 용액의 얻은 열량
열량계 속 용액이 얻은 열량 = 질량 x 비열 x 온도 변화량

NaOH 10 mL + HCl 90 mL = 100 mL이다. 밀도가 1.00 g/mL이므로, 100g이다.
열량 = 질량 X 비열 X 온도변화량
$1.26 \times 10^{3} = 100 \times 4.2 \times (T - 22.0)$
T = 25℃이다.

pH를 계산하면 다음과 같다.

	NaOH(aq) +	HCl(aq)	-----> NaCl(aq) + H2O(l)
초기(몰)	$0.1 \times 10 \times 10^{-3} = 0.001$	$0.01 \times 90 \times 10^{-3} = 0.0009$	
반응(몰)	0.0009	0.0009	
반응 후(몰)	0.0001	0	

전체 부피는 10 mL+ 90 mL= 100 mL이다.

용액안에 NaOH의 농도는 $\frac{0.0001}{100 \times 10^{-3}} = 0.001M$
$pOH = -\log[10^{-3}] = 3$
pH + pOH = 14 이므로, pH=11이다.

문항카드 19

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 2교시 / 생명과학Ⅰ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	병원체, 면역 반응, 유전, 세포 주기
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

다음 <제시문1>~<제시문6>을 읽고 [생명과학Ⅰ-i]~[생명과학Ⅰ-ⅳ]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
질병은 비감염성 질병과 감염성 질병으로 나눌 수 있다. 비감염성 질병은 고혈압, 당뇨병과 같이 병원체와는 상관없이 일어나며, 감염성 질병은 세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이 등이 몸에 침입하여 발생한다. 이와 같이 감염성 질병을 일으키는 것을 병원체라 한다. 체내에 침입한 세균은 빠르게 증식하고 독소를 만들어 세포의 기능을 저해하거나 세포에 손상을 입힌다. 세균이 질병의 원인일 때는 항생제로 치료한다. 바이러스는 숙주 세포 내에 증식하면서 숙주 세포가 정상적으로 기능하지 못하게 하고 이들을 파괴하여 질병을 유발한다. 바이러스의 작용을 억제하기 위해서는 항바이러스제가 쓰이지만, 바이러스가 증식하는 과정에서 돌연변이가 자주 일어나 예방과 치료가 어렵다.

<제시문2>
우리 몸의 방어 작용에는 병원체의 종류에 관계없이 동일한 방식으로 일어나는 비특이적 방어 작용과 병원체의 종류에 따라 다르게 작용하는 특이적 방어 작용이 있다. 특이적 방어 작용은 비특이적 방어 작용에 비해 느리게 일어나지만, 침입한 병원체를 인식하고 기억하는 특성이 있으며, 여기에는 여러 가지 종류의 림프구와 항체가 중요한 역할을 한다.

<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.

<제시문4>
한 생물이 가진 염색체의 수, 모양, 크기 등과 같이 관찰할 수 있는 염색체의 형태적인 특징을 핵형이라고 하며, 핵형 분석을 통해 성별과 염색체 수, 구조 이상을 확인할 수 있다. 염색체 수 이상은 대부분 감수 분열 과정에서 나타나는 염색체 비분리 현상에 의해 나타나는데, 21번 염색체가 3개로 47개의 염색체를 가지는 다운 증후군이 예가 된다. 염색체 구조 이상에는 염색체의 결실, 중복, 역위, 전좌가 있다.

<제시문5>
형질을 결정하는 유전자가 어느 염색체에 있느냐에 따라 상염색체 유전과 성염색체 유전으로 구분된다. 상염색체 유전의 경우 남녀에 공통으로 유전자가 있으므로 성별에 관계없이 유전된다. 성염색체 유전은 X염색체나 Y염색체에 존재하는 유전자에 의해 형질이 결정되는 경우이며, 성염색체에 있는 유전자에 의해 일어나는 유전 현상을 반성 유전이라고 한다.

<제시문6>
모세포가 분열하여 세포가 형성된 순간부터 그 세포가 분열을 마칠 때까지의 기간을 세포 주기라고 하며, 간기와 분열기로 구분한다. G_1기는 활발한 물질대사를 통해 세포가 생장하는 시기이며, S기는 DNA 복제가 일어나는 시기이다. 간기를 거친 세포는 분열기로 들어간다. 세포 분열에는 체세포 분열과 감수 분열이 있으며, 가장 큰 차이점은 분열 후 염색체 수의 변화이다.

[생명과학 Ⅰ - ⅰ]

율전이는 병원체 A에 대한 특이적 방어 작용을 연구하기 위하여, 병원체에 한 번도 노출된 적이 없는 생쥐 1, 2번에 병원체 A를 주입하고, 30일 후까지 형질 세포와 세포 독성 T 세포의 수를 각각 측정하여 <표1>에 기록하였다. 병원체 A에 감염된 지 30일째 되는 날, 건강을 회복한 생쥐 1, 2번에서 혈장을 얻어서 냉장고에 보관을 하였다. 이후, B 세포와 T 세포가 모두 결핍된 생쥐 3, 4번을 병원체 A에 노출 시키고, 생쥐 3번에는 생쥐 1번에서 얻은 혈장을, 생쥐 4번에는 생쥐 2번에서 얻은 혈장을 주입하여, 30일 동안 생쥐의 건강 상태를 관찰하였다. (단, 모든 생쥐에는 동일한 양의 병원체 A가 사용되었으며, 관찰 기간 동안 병원체 A에 대한 면역 반응만 일어났다.)

<표1>

세포수 \ 기간		병원체 주입	3일	7일	10일	15일	20일	25일	30일
형질 세포 수 (상대값)	생쥐 1번	0	0	0	0	0	0	0	0
	생쥐 2번	0	400	1,000	2,500	4,000	800	400	20
세포 독성 T 세포 수 (상대값)	생쥐 1번	0	1,600	3,200	6,400	2,000	800	800	20
	생쥐 2번	0	1,500	3,000	6,000	2,000	600	600	20

(가) 병원체 A에 대한 생쥐 1, 2번의 특이적 방어 작용에 대해 그 근거를 논하시오.
(나) 생쥐 3, 4번이 병원체 A에 감염된 지 30일이 되는 시점에 생쥐 3, 4번의 생존 여부를 유추하고, 그 근거를 논하시오. (단, 생쥐 3, 4번은 유전적으로 동일하다.)

[생명과학 Ⅰ - ⅱ]

명륜이는 병원체 A에서 파생된 병원체 A1, A2에 의한 감염병을 연구하기 위해 유전적으로 동일한 생쥐를 이용하여, 세 단계의 실험을 수행하였으며 아래는 첫 번째 단계의 실험 결과이다.
1. 같은 시기에 같은 양의 병원체 A가 주입된 생쥐 6 ~ 10번은 일정 기간이 지난 후 건강을 회복하

였다.
2. 생쥐 6 ~ 10번의 혈중 항체 농도 변화는 <표2>와 같다.
3. 생쥐 6, 7번의 병원체 A에 대한 기억 세포 형성 여부에 대한 기록은 없다.
4. 생쥐 8 ~ 10번에서는 병원체 A에 대한 기억 세포가 발견되었다.
5. 생쥐 6 ~ 10번은 병원체 A외 다른 병원체에는 노출된 적이 없다.

<표2>

	병원체 A 주입	4일	7일	10일	14일	17일	21일	25일	28일
생쥐 6번	해당 없음	해당 없음	20	70	250	180	100	50	30
생쥐 7번	해당 없음	해당 없음	40	70	300	200	120	50	10
생쥐 8번	해당 없음	해당 없음	20	100	400	200	60	30	20
생쥐 9번	해당 없음	해당 없음	40	80	200	140	50	20	3
생쥐 10번	해당 없음	해당 없음	30	90	330	200	70	10	3

두 번째 단계에서 명륜이는 A1을 생쥐 6, 7번에, A2를 생쥐 8, 9, 10번에 주입하여 혈중 항체 농도를 확인하였다. 각 생쥐에는 동일한 양의 A1, A2를 사용하였고, 혈중 항체 농도 결과는 각각 <표3>, <표4>에 표시하였다. (단, 모든 생쥐에서는 병원체 A1, A2에 대한 면역 반응만이 일어나고, T세포에 의한 면역 반응은 고려하지 않는다. 혈중 항체 농도는 상대값이다.)

<표3>

	병원체 A1 주입	4일	7일	10일	14일	17일	21일	25일	28일
생쥐 6번	해당 없음	800	10000	9000	6000	2500	1360	800	500
생쥐 7번	해당 없음	1000	18000	10000	8000	4000	1800	1200	900

<표4>

	병원체 A2 주입	4일	7일	10일	14일	17일	21일	25일	28일
생쥐 8번	해당 없음	10	20	80	360	180	80	25	20
생쥐 9번	해당 없음	10	30	90	200	120	60	20	15
생쥐 10번	해당 없음	20	28	60	280	160	70	30	3

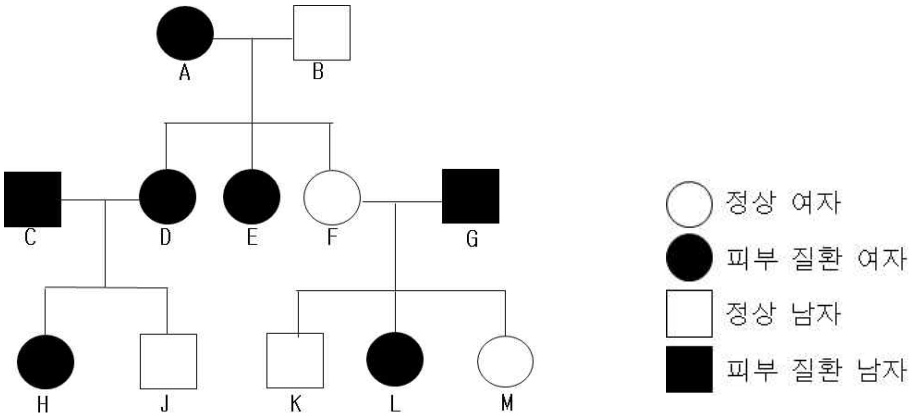
(가) 병원체 A, A1, A2의 동일성 여부를 분석하고, 그 이유를 논하시오.

이후, 명륜이는 병원체 A2에 대해 인공적으로 적당한 처리를 통해 독성을 없앤 물질을 개발하였다. 이것의 효능을 확인하기 위해, 명륜이는 이 물질을 생쥐 6 ~ 10번에 주입하고 30일간 생쥐의 혈중 항체 농도 변화를 관찰하였다.

(나) 각각의 생쥐에서 예상되는 혈중 항체 농도 변화 그래프를 그리고, 그 이유를 논하시오. (단, 모든 생쥐에는 같은 양의 물질을 주입하였다.)

[생명과학Ⅰ-ⅲ] 최근 뉴스에서 특정 피부 유전 질환이 있는 사람은 병원체 A에 감염될 확률이 높다는 연구 결과가 보도되었다. 율전이(J)와 명륜이(L)의 가계도는 <그림1>과 같다. 율전이와 명륜이가 병원체 A에 노출이 되었고, 명륜이만 병원체 A에 감염이 되었다. 율전이가 감염되지 않은 이유를 찾기 위하여 피부 유전 질환과 관련 있는 유전자 Q와 q의 DNA 상대량을 측정하여 <표5>에 기록하였다. 대립 유전자 Q와 q의 우열 관계는 분명하고, 각각의 DNA 상대량은 1이다. (단, A ~ M의 염색체 수는 모두 정상이고, 염색체 비분리는 일어나지 않는다.)

<그림1>



<표5>

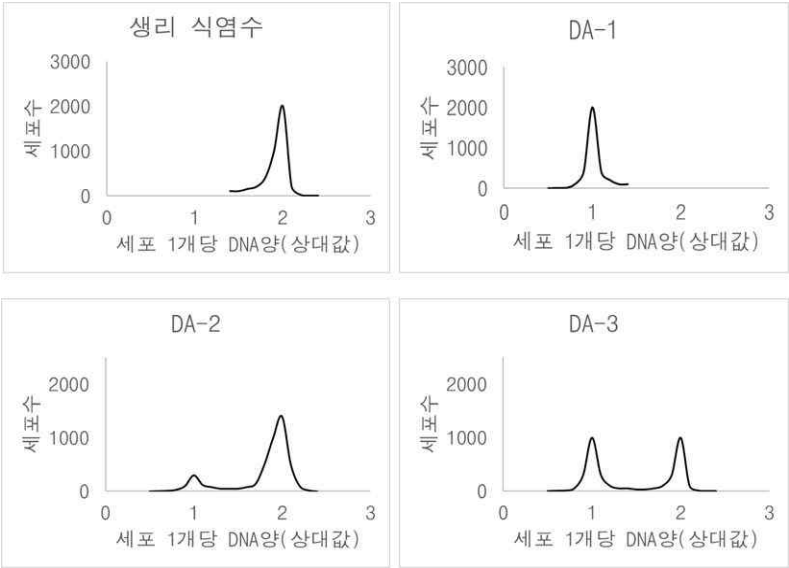
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
Q와 q의 DNA 상대량	2	1	1	1	2	2	1	2	0	1	1	1
감염 여부	○	×	○	○	○	×	○	○	×	×	○	×

○ 감염됨; × 감염안됨

(가) 피부 질환이 우성 형질인지 열성 형질인지, 그리고 성염색체 유전인지 상염색체 유전인지를 찾고, 그 근거를 논하시오.
(나) <그림1>과 <표5>를 참고하여, 율전이(J)가 병원체 A에 감염 되지 않은 이유를 모두 논하시오.
(다) 명륜이 여동생(M)이 병원체 A에 감염 되지 않은 이유를 명륜이(L)와 비교하여 논하시오.

[생명과학Ⅰ-ⅳ] 율전이와 명륜이는 병원체 A에 대한 후보 약물 3가지(DA-1, DA-2, DA-3)를 개발하여 각각의 효능을 확인한 후, 안전성 평가를 위해 약물이 동물의 체세포 주기에 미치는 영향을 확인하는 실험을 진행하였다. 병원체 A에 감염되지 않은 체세포 분열 직후 상태의 세포들을 4개의 그룹으로 나누어, 각각에 생리 식염수와 후보 약물들을 처리하였다. <그림2>는 약물을 처리한 지 20시간이 경과된 시점의 세포 1개당 DNA 양에 따른 세포 수를 나타낸 것이고, <표6>는 실험에 사용된 동물 체세포 주기이다.

<그림2>



<표6>

G_1	S	G_2	M
6시간	12시간	2.5시간	0.5시간

병원체 A에 대한 후보 약물 3가지를 안전성이 높은 것부터 순서대로 나열하고, 그 이유를 논하시오. (단, 3개 약물 모두 병원체 A에 대한 효능은 같다. 각 그룹에는 같은 수의 세포가 사용되었으며 약물 농도는 고려하지 않는다.)

3. 출제 의도

코로나 바이러스-2019 유행 현 상황을 반영하여, 코로나 바이러스와 같은 병원체 감염에 관련한 소문항 4문제가 출제되었다. 첫 번째, 두 번째 문항은 <Ⅲ. 항상성과 몸의 조절> - <질병과 방어 작용>에서 학습한 개념과 원리를 이용하여 제시된 표와 질문의 제시문으로부터 병원체 감염에 대한 인체의 방어 작용을 추론할 수 있는지, 백신의 작용 원리를 이해하고 있는지 등을 평가하고자 하였다. 세 번째, 네 번째 문항은 <Ⅳ. 유전>에서 학습한 개념과 원리를 이용하여 제시된 표와 그림으로부터 성염색체 유전과 염색체 구조 이상을 추론하고 병원체 감염 가능성을 예측할 수 있는지, 세포 주기를 분석하여 안전성이 높은 약물을 추론할 수 있는지 등을 종합적으로 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 9] 과학과 교육과정 생명과학 I

	영역별 내용
제시문	[12생과Ⅰ03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12생과Ⅰ03-07] 백신의 작용 원리를 항원 항체 반응과 관련지어 이해하고, 백신으로 예방하기 힘든 질병을 조사하여 그 이유를 토의할 수 있다. [12생과Ⅰ04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다. [12생과Ⅰ04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다. [12생과Ⅰ04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
문제Ⅰ-i	[12생과Ⅰ03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
문제Ⅰ-ii	[12생과Ⅰ03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12생과Ⅰ03-07] 백신의 작용 원리를 항원 항체 반응과 관련지어 이해하고, 백신으로 예방하기 힘든 질병을 조사하여 그 이유를 토의할 수 있다
문제Ⅰ-iii	[12생과Ⅰ04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다. [12생과Ⅰ04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
문제Ⅰ-iv	[12생과Ⅰ04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학I	전상학 외 7인	지학사	2020	92-99, 116, 123, 126-137
	생명과학I	권혁빈 외 5인	교학사	2021	96-109, 124, 134-139, 146
	생명과학I	이준규 외 5인	천재교육	2021	95-104, 123-125, 135-138, 141-143
	생명과학I	오현선 외 5인	미래엔	2020	100-115, 128, 131, 140-144, 151
	생명과학I	김윤택 외 4인	동아출판	2020	93-102, 120, 122, 135-138, 146-147
	생명과학I	이용철 외 3인	YBM	2020	99-111, 125-130, 141-154

5. 문항 해설

[생명과학I- ⅰ]

우리 몸의 특이적 방어 기작에는 체액성 면역 반응과 세포성 면역 반응이 있다. 체액성 면역에서는 보조 T 림프구가 B 림프구의 분화를 촉진하여 형질세포와 기억 세포가 만들어진다. 형질세포는 항체를 생성하고 기억 세포는 항원의 특성을 기억하여 병원체에 의한 감염이 다시 일어나면 빠르게 다량의 항체를 생성하여, 병원체를 효과적으로 제거할 수 있다. 세포성 면역에서는 활성화 된 세포독성 T 세포가 감염된 세포를 직접 공격하여 제거한다. 본 소문항에서는 (가) 형질세포와 세포독성 T 세포의 기능에 대한 이해를 바탕으로 병원체에 대한 방어 기작을 추론하는 능력과 (나) 항체 치료제의 기본 개념을 이해하고, 적용하는 능력을 평가하고자 하였다.

(가) <표1>에서 생쥐 1번은 병원체 주입 이후 형질세포 수에는 변화가 없고, 세포독성 T 세포 수는 증가했다가 감소한다. 생쥐 2번은 병원체 주입 이후 형질세포 수와 세포독성 T 세포 수 모두 증가했다가 감소한다. 즉, 생쥐 1번에서는 항원-항체 반응은 일어나지 못하고, 세포독성 T 세포가 감염된 세포를 직접 공격하는 세포성 면역 반응이 나타난다. 생쥐 2번에서는 항원-항체 반응과, 세포독성 T 세포에 의한 방어작용, 즉 체액성 면역 반응과 세포성 면역 반응이 모두 나타난다.

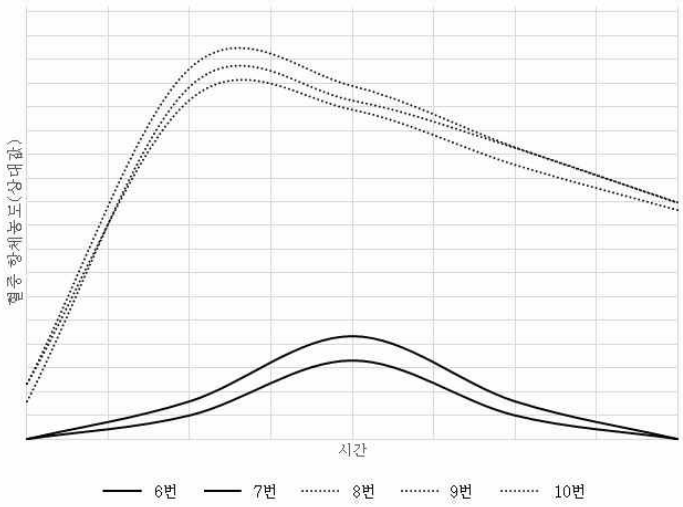
(나) 생쥐 3, 4번은 B 세포, T 세포가 모두 없기 때문에 생쥐 스스로는 병원체에 대한 방어작용을 할 수 없다. <표1>을 통해 생쥐 1번은 병원체 A에 대한 특이적인 항체가 없고, 생쥐 2번은 병원체 A에 대한 특이적인 항체가 있음을 예측할 수 있다. 따라서, 생쥐 2번의 혈장을 병원체 A에 감염된 생쥐 4번에게 주입하면 생쥐 4번은 생쥐 2번의 항체를 이용하여 항원을 제거하고 살 수 있다. 하지만, 생쥐 1번의 혈장, 즉 병원체 A에 대한 항체가 없는 혈장을 받은 생쥐 3번은 병원체 A 감염 후, 항원을 제거할 수 없어 건강의 회복이 어렵다.

[생명과학I- ⅱ]

체내에 병원체가 처음 침입하였을 때 나타나는 면역반응을 1차 면역반응이라고 하고, 같은 병원체가 다시 침입하였을 때 나타나는 면역반응을 2차 면역반응이라고 한다. 1차 면역반응에서는 항체가 생성되기까지 상대적으로 긴 시간이 걸리고 소량의 항체만 생성된다. 반면, 2차 면역반응에서는 항원 침입 직후 항체가 신속하게 다량 생성되는데, 이는 1차 면역반응에서 생성된 기억세포가 바로 형질세포로 분화되기 때문이다. 본 소문항에서는 (가) 기억 세포에 대한 이해를 바탕으로 제시된 실험 결과를 분석하여 특정 항원에 대한 2차 면역반응을 추론함으로써 동일한 항원인지의 여부를 판단하는 능력과 (나) 백신의 원리를 이해하여 백신 주입 후 생성되는 항체의 양을 추론하는 능력을 평가하고자 하였다.

(가) 실험 결과와 <표2>에서 생쥐 6~10번은 병원체 A에만 노출되었고 1차 면역반응이 일어난 것을 알 수 있다. 기억 세포 형성 여부는 알 수 없지만, <표3>에 의하면 생쥐 6~7번은 병원체 A1을 주입하면 2차 면역반응이 나타난다. 따라서 병원체 A1은 A와 같은 병원체인 것을 알 수 있다. 실험 결과에 의하면 생쥐 8~10번은 병원체 A에 노출 후 기억 세포를 형성하였다. <표4>에서 A2에 노출된 병원체 8~10번의 혈중 항체 변화가 1차 면역반응을 나타내고 있기 때문에 병원체 A와 A2는 동일한 병원체가 아님을 알 수 있다.

(나) 병원체 A2에 대해 인공적으로 적당한 처리를 통해 독성을 없앤 물질은 병원체 A2와 같은 항원으로 백신을 의미한다. 따라서 이 물질을 생쥐에게 주입하면 병원체 A2와 똑같은 면역반응을 야기한다. 생쥐 8~10번은 A2에 한번 노출되어, A2 항원에 대한 기억세포가 있기 때문에, 같은 항원(물질)이 다시 주입되면 빠르게 많은 양의 항체가 형성 (2차 면역반응) 될 것이다. 앞에서 A2는 A와 다른 병원체임을 확인하였고, 생쥐 6~7번은 A2에 노출된 적이 없기 때문에, 생쥐 8~10번에 비해서 느리게 작은 양의 항체가 형성 (1차 면역반응) 될 것이다. 따라서 예상되는 혈중 항체 농도 변화 그래프는 아래와 같다. 정확한 항체 양을 추정할 수 있는 데이터가 주어지지 않았기 때문에 생쥐 6~7번 사이의 항체 농도 차이, 생쥐 8~10번 사이의 항체 농도 차이는 알 수 없다.



[생명과학I-ⅲ]

사람의 형질 유전은 해당 형질을 결정하는 유전자가 상염색체에 있는지 성염색체에 있는지에 따라 구분할 수 있다. 유전자는 염색체에 일정한 순서로 배열되어 있으며, 염색체의 수나 구조에 이상이 생기거나 유전자에 이상이 생기면 정상 형질과 다른 형질이 나타날 수 있다. 본 소문항에서는 (가) 유전, 사람의 형질에 대한 이해를 바탕으로 가계도를 분석하고 성염색체 우성유전을 추론하는 능력, (나) 염색체 구조 이상에 대한 지식을 바탕으로 가계도와 유전형질 유전자의 DNA 상대량, 감염 여부 등을 통합 분석하여 염색체 결실을 추론하는 능력, (다) 염색체 구조 이상에 의거하여 같은 유전자형에서도 다른 표현형이 나올 수 있음을 추론하는 능력을 평가하고자 하였다.

(가) <표5>의 대립유전자 Q와 q의 DNA 상대량으로부터 성염색체 유전, X염색체 유전이라는 것을 알 수 있다. <그림1>에서 D, E, F는 각각 A, B로부터 X염색체 한 개씩을 받게 된다. A, B, E, F 의 Q와 q의 DNA 상대량이 정상이기 때문에 형질을 판단하면, A는 X^QX^q, B는 X^qY, E는 X^QX^q는, F는 X^qX^q 임을 알 수 있고, 따라서 피부질환은 우성 형질이다.

(나) <그림1>에서 A는 X^QX^q, B는 X^qY이기 때문에 D는 X^QX^q이다. 그런데 <표5>에서 D의 Q와 q의 DNA 상대량이 1이기 때문에 q 유전자가 있는 염색체에 결실이 있음을 알 수 있다. 율전이(J)가 엄마로부터 결실된 X^q를 받거나, 정상 X^Q를 받은 후 염색체 결실이 생기게 되면 율전이는 감염병에 걸리지 않게 된다. <표5>에서 Q와 q의 DNA 상대량이 0인 것으로 위의 추론이 증명된다.

(다) <그림1>에서 F는 X^qX^q, G는 X^QY이고, L과 M은 X^QX^q임을 알 수 있다. L과 M 모두 Q와 q의 DNA 상대량이 1이기 때문에 염색체 결실을 예상할 수 있으며, 피부질환이 우성 유전인 것에 기인하여, X^Q염색체가 결실되면 정상, 즉 피부질환이 나타나지 않고, 감염 확률이 떨어짐을 증명할 수 있다. 따라서, 명륜이(L)는 X^q염색체 결실, 명륜이 여동생은 X^Q염색체 결실을 추론할 수 있다.

[생명과학I-ⅳ]

세포주기는 모세포가 분열하여 세포가 형성된 순간부터 그 세포가 분열을 마칠 때까지의 기간으로 간기와 분열기로 구분한다. 간기는 G_1기, S기, G_2기로 구분된다. G_1기는 활발한 물질대사를 통해 세포가 생장하는 시기이며, S기는 DNA 복제가 일어나 DNA 양이 2배로 증가하는 시기이다. G_2기는 염색체 이동에 필요한 물질 등을 합성하며 분열을 준비하는 시기이다. 간기를 거친 세포는 분열기로 들어간다. 본 소문항에서는 세포주기에 대한 이해를 바탕으로 약물의 안전성을 추론하는 능력을 평가하고자 하였다. 딸세포가 형성된 순간부터 20시간 뒤 세포는 G2기에 있음을 <표6>를 통해 알 수 있다. <그림2>에서 생리식염수 처리 후 20시간 뒤, 즉 G2기에서 세포가 한 곳에서 발견되며, 그때의 세포 1개당 DNA양(상대값)은 2가 된다. 따라서 본 그림에서 G1기의 세포는 세포 1개당 DNA양이 1이 되고, S기의 세포는 세포 1개당 DNA양이 1~2가 된다. DA-1이 처리된 세포 대부분은 G1기에 있고, DA-2가 처리된 세포는 G2기로 많이 이동했으며, DA-3이 처리된 세포의 50%는 G1기, 50%는 G2기에 있다. 즉 DA-1은 세포 분열을 저해함을 추론할 수 있고, 이것은 동물의 안전성에 문제가 된다. DA-2는 DA-3 보다 정상적인 세포주기를 보여주므로, DA-2가 가장 안전하다. 따라서, 약물을 안전성이 높은 것부터 나열하면 DA-2, DA-3, DA-1이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
Ⅰ-ⅰ	• 주어진 실험 결과를 이용하여 병원체 A에 대한 세포성 면역 반응을 추론할 수 있는가?	9
Ⅰ-ⅱ	• 주어진 실험 결과를 이용하여 병원체 A에 대한 체액성 면역 반응을 추론할 수 있는가?	9
Ⅰ-ⅲ	• 주어진 결과를 보고 유전 양식, 유전 형질을 추론할 수 있는가? • 주어진 결과를 보고 감염, 비감염 원인을 추론할 수 있는가?	18
Ⅰ-ⅳ	• 주어진 결과를 보고 세포 주기를 추론하여 치료 약물의 안전성을 설명할 수 있는가?	4

7. 예시 답안

[생명과학I-ⅰ]

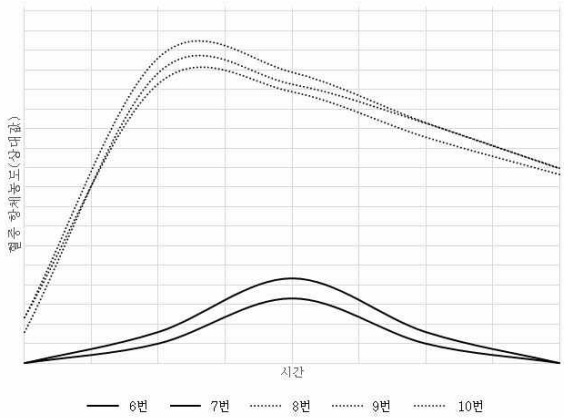
(가) <표1>에 의하면 병원체 A에 감염된 생쥐 1번은 형질세포 수는 증가하지 않고, 세포독성 T 세포 수만 증가 한다. 병원체 B에 감염된 생쥐 2번은 형질세포 수와 세포독성 T 세포 수 모두 증가한다. 따라서 생쥐 1번은 세포독성 T 세포에 의한 특이적 방어 반응, 생쥐 2번은 세포독성 T 세포와 형질세포에서 생산된 항체에 의한 특이적 방어 반응을 통해 병원체 A 감염에서 회복했다.

(나) <표1>에 의하면 병원체 A에 감염된 생쥐 1번은 형질세포 수가 증가하지 않았기 때문에, 병원체 A에 대한 항체를 생산하지 못한다. 반면에 생쥐 2번은 형질세포 수가 증가했기 때문에, 병원체 A에 대한 항체를 생산하다. 생쥐 3, 4번은 B 세포, T 세포가 모두 없기 때문에 병원체 A에 노출되면 면역 방어 반응을 할 수 없다. 생쥐 1번의 혈장은 항체를 보유하지 않기 때문에 생쥐 3번에 넣어주더라도 생쥐 3번은 병원체 A 감염에서 회복할 수 없고 죽는다. 생쥐 2번의 혈장은 항체를 보유하고 있기 때문에 생쥐 4번에 넣어주면 병원체 A 감염으로부터 회복한다.

[생명과학I-ⅱ]

(가) 실험 결과와 <표2>에서 생쥐 6~10번은 병원체 A에만 노출되었고 1차 면역반응이 일어난 것을 알 수 있고, <표3>에 의하면 생쥐 6~7번은 병원체 A1을 주입하면 2차 면역반응이 나타난다. 따라서 병원체 A1은 A와 같은 병원체인 것을 알 수 있다. <표2>에 의하면 생쥐 8~10번은 병원체 A에 노출 후 기억 세포를 형성하였다. <표4>에서 A2에 노출된 병원체 8~10번의 혈중 항체 변화가 1차 면역반응을 나타내고 있기 때문에 병원체 A와 A2는 동일한 병원체가 아님을 알 수 있다.

(나) 병원체 A2에 대해 인공적으로 적당한 처리를 통해 독성을 없앤 물질은 병원체 A2와 같은 항원으로 백신을 의미한다. 따라서 이 물질을 생쥐에게 주입하면 병원체 A2와 똑같은 면역반응을 야기한다. 생쥐 8~10번은 A2에 한번 노출되어, A2 항원에 대한 기억세포가 있기 때문에, 같은 항원(물질)이 다시 주입되면 빠르게 많은 양의 항체가 형성 (2차 면역반응) 될 것이다. 앞에서 A2는 A와 다른 병원체임을 확인하였고, 생쥐 6~7번은 A2에 노출된 적이 없기 때문에 생쥐 8~10번에 비해서 느리게 작은 양의 항체가 형성(1차 면역반응)될 것이다. 따라서 예상되는 혈중 항체 농도 변화 그래프는 아래와 같다. 정확한 항체 양을 추정할 수 있는 데이터가 주어지지 않았기 때문에 생쥐 6~7번 사이의 항체 농도 차이, 생쥐 8~10번 사이의 항체 농도 차이는 알 수 없다.



[생명과학I-ⅲ]

(가) <표5>의 대립유전자 Q와 q의 DNA 상대량으로부터 성염색체 유전, X 염색체 유전이라는 것을 알 수 있다. <그림1>에서 D, E, F는 각각 A, B로부터 X 염색체 한 개씩을 받게 된다. A, B, E, F의 Q와 q의 DNA 상대량이 정상이기 때문에 형질을 판단하면, A는 X^QX^q, B는 X^qY, E는 X^QX^q는, F는 X^qX^q 임을 알 수 있고, 따라서 피부질환은 우성 형질이다.

(나) <그림1>에서 A는 X^QX^q, B는 X^qY이기 때문에 D는 X^QX^q이다. 그런데 <표5>에서 D의 Q와 q의 DNA 상대량이 1이기 때문에 q 유전자가 있는 염색체에 결실이 있음을 알 수 있다. 율전이(J)가 엄마로부터 결실된 X^q를 받거나, 정상 X^Q를 받은 후 염색체 결실이 생기게 되면 율전이는 감염병에 걸리지 않게 된다. <표5>에서 Q와 q의 DNA 상대량이 0인 것으로 위의 추론이 증명된다.

(다) <그림1>에서 F는 X^qX^q, G는 X^QY이고, L과 M은 X^QX^q임을 알 수 있다. L과 M 모두 Q와 q의 DNA 상대량이 1이기 때문에 염색체 결실을 예상할 수 있으며, 피부질환이 우성유전인 것에 기인하여, X^Q염색체가 결실되면 정상, 즉 피부질환이 나타나지 않고, 감염 확률이 떨어짐을 증명할 수 있다. 따라서, 명륜이(L)는 X^q염색체 결실, 명륜이 여동생은 X^Q염색체 결실을 추론할 수 있다.

[생명과학I-ⅳ]

딸세포가 형성된 순간부터 20시간 뒤 세포는 G_2기에 있음을 <표6>를 통해 알 수 있다. <그림2>에서 생리식염수 처리 후 20시간 뒤, 세포는 G_2기에 있으며, 그때의 세포 1개당 DNA양(상대값)은 2가 된다. 따라서 본 그림에서 G_1기의 세포는 세포 1개당 DNA양이 1이 되고, S기의 세포는 세포 1개당 DNA양이 1~2가 된다. DA-1이 처리된 세포 대부분은 G_1기에 있고, G_2기로 이동하지 못함을 알 수 있다. 즉 DA-1는 정상적인 세포분열을 가장 크게 저해한다. DA-2가 처리된 세포는 G_2기로 많이 이동했으므로, 세포주기에 큰 영향을 끼치지 않았다. DA-3이 처리된 세포의 50%는 G_1기, 50%는 G_2기에 있으므로, 세포주기에 일부 영향을 끼친다. 따라서, DA약물을 안전성이 높은 것부터 나열한다면 DA-2, DA-3, DA-1 이다.

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
	핵심개념 및 용어	미분, 함수의 증감, 접선, 순열
예상 소요 시간	30분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

다음 <제시문1>~<제시문2>를 읽고 [수학 1 - ⅰ]~[수학 1 - ⅲ]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

(ⅰ) $f(x), g(x), h(x)$는 이차함수이다.

(ⅱ) $f(x), g(x)$는 $f(0)=f(1)=g(2)=0$와 $f''(0)=-2$를 만족한다.

(ⅲ) $F(x)$는 다음과 같이 정의되는 함수이다.

$$F(x)=\begin{cases} f(x) & (x \le 1) \\ g(x) & (1 < x \le 2) \\ h(x) & (x > 2) \end{cases}$$

(ⅳ) $F(x)$는 모든 실수에서 미분가능하며 최댓값이 2이다.

<제시문2>

정의역이 음이 아닌 실수의 집합인 함수 $k(x)$를 다음과 같이 정의한다.

음이 아닌 실수 x에 대하여 $k(x)$는 두 점 $(-1, 0)$과 $(x, F(x))$을 지나는 직선의 기울기이다.

(단, $F(x)$는 <제시문1>에서 정의된 함수이다.)

[수학 1 - ⅰ] <제시문1>에서 정의된 함수 $F(x)$의 식을 찾고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ⅱ] <제시문1>에서 정의된 함수 $F(x)$에 대하여 점 $(-1, 0)$에서 $y=F(x)$에 접선을 그을 때 가능한 접점의 x좌표들 중 양수인 것을 모두 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ⅲ] 한 개의 주사위를 세 번 던져서 나온 수를 차례로 a, b, c라 하자. 이때 함수 $G(x)$를 다음과 같이 정의하자.

$$G(x)=\begin{cases} a-|x-a| & (x \le 2a) \\ b-|x-2a-b| & (2a < x \le 2a+2b) \\ c-|x-2a-2b-c| & (x > 2a+2b) \end{cases}$$

<제시문2>에서 정의된 함수 $k(x)$에 대하여, 합성함수 $(k \circ G)(x)$가 열린구간 $(0, 2a+2b+2c)$에서 9

개의 극댓값을 갖게 되는 순서쌍 (a, b, c)의 개수를 구하시오. (단, 주사위는 각 면에 1부터 6까지의 자연수가 하나씩 적힌 정육면체이다.)

3. 출제 의도

도함수를 이용해 함수의 증가 감소를 판별하는 것은 미분의 기초적이지만 중요한 응용이다. 본 문제에서는 구간 별로 정의된 함수의 미분가능성을 통해 구간별 함수의 식을 찾아내는 능력과 미분을 이용한 함수의 최대 최소를 구할 수 있는지 평가한다. 또한 합성함수의 극값을 찾는 능력과 주어진 조건을 만족하는 대상의 경우의 수를 구할 수 있는지 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 8]] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문 1	[수학Ⅱ] - Ⅱ. 다항함수의 미분법 – 1. 미분계수와 도함수 – 1. 미분계수 미분계수의 뜻을 알고 그 값을 구할 수 있으며, 미분계수의 기하적 의미를 이해한다. 미분가능성과 연속성과의 관계를 이해한다.
제시문 2	[수학Ⅱ] - Ⅱ. 다항함수의 미분법 – 2. 도함수의 활용 – 1. 접선의 방정식 접선의 방정식을 구할 수 있다.
문제 1-i	[수학Ⅱ] - Ⅱ. 다항함수의 미분법 – 1. 미분계수와 도함수 – 1. 미분계수 미분계수의 뜻을 알고 그 값을 구할 수 있으며, 미분계수의 기하적 의미를 이해한다. 미분가능성과 연속성과의 관계를 이해한다.
문제 1-ii	[수학Ⅱ] - Ⅱ. 다항함수의 미분법 – 2. 도함수의 활용 – 1. 접선의 방정식 접선의 방정식을 구할 수 있다.
문제 1-iii	[수학Ⅱ] - Ⅱ. 다항함수의 미분법 – 2. 도함수의 활용 – 3. 함수의 증가와 감소 함수의 증가와 감소를 판정하고 설명할 수 있다.
	[수학] - Ⅵ. 경우의 수 – 2. 순열과 조합 – 1. 순열 순열의 의미를 이해하고, 순열의 수를 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 Ⅱ	고성은 외 6인	좋은책 신사고	2021.3.1	52-60, 72-74
	수학	권오남 외 14인	교학사	2021.3.1	264-267

5. 문항 해설

[수학 1- i] 미분가능성을 이용해 구간별로 정의된 함수의 식을 찾을 수 있는지 평가한다.
[수학 1- ii] 주어진 점에서 이차함수로 그은 접선의 식을 찾을 수 있는지 평가한다.
[수학 1- iii] 합성함수의 증감을 판별하며 주어진 조건을 만족하는 대상들의 개수를 셀수 있는지 평가한다.

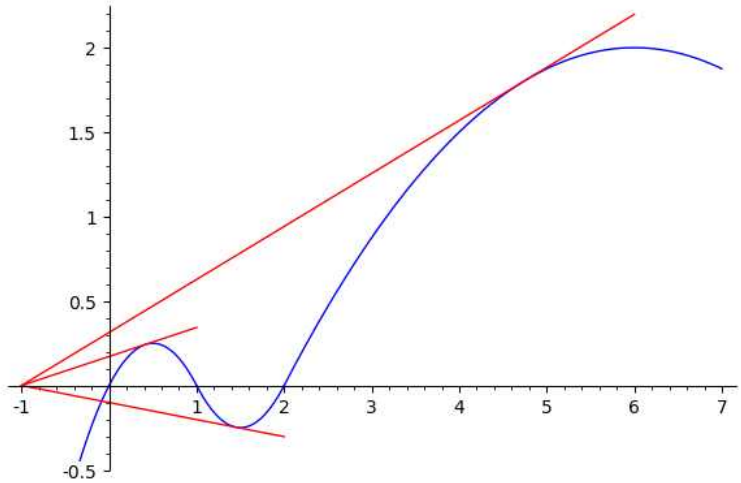
6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1-i	$f(x)=-x^2+x$	3
	$g(x)=x^2-3x+2$	3
	$h(x)=-\frac{1}{8}x^2+\frac{3}{2}x-\frac{5}{2}$	3
1-ii	$\sqrt{2}-1$	3
	$\sqrt{6}-1$	3
	$\sqrt{33}-1$	3
1-iii	$k(x)$의 증감 구간을 정확히 구한다. $[0, \sqrt{2}-1]$: 증가, $[\sqrt{2}-1, \sqrt{6}-1]$: 감소 $[\sqrt{6}-1, \sqrt{33}-1]$: 증가, $[\sqrt{33}-1, \infty)$: 감소	3
	$m(d)$를 주사위가 d가 나온 경우 추가되는 극댓값의 개수라 하면 $m(1)=2,\ m(2)=m(3)=m(4)=3,\ m(5)=m(6)=4$	3
	$m(a),m(b),m(c)$가 $3,3,3$인 경우 27가지	3
	$m(a),m(b),m(c)$가 $2,3,4$인 경우 36가지	3

7. 예시 답안

[수학 1 - i]

$f(x)$는 최고차항의 계수가 $f''(0)/2=-1$이고 두 근 $0,1$을 가지므로 $f(x)=-x(x-1)=-x^2+x$이다. $g(x)=0$는 두 근 $1,2$를 가지므로 어떤 실수 a에 대해 $g(x)=a(x-1)(x-2)$라 쓸 수 있다. $F(x)$가 $x=1$에서 미분 가능하므로 $f'(1)=-1$와 $g'(1)=-a$의 값이 같고 따라서 $a=1$, 즉 $g(x)=(x-1)(x-2)=x^2-3x+2$이 된다. $f(x)$의 최댓값은 $1/4$이고 $1<x\le 2$일 때 $g(x)\le 0$이므로 $F(x)$의 최댓값 2는 $h(x)$의 최댓값과 같아야 한다. $h(x)$이 $x=c$에서 최댓값을 갖는다고 하면 어떤 실수 b에 대해 $h(x)=2-b(x-c)^2$로 쓸 수 있다. $F(x)$가 $x=2$에서 미분 가능하므로 $h(2)=2-b(2-c)^2=g(2)=0$이고 $h'(2)=-2b(2-c)=g'(2)=1$을 만족한다. 두 식을 풀면 $c=6$과 $b=1/8$을 얻는다. 따라서 $h(x)=-\frac{1}{8}x^2+\frac{3}{2}x-\frac{5}{2}$이다. 이해를 돕기 위해 $y=F(x)$와 세 접선을 그래프로 그리면 아래와 같다.

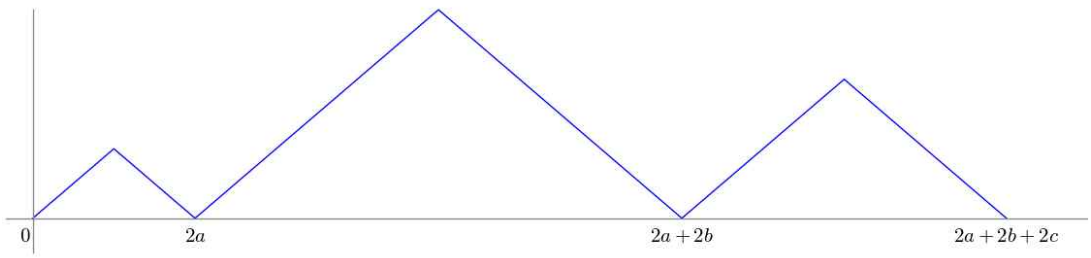


[수학 1 - ii]

이차 함수 $p(x)=Ax^2+Bx+C$이 있을 때 $y=p(x)$의 $x=t$에서의 접선의 식은 $y=p'(t)(x-t)+p(t)$이다. 이 접선이 $(-1,0)$을 지난다면 t는 $0=p'(t)(-1-t)+p(t)$을 만족한다. 이 식에 $p(t)=At^2+Bt+C$와 $p'(t)=2At+B$을 대입하여 얻어진 t에 관한 이차식을 풀면 $t=\dfrac{A\pm\sqrt{A^2+A(C-B)}}{-A}$을 얻는다. 문제로 돌아가서 $(-1,0)$에서 $y=F(x)$에 그은 접선은 이 점에서 $y=f(x)$, $y=g(x)$, $y=h(x)$에 그은 접선 중 하나가 된다. 접점의 x좌표를 t라고 할 때 $0<t\le 1$인 것은 $y=f(x)$에 그은 접선에서 얻어지므로 위에서 구한 식을 이용하면 $t=\sqrt{2}-1$을 얻는다. $1<t\le 2$인 것은 $y=g(x)$에 그은 접선에서 얻어지므로 $t=\sqrt{6}-1$이고 $t>2$인 것은 $y=h(x)$에 그은 접선에서 얻어지므로 $t=\sqrt{33}-1$이 된다. 따라서 문제의 조건을 만족하는 x좌표의 값은 $\sqrt{2}-1, \sqrt{6}-1, \sqrt{33}-1$이다.

[수학 1 - iii]

[수학 1 - ii]에서 구한 결과로부터 $k(x)$는 구간 $[0,\sqrt{2}-1]$에서 증가, 구간 $[\sqrt{2}-1,\sqrt{6}-1]$에서 감소, 구간 $[\sqrt{6}-1,\sqrt{33}-1]$에서 증가, 구간 $[\sqrt{33}-1,\infty)$에서 감소한다. 따라서 $k(x)$는 $x=\sqrt{2}-1$와 $x=\sqrt{33}-1$일 때 극댓값을 가진다. 또한 $y=G(x)$는 구간 $[0,2a+2b+2c]$에서 아래와 같이 그려지므로 함수 $G(x)$는 x가 0에서 $2a+2b+2c$까지 변할 때, 함숫값이 연속적으로 0에서 a까지 증가, a에서 0까지 감소, 0에서 b까지 증가, b에서 0까지 감소, 0에서 c까지 증가, c에서 0까지 감소한다.



1에서 6까지의 정수 d에 대해 $G(x)$의 값이 0에서 d까지 증가하고 d에서 0까지 감소할 때 나타나는 $k(G(x))$의 극댓값의 개수를 $m(d)$라 하자. 위에서 구한 $k(x)$의 성질에 의해 $k(G(x))$가 극댓값을

가지려면 $G(x)=\sqrt{2}-1$, $G(x)=\sqrt{33}-1$, 이거나 $G(x)=d$이고 d가 함수 $k(x)$가 증가하는 구간인 $[0,\sqrt{2}-1]$ 또는 $[\sqrt{6}-1,\sqrt{33}-1]$에 속해야 한다. (단, $d\geq 1$이므로 구간 $[0,\sqrt{2}-1]$은 생략해도 무방하다.) 또한 $0<\sqrt{2}-1<1$, $1<\sqrt{6}-1<2$, $4<\sqrt{33}-1<5$이므로 이를 종합하면 $m(1)=2$, $m(2)=m(3)=m(4)=3$, $m(5)=m(6)=4$임을 알 수 있다. 예를 들면 $d=3$인 경우 $G(x)$의 값이 0에서 3까지 증가할 때 $G(x)=\sqrt{2}-1$이 한번 성립하므로 $k(G(x))$의 극댓값이 한개 생기고, $G(x)=3$의 값이 구간 $[\sqrt{6}-1,\sqrt{33}-1]$에 속하므로 $k(G(x))$의 극댓값이 한개 생기고, $G(x)$의 값이 3에서 0까지 감소할 때 $G(x)=\sqrt{2}-1$이 한번 성립하므로 $k(G(x))$의 극댓값이 한개 생겨서 $m(3)=3$이 된다.

문제에서 주어진 조건은 $m(a)+m(b)+m(c)=9$가 되고 이를 만족하려면 $m(a),m(b),m(c)$가 3,3,3이거나 2,3,4의 순열이 되어야 한다. $m(a),m(b),m(c)$가 3,3,3인 경우는 a,b,c가 각각 2,3,4 중 하나가 될 수 있으므로 $3^3=27$ 가지가 있다. $m(a),m(b),m(c)$가 2,3,4의 순열인 경우는 a,b,c가 1 한 개와 2,3,4중에 한 개, 5,6중에 한 개를 골라 배열하여 얻어지는 것이므로 $1\cdot 3\cdot 2\cdot 3!=36$가지가 있다. 따라서 총 경우의 수는 $27+36=63$이다.

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, 수학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	이차함수의 성질, 수열의 합과 수열의 일반항
예상 소요 시간	30분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

<제시문>

이차함수 $f(x)=ax^2+bx+c$가 다음의 조건들을 만족한다.

(ⅰ) a는 0이 아닌 정수이고, b와 c는 모두 정수이다.

(ⅱ) $b^2-4ac=1$

[수학 2 - ⅰ] 1보다 큰 자연수 N에 대하여, <제시문>에 주어진 이차함수 $f(x)$가 두 조건 $f(0)<0$와 $f(N)>0$를 동시에 만족할 수 있는지에 대하여 논하시오.

[수학 2 - ⅱ] 1보다 큰 자연수 N과 <제시문>에 주어진 이차함수 $f(x)$에 대하여, $a<0$이고 $f\left(\frac{1}{N}\right)>0$일 때, 가능한 이차함수 $f(x)$를 모두 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ⅲ] 1보다 큰 홀수 M과 <제시문>에 주어진 이차함수 $f(x)$에 대하여 $f(0)<0$이고 $f\left(\frac{2}{M}\right)>0$일 때, 가능한 이차함수 $f(x)$를 모두 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ⅳ] $N=100$일 때 [수학 2 - ⅱ]에서 구한 이차함수 중 하나를 $Q(x)$라 하고, $M=19$일 때 [수학 2 - ⅲ]에서 구한 이차함수 중 하나를 $R(x)$라 하자. 자연수 n에 대하여 $Q(n)$이 어떤 수열 $\{a_n\}$의 첫째항부터 제n항까지의 합과 같고, $R(n)$은 어떤 수열 $\{b_n\}$의 첫째항부터 제n항까지의 합과 같다고 하자. 이때 가능한 모든 수열 $\{a_n\}$과 수열 $\{b_n\}$에 대하여, $\sum_{n=1}^{10}|a_n-b_n|$의 최솟값과 최댓값을 구하고, 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

본 문제에서는 이차함수의 판별식과 근과의 관계 등의 개념을 잘 이해하고, 적용할 수 있는지를 평가한다. 이러한 내용을 이차함수의 그래프의 평행이동의 개념과 잘 연결시킬 수 있는지 평가한다. 또한 이를 이용하여 이차함수의 자연수에서의 값과 연관된 수열을 다루는 문제와 잘 관련지을 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 8]] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	관련 성취기준
제시문	이차함수의 판별식을 이해하고, 판별식을 이용하여 근을 구할 수 있고, 근의 위치관계 및 그래프의 모습 등과 연관 지을 수 있다.
문제 2-i	이차함수의 판별식과 근과의 관계를 잘 이해할 수 있다.
문제 2-ii	이차함수의 판별식이 고정된 값으로 주어져있을 때, 특정한 값에서 양이 되는 이차함수를 분류할 수 있다.
문제 2-iii	이차함수의 판별식이 고정된 값으로 주어져있을 때, 특정한 값에서 음이 되거나 또는 양이 되는 이차함수를 분류할 수 있다.
문제 2-iv	이차함수의 자연수 값과 연관되는 수열을 잘 파악하고, 수열의 합과 일반항과의 관계를 이끌어낼 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	고성은 외	좋은책 신사고	2017	136-139
	수학 I	황선욱 외	Mirae N	2017	146-150
	수학	고성은 외	좋은책 신사고	2017	48-50, 60-61
	수학	황선욱 외	Mirae N	2017	58-60, 70-73

5. 문항 해설

[수학2-ⅰ] 이차방정식의 판별식과 근과의 관계를 이용하여 판별식이 일정한 값을 가지는 이차함수의 그래프의 모양을 제대로 이해하고 있는지의 능력을 평가하는 문제이다.
[수학2-ⅱ] 이차함수의 판별식이 일정한 경우에 이를 이용하여 근의 위치 및 특정한 값에서 양이 되는 경우를 제대로 구할 수 있는지의 능력을 평가하는 문제이다.
[수학2-ⅲ] 이차함수의 판별식이 일정한 경우에 이를 이용하여 특정한 값에서 함수값이 음이거나 양이 되는 경우를 제대로 분류할 수 있는지의 능력을 평가하는 문제이다.
[수학2-ⅳ] 이차함수의 자연수 값과 관련된 수열들에 대하여, 합의 수열과 일반항 사이의 관계를 제대로 다룰 수 있는지의 능력을 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
2-i	$a>0$인 경우, $1=b^2-4ac=b^2+4a\lvert c\rvert \geqq 4$이므로 모순임을 보인다.	2
	$a<0$인 경우, $-b=2Na$가 되어 b^2-4ac는 짝수가 되어 모순임을 보인다.	3
2-ii	$c=0$ 이 되어야함을 [수학2-i]의 결과를 이용하여 논리적으로 설명한다.	5
	$f(x)=-rx^2+x$ (단, $1\leqq r\leqq N-1$인 정수) 임을 보인다.	5
2-iii	$f(x)=\left(\frac{1-M^2}{4}\right)x^2+Mx-1$ 임을 보인다.	7
2-iv	최솟값은 81임을 보인다.	4
	최댓값은 8721 임을 보인다.	4

7. 예시 답안

[수학2-i]

$f(0)=c$이므로, $f(0)<0$이라는 조건은 $c<0$이라는 조건과 같다.

<u>$a>0$인 경우, $1=b^2-4ac=b^2+4a\lvert c\rvert \geqq 4$이므로 모순이 된다.</u>

$a<0$인 경우, 이차함수 $f(x)$의 그래프는 아래로 오목하므로, $f(N)>0$라는 조건을 만족할 때, N은 이차함수 $f(x)$의 두 근 사이에 놓여있게 된다. 근의 공식과 판별식 $b^2-4ac=1$이라는 조건으로부터, 이차함수 $f(x)$의 두 근은 $\frac{-b\pm 1}{2a}$로 주어지게 되므로, 다음의 부등식이 성립하게 된다.

$$\frac{-b+1}{2a}<N<\frac{-b-1}{2a}$$

위 부등식에 $2a$를 곱하면, 우리는 다음의 부등식을 얻는다.

$$-b-1<2Na<-b+1$$

따라서 <u>$a<0$인 경우, $-b=2Na$가 되어 b^2-4ac는 짝수가 되므로, $b^2-4ac=1$이라는 조건에 모순이 된다.</u>

그러므로, 이차함수 $f(x)$는 두 조건 $f(0)<0$과 $f(N)>0$을 동시에 만족할 수 없다.

답: **제시문에 주어진 이차함수 $f(x)$는 두 조건 $f(0)<0$과 $f(N)>0$을 동시에 만족할 수 없다.**

[수학2-ii]

주어진 조건으로부터, $f\left(\frac{1}{N}\right)=a\left(\frac{1}{N}\right)^2+b\left(\frac{1}{N}\right)+c>0$이므로, 양변에 N^2을 곱하면, 다음의 부등식을 얻는다.

$$cN^2+bN+a>0$$

c가 0이 아닌 정수인 경우에, 이차함수 $g(x)$를 $g(x)=cx^2+bx+a$라고 정의하면, 주어진 조건들로부터 이차함수 $g(x)$는 두 조건 $g(0)<0$와 $g(N)>0$를 동시에 만족하게 된다. 따라서 문제 [수학2-i]의

풀이에 있는 결과로부터, 그러한 이차함수 $g(x)$는 존재하지 않는다. 따라서 $c=0$이 됨을 알 수 있다. 이제 $c=0$이 되므로, $b^2-4ac=1$이라는 조건으로부터, $b=\pm 1$을 얻는다. 이제 조건 $f\left(\frac{1}{N}\right)>0$로부터 다음의 부등식을 얻게 된다.

$$f\left(\frac{1}{N}\right)=a\left(\frac{1}{N}\right)^2+b\left(\frac{1}{N}\right)+c=a\left(\frac{1}{N}\right)^2\pm\left(\frac{1}{N}\right)=\frac{a\pm N}{N^2}>0$$

a는 음의 정수이므로, $b=-1$인 경우, 위 부등식이 만족되지 않으므로, $b=1$이 되어야한다. 이 경우에 $a=-1$부터 $a=-(N-1)$ 까지의 음의 정수에 대하여, 위 부등식이 성립하게 된다. 따라서 구하는 이차함수 $f(x)$의 형태는 다음과 같다.

$$f(x)=-rx^2+x \text{ (단, } 1\leqq r\leqq N-1\text{인 정수)}$$

답: $f(x)=-rx^2+x$ **(단,** $1\leqq r\leqq N-1$**인 정수)**

[수학2-iii]

주어진 조건으로부터, $c<0$이고, $f\left(\frac{2}{M}\right)=a\left(\frac{2}{M}\right)^2+b\left(\frac{2}{M}\right)+c>0$이므로, 양변에 $\left(\frac{M}{2}\right)^2$을 곱하면, 다음의 부등식을 얻는다.

$$c\left(\frac{M}{2}\right)^2+b\left(\frac{M}{2}\right)+a>0$$

이차함수 $h(x)$를 $h(x)=cx^2+bx+a$라고 정의하면, $h\left(\frac{M}{2}\right)>0$이다. 이제 이차함수 $k(x)$를 $h\left(x+\frac{M-1}{2}\right)$로 정의하면, $k(x)$의 최고차항은 음의 정수이고, 판별식은 1이며, $k\left(\frac{1}{2}\right)>0$이 된다. 따라서 문제 [수학2-ii]의 풀이에 있는 결과로부터, $k(x)=-x^2+x$가 된다. 따라서

$h(x)=k\left(x-\left(\frac{M-1}{2}\right)\right)=-\left(x-\left(\frac{M-1}{2}\right)\right)^2+\left(x-\left(\frac{M-1}{2}\right)\right)=-x^2+Mx+\left(\frac{1-M^2}{4}\right)$이므로,

$f(x)=\left(\frac{1-M^2}{4}\right)x^2+Mx-1$이 된다.

답: $f(x)=\left(\frac{1-M^2}{4}\right)x^2+Mx-1$

[수학2-iv]

문제 [수학2-ii]의 풀이에 있는 결과로부터, $Q(x)=-rx^2+x$ (단, $1\leqq r\leqq 99$인 정수)이므로, $a_1=Q(1)=-r+1$이 되고, 2 이상의 양의 정수 n에 대하여, $a_n=Q(n)-Q(n-1)=-2rn+(r+1)$을 얻는다. 한편, 문제 [수학2-iii]의 풀이에 있는 결과로부터, $R(x)=-90x^2+19x-1$이므로, $b_1=R(1)=-72$가 되고, 2 이상의 양의 정수 n에 대하여, $b_n=R(n)-R(n-1)=-180n+109$를 얻는다. 이제 $S=\sum_{n=1}^{10}|a_n-b_n|$라고 놓으면,

$S=|a_1-b_1|+\sum_{n=2}^{10}|a_n-b_n|=|73-r|+\sum_{n=2}^{10}|(180-2r)n+(r-108)|$과 같게 된다. 다음과 같이 r의 값에 대한 경우를 나누어 S의 최댓값과 최솟값을 살펴보자.

경우1: $91 \le r \le 99$
이 경우, 양의 정수 n에 대하여, $(180-2r)n+(r-108)$의 값은 항상 음수가 된다. 따라서,
$S=|73-r|-\sum_{n=2}^{10}((180-2r)n+(r-108))=100r-8821$이 되어, $279 \le S \le 1079$가 된다.

경우2: $r=90$
$S=|73-r|+\sum_{n=2}^{10}|r-108|=17+18\times 9=179$

경우3: $r=89$
$S=16+\sum_{n=2}^{10}|2n-19|=16+\sum_{n=2}^{9}(19-2n)+1=81$

경우4: $r=88$
$S=15+\sum_{n=2}^{10}|4n-20|=15+\sum_{n=2}^{4}(20-4n)+\sum_{n=5}^{10}(4n-20)=99$

경우5: $r=87$
$S=14+\sum_{n=2}^{10}|6n-21|=14+\sum_{n=2}^{3}(21-6n)+\sum_{n=4}^{10}(6n-21)=173$

경우6: $r=86$
$S=13+\sum_{n=2}^{10}|8n-22|=13+6+\sum_{n=3}^{10}(8n-22)=259$

경우7: $r=85$
$S=12+\sum_{n=2}^{10}|10n-23|=12+3+\sum_{n=3}^{10}(10n-23)=351$

경우8: $1 \le r \le 84$
이 경우, 2이상의 정수 n에 대하여, $(180-2r)n+(r-108)$의 값은 항상 양수가 된다. 따라서,
$S=|73-r|+\sum_{n=2}^{10}((180-2r)n+(r-108))=|73-r|+8748-99r=\begin{cases}-98r+8675, & 73 \le r \le 84 \\ -100r+8821, & 1 \le r \le 72\end{cases}$ 이므로,
$73 \le r \le 84$인 경우, $443 \le S \le 1521$이 되고, $1 \le r \le 72$인 경우, $1621 \le S \le 8721$이 된다.

경우1부터 경우8까지를 종합하면, S의 최솟값은 81, 최댓값은 8721임을 알 수 있다.

답: 최솟값은 81, 최댓값은 8721

문항카드 22

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 3교시 / 물리학Ⅰ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	운동량, 역학적 에너지, 파동의 성질
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

[물리학Ⅰ]

다음 <제시문1>~<제시문3>을 읽고 [물리학Ⅰ-i]~[물리학Ⅰ-ⅲ]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

외부에서 알짜힘이 작용하지 않을 때 운동량이 보존되는 것은 하나의 물체에 대해서만이 아니라 여러 개의 물체로 이루어진 계에 대해서도 성립한다. 즉 어떤 계에 알짜힘이 작용하지 않는 한 계의 전체 운동량은 일정하게 보존되는데, 이것을 운동량 보존 법칙이라고 한다.

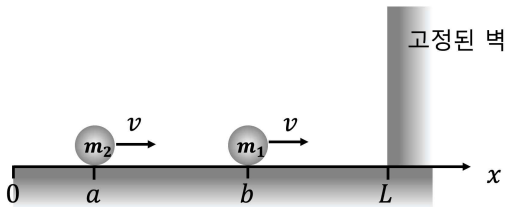
<제시문2>

파동은 한 주기라는 시간 동안 한 파장만큼의 거리를 진행한다. 파동의 파장을 λ, 주기를 T, 진동수를 f라고 할 때 파동의 속력 v는 다음과 같다. $v=\dfrac{\lambda}{T}=f\lambda$

<제시문3>

용수철 상수 k인 용수철에 매달린 물체를 평형 위치에서 x만큼 잡아당기면 용수철이 물체에 작용하는 힘은 $F=-kx$이다.

[물리학Ⅰ-ⅰ] 고정된 벽을 향해 그림 (a)와 같이 질량이 각각 m_1, m_2인 물체가 마찰이 없는 수평면 위에서 직선을 따라 같은 속도 v로 움직이고 있다. 시간 $t=0$에서 두 물체의 위치는 각각 $x=b$, $x=a$이다. 물체와 벽, 그리고 두 물체 사이의 충돌과정에서 운동에너지의 합은 보존된다.(단, 공기의 저항과 질량 m_1, m_2인 두 물체의 크기는 무시한다.)



(그림 a)

(가) 질량 m_1인 물체가 벽에 충돌하는 시간 t_1을 구하고 그 근거를 제시하시오.

(나) 벽과 충돌 후($t > t_1$) 질량 m_1, m_2인 두 물체가 충돌하는 시간 t_2를 구하고 그 근거를 논하시오.

(다) 충돌 전후 운동량과 운동에너지의 총합이 각각 보존된다는 것을 이용해 두 물체의 충돌 후 ($t > t_2$) 물체 m_1, m_2의 속도 v_1, v_2를 구하고 그 근거를 제시하시오.

(라) m_2가 m_1보다 아주 작은 경우, 충돌 후 m_2의 속도를 구하고 그 근거를 논하시오.

(마) 첫 충돌 후($t > t_2$) 물체 m_2의 속도가 $v_2 > 0$를 만족하면 두 물체는 다시 충돌한다. m_1이 m_2보다 아주 작은 경우, 두 물체의 두 번째 충돌 직후 m_1, m_2의 속도를 근거와 함께 제시하시오.

[물리학 Ⅰ-ⅱ] 1차원 직선 위를 따라 진행하는 파동이 있다. 아래 그림 (b)는 파원으로부터의 거리가 $0.5\ \mathrm{m}$, $1.0\ \mathrm{m}$, $1.5\ \mathrm{m}$인 위치에서 파동을 각각 시간 의 함수로 그린 것이다.

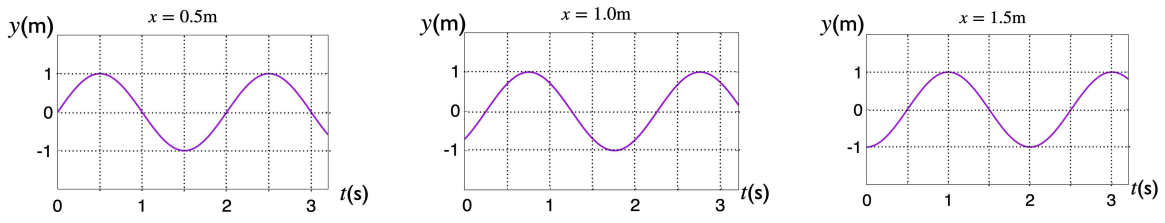


그림 (b)

(가) 파동의 진폭, 주기, 진동수, 파장, 그리고 파동의 속력을 구하고 그 근거를 제시하시오.

(나) 그림 (c)를 답안지에 옮겨 그리고 그 위에 시간 $t = 1.0\ \mathrm{s}$일 때 파동을 위치 x의 함수로 나타내고 그 근거를 제시하시오.

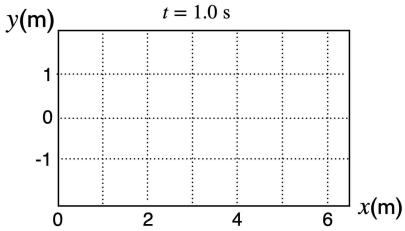


그림 (c)

[물리학 Ⅰ-ⅲ] 질량을 무시할 수 있는 두 개의 용수철이 있다. 그림 (d)와 같이 물체를 매달지 않았을 때 용수철 1, 2의 길이는 각각 l, $2l$이며, 용수철 상수는 각각 k_1, k_2이다. (단, 중력가속도는 g이다.)

(가) 질량이 m인 물체를 각 용수철에 중력장 안에서 수직으로 매달면, 그림 (d)와 같이 두 용수철은 각각 $\frac{1}{2}l$, l 만큼 길이가 늘어난 위치에서 평형에 도달한다. 용수철 상수 k_1, k_2를 m, g, l을 이용해 각각 표시하고 그 근거를 논하시오.

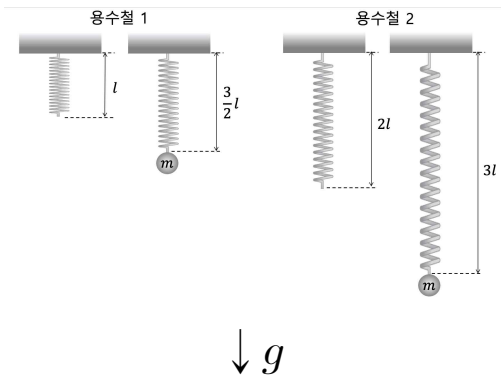


그림 (d)

(나) (가)에서 이용한 두 용수철과 질량 m인 물체가 그림 (e)와 같이 천장으로부터 바닥 사이에 고정되어 평형상태에 있다. 천장으로부터 바닥까지의 거리가 $6l$일 때, 천장으로부터 질량 m인 물체까지의 거리 L을 구하고 그 근거를 논하시오. (단, 질량 m인 물체의 크기는 무시한다.)

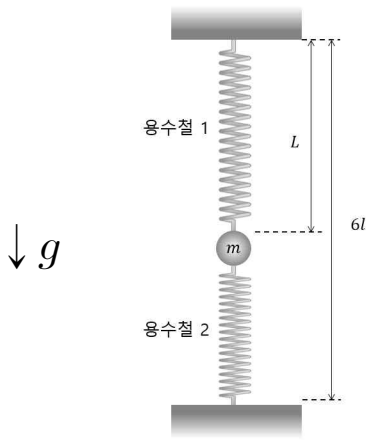


그림 (e)

3. 출제 의도

- 운동량 보존법칙과 역학적 에너지 법칙을 이해하고, 이를 이용해 물체의 충돌을 설명할 수 있다.
- 파동의 진폭, 진동수, 파장, 속력의 관계를 이해하고 있다.
- 알짜힘과 물체의 운동을 이해하고, 이를 용수철에 매달린 물체에 적용할 수 있다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 9] 과학과 교육과정 물리학 I

	영역별 내용
제시문1	[12물리Ⅰ01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.
제시문2	[12물리Ⅰ03-01] 파동의 진동수, 파장, 속력 사이의 관계를 알고 매질에 따라 파동의 속력이 다른 것을 활용한 예를 설명할 수 있다.
제시문3	[12물리Ⅰ01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅰ	[12물리Ⅰ01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다. [12물리Ⅰ01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅱ	[12물리Ⅰ03-01] 파동의 진동수, 파장, 속력 사이의 관계를 알고 매질에 따라 파동의 속력이 다른 것을 활용한 예를 설명할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅲ	[12물리Ⅰ01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.

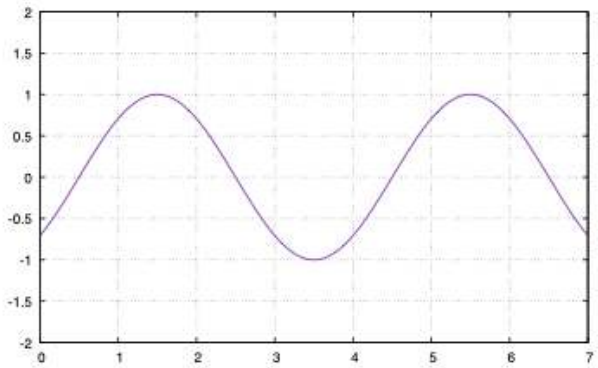
나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	물리학 I	손정우 외	비상교육	2018	29-33
	물리학 I	송진웅 외	동아출판	2018	16~23
	물리학 I	강남화 외	천재교육	2018	148-150

5. 문항 해설

[물리학Ⅰ]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 [물리학Ⅰ]의 “역학과 에너지” 단원에서는 운동량 보존법칙과 역학적 에너지 보존 법칙을 이용해 물체의 충돌을 이해하는지를 묻는 문제와 알짜힘이 0인 경우 물체의 평형을 이해하고 있는 지를 묻는 문제를 출제하였다. “파동과 정보통신” 단원에서 파동의 성질 중 파장, 주기, 속력의 관계를 이해하고 파동의 변위가 시간과 위치에 따라 어떻게 변하는 지를 이해하고 있는 지 묻는 문제를 출제하였다.

6. 채점 기준

하위 문항		채점 기준	배점
Ⅰ-i	(가)	일차원 등속운동임을 이용하면 질량 m_1인 물체가 벽에 충돌하는 시간은 $t_1 = \dfrac{L-b}{v}$(2점)	2
	(나)	각각의 물체의 위치를 시간의 함수로 적고, 이를 이용하면 두 물체의 충돌시간은 $t_2 = \dfrac{2L-a-b}{2v}$ (2점)	2
	(다)	운동량 보존법칙: $m_2v - m_1v = m_2v_2 + m_1v_1$ (2점) 에너지 보존법칙: $\dfrac{1}{2}m_1v^2 + \dfrac{1}{2}m_2v^2 = \dfrac{1}{2}m_1v_1^2 + \dfrac{1}{2}m_2v_2^2$ (2점) 두 식을 이용해서 $v_1 = \dfrac{3m_2 - m_1}{m_1 + m_2}v$ (2점), $v_2 = \dfrac{m_2 - 3m_1}{m_1 + m_2}v$ (2점)	6
	(라)	(다)에서 얻은 식에 주어진 조건을 이용하면 $v_2 = -3v$ (2점)	2
	(마)	충돌 후 m_2의 속도는 v (3점) ,m_1의 속도는 $5v$(3점)	6
Ⅰ-ii	(가)	파동의 진폭은 1m(1점), 주기는 2s(1점), 진동수는 0.5/s(혹은 0.5Hz)(1점), 파장은 4m(1점), 속력은 2m/s(1점)	5
	(나)	파동의 개형이 아래 그림과 유사한 모습(5점)  $x = 0.5\,\mathrm{m}$에서 $y = 0\,\mathrm{m}$, $x = 1.5\,\mathrm{m}$에서 $y = 1\mathrm{m}$임을 만족해야함.	5

Ⅰ-iii	(가)	힘의 평형 조건을 이용해 $k_1 = \frac{2mg}{l}$(2점), $k_2 = \frac{mg}{l}$(2점)	4
	(나)	용수철 1이 작용하는 힘 $F_1 = \frac{2mg}{l}x_1$, 용수철 2가 작용하는 힘 $F_2 = \frac{mg}{l}x_2$, 중력 mg임을 이용하고, , 세 힘을 모두 더한 알짜힘이 0이라는 조건을 적용해 용수철 1이 늘어난 길이가 $x_1 = \frac{4}{3}l$임을 얻고 이를 이용해 답을 얻음 $L = \frac{7}{3}l$(6점)	6

7. 예시 답안

[물리학I-i]

(가) 질량 m_1인 물체는 일정한 속력 v로 오른쪽으로 움직여 벽에 충돌한다. 따라서, $vt_1 = L-b$이므로, 질량 m_1인 물체가 벽에 충돌하는 시간은 $t_1 = \frac{L-b}{v}$이다.

(나) 벽과 충돌 후 질량 m_1인 물체의 속도는 $-v$이다. $t > t_1$일 때, 이 물체의 위치는 $x_1(t) = -v(t-t_1)+L$이다. 한편 질량 m_1인 물체의 위치는 $x_2(t) = vt+a$이다. 두 물체가 충돌하는 시간 t_2는 $x_1(t_2) = x_2(t_2)$을 만족한다. $vt_2 + a = -v(t_2-t_1)+L$이므로,

$2vt_2 = L-a+vt_1 = L-a+(L-b) = 2L-a-b$를 얻고, 따라서, $t_2 = \frac{2L-a-b}{2v}$이다.

(다) 시간 t_2에서의 충돌 전, 질량 m_1,m_2인 물체의 운동량은 각각 $-m_1v, m_2v$ 이다. 충돌 후의 각각의 물체의 속도를 v_1,v_2라 하면 충돌 후 m_1,m_2인 물체의 운동량은 각각 m_1v_1, m_2v_2이다. 운동량 보존 법칙으로부터 식 $m_2v - m_1v = m_2v_2 + m_1v_1$을 얻고, 운동에너지가 충돌전후 일정하게 보존된다는 것을 이용하면, $\frac{1}{2}m_1v^2 + \frac{1}{2}m_2v^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$을 얻는다. 두식을 각각 정리하면 $m_2(v-v_2) = m_1(v_1+v)$와 $m_2(v^2-v_2^2) = m_1(v_1^2-v^2)$를 얻는다. 둘 중 두 번째 식을 첫 번째 식으로 나누면 $v+v_2 = v_1-v$이므로, $v_1 = 2v+v_2$이다. 이 식을 앞에서 구한 $m_2v - m_1v = m_2v_2 + m_1v_1$에 대입하면, $(m_2-m_1)v = m_2v_2 + m_1(2v+v_2)$이므로 $v_2 = \frac{m_2-3m_1}{m_1+m_2}v$, $v_1 = 2v+v_2 = \frac{2m_1+2m_2}{m_1+m_2}v + \frac{m_2-3m_1}{m_1+m_2}v = \frac{3m_2-m_1}{m_1+m_2}v$를 얻는다.

(라) 만약 m_2가 m_1보다 아주 작다면, $v_1 = \frac{3m_2/m_1-1}{1+m_2/m_1}v \approx -v$, $v_2 = \frac{m_2/m_1-3}{1+m_2/m_1}v \approx -3v$이다. 따라서, 충돌 후 m_2는 처음 속력의 3배의 속력으로 왼쪽으로 움직인다.

(마) 두 물체의 충돌 후 $v_2 > 0$이라면, $v_2 = \dfrac{m_2 - 3m_1}{m_1 + m_2}v$로부터 $m_2 > 3m_1$의 식을 얻는다. 이 조건을 만족하면 첫 번째 충돌 후 m_2는 오른쪽으로 움직인다. 또한, $v_1 = 2v + v_2$이므로 $v_1 > 0$이어서 m_1도 오른쪽으로 움직인다. $v_1 > v_2$이므로 m_1은 m_2보다 더 빠른 속력으로 오른쪽으로 움직이고 벽에 충돌한 후에는 충돌전과 같은 속력으로 방향을 바꿔 왼쪽으로 움직이다가 m_2와 두 번째 충돌을 하게 된다. 문제에 주어진 조건 $m_1/m_2 \to 0$을 (다)에서 얻은 식에 적용하면, $v_1 = 3v, v_2 = v$를 얻고, 따라서 두 번째 충돌 직전 두 물체의 운동량은 각각 $m_1(-v_1) = -3m_1v$, $m_2v_2 = m_2v$이다. 두 번째 충돌 후 두 물체의 속도를 각각 V_1, V_2라 하고, 운동량 보존법칙을 적용하면 $m_2v - 3m_1v = m_1V_1 + m_2V_2$이다. 또한 운동에너지가 충돌전후 일정하다는 것을 이용하면 $\dfrac{1}{2}m_1(9v^2) + \dfrac{1}{2}m_2v^2 = \dfrac{1}{2}m_1V_1^2 + \dfrac{1}{2}m_2V_2^2$을 얻는다.

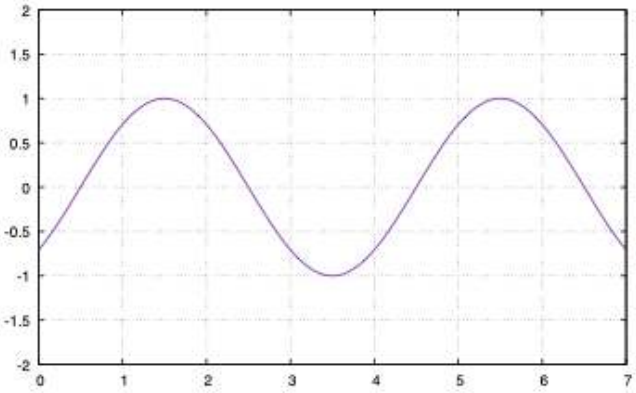
두 수식을 정리하면 $m_2(v - V_2) = m_1(V_1 + 3v), m_2(v^2 - V_2^2) = m_1(V_1^2 - 9v^2)$이 되고, 이로부터 $v + V_2 = V_1 - 3v$를 얻어서, $V_1 = 4v + V_2$임을 알 수 있다. 이 식을 $m_2v - 3m_1v = m_1V_1 + m_2V_2$에 대입하면, $(m_2 - 3m_1)v - m_1(4v + V_2) = m_2V_2$이고, 따라서 $(m_2 - 7m_1)v = (m_1 + m_2)V_2$임을 알 수 있다. 즉, m_2가 m_1보다 아주 큰 경우 $V_2 = v$를 얻는다. 한편 $V_1 = 4v + V_2$이므로 $V_1 = 5v$를 얻는다. 따라서 두 번째 충돌 후 m_1은 처음 속력 v의 5배의 속력으로 오른쪽으로 움직이고, m_2는 처음 속력 v로 오른쪽으로 움직인다.

(별해) 질량이 아주 큰 물체 m_2가 v_2의 속력으로 오른쪽으로 움직이고, 질량이 아주 작은 물체 m_1이 왼쪽으로 v_1의 속력으로 움직여 충돌하는 경우를 생각해보자. m_2가 정지해있는 좌표계를 생각하면 m_1은 왼쪽으로 $v_1 + v_2$의 속력으로 충돌한 후 오른쪽으로 $v_1 + v_2$의 속력으로 움직이게 된다. 이를 다시 원래의 좌표계에서 관찰하면 m_1은 오른쪽으로 $v_1 + 2v_2$의 속력으로 움직이는 것에 해당한다. 따라서 첫 충돌 후 m_1은 $3v$의 속력으로 오른쪽으로 움직이고 m_2는 오른쪽으로 v의 속력으로 움직인다. 두 번째 충돌 직전에는 m_2는 오른쪽으로 v의 속력으로, m_1은 왼쪽으로 $3v$의 속력으로 움직이고 있으며, 위의 논의에 $v_1 = 3v$, $v_2 = v$를 대입하면 두 번째 충돌 후 m_1은 $v_1 + 2v_2 = 3v + 2v = 5v$의 속력으로 오른쪽으로 움직이며 m_2는 v의 속력으로 움직이는 것을 알 수 있다. (이를 n번째의 충돌로 일반화화면 m_1은 $(2n+1)v$의 속력으로 움직이며 m_2는 v의 속력으로 움직인다.)

[물리학I-ii]

(가) 그림으로부터 파동의 진폭은 1 m임을 알 수 있다. 또한 파동의 주기는 2 s임도 쉽게 확인할 수 있다. 진동수는 주기의 역수이므로 $f = 0.5/\mathrm{s}$ 혹은 $0.5\,\mathrm{Hz}$이다. $t = 0\,\mathrm{s}$에서의 파동을 보면 $x = 0.5\,\mathrm{m}$에서 $x = 1.5\,\mathrm{m}$로 변할 때 파동은 $\pi/2$만큼의 위상이 변한 것을 볼 수 있다. 따라서 파동이 1m의 거리를 진행하는 것이 전체 파장의 1/4에 해당하는 것을 알 수 있으므로, 파장은 $4\,\mathrm{m}$이다. 파동의 속력은 $v = \dfrac{\lambda}{T}$이므로 $v = 4/2 = 2(\mathrm{m/s})$이다.

(나) 문제에 주어진 그래프로부터 $t=1.0\,\mathrm{s}$일 때, $x=0.5\,\mathrm{m}$에서 $y=0, x=1.5\,\mathrm{m}$에서 $y=1\,\mathrm{m}$임을 알 수 있다. 이 두 점을 지나는, 파장이 4m인 파동을 그리면 오른쪽 그림을 얻는다.



[물리학 Ⅰ-ⅲ]

(가) 용수철 1에 매달린 물체에는 중력과 용수철에 의한 힘이 작용하고 있다. 두 힘의 총합이 0인 위치가 평형위치이므로, $mg=k_1x=k_1(l/2)$이고, 따라서 $k_1=\dfrac{2mg}{l}$를 얻는다. 마찬가지로 용수철 2에 대해 평형 조건을 적용하면 $mg=k_2x=k_2l$이므로 $k_2=\dfrac{mg}{l}$를 얻는다.

(나) 용수철 1이 늘어난 길이를 x_1, 용수철 2가 늘어난 길이를 x_2라 하자. 문제에 주어진 그림으로부터 $l+x_1+2l+x_2=6l$이므로, $x_2=3l-x_1$임을 알 수 있다. 용수철 1이 물체에 작용하는 힘 $F_1=k_1x_1=\dfrac{2mg}{l}x_1$이며, 용수철 2가 물체에 작용하는 힘 $F_2=k_2x_2=\dfrac{mg}{l}x_2=\dfrac{mg}{l}(3l-x_1)$이다. 물체가 평형위치에 있으므로 물체에 작용하는 알짜힘은 0이다. F_1은 위, F_2는 아래, 그리고 중력 mg는 아래의 방향이므로 $F_1-F_2-mg=0$이고, 따라서 $\dfrac{2mg}{l}x_1-\dfrac{mg}{l}(3l-x_1)-mg=0$이다. 이 식을 정리하면 $2x_1-(3l-x_1)=l$이므로, $x_1=\dfrac{4}{3}l$이다. 결국, 천장에서 물체까지의 거리 $L=l+x_1=\dfrac{7}{3}l$이다.

문항카드 23

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 3교시 / 화학Ⅰ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	몰, 원자량, 분자량, 화합물, 화학 반응에서의 양적 관계, 동위원소, 평균 원자량, 몰 농도, 산 염기, pH, 산화 환원 반응, 산화제, 환원제, 루이스 전자점식, 전자쌍 반발 원리, 분자 구조, 극성, 결합각
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

<제시문1>

화학 반응식에서 계수비는 반응에 관여하는 물질의 몰비에 해당한다. 따라서, 화학 반응식으로부터 반응물과 생성물의 질량비 관계를 알 수 있다. 온도와 압력이 일정할 때에는 반응에 관여하는 기체의 부피비도 계산할 수 있다. 즉, 화학 반응식을 통해 반응물과 생성물의 종류, 몰비, 질량비, 기체 부피비 등을 알 수 있다.

<제시문2>

화학 반응에서 반응물과 생성물이 가지고 있는 에너지가 서로 다르기 때문에 화학 반응이 일어날 때 열의 출입이 있게 된다. 반응물이 생성물보다 더 많은 에너지를 함유하고 있으면 화학 반응이 진행되면서 주위로 열을 방출한다. 이러한 반응을 발열 반응이라고 한다. 반대로, 반응물보다 생성물이 더 많은 에너지를 함유하고 있다면 화학 반응이 일어날 때 주위로부터 열을 흡수한다. 이러한 반응을 흡열 반응이라고 한다.

<제시문3>

원자나 이온이 전자를 잃는 반응을 산화 반응이라고 하며, 전자를 얻는 반응을 환원 반응이라고 한다. 전자를 잃는 산화 반응이 일어나려면 전자를 얻는 환원 반응도 일어나야 한다. 반대로 환원 반응이 일어나려면 산화 반응도 일어나야 한다. 이처럼 산화 반응과 환원 반응은 항상 동시에 일어나므로 산화 환원 반응이라고 부른다. 산화 환원 반응이 일어날 때, 산화 반응에서 잃은 전자의 수는 환원 반응에서 얻은 전자의 수와 같다.

<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.

<제시문5>
같은 온도와 압력에서 모든 기체는 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있다. 0℃, 1 기압에서 기체 분자 1몰이 차지하는 부피는 기체의 종류와 관계없이 22.4 L로 일정하다.

<제시문6>
같은 원소의 원자는 양성자수가 항상 같지만 중성자수는 다를 수 있다. 양성자수는 같으나 중성자수가 달라서 질량수가 다른 원소를 동위 원소라고 한다. 동위 원소의 존재 비율을 고려하여 계산한 각 동위 원소 원자량의 평균값이 평균 원자량이다.

<제시문7>
pH는 수소 이온 농도 지수이며, pH=-log[H_3O^+]와 같이 나타낼 수 있다. 순수한 물에서는 H_3O^+과 OH^-의 농도가 같으며, 두 이온의 농도를 곱한 값을 물의 이온화 상수(K_w)라고 한다. 25℃ 순수한 물에서 K_w = 1.0×10^{-14}이다.

<제시문8>
전자쌍 반발 원리에 따르면, 공유 결합 분자에서 중심 원자 주위의 가장 바깥 전자 껍질의 전자쌍들은 정전기적 반발력을 최소화하기 위해 가능한 한 멀리 떨어져 있으려고 한다. 중심 원자의 원자핵과 다른 두 원자의 원자핵이 이루는 각을 결합각이라고 한다.

<제시문9>
분자 안에 전자가 고르게 분포하지 않고 한쪽으로 치우쳐서 부분적인 양전하와 음전하를 띠는 분자를 극성 분자라고 하고, 전자가 고르게 분포하여 부분적인 전하를 띠지 않는 분자를 무극성 분자라고 한다. 물질은 극성에 따라 용해성이 달라지는데, 극성 물질은 극성 용매에 잘 녹고 무극성 물질은 무극성 용매에 잘 녹는다.

[화학 Ⅰ－ⅰ] 성균이의 내연기관 자동차 A는 1 km를 달릴 때 132 g만큼의 CO_2를 발생시킨다고 한다. 성균이는 발생하는 CO_2를 어떻게 없앨 수 있는지 궁금하여, 문헌을 찾아보다가 CO_2가 반응물이 되는 다음 두 개의 반응을 발견하였다. (단, H, Li, C, O의 원자량은 각각 1, 7, 12, 16이다.)

$6H_2O(l) + 6CO_2(g) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$ …… [반응 1]
$2LiOH(s) + CO_2(g) \rightarrow Li_2CO_3(s) + H_2O(l)$ …… [반응 2]

(가) 성균이가 자동차 A로 20 km를 통학하는데 발생하는 CO_2를, 식물이 [반응 1]을 통해 모두 포도당($C_6H_{12}O_6$)으로 바꾼다면 포도당 몇 kg이 생성될지 예측하고, 그 근거를 논하시오.

(나) 성균이는 포도당이 공기 중에서 연소될 때 열이 발생한다는 사실을 알고 있었다. 이 사실에 근거하여 [반응 1]의 과정에서 열의 출입을 논하시오.

(다) 성균이는 [반응 2]가 잠수함이나 우주선과 같은 폐쇄된 공간에서 발생하는 CO_2를 제거하는데 사용된다는 것을 알게 되었다. 그렇다면, 0℃, 1 기압에서 가로, 세로, 높이가 각각 2 m, 2 m, 14 m인 공간을 채우고 있는 공기의 1%(몰비)가 CO_2일 때, 이 CO_2를 LiOH와 반응시켜 모두 흡수하려고

한다면 성균이가 준비해야 하는 LiOH의 최소 질량(kg)이 얼마인지 구하고, 그 근거를 논하시오. (단, 1 m^3 = 1000 L)

(라) [반응 1]과 [반응 2]가 각각 산화 환원 반응인지 아닌지 논하고, 산화 환원 반응인 경우 산화제와 환원제는 각각 무엇인지 제시하고, 그 근거를 논하시오.

[화학 Ⅰ-ⅱ]
^{35}X와 ^{a}X의 두 동위 원소로 이루어진 X_2 기체 시료에 대하여, ^{35}X의 존재 비율은 75%인 것이 알려져 있다. 0℃, 1 기압에서 이 기체 11.2 L의 질량을 측정했더니 35.5 g이었다. 이 기체 시료에 존재하는 ^{a}X의 원자량을 구하고, 그 근거를 논하시오.

[화학 Ⅰ-ⅲ] 원자량 24인 2족 금속 M 3.6 g을 염산 수용액에 넣었더니 수소 기체가 발생하였다.
(가) 발생하는 기체가 염소 기체가 아니라 수소 기체인 이유에 대하여 산화 환원 반응에 관한 제시문을 참고하여 논하시오.

(나) 넣어준 금속 M이 모두 반응하였다면, 발생한 수소 기체의 부피가 0℃, 1 기압에서 몇 L가 되는지 구하고, 그 근거를 논하시오.

[화학 Ⅰ-ⅳ] 수소는 질소와 결합하여 암모니아를 생성할 수 있다.

$$3H_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

(가) 수소와 질소는 물에 잘 녹지 않는데, 생성물인 암모니아는 물에 잘 녹는다고 한다. 그 이유가 무엇인지 루이스 전자점식과 분자 구조를 사용하여 논하시오.

(나) 0℃, 1 기압에서 1.68 L의 수소 기체가 모두 반응하여 생성된 암모니아 분자를 모두 물에 녹여 500 mL의 수용액을 만들었을 때, 이 암모니아 수용액의 몰 농도를 구하고, 그 근거를 논하시오.

(다) 물에 녹은 암모니아 분자의 일부는 NH_4^+ 이온이 된다. 물의 자동 이온화 및 NH_4^+ 이온의 형성 과정을 연관지어 25℃ 암모니아 수용액의 pH를 논하시오.

(라) 암모니아 분자가 NH_4^+ 이온으로 될 때 결합각의 변화를 논하시오.

3. 출제 의도

화학 Ⅰ 교과에서 다루고 있는 몰, 몰 농도, 화학 반응식과 양적 관계, 원자의 구성과 동위 원소, 분자 구조와 극성, 동적 평형, 산화 환원 반응, 화학 반응과 열의 출입 등에 걸쳐 고르게 문제를 출제하였다. 화학의 기본적인 개념인 몰, 원자량과 분자량 등의 의미에 대한 이해를 바탕으로, 화학 반응에 관여하는 반응물과 생성물 사이의 양적 관계로부터 해답에 이르는 과정을 논리적으로 추론할 수 있는지 평가하고자 하였다. 분자의 루이스 전자점식과 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명할 수

있으며, 이를 바탕으로 분자의 극성을 예상할 수 있으며, 이를 통해 극성 물질과 무극성 물질의 성질을 논리적으로 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. 전자의 이동에 근거하여 산화 환원 반응을 이해하고 이를 바탕으로 간단한 양적 관계를 추론할 수 있는지, 그리고 용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있는지 평가하고자 하였다. 이외에도, 기체의 몰 개념에 대한 이해를 바탕으로 원소의 평균 원자량과 동위 원소의 원자량을 논리적으로 연관지을 수 있는지 평가하고자 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 가능한지 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 9] 과학과 교육과정 화학 I

	영역별 내용
제시문1	[12화학Ⅰ01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
제시문2	[12화학Ⅰ04-06] 화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다.
제시문3	[12화학Ⅰ04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
제시문4	[12화학Ⅰ04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
제시문5	[12화학Ⅰ01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다.
제시문6	[12화학Ⅰ02-01] 양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다.
제시문7	[12화학Ⅰ04-02] 물의 자동 이온화와 물의 이온화 상수를 이해하고, 수소 이온의 농도를 pH로 표현할 수 있다.
제시문8	[12화학Ⅰ03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.
제시문9	[12화학Ⅰ03-07] 물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있음을 설명할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅰ	[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. [12화학Ⅰ04-06] 화학 반응에서 열의 출입을 측정하는 실험을 수행할 수 있다. [12화학Ⅰ04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅱ	[12화학Ⅰ01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다. [12화학Ⅰ02-01] 양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅲ	[12화학Ⅰ01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. [12화학Ⅰ04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
문제Ⅰ-ⅳ	[12화학Ⅰ01-05] 용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있다. [12화학Ⅰ03-05] 원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다. [12화학Ⅰ03-07] 물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있음을 설명할 수 있다. [12화학Ⅰ03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.

나) 자료 출처

<제시문1>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	37-39
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	40-42
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	43-45
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	42-45
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	36-39
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	36-39

<제시문2>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	172-173
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	185-186
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	192-194
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	204-205
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	187-189
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	174-175

<제시문3>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	166-167
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	174-175
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	182-184
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	189-190
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	175-176
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	168-169

<제시문4>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	168-170
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	176-178
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	185-189
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	194-195
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	177-178
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	170-172

<제시문5>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	31
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	33
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	35
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	33
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	31-32
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	32

<제시문6>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	58-59
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	60-61
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	64-65
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	62-63
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	60-61
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	60-61

<제시문7>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	150-151
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	154-157
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	167-169
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	172-173
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	165-166
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	149-151

<제시문8>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	124-125
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	129-131
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	139-142
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	146-150
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	133-136
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	125-129

<제시문9>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	127-130
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	133-135
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	147-150
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	152-157
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	138-142
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	130-133

<화학 Ⅰ - ⅰ >

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	31, 37-39, 166-170, 172-173
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	33, 40-42, 174-178, 185-186
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	35, 43-45, 182-189, 192-194
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	33, 42-45, 189-190, 194-195, 204-205
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	31-32, 36-39, 175-178, 187-189
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	32, 36-39, 168-172, 174-175

<화학 Ⅰ - ⅱ >

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	58-59
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	60-61
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	64-65
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	62-63
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	60-61
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	60-61

<화학 Ⅰ - ⅲ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	37-39, 166-167
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	40-42, 174-175
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	43-45, 182-184
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	42-45, 189-190
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	36-39, 175-176
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	36-39, 168-169

<화학 Ⅰ-ⅳ>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	화학I	박종석 외 7인	비상교육	2021	124-130, 150-151
	화학I	홍훈기 외 6인	교학사	2021	129-135, 154-157
	화학I	장낙한 외 9인	상상아카데미	2021	139-142, 147-150, 167-169
	화학I	황성용 외 3인	동아출판	2021	146-157, 172-173
	화학I	이상권 외 7인	지학사	2020	133-142, 165-166
	화학I	하윤경 외 5인	금성출판사	2020	125-133, 149-151

5. 문항 해설

<화학 Ⅰ-ⅰ>

몰 개념에 대한 이해를 바탕으로 화학 반응식으로부터 반응물과 생성물 사이의 간단한 양적 관계에 대하여 논리적으로 기술할 수 있는지 평가하고자 하였다. 고등학교 화학 Ⅰ 교과의 교육 내용에 대한 이해의 충실도를 평가하려는 의도에서 화학 반응에서 열의 출입과 반응물과 생성물의 에너지 차이를 연관지어 기술할 수 있는지, 화학 반응에서 산화되는 물질과 환원되는 물질을 찾아 산화 환원 반응을 여부를 판단하고 산화제와 환원제를 구분하는 과정을 논리적으로 기술할 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ-ⅱ>

기체의 몰수와 부피 사이의 관계에 대한 이해를 바탕으로, 동위 원소와 질량수, 원자량, 평균 원자량에 대한 개념들이 혼합되어 있을 때 주어진 측정값을 논리적으로 활용하는 능력을 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ-ⅲ>

산화 반응과 환원 반응이 동시에 진행되는 산화 환원 반응에 대한 이해를 바탕으로, 금속의 이온화와 병행할 수 있는 반응을 논리적인 추론을 통해 찾아냄으로써 간단한 산화 환원 반응의 생성물을 논리적으로 해석할 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 Ⅰ-ⅳ>

루이스 전자점식으로 부터 분자 구조를 추론하고, 이를 토대로 극성을 예측하며 이에 따른 물질의 성질을 논리적으로 연관지어 서술할 수 있는지 평가하고자 하였다. 또한, 고등학교 화학 Ⅰ 교과의 교육 내용에 대한 이해의 충실도를 평가하려는 의도에서 몰 농도를 논리적으로 기술할 수 있는지, 물의 자동 이온화와 염기성 물질의 이온화를 연관지어 용액의 pH에 대하여 논리적으로 기술할 수 있는지, 전자쌍 반발 원리에 대한 이해를 바탕으로 결합각의 변화를 논리적으로 기술할 수 있는지 평가하고자 하였다.

6. 채점 기준

하위 문항		채점 기준	배점
Ⅰ-ⅰ	(가)	몰 개념에 대한 이해를 바탕으로 화학 반응식으로부터 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 기술할 수 있는지 평가함.	4
	(나)	정반응과 역반응의 관계에 대한 이해를 바탕으로, 화학 반응에서 열의 출입과 반응물과 생성물의 에너지 차이를 연관지어 기술할 수 있는지 평가함.	3
	(다)	기체의 부피비와 몰비에 대한 이해를 바탕으로, 반응물 사이의 양적 관계를 논리적으로 서술할 수 있는지 평가함.	4
	(라)	화학 반응에서 산화되는 물질과 환원되는 물질을 찾아 산화 환원 반응을 여부를 판단하고 산화제와 환원제를 구분하는 과정을 논리적으로 기술할 수 있는지 평가함.	3
Ⅰ-ⅱ		동위 원소와 질량수, 원자량, 평균 원자량에 대한 이해를 바탕으로 주어진 측정값을 활용하여 문제를 논리적으로 해결할 수 있는지 평가함.	6
Ⅰ-ⅲ	(가)	산화 환원 반응의 기본적 특성에 근거하여 화학 반응의 생성물을 논리적으로 해석할 수 있는지 평가함.	4
	(나)	산화 환원 반응의 전자 이동에 대한 이해를 바탕으로 반응물과 생성물의 양적 관계를 기술할 수 있는지 평가함.	4
Ⅰ-ⅳ	(가)	루이스 전자점식을 그리고, 이를 토대로 분자 구조와 극성을 예측하여 물질의 성질을 연관지어 기술할 수 있는지 평가함.	3
	(나)	기체의 몰수와 부피 사이의 관계 및 화학 반응의 양적 관계에 대한 이해를 바탕으로, 몰 농도를 논리적으로 기술할 수 있는지 평가함.	3
	(다)	물의 자동 이온화와 염기성 물질의 이온화를 연관지어 용액의 pH에 대하여 논리적으로 기술할 수 있는지 평가함.	3
	(라)	전자쌍 반발 원리에 대한 이해를 바탕으로, 비공유 전자쌍의 존재 여부에 따른 결합각의 변화를 논리적으로 서술할 수 있는지 평가함.	3

7. 예시 답안

<화학 Ⅰ - ⅰ >

(가)

CO_2의 분자량이 44이므로, 132 g CO_2 = 3 mol CO_2

20 km 통학 시 배출량: 3 mol/km CO_2 × 20 km = 60 mol CO_2

반응식에서 CO_2와 포도당의 계수비는 6:1

따라서 분자량 180인 포도당 10 mol 생성: (180 g/mol) × 10 mol = 1800 g = 1.8 kg

(나)

포도당 공기 중 연소는 [반응 1]의 역반응이며, 이 과정에서 열이 방출됨. 따라서, [반응 1]의 반응물(= 물 + 이산화탄소)은 생성물(= 포도당+ 산소) 보다 에너지가 적다. 따라서, [반응 1]의 과정에서 주위의 열이 흡수됨([반응 1]은 흡열 반응임).

(다)
2 m × 2 m × 14 m = 56 m^3 = 5.6×10^4 L
CO_2가 분자 수 비율이 1%이므로 (5.6×10^4 L) × 1% = 560 L에 해당
0℃, 1 기압이므로 CO_2의 양(mol): 560 L / (22.4 L/mol) = 25 mol
반응식에서 CO_2와 LiOH의 계수비는 1:2
따라서 분자량 24인 LiOH 50 mol 생성: (24 g/mol) × 50 mol = 1200 g = 1.2 kg

(라)
[반응 1]의 경우, H_2O가 O_2로 되면서 산소가 산화되며, CO_2가 $C_6H_{12}O_6$로 되면서 탄소가 환원됨. 따라서, [반응 1]은 산화 환원 반응이다.
[반응 2]에서는 산화수가 변화하는 원소가 없음. 따라서, 산화 환원 반응이 아님.
[반응 1]에서 H_2O는 자신이 산화되면서 다른 물질을 환원시키므로 환원제이고, CO_2는 자신이 환원되면서 다른 물질을 산화시키므로 산화제임.

<화학 Ⅰ-ⅱ>
0℃, 1 기압이므로 X_2의 몰 수: 11.2 L / (22.4 L/mol) = 0.5 mol
따라서, X의 양(mol) = 1.0 mol
35.5 g이므로 평균 원자량은 35.5
^{35}X가 75%이므로 다른 한 가지 동위 원소는 25%
동위 원소의 원자량을 x라 하면, (35 × 0.75) + (x × 0.25) = 35.5
x = 37

<화학 Ⅰ-ⅲ>
(가)
2족 금속 원소 M을 산성 수용액에 넣으면 두 개의 전자를 잃고 이온이 되는 산화 반응이 일어난다. 산화 반응은 항상 환원 반응과 함께 일어나므로 수소 이온이 전자를 얻어 환원되면서 수소 기체가 발생한다.

$$M \rightarrow M^{2+} + 2e^-$$
$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2(g)$$

염소 이온은 음이온이어서 전자를 받아서 기체를 발생시킬 수 없다.

$$2Cl^- + 2e^- \not\rightarrow$$

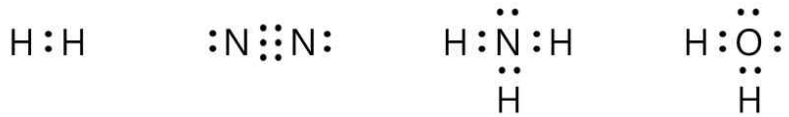
(나)
사용된 M의 양(mol): 3.6 g / (24 g/mol) = 0.15 mol
M의 산화 반응은 $M \rightarrow M^{2+} + 2e^-$ 와 같고, H^+의 환원 반응은 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ 이므로 사용된 M과 생성된 H_2 기체의 몰비는 1:1이다.
따라서, 생성되는 H_2 기체의 양(mol)도 0.15 mol이다.
0℃, 1 기압에서 H_2 기체의 부피: 0.15 mol × (22.4 L/mol) = 3.36 L

<화학 Ⅰ-ⅳ>

(가)

수소, 질소, 암모니아, 물 분자의 루이스 전자점식은 각각 아래와 같다.

(수소) (질소) (암모니아) (물)



수소와 질소는 모두 직선형 분자로서 무극성 분자이며, 암모니아와 물은 각각 삼각뿔형과 굽은형 분자로서 극성 분자이다. <제시문9>에 따르면 극성 물질은 극성 용매에 잘 녹고 무극성 물질은 무극성 용매에 잘 녹으므로, 극성 물질인 암모니아는 극성 용매인 물에 잘 녹는다.

(나)

0℃, 1 기압에서 H_2 기체의 양(mol): 1.68 L / (22.4 L/mol) = 0.075 mol

반응식에서 H_2와 NH_3의 계수비는 3:2

따라서, 생성된 NH_3의 양(mol): 0.075 mol × (2/3) = 0.05 mol

물 500 mL에 녹일 때 몰 농도: 0.05 mol / 0.5 L = 0.1 M

(다)

순수한 물 분자의 일부는 자동 이온화 과정을 통해 다음과 같은 동적 평형을 이룬다.

$$H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$$

<제시문7>에 따라, 25℃ 순수한 물에서는 $[H_3O^+] = [OH^-] = 1.0\times10^{-7}$ M이므로 pH = 7

물에 녹은 암모니아 분자의 일부는 다음과 같이 이온화하여 동적 평형을 이룬다.

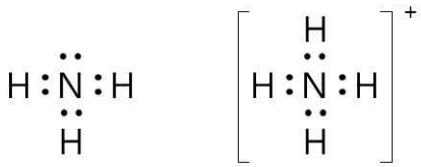
$$3NH_3(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

이러한 동적 평형 때문에 수용액의 $[OH^-]$가 커지고 $[H_3O^+]$는 작아짐.

곧, 암모니아 수용액에서 $[H_3O^+]$는 1.0×10^{-7} M보다 작으므로 pH는 7보다 크다.

(라)

NH_3와 NH_4^+의 루이스 전자점식은 각각 아래와 같다.



NH_3에는 비공유 전자쌍이 존재하지만, NH_4^+에는 비공유 전자쌍이 없다. 그런데, 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍들 사이의 반발력보다 더 크기 때문에, 비공유 전자쌍이 있는 NH_3의 결합각보다 공유 전자쌍만 있는 NH_4^+의 결합각이 더 크게 된다. 따라서, NH_3에서 107°이던 결합각이 NH_4^+가 되면서 109.5°로 커지게 된다.

문항카드 24

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목) / 문항번호	자연계 3교시 / 생명과학Ⅰ	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	골격근, 근육 원섬유 마디, 마이오신 필라멘트, 액틴 필라멘트
예상 소요 시간	40분 / 100분	

2. 문항 및 제시문

[생명과학Ⅰ]

다음 <제시문1>~<제시문5>를 읽고 [생명과학Ⅰ-i]~[생명과학Ⅰ-ⅴ]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

척추동물은 뼈와 근육의 상호 작용으로 운동을 한다. 뼈와 연결된 골격근은 근육 섬유 다발로 이루어져 있고, 근육 섬유는 더 가는 근육 원섬유 다발로 구성되며, 근육 원섬유를 이루는 것은 가는 액틴 필라멘트와 굵은 마이오신 필라멘트이다.

<제시문2>

근육 원섬유 마디는 나란히 놓인 가는 액틴 필라멘트 사이에 굵은 마이오신 필라멘트가 일부분씩 겹쳐 배열된 구조이다. 액틴 필라멘트만 있는 곳은 밝게 보이므로 명대(I대), 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹쳐져 있는 곳은 어둡게 보이므로 암대(A대)라고 한다. A대는 마이오신 필라멘트만 있는 H대를 포함하며, 그 중앙에는 M선이 있다. 근육 원섬유에서 밝은 부분의 중앙에는 수직으로 선이 나타나는데, 이를 Z선이라고 한다. 근육 원섬유 마디(근절)는 Z선과 Z선 사이를 말하며, 근육 수축의 기본 단위가 된다.

<제시문3>

몸을 움직이는 근육의 수축과 이완은 골격근에 분포한 운동 신경의 작용으로 조절된다. 대뇌를 비롯한 여러 기관이 운동 신경을 자극하면, 자극을 받은 운동 신경의 축삭 돌기 말단에서 아세틸콜린을 분비한다. 분비된 아세틸콜린이 골격근에 작용하면 골격근의 수축이 시작된다.

<제시문4>

뉴런의 축삭 돌기 말단에는 신경 전달 물질이 들어 있는 시냅스 소포가 있다. 활동 전위가 축삭 돌기 말단으로 전도되면 시냅스 소포는 세포막과 융합하여 신경 전달 물질을 시냅스 틈으로 보낸다. 시냅스 이후 뉴런에는 이러한 신경 전달 물질과 결합할 수 있는 수용체가 있다. 수용체가 신경 전달 물질과 결합하면 Na^+ 통로가 열리고 Na^+이 세포 안으로 들어와 막전위가 변한다.

<제시문5>

근육 원섬유가 수축할 때에는 근육 원섬유 마디가 짧아진다. 이때 마이오신 필라멘트가 있는 A대의 길이는 변하지 않고, 액틴 필라멘트만 있는 I대와 근육 원섬유 마디 중심부의 마이오신 필라멘트만 있는 H대가 짧아진다. 근수축의 원리를 이와 같이 설명하는 것을 활주설이라고 한다. 액틴 필라멘트들이 미끄러

져 들어가면서 양쪽 끝의 Z선들도 따라서 잡아당기기 때문에 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지게 된다. 또한, 근육 섬유 전반에서 근육 원섬유 마디가 동시에 짧아지면서 근육 섬유 전체 길이가 짧아진다.

김생명 박사 연구진은 근육이 수축할 때와 이완할 때 근육 원섬유 마디 X의 변화를 조사하였다. 첫 번째 단계로 근육 원섬유 마디 X의 모양을 관찰한 결과 X는 원통형의 모양을 가지고 있으며 그 단면의 직경은 1.03 μm임을 관찰하였다. X의 필라멘트 구성을 조사한 결과 세 가지의 다른 구조를 갖는 단면을 관찰하였다. 단면 (가)는 직경 0.011 μm인 필라멘트가 분포하고, 단면 (나)는 직경 0.0055 μm인 필라멘트가 분포하며, 단면 (다)는 직경 0.011 μm인 필라멘트와 직경 0.0055 μm인 필라멘트가 함께 분포함을 관찰하였다. 두 번째 단계로 김생명 박사 연구진에 속한 박과학 연구원이 근육의 수축과 이완 과정을 5개의 다른 시점에서 근육 원섬유 마디 X의 길이, 단면 (가)의 구조를 갖는 부분의 길이, 단면 (나)의 구조를 갖는 부분의 길이, 단면 (다)의 구조를 갖는 부분의 길이를 측정하는 실험을 수행하였다. 이때 X의 길이는 좌우 대칭이므로 단면 (나)와 (다)의 구조를 갖는 부분의 길이는 각 길이의 절반에 해당하는 부분만을 측정하여 기록하였다. 세 번째 단계로 이분석 연구원이 박과학 연구원이 기록한 실험 자료를 분석하고자 하였는데 박과학 연구원이 X의 길이 변화는 정확하게 기록하였으나 단면 (가), (나), (다)의 구조를 갖는 부분의 길이 변화는 단면 종류의 구분에 대한 기록이 없이 단순히 (a), (b), (c)로 표시한 것을 발견하였다. 실험 자료에는 시점이 13 ms, 25 ms, 37 ms, 40 ms, 52 ms일 때 X, (a), (b), (c)의 길이에 대한 측정값이 기록되었다. 시점 37 ms일 때 (a)의 길이는 0.56 μm였고, 시점 52 ms일 때 X의 길이는 2.5 μm, (b)의 길이는 0.66 μm였다. 시점 40 ms에서 (c)의 길이는 0.78 μm였고, 시점 25 ms일 때 (c)의 길이는 1.44 μm였다. 시점 13 ms일 때 X의 길이는 3.5 μm, (b)의 길이는 0.16 μm였다. 실험 기록지의 한쪽 구석에는 시점 40 ms일 때 (c)의 길이에서 시점 13 ms일 때 (a)의 길이를 뺀 후 시점 40 ms일 때 (c)의 길이로 나눈 결과와 시점 13 ms일 때 (a)의 길이에서 시점 40 ms일 때 (c)의 길이를 뺀 후 시점 37 ms일 때 (a)의 길이로 나눈 결과가 같다고 적혀 있었다.

[생명과학 Ⅰ-ⅰ] 시점 13 ms일 때 (a)의 길이를 구하고, 그 근거를 논하시오.

[생명과학 Ⅰ-ⅱ] 이분석 연구원은 (a)가 단면 (가), (나), (다)의 구조를 갖는 부분 중 어느 부분에 해당하는지 결정하기 위하여 각각의 경우를 가정하고 이때 해당 경우가 실험 자료를 설명할 수 있는지를 분석하였다. (a)가 단면 (가)의 구조를 갖는다고 가정한 경우, 단면 (나)의 구조를 갖는다고 가정한 경우, 단면 (다)의 구조를 갖는다고 가정한 경우에 대해 각 경우가 실험 자료를 설명할 수 있는지를 정하고, 그 근거를 논하시오.

[생명과학 Ⅰ-ⅲ] 이분석 연구원은 실험자료를 복구하여 <표1>의 양식으로 정리하였다.

<표1>

시점 (ms)	X의 길이 (μm)	(가)의 길이 (μm)	(나)의 길이 (μm)	(다)의 길이 (μm)
13				
25				
37				
40				
52				

<표1>을 완성하고 시점 37 ms 일 때 측정한 X의 길이를 구하고, 그 근거를 논하시오.

[생명과학 Ⅰ-ⅳ] 시점 25 ms 일 때 단면 (가), (나), (다)의 구조를 갖는 부분의 길이 중 가장 긴 길이와 가장 짧은 길이의 비율($\frac{\text{가장 긴 길이}}{\text{가장 짧은 길이}}$)을 구하고, 그 근거를 논하시오.

[생명과학 Ⅰ-ⅴ] 단면 (가)의 구조를 갖는 부분과 단면 (나)의 구조를 갖는 부분이 겹치는 구간의 길이의 최대값과 최소값의 차이를 구하고, 그 근거를 논하시오.

3. 출제 의도

우리 몸은 운동하거나 신체 활동을 할 때 매우 정교하게 반응한다. 이렇듯 정교한 몸의 반응이 가능한 것은 자극에 반응하여 운동 뉴런이 근육에 연결되어 신경계의 명령에 따라 근육의 수축과 이완이 정밀하게 조절되기 때문이다. 본 문항에서는 이러한 근육의 수축과 이완을 담당하는 근육 원섬유 마디의 구조에 대한 이해를 바탕으로 근육 원섬유 마디의 작동 원리를 정량적으로 이해하는지를 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

2015 개정 교육과학기술부 고시 제 2015-74호 [별책 9] 과학과 교육과정 생명과학 I

	영역별 내용
제시문	[12생과Ⅰ03-01] 활동 전위에 의한 흥분의 전도와 시냅스를 통한 흥분의 전달을 이해하고, 약물이 시냅스 전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12생과Ⅰ03-02]근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.
Ⅰ-ⅰ	[12생과Ⅰ03-02]근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.
Ⅰ-ⅱ	[12생과Ⅰ03-02]근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.
Ⅰ-ⅲ	[12생과Ⅰ03-02]근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.
Ⅰ-ⅳ	[12생과Ⅰ03-02]근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.
Ⅰ-ⅴ	[12생과Ⅰ03-02]근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.

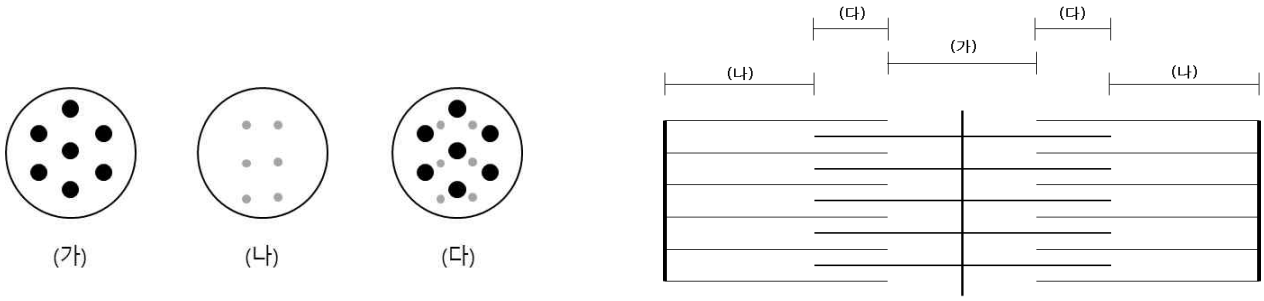
나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학I	김윤택 외 4인	동아출판	2020	65-68
	생명과학I	이용철 외 3인	YBM	2020	70-75
	생명과학I	심규철 외 5인	비상교육	2020	66-68
	생명과학I	오현선 외 5인	미래엔	2020	78-81
	생명과학I	이준규 외 5인	천재교육	2020	75-78
	생명과학I	전상학 외 7인	교학사	2020	72-75

5. 문항 해설

문제에 주어진 조건에 따라 근육 원섬유 마디를 재구성하면 아래 <그림1>과 같다.

<그림1>



직경이 상대적으로 큰 필라멘트는 마이오신 필라멘트에 해당하며 직경이 상대적으로 작은 필라멘트는 액틴 필라멘트에 해당한다. 따라서 단면 (가)는 마이오신 필라멘트를, 단면 (나)는 액틴 필라멘트를 나타낸다. 단면 (다)는 마이오신과 액틴 필라멘트가 동시에 존재하는 부분이다.

[생명과학I- i] 주어진 자료를 표로 정리하면 <표1>과 같다.

<표1>

시점 (ms)	X (μm)	(a) (μm)	(b) (μm)	(c) (μm)
13	3.5		0.16	
25				1.44
37		0.56		
40				0.78
52	2.5		0.66	

문제에서 $\frac{0.78 - a_{t=13ms}}{0.78} = \frac{a_{t=13ms} - 0.78}{0.56}$이라고 하였다. 이 관계식에서 왼쪽 분자 부분과 오른쪽 분자 부분은 서로 음수의 관계에 있다. 시점은 음수가 될 수 없으므로 이 관계식이 성립하려면 시점 13 ms일 때 (a)의 값은 0.78 μm가 되어야 한다.

[생명과학I- ii] 단면 (가)는 직경이 상대적으로 큰 필라멘트로만 이루어져 있으므로 H대에 해당하며, 단면 (나)는 직경이 상대적으로 작은 필라멘트로만 이루어져 있으므로 I대에 해당한다. 단면 (가)와 단면 (다)의 길이를 더하면 A대가 된다. 문제에서 t = 13 ms에서 t = 52 ms로 될 때 X의 값은 감소한 반면 (b)의 값은 증가하였다. 이는 (b)가 단면 (다)임을 알려 준다. 따라서 (a)는 단면 (다)가 될 수 없다.

이에 따라 (a)는 단면 (가) 또는 단면 (나)에 해당한다. 이때 근육 원섬유 마디 X의 성질에 의해 단면 (가) 부분의 길이 +단면 (다) 부분의 길이는 일정하며, 단면 (나) 부분의 길이 + 단면 (다) 부분의 길이 또한 일정해야 한다. 또한 단면 (가), (나), (다)의 길이를 모두 더하면 X의 길이가 되어야 한다.
만약 (a)가 단면 (가)에 해당한다면 (c)는 단면 (나)에 해당하며 이 경우 (a), (b), (c)의 값을 13ms과

52ms일 때 구하면 두 시점의 경우에 있어서 (가) + (다)와 (나) + (다)의 값이 <표2>의 결과와 같이 각각 다르게 나옴을 알 수 있다.

<표2>

시점 (ms)	X (μm)	(a) (μm)	(b) (μm)	(c) (μm)	(a)+2x(b) (가)+(다)	(b)+(c) {(나)+(다)}/2
		(가)	(다)	(나)		
13	3.5	0.78	0.16	1.2	0.78+2x0.16=1.1	0.16+1.2=1.36
52	2.5	0.62	0.66	0.28	0.62+2x0.28=1.18	0.66+0.28=0.94

반면 (a)가 단면 (나)에 해당한다고 가정하고 같은 계산을 하면 (가)+(다)와 (나)+(다)의 값이 13 ms와 52 ms일 때 모두 동일함을 <표3>의 결과로 알 수 있다.

<표3>

시점 (ms)	X (μm)	(a) (μm)	(b) (μm)	(c) (μm)	(c)+2x(b) (가)+(다)	(a)+(b) {(나)+(다)}/2
		(나)	(다)	(가)		
13	3.5	0.78	0.16	1.62	1.62+2x0.16=1.94	0.78+0.16=0.94
52	2.5	0.28	0.66	0.62	0.62+2x0.66=1.94	0.28+0.66=0.94

따라서 (a)는 단면 (나) 부분에 해당함을 알 수 있다.

[생명과학I-ⅲ] 앞 문제에서 얻은 답을 기초로 실험 자료 전체를 복구하면 <표4>와 같다. 문제의 조건에서 단면 (나)와 (다)의 경우 해당 길이의 절반만을 기록하였다고 하였으므로 단면 (나)와 단면 (다)의 길이는 실험에서 측정한 값의 2배이다.

<표4>

시점 (ms)	X (μm)	(가) (μm)	(나) (μm)	(다) (μm)
13	3.5	1.62	1.56	0.32
25	3.32	1.44	1.38	0.5
37	3.06	1.18	1.12	0.76
40	2.66	0.78	0.72	1.16
52	2.5	0.62	0.56	1.32

시점이 37 ms일 때 X의 길이는 <표4>에 따라 3.06 μm이다.

[생명과학I-ⅳ] <표4>에 의하면 시점 25 ms일 때 가장 길이가 짧은 부분은 (다) 부분 (0.5 μm)이며 가장 긴 부분은 (가) 부분(1.44 μm)이다. 따라서 $\frac{\text{가장 긴 부분}}{\text{가장 짧은 부분}} = \frac{1.44}{0.5} = 2.88$이다.

[생명과학I- v] 단면 (가)의 구조를 갖는 부분과 단면 (나)의 구조를 갖는 부분이 겹치는 부분은 단면 (다)의 구조를 갖는 부분에 해당한다. 단면 (다)는 시점 13 ms일 때 최솟값(0.32 μm)을 가지고 시점 52 ms일 때 최댓값(1.32 μm)을 갖는다. 따라서 최댓값과 최솟값의 차이는 1 μm이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
I - i	• 시점 13 ms일 때 왼쪽과 오른쪽 분자 부분이 서로 음수의 관계임을 이용하여 (a)의 값을 결정할 수 있는가	4
I - ii	• X의 값이 증가할 때 (b)의 값이 증가하므로 (b)는 단면 (다)임을 결정할 수 있는가 • (a)가 단면 (가)인 경우 필라멘트 길의 합 조건을 만족하지 않음을 결정할 수 있는가 • (a)가 단면 (나)인 경우 필라멘트 길의 합 조건을 만족함을 결정할 수 있는가	12
I - iii	• [생명과학Ⅰ- i]과 [생명과학Ⅰ- ii]의 결과에 근거하여 <표4>를 완성할 수 있는가 • 완성한 <표4>에 근거하여 시점 37 ms일 때 X의 길이를 결정할 수 있는가	16
I - iv	• [생명과학Ⅰ- iii]에서 완성한 <표4>의 내용을 근거로 길이가 가장 긴 부분과 가장 짧은 부분을 정하고 그 길이를 결정할 수 있는가	4
I - v	• 단면 (가), (나)의 구조를 갖는 부분이 겹치는 부분이 단면 (다)에 해당함을 결정하고 최댓값과 최솟값의 차이를 결정할 수 있는가	4

7. 예시 답안

[생명과학I- i] 주어진 자료를 표로 정리하면 <표1>과 같다.

<표1>

시점 (ms)	X (μm)	(a) (μm)	(b) (μm)	(c) (μm)
13	3.5		0.16	
25				1.44
37		0.56		
40				0.78
52	2.5		0.66	

문제에서 $\frac{0.78 - a_{t=13ms}}{0.78} = \frac{a_{t=13ms} - 0.78}{0.56}$이라고 하였다. 이 관계식에서 왼쪽 분자 부분과 오른쪽 분자 부분은 서로 음수의 관계에 있다. 시점은 음수가 될 수 없으므로 이 관계식이 성립하려면 시점 13 ms일 때 (a)의 값은 0.78 μm가 되어야 한다.

[생명과학I- ii] 단면 (가)는 직경이 상대적으로 큰 필라멘트로만 이루어져 있으므로 H대에 해당하며, 단면 (나)는 직경이 상대적으로 작은 필라멘트로만 이루어져 있으므로 I대에 해당한다. 단면 (가)와 단면 (나)의 길이를 더하면 A대가 된다. 문제에서 t = 13 ms에서 t = 52 ms로 될 때 X의 값은 감소한 반면 (b)의 값은 증가하였다. 이는 (b)가 단면 (다)임을 알려 준다. 따라서 (a)는 단면 (다)가 될 수 없다.

이에 따라 (a)는 단면 (가) 또는 단면 (나)에 해당한다. 이때 근육 원섬유 마디 X의 성질에 의해 단면 (가) 부분의 길이 +단면 (다) 부분의 길이는 일정하며, 단면 (나) 부분의 길이 + 단면 (다) 부분의 길이 또한 일정해야 한다. 또한 단면 (가)부터 (다) 부분의 길이를 모두 더하면 X의 길이가 되어야 한다.
만약 (a)가 단면 (가)에 해당한다면 (c)는 단면 (나)에 해당하며 이 경우 (a), (b), (c)의 값을 13ms과 52ms일 때 구하면 두 시점의 경우에 있어서 (가) + (다)와 (나) + (다)의 값이 <표2>의 결과와 같이 각각 다르게 나옴을 알 수 있다.

<표2>

시점 (ms)	X (μm)	(a) (μm)	(b) (μm)	(c) (μm)	(a)+2x(b)	(b)+(c)
		(가)	(다)	(나)	(가)+(다)	{(나)+(다)}/2
13	3.5	0.78	0.16	1.2	0.78+2x0.16=1.1	0.16+1.2=1.36
52	2.5	0.62	0.66	0.28	0.62+2x0.28=1.18	0.66+0.28=0.94

반면 (a)가 단면 (나)에 해당한다고 가정하고 같은 계산을 하면 (가)+(다)와 (나)+(다)의 값이 13 ms와 52 ms일 때 모두 동일함을 <표3>의 결과로 알 수 있다.

<표3>

시점 (ms)	X (μm)	(a) (μm)	(b) (μm)	(c) (μm)	(c)+2x(b)	(a)+(b)
		(나)	(다)	(가)	(가)+(다)	{(나)+(다)}/2
13	3.5	0.78	0.16	1.62	1.62+2x0.16=1.94	0.78+0.16=0.94
52	2.5	0.28	0.66	0.62	0.62+2x0.66=1.94	0.28+0.66=0.94

따라서 (a)는 단면 (나) 부분에 해당함을 알 수 있다.

[생명과학I-ⅲ] 앞 문제에서 얻은 답을 기초로 실험 자료 전체를 복구하면 <표4>와 같다. 문제의 조건에서 단면 (나)와 (다)의 경우 해당 길이의 절반만을 기록하였다고 하였으므로 단면 (나)와 단면 (다)의 길이는 실험에서 측정한 값의 2배이다.

<표4>

시점 (ms)	X (μm)	(가) (μm)	(나) (μm)	(다) (μm)
13	3.5	1.62	1.56	0.32
25	3.32	1.44	1.38	0.5
37	3.06	1.18	1.12	0.76
40	2.66	0.78	0.72	1.16
52	2.5	0.62	0.56	1.32

시점이 37 ms일 때 X의 길이는 <표4>에 따라 3.06 μm이다.

[생명과학I-ⅳ] <표4>에 의하면 시점 25 ms일 때 가장 길이가 짧은 부분은 (다) 부분 (0.5 μm)이며 가장 긴 부분은 (가) 부분(1.44 μm)이다. 따라서 $\frac{\text{가장 긴 부분}}{\text{가장 짧은 부분}} = \frac{1.44}{0.5} = 2.88$이다.

[생명과학I-ⅴ] 단면 (가)의 구조를 갖는 부분과 단면 (나)의 구조를 갖는 부분이 겹치는 부분은 단면 (다)의 구조를 갖는 부분에 해당한다. 단면 (다)는 시점 13 ms일 때 최솟값(0.32 μm)을 가지고 시점 52 ms일 때 최댓값(1.32 μm)을 갖는다. 따라서 최댓값과 최솟값의 차이는 1 μm이다.

Ⅵ. 부록-2

❒ 학생부종합전형 면접문항

학생부종합전형 면접문항

의예 1

아래 제시문을 읽고, 면접위원 질문에 답하시오.

대학교 합창 동아리에서 한 달 후 공연을 앞두고 있다. COVID 19 백신 접종 완료 여부에 따라 오프라인 연습 참가를 제한할지에 대하여 합창단 단원 사이에 논쟁이 벌어졌다. 함께 모여 노래 연습을 해야 하므로 온라인 연습을 불가능하다.

주영이는 “백신 접종을 하지 않은 사람은 연습에 참가하면 안 된다.”라고 주장하였다.
수민이는 “백신 접종은 개인의 선택인데 불이익을 주면 안 된다, 나는 백신을 맞지 않았고 앞으로도 맞지 않을 것이다.”라고 반발하였다.

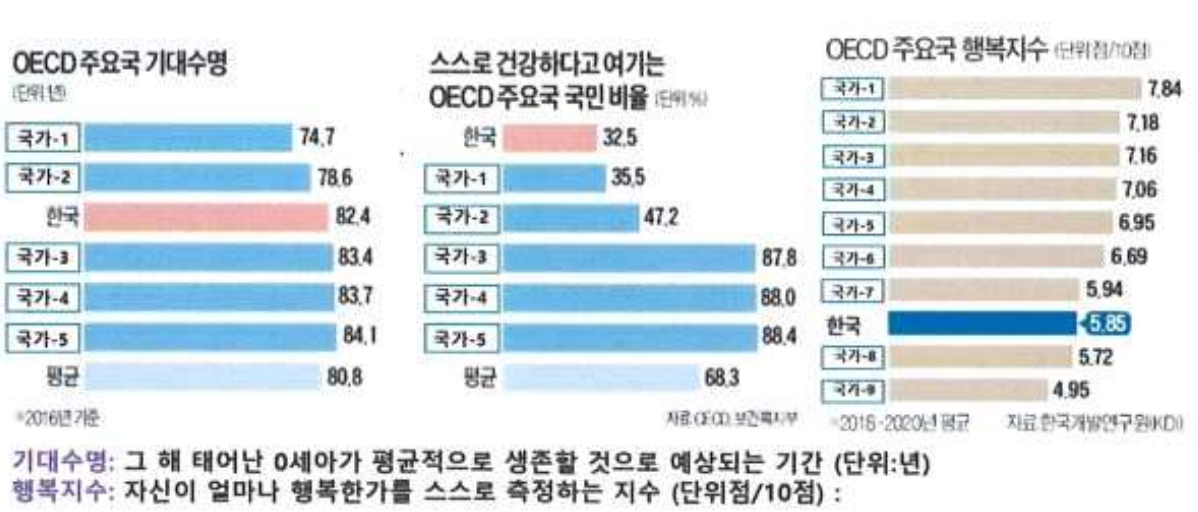
온라인으로 투표한 결과 25:5로 미접종자는 연습에 참여하면 안 된다는 의견이 우세하였다.

질문) 지원자가 이 동아리의 리더라면 어떻게 하겠는가?

학생부종합전형 면접문항

의예 2

아래 제시문을 읽고, 면접위원 질문에 답하시오.



질문) 위의 자료가 나타내는 바를 설명하고 이러한 현상의 원인을 제시하시오.

학생부종합전형 면접문항

사범대학

평가영역 1- 교직적성

BTS(방탄소년단)와 드라마 오징어게임과 같은 K-콘텐츠가 세계적으로 큰 인기를 끌고 있다. 하지만 매년 10월 발표되는 기초과학분야 노벨상에는 미국이나 일본에 비해 우리나라 수상자가 전무한 상태이다.

우리나라 학교현실에서 BTS나 오징어게임과 같은 K-콘텐츠의 세계적 성공 사례를 노벨상을 포함한 다른 분야에서도 가능하게 하기 위해서, 교사로서 어떤 노력이 필요하다고 생각하는지 구체적인 예를 들어 설명하시오.

평가영역 2- 교직인성

최근 코로나로 인해 기초학력 미달 비율이 높아지면서, 학력저하 우려가 높아지고 있다.

교사로서 기초학력이 미달하는 학생을 어떻게 지도하는 것이 바람직한지 자신의 경험을 바탕으로 구체적인 예를 들어 설명하시오.

학생부종합전형 면접문항

스포츠과학

평가영역 1- 전공적성

1. 본인이 좋아하는 스포츠 종목에 대해 설명하시오. 특히, 본인이 좋아하는 이유와 스포츠 종목의 특성에 대해 논리적으로 설명하시오.

2. 스포츠과학에 대하여 본인이 생각하는 바를 설명하시오. 스포츠과학 분야 중에서 본인이 관심 있는 분야가 있으면 그에 대하여 설명하시오.

평가영역 2- 인성, 표현력, 논리력

1. 성균관대학교 스포츠과학과에 지원한 동기를 구체적으로 설명하시오.

2. 대학 생활에서 교과과정 이외에 본인이 중요하다고 생각하는 것을 설명하시오.

3. 본인이 10년 후 미래에 대해 어떻게 생각하는지 말하시오. 본인이 생각하는 10년 후 미래의 모습을 이루기 위해 구체적으로 어떻게 할지 설명하시오,

이 보고서의 저작권은 성균관대학교에 있습니다. 상업적인 사용은 금합니다.