부산대학교
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY

부산대학교 2024 논술가이드북

2025학년도 수시모집 논술고사 대비

본 책자는 「2024년 고교교육기여대학 지원사업」의 사업비로 제작하였습니다.

부산대학교
2024 논술가이드북

2025학년도 수시모집 논술고사 대비

Arise PNU
같이 더 높게

PNU VISION

Creative Intellectual

우리 사회와 시대의 흐름을
통찰하여 창조적 지식과
정보를 창출

Global Experts

국제적 수준의 교양과
전문적 지식을 갖춤

창의적 지식인

글로벌 전문인

Global Excellence 지향

창조적 지식공동체 구현

봉사하는 지식인

개방적 지식인

Serving Intellectual

국가, 사회를 위해
지식을 활용하고 봉사

Open Minded

진리추구의 자유와
타 문화와 사회의 다름을
존중

PNU GOAL

통섭형 창의 인재 양성 선도	특화 분야 세계 수준 연구 대학 실현	사회 기여도 최고 대학 구현

국가균형발전 시대를 열어가는 국가 거점 국립대 부산대학교

역사와 전통의 대표
부산캠퍼스

PUSAN CAMPUS

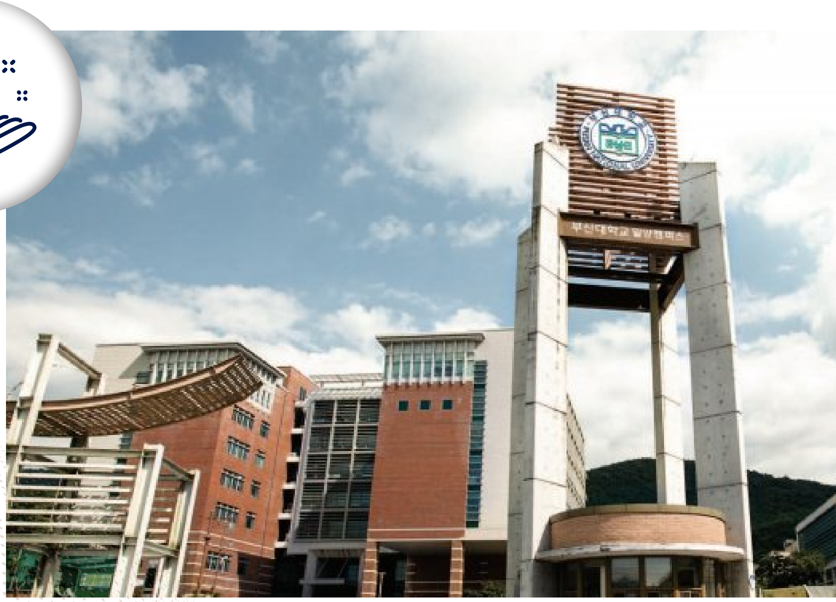
대한민국 최초 국립대학의 위상과
자부심이 서린 대학의 모태

연구와 교육 그리고 봉사와 행정 등
대학 모든 기능의 중심

인문사회, 공학, 자연과학,
예술 및 스포츠 등 모든 학문의 요람

생명자원/나노과학 특화
밀양캠퍼스

MIRYANG CAMPUS



생명의 조건과 물질의 조건을
연구하고 응용하는 대학단지

생명자원 연구와 개발 그리고
활용을 책임지는 자원과학의 중심

물질의 나노 단위 특성을 바탕으로
연구하는 미래 과학의 핵심

PNU
Multi-Campus

의생명과학 특화
양산캠퍼스

YANGSAN CAMPUS

의생명과학 5개 대학과
분야별 병원을 집중시킨 첨단의료 단지

교육, 연구, 진료의 연계가 가능한
의생명과학발전의중심

공동연구와 협진으로 의학의
새로운 분야를 개척하는 선도자

도심형 메디컬
아미캠퍼스

AMI CAMPUS

최첨단 의료로 지역민의 생존을
책임지는 최초 최고의 병원단지

각종 공공의료사업을 주관하는
지역사회 의료 안전망의 중심

의료산업화와 국제화를 실현하는
미래의학연구의핵심

http://
go.pusan.ac.kr

부산대학교
2024 논술가이드북

2025학년도 수시모집 논술고사 대비

Ⅰ. 2025학년도 부산대학교 논술(논술전형/지역인재전형) 안내

1. 모집단위 및 모집인원

○ 2025학년도 논술전형 335명(인문·사회계열 110명, 자연계열 225명), 지역인재전형 37명 모집

전형	계열	2023학년도		2024학년도		2025학년도	
		모집인원	전년도 대비 증감	모집인원	전년도 대비 증감	모집인원	전년도 대비 증감
논술	인문·사회	146	▼23	131	▼15	110	▼21
	자연	220	▼25	219	▼ 1	225	▲ 6
지역인재	자연	27	▼ 3	30	▲ 3	37	▲ 7
합계		393	▼51	380	▼13	**372**	▼ 8

논술(논술전형) 335명, 논술(지역인재전형) 37명 모집

대학	계열	모집단위		논술	지역인재
인문대학	인문·사회	국어국문학과		5	
		중어중문학과		5	
		일어일문학과		6	
		영어영문학과		8	
		불어불문학과		5	
		독어독문학과		4	
		노어노문학과		6	
		한문학과		4	
		언어정보학과		5	
		사학과		2	
		철학과		5	
		고고학과		3	
자연과학대학	자연	수학과		5	
		통계학과		10	
		화학과		8	
		지질환경과학과		8	
		해양학과		5	
		대기환경과학과		7	
공과대학	자연	기계공학부		45	
		고분자공학과		7	
		화공생명공학과		5	
		재료공학부		10	
		전기전자공학부	전기공학전공	8	
			전자공학전공	6	
			반도체공학전공	5	
		건축공학과		4	
		사회기반시스템공학과		7	

대학	계열	모집단위		논술	지역인재
공과대학	자연	항공우주공학과		2	
		산업공학과		12	
		조선해양공학과		5	
사범대학	인문·사회	국어교육과		3	
		영어교육과		3	
		유아교육과		5	
		일반사회교육과		3	
		역사교육과		3	
		지리교육과		5	
	자연	수학교육과		4	
		지구과학교육과		3	
경영대학	인문·사회	경영학과		25	
간호대학	자연	간호학과		8	
나노과학기술대학	자연	나노메카트로닉스공학과		5	
예술대학	인문·사회	예술문화영상학과		5	
정보의생명공학대학	자연	정보컴퓨터공학부	컴퓨터공학전공	12	
			인공지능전공	10	
		첨단융합학부	정보의생명공학자율전공	7	
의과대학	자연	의예과			22
약학대학	자연	약학부			10
한의학전문대학원	자연	한의학전문대학원 학·석사통합과정			5
첨단융합학부	자연	첨단융합학부	공학자율전공	10	
			나노자율전공	7	
합계				335	37

* 모집단위별 모집인원은 추후 변경될 수 있음

2. 지원자격

| 논술전형 |

국내 정규 고등학교 졸업(예정)자 또는 법령에 의하여 이와 동등 이상의 학력이 있다고 인정되는 자

| 지역인재전형 |

부산, 울산, 경남 지역에 소재하는 고등학교의 전 교육과정(고등학교 입학일부터 졸업일까지)을 이수한 국내 정규 고등학교 졸업(예정)자

※ 「초·중등교육법」 제2조에 따른 고등학교 외 고교 졸업 동등 학력자는 지원자격에서 제외함
(영재학교, 대안학교(각종학교), 학력인정 고등학교 졸업(예정)자는 지원할 수 없음)

3. 전형방법

가. 전형요소 및 반영비율: 논술 70% + 학교생활기록부 교과 30%

나. 선발방법

- 논술 성적과 학생부교과성적을 합산하여 고득점자 순으로 선발합니다.(단, 수능최저학력기준 충족자에 한함)
- 미등록으로 인한 결원이 발생하면 수시모집 충원기간에 예비합격 후보자 중 총점의 고득점자 순으로 충원합니다.
- 미충원 인원은 정시모집 모집단위별 해당 모집군으로 이월하여 선발합니다.
(단, 간호학과 미충원 인원은 정시모집 수능(수능전형)으로 이월하며, 의과대학 의예과, 약학대학 약학부 미충원 인원은 정시모집 수능(지역인재전형)으로 이월함.)

※ 학교폭력 조치사항 등 기타 상세한 사항은 〈부산대학교 2025학년도 수시모집요강〉을 참고하십시오.

학생부 교과 반영방법

① 지정교과

전형명		교과배점	학생부 반영교과(전 계열)	활용지표
논술	논술전형 지역인재전형	30점	국어, 수학, 영어, 사회, 과학, 한국사	석차등급, 이수단위

※ 학생부 지정교과는 해당 고등학교에서 분류한 교과 분류체계(편제)를 따릅니다.(단, 교과 영역 구분이 없거나 구분이 어려운 경우 및 교과 편제가 우리 대학교의 반영 교과 분류와 상이한 경우는 우리 대학교가 정한 기준에 따라 반영함)

② 반영범위: 졸업예정자는 3학년 1학기까지, 졸업자는 3학년 2학기까지 학생부에 기록된 반영교과 중 석차등급이 기재된 과목만 반영합니다.
※ 학년별 반영비율은 적용하지 않습니다.

❸ 산출방법

가. **반영과목**: 학생부 반영교과 내 석차등급이 기재된 과목

나. **과목별 등급 점수**:

학생부 등급	1	2	3	4	5	6	7	8	9
등급 점수	100	99	98	97	96	95	90	60	0

다. **점수화 방법**

1) 과목별 등급을 점수화하여 평균 성적을 산출합니다.

☞ 과목별 반영교과 평균 성적 = [Σ(과목별 등급점수 × 과목별 이수단위)] ÷ Σ(과목별 이수단위)

2) 전형별 교과배점을 적용한 최종 반영 교과 성적을 산출합니다.

☞ 최종 교과 성적 = 학생부 반영 교과 평균 성적 × 전형별 교과배점(30점) ÷ 100

※ 중간 계산과정 및 최종 교과 성적의 소수점이하 처리는 소수점 아래 다섯째자리에서 버림 처리합니다.

❹ 비교내신 적용 대상자 교과성적 반영방법

가. **학생부 비교내신 적용 대상자**: 국내 고교에서 3개 학기 미만의 성적을 취득한 자, 외국 고교 졸업(예정)자, 검정고시 출신자, 석차등급 미기재자, 2022년 2월 28일 이전 고교 졸업자, 기타 우리 대학교가 인정하는 학생부 성적을 산출할 수 없는 자

나. **점수화 방법**: 논술성적을 기준으로 산출합니다.

❺ 기타 사항은 자체 기준에 따라 처리합니다.

4. 수능 필수응시영역 및 최저학력기준

<table>
<tr><th>계열</th><th>모집단위</th><th>수능 필수응시영역</th><th colspan="2">수능최저학력기준</th></tr>
<tr><td rowspan="2">인문·사회</td><td>• 경영대학 경영학과</td><td rowspan="2">국어, 수학, 영어,
사회/과학탐구, 한국사</td><td>국어, 수학, 영어, 사회/과학탐구 영역 중 상위 3개 영역 등급 합 7 이내</td><td rowspan="5">한국사
4등급
이내</td></tr>
<tr><td>• 인문대학, 사범대학, 예술대학
해당 모집단위</td><td>국어, 수학, 영어, 사회/과학탐구 영역 중 상위 2개 영역 등급 합 4 이내</td></tr>
<tr><td rowspan="3">자연</td><td>• 의과대학 의예과
• 약학대학 약학부
• 한의학전문대학원 학·석사통합과정</td><td rowspan="2">국어,
수학(미적분, 기하 중 택1),
영어, 과학탐구, 한국사</td><td>국어, 수학(미적분, 기하 중 택1), 영어, 과학탐구 영역 중 수학 포함 3개 영역 등급 합 4 이내</td></tr>
<tr><td>• 자연과학대학[1], 공과대학, 사범대학, 간호대학, 나노과학기술대학, 정보의생명공학대학[2]
해당 모집단위
• 첨단융합학부(나노자율전공)</td><td>국어, 수학(미적분, 기하 중 택1), 영어, 과학탐구 영역 중 수학 포함 2개 영역 등급 합 5 이내</td></tr>
<tr><td>• 자연과학대학 대기환경과학과
• 첨단융합학부(공학자율전공)</td><td>국어, 수학, 영어,
과학탐구, 한국사</td><td>국어, 수학, 영어,과학탐구 영역 중 수학 포함 2개 영역 등급 합 5 이내</td></tr>
</table>

[1] 자연과학대학 대기환경과학과 제외 / [2] 정보의생명공학대학 첨단융합학부(정보의생명공학자율전공) 포함

① 모집단위별로 지정한 수능 필수응시영역에 반드시 응시하여야 합니다.

② 탐구영역 과목은 지원자가 자유 선택하되 **반드시 2과목을 응시**하여야 합니다.(단, 자연계열은 과학탐구 2과목을 응시하여야 함)

③ 탐구영역은 2과목 중 상위 1과목을 반영하되, 의과대학 의예과에 한해 2과목 평균을 반영합니다.
[의과대학 의예과 과학탐구 반영 예시: 2과목 등급이 각각 1등급, 2등급일 경우 2과목 평균인 1.5등급을 그대로 반영함]

5. 논술고사 안내

가. 대상자: 논술(논술전형, 지역인재전형) 지원자 전원

나. 일시: 11월 23일(토)

1) 자연계열: [100분] 09:30~11:10 (단, 9시까지 입실 완료하여야 합니다.)
2) 인문·사회계열: [100분] 15:30~17:10 (단, 15시까지 입실 완료하여야 합니다.)

다. 문항 유형 및 출제 범위

계열	모집단위	문항 유형	출제 범위
인문·사회	인문·사회계열 해당 모집단위	인문 및 사회 교과목 통합	• 2015 개정 국어과 교육과정 • 2015 개정 사회과 교육과정 • 2015 개정 도덕과 교육과정 • 2015 개정 한국사 교육과정
자연*	자연계열 해당 모집단위	수학	• 2015 개정 수학과 교육과정 - 수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분, 기하

* 자연계열 중 **의예과, 약학부, 한의학전문대학원 학·석사통합과정** 모집단위는 **의·약학계 별도 문항을 출제**합니다.

라. 출제 방향

○ 인문·사회계열

1) 인문·사회과학분야에서 중요한 기본개념 및 사회적으로 쟁점이 되는 이슈의 이해와 함께 다양한 분야에 대한 통합적 사고능력 평가(기본개념의 적용 및 활용능력) 등을 평가합니다.
2) 대학 교육과정 수학(修學)에 기본적으로 요구되는 독해력, 논리력, 문제해결능력, 표현력 등을 평가합니다.

○ 자연계열

1) 고등학교 수학교과 교육과정 내에서 출제하여 평가합니다.
2) 수학교과에 대한 지식 정도와 이해력, 문제해결능력 및 서술능력을 평가합니다.

※ 기타 상세한 사항은 〈부산대학교 2025학년도 수시모집요강〉을 참고하십시오.

6. 주요 변경사항

구분	2024학년도	2025학년도
논술전형 모집단위 변경	• (인문·사회계/예술계) 23개 모집단위, 131명	• (인문·사회계/예술계) 20개 모집단위, 110명 - 미선발: 정치외교학과, 사회복지학과, 국제학부
	• (자연계) 30개 모집단위, 249명	• (자연계) 30개 모집단위, 262명(증13명) - 신설: 첨단융합학부 3개 자율전공 - 논술(지역인재전형) 의예과 22명 모집(증7명)
수능최저학력기준 변경	• (자연과학대학 대기환경과학과) - 국어, 영어, **수학(미적분, 기하 중 택1), 과학탐구** 영역 중 수학 포함 2개 영역 등급 합 5 이내 & 한국사 4등급 이내	• (자연과학대학 대기환경과학과) - 국어, 영어, **수학, 과학탐구** 영역 중 수학 포함 2개 영역 등급 합 5 이내 & 한국사 4등급 이내

Ⅱ. 2024학년도 대학입학전형 수시모집 논술고사 분석

1. 2024학년도 지원 및 응시 현황

가. 계열별 지원자 및 응시자 현황

전형	계열	모집인원 (명)	지원인원 (명)	지원자 기준 경쟁률	응시인원 (명)	응시자 기준 경쟁률
논술	인문·사회	131	2,588	19.76	888	6.78
	자연	219	3,607	16.47	1,525	6.96
지역인재	자연	30	1,960	65.33	853	28.43
합계		380	8,155	21.46	3,266	8.59

2022~2024학년도 수시모집 논술고사 계열별 경쟁률

논술전형(인문·사회계)

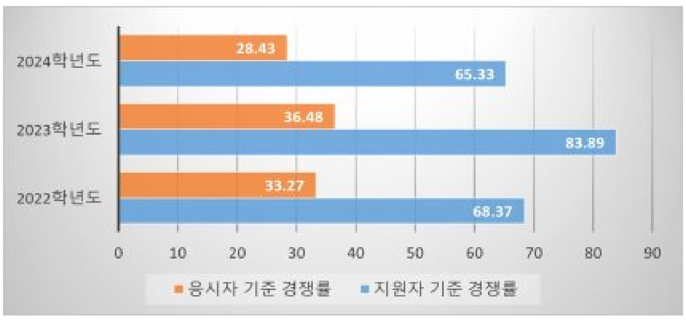
구분	2022	2023	2024
응시자 기준 경쟁률	7.04	6.81	6.78
지원자 기준 경쟁률	17.99	20.66	19.76

논술전형(자연계)

구분	2022	2023	2024
응시자 기준 경쟁률	10.36	10.21	6.96
지원자 기준 경쟁률	22.72	24.25	16.47

지역인재전형(자연계)

구분	2022	2023	2024
응시자 기준 경쟁률	33.27	36.48	28.43
지원자 기준 경쟁률	68.37	83.89	65.33



2. 2024학년도 계열별 합격 현황

가. 계열별 최초합격자 및 최종등록자 현황

전형	계열	모집인원(명)	응시인원(명)	최초합격인원(명)	최종등록인원(명)
논술	인문·사회	131	888	130	128
	자연	219	1,525	215	210
지역인재	자연	30	853	30	30
합계		380	3,266	375	368

나. 계열별 합격자 평균성적

전형	계열	인원(명)		논술 평균성적(100점 기준)		학생부교과 평균등급 (최종등록)
		최초합격	최종등록	최초합격	최종등록	
논술	인문·사회	130	128	72.39	71.54	4.21
	자연	215	210	42.46	40.32	4.02
지역인재	자연	30	30	60.22	60.22	3.16

3. 2024학년도 모집단위별 성적 현황[1)]

가. 논술전형(인문·사회계)

단과대학	모집단위	모집 인원	지원 인원	응시 인원	합격 구분	인원	학생부 지정교과 평균등급	수능 평균등급		논술 평균성적 (100점기준)
								영어	영어 제외 3개 영역 평균	
인문대학	국어국문학과	5	78	25	최초합격	5	3.93	2.80	3.27	68.90
					최종등록	5	3.93	2.80	3.27	68.90
	중어중문학과	5	71	23	최초합격	5	5.18	2.40	3.53	65.60
					최종등록	5	4.76	2.20	3.80	61.90
	일어일문학과	8	131	39	최초합격	8	4.42	2.75	4.04	67.38
					최종등록	8	4.42	2.75	4.04	67.38
	영어영문학과	8	132	54	최초합격	8	4.27	2.25	3.73	72.94
					최종등록	8	3.99	2.00	3.79	71.38
	불어불문학과	5	74	24	최초합격	5	4.50	3.00	3.83	76.00
					최종등록	5	4.21	2.40	4.13	73.80
	독어독문학과	4	65	16	최초합격	4	4.80	2.75	3.79	71.38
					최종등록	4	4.80	2.75	3.79	71.38

1) 학생부 지정교과 평균등급 산출 시 비교내신 적용 대상자는 제외함

단과대학	모집단위	모집 인원	지원 인원	응시 인원	합격 구분	인원	학생부 지정교과 평균등급	수능 평균등급		논술 평균성적 (100점기준)
								영어	영어 제외 3개 영역 평균	
인문대학	노어노문학과	6	85	30	최초합격	6	4.91	2.67	3.72	68.75
					최종등록	6	4.86	2.50	4.19	66.67
	한문학과	5	57	10	최초합격	4	5.00	3.00	3.37	63.38
					최종등록	4	5.00	3.00	3.37	63.38
	언어정보학과	6	86	33	최초합격	6	4.61	2.50	3.75	76.75
					최종등록	6	4.61	2.50	3.75	76.75
	사학과	3	42	16	최초합격	3	5.39	2.67	3.72	68.50
					최종등록	3	5.39	2.67	3.72	68.50
	철학과	5	70	23	최초합격	5	4.01	1.60	4.07	78.40
					최종등록	5	4.69	2.20	3.83	78.70
	고고학과	3	37	13	최초합격	3	4.42	2.67	4.00	71.50
					최종등록	2	4.71	3.00	3.83	68.25
사회과학 대학	정치외교학과	5	150	49	최초합격	5	3.78	2.20	3.27	83.20
					최종등록	5	3.78	2.20	3.27	83.20
	사회복지학과	5	91	26	최초합격	5	3.54	3.00	3.60	78.40
					최종등록	5	3.99	2.40	3.70	76.60
사범대학	국어교육과	3	48	17	최초합격	3	3.72	2.67	3.94	76.50
					최종등록	3	3.72	2.67	3.94	76.50
	영어교육과	4	57	25	최초합격	4	3.41	1.25	3.67	68.38
					최종등록	4	3.54	1.50	3.75	64.75
	유아교육과	5	57	16	최초합격	5	4.83	2.80	4.00	70.20
					최종등록	5	4.83	2.80	4.00	70.20
	일반사회교육과	3	53	16	최초합격	3	4.08	3.33	3.11	70.83
					최종등록	3	4.08	3.33	3.11	70.83
	역사교육과	3	46	17	최초합격	3	4.35	2.67	3.28	65.33
					최종등록	3	4.35	2.67	3.28	65.33
	지리교육과	5	68	29	최초합격	5	3.60	2.40	3.17	69.10
					최종등록	5	3.60	2.40	3.17	69.10
경제통상 대학	국제학부	5	124	52	최초합격	5	4.27	2.20	3.70	79.10
					최종등록	4	4.71	2.75	3.50	79.63
경영대학	경영학과	25	861	303	최초합격	25	3.70	2.12	3.10	73.54
					최종등록	25	3.67	2.24	3.07	73.36
예술대학	예술문화영상학과	5	105	30	최초합격	5	3.93	2.60	3.70	72.30
					최종등록	5	4.05	2.80	3.77	68.70

나. 논술전형(자연계)

단과대학	모집단위	모집인원	지원인원	응시인원	합격구분	인원	학생부 지정교과 평균등급	수능 평균등급 영어	수능 평균등급 영어 제외 3개 영역 평균	논술 평균성적 (100점기준)
자연과학대학	수학과	5	49	18	최초합격	3	4.11	2.67	4.00	33.17
					최종등록	3	4.11	2.67	4.00	33.17
	통계학과	10	105	37	최초합격	10	4.65	2.60	3.52	29.60
					최종등록	10	4.65	2.60	3.52	29.60
	화학과	8	91	41	최초합격	8	3.62	2.63	3.12	35.31
					최종등록	8	4.26	2.88	3.06	30.81
	지질환경과학과	9	95	38	최초합격	9	4.43	3.00	3.80	27.56
					최종등록	9	4.64	2.89	3.80	24.00
	대기환경과학과	5	58	15	최초합격	4	4.77	2.50	4.00	17.00
					최종등록	3	5.34	2.67	3.67	20.83
	해양학과	5	57	14	최초합격	4	4.50	2.00	3.62	33.38
					최종등록	1	-	-	-	-
공과대학	기계공학부	40	733	358	최초합격	40	3.86	2.80	3.50	49.34
					최종등록	40	4.06	2.80	3.50	47.91
	고분자공학과	10	151	69	최초합격	10	4.02	2.40	3.58	40.00
					최종등록	10	4.15	2.50	3.77	36.30
	화공생명공학과	5	178	80	최초합격	5	3.23	3.00	3.17	48.50
					최종등록	5	3.23	3.00	3.17	48.50
	재료공학부	15	243	105	최초합격	15	3.56	2.60	3.47	44.53
					최종등록	15	3.61	2.60	3.52	42.37
	전기전자공학부 전자공학전공	6	147	59	최초합격	6	3.69	2.83	3.00	50.08
					최종등록	6	3.06	2.50	3.14	49.50
	전기전자공학부 전기공학전공	8	140	60	최초합격	8	3.73	3.25	3.23	55.56
					최종등록	8	3.86	3.25	3.23	52.56
	전기전자공학부 반도체공학전공	5	103	38	최초합격	5	3.80	2.40	3.47	39.70
					최종등록	5	3.80	2.40	3.47	39.70
	건축공학과	4	73	33	최초합격	4	4.02	3.50	3.42	51.75
					최종등록	4	4.31	4.00	3.58	45.63
	건축학과	3	102	30	최초합격	3	3.89	2.33	3.17	48.50
					최종등록	3	4.02	2.00	3.00	36.50
	도시공학과	4	50	12	최초합격	4	4.75	2.75	3.42	29.13
					최종등록	4	4.75	2.75	3.42	29.13
	사회기반시스템공학과	7	75	25	최초합격	7	4.06	3.57	3.86	30.79
					최종등록	7	3.96	3.14	3.74	29.29

단과대학	모집단위		모집인원	지원인원	응시인원	합격구분	인원	학생부 지정교과 평균등급	수능 평균등급		논술 평균성적 (100점기준)
									영어	영어 제외 3개 영역 평균	
공과대학	항공우주공학과		5	105	44	최초합격	5	3.91	2.60	3.63	48.40
						최종등록	5	3.92	2.40	3.57	38.60
	산업공학과		12	170	75	최초합격	12	4.43	2.67	3.33	41.50
						최종등록	12	4.32	2.75	3.29	37.04
	조선해양공학과		5	60	28	최초합격	5	4.56	2.80	4.00	32.30
						최종등록	5	4.56	2.80	4.00	32.30
사범대학	수학교육과		3	46	26	최초합격	3	3.67	3.67	3.28	58.83
						최종등록	3	3.30	3.33	3.33	51.83
	화학교육과		3	29	13	최초합격	3	3.58	2.00	3.11	32.67
						최종등록	2	4.21	2.00	3.42	32.50
	지구과학교육과		3	37	12	최초합격	3	4.29	4.33	3.28	36.50
						최종등록	3	3.90	3.33	3.17	32.67
간호대학	간호학과		8	202	71	최초합격	8	3.37	2.75	3.79	44.56
						최종등록	8	3.37	2.75	3.79	44.56
나노과학기술대학	나노메카트로닉스 공학과		5	86	29	최초합격	5	3.60	2.00	3.53	34.20
						최종등록	5	3.60	2.00	3.53	34.20
정보의생명 공학대학	정보컴퓨터 공학부	컴퓨터공학 전공	14	259	125	최초합격	14	3.55	2.71	3.10	48.64
						최종등록	14	3.58	2.57	3.19	47.50
		인공지능 전공	12	163	70	최초합격	12	4.14	2.50	3.21	49.58
						최종등록	12	4.06	2.50	3.21	43.83

※ 합격인원이 1명인 경우 개인정보 보호에 따라 성적자료를 공개하지 않습니다.

다. 지역인재전형(자연계)(의·약학계 별도 문제 응시)

단과대학	모집단위	모집인원	지원인원	응시인원	합격구분	인원	학생부 지정교과 평균등급	수능 평균등급		논술 평균성적 (100점기준)
								영어	영어 제외 3개 영역 평균	
약학대학	약학부	10	764	272	최초합격	10	3.11	1.70	1.62	53.95
					최종등록	10	3.11	1.70	1.62	53.95
의과대학	의예과	15	964	490	최초합격	15	3.21	1.60	1.28	67.50
					최종등록	15	3.21	1.60	1.28	67.50
한의학전문대학원	한의학전문대학원 (학·석사통합과정)	5	232	90	최초합격	5	-	1.60	1.73	50.90
					최종등록	5	-	1.60	1.73	50.90

4. 2024학년도 수시모집 논술고사 문제 해설

가. 인문·사회계

인문·사회계 1번

【문제 1】 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 빌 게이츠는 ㉠ '마찰 없음(friction-free)'이라는 용어로 사용자 친화적 기술을 설명했다. 이 용어는 특히 사용하기는 쉽지만 대부분의 사용자가 그것이 어떻게 작동되는지 모르는, 예를 들면 컴퓨터 주도형 자동차 개발 기술을 설명할 때 쓰인다. 프로그래밍 전문가인 피터 머홀츠는, 설계자는 기술의 복잡성을 사용자에게 감출 방법을 적극적으로 찾아내야 한다고 했다. 페이스북 대표 마크 저커버그는 이 권고를 '마찰 없는 공유(frictionless sharing)'라는 슬로건으로 구체화해 사회적 공식으로 전환한다. 그의 프로그램의 목적은 친구를 얻거나 데이트를 하기 위한, 어렵고 좌절감을 주는 노력을 줄이는 데 있다. 대체로 사용자가 '왜?'에 대해 생각할 필요가 없을 때, 마찰 없음이 사용자 친화적인 것이 된다. 하지만 기술 영역에서 사용자가 그런 판매 기술에 굴복하면 ㉡ 비싼 정신적 대가를 치르게 된다. … (중략) … 예컨대 찾아가기 힘든 곳에 있는 어떤 지역 카페에 굳이 가지 않고 그냥 스타벅스에 들어가는 식이다. 더 심각한 예를 들자면, 마찰 없음은 흑인이나 무슬림 같은 타자의 전형성만 알아본다. 그 전형성에 맞지 않는 흑인 남자나 무슬림 여성의 특수성을 식별하려면 감정적 노동뿐 아니라 정신적 노동도 필요하기 때문이다.

(나) 민주주의가 시간이 많이 드는 과정임은 부인할 수 없다. 숙의를 통한 민주적 의사 형성과 의사 결정을 위해서는 모든 관련 집단을 확인하고 조직화하고, 강령과 논변을 정식화하고, 집단의사를 형성하며, 최종적으로 으뜸가는 논변을 집단적으로 탐색해야 한다. 탈관습적 다원주의와 전 지구적 복합성이라는 후기 근대의 조건 하에서 이러한 과정에는 실로 더 많은 시간이 필요하다. 더 많은 사람과 집단이 관련되어 있고, 그저 당연히 받아들이는 일은 줄어들며, 더 다양한 견해와 욕구를 염두에 두어야 하기 때문이다. 나아가 결정의 결과와 배경 조건도 더 복잡해졌다. 그러나 사회적 가속 때문에 정치인이 쓸 수 있는 시간 자원은 늘어나는 것이 아니라 오히려 줄어든다. 기술적 혁신, 경제적 거래와 문화적 삶이 빨라지므로 더 짧은 시간 동안 더 많은 결정을 내려야 한다. 다시 말해 의사 결정이 더 빠르게 일어나는 것이다. … (중략) … 기술의 발전에 따라 우리가 맺는 관계의 수와 종류, 접촉의 빈도와 강도 등은 모두 점점 늘어난다. 이것이 극단적으로 늘어나면서 우리는 사회적 포화 상태에 이른다. 그 결과 진실로 서로 '관계함'이 구조적으로 어려워진다. 당신은 비록 시간이 부족하더라도 다른 사람과 정보를 교환하고 도구적 관점에서 서로 협력할 수는 있을 것이다. 하지만 개인적인 이야기를 나누거나 깊은 관계를 맺는 일은 피하자. 깊은 관계를 맺는 데는 시간이 너무 많이 들고 또 이런 관계를 푸는 것도 고통스럽다. 이런 일은 모두 빠르게 변하는 만남의 세계에서는 문제를 일으키기 쉽다.

(다) 근대의 정신은 '행복의 추구'라는 깃발 아래 태어났다. 지금보다 더 큰 행복을, 그리고 더욱더 큰 행복을! 유동적 근대의 소비사회에서는 모든 개인들에게 제각기 개인적 수단과 개인적 노력을 통해 개인적 행복을 추구하라는 교육, 훈련, 준비가 주어진다. 행복은 여러 가지로 정의될 수 있겠지만 기본적으로 행복에서 빠질 수 없는 것은 '불편함에서의 자유'다. 그리고 '불편함'에 대한 현대적 정의로 『옥스퍼드 영어사전』은 "의견이 일치되지 않는, 부적당한, 부적절한, 경우에 맞지 않는, 편안해지기에 도움이 안 되는, 답답한, 신경이 쓰이는, 유익하지 않은, 어색한" 등등을 꼽고 있다. 누구나 그런 정의에 모조리

해당되는 사람들을 어렵지 않게 여럿 거명할 수 있을 것이다. 그리고 그런 사람들이 그런 정의에 해당하는 이유는 그들이 나의 개인적 행복 추구에 방해가 되기 때문이다.

(라) 한 도시에서 다른 도시로의 이동이 이제껏 지금처럼 수월했던 적이 없다. 우리가 다른 장소와 다른 시간, 다른 문화 속으로 진입할 때면 겪는, 예전에 '인지 장애'라고 부르던 충돌이라고는 전혀 없이 이동이 가능해졌기 때문이다. 각종 상점이며 백화점, 어딜 가도 동일하게 운영되는 레스토랑 체인, 어디서나 가능한 위치 검색, 숙소 예약, 교통수단 예매 플랫폼과 인터페이스만큼 세계화의 효과는 분명하다. 언어의 장벽조차 점점 사라지고 있다. 길을 찾아다니는 것이 다른 이의 도움 없이도 즉각적으로 이루어진다. 인터넷에 접속하는 도구이자 모바일 어플리케이션이 탑재된 스마트폰은 어른, 아이, 젊은이, 노인, 교육을 많이 받은 자와 그렇지 않은 자의 구분 없이 모두의 손을 떠나지 않는다. 세계는 이렇게 모두의 손안에 들어왔다. 또 클릭 한 번이면 우리는 벌써 다른 곳에 있다. 하지만 같은 지구상에 있으면서도 이 도시 세계는 타인에 대한 두려움, 이방인에 대한 배척 등 자기 정체성에 관한 한 일종의 자폐 증세를 보인다. 그래서인지 곳곳에 장벽이 세워지거나 세워지려고 한다.

(마) 세계의 시민이 되는 과제는 종종 외롭게 수행해야 한다. 이것은 사실상 일종의 망명이다. 보증된 진실들의 편안함으로부터, 자신의 신념과 열정을 공유하는 사람들에 둘러싸여 있다는 둥지 속 따뜻한 느낌으로부터 망명하는 것이다. 습관과 관습이라는 버팀대의 제거, 그리고 도덕적 추론 외에는 어떤 권위도 믿지 않겠다는 결심은 삶에서 어떤 온기와 안정을 앗아간 듯하리라. 부모와 같은 방식으로 시민성을 재구성하고, 이상화된 나라나 지도자의 이미지에서 우리 대신 생각을 해줄 대리 부모를 찾고 싶은 유혹을 느낀다. 그러나 문제를 제기하는 시민성에 사실 더 많은 기쁨이 있고, 피상적인 고정관념을 열심히 답습하는 것보다 인간의 모든 진정한 다양성과 복잡성을 들여다보는 것이 더 매혹적이고, 권위에 굴복하는 것보다 질문하고 탐사하고 탐구하는 삶이 더 가치 있음을 알아야 한다.

1-1. 제시문 (가)의 ㉠ 마찰 없음(friction-free)의 의미를 제시문 (가)와 (다)를 통해 설명하고, 이와 유사한 내용을 제시문 (라)에서 찾아 쓰시오. (250자±20자) [15점]

1-2. 제시문 (가)의 ㉡ 비싼 정신적 대가의 구체적인 내용을 제시문 (나)와 (라)에서 찾아 쓰고, 제시문 (마)의 논지를 활용하여 해결방안을 서술하시오. (250자±20자) [15점]

출제 의도

문제 1은 최근 기술 영역에서 사용되는 '마찰 없음'이라는 개념을 비판적으로 생각해보고 기술의 발전, 개인의 행복 추구가 가져올 수 있는 문제점과 해결 방안에 대하여 학교 교육과정 범위 내에서 다뤄지는 고등학교 『국어』, 『화법과 작문』, 『독서』, 『생활과 윤리』, 『윤리와 사상』, 『통합사회』, 『세계지리』, 『사회 · 문화』 교과목의 내용과 관련지어 살펴보고자 하였다. 이 문제는 오늘의 시대를 살아가는 수험생들로 하여금 개인의 행복 추구와 타인과의 관계 맺음, 세계시민의 의미와 역할, 기술의 편리함이 갖는 양면성 등에 관하여 균형 잡힌 시각에서 생각해 볼 수 있도록 하려는 의도에서 출제되었다.

문제 1-1은 마찰 없음이라는 개념의 의미를 정확히 이해할 수 있게 하려는 의도에서 출제되었다. 기술 영역에서 사용되는 이 개념의 의미를 행복을 추구하는 개인이 자신에게 불편함을 끼치는 것들로부터 도피하고자 하는 욕망과

연결시켜서 이해해 보도록 했다. 그리고 이와 유사한 내용으로 제시문 (라)의 타문화에 진입했을 때 겪는 인지 장애라는 충돌을 거부하는 상태를 찾아내도록 했다.

문제 1-2는 기술 발전이 가져온 편리함과 편안함을 추구하는 것이 어떤 문제를 초래하는지에 대해 생각해 보도록 하는 의도에서 출제되었다. 편리함과 효율성만 추구하다 보면 깊이 있는 논의가 어려워져서 숙의 민주주의의 발전이 저해될 수 있다는 점, 다른 사람과의 진실한 관계 맺기가 어려워진다는 점, 타인에 대한 두려움과 이방인에 대한 배척, 자기 정체성에 대한 자폐 증세 등과 같은 정신적 대가를 치러야 한다. 이 문제를 해결하기 위한 방법으로 제시문 (마)에서 제시된 고정관념이나 관습, 권위에서 벗어나 질문하고 탐사하며 탐구하는 삶을 찾아내도록 했다.

문항 해설

문제 1은 최근 기술 영역에서 사용되는 '마찰 없음'이라는 개념을 비판적으로 생각하고 기술의 발전, 개인의 행복 추구가 가져올 수 있는 문제점과 해결방안을 제시할 수 있는지를 평가하도록 하는 내용이다.

문제 1-1은 '마찰 없음'이라는 기술발전의 개념을 제시문 (다)를 통해 설명하고, 이 개념과 유사한 내용을 제시문 (라)에서 찾아내도록 하고 있다. 이를 위하여 먼저 제시문 (가)에서 '마찰 없음'이 기술의 복잡성이 완전히 감추어져 어떻게 작동되는지조차 전혀 모르는 '사용자 친화적인 기술'임을 설명하도록 요구하고 있다. 제시문 (다)에서는 근대의 정신인 개인의 행복 추구가 결국에는 '자신에게 불편함을 주거나 신경이 쓰이는 상황 혹은 사람으로부터 도피'하는 부작용을 야기했음을 설명하도록 했다. 그리고 이와 유사한 내용을 제시문 (라)에서 다른 문화, 장소, 시간, 언어에 진입하고 타인과 만났을 때 겪는 마찰과 충돌, 장애, 장벽에서 벗어나 '인지 장애가 없는 상태'가 되는 것을 찾아내도록 했다.

문제 1-2는 마찰 없는 기술의 발전이 초래한 문제점을 '비싼 정신적 대가'로 보고, 이에 대한 구체적인 내용을 찾은 후 해결방안을 서술하도록 하고 있다. 이를 위해 먼저 제시문 (나)에서 기술 발전, 다원주의, 복합성, 관계의 증가에 따라 깊이 있는 논의가 어려워져 민주주의에서 '숙의의 과정이 줄어든다'는 점을 찾아내도록 했다. 또한 기술 발전에 따라 관계의 수와 빈도 등이 극단적으로 늘어나면서 '다른 사람과의 진실한 관계 맺기가 어려워진다'는 점도 찾게 했다. 제시문 (라)에서는 타인에 대한 두려움과 이방인에 대한 배척, 자기 정체성에 대한 자폐 증세 등이 정신적 대가로 나타남을 찾게 했다. 이 문제를 해결하기 위한 방안으로 권위에 대해 굴복하거나 고정관념을 따르는 대신, 제시문 (마)에 나타난 인간의 다양성과 복잡성을 들여다보고, 질문하고, 탐사하고, 탐구하는 삶의 태도를 활용하여 해결 방안을 서술하도록 했다.

제시문 (가)는 리처드 세넷의 『짓기와 거주하기』를 발췌해서 재구성한 것이다. 제시문은 사용자 친화적 기술의 특징인 "마찰 없음"이 어떤 문제점을 가지는지 보여준다. 저자는 기술 발전은 사용자에게 편리함을 가져다주는데, 여기에 점차 익숙해진 사람들은 더 이상 질문하지 않게 됨을 비판한다.

제시문 (나)는 하르트무트 로자의 『소외와 가속』를 발췌, 재구성한 것이다. 이 제시문은 사회의 빠른 발전과 변화 속도가 숙의를 통한 민주적 의사 형성과 의사 결정에 부정적 영향을 미치게 된다고 우려하고 있다. 숙의의 과정은 다양한 상황과 의견을 검토하는 충분한 시간을 요구하지만, 빠른 속도는 이를 어렵게 만든다는 것이다.

제시문 (다)는 지그문트 바우만의 『유동하는 공포』의 일부이다. 제시문은 행복의 사전적 의미를 살펴보면서 근대인들의 행복을 향한 추구가 불편함으로부터 도피, 불편함을 초래하는 타인으로부터 떠나는 것으로 이어짐을 보여준다.

제시문 (라)는 카를로스 모레노의 『도시에 살 권리』의 일부이다. 인간이 낯선 환경, 시간, 문화로 진입하게 되면 '인지 장애'의 충돌을 겪는 것이 당연한데, 현재 전 지구화, 인터넷 기술의 발달은 이러한 충돌을 겪지 않아도 되는 환경을 만들었다. 제시문은 이런 환경이 타인에 대한 두려움, 자기 정체성의 자폐 증세의 강화라는 부작용으로 이어진다고 비판한다.

제시문 (마)는 마사 누스바움의 『인간성 수업』의 일부이다. 저자는 세계의 시민이 되기 위해서는 편안함에서 망명하기, 인간의 복잡성과 다양성을 들여다보고, 질문하고 탐구하는 삶의 태도가 필요함을 강조한다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1-1	【제시문 (가)의 ㉠ 마찰 없음(friction-free)의 정확한 의미를 제시문 (가)와 (다)의 논지를 바탕으로 설명하고 제시문 (라)에서 유사한 내용을 찾을 수 있는지를 평가함】 • 제시문 (가)의 ㉠ 마찰 없음(friction-free)의 의미를 제시문 (가)를 통해 정확히 설명하였는가? • 제시문 (가)의 ㉠ 마찰 없음(friction-free)의 의미를 제시문 (다)를 통해 정확히 설명하였는가? • 제시문 (라)에서 유사한 내용을 정확히 찾아 서술하였는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심개념: 마찰 없음, 사용자 친화적인 기술, 감정적·정신적 노동이 불필요, 행복, 불편함에서의 자유, 인지 장애라는 충돌이 사라짐 - 예시 답안 참조	15
1-2	【제시문 (가)의 ㉡ 비싼 정신적 대가의 구체적인 내용을 제시문 (나), (라)에서 찾고 (마)를 통해 해결 방안을 도출할 수 있는지를 평가함】 • 제시문 (가)의 ㉡ 비싼 정신적 대가의 구체적인 내용을 (나)에서 정확히 찾았는가? • 제시문 (가)의 ㉡ 비싼 정신적 대가의 구체적인 내용을 (라)에서 정확히 찾았는가? • 제시문 (마)의 논지를 활용하여 해결 방안을 적절하게 서술하였는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심개념: 기술 발전, 다원주의, 복합성, 관계의 증가, 비싼 정신적 대가, 타자의 전형성, 숙의 민주주의, 사회적 포화 상태, 타자에 대한 두려움, 이방인 배척, 자폐 증세, 편안함에서의 망명, 다양성과 복잡성, 질문과 탐사, 탐구하는 태도 - 예시 답안 참조	15

예시 답안

1-1. ㉠은 사용자 친화적인 기술을 설명하는 용어로, (가)에서는 왜?라는 생각을 필요로 하지 않고 인간관계에서 요구되는 감정적, 정신적 노동이 불필요한 상황을 의미한다. (다)에서는 행복을 추구하는 인간의 '불편함에서의 자유', 답답하고 신경 쓰이는 것이 없는 상태로 설명된다. 또한 ㉠은 (라)의 다른 문화, 장소, 시간, 언어, 타인과 만났을 때 생기는 마찰, 장애, 장벽, 즉 '인지 장애'라는 충돌이 사라진 것과 유사하다. (237자)

1-2. ㉡은 (나)에서 기술 발전, 다원주의, 복합성, 관계의 증가 등에 따라 숙의의 과정이 줄어들고 타인과 진실한 관계를 맺는 것이 어려워진 상태로 표현된다. (라)에서는 타인에 대한 두려움, 이방인 배척, 자기 정체성에 대한 자폐 증세가 커진 것으로 나타난다. 이를 해결하기 위해 (마)의 주장처럼 편안함에서 망명하기, 습관과 관습에서 벗어나기, 권위에 대한 불신, 고정관념을 넘어 인간의 다양성과 복잡성 들여다보기, 질문과 탐사, 탐구하는 태도 등을 가져야 한다. (258자)

인문·사회계 2번

【문제 2】 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 사람들은 대개 자신이 겪고 있는 고통을 역사적 변동과 제도적 모순으로 규정하려고 하지 않는다. 마찬가지로 그들이 누리는 안락 역시 자신이 살고 있는 사회의 흥망성쇠 탓이라고 생각하지 않는다. 개인적 문제를 그 이면에 존재하는 구조적인 변모를 통제하는 방식으로 다룰 줄 모르는 것이다. 가령 인구 10만의 어떤 도시에서 한 사람만 실업자라면, 그것은 그 사람의 개인 문제이다. 그리고 그 문제를 해결하기 위해서 그의 성격과 기술, 직접적인 여러 기회를 살펴야 한다. 그러나 취업자가 5,000만인 나라에서 1,500만 명이 실업자라면 그것은 공공 문제이며, 어떤 특정 개인에게 주어진 기회의 범위 내에서 해결책을 찾을 수 없다. 이를 해결하기 위해서는 그 사회의 경제적 · 정치적 제도에 대한 고찰이 필요하며, 개인의 상황과 성격에 대한 고려만으로는 해결이 불가능하다. 사회학적 상상력은 거대한 역사적 국면이 개인들의 내면생활과 외적 생애에 어떤 의미를 갖는지를 이해할 수 있도록 한다. 이를 통해 개인의 특수한 환경적 경험과 사회 구조의 관념 사이의 관계를 추적할 수 있다.

(나) 분배적 정의에 관한 정형적(patterned) 원리들은 재분배 행위를 필연적이게 한다. 그러나 자유롭게 성립된 소유물의 어느 실제적 집합도 일정한 정형에 맞아들어갈 가능성은 적다. 소유 권리론의 관점에서 볼 때, 재분배는 실제 개인들의 권리의 침해를 포함하므로 정말로 심각한 문제이다. 다른 이론의 관점에서 보아도 역시 심각한 문제이다. 근로 소득에 대한 과세는 강제 노동과 동등한 것이다. 일부의 사람들은 이 주장이 명백한 진리라 생각한다. n시간 분의 소득을 세금으로 취하는 것은 그 노동자로부터 n시간을 빼앗는 것과 같다. 이는 마치 그 사람으로 하여금 다른 사람을 위해 n시간을 일하게 하는 것과 같다.

(다) 샌프란시스코 시장은 슈퍼볼을 맞아 거리의 노숙인들을 싹 치우기로 결정했다. 경기가 샌프란시스코에서 약 64킬로미터나 떨어진 실리콘밸리의 새 포티나이너스 구장에서 열리는데도 말이다. 우리는 집 없는 사람들을 문제를 지닌 사람들이 아니라 다른 사람들에게 문제가 되는 존재로 볼 때가 너무 많다. 그러니 우리가 노숙인 문제를 논할 때 흔히 쓰는 단어가 쓰레기, 때, 오염에 쓰는 말인 '제거'라는 사실도 그다지 놀랍지 않다. ㉠ <u>어느 한 시민</u>은 온라인에 시장에게 띄우는 공개편지를 올렸다.

> 도시의 젠트리피케이션* 때문에 좌절한 사람들이 있다는 것은 나도 압니다. 하지만 현실을 직시해야죠. 우리가 사는 세상은 자유시장 사회입니다. 부유한 근로자들은 일해서 이 도시에 살 권리를 번 것입니다. 그들은 게으르고 나태해서 노숙인이 된 사람들과 달리 성실히 공부하고 열심히 일해서 그 권리를 얻은 거죠. 그런데 왜 내가 길을 걸을 때 구걸하는 사람이 들러붙을까봐 신경 써야 합니까? 왜 내가 매일 출퇴근길에서 노숙자들의 고통, 고난, 절망을 봐야 합니까? 왜 내가 그들의 처지를 개선하기 위한 의무를 이행해야 합니까?
>
> * 젠트리피케이션: 도심 근처의 낙후 지역에 고급 상업 및 주거지역이 새로 형성되는 현상

(라) 미국의 생태학자 하딘은 「공유지의 비극」이라는 논문에서 머지않은 장래에 닥칠 ㉡ <u>지구 환경의 위험</u>을 경고한 바 있다. 개인은 자신이 소유한 목초지는 정성스럽게 가꾸지만, 마을 사람이 공동으로 소유한 목초지는 함부로 소비하는 경우가 많다. 그 결과 개인이 소유한 목초지에는 풀들이 무성한데 공유지에는 풀이 금세 사라진다. 소비에 제한이 따르지 않기 때문에 남보다 더 많은 풀을 먹이려고 경쟁적으로 양을 풀었기 때문에 이러한 비극이 발생하는 것이다. 이러한 현상은 개인의 이득 추구 행위가 다른 사람과 공동체에

부정적 영향을 주면서도 그에 대한 대가를 지불하지 않는 부정적 외부 효과가 나타난 것으로 볼 수 있다. 개인이 소비를 조절할 경제적 유인이 없으므로 공유지가 황폐화되는 것이다. 그는 지구를 모두가 함께 사용할 수 있는 공유지로 보고, 아무도 그것을 아껴 쓰려고 노력하지 않기 때문에 비극적인 결과가 초래될 것이라고 주장하였다. 이처럼 공유지의 비극은 우리의 환경이 감당해야 할 비극적인 운명을 대변하는 말로 널리 쓰이고 있다. 그렇다면 해결책은 없을까. 하딘은 공유 자원의 과도한 이용에 대한 해결책으로 두 가지를 들었다. 세금 · 분담금 등의 정부 규제나 사유화 혹은 소유권의 확립을 통해 자원의 과다 이용을 막을 수 있다는 것이다. 그러나 기후 위기로부터 지구공동체를 지켜내는 데 정부 규제와 사유화는 효과를 거두었다고 보기 어렵다.

(마) 최근 사회과학자들은 '사회적 자본(social capital)'을 현대 사회에서 국가와 기업의 경쟁력을 좌우하는 핵심적인 제3의 자본으로 인정하며 이에 대한 연구를 많이 하고 있다. 엘리너 오스트롬은 우리가 서로를 알고 신뢰하고 협력할 수 있으면, 그것이 바로 사회적 자본이라는 점을 강조한다. 그는 정부 규제나 사유화에 기대지 않고 자발적인 협력 관리를 통해 공유 자원을 잘 관리해 온 공동체들을 연구 사례로 제시하였다. 그는 공유 자원을 잘 관리하기 위해 이분법적 논리, 즉 정부냐 시장이냐에서 벗어나야 한다고 주장한다. 그가 노벨경제학상 수상자로 결정된 이유는 전통적인 견해, 즉 사유화나 정부의 직접 관리에 대한 주장에 도전하면서 자율적 지역공동체들에 의해 잘 관리된 성공적인 사례를 발굴 · 제시하고, 이를 이론적으로 분석한 공로를 인정받았기 때문이다. 예컨대 그는 지역의 오래된 관습과 규칙이 공유 자원 관리에 유용한 역할을 한다는 점을 다음과 같은 사례를 통해 제시하고 있다. 인구 600여 명의 스위스 퇴르벨은 마을 공동체가 800여 년 넘게 초지를 공동으로 관리해 왔다. 1517년 작성된 퇴르벨 마을 조례에는 "여름철 초지에 내보낼 수 있는 소의 수는 겨울철에 자신이 사육할 수 있는 소의 수만큼만 허용된다."고 적혀있다. 이 자치 제도는 외부의 간섭이 아닌 공동체의 필요와 합의에 의해 만들어진 것이다.

(바) 기후 위기는 미래가 아닌 당장 해결해야 할 비상사태이지만 기후 위기에 대처하는 사람들의 태도는 느긋하기만 하다. 파리 협정에서 결의한 기온 2℃ 상승 저지라는 목표는 무모하기 짝이 없다고 할 수 있다. 그렇기 때문에 2009년 코펜하겐 협정에서 이와 같은 목표가 발표되자 아프리카 국가들의 대표자들은 이를 '사형 선고'라고 표현했고, 저지대에 위치한 도서 국가들은 '생존을 위해서는 목표를 1.5 ℃로 낮춰야 한다.'는 표어를 내걸었던 것이다. 그 덕분에 마지막 순간에 각국은 '기온이 1.5℃ 이상 올라가지 못하도록 저지하기 위한 노력'을 기울일 것이라는 조항을 파리 협정에 추가하기는 했지만, 이 조항은 구속력이 없을 뿐 아니라 거짓말에 불과하다. 왜냐하면 이와 같은 노력을 기울이는 국가가 없기 때문이다. 오히려 이와 같은 약속을 내걸고도 각국 정부는 탄소중립과 거리가 먼 방향으로 개발을 한층 더 강화하고 있는 형편이다. 그렇기에 기온이 1.5℃는 커녕 2℃ 이상 올라가지 못하도록 저지하기도 벅찬 실정이다. 이런 일이 벌어지는 이유는 세계에서 가장 부유한 국가에서 생활하는 가장 부유한 사람들이 기후 위기가 미치는 가장 큰 영향을 자신들 대신 누군가가 짊어질 것이기 때문에 자신들의 신상에는 문제가 없을 것이라 생각하고, 혹시 기후 위기의 영향이 자신들에게까지 미치더라도 누군가 자신들의 신상을 돌봐줄 것이라고 생각하기 때문이다.

2-1. 제시문 (가)와 (나)의 논지를 정리하고, 이를 통해 제시문 (다)의 ㉠ <u>어느 한 시민</u>의 주장을 평가하시오. (250자±20자) [15점]

2-2. 제시문 (라)에서 ㉡ <u>지구 환경의 위험</u>이 해결되지 않는 원인을 찾고, (바)에 나타난 문제를 (마)의 논지를 활용하여 비판하시오. (250자±20자) [15점]

출제 의도

문제 2는 사회적 존재인 인간이 공동체와의 관계 속에서 접하게 되는 다양한 갈등 상황을 이해하고 다각도로 성찰해 보도록 한 문제이다. 제시문 (다)의 노숙인과 관련된 사회적 약자 문제, (라), (바)의 공유지의 비극, 기후 위기의 환경 문제 등 개인이 속한 사회공동체, 지구공동체의 다양한 갈등 양상을 '사회구조적 접근', '개인의 소유 권리 보장', 상호신뢰와 협력을 바탕으로 한 '사회적 자본'의 측면에서 종합적으로 살펴보고 이와 관련된 개인과 공동체의 역할에 대해 성찰해 보도록 하는 것이 출제 의도이다.

문제 2-1은 C.W.밀즈의 사회학적 상상력에 관한 제시문을 통해 개인의 문제를 해결하기 위해서 사회의 경제적 · 정치적 제도에 대한 고찰이 필요하다는 관점과, 노직의 소유 권리론에 관한 제시문을 통해 재분배를 위한 과세 제도는 개인의 권리를 침해한다는 관점을 대비하고, 노숙인 문제의 사례를 통해 사회적 의무에 대해 고민해보도록 하고자 출제하였다.

문제 2-2는 부정적 외부 효과에 대응하기 위한 방안으로 규제와 사유화가 기후 위기로부터 지구공동체를 지켜내는 데 효과를 거두지 못하고 있다는 점을 파악하고, 상호신뢰와 협력, 공동체의 필요와 합의, 관습과 규칙의 중요성으로 대표되는 '사회적 자본'의 개념을 기후 위기 문제에 적용하여 생각해 보도록 하려는 의도로 출제하였다.

문항 해설

문제 2는 사회적 존재인 인간이 공동체와의 관계 속에서 접하게 되는 다양한 갈등 상황을 이해하고 다각도로 성찰해 보도록 한 문제이다. 제시문 (다)의 노숙인과 관련된 사회적 약자 문제, (라), (바)의 공유지의 비극, 기후 위기의 환경 문제 등 개인이 속한 사회공동체, 지구공동체의 다양한 갈등 양상을 '사회구조적 접근', '개인의 소유 권리 보장', 상호신뢰와 협력을 바탕으로 한 '사회적 자본'의 측면에서 종합적으로 살펴보고 이와 관련된 개인과 공동체의 역할에 대해 성찰해 보도록 했다.

문제 2-1은 C.W.밀즈의 사회학적 상상력에 관한 제시문을 통해 개인의 문제를 해결하기 위해서 사회의 경제적 · 정치적 제도에 대한 고찰이 필요하다는 관점과, 노직의 소유 권리론에 관한 제시문을 통해 재분배를 위한 과세 제도는 개인의 권리를 침해한다는 관점을 대비하고, 노숙인 문제의 사례를 통해 사회적 의무에 대해 고민해보도록 하는 문제이다.

문제 2-2는 부정적 외부 효과에 대응하기 위한 방안으로 규제와 사유화가 기후 위기로부터 지구공동체를 지켜내는 데 효과를 거두지 못하고 있다는 점을 파악하고, 상호신뢰와 협력, 공동체의 필요와 합의, 관습과 규칙의 중요성을 강조하는 '사회적 자본'의 개념을 기후 위기 문제에 적용해보도록 한 문제이다.

제시문 (가)는 개인의 문제를 역사적 변동, 경제적 · 정치적 제도와 연관하여 고찰하는 사회구조적 접근, 즉 사회학적 상상력이 필요함을 강조하는 밀즈의 저서 『사회학적 상상력』에서 발췌하여 재구성하였다.

제시문 (나)는 국가와 사회의 간섭을 최소화하고 개인의 자유와 재산권 보장을 강조한 노직의 『아나키에서 유토피아로-자유주의 국가의 철학적 기초』에서 발췌하여 재구성하였다.

제시문 (다)는 샌프란시스코의 노숙인 문제와 관련해 개인과 공동체의 역할을 성찰해 보기 위해 리베카 솔닛의 『이것은 이름들의 전쟁이다』에서 발췌하여 재구성하였다.

제시문 (라)는 시장 실패의 사례인 공유지의 비극과 관련된 내용으로 하딘의 논문 「The Tragedy of the Commons」, 이준구의 『경제학 원론』, 고등학교 『경제』 교과서에서 발췌하여 재구성하였다.

제시문 (마)는 현대 사회에서 국가와 기업의 경쟁력을 좌우하는 핵심적인 제3의 자본인 '사회적 자본(social capital)'과 관련된 내용으로 KBS 제작팀의 『사회적 자본』, 한겨레 뉴스 「미래&과학의 공유지 비극을 해결하는 '제3의길'」, 오스트롬의 저서 『공유의 미래를 넘어』에서 발췌하여 재구성하였다.

제시문 (바)는 기후 위기 문제의 심각성에 대해 고민하지 않는 사람과 국가의 행태와 관련된 내용으로 비자이 프라샤드가 엮은 『아스팔트를 뚫고 피어난 꽃 자본주의 시대 기후 변화에 대한 단상』에서 발췌하였다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
2-1	【제시문 (가)와 (나)의 핵심 논지를 정리하고 이를 통해 제시문 (다)의 ㉠ 어느 한 시민의 주장을 어떻게 평가하는지를 평가함】 • 제시문 (가)와 (나)의 핵심 논지를 파악하고 있는가? • 제시문 (가)와 (나)의 핵심 논지를 활용하여, 제시문 (다)의 ㉠ 어느 한 시민의 주장을 올바르게 평가하고 있는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심 개념: 역사적 변동, 경제적 · 정치적 제도, 사회구조적 접근, 사회학적 상상력, 재분배, 권리 침해, 사회적 의무 - 예시 답안 참조	15
2-2	【제시문 (라)에서 ㉡ 지구 환경의 위험이 해결되지 않는 원인을 찾고, (바)에 나타난 문제를 (마)의 논지를 활용하여 비판함】 • 제시문 (라)에서 ㉡ 지구 환경의 위험이 해결되지 않는 원인을 찾았는가? • 제시문 (바)에 나타난 문제를 제시문 (마)의 논지를 활용하여 비판하였는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심 개념: 경제적 유인, 부정적 외부효과, 정부규제, 소유권 확립, 상호신뢰, 협력, 공동체의 필요와 합의, 관습과 규칙, 사회적 자본, 기후 위기 문제 - 예시 답안 참조	15

예시 답안

2-1. (가)는 개인의 문제를 그 사회의 역사적 변동, 경제적 · 정치적 제도와 연관하여 고찰하는 사회구조적 접근, 즉 사회학적 상상력이 필요하다고 본다. (나)는 재분배가 개인의 권리를 침해하므로 근로 소득에 대한 과세는 강제 노동과 동등한 것이라 본다. ㉠은 노숙인의 처지 개선을 위한 사회적 의무에 반대한다. 따라서 ㉠의 주장에 대해 (가)는 노숙인 문제를 사회구조적 문제로 접근해야 한다고 비판할 것이고, (나)는 노숙인에 대한 사회적 의무가 없다는 입장에 동의할 것이다. (262자)

2-2. (라)에서 ㉡이 해결되지 않는 이유는 소비를 조절할 경제적 유인이 없어 발생한 부정적 외부효과에 대해 정부 규제와 소유권 확립이 실패했기 때문이다. (마)는 상호신뢰와 협력, 공동체의 필요와 합의, 관습과 규칙 등 사회적 자본이 중요하다고 강조한다. 이 관점에서 볼 때, (바)는 사회적 자본의 부족으로 국가들이 파리 협정을 이행하지 않고, 사람들의 위기의식이 낮으며, 가장 부유한 사람들의 안일한 인식이 복합적으로 작용하여 기후 위기 문제를 해결하지 못하고 있다. (260자)

인문·사회계 3번

【문제 3】 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 기억을 향한 요청이 있다는 것은 무엇보다도 먼저 죽은 자들이 있기 때문이다. 그리고 동시에 죽은 자들의 의지를 찬탈해 버리고 마는 다른 기억, 다른 해석, 다른 이야기가 존재하기 때문이다. 예컨대 레비나스는 다음과 같이 말한다.

> 운명이 역사에 앞서는 것이 아니라 역사가 운명에 앞선다. 운명이란 역사를 편찬하는 자들의 역사, 살아남은 자들의 역사이며, 그들은 죽은 자들의 작품을 해석한다. 다시 말해 그들은 죽은 자들의 작품을 이용하는 것이다. … (중략) … 역사편찬은 살아남은 자가 죽은 자들의 의지와 작품을 내 것으로 하는 방식을 말한다. 역사편찬은 정복자, 즉 살아남은 자에 의해 성취된 찬탈에 입각하고 있다. 노예화에 대항해 싸우는 생을 망각하면서 역사편찬은 노예화를 말해주고 있는 것이다.

그러니 기억하지 않으면 안 된다. 죽은 자들의 의지와 그들의 작품을 찬탈하는 다른 기억, 다른 해석, 다른 이야기의 폭력에 맞서, 죽은 자들을 위한 기억, 죽은 자들을 위한 해석, 죽은 자들을 위한 이야기가 '변호'로써 발생 · 기립하지 않으면 안 되는 것이다.

(나) 최호근은 동일한 집단 안에서도 실제로 동질적 집단기억은 존재하지 않는다고 말한다. 특히 민족이나 국민과 같은 거대 집단에서는 동일한 사건을 둘러싸고 상이한 기억들이 서로 충돌하고 경쟁하는 것이 필연적이라는 것이다. 그는 우리가 흔히 ㉠ **집단기억**이라 부르는 것은 주로 지배적인 기억을 말하는 것이며, 실제로는 이에 동의하지 않는 ㉡ **대항기억**들이 무수히 존재한다고 말한다. … (중략) … 또 그는 집단기억도 시간이 지남에 따라 변하며, 상호 경쟁적인 여러 기억이 공론장에서 서로 투쟁하면서 지배적인 집단기억을 만들어간다고 본다. 아울러 집단기억은 본래 자기중심적이고 폐쇄적인 성격을 띠고 있었으나, 20세기 후반 이후 모든 분야에서 세계화가 진행되면서 ㉢ **보편타당성**을 결여한 집단기억이 자기주장의 힘을 잃어가고 있다고 본다. 즉 국가와 민족을 넘어서 모든 이가 수긍할 수 있는 보편타당성을 갖지 못한 집단기억은 점차 사라져갈 것이라는 말이다.

(다) 나치스 독일에서는 이른바 '밤과 안개' 작전이나 강제 이송을 통해 끌려간 사람들이 이후에 어떻게 되었는가에 관한 어떠한 정보도 '살아있는 자들의 세계'로 새어나가서는 안 되었다. 어떤 SS(나치스 친위대)의 수용소장이 프랑스의 한 여성에게 남편이 강제수용소에서 사망했다는 사실을 알린 직후 "모든 수용소장들에게 명령이나 훈령이 실로 빗발치는 총알처럼 쏟아졌다."는 일례를 아렌트는 언급하고 있다. 이 수용소장이 저지른 잘못이란, "수용소 내에서 소멸한 인간이 그 수용소에 있었다는 사실은 어떤 일이 있어도 외부에 누설되어서는 안 되며 유족이 그 육친의 생사에 대해 확실한 정보를 얻는 일은 결코 있어서는 안 된다."는 원칙을 거역했다는 것이었다. 수용소적 세계의 중요한 특징은 그 세계가 다른 모든 인간사회로부터, 즉 살아있는 자들의 세계 일반으로부터 '차단'되어 있다는 데에 있다. 이 완전한 격리를 실현하기 위해서 — 무언가 군사적인 혹은 다른 어떤 비밀을 지키기 위해서가 아니다 — 철의 장막이 내려졌다. 왜냐하면 전체적인 지배의 진짜 비밀, 즉 전체주의의 실험이 행해지는 실험실인 강제수용소의 비밀은 외국에 대해서와 똑같이, 아니 이따금 외국에 대해서보다도 더욱 엄중하게 자국민에 대해서도 지켜졌기 때문이다.

(라) 홀로코스트* 부정론은 상상 이상으로 스펙트럼이 넓다. 지구화의 흐름을 타고 지구적 기억 공간이 대두하면서 홀로코스트 부정론은 식민주의 제노사이드**, 아르메니아 제노사이드***, 일본군 '위안부', 한국전쟁과 베트남전쟁 당시 민간인 학살, 오스트레일리아의 '잃어버린 아이들', 르완다와 구 유고슬라비아 제노사이드 부정론 등과 서로 영향을 주고받으며 질량이 더 불어난 느낌도 있다. 실제로 부정론자들은 국경을 초월해 연대한다. 나는 이것을 '부정론자 인터내셔널'이라고 잠정적으로 부르고자 한다.

부정론자 인터내셔널을 상징하는 대표적인 예로는 2006년 12월 이란의 테헤란에서 '홀로코스트 검토 : 지구적 전망'이란 주제로 열린 학술대회를 들 수 있다. 이란 외무부가 공식 후원한 이 행사에는 이란 대통령 마무드 아마디네자드와 외무장관 등 이란의 고위 각료가 거의 전부 모습을 드러냈고, 30개국에서 67명이 참가했다. 언젠가는 이스라엘을 지구상에서 쓸어버리겠다는 아마디네자드의 개막연설이 끝나자, 미국의 데이비드 듀크가 기조연설을 했다. 그는 홀로코스트에 의문을 제기하는 것 자체를 범죄시하는 서구의 분위기를 성토하며 이슬람의 반유대주의 정서를 자극했다. 루이지애나주 출신으로 상원에도 출마한 바 있는 듀크는 미국의 극우 비밀결사단체 KKK 대표를 지낸 대표적인 백인우월주의자였다. 홀로코스트 부정론이 인종주의에 기초한 반유대주의의 표현임을 감안하면 지나칠 수 없는 대목이다. 그와 그의 동료들은 21세기 들어 중동지역을 자주 방문했는데, 홀로코스트 부정론자를 처벌하는 서구의 법망을 피하기 위해서였다.

* 홀로코스트: 나치스의 유대인 대학살 / ** 제노사이드: 계획적 대량학살

***아르메니아 제노사이드: 19세기 말부터 20세기 초에 터키(현 튀르키예)에 의한 아르메니아인 집단학살

(마) ㉣ 기억의 연대는 격동의 순간이 지나고 현실 정치의 역학관계가 희미해졌을 때 비로소 발걸음을 뗀다. 그런 점에서 기억의 연대는 지금 여기에서 작동하고 있는 현실적 힘의 연대보다 훨씬 유연하다. 독일의 이슬람계 이주민들이 홀로코스트 희생자들과 기억의 연대를 맺는 것도 그 때문이다. 머리에 히잡을 두른 '아우슈비츠의 터키 아주머니'나 베를린의 홀로코스트 기억의 터 안에서 상념에 잠긴 나미비아 유골반환운동 활동가들의 모습이 낯설기보다는 자연스럽게 느껴지는 세상으로 나아가고 있는 것이다.

1961년 이민이 시작된 이래 터키계 이주민들은 독일의 과거, 특히 홀로코스트의 기억에 개입하고 관계를 맺는 문제로 고민해왔다. 독일 사회가 그들에게 홀로코스트는 당신들이 오기 전에 일어난 일이니 개입하지 말라고 경고하는 동시에, 홀로코스트에 무관심한 반유대주의자들이라고 힐난했기 때문이다. 이 어이없는 이중 잣대에 이주민들은 분노했다. 독일의 이슬람계 이주민들은 국가가 주도하는 기념 의례를 소비하는 수동적 구경꾼이 아니라 자기 나름의 기억을 만들고 퍼뜨리는 적극적 행위자로 목소리를 내기 시작했다. 그리고 ㉤ 이들의 목소리가 독일의 기억 경관을 바꾸기 시작했다. 터키계 독일 작가인 자페르 셰노차크의 소설 『위험한 연대』(1998)는 주인공이자 화자인 터키계 독일인 무슬림의 개인적 기억 속에서 홀로코스트와 아르메니아 제노사이드를 만나게 함으로써 기억의 민족적 경계를 흔들어버렸다. 카바레의 만담꾼 세르다르 소문주는 홀로코스트 생존자의 수기를 독일의 쿠르드족 이주민의 수기로 각색하여 카바레 무대에 올림으로써 아르메니아 제노사이드에 대한 기억을 일깨웠다. 독일로 망명한 터키 역사학자 타네르 악참은 아르메니아 제노사이드에 대한 최초의 본격 연구서들을 출간했다.

3-1. 제시문 (가)의 논지와 제시문 (나)의 ㉢ <u>보편타당성</u>을 활용하여 제시문 (다)와 (라)를 비판하시오. (250자±20자) [15점]

3-2. 제시문 (나)의 ㉠ <u>집단기억</u>, ㉡ <u>대항기억</u>과 제시문 (마)의 ㉣ <u>기억의 연대</u>를 통해 ㉤ '<u>이들의 목소리가 독일의 기억 경관을 바꾸기 시작했다.</u>'의 의미를 서술하시오. (350자±20자) [25점]

출제 의도

문제 3은 역사 서술에서 기억의 중요성을 강조하는 문제이다. 정복자가 찬탈한 집단기억에 대한 반성적 성찰을 이끌어내고 기억의 보편타당성과 기억의 연대를 통해 역사적 진실과 마주하는 자세를 고민해보도록 하였다. 고등학교 『세계사』, 『동아시아사』, 『통합사회』 교과목에서는 세계대전의 발생 배경과 전개 과정을 탐구하고, 이러한 전쟁이 부과한 참상 못지않게 후대에 미치는 영향을 면밀하게 들여다볼 수 있도록 하고 있다. 이때 '기억'의 문제는 민족주의적 경계를 넘어 보편성을 지닌 역사 인식과 서술에 도달하는 방법으로 매우 중요한 의미를 지닌다.

문제 3-1은 죽은 자들의 의지와 작품을 찬탈하는 정복자의 역사편찬에 맞서 죽은 자들을 위한 기억의 필요성을 인식하고, 보편타당성이라는 의미에 기반하여 두 사례를 비판하도록 하였다.

문제 3-2는 집단기억과 대항기억의 개념을 통해 오늘날 국경과 민족의 경계를 넘어 확산되고 있는 기억의 연대가 어떤 의미를 지니는지 살펴보도록 하였다. 독일에서 이슬람계 이주민들이 홀로코스트의 기억과 만나고 관계를 맺음으로써 이들이 아르메니아 제노사이드와 연계하여 기억경관에 어떤 변화를 이끌어내었는지를 고찰하도록 하였다.

문항 해설

문제 3은 정복자가 전유한 역사서술에 맞서 죽은 자들의 기억과 기억의 연대가 얼마나 중요한가를 강조한 내용이다.

문제 3-1은 역사에서 기억하기의 필요성과 보편타당성에 관해 묻는 문제이다. 제시문 (가)는 정복자가 왜곡한 역사와 이에 대항하기 위한 기억의 중요성을 다루고 있으며, 제시문 (나)는 국가와 민족을 넘어 모든 이들이 수긍할 수 있는 보편타당성을 지닌 기억의 가치를 설명하고 있다. 제시문 (가)와 (나)를 활용하여 나치스 독일이 살아있는 자들의 세계와 철저하게 차단하여 강제수용소 비밀을 감춘 반인권적인 사례 (다)와 홀로코스트 부정론의 지구적 확산과 연대 속에서 인종차별적 행태를 보이는 부정론자 인터내셔널의 사례 (라)를 비판하도록 하였다.

문제 3-2는 제시문 (나)의 집단기억과 대항기억의 개념, (마)의 기억의 연대 현상을 이해하고, 이를 바탕으로 기억경관을 바꾼 독일 사례 (마)의 의미를 탐색하도록 하였다.

제시문 (가)는 죽은 자들의 의지를 찬탈하는 역사편찬에 맞서 죽은 자들을 변호하기 위한 기억의 중요성을 강조하고 있다. 다카하시 데쓰야의 『기억의 에티카』에서 발췌하였으며, 저자의 논점을 해치지 않는 범위에서 가독성을 높이기 위해 어절 단위에서 부분적으로 수정하였다.

제시문 (나)는 거대 집단 내에서 기억의 형성 과정을 기술하고 있다. 집단 내에서는 동일한 사건을 둘러싸고 상이한 기억이 서로 충돌하고 경쟁한다. 집단기억은 주로 사건에 대한 지배적인 기억이며, 대항기억은 지배적 기억에 동의하지 않고 대항 · 투쟁하는 기억이다. 집단기억과 대항기억이 공론장에서 서로 투쟁하는 보편타당성을 상실한 기억이 사라져갈 것이라고 설명한다. 박찬승이 엮은 『제2차 세계대전과 집단기억』 가운데에서 발췌하였으며 부분적으로 수정하였다.

제시문 (다)는 나치스 독일이 강제수용소의 정보를 살아있는 자들의 세계와 철저히 차단하여 기억을 은폐하고자 한 반인권적 시도를 설명하고 있다. 다카하시 데쓰야의 『기억의 에티카』에서 발췌하였으며 부분 수정하였다.

제시문 (라)는 기억의 은폐 · 왜곡을 시도한 부정론자들의 확산과 연대가 계속 진행되고 있음을 기술하고 있다. 그 예로 최근까지도 홀로코스트 부정론자, 백인우월주의자 같은 집단이 인종차별적인 관점에서 상호 협력하고 있는 행태를 보여준다. 임지현의 『기억전쟁』에서 발췌하였으며 부분 수정하였다.

제시문 (마)는 독일의 이슬람계 이주민들과 홀로코스트 희생자들 간 기억의 연대를 보여주고 있다. 이들은 독일의 홀로코스트와 아르메니아 제노사이드를 연계하여 집단기억의 민족적 경계를 허물었다. 나아가 문화예술에서 특정 민족의 기억을 새롭게 일깨우거나 역사 연구의 지평을 확장함으로써 독일의 기억경관을 변화시켜 나가고 있다. 임지현의 『기억전쟁』에서 발췌하였으며 부분 수정하였다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
3-1	【제시문 (가)의 논지와 (나)의 ⓒ 보편타당성을 활용하여 제시문 (다)와 (라)를 비판하고 있는지 평가함】 • 제시문 (가)의 논지를 파악하였는가? • 제시문 (나)의 ⓒ 보편타당성의 의미를 파악했는가? • 제시문 (가)의 논지와 제시문 (나)의 ⓒ 보편타당성을 활용하여, 제시문 (다)와 (라)의 현상을 올바르게 비판하고 있는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심 개념: 기억, 죽은 자들의 의지와 작품을 찬탈하는 다른 기억(해석, 이야기), 죽은 자들을 위한 기억(해석, 이야기), 보편타당성, 보편타당성을 결여한 집단기억, 차단, 강제수용소의 비밀, 홀로코스트 부정론, 부정론자 인터내셔널, 인종주의 - 예시 답안 참조	15
3-2	【제시문 (나)의 ㉠ 집단기억, ㉡ 대항기억과 제시문 (마)의 ㉣ 기억의 연대를 통해 ㉤ '이들의 목소리가 독일의 기억 경관을 바꾸기 시작했다.'의 의미를 서술하고 있는지를 평가함】 • 제시문 (나) ㉠ 집단기억, ㉡ 대항기억과 제시문 (마)의 ㉣ 기억의 연대의 의미를 이해하고 있는가? • ㉠ 집단기억, ㉡ 대항기억, ㉣ 기억의 연대의 이해를 바탕으로 ㉤ '이들의 목소리가 독일의 기억 경관을 바꾸기 시작했다.'의 현상을 이해하고 의미를 도출하였는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심 개념: 집단기억, 대항기억, 기억의 충돌(경쟁), 기억의 연대, 홀로코스트 기억, 아르메니아 제노사이드, 기억의 민족적 경계, 기억 경관 - 예시 답안 참조	25

예시 답안

3-1. (가)는 정복자의 역사편찬에 맞서 죽은 자들을 위한 기억의 중요성을, ⓒ은 국가와 민족을 넘어 존재하는 인류 보편적 가치를 말한다. (다)의 나치스 독일은 수용소의 정보를 살아있는 자들의 세계로부터 철저하게 차단하고 그 존재를 은폐하려 했기 때문에 반인권적이다. (라)의 홀로코스트 부정론의 지구적 확산과 연대는 인종차별적 정서를 자극한다. 따라서 죽은 자들의 의지와 기억을 찬탈한 (다)와 (라)는 역사적 진실을 왜곡하고 보편타당성을 결여했다. (249자)

3-2. 역사서술에서는 동일한 사건을 둘러싸고 상이한 기억들이 충돌하고 경쟁한다. ㉠은 대체로 지배적인 기억을, ㉡은 이에 동의하지 않는 기억을 말한다. 이 둘은 공론장에서 서로 투쟁한다. ㉣은 집단기억에 균열을 가하는 대항기억의 연대를 말한다. (마)는 기억의 연대를 잘 보여주는 구체적 사례다. 독일의 터키계 이주민들은 홀로코스트에 대한 적극적 행위자로서 대항기억을 생산하기 시작했다. 이를 통해 이들은 독일의 홀로코스트와 아르메니아 제노사이드를 연계하여 집단기억의 민족적 경계를 허물었다. 나아가 문화예술에서 특정 민족의 기억을 새롭게 일깨우거나 역사 연구의 지평을 확장했다. 이처럼 ㉤은 독일의 지배적인 기억이 변화하기 시작했음을 의미한다. (357자)

나. 자연계

자연계 1번

【문항 1】 다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

(가) 함수 $f: X \rightarrow Y$가 일대일대응일 때 역함수 $f^{-1}: Y \rightarrow X$가 존재하고, 함수 $y=f(x)$의 그래프와 그 역함수 $y=f^{-1}(x)$의 그래프는 직선 $y=x$에 대하여 대칭이다.

(나) 함수 $f(x)$의 $x=a$에서의 미분계수 $f'(a)$는 곡선 $y=f(x)$ 위의 점 $(a, f(a))$에서의 접선의 기울기와 같다.

(다) 함수 $f(x)$가 닫힌구간 $[a, b]$에서 연속이고 $f(a) \neq f(b)$일 때, $f(a)$와 $f(b)$ 사이의 임의의 값 k에 대하여 $f(c)=k$인 c가 열린구간 (a, b)에 적어도 하나 존재한다.

삼차함수 $f(x)$가 일대일대응이고 $f(1)=f'(1)=0$일 때, 다음 물음에 답하시오.

[1-1] 다음 조건을 만족시키는 함수 $f(x)$를 구하시오. (15점)

(i) 임의의 두 실수 x_1, x_2에 대해 $x_1 < x_2$이면 $f(x_1) < f(x_2)$이다.
(ii) 방정식 $f(x)=f^{-1}(x)$의 서로 다른 실근의 개수는 2이다.

[1-2] 다음 조건을 만족시키는 함수 $f(x)$를 구하고, 이때 방정식 $f(x)=f^{-1}(x)$가 적어도 3개의 서로 다른 실근을 가짐을 보이시오. (15점)

(i) 임의의 두 실수 x_1, x_2에 대해 $x_1 < x_2$이면 $f(x_1) > f(x_2)$이다.
(ii) 함수 $y=f(x)$의 그래프와 직선 $y=x$의 교점에서 두 함수 $y=f(x)$와 $y=f^{-1}(x)$의 그래프의 접선의 기울기가 서로 같다.

출제 의도

본 문항에서는 역함수가 $y=x$에 대해 대칭이라는 사실을 활용하여 조건을 만족하는 함수를 찾을 수 있는지를 평가한다. 특히 증가함수와 감소함수에서 역함수의 특징을 파악할 수 있는지를 확인한다.

[1-1] 역함수와 주어진 함숫값과 미분계수를 활용하여 함수의 관계식을 간단히 하고, 증가함수에서 주어진 조건을 만족하는 함수가 $y=x$에 접한다는 사실을 파악하여 원하는 함수를 구하는 문항이다.

[1-2] 감소함수에서 역함수의 대칭성을 활용한다. f와 f^{-1}의 교점이 $y=x$ 위에 있는 경우와 $y=x$ 위에 있지 않는 경우를 구분하여 접선의 특징을 활용하여 조건을 만족하는 함수를 구하는 문항이다. 또한 사잇값의 정리를 활용하여 주어진 방정식의 근의 위치를 파악하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 역함수를 활용하여 주어진 조건에 맞는 삼차함수를 구할 수 있는지를 평가한다. 특히 역함수의 그래프가 $y=x$ 에 대칭이라는 성질을 확장하여 역함수의 기울기에도 적용한다. 또한 주어진 조건으로 구한 함수가 나머지 조건을 만족하는지의 여부를 확인하기 위하여 사잇값의 정리를 활용할 수 있는지의 여부를 평가한다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[1-1]	$f(x)=a(x-1)^3$으로 나타낼 수 있다.	4
	$y=f(x)$ 그래프와 직선 $y=x$ 가 접한다는 사실을 확인할 수 있다.	4
	$f(x)=\frac{4}{27}(x-1)^3$을 구할 수 있다.	7
[1-2]	$y=f(x)$ 와 $y=f^{-1}(x)$ 의 그래프의 교점에서 접선의 기울기가 -1임을 구할 수 있다.	3
	$f(x)=-\frac{16}{27}(x-1)^3$을 구할 수 있다.	3
	사잇값의 정리를 사용하여 $x\neq\frac{1}{4}$인 실근이 있음을 확인할 수 있다.	5
	직선 $y=x$에 대한 대칭을 이용하여 다른 하나의 실근이 있음을 확인하여 적어도 3개의 서로 다른 실근을 가짐을 보일 수 있다.	4

예시 답안

[1-1]

삼차함수 $f(x)$ 가 $f(1)=f'(1)=0$ 이므로 $y=f(x)$ 의 그래프가 $x=1$ 에서 x축에 접하므로
$f(x)=(x-1)^2(ax+b)$ 의 형태가 된다. 또한 $f(x)$ 가 일대일대응이므로 $f(x)=a(x-1)^3$ 이다.
방정식 $f(x)=f^{-1}(x)$ 의 서로 다른 실근은 두 함수 $y=f(x)$ 와 $y=f^{-1}(x)$ 의 그래프의 교점의 x 좌표와 같다.
$y=f(x)$ 가 증가함수이므로 두 함수 $y=f(x)$ 와 $y=f^{-1}(x)$ 의 그래프의 교점은 모두 직선 $y=x$ 위에 있다.
조건 (ii)에 의해 $y=f(x)$ 의 그래프와 직선 $y=x$ 가 서로 다른 두 점에서 만나므로 두 점 중 한 점은 접점이다.
접점의 좌표를 (t, t) 라 하면 $f(t)=t$ 이고 $f'(t)=1$ 이다.

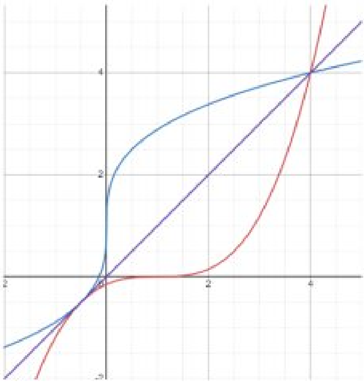
$f(t)=t$에서 $a(t-1)^3=t$ ⋯ ①

$f'(t)=1$에서 $3a(t-1)^2=1$ ⋯ ②

①, ②에서 $\frac{1}{3}(t-1)=t$이고 $t=-\frac{1}{2}$ 이다. 그러므로 $a=\frac{4}{27}$ 이다.

따라서 $f(x)=\frac{4}{27}(x-1)^3$이다.

[1-1] 해답함수 $f(x)=\frac{4}{27}(x-1)^3$ 의 그래프와 역함수 $f^{-1}(x)=\left(\frac{27x}{4}\right)^{\frac{1}{3}}+1$ 의 그래프



[1-2]

함수 $y=f(x)$의 그래프와 직선 $y=x$의 교점의 좌표를 $(t,\ t)$라 하자.

$x=t$에서 $y=f(x)$의 접선의 기울기를 m_1이라 하면 접선의 방정식은 $y=m_1(x-t)+t$이다.

$x=t$에서 $y=f^{-1}(x)$의 접선의 기울기를 m_2라 하면 접선의 방정식은 $y=m_2(x-t)+t$이다.

조건 (ii)에 의해

$$m_1=m_2 \ \cdots ①$$

f와 f^{-1}가 $y=x$에 대해 대칭이므로 $y=m_1(x-t)+t$를 $y=x$에 대해 대칭하면 $x=m_1(y-t)+t$에서 $y=\frac{1}{m_1}(x-t)+t$이다. 이 직선의 방정식이 $y=m_2(x-t)+t$와 일치하므로 $\frac{1}{m_1}=m_2$이고

$$m_1\times m_2=1 \ \cdots ②$$

이다.

①, ②에 의해 ${m_1}^2=1$이고 $m_1=\pm 1$이다. 함수 f가 감소함수이므로 $m_1=m_2=-1$이다.

[1-1]에서 $f(x)=a(x-1)^3$이고, $(t,\ t)$를 지나므로 $f(t)=t$에서

$$a(t-1)^3=t \ \cdots ③$$

$x=t$에서 접선의 기울기가 -1이므로 $f'(t)=-1$에서

$$3a(t-1)^2=-1 \ \cdots ④$$

③, ④에 의해서 $-\frac{1}{3}(t-1)=t$이고 $t=\frac{1}{4}$이다. 그러므로 $a=-\frac{16}{27}$이다.

따라서 $f(x)=-\frac{16}{27}(x-1)^3$이다.

방정식 $f(x)=f^{-1}(x)$가 적어도 3개의 서로 다른 실근을 가짐을 보이자.

조건 (i)에 의해 $y=f(x)$는 감소함수이므로 $y=f(x)$의 그래프와 직선 $y=x$의 교점의 개수는 1이고

이 점의 x 좌표가 $f(x)=f^{-1}(x)$ 의 실근과 일치하므로 $x=\frac{1}{4}$ 이 $f(x)=f^{-1}(x)$ 의 하나의 실근이 된다.

$g(x)=f(x)-f^{-1}(x)$ 라 하면, $g(x)$ 는 실수 전체에서 연속이다.

$g(-1)=f(-1)-f^{-1}(-1)=\frac{128}{27}-\left(1+\frac{3}{2\sqrt[3]{2}}\right)>0$ 이고, $g(0)=f(0)-f^{-1}(0)=\frac{16}{27}-1<0$ 이다.

따라서 제시문 (다)에 의해서 $(-1, 0)$ 에서 $g(c)=0$ 인 c가 적어도 하나 존재한다.

$f(c)=f^{-1}(c)$ 이므로 c 가 $f(x)=f^{-1}(x)$ 의 하나의 실근이 된다.

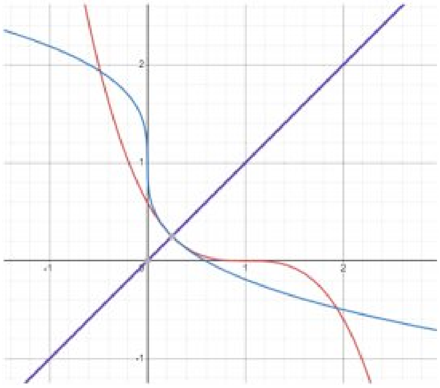
$f(c)=q$ 라 하면 $f^{-1}(c)=q$ 이고, f 와 f^{-1} 가 $y=x$ 에 대해 대칭이므로 $f^{-1}(q)=c$, $f(q)=c$ 이다.

$f(q)=c=f^{-1}(q)$ 가 되어 q가 $f(x)=f^{-1}(x)$ 의 하나의 실근이 된다.

$y=f(x)$ 와 $y=x$ 의 교점의 개수는 1 이라는 사실에 의해 $c\neq q$ 이다.

따라서 $\frac{1}{4}$, c, q가 $f(x)=f^{-1}(x)$ 의 서로 다른 세 실근이다.

[1-2] 해답함수 $f(x)=-\frac{16}{27}(x-1)^3$ 의 그래프와 역함수 $f^{-1}(x)=-\left(\frac{27}{16}x\right)^{\frac{1}{3}}+1$ 의 그래프



자연계 2번

【문항 2】 다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

(가) 두 변수 x, y 사이의 관계를 변수 t를 매개로 하여 $x=f(t)$, $y=g(t)$와 같이 나타낼 때, 변수 t를 x, y의 매개변수라 하며, 위 함수를 매개변수로 나타낸 함수라고 한다.

(나) 미분가능한 함수 $t=g(x)$의 도함수 $g'(x)$가 닫힌구간 $[a,\ b]$에서 연속이고, $g(a)=\alpha$, $g(b)=\beta$에 대하여 함수 $f(t)$가 α와 β를 양 끝점으로 하는 닫힌구간에서 연속일 때,

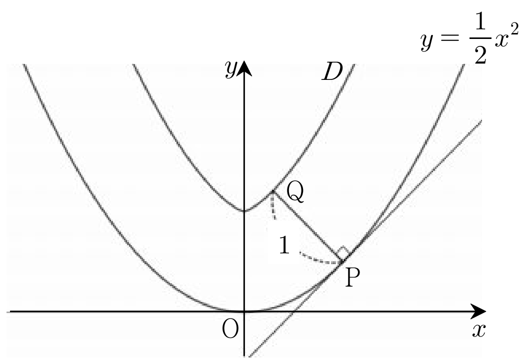
$$\int_a^b f(g(x))g'(x)\,dx=\int_\alpha^\beta f(t)\,dt$$

좌표평면 위를 움직이는 점 Q가 다음 조건을 만족시킨다.

(ⅰ) 곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$ 위를 움직이는 점 P가 있다. 점 Q는 곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$ 위의 점 P에서의 접선에 수직인 직선 위에 있으면서 점 P와 거리가 1인 점이다.

(ⅱ) 점 Q의 y좌표는 점 P의 y좌표보다 항상 크다.

매개변수 t에 대하여 점 P의 좌표를 $\left(t,\ \frac{t^2}{2}\right)$이라 할 때, 점 Q의 좌표 $(x,\ y)$는 $x=f(t)$, $y=g(t)$이다. 점 Q가 나타내는 곡선을 D라 할 때, 다음 물음에 답하시오.



[2-1] $f(t)$와 $g(t)$를 t에 관한 식으로 나타내시오. (10점)

[2-2] $x=f(t)$, $y=g(t)$인 점 $\mathrm{Q}(x,\ y)$에서의 곡선 D의 접선과 곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$이 만나는 두 점을 A, B라 하자. 선분 AB의 길이를 $l(t)$라 할 때, $\lim_{t\to\infty}\frac{l(t)}{t\sqrt{t}}$의 값을 구하시오. (단, $t\neq 0$) (15점)

[2-3] $\int_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}\frac{1}{t}f(t)g'(t)dt$의 값을 구하시오. (10점)

출제 의도

본 문항에서는 매개변수로 나타낸 함수, 매개변수로 나타낸 함수의 미분법을 이해하고 함수의 극한값 및 치환적분법을 이용한 정적분 값을 구할 수 있는지를 평가한다.

[2-1] 주어진 조건을 만족시키는 도형 위를 움직이는 점의 좌표를 매개변수로 나타내는 문항이다.

[2-2] 매개변수로 나타낸 함수의 미분법을 이용하여 접선의 방정식을 구한 후 주어진 선분의 길이를 매개변수로 나타내어 함수의 극한값을 구하는 문항이다.

[2-3] 주어진 조건을 활용하여 치환적분법을 이용하여 정적분 값을 구하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 매개변수로 나타낸 함수, 매개변수로 나타낸 함수의 미분법을 이해하고 함수의 극한값 및 치환적분법을 이용한 정적분 값을 구할 수 있는지를 평가한다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[2-1]	접선의 기울기를 이용하여 $f(t)$, $g(t)$ 사이의 관계식을 구할 수 있다.	3
	주어진 거리를 이용하여 $f(t)$, $g(t)$ 사이의 관계식을 구할 수 있다.	2
	$f(t)$, $g(t)$를 각각 t에 관한 식으로 나타낼 수 있다.	5
[2-2]	두 점 A, B의 x좌표를 미지수로 하는 이차방정식을 구할 수 있다.	6
	$l(t)$를 t에 관한 식으로 나타낼 수 있다.	7
	함수의 극한값을 구할 수 있다.	2
[2-3]	치환적분법을 이용할 수 있는 꼴로 함수를 정리할 수 있다.	4
	정적분의 값을 구할 수 있다.	6

예시 답안

[2-1]

곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$ 위의 점 $\mathrm{P}\left(t,\ \frac{t^2}{2}\right)$에서의 접선의 기울기가 t이므로

점 P에서의 접선에 수직인 직선의 기울기는 $-\frac{1}{t}$이다.

그러므로 $\dfrac{g(t)-\frac{t^2}{2}}{f(t)-t} = -\frac{1}{t}$ …… ①

또한 선분 PQ의 길이가 1이므로

$\{f(t)-t\}^2+\left\{g(t)-\frac{t^2}{2}\right\}^2=1$ …… ②

①과 ②를 연립하면

$\left\{g(t)-\frac{t^2}{2}\right\}^2=\frac{1}{t^2+1}$이므로 $g(t)=\frac{t^2}{2}\pm\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이고

조건 (ii)에 의하여 $g(t)=\frac{t^2}{2}+\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

이를 ①에 대입하면 $f(t)=t-\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

따라서 $f(t)=t-\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}$, $g(t)=\frac{t^2}{2}+\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

[다른 풀이]

곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$ 위의 점 $\mathrm{P}\left(t,\ \frac{t^2}{2}\right)$에서의 접선의 기울기가 t이므로

점 P에서의 곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$의 접선의 방정식은 $y=t(x-t)+\frac{1}{2}t^2$ …… ①

점 Q는 위의 접선에 수직인 직선 위에 있으므로 $g(t)=-\frac{1}{t}\{f(t)-t\}+\frac{1}{2}t^2$ … ②

또한 점 Q는 ①의 직선과의 거리가 1이므로 $\dfrac{\left|tf(t)-g(t)-\frac{1}{2}t^2\right|}{\sqrt{t^2+1}}=1$ … ③

②와 ③을 연립하면 $f(t)=t\pm\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

이를 ②에 대입하면 $g(t)=\frac{1}{2}t^2\mp\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

조건 (ii)에 의하여 $g(t)=\frac{t^2}{2}+\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이므로 $f(t)=t-\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

따라서 $f(t)=t-\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}$, $g(t)=\frac{t^2}{2}+\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

[2-2]

점 $\mathrm{Q}(x,\ y)$ 에서의 곡선 D 의 접선의 기울기는

$$\frac{dy}{dx}=\frac{\frac{dy}{dt}}{\frac{dx}{dt}}=\frac{\dfrac{t-\dfrac{t}{\sqrt{t^2+1}}}{t^2+1}}{1-\dfrac{\sqrt{t^2+1}-\dfrac{t^2}{\sqrt{t^2+1}}}{t^2+1}}=\frac{t\left\{(t^2+1)\sqrt{t^2+1}-1\right\}}{(t^2+1)\sqrt{t^2+1}-1}=t \text{ 이다.}$$

점 $\mathrm{Q}(x,\ y)$ 에서의 곡선 D 의 접선의 방정식은

$$y-\left(\frac{t^2}{2}+\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}\right)=t\left\{x-\left(t-\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}\right)\right\} \text{이다.}$$

$y=\dfrac{x^2}{2}$ 과 연립하여 정리하면

$x^2-2tx+t^2-2\sqrt{t^2+1}=0$ …… ①이다.

①의 두 근을 $\alpha,\ \beta$ 라 하면 $\alpha,\ \beta$ 는 두 점 $\mathrm{A},\ \mathrm{B}$ 의 x좌표이다.

$l(t)$는 밑변의 길이와 높이가 각각 $|\alpha-\beta|$ 와 $|t(\alpha-\beta)|$ 인 직각삼각형의 빗변의 길이다.

피타고라스의 정리에 의하여 $l(t)=\sqrt{t^2+1}\,|\alpha-\beta|$ 이다.

이차방정식의 근과 계수와의 관계에 의하여

$$\begin{aligned}|\alpha-\beta|&=\sqrt{(\alpha+\beta)^2-4\alpha\beta}\\&=\sqrt{(2t)^2-4(t^2-2\sqrt{t^2+1})}\\&=2\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{1}{4}}\end{aligned}$$

그러므로 $l(t)=\sqrt{t^2+1}\times 2\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{1}{4}}$

$$=2\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{3}{4}}$$

따라서 $\displaystyle\lim_{t\to\infty}\frac{l(t)}{t\sqrt{t}}=\lim_{t\to\infty}\frac{2\sqrt{2}\sqrt[4]{(t^2+1)^3}}{\sqrt[4]{t^6}}=2\sqrt{2}$

[다른 풀이] - ①을 이용하여 $l(t)$ 를 다음과 같은 방법으로도 구할 수 있다.

$x^2-2tx+t^2-2\sqrt{t^2+1}=0$의 해를 근의 공식을 이용하여 구하면

$x=t\pm\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{1}{4}}$ 이다.

$\alpha=t+\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{1}{4}},\ \beta=t-\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{1}{4}}$ 이라 하면 $l(t)$ 는

$$\begin{aligned}l(t)&=\sqrt{(\alpha-\beta)^2+\left(\frac{\alpha^2}{2}-\frac{\beta^2}{2}\right)^2}\\&=(\alpha-\beta)\sqrt{1+\frac{1}{4}(\alpha+\beta)^2}\\&=2\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{1}{4}}\sqrt{1+\frac{1}{4}\times 4t^2}\\&=2\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{3}{4}}\end{aligned}$$

이다.

[2-3]

$\dfrac{g'(t)}{f'(t)}=t$ 에서 $\dfrac{g'(t)}{t}=f'(t)$ 이다.

그러므로 $\displaystyle\int_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}\frac{1}{t}f(t)g'(t)dt=\int_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}f(t)f'(t)dt$

$f(t)=u$으로 치환하면 $f'(t)=\dfrac{du}{dt}$ 이고

$f(t)=t-\dfrac{t}{\sqrt{t^2+1}}$

$f(\sqrt{3})=\sqrt{3}-\dfrac{\sqrt{3}}{\sqrt{(\sqrt{3})^2+1}}=\dfrac{\sqrt{3}}{2}$

$f(2\sqrt{2})=2\sqrt{2}-\dfrac{2\sqrt{2}}{\sqrt{(2\sqrt{2})^2+1}}=\dfrac{4\sqrt{2}}{3}$

따라서 $\displaystyle\int_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}f(t)f'(t)dt=\int_{f(\sqrt{3})}^{f(2\sqrt{2})}udu=\left[\frac{u^2}{2}\right]_{f(\sqrt{3})}^{f(2\sqrt{2})}$

$$=\frac{\{f(2\sqrt{2})\}^2-\{f(\sqrt{3})\}^2}{2}=\frac{\frac{32}{9}-\frac{3}{4}}{2}=\frac{101}{72}$$

[다른 풀이]

$f(t)=t-\dfrac{t}{\sqrt{t^2+1}}$, $g'(t)=t-t(t^2+1)^{-\frac{3}{2}}$ 이므로

$\displaystyle\int_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}\frac{1}{t}f(t)g'(t)dt=\int_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}t\left(1-(t^2+1)^{-\frac{1}{2}}-(t^2+1)^{-\frac{3}{2}}+(t^2+1)^{-2}\right)dt$ 이다.

$u=t^2+1$ 으로 치환하면 $\dfrac{du}{dt}=2t$ 이고

따라서 $\displaystyle\int_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}\frac{1}{t}f(t)g'(t)dt=\frac{1}{2}\int_{4}^{9}\left(1-u^{-\frac{1}{2}}-u^{-\frac{3}{2}}+u^{-2}\right)du$

$$=\frac{1}{2}\left[u-2\sqrt{u}+\frac{2}{\sqrt{u}}-\frac{1}{u}\right]_4^9$$

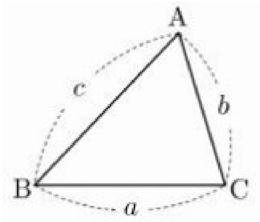
$$=\frac{101}{72}$$

자연계 3번

【문항 3】 다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

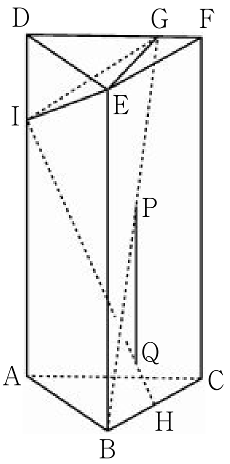
(가) 삼각형 ABC 의 세 변의 길이가 a, b, c 일 때 다음이 성립한다.

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos A$$
$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ca\cos B$$
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos C$$



(나) 평면 β 위의 도형의 넓이를 S, 이 도형의 평면 α 위로의 정사영의 넓이를 S'이라 할 때, 두 평면 α, β가 이루는 각의 크기를 θ $(0^\circ \le \theta \le 90^\circ)$라 하면 $S' = S\cos\theta$이다.

두 밑면은 한 변의 길이가 4 인 정삼각형이고 옆면은 모두 직사각형인 삼각기둥 DEF − ABC 가 있다. 이 삼각기둥의 높이는 8 이다. 선분 DF 위에 점 G 를 $\overline{\mathrm{FG}}=1$ 이 되도록 잡고, 선분 BC 의 중점을 H , 선분 AD 위의 한 점을 I 라 하자. 선분 BG 위의 한 점 P 와 선분 HI 위의 한 점 Q 에 대하여 직선 PQ 는 밑면과 수직이고, $\overline{\mathrm{PQ}}=\frac{26}{7}$ 이다. 다음 물음에 답하시오.



[3-1] 점 G 에서 평면 ABC 에 내린 수선의 발을 G′ 이라 할 때, 직선 AH 와 직선 BG′의 교점을 P′ 이라 하자. $\overline{\mathrm{AP'}}:\overline{\mathrm{P'H}}=t:1$ 일 때, 양수 t 의 값을 구하시오. (10점)

[3-2] 삼각형 EGI 내부의 점 R 에 대하여 삼각형 PQR 의 넓이가 $\frac{13}{7}$ 이 되도록 하는 모든 점 R이 나타내는 도형과 선분 EG 로 둘러싸인 부분의 넓이를 구하시오. (25점)

출제 의도

본 문항에서는 공간 도형 위의 여러 가지 선분들의 길이를 찾고 공간에서 주어진 길이들을 계산하고 한 평면위에 놓이지 않은 도형의 넓이가 일정함을 찾기 위해 정사영에서의 계산 결과에 대한 논리적 추론이 가능한가를 평가하고자 하였다.

[3-1] 삼각기둥에서 선분들의 길이를 찾고 코사인 법칙을 이용하여 주어진 길이를 찾을 수 있는지를 평가하는 문항이다.

[3-2] 공간에서 주어진 삼각형의 넓이가 일정함을 만족시키는 점들의 조건을 찾기 위해 그 점들의 정사영에서의 길이들을 계산하여 반원이 됨을 찾고 각각의 도형을 포함하는 두 평면(삼각형)의 넓이를 계산하여 두 평면(삼각형)이 이루는 각의 크기를 구하고 주어진 도형의 넓이를 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 삼각기둥에서 선분들의 길이를 찾고 코사인 법칙을 이용하여 주어진 길이를 찾을 수 있는지를 평가한다. 공간에서 주어진 삼각형의 넓이가 일정함을 만족시키는 점들의 조건을 찾기 위해 그 점들의 정사영에서의 길이들을 계산하여 반원이 됨을 찾고 각각의 도형을 포함하는 두 평면(삼각형)의 넓이를 계산하여야 하며 이때 두 평면(삼각형)이 이루는 각의 크기를 구하고 주어진 도형의 넓이를 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

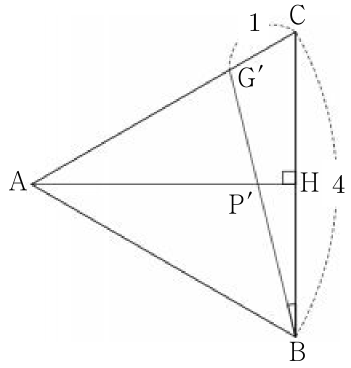
채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[3-1]	점 G에서 평면 ABC에 내린 수선의 발은 선분 AC 위에 있음을 서술할 수 있다.	2
	삼각형 ABC에서 $\overline{AP'}$ 또는 $\overline{P'H}$의 길이를 구할 수 있다.	6
	$\overline{AP'}:\overline{P'H}$의 비율을 구할 수 있다.	2
[3-2]	넓이 조건으로부터 점 R은 직선 PQ를 축으로 하고 축과의 거리가 1인 원기둥 위에 있어야 함을 서술할 수 있다.	6
	점 R이 나타내는 도형의 평면 ABC 위로의 정사영은 중심이 점 P′이고 삼각형 ABG′ 내부에 있는 반지름의 길이가 1인 반원임을 서술할 수 있다.	6
	평면 ABC와 평면 EGI가 이루는 이면각 θ에 대한 $\cos\theta$의 값을 구할 수 있다.	8

예시 답안

[3-1]

점 G에서 평면 ABC에 내린 수선의 발 G′는 선분 AC 위의 점이다.



삼각형 BCG′에서 코사인법칙에 의해 $\overline{BG'}$는

$\overline{BG'}^2 = 4^2 + 1^2 - 2\times4\times1\times\cos60^\circ = 16+1-4=13$

이므로 $\overline{BG'} = \sqrt{13}$ 이다.

$\overline{AP'} : \overline{P'H} = t:1\ (t>0)$, $\overline{G'P'} : \overline{P'B} = m:1\ (m>0)$이라 하자.

$\overline{BG'} = \sqrt{13}$, $\overline{AH} = \dfrac{\sqrt{3}}{2}\times4 = 2\sqrt{3}$ 이므로

$\overline{P'H} = \dfrac{2\sqrt{3}}{t+1}$, $\overline{P'B} = \dfrac{\sqrt{13}}{m+1}$

삼각형 BHP′은 $\angle BHP' = 90^\circ$ 인 직각삼각형이므로 $\cos(\angle P'BH) = \dfrac{2}{\overline{P'B}} = \dfrac{2}{\dfrac{\sqrt{13}}{m+1}} = \dfrac{2\sqrt{13}(m+1)}{13}$

삼각형 BCG′에서 $\overline{BG'} = \sqrt{13}$, $\overline{BC} = 4$, $\overline{CG'} = 1$ 이므로 코사인법칙에 의해

$\cos(\angle G'BC) = \dfrac{(\sqrt{13})^2 + 4^2 - 1^2}{2\times\sqrt{13}\times4} = \dfrac{7\sqrt{13}}{26}$ 이다.

$\cos(\angle P'BH) = \cos(\angle G'BC)$이므로 $\dfrac{2\sqrt{13}(m+1)}{13} = \dfrac{7\sqrt{13}}{26}$ 에서

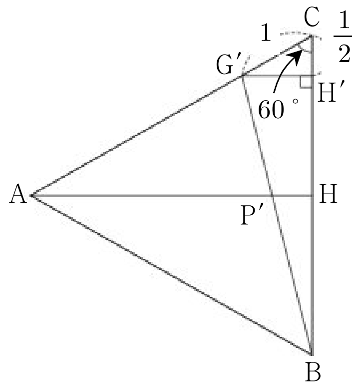
$m = \dfrac{3}{4}$ 이고 $\cos(\angle P'BH) = \dfrac{7\sqrt{13}}{26}$ 이다.

$\sin(\angle P'BH) = \sqrt{1-\cos^2(\angle P'BH)} = \sqrt{1-\left(\dfrac{7\sqrt{13}}{26}\right)^2} = \dfrac{\sqrt{39}}{26}$

삼각형 BHP′은 $\angle BHP' = 90^\circ$ 인 직각삼각형이므로 $\sin(\angle P'BH) = \dfrac{\overline{P'H}}{\overline{P'B}} = \dfrac{\dfrac{2\sqrt{3}}{t+1}}{\dfrac{4\sqrt{13}}{7}} = \dfrac{7\sqrt{39}}{26(t+1)}$

이므로 $\dfrac{\sqrt{39}}{26} = \dfrac{7\sqrt{39}}{26(t+1)}$ 에서 $t=6$ 이다.

[다른 풀이]



점 G에서 평면 ABC에 내린 수선의 발 G′는 선분 AC 위의 점이다.

점 G′에서 직선 BC에 내린 수선의 발을 H′라 하자. $\overline{\mathrm{CH}'}=\overline{\mathrm{CG}'}\times\cos 60^{\circ}=\dfrac{1}{2}$

즉, $\overline{\mathrm{BH}'}=4-\dfrac{1}{2}=\dfrac{7}{2}$ 이고, $\overline{\mathrm{BH}}=2$ 이므로 $\overline{\mathrm{G}'\mathrm{H}'}:\overline{\mathrm{P}'\mathrm{H}}=\overline{\mathrm{BH}'}:\overline{\mathrm{BH}}=\dfrac{7}{2}:2=7:4$

$\overline{\mathrm{G}'\mathrm{H}'}=\overline{\mathrm{CG}'}\times\sin 60^{\circ}=\dfrac{\sqrt{3}}{2}$ 이므로 $\overline{\mathrm{P}'\mathrm{H}}=\dfrac{\sqrt{3}}{2}\times\dfrac{4}{7}=\dfrac{2\sqrt{3}}{7}$

$\overline{\mathrm{AP}'}=2\sqrt{3}-\dfrac{2\sqrt{3}}{7}=\dfrac{12\sqrt{3}}{7}$ 이므로 $\overline{\mathrm{AP}'}:\overline{\mathrm{P}'\mathrm{H}}=\dfrac{12\sqrt{3}}{7}:\dfrac{2\sqrt{3}}{7}=6:1$

따라서 $t=6$이다.

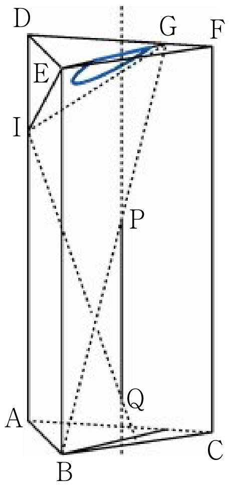
[3-2]

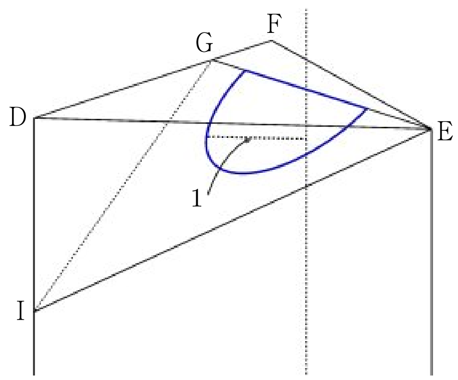
두 점 P, Q는 각각 선분 BG, 선분 HI 위의 점이므로 두 점 P, Q에서 평면 ABC에 내린 수선의 발은 점 P′이다. 즉, 직선 PQ와 평면 EGI의 교점은 선분 EG 위에 있으므로 삼각형 EGI 내부의 점 R은 직선 PQ 위의 점이 아니다.

삼각형 EGI 내부의 점 R에서 직선 PQ까지의 거리를 $r\,(r>0)$라 하면 삼각형 PQR은 밑변의 길이가 $\overline{\mathrm{PQ}}=\dfrac{26}{7}$ 이고

높이가 r인 삼각형이다. 즉, 삼각형 PQR의 넓이는 $\dfrac{26}{7}\times r\times\dfrac{1}{2}=\dfrac{13}{7}r$ 이고 $\dfrac{13}{7}r=\dfrac{13}{7}$ 에서 $r=1$

점 R이 나타내는 도형은 삼각형 EGI 내부의 점 중에서 직선 PQ까지의 거리가 1인 점들이 나타내는 도형이다.



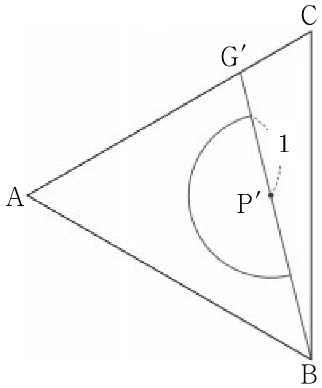


한편 $\overline{AP'}:\overline{P'H}=6:1$ 이므로 $\overline{AP'}=\frac{6}{7}\times 2\sqrt{3}=\frac{12\sqrt{3}}{7}$ 이다.

점 P'에서 직선 AC에 내린 수선의 발을 J라 하면 $\angle P'AJ=30^\circ$ 이고 직선 AP'는 $\angle CAB$ 의 이등분선이므로 점 P' 에서 두 직선 AB, AC까지의 거리는 모두 선분 $P'J$의 길이와 같다.

$\overline{P'J}=\overline{AP'}\times\sin 30^\circ=\frac{12\sqrt{3}}{7}\times\frac{1}{2}=\frac{6\sqrt{3}}{7}$ 이고 $\frac{6\sqrt{3}}{7}=\frac{\sqrt{108}}{7}>\frac{\sqrt{49}}{7}=1$ 이므로 삼각형 EGI

내부의 점 R에 대하여 삼각형 PQR의 넓이가 $\frac{13}{7}$ 이 되도록 하는 모든 점 R이 나타내는 도형을 D 라 하면 도형 D 의 평면 ABC 위로의 정사영은 중심이 P' 이고 반지름의 길이가 1 이며 삼각형 ABG' 내부에 있는 반원이다.



도형 D와 선분 EG로 둘러싸인 부분의 넓이를 S라 하고, 평면 EGI와 평면 ABC가 이루는 각의 크기를 $\theta\ (0^\circ\le\theta\le 90^\circ)$라 하면 $S\times\cos\theta=\frac{\pi}{2}$ 이다.

한편 삼각형 PBP' 와 삼각형 GBG' 는 서로 닮음이고 닮음비는 $4:7$ 이므로 $\overline{PP'}=8\times\frac{4}{7}=\frac{32}{7}$ 이고

삼각형 QHP' 와 삼각형 IHA 는 서로 닮음이고 닮음비는 $1:7$ 이므로 $\overline{QP'}=\frac{1}{7}\overline{AI}$이다.

$\overline{PQ}=\overline{PP'}-\overline{QP'}=\frac{1}{7}(32-\overline{AI})=\frac{26}{7}$ 이므로 $\overline{AI}=6$ 이다.

삼각형 EGI에서 $\overline{GI}=\sqrt{\overline{DG}^2+\overline{DI}^2}=\sqrt{3^2+2^2}=\sqrt{13}$, $\overline{EI}=\sqrt{\overline{DE}^2+\overline{DI}^2}=\sqrt{4^2+2^2}=2\sqrt{5}$, $\overline{GE}=\sqrt{13}$ 이므로 삼각형 EGI는 $\overline{GI}=\overline{GE}=\sqrt{13}$ 인 이등변삼각형이고 선분 EI를 밑변이라 하면 높이는 $\sqrt{(\sqrt{13})^2-(\sqrt{5})^2}=2\sqrt{2}$ 이므로 삼각형 EGI의 넓이는 $2\sqrt{5}\times 2\sqrt{2}\times\frac{1}{2}=2\sqrt{10}$ 이다.

삼각형 EGI의 평면 ABC 위로의 정사영은 삼각형 $BG'A$ 이고 그 넓이는 $\frac{\sqrt{3}}{4}\times 4^2\times\frac{3}{4}=3\sqrt{3}$ 이므로

$2\sqrt{10}\times\cos\theta=3\sqrt{3}$ 에서 $\cos\theta=\frac{3\sqrt{30}}{20}$

따라서 $S\times\frac{3\sqrt{30}}{20}=\frac{\pi}{2}$ 에서 $S=\frac{\sqrt{30}\pi}{9}$ 이다.

다. 의·약학계[2)]

의·약학계 1번

【문항 1】다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

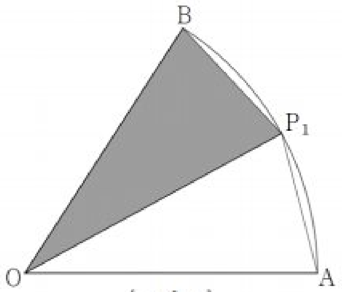
(가) 함수 $f(x)$가 어떤 열린구간에서 미분가능할 때, 그 구간의 모든 x에 대하여 $f'(x) > 0$이면 $f(x)$는 그 구간에서 증가한다.

(나) 반지름의 길이가 r, 중심각의 크기가 θ(라디안)인 부채꼴의 호의 길이를 l, 넓이를 S라 하면 $l = r\theta$, $S = \frac{1}{2}r^2\theta = \frac{1}{2}rl$이다.

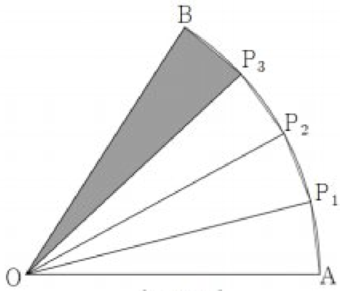
(다) 첫째항이 a이고 공비가 r $(r \neq 1)$인 등비수열의 첫째항부터 제n항까지의 합은 $\dfrac{a(1-r^n)}{1-r}$ 이다.

[1-1] 열린구간 $(0, 1)$에서 부등식 $0 < x - \sin x < \dfrac{1}{6}x^3$ 이 성립함을 보이시오. (5점)

[1-2] 반지름의 길이가 1이고 호의 길이가 1인 부채꼴 OAB가 있다. 호 AB를 2^n 등분하여 점 A에 가까운 점부터 차례로 $\mathrm{P}_1, \mathrm{P}_2, \cdots, \mathrm{P}_k, \cdots, \mathrm{P}_{2^n-1}$ $(1 \le k \le 2^n - 1)$이라 하고, 삼각형 OBP_{2^n-1}의 넓이를 T_n이라 하자. T_1과 T_2는 각각 [그림 1]과 [그림 2]에 색칠된 삼각형의 넓이다.



[그림 1]



[그림 2]

수열 $\{a_n\}$의 첫째항부터 제n항까지의 합을 S_n이라 할 때, 모든 자연수 n에 대하여 $S_n = 2^n T_n$이라 하자.

수열 $\{b_n\}$의 일반항이 $b_n = \sum_{k=1}^{n} 2^k a_k$ 일 때, 모든 자연수 n에 대하여 $b_n < \dfrac{13}{12}$ 임을 보이시오. (25점)

출제 의도

본 문항에서는 도함수의 성질을 부등식에 적용하여 함수들 사이의 대소 관계를 계산하고 부채꼴의 넓이를 라디안 각으로 표현하여 주어진 규칙을 가지는 도형의 넓이를 계산한다. 정의된 수열의 규칙성을 이해하여 이 수열이 만족시키는 여러 가지 조건들을 창의적으로 구성하고 그 결과를 증명하는 과정을 논리적으로 서술할 수 있는지를 평가하고자 한다.

[2-1] 부등식의 증명을 위해 여러 가지 도함수의 성질을 활용할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

[2-2] 정의된 수열의 일반항의 규칙성을 이해하고 부채꼴의 넓이와 수열의 일반항들 사이의 관계와 증명된 부등식을 활용하여 제시된 부등식과 같은 결과를 만족하는 부등식을 논리적으로 서술할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

2) 의·약학계 문항 응시 모집단위: 의예과, 약학부, 한의학전문대학원 학·석사통합과정

문항 해설

본 문항은 도함수의 성질을 부등식에 활용하여 함수들 사이의 대소 관계를 계산하고 부채꼴의 넓이를 라디안 각으로 표현하고 주어진 규칙을 가지는 도형의 넓이를 계산과 정의된 수열의 규칙성을 활용하여 만족시키는 부등식을 주어진 부등식으로 구성해나가는 과정을 논리적으로 바르게 서술할 수 있는지를 평가한다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[1-1]	열린구간 $(0, 1)$ 에서 부등식 $x-\sin x>0$ 임을 보일 수 있다.	2
	열린구간 $(0, 1)$ 에서 부등식 $\frac{1}{2}x^2-1+\cos x>0$ 임을 보일 수 있다.	2
	열린구간 $(0, 1)$ 에서 부등식 $\frac{1}{6}x^3-x+\sin x>0$ 임을 보일 수 있다.	1
[1-2]	모든 자연수 n 에 대하여 부등식 $S_n=2^n\left(\frac{1}{2}\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)\right)=2^{n-1}\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)$ 임을 보일 수 있다.	2
	모든 자연수 $n\ge 2$에 대하여 $a_n=S_n-S_{n-1}$이고 $a_1=S_1=2\sin\left(\frac{1}{2}\right)$임을 보일 수 있다.	2
	$b_n=2S_1+4(S_2-S_1)+8(S_3-S_2)+\cdots+2^n(S_n-S_{n-1})$로 표현할 수 있다.	3
	$b_n=2^nS_n-\left(2S_1+4S_2+\cdots+2^{n-1}S_{n-1}\right)$로 표현할 수 있다.	10
	$S_n<\frac{1}{2}$ 임을 보일 수 있다.	2
	$\frac{1}{2^n}-\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)<\frac{1}{6}\left(\frac{1}{2^n}\right)^3$을 이용하여 $-2^kS_k<\frac{1}{12}\left(\frac{2^k}{4^k}\right)-\left(\frac{2^k}{2}\right)=\frac{1}{12}\left(\frac{1}{2^k}\right)-2^{k-1}$ 임을 보일 수 있다.	3
	$b_n<2^{n-1}+\sum_{k=1}^{n-1}\left(\frac{1}{12}\left(\frac{1}{2^k}\right)-2^{k-1}\right)$임을 보일 수 있다.	1
	등비수열의 합을 이용하여 $b_n<2^{n-1}+\frac{1}{12}\left(\frac{\frac{1}{2}\left(1-\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}\right)}{1-\frac{1}{2}}\right)-(2^{n-1}-1)<1+\frac{1}{12}\times\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}}=\frac{13}{12}$ 임을 보일 수 있다.	2

예시 답안

[1-1]

$f(x)=x-\sin x$라 두고 $f(x)>0$임을 보이자. 구간 $(0,1)$에서 $f'(x)=1-\cos x>0$이고 $f(0)=0$이므로 $f(x)>0$이다. 다음으로 $g(x)=\frac{1}{6}x^3-x+\sin x$라 두고 $g(x)>0$임을 보이자. 구간 $(0,1)$에서 $g'(x)=\frac{1}{2}x^2-1+\cos x$이고 $g''(x)=x-\sin x>0$이다. 구간 $(0,1)$에서 $g''(x)>0$이고 $g'(0)=0$이므로 $g'(x)>0$이다. 또한 $g(0)=0$이므로 구간 $(0,1)$에서 $g(x)>0$이다.

[1-2]

$S_n=2^n\left(\frac{1}{2}\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)\right)=2^{n-1}\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)$은 부채꼴 OAB의 내부에 있으므로 모든 자연수 n에 대하여

$S_n<\frac{1}{2}$ ……① 이다.

그리고 [1-1]에서 $x-\sin x<\frac{1}{6}x^3$이므로 x에 $\frac{1}{2^n}$을 대입하면 $\frac{1}{2^n}-\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)<\frac{1}{6}\left(\frac{1}{2^n}\right)^3$이고 양변에 2^{n-1}을 곱하면 $\frac{1}{2}\left(1-2^n\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)\right)<\frac{1}{12}\left(\frac{1}{4^n}\right)$이다.

한편 $\frac{1}{2}-S_n=\frac{1}{2}\left(1-2^n\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)\right)$이므로 $\frac{1}{2}-S_n<\frac{1}{12}\left(\frac{1}{4^n}\right)$ ……② 이다.

②를 이용하여 -2^kS_k을 정리하면

$-2^kS_k<\frac{1}{12}\left(\frac{2^k}{4^k}\right)-\left(\frac{2^k}{2}\right)=\frac{1}{12}\left(\frac{1}{2^k}\right)-2^{k-1}$ ……③ 이다.

b_n을 S_k에 대한 식으로 정리하면

$$
\begin{aligned}
b_n &= 2^1a_1+2^2a_2+\cdots+2^na_n \\
&= 2S_1+4(S_2-S_1)+8(S_3-S_2)+\cdots+2^n(S_n-S_{n-1}) \\
&= 2^nS_n-\left((4-2)S_1+(8-4)S_2+\cdots+(2^n-2^{n-1})S_{n-1}\right) \\
&= 2^nS_n-\left(2S_1+4S_2+\cdots+2^{n-1}S_{n-1}\right)
\end{aligned}
$$
이다.

①에서 $b_n<2^n\left(\frac{1}{2}\right)-\left(2S_1+4S_2+\cdots+2^{n-1}S_{n-1}\right)$ 이다.

③에서

$$
\begin{aligned}
b_n &< 2^{n-1}+\sum_{k=1}^{n-1}\left(\frac{1}{12}\left(\frac{1}{2^k}\right)-2^{k-1}\right) \\
&= 2^{n-1}+\frac{1}{12}\left(\frac{\frac{1}{2}\left(1-\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}\right)}{1-\frac{1}{2}}\right)-(2^{n-1}-1) \\
&< 1+\frac{1}{12}\times\frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}}=\frac{13}{12}
\end{aligned}
$$
이다. 그러므로 모든 자연수 n에 대하여 $b_n<\frac{13}{12}$이다.

(다른 풀이)

$S_n = 2^n\left(\frac{1}{2}\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)\right) = 2^{n-1}\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)$은 부채꼴 OAB의 내부에 있으므로 모든 자연수 n에 대하여

$S_n < \frac{1}{2}$ ……① 이다.

그리고 [1-1]에서 $x - \sin x < \frac{1}{6}x^3$이므로 x에 $\frac{1}{2^n}$을 대입하면 $\frac{1}{2^n} - \sin\left(\frac{1}{2^n}\right) < \frac{1}{6}\left(\frac{1}{2^n}\right)^3$이고 양변에 2^{n-1}을 곱하면 $\frac{1}{2}\left(1 - 2^n\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)\right) < \frac{1}{12}\left(\frac{1}{4^n}\right)$이다. 한편 $\frac{1}{2} - S_n = \frac{1}{2}\left(1 - 2^n\sin\left(\frac{1}{2^n}\right)\right)$이므로

$\frac{1}{2} - S_n < \frac{1}{12}\left(\frac{1}{4^n}\right)$ ……② 이다. 이제 ①과 ②를 이용하여 b_n을 정리하자.

$$\begin{aligned}
b_n &= 2^1 a_1 + 2^2 a_2 + \cdots + 2^n a_n \\
&= 2^1(a_1 + a_2 + \cdots + a_n) + (2^2 - 2^1)(a_2 + a_3 + \cdots + a_n) + \cdots + (2^n - 2^{n-1})a_n \\
&= 2^1 S_n + (2^2 - 2^1)(S_n - S_1) + \cdots + (2^n - 2^{n-1})(S_n - S_{n-1})
\end{aligned}$$ 이다.

①에서

$$b_n < 2\left(\frac{1}{2}\right) + 2\left(\frac{1}{2} - S_1\right) + 4\left(\frac{1}{2} - S_2\right) + \cdots + 2^{n-1}\left(\frac{1}{2} - S_{n-1}\right)$$ 이다.

②에서

$$\begin{aligned}
b_n &< 1 + \frac{1}{12}\left(2\frac{1}{4} + 2^2\frac{1}{4^2} + \cdots + 2^{n-1}\frac{1}{4^{n-1}}\right) \\
&= 1 + \frac{1}{12}\left(\frac{1}{2} + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \cdots + \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}\right) \\
&= 1 + \frac{1}{12}\left(\frac{\frac{1}{2}\left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}\right)}{1 - \frac{1}{2}}\right) < 1 + \frac{1}{12} \times \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{13}{12}
\end{aligned}$$ 이다.

그러므로 모든 자연수 n에 대하여 $b_n < \frac{13}{12}$이다.

의·약학계 2번

【문항 2】 다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

(가) 두 변수 x, y 사이의 관계를 변수 t를 매개로 하여 $x=f(t)$, $y=g(t)$와 같이 나타낼 때, 변수 t를 x, y의 매개변수라 하며, 위 함수를 매개변수로 나타낸 함수라고 한다.

(나) 미분가능한 함수 $t=g(x)$의 도함수 $g'(x)$가 닫힌구간 $[a,\ b]$에서 연속이고, $g(a)=\alpha$, $g(b)=\beta$에 대하여 함수 $f(t)$가 α와 β를 양 끝점으로 하는 닫힌구간에서 연속일 때,

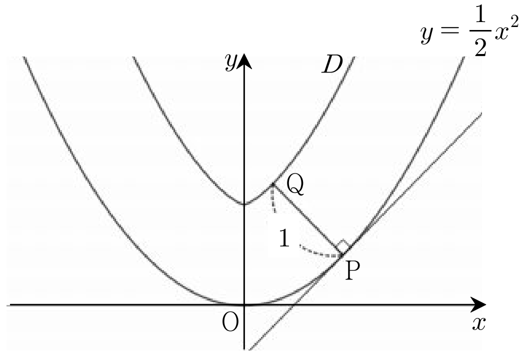
$$\int_a^b f(g(x))g'(x)\,dx = \int_\alpha^\beta f(t)\,dt$$

좌표평면 위를 움직이는 점 Q가 다음 조건을 만족시킨다.

(i) 곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$ 위를 움직이는 점 P가 있다. 점 Q는 곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$ 위의 점 P에서의 접선에 수직인 직선 위에 있으면서 점 P와 거리가 1인 점이다.

(ii) 점 Q의 y좌표는 점 P의 y좌표보다 항상 크다.

매개변수 t에 대하여 점 P의 좌표를 $\left(t,\ \frac{t^2}{2}\right)$이라 할 때, 점 Q의 좌표 $(x,\ y)$는 $x=f(t)$, $y=g(t)$이다. 점 Q가 나타내는 곡선을 D라 할 때, 다음 물음에 답하시오.



[2-1] $f(t)$와 $g(t)$를 t에 관한 식으로 나타내시오. (10점)

[2-2] $x=f(t)$, $y=g(t)$인 점 $Q(x,\ y)$에서의 곡선 D의 접선과 곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$이 만나는 두 점을 A, B라 하자. 선분 AB의 길이를 $l(t)$라 할 때, $\lim_{t\to\infty}\frac{l(t)}{t\sqrt{t}}$의 값을 구하시오. (단, $t\neq 0$) (15점)

[2-3] $\int_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}\frac{1}{t}f(t)g'(t)dt$의 값을 구하시오. (10점)

출제 의도

본 문항에서는 매개변수로 나타낸 함수, 매개변수로 나타낸 함수의 미분법을 이해하고 함수의 극한값 및 치환적분법을 이용한 정적분 값을 구할 수 있는지를 평가한다.

[2-1] 주어진 조건을 만족시키는 도형 위를 움직이는 점의 좌표를 매개변수로 나타내는 문항이다.

[2-2] 매개변수로 나타낸 함수의 미분법을 이용하여 접선의 방정식을 구한 후 주어진 선분의 길이를 매개변수로 나타내어 함수의 극한값을 구하는 문항이다.

[2-3] 주어진 조건을 활용하여 치환적분법을 이용하여 정적분 값을 구하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 매개변수로 나타낸 함수, 매개변수로 나타낸 함수의 미분법을 이해하고 함수의 극한값 및 치환적분법을 이용한 정적분 값을 구할 수 있는지를 평가한다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[2-1]	접선의 기울기를 이용하여 $f(t)$, $g(t)$ 사이의 관계식을 구할 수 있다.	3
	주어진 거리를 이용하여 $f(t)$, $g(t)$ 사이의 관계식을 구할 수 있다.	2
	$f(t)$, $g(t)$ 를 각각 t에 관한 식으로 나타낼 수 있다.	5
[2-2]	두 점 A, B 의 x좌표를 미지수로 하는 이차방정식을 구할 수 있다.	6
	$l(t)$ 를 t에 관한 식으로 나타낼 수 있다.	7
	함수의 극한값을 구할 수 있다.	2
[2-3]	치환적분법을 이용할 수 있는 꼴로 함수를 정리할 수 있다.	4
	정적분의 값을 구할 수 있다.	6

예시 답안

[2-1]

곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$ 위의 점 $\mathrm{P}\left(t,\ \frac{t^2}{2}\right)$에서의 접선의 기울기가 t이므로

$t(\neq 0)$에 대하여 점 P에서의 접선에 수직인 직선의 기울기는 $-\frac{1}{t}$이다.

그러므로 $\dfrac{g(t)-\frac{t^2}{2}}{f(t)-t}=-\frac{1}{t}$. …… ①

또한 선분 PQ의 길이가 1이므로

$\{f(t)-t\}^2+\left\{g(t)-\frac{t^2}{2}\right\}^2=1$. …… ②

①과 ②를 연립하면

$\left\{g(t)-\frac{t^2}{2}\right\}^2=\frac{1}{t^2+1}$이므로 $g(t)=\frac{t^2}{2}\pm\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$

조건 (ii)에 의하여 $g(t)=\frac{t^2}{2}+\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이고, 이를 ①에 대입하면 $f(t)=t-\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

또한, $t=0$일 때, $f(0)=0,\ g(0)=1$이므로

모든 실수 t에 대하여 $f(t)=t-\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}$, $g(t)=\frac{t^2}{2}+\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

[다른 풀이]

곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$ 위의 점 $\mathrm{P}\left(t,\ \frac{t^2}{2}\right)$에서의 접선의 기울기가 t이므로

점 P에서의 곡선 $y=\frac{1}{2}x^2$의 접선의 방정식은 $y=t(x-t)+\frac{1}{2}t^2$ … ①

점 Q는 위의 접선에 수직인 직선 위에 있으므로 $t(\neq 0)$에 대하여 $g(t)=-\frac{1}{t}\{f(t)-t\}+\frac{1}{2}t^2$ … ②

또한 점 Q는 ①의 직선과의 거리가 1이므로 $\dfrac{\left|tf(t)-g(t)-\frac{1}{2}t^2\right|}{\sqrt{t^2+1}}=1$ … ③

②와 ③을 연립하면 $f(t)=t\pm\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}$이고, 이를 ②에 대입하면 $g(t)=\frac{1}{2}t^2\mp\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

조건 (ii)에 의하여 $g(t)=\frac{t^2}{2}+\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이므로 $f(t)=t-\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

또한 $t=0$일 때, $f(0)=0,\ g(0)=1$이므로

모든 실수 t에 대하여 $f(t)=t-\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}$, $g(t)=\frac{t^2}{2}+\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}$이다.

[2-2]

점 $\mathrm{Q}(x,\ y)$ 에서의 곡선 D 의 접선의 기울기는

$$\frac{dy}{dx}=\frac{\frac{dy}{dt}}{\frac{dx}{dt}}=\frac{t-\frac{\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}}{t^2+1}}{1-\frac{\sqrt{t^2+1}-\frac{t^2}{\sqrt{t^2+1}}}{t^2+1}}=\frac{t\left\{(t^2+1)\sqrt{t^2+1}-1\right\}}{(t^2+1)\sqrt{t^2+1}-1}=t$$ 이다.

따라서 점 $\mathrm{Q}(x,\ y)$ 에서의 곡선 D 의 접선의 방정식은 $y-\left(\frac{t^2}{2}+\frac{1}{\sqrt{t^2+1}}\right)=t\left\{x-\left(t-\frac{t}{\sqrt{t^2+1}}\right)\right\}$이다.

$y=\frac{x^2}{2}$ 과 연립하여 정리하면

$x^2-2tx+t^2-2\sqrt{t^2+1}=0$ …… ① 이다.

①의 두 근을 $\alpha,\ \beta$라 하면 $\alpha,\ \beta$는 두 점 $\mathrm{A},\ \mathrm{B}$의 x좌표이다.

$l(t)$는 밑변의 길이와 높이가 각각 $|\alpha-\beta|$와 $|t(\alpha-\beta)|$인 직각삼각형의 빗변의 길이다.

피타고라스의 정리에 의하여 $l(t)=\sqrt{t^2+1}\,|\alpha-\beta|$이다.

식①의 해를 근의 공식을 이용하여 구하면 $x=t\pm\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{1}{4}}$이므로 두 근 의 차 $|\alpha-\beta|=2\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{1}{4}}$이다.

그러므로 $l(t)=\sqrt{t^2+1}\times2\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{1}{4}}=2\sqrt{2}(t^2+1)^{\frac{3}{4}}$

따라서 $\lim\limits_{t\to\infty}\frac{l(t)}{t\sqrt{t}}=\lim\limits_{t\to\infty}\frac{2\sqrt{2}\sqrt[4]{(t^2+1)^3}}{\sqrt[4]{t^6}}=2\sqrt{2}$

[2-3]

$\frac{g'(t)}{f'(t)}=t$ 에서 $\frac{g'(t)}{t}=f'(t)$ 이다.

그러므로 $\int_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}\frac{1}{t}f(t)g'(t)dt=\int_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}f(t)f'(t)dt=\left[\frac{1}{2}\{f(t)\}^2\right]_{\sqrt{3}}^{2\sqrt{2}}$

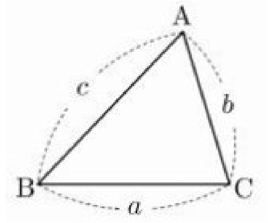
$$=\frac{\{f(2\sqrt{2})\}^2-\{f(\sqrt{3})\}^2}{2}=\frac{\frac{32}{9}-\frac{3}{4}}{2}=\frac{101}{72}$$

의·약학계 3번

【문항 3】 다음 제시문을 읽고 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

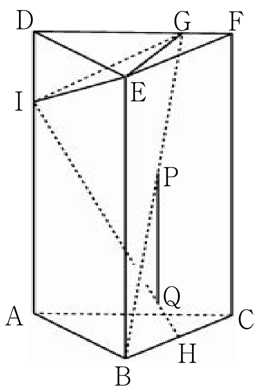
(가) 삼각형 ABC 의 세 변의 길이가 a , b , c 일 때 다음이 성립한다.

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos A$$
$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ca\cos B$$
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos C$$



(나) 평면 β 위의 도형의 넓이를 S, 이 도형의 평면 α 위로의 정사영의 넓이를 S'이라 할 때, 두 평면 α , β가 이루는 각의 크기를 θ $(0^\circ \le \theta \le 90^\circ)$라 하면 $S' = S\cos\theta$ 이다.

두 밑면은 한 변의 길이가 4 인 정삼각형이고 옆면은 모두 직사각형인 삼각기둥 DEF − ABC 가 있다. 이 삼각기둥의 높이는 8 이다. 선분 DF 위에 점 G 를 $\overline{\mathrm{FG}} = 1$ 이 되도록 잡고, 선분 BC 의 중점을 H , 선분 AD 위의 한 점을 I 라 하자. 선분 BG 위의 한 점 P 와 선분 HI 위의 한 점 Q 에 대하여 직선 PQ 는 밑면과 수직이고, $\overline{\mathrm{PQ}} = \dfrac{26}{7}$ 이다. 다음 물음에 답하시오.



[3-1] 선분 AI 의 길이를 구하시오. (10점)

[3-2] 삼각형 EGI 와 그 내부의 점 R에 대하여 삼각형 PQR 의 넓이를 T 라 할 때, $\dfrac{13}{7} \le T \le \dfrac{13\sqrt{7}}{14}$ 을 만족시키는 모든 점 R 가 나타내는 영역의 넓이를 구하시오. (25점)

출제 의도

본 문항에서는 공간 도형 위의 여러 가지 선분들의 길이를 찾고 공간에서 주어진 길이들을 계산하고 한 평면위에 놓이지 않은 도형의 넓이가 일정함을 찾기 위해 정사영에서의 계산 결과에 대한 논리적 추론이 가능한가를 평가하고자 하였다.

[3-1] 삼각기둥에서 선분들의 길이를 찾고 코사인법칙을 이용하여 주어진 길이를 찾을 수 있는지를 평가하는 문항이다.

[3-2] 공간에서 주어진 삼각형의 넓이가 일정함을 만족시키는 점들의 조건을 찾기 위해 그 점들의 정사영에서의 길이들을 계산하여 반원이 됨을 찾고 각각의 도형을 포함하는 두 평면(삼각형)의 넓이를 계산하여 두 평면(삼각형)이 이루는 각의 크기를 구하고 주어진 도형의 넓이를 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 삼각기둥에서 선분들의 길이를 찾고 코사인 법칙을 이용하여 주어진 길이를 찾을 수 있는지를 평가한다. 공간에서 주어진 삼각형의 넓이가 일정함을 만족시키는 점들의 조건을 찾기 위해 그 점들의 정사영에서의 길이들을 계산하여 반원이 됨을 찾고 각각의 도형을 포함하는 두 평면(삼각형)의 넓이를 계산하여 두 평면(삼각형)이 이루는 각의 크기를 구하고 주어진 도형의 넓이를 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

채점 기준

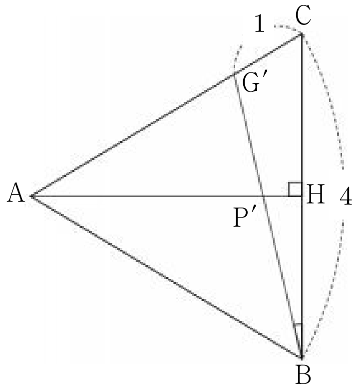
하위 문항	채점 기준	배점
[3-1]	점 G, P에서 평면 ABC에 내린 수선의 발을 각각 G', P'이라 할 때, 점 P'은 선분 BG'과 선분 AH의 교점임을 보일 수 있다.	2
	삼각형 ABC에서 $\overline{\mathrm{AP}'}$ 또는 $\overline{\mathrm{P}'\mathrm{H}}$의 길이를 구할 수 있다.	4
	선분 AI 의 길이를 구할 수 있다.	4
[3-2]	넓이 조건으로부터 점 R가 삼각기둥 $\mathrm{DEG}-\mathrm{ABG}'$에서 위치할 수 있는 영역을 나타낼 수 있다.	6
	점 R가 나타내는 도형의 평면 ABC 위로의 정사영은 평면 ABC에서 중심이 P'이고 반지름의 길이가 각각 1과 $\frac{\sqrt{7}}{2}$인 두 원으로 둘러싸인 영역 중 삼각형 ABG' 내부에 있는 영역이다.	6
	평면 ABC와 평면 EGI가 이루는 이면각의 크기 θ에 대한 $\cos\theta$의 값을 구할 수 있다.	8
	정사영을 이용하여 도형의 넓이를 구할 수 있다.	5

예시 답안

[3-1]

점 G에서 평면 ABC에 내린 수선의 발을 G′이라 하자. 점 G′은 선분 AC 위의 점이고 선분 BG의 평면 ABC 위로의 정사영은 선분 BG′이므로 점 P에서 평면 ABC에 내린 수선의 발을 P′라 하면 점 P′는 선분 BG′ 위의 점이다.

선분 HI의 평면 ABC 위로의 정사영은 선분 AH이고 점 Q에서 평면 ABC에 내린 수선의 발은 P′이므로 점 P′는 선분 AH 위의 점이다. 즉 점 P′은 선분 BG′과 선분 AH의 교점이다.



삼각형 BCG′에서 코사인법칙에 의해 $\overline{BG'}$은

$\overline{BG'}^2=4^2+1^2-2\times4\times1\times\cos60^\circ=16+1-4=13$

이므로 $\overline{BG'}=\sqrt{13}$이다.

$\overline{AP'}:\overline{P'H}=t:1\ (t>0)$, $\overline{G'P'}:\overline{P'B}=m:1\ (m>0)$이라 하자.

$\overline{BG'}=\sqrt{13}$, $\overline{AH}=\dfrac{\sqrt{3}}{2}\times4=2\sqrt{3}$ 이므로

$\overline{P'H}=\dfrac{2\sqrt{3}}{t+1}$, $\overline{P'B}=\dfrac{\sqrt{13}}{m+1}$

삼각형 BHP′은 $\angle BHP'=90^\circ$ 인 직각삼각형이므로

$$\cos(\angle P'BH)=\frac{2}{\overline{P'B}}=\frac{2}{\frac{\sqrt{13}}{m+1}}=\frac{2\sqrt{13}(m+1)}{13}$$

삼각형 BCG′에서 $\overline{BG'}=\sqrt{13}$, $\overline{BC}=4$, $\overline{CG'}=1$ 이므로 코사인법칙에 의해

$$\cos(\angle G'BC)=\frac{(\sqrt{13})^2+4^2-1^2}{2\times\sqrt{13}\times4}=\frac{7\sqrt{13}}{26}$$ 이다.

$\cos(\angle P'BH)=\cos(\angle G'BC)$이므로 $\dfrac{2\sqrt{13}(m+1)}{13}=\dfrac{7\sqrt{13}}{26}$에서

$m=\dfrac{3}{4}$이고 $\cos(\angle P'BH)=\dfrac{7\sqrt{13}}{26}$이다.

$$\sin(\angle P'BH)=\sqrt{1-\cos^2(\angle P'BH)}=\sqrt{1-\left(\frac{7\sqrt{13}}{26}\right)^2}=\frac{\sqrt{39}}{26}$$

삼각형 BHP′은 $\angle BHP'=90^\circ$ 인 직각삼각형이므로

$$\sin(\angle \mathrm{P'BH}) = \frac{\overline{\mathrm{P'H}}}{\overline{\mathrm{P'B}}} = \frac{\frac{2\sqrt{3}}{t+1}}{\frac{4\sqrt{13}}{7}} = \frac{7\sqrt{39}}{26(t+1)}$$

이므로 $\frac{\sqrt{39}}{26} = \frac{7\sqrt{39}}{26(t+1)}$ 에서 $t=6$ 이다.

삼각형 PBP′ 와 삼각형 GBG′ 는 서로 닮음이고 닮음비는 $4:7$ 이므로 $\overline{\mathrm{PP'}} = 8 \times \frac{4}{7} = \frac{32}{7}$ 이고 삼각형 QHP′ 와

삼각형 IHA 는 서로 닮음이고 닮음비는 $1:7$ 이므로 $\overline{\mathrm{QP'}} = \frac{1}{7}\overline{\mathrm{AI}}$이다.

$\overline{\mathrm{PQ}} = \overline{\mathrm{PP'}} - \overline{\mathrm{QP'}} = \frac{1}{7}(32 - \overline{\mathrm{AI}}) = \frac{26}{7}$이므로 $\overline{\mathrm{AI}} = 6$ 이다.

[3-2]

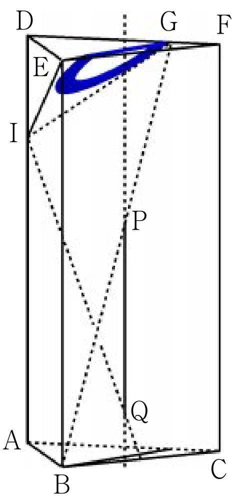
직선 PQ와 평면 EGI의 교점을 K라 하면 점 K는 직선 EG 위에 있으므로 삼각형 EGI와 그 내부의 점 중 점 K가 아닌 점들은 직선 PQ 위의 점이 아니다.

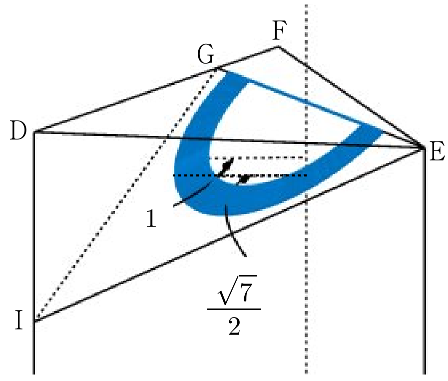
점 K가 아닌 삼각형 EGI와 그 내부의 점 R에서 직선 PQ까지의 거리를 $r\,(r>0)$이라 하면 삼각형 PQR는 밑변의 길이가 $\overline{\mathrm{PQ}} = \frac{26}{7}$이고 높이가 r인 삼각형이다. 즉, 삼각형 PQR의 넓이 T는 $\frac{26}{7} \times r \times \frac{1}{2} = \frac{13}{7}r$이고

$\frac{13}{7} \le \frac{13}{7}r \le \frac{13\sqrt{7}}{14}$ 에서 $1 \le r \le \frac{\sqrt{7}}{2}$

점 R가 나타내는 영역은 삼각형 EGI와 그 내부의 점 중에서 직선 PQ까지의 거리 r가

$1 \le r \le \frac{\sqrt{7}}{2}$ 인 점들이 나타내는 영역이다.



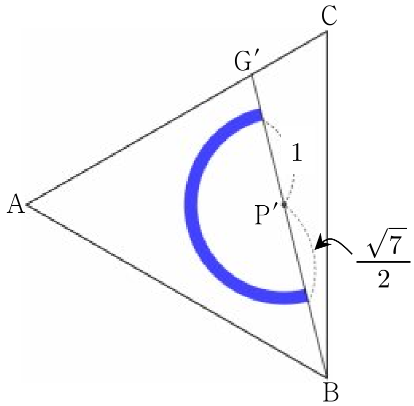


한편 $\overline{\mathrm{AP'}} : \overline{\mathrm{P'H}} = 6:1$ 이므로 $\overline{\mathrm{AP'}} = \frac{6}{7} \times 2\sqrt{3} = \frac{12\sqrt{3}}{7}$ 이다.

점 P′에서 직선 AC에 내린 수선의 발을 J라 하면 $\angle \mathrm{P'AJ} = 30^\circ$ 이고 직선 AP′은 $\angle \mathrm{CAB}$ 의 이등분선이므로 점 P′ 에서 두 직선 AB, AC까지의 거리는 모두 선분 P′J의 길이와 같다.

$\overline{\mathrm{P'J}} = \overline{\mathrm{AP'}} \times \sin 30^\circ = \frac{12\sqrt{3}}{7} \times \frac{1}{2} = \frac{6\sqrt{3}}{7}$

$\frac{6\sqrt{3}}{7}=\frac{\sqrt{432}}{14}>\frac{\sqrt{343}}{14}=\frac{\sqrt{7}}{2}$ 이므로 삼각형 EGI와 그 내부의 점 R에 대하여 삼각형 PQR의 넓이 T가 $\frac{13}{7}\le T\le\frac{13\sqrt{7}}{14}$ 이 되도록 하는 모든 점 R가 나타내는 영역의 평면 ABC 위로의 정사영은 아래 그림과 같이 평면 ABC에서 중심이 P′이고 반지름의 길이가 각각 1과 $\frac{\sqrt{7}}{2}$ 인 두 원으로 둘러싸인 영역 중 삼각형 ABG′ 내부에 있는 영역이다.



도형 D의 넓이를 S라 하고, 평면 EGI와 평면 ABC가 이루는 각의 크기를 $\theta\,(0^\circ\le\theta\le 90^\circ)$라 하면 $S\times\cos\theta=\frac{\pi}{2}\left\{\left(\frac{\sqrt{7}}{2}\right)^2-1^2\right\}=\frac{3}{8}\pi$ 이다.

한편 삼각형 EGI에서 $\overline{\mathrm{GI}}=\sqrt{\overline{\mathrm{DG}}^2+\overline{\mathrm{DI}}^2}=\sqrt{3^2+2^2}=\sqrt{13}$,
$\overline{\mathrm{EI}}=\sqrt{\overline{\mathrm{DE}}^2+\overline{\mathrm{DI}}^2}=\sqrt{4^2+2^2}=2\sqrt{5}$,
$\overline{\mathrm{GE}}=\sqrt{13}$ 이므로 삼각형 EGI는 $\overline{\mathrm{GI}}=\overline{\mathrm{GE}}=\sqrt{13}$ 인 이등변삼각형이고 선분 EI를 밑변이라 하면 높이는 $\sqrt{(\sqrt{13})^2-(\sqrt{5})^2}=2\sqrt{2}$ 이므로

삼각형 EGI의 넓이는 $2\sqrt{5}\times2\sqrt{2}\times\frac{1}{2}=2\sqrt{10}$ 이다.

삼각형 EGI의 평면 ABC 위로의 정사영은 삼각형 BG′A이고 그 넓이는 $\frac{\sqrt{3}}{4}\times4^2\times\frac{3}{4}=3\sqrt{3}$

이므로 $2\sqrt{10}\times\cos\theta=3\sqrt{3}$ 에서 $\cos\theta=\frac{3\sqrt{30}}{20}$ 이다.

따라서 $S\times\frac{3\sqrt{30}}{20}=\frac{3}{8}\pi$ 에서 $S=\frac{\sqrt{30}}{12}\pi$ 이다.

Ⅲ. 2023학년도 대학입학전형 수시모집 논술고사 분석

1. 2023학년도 지원 및 응시 현황

가. 계열별 지원자 및 응시자 현황

전형	계열	모집인원 (명)	지원인원 (명)	지원자 기준 경쟁률	응시인원 (명)	응시자 기준 경쟁률
논술	인문·사회	146	3,016	20.66	994	6.81
	자연	220	5,335	24.25	2,247	10.21
지역인재	자연	27	2,265	83.89	985	36.48
합계		393	10,616	27.01	4,226	10.75

2. 2023학년도 계열별 합격 현황

가. 계열별 최초합격자 및 최종등록자 현황

전형	계열	모집인원(명)	응시인원(명)	최초합격인원(명)	최종등록인원(명)
논술	인문·사회	146	994	144	140
	자연	220	2,247	218	216
지역인재	자연	27	985	27	27
합계		393	4,226	384	383

나. 계열별 합격자 평균성적

전형	계열	인원(명)		논술 평균성적(100점 기준)		학생부교과 평균등급 (최종등록)
		최초합격	최종등록	최초합격	최종등록	
논술	인문·사회	144	140	70.75	70.08	4.12
	자연	218	216	41.50	39.67	3.83
지역인재	자연	27	27	67.50	66.79	2.61

3. 2023학년도 모집단위별 성적 현황3)

가. 논술전형(인문·사회계)

단과대학	모집단위	모집 인원	지원 인원	응시 인원	합격 구분	인원	학생부 지정교과 평균등급	수능 평균등급		논술 평균성적 (100점기준)
								영어	영어 제외 3개 영역 평균	
인문대학	국어국문학과	5	94	37	최초합격	5	4.06	2.00	3.33	72.60
					최종등록	5	4.06	2.00	3.33	72.60
	중어중문학과	5	78	18	최초합격	4	3.80	2.50	3.58	63.00
					최종등록	2	3.89	3.00	3.50	65.50
	일어일문학과	8	152	51	최초합격	8	4.07	2.13	3.96	70.38
					최종등록	8	4.26	2.38	3.90	68.81
	영어영문학과	8	158	52	최초합격	8	3.95	1.50	3.98	71.56
					최종등록	8	3.95	1.50	3.98	71.56
	불어불문학과	5	83	31	최초합격	5	5.06	2.20	3.67	66.60
					최종등록	5	4.38	2.40	3.47	63.00
	독어독문학과	4	70	29	최초합격	4	4.95	1.50	4.46	68.63
					최종등록	4	4.95	1.50	4.46	68.63
인문대학	노어노문학과	6	108	40	최초합격	6	4.98	1.67	3.81	69.75
					최종등록	6	5.20	1.67	3.81	69.17
	한문학과	5	77	18	최초합격	4	4.88	2.00	4.17	62.13
					최종등록	3	4.74	2.33	4.17	61.50
	언어정보학과	6	113	45	최초합격	6	4.09	2.00	3.67	70.58
					최종등록	6	4.09	2.00	3.67	70.58
	사학과	3	53	16	최초합격	3	3.73	3.00	3.39	71.00
					최종등록	3	3.94	3.33	3.00	68.50
	철학과	5	86	29	최초합격	5	3.78	2.40	3.57	73.50
					최종등록	5	3.82	2.00	3.50	71.20
	고고학과	3	41	11	최초합격	3	5.02	2.67	3.50	73.67
					최종등록	3	5.02	2.67	3.50	73.67

3) 학생부 지정교과 평균등급 산출 시 비교내신 적용 대상자는 제외함

단과대학	모집단위	모집 인원	지원 인원	응시 인원	합격 구분	인원	학생부 지정교과 평균등급	수능 평균등급		논술 평균성적 (100점기준)
								영어	영어 제외 3개 영역 평균	
사회과학대학	정치외교학과	5	139	51	최초합격	5	3.94	2.60	3.47	77.60
					최종등록	5	4.01	2.60	3.50	77.10
	사회복지학과	5	104	26	최초합격	5	4.10	2.20	3.57	75.60
					최종등록	5	4.10	2.20	3.57	75.60
사범대학	국어교육과	3	78	34	최초합격	3	3.05	2.67	3.11	84.17
					최종등록	3	3.05	2.67	3.11	84.17
	영어교육과	4	72	34	최초합격	4	3.01	1.50	3.75	84.13
					최종등록	4	3.57	2.25	4.08	81.75
	유아교육과	5	76	25	최초합격	5	4.19	2.00	3.43	79.70
					최종등록	5	4.19	2.00	3.43	79.70
	일반사회교육과	3	71	22	최초합격	3	3.39	2.00	3.83	79.67
					최종등록	3	4.22	2.33	3.61	77.17
	역사교육과	3	60	26	최초합격	3	3.79	2.00	3.17	86.50
					최종등록	3	3.79	2.00	3.17	86.50
	지리교육과	5	85	28	최초합격	5	4.36	2.80	3.93	79.10
					최종등록	5	4.27	2.80	3.63	78.80
경제통상대학	국제학부	10	272	119	최초합격	10	4.12	2.20	3.77	71.15
					최종등록	10	4.22	2.10	3.92	69.70
경영대학	경영학과	35	834	215	최초합격	35	3.88	1.80	2.94	63.56
					최종등록	34	3.89	1.82	3.05	62.40
예술대학	예술문화영상학과	5	112	39	최초합격	5	4.46	1.60	4.33	70.80
					최종등록	5	4.46	1.60	4.33	70.80

나. 논술전형(자연계)

단과 대학	모집단위		모집 인원	지원 인원	응시 인원	합격 구분	인원	학생부 지정교과 평균등급	수능 평균등급		논술 평균성적 (100점기준)
									영어	영어 제외 3개 영역 평균	
자연과학대학	수학과		5	75	40	최초합격	5	3.57	3.00	3.57	53.11
						최종등록	5	3.42	3.00	3.87	48.29
	통계학과		10	146	64	최초합격	10	3.69	2.50	3.70	43.23
						최종등록	10	3.69	2.60	3.67	38.53
	물리학과		5	71	22	최초합격	5	4.07	2.20	4.67	29.18
						최종등록	5	4.42	2.00	4.27	27.09
	화학과		8	133	68	최초합격	8	3.63	2.38	3.48	42.33
						최종등록	8	3.79	2.50	3.60	42.52
	지질환경과학과		9	115	38	최초합격	9	4.64	3.22	4.17	31.40
						최종등록	9	4.62	2.89	3.93	23.76
	대기환경과학과		5	79	27	최초합격	5	3.61	2.00	4.10	27.94
						최종등록	5	3.82	1.80	3.93	25.70
	해양학과		5	56	9	최초합격	3	4.25	2.33	3.50	25.12
						최종등록	2	4.89	2.50	3.25	13.50
공과대학	기계공학부		40	1,031	458	최초합격	40	3.63	2.58	3.27	47.87
						최종등록	40	3.78	2.68	3.30	47.31
	고분자공학과		10	193	60	최초합격	10	3.65	2.60	3.28	32.72
						최종등록	10	3.80	2.50	3.28	31.34
	화공생명공학과		10	426	202	최초합격	10	3.31	2.20	3.03	46.20
						최종등록	10	3.28	2.20	3.23	45.74
	재료공학부		15	352	175	최초합격	15	3.75	2.60	3.33	38.32
						최종등록	14	3.83	2.64	3.36	38.00
	전자공학과		8	358	154	최초합격	8	3.66	2.00	3.52	52.85
						최종등록	8	4.06	2.38	3.29	47.87
	전기공학과		10	228	103	최초합격	10	4.11	3.00	3.18	42.94
						최종등록	10	4.11	3.00	3.18	42.94
	건설융합학부	건축공학전공	4	95	40	최초합격	4	4.60	2.75	3.33	40.57
						최종등록	4	4.50	2.50	3.33	33.55
		건축학전공	3	139	44	최초합격	3	4.10	2.00	3.28	36.96
						최종등록	3	3.62	1.67	3.56	35.63
		토목공학전공	7	152	45	최초합격	7	3.72	2.71	4.00	41.41
						최종등록	7	4.32	2.57	4.12	33.28

단과대학	모집단위	모집인원	지원인원	응시인원	합격구분	인원	학생부 지정교과 평균등급	수능 평균등급		논술 평균성적 (100점기준)
								영어	영어 제외 3개 영역 평균	
공과대학	항공우주공학과	3	90	39	최초합격	3	4.58	3.00	3.61	28.67
					최종등록	3	4.58	3.00	3.61	28.67
	산업공학과	11	187	56	최초합격	11	4.15	2.00	3.35	34.25
					최종등록	11	4.15	1.91	3.41	32.58
	조선해양공학과	5	72	21	최초합격	5	4.58	3.00	3.57	29.79
					최종등록	5	4.58	3.00	3.57	29.79
사범대학	수학교육과	3	99	60	최초합격	3	3.01	2.67	2.94	48.59
					최종등록	3	3.01	2.67	2.94	48.59
	화학교육과	3	47	18	최초합격	3	3.42	2.67	3.44	37.18
					최종등록	3	3.42	2.67	3.44	37.18
	지구과학교육과	2	39	11	최초합격	2	3.32	4.00	2.33	29.00
					최종등록	2	3.32	4.00	2.33	29.00
간호대학	간호학과	8	308	114	최초합격	8	3.52	2.38	3.08	43.75
					최종등록	8	3.40	2.75	3.02	41.38
나노과학기술대학	나노메카트로닉스공학과	5	74	24	최초합격	5	4.33	2.40	3.87	29.19
					최종등록	5	4.65	2.20	3.83	26.49
정보의생명공학대학	정보컴퓨터공학부 컴퓨터공학전공	14	514	225	최초합격	14	3.26	2.71	3.02	45.98
					최종등록	14	3.20	2.71	2.92	45.49
	정보컴퓨터공학부 인공지능전공	12	256	133	최초합격	12	3.44	2.25	3.50	50.64
					최종등록	12	3.43	2.33	3.35	50.61

다. 지역인재전형(자연계)(의·약학계 별도 문제 응시)

단과대학	모집단위	모집인원	지원인원	응시인원	합격구분	인원	학생부 지정교과 평균등급	수능 평균등급		논술 평균성적 (100점기준)
								영어	영어 제외 3개 영역 평균	
약학대학	약학부	10	992	322	최초합격	10	2.52	1.60	1.63	58.96
					최종등록	10	2.52	1.60	1.63	58.96
의과대학	의예과	17	1,273	666	최초합격	17	2.55	1.41	1.35	72.53
					최종등록	17	2.67	1.35	1.41	71.39

4. 2023학년도 수시모집 논술고사 문제 해설

가. 인문·사회계

인문·사회계 1번

【문제 1】 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 사촌 형제들은 공립학교를 다녔지만 나만이 유일하게 사립학교를 다녔다. 학교에서 나는 진리와 완벽함 그리고 빛의 세계 속에 있다. 다른 세계는 오류의 세계이며 그곳은 다름 아닌 공립학교이다(내게 '공립'이란 막연하게나마 '나쁜'이란 형용사와 동의어였다). 우리의 세계와 그들의 세계는 모든 점에서 구별된다. 우리는 공립의 냄새를 풍기는 '공동 식당', '동무', '선생님' 대신 '기숙사 식당', '나의 동료', '마드무아젤'이라는 용어를 썼다. … (중략) … 나는 루앙의 기독교 학교 청년 축제에 참가했다. 우리는 늦은 밤 버스에서 내렸고 수녀님이 내가 사는 동네까지 학생을 데려다 주는 일을 맡았다. 나는 현관문을 두드렸다. 한참이 지난 후에야 구겨지고 얼룩덜룩한 속옷 바람으로 머리를 산발한 어머니가 나타났다. 수녀님과 학생들이 하던 이야기를 뚝 멈췄다. 어머니가 어물어물 인사말을 건넸지만 아무도 답례하지 않았다. 나는 처음으로 어머니를 사립학교 세계의 시선으로 보았다. 우리의 진면목, 우리가 살아가는 방식이 발각된 것처럼 느껴졌다. 우리 존재의 모든 것이 부끄러움의 표식으로 변했다. **㉠ 부끄러움을 느끼는 것은 당연한 일**이다. 그것은 내 부모의 직업, 궁핍한 그들의 생활, 노동자였던 그들의 과거, 그리고 우리의 존재 양식에서 비롯된 결과물이었다. 부끄러움은 내 삶의 방식이 되어 버렸다. 아니, 더는 인식조차 못했다. 부끄러움이 몸에 배어버렸기 때문이다.

(나) 예술이 윤리적 의미를 갖는 순간, 미학적 취향은 사회적 주체들을 계급적으로 구분하며, 이것은 다시 고급 취향 대 대중 취향과 같은 이분법적 대립구도를 만든다. 이것이 현대 사회에서 특징적으로 나타나는 지배자 대 피지배자의 권력 형식이다. 즉 아름다운 것과 추한 것을 구별하는 것은 사회적 구도 안에서 가능하며, 이 과정에서 각 주체는 객관적 분류 체계 안에서 자신의 취향을 갖게 되고, 그 자리에서 높음 대 낮음의 형식으로 지배관계가 형성된다. 한편 문화 활동이 권력 형식으로 전이되는 과정에서 **㉡ 교육의 역할**이 크게 작용한다. 예술을 이해하고 감상할 때는 누구나 감정적 융합, 인지행동, 해독 작업을 거치기 마련이다. 이러한 해독 능력은 사회적으로 공인된 지식을 획득하는 과정을 통해 얻어진다. 이 과정에 개입하는 것이 바로 교육이다. 예술작품에 대한 안목은 바로 교육의 산물이다. 교육 수준의 정도가 예술에 대한 고급 취향과 대중 취향을 구별하는 계기가 되며, 거꾸로 예술에 대한 취향이 계급을 구분하는 중요한 기준이 될 수도 있다. 예술에 대한 취향에는 그림이나 음악과 같은 전통적인 대상뿐만 아니라 음식의 소비, 가구를 사들이는 취향, 패션 감각 등도 포함된다. 이러한 감성의 형성 과정은 사회적 분류 체계로 작동함으로써 사회적 지배를 강화시키고 사람들의 저항의식을 억압하는 효과를 발휘한다.

(다) 이미 수립된 질서가 지배 관계, 권리와 특권, 부당행위와 더불어 쉽사리 이어지고 있고, 감내하기 어려운 상황도 아주 빈번하게 용납되거나 당연하게 여겨지는 것도 놀라운 일이다. 그것은 피해자에게도 감지되지 않는 부드러운 폭력이라는 점에서 '상징적 폭력'이라 부르는 것과 상통한다. 이 폭력은 대부분 소통과 지각, 좀 더 정확하게 말하자면 몰지각, 인식, 극단적인 경우에는 감정처럼 순수하게 상징적인 경로를 통해 일어난다. 다시 말하면 상징적 폭력은 물리력에 의존하지 않고 피지배자들이 사회적 위계를 정당하거나 당연한 것으로 받아들이게 함으로써 복종하도록 이끄는 지배 기제다. 이를 통해 지배층은

자신의 문화를 피지배층에게 강제적으로 주입시키지만, 피지배층은 이를 인식하지 못한 채 무의식적으로 복종하고 불평등을 사회적인 의미 관계로서 정당한 것으로 합리화하게 된다. 놀라울 정도로 일상적인 이 사회적 관계는 지배 논리를 파악하는 절호의 기회를 제공한다. 이 지배 논리는 지배하는 자는 물론 지배되는 자도 인정하고 받아들이는 상징적인 원칙을 명목으로 행해진다. 우리가 자주 쓰는 언어 역시 상징적 폭력의 예가 될 수 있다. 우리는 언어를 너무 쉽게 당연히 여기고 사용하며 그 속의 폭력성을 간과한다.

(라) 남성 중심적인 원리는 아무 근거가 없음에도 우리의 무의식에 자리 잡고 있다. 그런데 과학이라는 도구를 활용하여 이 원리에 근거를 부여하려는 억지스러운 작업이 전개되고 있다. 그러다 보니 남성과 여성을 근본적으로 교차점이 없는 두 집단으로 보는 견해만 수용하고, 남성과 여성의 능력이 일치하는 정도와 다양한 분야에서 확인된 차이의 정도를 제대로 파악하지 못하는 심리학자들도 있다. 한층 심각한 문제는 그들이 '남성이 더 공격적이고 여성이 더 소심하다'와 같은 일상적 언어를 사용하면서 그것에 깃든 노모스(법, 관례, 제도)에 끌려 다닌다는 점이다.

(마) 능력주의 체제를 수용하는 사람은 진정한 기회의 평등과 공정한 경쟁을 위해 '운동장 고르기'가 필요하다고 생각한다. 그 결과 1990년대~2000년대 미국의 주류 정당들은 불평등, 임금 정체, 제조업 일자리 감소 등에 대한 해답으로 교육을 내세우게 되었다. 그러나 교육을 중시하는 능력주의 이상(理想)의 어두운 면은 가장 매혹적인 약속, 즉 '누구나 자기 운명의 주인이 될 수 있고 자수성가할 수 있다'는 말 안에 숨어 있다. 이 약속은 견디기 힘든 부담을 준다. 능력주의의 이상은 개인의 책임에 큰 무게를 싣는다. 개인이 자기 행동에 책임을 지도록 하는 일은 바람직하다. 그것은 도덕적 행위자이자 시민으로서 개인이 스스로 생각하고 행동할 수 있는 능력을 지니고 있음을 반영한다. 그러나 그렇다고 해서 우리 각자가 삶에서 주어진 결과에 전적으로 책임을 져야 한다고 말할 수는 없다. 더욱이 이러한 능력주의 체제는 상류층이 그 지위를 대물림해 줄 힘만 키워주고 말았다. 오늘날의 능력주의는 세습귀족제로 굳어져 가고 있다.

(바) 미국의 사회학자 미키 맥기는 자기계발서들이 현재의 희생을 통한 미래의 성공을 끊임없이 강조하는 것은 마치 성형수술이나 다이어트 프로그램에서 추한 'Before'를 벗어나 화려한 'After'로 변신하는 것과 유사하다고 보고, 이를 '변신문화'라는 말로 표현하였다. 오늘의 한국 이십대들도 마찬가지다. 자신은 아직 무기력한 'Before' 상태일 뿐이기에 열심히 하다 보면 분명 화려한 'After' 상태가 될 것이라 믿고, 목표를 향해 스스로를 희생하는 자기계발에 매진한다. 그 목표가 실제로 이뤄지느냐 아니냐는 문제가 되지 않는다. 그것은 목표를 달성하지 못한 자신의 책임이기 때문이다. 하지만 선발인원의 수가 이미 정해져 있기 때문에 '노력하면 성공한다'는 자기계발은 모두를 성공으로 이끌지 못한다. 이러한 이면에는 이십대들이 변신문화에 매몰되어 자기계발을 하도록 유도한 우리 사회의 지배층에도 책임이 있다.

1-1. 제시문 (가)의 주인공이 ㉠ 부끄러움을 느끼는 것은 당연한 일이라고 한 이유를 제시문 (나)의 ㉡ 교육의 역할과 관련하여 서술하시오. (200자±20자) [10점]

1-2. 제시문 (다)의 논지를 활용하여 제시문 (라), (마), (바)를 설명하시오. (300자±20자) [20점]

출제 의도

문제 1은 교육과 언어가 사회 구조와 문화 형성 과정에서 어떠한 역할을 수행하는지에 대하여 다양한 글을 통해 살펴보고자 하였다.

제시문에 따르면 교육은 미학적 취향을 기반으로 한 사회 계층화 현상을 강화하도록 하는 과정에 개입한다. 또한 상징적 폭력은 지배 논리를 무의식적으로 받아들이게 하는 장치이다. 이러한 제시문을 통하여 교육의 역할과 상징적 폭력에 대한 설명을 이해하고, 이를 문학 작품의 한 장면과 다양한 사회 현상에 적용하여 서술하는 능력을 파악하고자 하였다. 또한 응시자들이 우리가 쉽게 사용하는 일상언어와 우리가 거쳐 온 학교 교육이 한편으로는 자기희생을 강요하는 폭력의 수단과 타인의 차별을 정당화하는 수단으로 사용될 수 있다는 문제의식을 갖고 우리 사회가 지향해야 하는 모습을 고민해 보도록 하였다.

문제1-1은 교육 수준에 따라 예술의 취향이 구별되고, 이를 기준으로 다시 사회적 계급이 이분법적으로 인식된다는 제시문을 통하여 교육의 역할에 대해 생각해보기를 요구하였다. 그리고 이를 문학 작품에 적용하여 해석할 수 있는지를 묻고 있다.

문제1-2는 상징적 경로를 통해 무의식적으로 기존의 체제를 받아들이게 되는 상징적 폭력의 개념을 이해하고 언어라는 상징 기호를 통해 드러나는 상징적 폭력을 남성 중심적인 원리, 능력주의 이상, 변신 문화를 이용하여 설명하도록 요구하고 있다.

문항 해설

문제 1은 교육과 상징적 폭력이 개인의 인식 체계 및 사회 구조에 미치는 영향에 대하여 이해하고 이를 실제 사례에 적용하여 해석하는 내용이다. 문제 1-1은 교육이 사회적 분류 체계의 도구로서 사용된다는 주장을 문학작품을 통해 파악하도록 요구하고 있다. 이를 위하여 먼저 제시문 (나)를 통해 미학적 취향이 권력 형식으로 전이되고, 이 과정에서 교육이 권력 형식을 기준으로 한 사회적 분류 체계를 사람들의 저항의식 없이 받아들이도록 하는 효과를 발휘한다는 논지를 먼저 분석해 내도록 요구하고 있다. 그리고 이러한 분석 논지를 활용하여 제시문 (가)의 ㉠ <u>부끄러움을 느끼는 것은 당연한 일</u>이라고 말하는 주인공의 감정을 설명하도록 하고 있다. (나)는 교육 철학에 대한 개념으로 고교 생활과 윤리 과목의 성취 기준에 제시되어 있는 미적 가치와 윤리적 가치라는 사회적 개념을 문학 작품에 적용하도록 요구하고 있다.

문제 1-2는 상징적 경로를 통해 무의식적으로 기존의 체제를 받아들이게 되는 상징적 폭력의 개념을 이해하고 언어라는 상징 기호를 통해 드러나는 상징적 폭력을 남성 중심적인 원리, 능력주의 이상, 변신 문화를 이용하여 설명하도록 요구하고 있다. 먼저 제시문 (다)는 상징적 폭력의 정의를 제시하였다. (라)는 남성 중심의 원리의 객관화 과정에서 일상적 용어가 사용되는 사례, (마)는 능력주의 이상을 주입하는 과정에서 일상적 용어가 사용되는 사례, (바)는 자기계발을 통한 성공 신화, 즉 변신문화에 매몰되는 현상에 일상적 용어가 어떻게 사용되는지에 대한 사례를 (다)의 개념을 이용하여 비판하도록 하고 있다. (다)의 개념은 상징적 폭력과 사회 불평등 현상에 대한 것으로 고교의 사회·문화 과목의 학습 내용과도 밀접하게 관련되어 있다.

제시문 (가)는 아니 에르노의 소설 『부끄러움』의 일부이다. 제시문은 주인공이 사립학교와 공립학교가 높은 세계와 낮은 세계로 양분 있다는 것을 인식하고 학습해 왔으며, 자신과 가족의 생활양식이 사립학교의 세계에 속하지 못한다는 것을 자각하고 그 존재가 부끄러운 것이 당연하다고 이야기하는 상황을 보여준다.

제시문 (나)는 예술이 윤리적 의미를 갖는 순간, 생활양식을 포함한 취향을 이분법적인 대립구조로 만들고 사회 주체들 역시 이러한 체계 안에서 구분된다고 주장한다. 교육은 예술에 대한 해독능력을 전달하는 과정에 개입하기 때문에 교육을 통해 이분법적 구조를 강화시키는 역할을 수행하게 된다고 설명하고 있다.

제시문 (다)는 상징적 폭력에 대한 개념을 설명하고 있다. 상징적 폭력은 지배층이 자신의 문화를 상징적인 경로를 통해 피지배층에게 주입하는 것으로 피지배층은 무의식적으로 이를 받아들이게 된다. 제시문은 이러한 상징적

폭력이 일상적 언어를 통해 이루어질 수 있다고 설명한다.

제시문 (라)는 ‘남성이 더 공격적이고 여성이 더 소심하다’는 등 일상적 언어에 깃든 폭력성을 사람들이 무의식적으로 받아들이고 있다는 사례를 통해 남성 중심적인 원리가 수용되는 모습을 제시하고 있다.

제시문 (마)는 ‘누구나 자기 운명의 주인이 될 수 있고 자수성가할 수 있다’는 언어를 통해 능력주의 이상이 전달되는 사례를 제시하고 있다.

제시문 (바)는 변신문화라는 사회 현상을 통해 기회는 제한되어 있다는 점을 인식하지 못하고 누구나 ‘노력하면 성공한다’는 언어를 통해 자기희생적인 자기계발에 몰리는 이십대들을 묘사하고 있다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1-1	【제시문 (나)에 제시된 교육의 역할을 이해하고 이를 활용하여 제시문 (가)의 주인공의 감정을 설명할 수 있는지를 평가함】 • 제시문 (나)의 교육의 역할을 이해하였는가? • 제시문 (가)의 주인공의 감정을 (나)의 교육의 역할을 활용하여 설명하였는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심 개념: 교육을 통한 사회구조의 이분법적 구분, 계급 구분(권력형식), 저항의식 억압 - 예시 답안 참조	10
1-2	【제시문 (다)의 상징적 폭력의 개념을 이용하여 제시문 (라), (마), (바)의 사례를 종합적으로 설명하였는지를 평가함】 • 제시문 (다)의 상징적 폭력의 개념을 이해하였는가? • 제시문 (라), (마), (바)에 나타난 상징적 폭력의 수단과 지배논리를 서술하였는가? • 제시문 (다)를 이용하여 (라), (마), (바)의 사례를 종합적으로 서술하였는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심 개념: 상징적 폭력, 일상적 언어, 남성 중심적인 원리, 능력주의 이상, 변신문화, 자기계발 - 예시 답안 참조	20

예시 답안

1-1 (나)에서 교육은 미학적 취향이 권력 형식으로 전이되는 과정에서 사회적 분류체계로 작동하며 사회적 지배를 강화하고 저항의식을 억압하는 지배계급의 도구 역할을 수행한다. (가)의 주인공은 교육을 통해 사립학교와 공립학교로 세계를 이분법적으로 구분하고 있으며, 자신이 속한 궁핍한 노동자 계급 출신으로서의 존재 양식을 인식하게 되어 부끄러움을 당연하게 받아들인다. (201자)

1-2 (다)는 상징적 폭력은 물리적 폭력 없이 사회적 위계를 무의식적으로 정당하거나 당연한 것으로 받아들이게 하는 지배 기제이며 일상적 언어 역시 상징적 폭력의 예가 될 수 있다고 주장한다. (라)는 ‘남성이 더 공격적이고 여성이 더 소심하다’는 언어를 통해 남성 중심적인 원리가 수용되는 모습을, (마)는 ‘누구나 자기 운명의 주인이 될 수 있다’는 구호 아래 능력주의 이상에 빠진 모습을, (바)는 ‘노력하면 성공한다’는 변신문화에 매몰되어 자기계발에 매진하는 이십대들의 모습을 통해, 우리가 쉽게 사용하는 언어에 내포된 지배 논리와 폭력성을 비판하고 있다. (311자)

인문·사회계 2번

【문제 2】 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 인공지능 기술의 발전은 인간의 자율성을 확장시켜줄 것이다. 작게는 인공지능 개인 비서가 개인의 일정을 관리해 주고, 크게는 인류가 환경 자원을 효율적으로 가공할 수 있게 해줄 것이다. 즉 인공지능 기술을 통해 인간은 모든 제약에서 벗어나 막힘없이 자율성을 실현할 수 있는 것이다. 인공지능의 지적 능력이 높아질수록 인간이 원하는 바를 실현할 수 있는 최선의 방법을 제공받는다. 인공지능이라는 지적인 안내자는 불확실한 경제 및 정치 상황에서 인간이 더 나은 방향으로 행동할 수 있는 효과적인 힘을 제공한다. 인간은 언제든 불러낼 수 있는 강력한 변호사와 회계사를 갖게 된 것이다. 자율주행 자동차가 늘어나면 교통 정체가 완화될 것으로 예상되는 것처럼 인공지능이 발전할수록 세계 시민들은 더 나은 정보와 조언을 받게 되어, 정책은 더 현명해지고 사람들 간의 갈등도 줄어들 것이다. 고갈되고 있는 환경 자원을 효율적으로 관리하는 방법은 물론 새로운 환경 자원을 창출하는 방법도 안내받을 수 있을 것이다. 인공지능의 발전은 빈곤 상태에 있는 세계 시민의 고통을 덜어주어 인류 전체의 복지를 증대시키는 등 역사 발전의 동력을 혁신적으로 바꿀 수 있다. 따라서 우리는 인공지능 시스템이 인간의 지능과 상상력을 압도적으로 초월하도록 '초지능 기계'로 발전시켜야 한다.

(나) 경제학자 애덤 스미스는 인간의 소유욕이 황량한 자연을 개척하게 만든 원동력이기 때문에 재산 축적의 욕구가 증진되는 것은 바람직하다고 보았다. 그는 선조들이 기술과 과학을 발전시킬 수 있었던 원동력은 바로 더 많은 것을 축적하려는 욕구였고, 인간 욕망의 증식이 지구 전체의 모습을 바꾸어 놓았다고 주장했다. 구체적으로 인간은 자연 그대로의 거친 수풀을 **㉠ 비옥한 평원**으로 만들었고, 넘나들 수 없을 정도로 황량했던 바다를 인간의 생존에 유익한 새로운 재원으로 만들어 냈다고 보았다. 또한 대지가 사람들에게 나누어졌을 때와 마찬가지로, 부(富)가 '보이지 않는 손'에 의해서 생활에 필요한 것이 충족될 수 있도록 효과적으로 나누어지게 되었다고 주장했다. 이러한 스미스의 주장은 현재에도 유효하다. 즉 개개인들이 욕망을 추구하는 것은 새로운 기술혁신의 계기가 될 것이며, 궁극적으로 인간에게 더욱 나은 삶을 보장하게 될 것이다.

(다) 지금까지 인공지능의 역사를 이끈 주문(呪文)은 '지능은 뛰어날수록 좋다'는 것이었다. 나는 바로 이 부분에서 우리가 실수했다고 확신한다. 인류가 정복될 것이라는 막연한 두려움 때문이 아니라, 우리가 지능 자체를 이해해온 방식 때문에 그렇다. 기계의 지능은 '기계의 행동이 기계의 목적을 달성할 것으로 예상되는 한, 기계는 지적이다'라고 정의할 수 있다. 그런데 인간과 달리 기계는 자기 자신의 목적을 지니고 있지 않기 때문에 달성할 목적을 우리가 부여한다. 다시 말해 우리는 최적화한 기계를 만들고, 그 기계에 목적을 부여한 뒤, 기계를 작동시킨다. 따라서 우리가 기계에 부여하는 목적이 우리가 정말로 원하는 목적이 되도록 확실히 조치해야 할 것이다. 기계에 우리보다 더 지적인 존재가 되라는 잘못된 목적을 부여한다면 기계는 그 목적을 달성할 것이고 우리는 패배할 것이기 때문이다. 잘못된 목적을 부여받은 '그리 지적이지 않은' 알고리듬조차도 예상하지 못한 더 나쁜 결과를 낳고 있다. 초인적 지능을 향한 행군을 멈출 수는 없어 보이지만, 그 성공은 인류의 파멸이 될 수도 있다.

(라) 우리는 방에 들어서면서 벤살렘 왕국의 관습에 따라 고개를 숙여 인사했다. 우리가 다가서자 그가 일어나더니 장갑을 착용하지 않은 맨손을 앞으로 내밀었다. 축복하는 자세였다. 그리고 스페인어로 말하기 시작했다. "우리 솔로몬 학술원의 목적은 사물의 숨겨진 원인과 작용을 탐구하는 데 있습니다. 그럼으로써 인간 행동의 영역을 넓히며 인간의 목적에 맞게 자연과 사물을 변화시키는 것입니다. 우리는 땅을 더욱

비옥하게 만들기 위해 다양한 배양토를 생산하기도 합니다. 넓은 과수원과 공원도 다양하게 조성해 놓았습니다. 경관의 아름다움을 감상할 목적이 아니라 다양한 나무와 약초의 성장에 적합한 토양을 연구할 목적에서 조성한 것입니다. 온갖 종류의 새들이 있는 공원도 있습니다. 희귀한 동물을 보고자 하는 목적도 있지만, 이들을 해부하고 실험해서 인간의 육체의 비밀을 밝히는 도구로 사용하는 데 더욱 큰 목적이 있습니다. 우리는 동물을 원래보다 크게 만들거나 작게 만들 뿐만 아니라 성장을 멈추게 하는 방법도 터득했습니다. 이러한 결과는 요행의 산물이 아닙니다. 어떤 종의 동물을 교배시키면 어떠한 종이 나타나는지 알고서 실험한 결과이니까요. … (중략) … 이제 ㉡ <u>솔로몬 학술원 회원</u>의 활동에 대해 이야기하겠습니다. 동료들의 실험과 연구 결과로부터 인류의 삶을 향상시키며 지식을 증진시킬 수 있는 효용성을 찾아내려고 고심하는 회원들이 있습니다. 이들은 '지참금 지급자'나 '은혜 수여자'라는 이름으로 불립니다."

(마) 마르틴 하이데거는 과학 기술이 단지 수단만이 아니라고 주장한다. 하이데거는 기술의 본질을 인간과 세계를 드러내는 것이라고 보고 이를 '탈은폐'라 칭한다. 탈은폐는 '밖으로 끌어내어 앞에 내어놓음', '감추어져 있는 것을 드러냄'을 의미한다. 하이데거는 포이에시스적 탈은폐와 현대 기술적 탈은폐를 구분한다. 포이에시스적 탈은폐는 존재를 왜곡하지 않고 대상의 법칙에 따르는 것이고, 인간의 의지대로 자연의 고유성을 파괴하지 않으며 오히려 존재의 진리를 드러낼 가능성을 열어준다. 반면 현대 기술적 탈은폐는 인간의 욕구를 충족하기 위해 자연의 고유한 의미를 파괴하는 것이다. 현대 기술에 의해 자연은 고정된 하나의 기능으로만 탈은폐된다. 지구는 채탄장으로, 대지는 채광장으로, 농토는 식량 공급원으로 탈은폐되는 것이다. 광석 채굴의 역사는 유구하다. 그러나 대지가 대지로 남아 있으면서 광석을 부여하는 경우와 대지가 광석 공급의 기능으로만 환원되는 경우는 엄격히 구분된다. 전자는 대지가 고유함을 보존하는 경우요, 후자는 대지가 현대 기술에 의해 파괴되어 광석 공급원으로만 탈은폐된 경우다. 전근대적 농부는 식물의 성장 비밀에 개입하지 않았다. 식물의 성장을 돌보고 보호할 뿐이었다. 그러나 근대 이후의 농부는 농토를 다그쳐 더 많은 식량 생산을 요구한다. 농토는 더 이상 농토로서 남지 않고 식량 공급원으로 탈은폐된다. 이 과정에서 인간 또한 과학 기술을 활용하며 현대 기술의 의지에 응답하는 부품으로 전락한다. 현대 기술적 탈은폐가 극도로 확장된 결과, 자연은 황무지로 변모하며 인간의 가장 내적인 본질도 상실된다.

(바) 상호주체적 서정성은 자아와 세계의 동일성을 회복하기 위해 동물과 식물 그리고 자연에 이르기까지 인간과 마찬가지로 주체성을 인정하는 태도를 말한다. 우리 시대 지구에 편재한 수많은 위기를 해결하기 위해서는 자연과 인간 사이에 눈에 보이지 않는 차원에서 연계가 이루어지고 있으며, 이를 통해 주체가 넘나들 수 있다는 인식이 필요하다. 지금까지 우리는 상호주체적 서정성을 무시하며 자연을 대해 왔다. 그 결과 자연은 주체가 아닌 인간의 이익 창출을 위한 도구적 객체로 전락해 버렸다. 상호주체적 서정성은 관념적인 차원의 문제가 아니라 현실에서 작동하는 원리로 발전되어야 하며, 실정법에 반영되어야 한다. 그런데 천성산 터널공사 금지 가처분 신청 건에서 보듯 우리의 현실은 그렇지 않다. 이 사건은 최종적으로 대법원에서 기각되어 종결되었다. 이유는 사건의 신청인인 '꼬리치레 도롱뇽'에게 '당사자 능력'을 인정하지 않았다는 데 있다. 이 판결은 현행법과 그 바탕에 깔린 법철학의 한계를 명확히 보여 주었다.

2-1. 제시문 (나)와 (다)의 논지를 모두 활용하여 제시문 (가)를 평가하시오. (250자±20자) [15점]

2-2. 제시문 (마)와 (바)를 바탕으로 제시문 (나)의 ㉠ 비옥한 평원과 제시문 (라)의 ㉡ 솔로몬 학술원 회원의 의미를 각각 설명하시오. (300자±20자) [20점]

출제 의도

문제 2는 자연을 착취의 대상으로 인식하는 도구적 이성과 과도한 과학주의에 대한 비판적 사유를 학생들이 잘 이해하고 있는지 평가하고자 출제하였다. 이를 위해 현재 화두가 되고 있는 인공지능 기술과 자연과 인간의 관계에 대한 문제를 철학적, 문학적 사유를 통해 접근할 수 있는 제시문과 문제를 제시하였다.

문제 2-1은 인공지능 기술의 발전이 인간의 자율성을 확장시켜줄 것이기 때문에 초지능 기계로까지 발전시켜야 한다는 인공지능 낙관론에 대해, 기술과 과학을 발전시켜온 원동력으로써 인간의 욕망을 긍정적으로 평가하는 입장과, 기계의 지능과 목적에 대한 성찰 없이 맹목적으로 인간을 뛰어넘는 지능을 인공지능에 부여하는 것에 대한 위험성을 지적하는 상반된 입장에서 각각 평가함으로써 균형 잡힌 시각을 갖고 있는지를 가늠하고자 하였다.

문제 2-2는 하이데거의 현대 기술적 탈은폐, 인간이 자연의 주체성을 인정해야 한다는 상호주체적 서정성의 개념을 활용하여, 현대 과학 기술의 폐해를 비판하고, 현대 과학기술과 자연, 그리고 인간 상호간의 바람직한 관계 정립을 고민해보도록 하였다.

문항 해설

문제 2는 자연을 착취의 대상으로 인식하는 도구적 이성과 과도한 과학주의에 대한 비판적 사유를 학생들이 잘 이해하고 있는지를 평가하고자 출제하였다.

문제 2-1은 인간 욕망의 증진을 통한 기술 발전이나 인공지능의 발전이 인간에게 어떤 영향을 미칠지에 대한 평가를 서술하도록 하고 있다. 이를 위하여 먼저 제시문 (나)를 통해 제시되어 있는 인간 욕망 증대를 통한 자연의 개척이 바람직하고, 보이지 않는 손에 의해 부가 효과적으로 분배될 것이라는 애덤 스미스의 주장에 동의하여, 개개인이 욕망을 추구하는 것이 새로운 기술 혁신의 계기가 되어 궁극적으로 인간에게 더욱 나은 삶을 보장하게 될 것이라는 논지를 분석하도록 하였다.

그 다음 제시문 (다)의 내용, 즉 인공지능의 지적 능력에 대한 오늘날의 관점은 잘못된 것이며, 이러한 잘못된 관점을 가질 경우 인공지능에 의해 인간이 지배당할 수 있다는 논지를 분석하도록 하였다.

기술발전에 대해서 긍정하는 제시문 (나), 맹목적으로 기술의 발전만을 추구하는 관점을 부정적으로 바라보는 제시문 (다)에 대한 분석에 기반하여, 제시문 (가)의 내용을 평가하도록 하였다.

(나)의 관점에서 (가)를 평가하면, 인간의 욕망에 따라 인공지능이라는 새로운 과학 기술을 발전시켜 인간 전체의 이익을 증진시키고 있다는 점에서 바람직한 주장을 하고 있는 것이다. 반면 (다)의 관점에서 (가)를 평가하면 (가)는 기계 지능에 대해서 잘못 이해하고 있으며, 올바른 목적 부여 없이 인공지능의 높은 지적 능력만을 추구할 경우 인공지능에 의해 인간이 피해를 볼 수 있다는 점을 간과한 잘못된 주장을 하고 있는 것이다.

문제 2-2는 현대 기술 발달이 인간 사유와 자연을 어떻게 변화시킬 수 있는가를 평가하도록 하는 내용이다. 이를 위하여 제시문 (마)에서는 현대 기술 발전에 대한 마르틴 하이데거의 주장, 즉 현대 기술이 자연을 하나의 고정된 기능만을 갖도록 탈은폐하여, 자연은 고유성을 상실하게 된다고 하는 논지를 분석하도록 하였다. 그 다음으로 제시문 (바)의 내용, 인간이 상호주체적 서정성을 실천하여 자연의 주체성을 인정해야 한다고 하는 논지를 분석하도록 하였다. 그리고 이에 입각하여 제시문 (나)의 ㉠ 비옥한 평원과 제시문 (라)의 ㉡ 솔로몬 학술원 회원의 의미를 파악하도록 하였다.

제시문 (가)는 인공지능 기술의 발달에 관한 스튜어트 러셀의 『어떻게 인간과 공존하는 인간지능을 만들 것인가』와 김진석 『강한 인공지능과 인간』의 내용을 재구성한 것이다. 제시문은 인공지능의 발달이 인간의 자율성을 확대해 줄 것이며, 인류 전체의 복지를 증대시키는 등 역사 발전의 동력을 혁신적으로 발전시켜 줄 것이기 때문에 인간의 지능을 압도하는 초지능 기계로 발전시켜야 한다고 하는 내용을 제시하고 있다.

제시문 (나)는 엄정식의 「과학기술과 생태계 파괴」(『과학과 기술』)의 내용을 재구성한 것이다. 제시문은 경제학자 애덤 스미스의 인간 욕망 증대를 통한 자연의 개척이 바람직하다는 주장, 그리고 개개인이 욕망을

추구하는 것이 새로운 기술 혁신의 계기가 될 것이며, 궁극적으로 인간에게 더욱 나은 삶을 보장하게 될 것이라고 하는 논지를 제시하고 있다.

제시문 (다)는 스튜어트 러셀의 『어떻게 인간과 공존하는 인간지능을 만들 것인가』의 내용을 재구성한 것이다. 제시문에서는 인공지능에 대한 오늘날의 이해는 잘못된 것이며, 인공지능에 의해 인간이 지배당할 수 있다는 점을 간과한 잘못된 이해라는 논지를 제시하고 있다.

제시문 (라)는 프랜시스 베이컨의 소설 『새로운 아틀란티스』의 내용을 재구성한 것이다. 이 제시문에서는 벤살렘 왕국의 솔로몬 학회라는 가상 공간 속에서 솔로몬 학회가 사물의 숨겨진 원인과 작용을 탐구하고 인간의 목적에 맞게 자연과 사물을 변화시키는 모습을 제시하고 있다.

제시문 (마)는 마르틴 하이데거의 『기술과 전향』의 내용을 재구성한 것이다. 제시문에서는 기술 발전에 대한 하이데거의 논지를 다음과 같이 제시하고 있다. 하이데거는 기술의 본질을 인간과 세계를 드러내는 것이라고 하고 이를 '탈은폐'라고 하고 있다. 탈은폐에는 포이에스적 탈은폐와 현대 기술적 탈은폐가 있으며, 현대 기술적 탈은폐가 극도로 확장된 결과, 자연은 황무지로 변모하여 인간의 가장 내적인 본질도 상실된다고 본다.

제시문 (바)는 박현수의 『시론』과 박현수의 「서정시 이론의 새로운 고찰」(『우리말글』 제40집)의 내용을 재구성한 것이다. 제시문에 따르면 자아와 세계의 동일성을 회복하기 위하여 동물과 식물 그리고 자연에 이르기까지 인간과 마찬가지로 주체성을 인정하는 태도를 상호주체적 서정성이라고 하며, 이것이 관념적인 문제가 아니라 실천적인 차원에서까지 발전해야 한다는 내용을 제시하고 있다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
2-1	【기술발전에 대해서 긍정하는 제시문 (나), 맹목적인 기술발전에 대한 위험성을 지적하는 제시문 (다)에 대한 분석에 기반하여, 제시문 (가)의 입장을 타당하게 평가할 수 있는지를 평가함】 • 제시문 (나)를 통해 나타난 계몽주의가 안고 있는 인간중심주의, 이성중심주의 관점을 적절하게 파악하고 있는가? • (나)를 바탕으로 제시문 (가)에서 나타난 인공지능에 대한 긍정적이고 낙관적인 관점을 적절하게 평가하고 있는가? • 제시문 (다)를 통해 인공지능에 대한 인간 통제의 필요성을 적절하게 파악하고 있는가? • (다)를 바탕으로 제시문 (가)에서 나타난 인공지능에 대한 긍정적이고 낙관적인 관점을 적절하게 평가하고 있는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심 개념: 인공지능, 자율성, 초지능, 인간의 욕망, 보이지 않는 손, 새로운 과학 기술, 이익, 해악 - 예시답안 참조	15
2-2	【제시문 (마)와 (바)의 내용을 바탕으로 제시문 (나)의 ㉠ 비옥한 평원과 제시문 (라)의 ㉡ 솔로몬 학술원 회원의 의미를 설명할 수 있는지를 평가함】 • 제시문 (마)의 탈은폐 개념을 적절하게 구분하고 있는가? • 제시문 (마)의 탈은폐 개념을 통해 ㉠ 비옥한 평원의 의미를 적절하게 설명하고 있는가? • 제시문 (마)의 탈은폐 개념을 통해 ㉡ 솔로몬 학술원 회원의 의미를 적절하게 설명하고 있는가? • 제시문 (바)의 상호주체적 서정성 개념을 적절하게 설명하고 있는가? • 제시문 (바)의 상호주체적 서정성 개념을 통해 ㉠ 비옥한 평원의 의미를 적절하게 설명하고 있는가? • 제시문 (바)의 상호주체적 서정성 개념을 통해 ㉡ 솔로몬 학술원 회원의 의미를 적절하게 설명하고 있는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심 개념: 현대 기술적 탈은폐, 상호주체적 서정성, 도구적 객체, 인간의 욕구, 주체성, 고유성, 기술의 부품 - 예시답안 참조	20

예시 답안

2-1 (나)는 인간의 욕구가 기술 발전을 촉진해 자연을 유익하게 바꾼다고 보고, 이를 통해 증진된 부가 보이지 않는 손에 의해 효율적으로 분배된다고 본다. 이 관점에서 보면 (가)는 인간의 욕구로 인공지능이라는 기술이 발전했고, 인류의 이익이 증진된다는 점에서 바람직한 주장이다. (다)는 인공지능에게 인간보다 지적인 존재가 되라는 목적을 부여하면 인간에게 해악이 될 것으로 본다. 이 관점에서 보면 (가)는 인공지능에 대한 과도한 신뢰에 기반한 위험한 주장이다. (256자)

2-2 (마)는 자연의 고유성을 파괴하지 않는 포이에시스적 탈은폐와 자연의 고유성을 파괴하는 현대 기술적 탈은폐를 구분해 설명한다. (마)의 입장에서 비옥한 평원은 현대 기술적 탈은폐된 자연을 의미하고 솔로몬 학술원 회원은 자연에 과학기술을 적용하여 기술의 부품으로 전락해 내적 본질을 상실한 인간을 의미한다. (바)는 자연의 주체성을 인정하는 상호주체적 서정성을 강조한다. (바)의 입장에서 비옥한 평원은 인간의 이익을 위한 도구적 객체로 전락한 자연을 의미하고 솔로몬 학술원 회원은 상호주체성 서정성을 무시하여 자연의 주체성을 부정하는 인간을 의미한다. (307자)

인문·사회계 3번

【문제 3】 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 미디어 기술이 우리를 점점 더 일차원적으로, 심지어 전체주의적으로 만들고 있다. 미디어가 메시지가 되어감에 따라, 미디어는 우리를 더욱 더 평범하게, 획일적으로, 그리고 생각 없이 만든다. 히틀러의 나치스, 스탈린의 공산주의자와 같은, 전체주의 사회가 보여준 '절대악'의 모습은 역사 속으로 사라졌다. 인류는 값비싼 대가를 치르고 교훈을 얻어 공동 번영의 길로 나아가는 듯이 보인다. 그러나 앞으로 더욱 고도화될 기술 사회 속에서 그리고 다른 모습으로 나타날 '전체주의 사회' 속에서, 우리는 타자에 대한 사유는 없고 기능에만 충실한 인간으로 어떻게 전락하게 될지 그 정도와 폭을 알 수 없다. 우리가 미디어상의 언어와 사용에 주목해야 하는 중요한 이유가 여기에 있다. 언어의 무능은 타자에 대한 사유의 무능을 낳는다. 평범한 모습을 하고 시작될, 이미 시작되었을 수 있는 여러 가지 '악(惡)'에 나도 모르게 동참하지 않기 위해, 우리의 어리석음으로 이익을 취하는 자들에게, 그들의 세상에 순응하지 않기 위해, 민주적 절차에 따른 숙고와 설득, 합의의 언어가 필요하다.

(나) 미국의 법철학자인 마사 누스바움은 '원초적 혐오'와 '투사적 혐오'를 구분한다. 원초적 혐오는 배설물, 콧물, 시체, 썩은 고기, 구더기, 바퀴벌레 등에 접촉하거나 감염 위험이 있을 때, 자기도 모르게 인상을 찌푸리거나 거리를 두려는 직관적 반응이다. 이런 반응을 특정 집단에 투사하는 것이 투사적 혐오다. 이를테면 유대인, 동성애자 등 특정 집단이 오염원의 속성을 갖고 있다고 덮어씌우는 것이다. 19세기 유럽인들은 유대인이 독특하고 불쾌한 냄새를 뿜어낸다고 근거 없이 믿었다. 집 옆 도축장에서 악취가 나고 개울을 오염시킨다면 그 피해는 보상받을 수 있지만, 이것이 도축업자를 백정이라며 차별할 근거가 되지는 않는다. 원초적 혐오는 법이 어느 정도 보호해 주어야 할 감정이지만, 투사적 혐오는 그렇지 않다. 동성애자를 보며 구토감이 난다고 혐오 표현을 고취 · 선동하여 이들에 대한 배제, 차별, 폭력 등을 조장하는 것은 정당한 권리행사가 아니다.

(다) 기관총과 같은 신기술은 1차 세계 대전에서 전쟁의 성격을 완전히 바꿨다. 기관총은 군인들을 참호로 몰아넣어 영국군이나 독일군은 자신들의 참호 어딘가에 있어야 했다. 그 외 지역은 양 진영의 중간지대다. 그 중간지대에서는 총을 맞고, 죽는다. 반대쪽으로 참호를 뛰어나가면 같은 편의 총에 맞는다. 오늘날의 기관총은 특정 집단의 소셜 미디어다. 서로를 마구 쏘아댄다. '틀리다'고 생각하는 사람을 쏘아댄다. 총알은 게시글, 트윗, 사진, 댓글이다. 결국 두 진영이 생기고 이쪽 아니면 저쪽에 들어야 한다. 서로 간에 중간은 없다. 옳고 그름을 생각해 볼 곳이 없다. ㉠ <u>**이렇게 양극화가 극심한 상황**</u>에서는 옳고 그름에 대해 말하는 것이 매우 위험하다.

(라) 미얀마리즈 마웅마웅탄 씨는/ 아침에 죽은 모습으로 발견되었다// 어젯밤 마웅마웅탄 씨는 잠자리에 누워/ … (중략) … / 집을 그리워하다 곤히 잠들었는지/ 공장장이 내일도 주먹질할까/ 공장에서 언제 쫓겨날까/ 일손이 서툰 처지를 걱정하며 뒤척였는지/ 아무도 몰랐고 아무도 알려고 않았다// 잠시 마웅마웅탄 씨를 알았던 동료들 중/ 한 베트나미즈는 봉급을 못 받아 빌려 쓰더라고 했고/ 한 스리랑칸은 불법체류자 신고 위협을 받았다더라고 했고/ 한 네팔리는 한 달 연이어 야근했다더라고 했다// 미얀마리즈 마웅마웅탄 씨에게/ 사인 불명이라는 사망진단이 내려졌다

(마) 사람이라는 말은 사회 안에 자기 자리가 있다는 말과 같다. 그래서 ㉡ <u>**사회적 성원권**</u>을 얻기 위한 투쟁은 사람이 되기 위한 투쟁이기도 하다. 사회와 국민국가를 동일시하고, 사회적 성원권과 국민 자격을 혼동하는

이들에게는 이 명제가 지나친 비약처럼 보일지도 모른다. 그들은 이렇게 반박하고 싶을 것이다. '한국인인 내가 일본에 간다고 해서 곧바로 일본 사회의 구성원이 되는 것은 아니다. 나는 외국인으로서 잠시 그곳에 머무를 뿐이다. 일본인들은 나를 다른 사람들과 똑같이 사람으로 대접할 것이다. 하지만 이는 어디까지나 나를 외국인으로서 환대하는 것이지, 나에게 사회적 성원권을 준다는 의미가 아니다.' … (중략) …
사회적 성원권은 소속감과 다르다. 자기가 속한 공동체에 별로 소속감을 느끼지 않는데도 사회적 성원권을 인정받는 경우가 있는가 하면(외국에서 교육받은 엘리트에게서 볼 수 있다), 그 반대로 자기는 공동체의 일원이라고 생각하지만, 남들이 그것을 인정하지 않는 경우도 있다(나치 정권이 들어섰을 때, 유럽의 동화 유대인들은 자기들에게 닥쳐올 운명을 미처 상상하지 못했다). 사회적 성원권은 또한 법적 지위와 구별되어야 한다. 이 둘은 밀접하게 연결되어 있어서 하나를 잃으면 다른 하나도 위태로워지기 쉽지만, 하나가 반드시 다른 하나를 수반하는 것은 아니다(법적으로 카스트가 폐지되었는데도, 여전히 사회적으로 차별받는 불가촉천민들이 좋은 예이다). 한편 우리는 사회적 성원권의 부여가 문화적 자격을 요구하는지 따져볼 필요가 있다. 문화적 지식이나 상호작용의 기술이 부족한 사람은 실제로 사회라는 무대 위에서 자신의 역할을 연기하는데 어려움을 느낄 것이다. 하지만 이것은 그에게 특별한 도움이 필요함을 의미할 뿐이지, 그에게 사회 구성원의 자격이 없음을 뜻하지 않는다. 사회적 성원권을 요구하는 데는 어떤 자격도 필요하지 않다. 물리적인 의미에서 사회 안에 이미 들어와 있다는 사실만으로 충분한 것이다.

(바) 악셀 호네트는 무시에 대한 경험이 한 인격체 전체의 정체성을 무너뜨릴 수 있는 파괴의 위험을 동반한다고 보았다. 무시는 인정의 거부나 박탈을 말한다. 이는 개인의 긍정적 자기 관계에 치명적인 손상을 입힌다. 무시를 통해 자기 믿음, 자기 존중, 자기 가치 부여에 상처를 입힐 수 있다는 것이다. 호네트는 손상된 세 가지 자기 관계에 따라 무시의 형태를 세 가지로 구분한다. 첫 번째 무시는 학대나 폭행이다. 두 번째 무시는 권리를 부정하는 것이다. 이것은 개인이나 집단의 권리를 부정하거나 배제하는 것이다. 세 번째 무시는 개인이나 집단이 지닌 사회적 가치의 부정이다. 사회적 가치의 부정은 공동체 안에서 그 가치를 부정당하기 때문에, 자신이 공동체에 기여한다고 여기는 자기 가치조차 스스로에게 부여할 수 없게 된다.
㉢ **인정투쟁**은 훼손된 인정관계를 재건하기 위해 일어난다. 인정관계는 자아 정체성을 형성하고 실현하기 위한 조건이다. 따라서 내가 도덕적으로 훼손당함으로써 느끼는 무시감은 내 자아의 실현을 방해하는 심리상태이다. 이러한 심리상태에서 벗어나 인정상태를 복구하고 상대와 내가 상호인정하는 상태를 회복하기 위해 인정투쟁이 발생한다. 인정관계의 경험을 통해 주체는 자신의 정체성을 형성하고 자신과의 관계를 설정한다. 사랑, 권리 부여, 사회적 연대는 모두 인정의 형식이다. 사랑의 인정을 통해 구체적인 욕구와 본능을 지닌 존재로서 자기 믿음을 갖는다. 권리 부여의 인정을 통해 이성적, 도덕적으로 판단할 수 있는 권리를 가진 개인으로서 자기 존중을 갖는다. 사회적 연대를 통해 공동체에 자신의 능력과 특성으로 기여하고 가치를 인정받는 존재로서 자기 가치 부여를 형성한다. 인정투쟁으로 획득해야 하는 것은 자기 보존이 아니라 내 인격에 대해 상호작용하는 상대자를 인정하는 것이다. 인정투쟁은 개인이 서로 도덕적인 손상을 받을 수 있는 인격체로 인식하고 존엄성을 가진 존재임을 상호인정하는 것을 목표로 한다.

3-1. 제시문 (가)와 (나)의 논지를 활용하여, 제시문 (다)의 ㉠ 이렇게 양극화가 극심한 상황을 비판하시오. (200자±20자) [15점]

3-2. 제시문 (나)와 (라)의 문제 상황을 지적하고, 제시문 (마)의 ㉡ 사회적 성원권과 제시문 (바)의 ㉢ 인정투쟁을 활용하여 해결방안을 제시하시오. (350자±20자) [20점]

출제 의도

문제 3은 과거부터 지속되어 온 차별과 혐오, 현대에 와서 새로 나타난 미디어 상의 갈등 등과 같은 우리 사회의 여러 문제들, 이를테면 특정 집단에 대한 투사적 혐오, 타자를 존중하지 않는 언어 사용이 초래한 의견의 양극화, 이주노동자의 차별과 같은 문제에 대해 고민해 보고, 타자를 존중/배려하는 언어 사용, '사회적 성원권'의 의미 고찰, 그리고 '인정투쟁' 등의 관점을 종합적으로 적용하여 이러한 문제들을 해결할 가능성을 찾아보도록 하는 데 출제 의도가 있다.

문제 3-1은 한나 아렌트의 '언어의 무능은 사유의 무능을 낳는다'에 담긴 의미를 통해 '타자에 대한 배려'의 언어가 필요하다는 관점과 마사 누스바움의 원초적 혐오와 투사적 혐오의 구분을 통해 혐오 문제의 근본 원인을 파악하여, 최근 더 심화되고 있는 소셜미디어 상에서 타자에 대한 존중 없는 언어 사용이 초래한 양극화의 문제에 대해 고민해 보도록 하는 의도로 출제하였다.

문제 3-2는 '사회적 성원권'이라는 개념을 통해 국민국가에 고정된 시각을 환기하고 누구든 무시당하지 않고 상대와 상호인정하는 상태를 회복해야 한다는 '인정투쟁'의 관점을 통해, 과거부터 지속된 '투사적 혐오'의 메커니즘을 보여 주는 여러 문제 상황과 이주노동자를 차별하는 한국 사회의 문제 상황을 다시 살펴보도록 하는 의도로 출제하였다.

문항 해설

문제 3은 제시문 (나), (다), (라)에서 각각 보여주는 투사적 혐오, 소셜미디어 상에서 의견의 양극화, 이주노동자의 차별과 같은 우리 사회의 갈등 문제에 대해 '타자에 대한 존중', '사회적 성원권'과 '인정투쟁'의 관점을 종합적으로 적용하여 해결 방안을 모색해 보는 문제이다.

문제 3-1은 제시문 (가)의 한나 아렌트의 '언어의 무능은 사유의 무능을 낳는다'에 담긴 의미를 통해 '타자에 대한 배려'의 언어가 필요하다는 관점과 (나)의 마사 누스바움의 원초적 혐오와 투사적 혐오의 구분을 통해 혐오 문제의 근본 원인을 파악하여, 이를 제시문 (다)의 ㉠ '이렇게 극단적으로 양분된 상황' 즉 소셜미디어 상에서 타자에 대한 존중 없이 의견의 양극화가 극심한 상황을 비판하도록 하는 문제이다.

문제 3-2는 제시문 (나)의 '투사적 혐오'의 메커니즘을 보여 주는 여러 문제 상황과 제시문 (라)의 이주노동자를 차별하는 한국사회의 문제 상황을 (마)의 ㉡ 사회적 성원권과 제시문 (바)의 악셀 호네트의 ㉢ 인정투쟁 개념으로 올바른 해결방안을 제시해 보도록 하는 문제이다.

제시문 (가)는 한나 아렌트의 『예루살렘의 아이히만』에서 발췌하여 미디어가 우리를 타자에 대한 사유 없이 기능에만 충실한 인간으로 전락시켜 전체주의 사회로 이끌 수 있으므로 숙고와 설득, 합의라는 민주적 절차가 필요하다는 취지로 재구성하였다.

제시문 (나)는 타자를 투사적 혐오로 배제, 차별, 폭력을 조장하는 것은 올바르지 않음을 지적하는 내용으로, 「혐오, 선을 넘다」라는 기사에서 발췌하여 재구성하였다.

제시문 (다)는 특정 집단의 소셜 미디어에서 의견의 양극화를 조장하여, 다양한 개진 가능성을 막는 폐해가 있다는 내용의 TED강의에서 발췌하여 재구성하였다.

제시문 (라)는 하종오의 「돌연사」라는 시로, 한국 사회가 외국인 노동자를 배제하고 차별하며 폭력을 가하여 죽음에 이르게 하고, 그 죽음의 이유마저 은폐하는 상황을 보여주는 제시문이다.

제시문 (마)는 김현경의 『사람, 장소, 환대』에서 법적 지위와 구분되는 사회적 성원권에 대해 다루고 있는 부분을 발췌한 제시문이다. 사회적 성원권은 어떤 자격도 필요 없이 누구나 가질 수 있는 권리임을 설명하고 있다.

제시문 (바)는 악셀 호네트의 『인정투쟁』의 일부를 발췌하여 재구성하였다. 이 제시문에서는 인정투쟁은 누구나 무시당하지 않고, 존엄성을 가진 존재임을 상호인정하기 위해 발생한다는 점을 설명하고 있다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
3-1	【제시문 (가)와 (나)의 논지를 활용하여 제시문 (다)의 ㉠ 이렇게 양극화가 극심한 상황에 대해 비판하고 있는지 평가함】 • 제시문 (가)와 (나)의 논지를 파악하고 있는가? • 제시문 (가)와 (나)의 논지를 활용하여, 제시문 (다)에 나타난 의견의 극단적인 양극화 상황에 대해 올바르게 비판하고 있는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심 개념: 미디어, 절대악, 전체주의 사회, 언어의 무능, 사유의 무능, 원초적 혐오, 투사적 혐오, 양 진영, 권리, 양극화 - 예시 답안 참조	15
3-2	【제시문 (나)와 (라)의 문제 상황을 지적하고, 그 문제 상황에 대해 (마)의 ㉡ 사회적 성원권과 (바)의 ㉢ 인정투쟁을 활용하여 해결방안을 제시할 수 있는지를 평가함】 • 제시문 (나)와 (라)의 문제 상황을 지적하고 있는가? • 제시문 (마)의 ㉡ 사회적 성원권과 (바)의 ㉢ 인정투쟁을 활용하여, 제시문 (나)와 (라)의 문제 상황에 대해 해결방안을 제시하고 있는가? • 정해진 분량에 맞추어 정확한 문장으로 서술하였는가? - 핵심어 및 핵심 개념: 원초적 혐오, 투사적 혐오, 이주노동자, 사회적 성원권, 소속감, 법적 지위, 문화적 자격, 인정투쟁, 무시, 인정관계, 자기 믿음, 자기 존중, 자기 가치 부여, 정체성, 존엄성 - 예시 답안 참조	20

예시 답안

3-1 (가)는 타자에 대한 사유 없이 기능에만 충실한 인간으로 전락시키는 미디어의 폐해를 지적하고 있고 (나)는 원초적 혐오와 투사적 혐오를 구분하여 투사적 혐오를 근거로 타자를 차별할 권리는 없음을 밝히고 있다. 이에 따르면 (다)의 ㉠은 특정 집단의 소셜미디어에서 타자에 대한 존중 없이 투사적 혐오를 행사하여 숙고와 설득, 합의의 언어를 상실한 상황이라고 평가할 수 있다. (208자)

3-2 (나)는 유대인, 도축업자, 동성애자와 같은 특정 집단에 대하여 아무런 근거 없이 투사적 혐오를 고취 · 선동하여 배제, 차별, 폭력을 조장하고 있는 것이 문제 상황이다. (라)는 이주 노동자를 배제하고 차별하며 폭력을 가하여 죽음에 이르게 하고 그 죽음의 이유마저 무시하는 것이 문제 상황이다. 이러한 문제 상황은 사회 안에 이미 들어와 있다는 사실만으로도 사회 구성원으로 인정받을 수 있는 권리인 (마)의 ㉡ 사회적 성원권과, 누군가 무시를 당했을 때 모두가 존엄성을 가진 존재로 상호인정하는 상태를 재건하려는 것이 정당하다는 (바)의 ㉢ 인정투쟁을 통해 누구도 무시나 혐오를 당하지 않는 사회를 지향함으로써 해결될 수 있다. (350자)

나. 자연계

자연계 1번

【공통문항 1】 다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

> 이차방정식 $ax^2+bx+c=0$에서 $D=b^2-4ac$라고 할 때,
> (i) $D>0$이면 서로 다른 두 실근을 갖는다.
> (ii) $D=0$이면 중근을 갖는다.
> (iii) $D<0$이면 서로 다른 두 허근을 갖는다.

실수 k와 양의 실수 r에 대하여 직선 l과 두 곡선 C_1, C_2를

$$l:\ y=kx+k-6$$

$$C_1:\ y=\frac{1}{2}x^2+k-2$$

$$C_2:\ x^2+(y-k)^2=r^2$$

이라 할 때, 다음 물음에 답하시오.

[1-1] 양의 실수 r에 대하여 곡선 C_1과 곡선 C_2의 교점의 개수를 $N(r)$라 할 때, $N(r)$를 구하시오. (15점)

[1-2] 두 곡선 C_1, C_2 위의 모든 점을 원소로 갖는 집합이 나타내는 도형을 C라 하자.
$r=\sqrt{3}$일 때, 도형 C와 직선 l의 교점의 개수가 3이 되도록 하는 모든 실수 k의 값을 구하시오. (20점)

출제 의도

본 문항에서는 미지수가 2개인 연립이차방정식을 풀고 근을 판별하여 이차함수의 그래프와 직선의 위치관계 및 원과 직선의 위치관계를 설명할 수 있는지를 평가한다.

[1-1] 미지수가 2개인 연립이차방정식을 풀어 서로 다른 실근의 개수를 판별하고 곡선과 곡선의 교점의 개수를 구하는 문항이다.

[1-2] 이차함수의 그래프와 직선의 위치관계 및 원과 직선의 위치관계를 이해하고 교점의 개수를 구하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 주어진 직선의 방정식, 이차함수, 원의 방정식을 연립하여 연립이차방정식을 풀고 실근을 구할 수 있는지를 평가하고, 구한 실근의 개수를 이용하여 이차함수의 그래프와 직선의 위치관계, 원과 직선의 위치관계 및 교점의 개수를 구할 수 있는지를 평가한다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[1-1]	$0<r<\sqrt{3}$ 일 때, $N(r)=0$ 임을 구할 수 있다.	3
	$r=\sqrt{3}$ 일 때, $N(r)=2$ 임을 구할 수 있다.	3
	$\sqrt{3}<r<2$일 때, $N(r)=4$ 임을 구할 수 있다.	3
	$r=2$ 일 때, $N(r)=3$ 임을 구할 수 있다.	3
	$r>2$ 일 때, $N(r)=2$ 임을 구할 수 있다.	3
[1-2]	직선 l 과 곡선 C_1 의 교점의 개수를 k 의 범위에 따라 구할 수 있다.	5
	직선 l 과 곡선 C_2 의 교점의 개수를 k의 범위에 따라 구할 수 있다.	5
	두 곡선 C_1, C_2 와 직선 l 이 동시에 지나는 점의 개수를 구할 수 있다.	5
	도형 C와 직선 l 의 교점의 개수가 3 이 되는 모든 실수 k 의 값을 구할 수 있다.	5

예시 답안

[1-1]

두 곡선 C_1, C_2 의 교점의 개수는 연립방정식

$$\begin{cases} y=\dfrac{1}{2}x^2+k-2 & \cdots ① \\ x^2+(y-k)^2=r^2 & \cdots ② \end{cases}$$

을 동시에 만족하는 순서쌍 (x, y) 의 개수와 같다.

①을 ②에 대입하면

$$x^2+\left\{\left(\frac{1}{2}x^2+k-2\right)-k\right\}^2=r^2$$

$$x^4-4x^2+16-4r^2=0 \quad \cdots ③$$

이다. ①에서 y 는 x 의 값에 따라 유일하게 결정되므로 $N(r)$ 는 ③을 만족하는 x 의 개수와 같다.

$X=x^2$ 으로 치환하면 $X^2-4X+16-4r^2=0$ 이고, 이 이차방정식의 판별식은

$$D/4=4-(16-4r^2)=4(r^2-3)$$

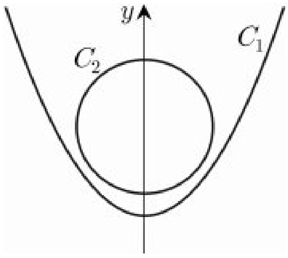
이다. 따라서

$r^2-3<0$ 일 때 실수 X 의 값은 존재하지 않는다. … i)

$r^2-3=0$ 일 때 실수 X 의 값은 오직 하나를 갖는다. … ii)

$r^2-3>0$ 일 때 실수 X 의 값은 서로 다른 2 개를 갖는다. … iii)

ⅰ) $r^2 - 3 < 0$ 즉, $0 < r < \sqrt{3}$ 이면 $N(r) = 0$

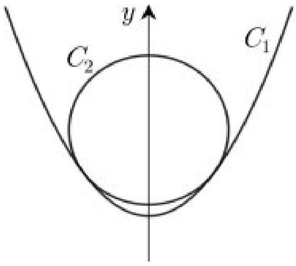


[$0 < r < \sqrt{3}$ 일 때]

ⅱ) $r^2 - 3 = 0$ 즉, $r = \sqrt{3}$ 이면

$X^2 - 4X + 4 = (X-2)^2 = 0$.

따라서 $X = 2$ 이고 이때의 $x = \pm\sqrt{2}$ 이므로 $N(r) = 2$ … 【※】



[$r = \sqrt{3}$ 일 때]

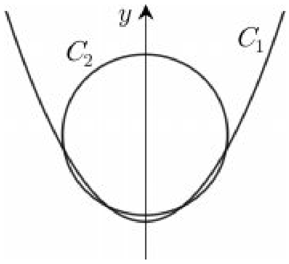
ⅲ) $r^2 - 3 > 0$ 즉, $r > \sqrt{3}$ 일 때

$x^2 = 2 + 2\sqrt{r^2 - 3}$ 또는 $x^2 = 2 - 2\sqrt{r^2 - 3}$ 이다.

① $0 < r^2 - 3 < 1$ 즉, $\sqrt{3} < r < 2$이면

$2 - 2\sqrt{r^2 - 3} > 0$ 이 되어 이차방정식 $x^2 = 2 + 2\sqrt{r^2 - 3}$ 과 $x^2 = 2 - 2\sqrt{r^2 - 3}$ 이 각각 서로 다른 두 개의 실수

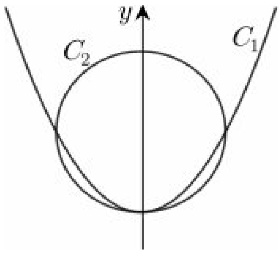
x 의 값을 가지므로 $N(r) = 4$



[$\sqrt{3} < r < 2$일 때]

② $r^2 - 3 = 1$ 즉, $r = 2$ 이면

$x^2 = 4$ 또는 $x^2 = 0$ 이므로 $x = \pm 2$ 또는 $x = 0$이다. 따라서 $N(r) = 3$

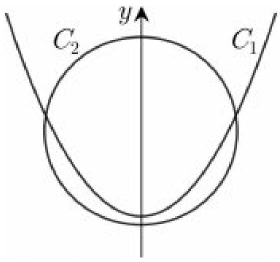


[$r = 2$ 일 때]

③ $r^2-3>1$ 즉, $r>2$ 이면

$2-2\sqrt{r^2-3}<0$ 이 되어 $x^2=2-2\sqrt{r^2-3}$ 를 만족하는 실수 x 의 값은 존재하지 않고,

이차방정식 $x^2=2+2\sqrt{r^2-3}$ 은 서로 다른 두 개의 실수 x의 값을 가지므로 $N(r)=2$



[$r>2$ 일 때]

그러므로 i), ii), iii)에 의해서 $N(r)=\begin{cases} 0 & (0<r<\sqrt{3}) \\ 2 & (r=\sqrt{3} \text{ 또는 } r>2) \\ 3 & (r=2) \\ 4 & (\sqrt{3}<r<2) \end{cases}$

[1-1 별해]

두 곡선 C_1, C_2 의 교점의 개수는 연립방정식

$$\begin{cases} y=\frac{1}{2}x^2+k-2 & \cdots ① \\ x^2+(y-k)^2=r^2 & \cdots ② \end{cases}$$

을 동시에 만족하는 순서쌍 (x, y) 의 개수와 같다.

①에서 $x^2=2(y-k+2)$ 이므로 이를 ②에 대입하면

$(y-k)^2+2(y-k+2)=r^2$

$y^2-2(k-1)y+k^2-2k+4-r^2=0$

이고, 이 이차방정식의 판별식은

$D/4=(k-1)^2-(k^2-2k+4-r^2)=r^2-3$

이다. 따라서

$r^2-3<0$ 일 때 실수 y 의 값은 존재하지 않는다. $\cdots$ i)

$r^2-3=0$ 일 때 실수 y 의 값은 오직 하나를 갖는다. $\cdots$ ii)

$r^2-3>0$ 일 때 실수 y 의 값은 서로 다른 2 개를 갖는다. $\cdots$ iii)

i) $r^2-3<0$ 즉, $0<r<\sqrt{3}$ 이면 $N(r)=0$

ii) $r^2-3=0$ 즉, $r=\sqrt{3}$ 이면

$y^2-2(k-1)y+(k-1)^2=0$, $\{y-(k-1)\}^2=0$

따라서 $y=k-1$ 이고 이때의 $x=\pm\sqrt{2}$ 이므로 $N(r)=2$ $\cdots$【※】

iii) $r^2-3>0$ 즉, $r>\sqrt{3}$ 일 때

방정식 $y^2-2(k-1)y+k^2-2k+4-r^2=0$ 에서

$y=(k-1)\pm\sqrt{r^2-3}$ 이고 이때의 $x^2=2(y-k+2)=2\left(1\pm\sqrt{r^2-3}\right)$

① $0 < r^2 - 3 < 1$ 즉, $\sqrt{3} < r < 2$이면 $x^2 > 0$ 이 되어

$y = (k-1) \pm \sqrt{r^2 - 3}$ 일 때 각각 서로 다른 두 개의 실수 x 의 값을 가지므로 $N(r) = 4$

② $r^2 - 3 = 1$ 즉, $r = 2$ 이면

$y = k$ 일 때 $x = \pm 2$ 이고,

$y = k - 2$ 일 때 $x = 0$ 이므로 $N(r) = 3$

③ $r^2 - 3 > 1$ 즉, $r > 2$ 이면

$y = (k-1) - \sqrt{r^2 - 3}$ 일 때 $x^2 < 0$ 이므로 실수 x 의 값은 존재하지 않고

$y = (k-1) + \sqrt{r^2 - 3}$ 일 때 $x^2 > 0$ 이 되어 서로 다른 두 개의 실수 x 의 값을 가지므로 $N(r) = 2$

그러므로 ⅰ), ⅱ), ⅲ)에 의해서 $N(r) = \begin{cases} 0 & (0 < r < \sqrt{3}) \\ 2 & (r = \sqrt{3} \text{ 또는 } r > 2) \\ 3 & (r = 2) \\ 4 & (\sqrt{3} < r < 2) \end{cases}$

[1-2]

직선 l과 곡선 C_1의 교점의 개수를 n_1,

직선 l과 곡선 C_2 의 교점의 개수를 n_2,

두 곡선 C_1, C_2 와 직선 l 이 동시에 지나는 점이 개수를 n_3 라 하면

도형 C와 직선 l 의 교점의 개수는 $n_1 + n_2 - n_3$ 와 같다.

ⅰ) 직선 l과 곡선 C_1 의 교점의 개수는 연립방정식 $\begin{cases} y = \dfrac{1}{2}x^2 + k - 2 \\ y = kx + k - 6 \end{cases}$ 을 동시에

만족하는 순서쌍 (x, y) 의 개수와 같다.

$\dfrac{1}{2}x^2 + k - 2 = kx + k - 6$ 이므로 $x^2 - 2kx + 8 = 0$이다.

이 이차방정식의 판별식은 $D/4 = k^2 - 8$ 이므로

$$n_1 = \begin{cases} 2 & (k < -\sqrt{8} \text{ 또는 } k > \sqrt{8}) \\ 1 & (k = \pm\sqrt{8}) \\ 0 & (-\sqrt{8} < k < \sqrt{8}) \end{cases}$$

ⅱ) 직선 l과 곡선 C_2 의 교점의 개수는 연립방정식 $\begin{cases} x^2 + (y-k)^2 = 3 \\ y = kx + k - 6 \end{cases}$ 을 동시에

만족하는 순서쌍 (x, y) 의 개수와 같다.

$x^2 + (kx - 6)^2 = 3$ 이므로 $(k^2 + 1)x^2 - 12kx + 33 = 0$ 이다.

이 이차방정식의 판별식은 $D/4 = 3\left(k^2 - 11\right)$이므로

$$n_2 = \begin{cases} 2 & (k < -\sqrt{11} \text{ 또는 } k > \sqrt{11}) \\ 1 & (k = \pm\sqrt{11}) \\ 0 & (-\sqrt{11} < k < \sqrt{11}) \end{cases}$$

iii) 【※】에 의해서 두 곡선 C_1, C_2는 두 점 $(\sqrt{2}, k-1)$, $(-\sqrt{2}, k-1)$에서 만난다.
이 점이 직선 $l: y=kx+k-6$을 지나면
$k-1=\pm\sqrt{2}k+k-6$
을 만족하므로 $k=\pm\frac{5}{\sqrt{2}}=\pm\frac{5\sqrt{2}}{2}$ 가 되어

$$n_3=\begin{cases} 1 & \left(k=\pm\frac{5\sqrt{2}}{2}\right) \\ 0 & \left(k\neq\pm\frac{5\sqrt{2}}{2}\right)\end{cases}$$

ⅰ), ⅱ), ⅲ)에 의해서 $n_1+n_2-n_3=3$이 되는 경우는
① $n_1=2$, $n_2=1$, $n_3=0$일 때 $k=\pm\sqrt{11}$
② $n_1=1$, $n_2=2$, $n_3=0$일 때 실수 k의 값은 존재하지 않는다.
③ $n_1=2$, $n_2=2$, $n_3=1$일 때 $k=\pm\frac{5\sqrt{2}}{2}$

그러므로 도형 C와 직선 l의 교점의 개수가 3이 되는 k의 값은 $k=\pm\sqrt{11}$, $k=\pm\frac{5\sqrt{2}}{2}$.

[1-2 별해]

직선 l : $kx-y+k-6=0$과 원 C_2의 교점의 개수를 다음과 같은 방법으로도 구할 수 있다.

원 C_2의 중심 $(0, k)$와 직선 l과의 거리 d는 $\frac{|k\times 0-k+(k-6)|}{\sqrt{k^2+(-1)^2}}=\frac{6}{\sqrt{k^2+1}}$이다. 따라서
$d<\sqrt{3}$ 즉, $k<-\sqrt{11}$ 또는 $k>\sqrt{11}$이면 $n_2=2$
$d=\sqrt{3}$ 즉, $k=\pm\sqrt{11}$이면 $n_2=1$
$d>\sqrt{3}$ 즉, $-\sqrt{11}<k<\sqrt{11}$이면 $n_2=0$

자연계 2번

【공통문항 2】 다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

(가) 원의 중심과 직선 사이의 거리를 d, 원의 반지름의 길이를 r라고 하면 원과 직선의 위치관계는 다음과 같다.

(ⅰ) $d < r$이면 서로 다른 두 점에서 만난다.

(ⅱ) $d = r$이면 한 점에서 만난다.(접한다.)

(ⅲ) $d > r$이면 만나지 않는다.

(나) 함수 $f(x)$가 닫힌구간 $[a, b]$에서 연속이고 $f(a) \neq f(b)$이면, $f(a)$와 $f(b)$ 사이의 임의의 값 k에 대하여 $f(c) = k$인 c가 열린구간 (a, b)에 적어도 하나 존재한다.

함수 $f(x) = x^4 - x^2 + 2$에 대하여 원점 O에서 곡선 $y = f(x)$에 그은 두 접선 l_1, l_2의 접점 중 제1사분면 위에 있는 점을 A라 하자. 함수 $f(x)$의 최솟값을 k라 할 때, 직선 $y = k$와 두 접선 l_1, l_2로 만들어지는 삼각형에 내접하는 원을 C라 하자. 다음 물음에 답하시오.

[2-1] 원 C의 반지름의 길이를 구하시오. (15점)

[2-2] 선분 OA 위의 점 중 원점이 아닌 점 P(a, b)에서 y축에 내린 수선의 발을 H라 하자. 원 C의 내부에 존재하는 10개의 점 $\mathrm{Q}_n(0, q_n)$ $(n = 1, 2, \cdots, 10)$에 대하여

$$S_n = \begin{cases} (\text{삼각형 } \mathrm{PHQ}_n \text{의 넓이}) & (b \neq q_n) \\ 0 & (b = q_n) \end{cases}$$

이라 할 때, $\sum_{n=1}^{10} S_n = 1$을 만족시키는 점 P가 적어도 하나 존재함을 보이시오. (20점)

출제 의도

본 문항에서는 도함수를 활용하여 함수의 그래프를 그리고 함수의 최솟값과 접선의 방정식을 구할 수 있는지와 점의 위치에 따라 변하는 값을 함수로 표현하고 연속의 성질을 이용하여 특정 함숫값이 존재함을 보일 수 있는지를 평가하고자 한다.

[2-1] 도함수를 이용하여 곡선 밖에서 그은 접선의 방정식과 최솟값을 구하고 조건에 맞는 원의 방정식을 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

[2-2] 구하려는 값을 함수로 표현하고 사잇값 정리를 적용할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 도함수를 이용하여 다항함수의 최솟값과 접선의 방정식을 구하고 주어진 조건에 맞는 원의 방정식을 구할 수 있는지를 평가한다. 또한 접선 위의 한 점과 주어진 두 점들을 연결한 삼각형의 넓이의 합을 함수로 정의하고 이 함수가 연속함수임을 판별한 후 특정 값을 함숫값으로 가질 수 있음을 사잇값 정리를 이용하여 설명할 수 있는지를 평가하고자 한다.

채점 기준

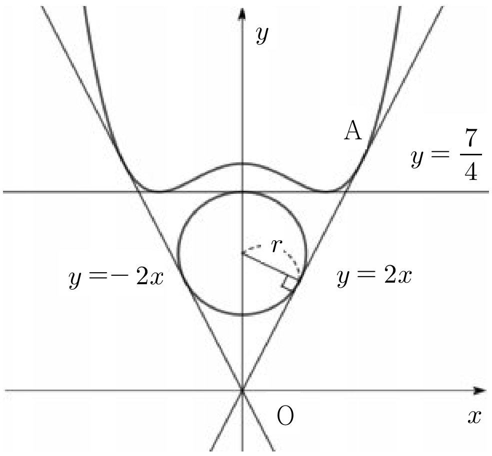
하위 문항	채점 기준	배점
[2-1]	함수의 최솟값을 구할 수 있다.	5
	곡선 밖의 점에서 그은 접선의 방정식을 구할 수 있다.	5
	세 직선에 동시에 접하는 원의 반지름을 구할 수 있다.	5
[2-2]	$\sum_{n=1}^{10} S_n$ 을 구할 수 있다.	5
	$\sum_{n=1}^{10} S_n - 1$ 또는 $\sum_{n=1}^{10} S_n$ 을 함수로 나타내고 연속임을 확인할 수 있다.	5
	함숫값을 확인하고 사잇값 정리를 적용할 수 있다.	5
	조건을 만족하는 점 P 가 존재함을 보일 수 있다.	5

예시 답안

[2-1]

$f'(x) = 4x^3 - 2x = 4x\left(x + \frac{1}{\sqrt{2}}\right)\left(x - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$ 이므로 함수 $y = f(x)$ 의 증감표는 다음과 같다.

x		$-\frac{1}{\sqrt{2}}$		0		$\frac{1}{\sqrt{2}}$	
$f'(x)$	$-$	0	$+$	0	$-$	0	$+$
$f(x)$	↘	$\frac{7}{4}$	↗	2	↘	$\frac{7}{4}$	↗



함수의 최솟값 $k = \frac{7}{4}$

점 $(t, t^4 - t^2 + 2)$ 에서의 접선의 방정식은 $y = (4t^3 - 2t)(x - t) + t^4 - t^2 + 2$

이 직선이 원점을 지나므로 $t = \pm 1$ 이고 접선의 방정식은 $y = \pm 2x$ 이다.

$y=\frac{7}{4}$ 와 $y=\pm 2x$ 에 접하는 원 C의 반지름을 r 라 하면 원의 중심 $\left(0, \frac{7}{4}-r\right)$와 직선 $y=2x$ 사이의 거리가 r 이므로

$\frac{\left|\frac{7}{4}-r\right|}{\sqrt{2^2+1^2}}=r$ 이고 $r<\frac{7}{4}$ 이므로

$r=\frac{7(\sqrt{5}-1)}{16}$

[2-2]

[2-1]에서 $\mathrm{A}(1,2)$ 임을 알 수 있다.

$S_n=\frac{1}{2}\times\frac{b}{2}\times|b-q_n|$ 이므로 $\sum_{n=1}^{10}S_n=\sum_{n=1}^{10}\frac{b}{4}|b-q_n|=1$ 을 만족시키는 b 의 존재성을 살펴보자.

$g(y)=\sum_{n=1}^{10}\frac{y}{4}|y-q_n|-1$ 이라 하면, 함수 g 는 닫힌구간 $[0,2]$ 에서 연속이고

$g(0)=-1$

$q_n<\frac{7}{4}$ 이므로 $\sum_{n=1}^{10}q_n<\frac{35}{2}$

$g(2)=\sum_{n=1}^{10}\frac{1}{2}|2-q_n|-1=9-\frac{1}{2}\sum_{n=1}^{10}q_n>0$

$g(0)<0$, $g(2)>0$ 이므로 사잇값 정리에 의해 $g(c)=0$ 을 만족하는 c 가 열린구간 $(0,2)$ 에 적어도 하나 존재한다.

따라서 $\sum_{n=1}^{10}S_n=1$ 을 만족시키는 점 P 가 선분 $\overline{\mathrm{OA}}$ 위에 적어도 하나 존재한다.

[별해]

[2-1]에서 $\mathrm{A}(1,2)$ 임을 알 수 있다.

$S_n=\frac{1}{2}\times a\times|2a-q_n|$ 이므로 $\sum_{n=1}^{10}S_n=\sum_{n=1}^{10}\frac{a}{2}|2a-q_n|=1$ 을 만족시키는 a 의 존재성을 살펴보자.

$g(x)=\sum_{n=1}^{10}\frac{x}{2}|2x-q_n|-1$ 이라 하면, 함수 g 는 닫힌구간 $[0,1]$ 에서 연속이고

$g(0)=-1$

$q_n<\frac{7}{4}$ 이므로 $\sum_{n=1}^{10}q_n<\frac{35}{2}$

$g(1)=\sum_{n=1}^{10}\frac{1}{2}|2-q_n|-1=9-\frac{1}{2}\sum_{n=1}^{10}q_n>0$

$g(0)<0$, $g(1)>0$ 이므로 사잇값 정리에 의해 $g(c)=0$ 을 만족하는 c 가 열린구간 $(0,1)$ 에 적어도 하나 존재한다.

따라서 $\sum_{n=1}^{10}S_n=1$ 을 만족시키는 점 P 가 선분 $\overline{\mathrm{OA}}$ 위에 적어도 하나 존재한다.

자연계 3-1번

【선택문항 유형1(미적분)】 다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

(가) $x=a$ 에서 $x=b$ 까지의 곡선 $y=f(x)$ 의 길이 l 은 다음과 같다.

$$l=\int_a^b \sqrt{1+\{f'(x)\}^2}\,dx$$

(나) 세 함수 $f(x)$, $g(x)$, $h(x)$ 와 a 에 가까운 모든 실수 x 에 대하여 다음이 성립한다.

$f(x)\le h(x)\le g(x)$ 이고 $\lim_{x\to a}f(x)=\lim_{x\to a}g(x)=L$ 이면 $\lim_{x\to a}h(x)=L$

(다) 닫힌구간 $[a,b]$ 에서 증가하는 연속함수 $f(x)$ 에 대하여 다음이 성립한다.

$$(b-a)f(a)<\int_a^b f(x)\,dx<(b-a)f(b)$$

양의 실수 전체의 집합에서 정의된 미분가능한 함수 $p(t)$가 다음 조건을 만족시킨다.

(i) $t<p(t)$
(ii) $x=t$에서 $x=p(t)$까지의 곡선 $y=x^2$의 길이는 1이다.

다음 물음에 답하시오.

[미적분-1] $\lim_{t\to\infty}\{p(t)-t\}=0$ **임을 보이시오. (10점)**

[미적분-2] $\lim_{t\to\infty}t\{p(t)-t\}$ **의 값을 구하시오. (10점)**

[미적분-3] $\lim_{t\to\infty}t^2\{1-(p'(t))^2\}$ **의 값을 구하시오. (10점)**

출제 의도

본 문항에서는 곡선의 길이를 정적분으로 표현하고 피적분함수가 증가함수일 때 정적분의 범위를 이용하여 극한값을 구할 수 있는지에 대해 평가하고자 한다. 또한 정적분의 위 끝이 함수로 표현되어 있을 때 합성함수 미분법을 통해 미분을 할 수 있는지와 구해진 극한값을 이용하여 주어진 극한값을 구할 수 있는지에 대해 평가하고자 한다.

[미적분-1] 곡선의 길이를 정적분으로 표현할 수 있는지와 피적분함수가 증가함수일 때 정적분의 범위와 함수의 극한의 대소 관계를 이용하여 극한값을 구할 수 있는지에 대해 평가하는 문항이다.

[미적분-2] [미적분-1]의 결과와 함수의 극한의 대소 관계를 이용하여 극한값을 구할 수 있는지에 대해 평가하는 문항이다.

[미적분-3] 정적분의 위 끝이 함수로 표현되어 있을 때 합성함수 미분법을 통해 미분을 할 수 있는지와 [미적분-1]과 [미적분-2]의 결과와 함수의 극한에 대한 성질을 이용하여 극한값을 구할 수 있는지에 대해 평가하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 곡선의 길이를 정적분으로 표현할 수 있는지와 함수의 극한의 대소 관계와 함수의 극한의 기본정리를 이용하여 극한값을 구할 수 있는지를 평가한다. 피적분함수가 증가함수일 때 정적분의 범위를 표현할 수 있는 부등식을 구할 수 있어야 하고, 함수의 극한의 대소 관계를 사용할 수 있도록 적절하게 식을 변형할 수 있어야 한다. 또한 위끝이 함수로 표현된 정적분을 합성함수 미분법을 이용하여 미분할 수 있어야 한다. 구해진 극한값과 함수의 극한에 대한 성질을 이용하여 주어진 극한값을 구할 수 있는지에 대해 평가한다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[미적분-1]	부등식 $\{p(t)-t\}\sqrt{1+4t^2}<\int_t^{p(t)}\sqrt{1+4x^2}\,dx<\{p(t)-t\}\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}$ 를 구할 수 있다.	4
	부등식 $\dfrac{1}{\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}}<p(t)-t<\dfrac{1}{\sqrt{1+4t^2}}$ 를 구할 수 있다.	4
	함수의 극한의 대소 관계를 이용하여 $\lim\limits_{t\to\infty}\{p(t)-t\}=0$ 임을 보일 수 있다.	2
[미적분-2]	$\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{p(t)}{t}=1$ 를 구할 수 있다.	4
	부등식 $\dfrac{t}{\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}}<t\{p(t)-t\}<\dfrac{t}{\sqrt{1+4t^2}}$ 를 구할 수 있다.	2
	함수의 극한의 대소 관계를 이용하여 $\lim\limits_{t\to\infty}t\{p(t)-t\}=\dfrac{1}{2}$ 를 구할 수 있다.	4
[미적분-3]	$\int_t^{p(t)}\sqrt{1+4x^2}\,dx=1$ 의 양변을 미분하여 $\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}\times p'(t)-\sqrt{1+4t^2}=0$ 를 구할 수 있다.	4
	$t^2\{1-(p'(t))^2\}=\dfrac{4t^2\{\{p(t)\}^2-t^2\}}{1+\{4p(t)\}^2}$ 로 식을 정리할 수 있다.	2
	$\lim\limits_{t\to\infty}t^2\{1-(p'(t))^2\}=1$ 를 구할 수 있다.	4

예시 답안

[미적분-1]

$y=x^2$ 에서 $y'=2x$ 이므로 구간 $[t,\ p(t)]$ 에서 곡선의 길이는

$$\int_t^{p(t)}\sqrt{1+(y')^2}\,dx=\int_t^{p(t)}\sqrt{1+4x^2}\,dx=1 \qquad \cdots\cdots \text{①}$$

이다.

$\sqrt{1+4x^2}$ 이 구간 $[t,\,p(t)]$에서 증가하는 연속함수이므로 제시문 (다)에 의해

$$\{p(t)-t\}\sqrt{1+4t^2}<\int_t^{p(t)}\sqrt{1+4x^2}\,dx<\{p(t)-t\}\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}$$

이다. ①에 의해

$$\{p(t)-t\}\sqrt{1+4t^2} < 1 < \{p(t)-t\}\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}$$

이고 이 부등식을 정리하면

$$\frac{1}{\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}} < p(t)-t < \frac{1}{\sqrt{1+4t^2}} \quad \cdots\cdots \text{②}$$

이다. $\lim\limits_{t\to\infty}\frac{1}{\sqrt{1+4t^2}}=0$ 이고, $\lim\limits_{t\to\infty}p(t)=\infty$ 이므로 $\lim\limits_{t\to\infty}\frac{1}{\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}}=0$ 이다.

따라서 제시문 (나)에 의해 $\lim\limits_{t\to\infty}\{p(t)-t\}=0$ 이다.

[미적분-1 별해]

$y=x^2$ 에서 $y'=2x$ 이므로 구간 $[t,\ p(t)]$ 에서 곡선의 길이는

$$\int_t^{p(t)}\sqrt{1+(y')^2}\,dx=\int_t^{p(t)}\sqrt{1+4x^2}\,dx=1 \quad \cdots\cdots \text{①}$$

$\sqrt{1+4x^2}$ 이 구간 $[t,\,p(t)]$에서 증가하는 연속함수이므로 제시문 (다)에 의해

$$\{(p(t)-t)\}\sqrt{1+4t^2} < \int_t^{p(t)}\sqrt{1+4x^2}\,dx < \{(p(t)-t)\}\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}$$

이다. 각 변을 $p(t)-t$ 로 나누면

$$\sqrt{1+4t^2} < \frac{\int_t^{p(t)}\sqrt{1+4x^2}\,dx}{p(t)-t} < \sqrt{1+4\{p(t)\}^2}$$

이고

사잇값정리에 의해 $\frac{\int_t^{p(t)}\sqrt{1+4x^2}\,dx}{p(t)-t}=\sqrt{1+4c^2}$ 인 c 가 t 와 $p(t)$ 사이에 존재한다.

즉, $\int_t^{p(t)}\sqrt{1+4x^2}\,dx=\{p(t)-t\}\sqrt{1+4c^2}$ 을 만족하는 c 가 $t<c<p(t)$ 에 존재한다.

①에 의해 $\{p(t)-t\}\sqrt{1+4c^2}=1$ 이고 양변을 $\sqrt{1+4c^2}$ 으로 나누면 $p(t)-t=\frac{1}{\sqrt{1+4c^2}}$ 이다.

또, $t<c<p(t)$ 이므로 $t\to\infty$ 이면 $c\to\infty$ 이다.

따라서 $\lim\limits_{t\to\infty}\{p(t)-t\}=\lim\limits_{c\to\infty}\frac{1}{\sqrt{1+4c^2}}=0$ 이다.

[미적분-2]

[미적분-1]에서 $\lim\limits_{t\to\infty}\{p(t)-t\}=0$ 이고, $\lim\limits_{t\to\infty}p(t)=\infty$ 이므로

$\lim\limits_{t\to\infty}\{p(t)-t\}\frac{1}{p(t)}=\lim\limits_{t\to\infty}\left\{1-\frac{t}{p(t)}\right\}=0$ 이다. 따라서 $\lim\limits_{t\to\infty}\frac{t}{p(t)}=1$ 이고

$$\lim_{t\to\infty}\frac{p(t)}{t}=1 \quad \cdots\cdots\text{③}$$

이다.

②의 각 변에 t를 곱하면, $\dfrac{t}{\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}} < t\{p(t)-t\} < \dfrac{t}{\sqrt{1+4t^2}}$ 이다.

$\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{t}{\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}} = \lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{t^2}+4\left\{\dfrac{p(t)}{t}\right\}^2}} = \dfrac{1}{2}$ 이고, $\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{t}{\sqrt{1+4t^2}} = \lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{t^2}+4}} = \dfrac{1}{2}$ 이므로

제시문 (나)에 의해 $\lim\limits_{t\to\infty}t\{p(t)-t\} = \dfrac{1}{2}$ 이다.

[미적분-2 별해]

[미적분-1]에서 $\lim\limits_{t\to\infty}\{p(t)-t\}=0$ 이고, $\lim\limits_{t\to\infty}p(t)=\infty$ 이므로

$$\lim_{t\to\infty}\left\{\frac{p(t)}{t}-1\right\} = \lim_{t\to\infty}\frac{1}{t}\{p(t)-t\} = 0$$

이다. 따라서

$$\lim_{t\to\infty}\frac{p(t)}{t} = 1 \quad \cdots\cdots \text{③}$$

이다.

②의 각 변에 t를 곱하면, $\dfrac{t}{\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}} < t\{p(t)-t\} < \dfrac{t}{\sqrt{1+4t^2}}$ 이다.

$\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{t}{\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}} = \lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{t^2}+4\left\{\dfrac{p(t)}{t}\right\}^2}} = \dfrac{1}{2}$ 이고, $\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{t}{\sqrt{1+4t^2}} = \lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{t^2}+4}} = \dfrac{1}{2}$ 이므로

제시문 (나)에 의해 $\lim\limits_{t\to\infty}t\{p(t)-t\} = \dfrac{1}{2}$ 이다.

[미적분-3]

①의 양변을 t에 대하여 미분하면 $\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}\times p'(t) - \sqrt{1+4t^2} = 0$ 이다.

식을 정리하면 $\{p'(t)\}^2 = \dfrac{1+4t^2}{1+4\{p(t)\}^2}$, $1-\{p'(t)\}^2 = 1-\dfrac{1+4t^2}{1+4\{p(t)\}^2} = \dfrac{4\{p(t)\}^2-4t^2}{1+4\{p(t)\}^2}$ 이고,

$t^2\{1-\{p'(t)\}^2\} = \dfrac{4t^2\{\{p(t)\}^2-t^2\}}{1+4\{p(t)\}^2}$ 이다.

③에 의해

$$\begin{aligned}
\lim_{t\to\infty}t^2\{1-(p'(t))^2\} &= \lim_{t\to\infty}4t\{p(t)-t\}\frac{tp(t)+t^2}{1+\{4p(t)\}^2} \\
&= \lim_{t\to\infty}4t\{p(t)-t\}\frac{\dfrac{p(t)}{t}+1}{\dfrac{1}{t^2}+4\left\{\dfrac{p(t)}{t}\right\}^2} \\
&= 4\times\frac{1}{2}\times\frac{1+1}{4} = 1
\end{aligned}$$

이다.

[미적분-3 별해]

①의 양변을 t에 대하여 미분하면

$$\sqrt{1+4\{p(t)\}^2}\times p'(t)-\sqrt{1+4t^2}=0$$

식을 정리하면 $\{p'(t)\}^2=\dfrac{1+4t^2}{1+4\{p(t)\}^2}$ 이고,

$$1-\{p'(t)\}^2=1-\frac{1+4t^2}{1+4\{p(t)\}^2}=\frac{4\{p(t)\}^2-4t^2}{1+4\{p(t)\}^2}=\frac{4\{p(t)+t\}\{p(t)-t\}}{1+4\{p(t)\}^2}$$

[미적분-1]의 별해에서 $p(t)-t=\dfrac{1}{\sqrt{1+4c^2}}$ 이므로 $1-\{p'(t)\}^2=\dfrac{4\{p(t)+t\}}{1+4\{p(t)\}^2}\dfrac{1}{\sqrt{1+4c^2}}$ 이다.

따라서 $\lim\limits_{t\to\infty}t^2\{1-(p'(t))^2\}=\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{4t^2\{p(t)+t\}}{1+4\{p(t)\}^2}\dfrac{1}{\sqrt{1+4c^2}}$ 이다.

우변의 분자, 분모를 $\{p(t)\}^3$ 으로 나누면

$$\lim_{t\to\infty}t^2\{1-(p'(t))^2\}=\lim_{t\to\infty}\frac{4\left\{\dfrac{t}{p(t)}\right\}^2\left\{1+\dfrac{t}{p(t)}\right\}}{\dfrac{1}{\{p(t)\}^2}+4}\frac{1}{\sqrt{\dfrac{1}{\{p(t)\}^2}+4\left\{\dfrac{c}{p(t)}\right\}^2}}$$

이다.

한편 $t<c<p(t)$ 에서 $\dfrac{t}{p(t)}<\dfrac{c}{p(t)}<1$ 이고 ③과 제시문 (나)에 의해 $\lim\limits_{t\to\infty}\dfrac{c}{p(t)}=1$ 이다.

따라서

$$\lim_{t\to\infty}t^2\{1-(p'(t))^2\}=\frac{4\times1^2\times(1+1)}{4}\frac{1}{\sqrt{4\times1^2}}=1$$

이다.

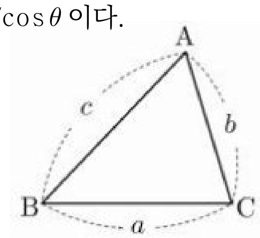
자연계 3-2번

【선택문항 유형2(기하)】 다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

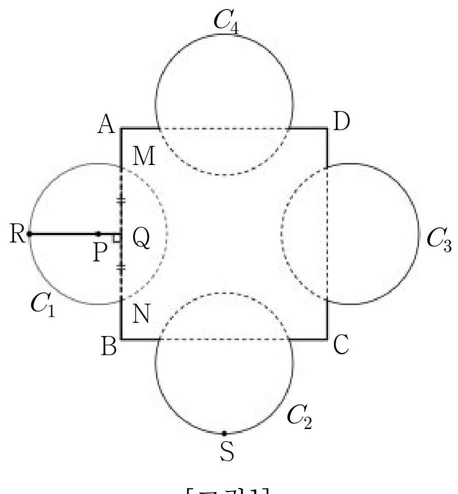
(가) 평면 β 위의 도형의 넓이를 S, 이 도형의 평면 α 위로의 정사영의 넓이를 S'이라 할 때, 두 평면 α, β가 이루는 각의 크기를 θ ($0^\circ \le \theta \le 90^\circ$)라고 하면 $S' = S\cos\theta$이다.

(나) 삼각형 ABC의 세 변의 길이가 a, b, c일 때 다음이 성립한다.

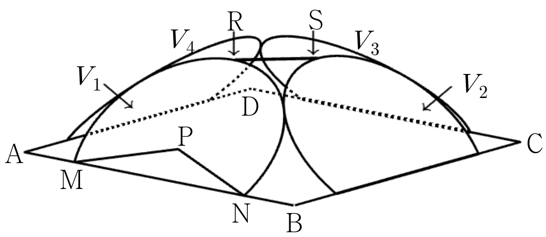
$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cos A$$
$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ca\cos B$$
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos C$$



[그림1]과 같이 한 변의 길이가 6인 정사각형 ABCD의 각 변에 반지름의 길이가 2인 네 원 C_1, C_2, C_3, C_4의 일부가 붙어 있는 모양의 종이가 있다. 이때 원 C_1은 선분 AB의 수직이등분선에 대하여 대칭이고, 원 C_1, C_2는 직선 AC에 대하여 각각 원 C_4, C_3에 대칭이며, 원 C_1, C_4는 직선 BD에 대하여 각각 원 C_2, C_3에 대칭이다. 원 C_1의 중심을 P라 하고, 원 C_1이 선분 AB와 만나는 두 점을 각각 M, N이라 하자. 또한 선분 MN의 중점을 Q, 반직선 QP와 원 C_1이 만나는 점을 R, 점 R를 직선 BD에 대하여 대칭이동한 점을 S라 하자.
이 종이에서 [그림2]와 같이 선분 AB를 접는 선으로 하여 원 C_1의 일부를 접어 올린 도형을 V_1이라 하고, 같은 방식으로 선분 BC, CD, DA를 접는 선으로 하여 각각 원 C_2, C_3, C_4의 일부를 접어 올린 도형을 순서대로 V_2, V_3, V_4라 하자. 이때 정사각형 ABCD와 도형 V_n $(n = 1, 2, 3, 4)$이 이루는 각의 크기는 같고, 1 이상 3 이하의 자연수 n에 대하여 도형 V_n과 V_{n+1}의 테두리는 각각 한 점에서 만난다. 그리고 도형 V_1 위의 점 R와 V_2 위의 점 S 사이의 거리는 $\sqrt{2}$이다. (단, 종이의 두께는 고려하지 않는다.)



[그림1]



[그림2]

다음 물음에 답하시오.

[기하-1] 선분 PQ의 길이를 구하시오. (단, $0 < \overline{PQ} < 2$) (15점)

[기하-2] [그림2]에서 도형 V_2가 포함된 평면을 α라 하자. 삼각형 PMN의 평면 α 위로의 정사영의 넓이를 구하시오. (15점)

출제 의도

본 문항에서는 주어진 조건을 만족하는 공간도형에 대하여 직선과 평면의 위치 관계, 이면각 등을 활용하여 특징을 파악하고 이를 통해 특정 선분의 길이와 정사영의 넓이를 구할 수 있는지를 평가하고자 한다.

[기하-1] 주어진 모양의 종이를 접어 만든 공간도형의 특징을 파악하여 특정 조건을 만족하기 위한 선분의 길이를 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

[기하-2] 이면각의 원리와 코사인법칙을 활용하여 입체도형의 두 면을 포함하는 각각의 평면이 이루는 각을 구하고, 특정 도형의 주어진 평면 위로의 정사영의 넓이를 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 주어진 모양의 종이를 접어 만든 공간도형에 대하여 직선과 평면의 위치 관계, 이면각 등을 활용하여 특징을 파악하여 특정 조건을 만족하기 위한 선분의 길이를 구하고, 이면각의 원리와 코사인법칙을 활용하여 특정 도형의 주어진 평면 위로의 정사영의 넓이를 구할 수 있는지를 평가한다.

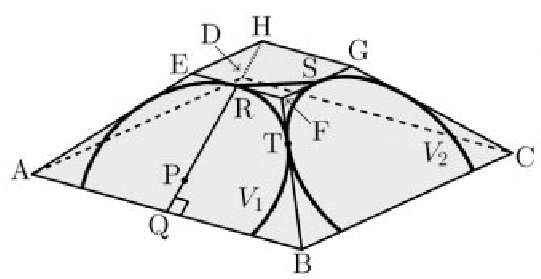
채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[기하-1]	도형 V_1과 접하는 사다리꼴 ABFE에 대하여 $\overline{\mathrm{RF}}=1$임을 나타낼 수 있다.	3
	선분 PQ의 길이를 a라 할 때, 선분 BP의 길이를 $\sqrt{a^2+9}$로 나타낼 수 있다.	2
	선분 TB의 길이를 $\sqrt{a^2+5}$로 나타낼 수 있다.	3
	직각삼각형 FUB의 각 변의 길이 사이의 관계를 $(a+2)^2+2^2=\left(1+\sqrt{a^2+5}\right)^2$으로 나타내고, 선분 PQ의 길이가 $\frac{2}{3}$임을 구할 수 있다.	7
[기하-2]	$\triangle$PMN의 넓이가 $\frac{8\sqrt{2}}{9}$임을 구할 수 있다.	3
	평면 ABF와 평면 BCF의 이면각의 크기를 정의할 수 있다.	3
	평면 BCF 위에 있는 원의 중심을 W라 할 때, 선분 PW의 길이가 $\frac{5}{2}\sqrt{2}$임을 구할 수 있다.	3
	$\angle\mathrm{PTW}=\theta$라 할 때, $\cos\theta=-\frac{9}{16}$임을 구할 수 있다.	3
	도형 V_2가 포함된 평면으로의 $\triangle$PMN의 정사영의 넓이가 $\frac{\sqrt{2}}{2}$임을 구할 수 있다.	3

예시 답안

[기하-1]

$\overline{AE}$, $\overline{EF}$, $\overline{FB}$에 도형 V_1이 접하도록 사각뿔대 ABCD−EFGH를 만들면 다음과 같다.

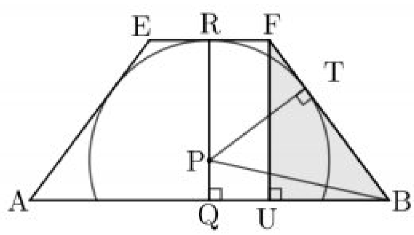


$\overline{RS}=\sqrt{2}$일 때, △RFS는 ∠F $=90°$ 인 직각이등변삼각형이므로 $\overline{RF}=1$이다.

도형 V_1과 도형 V_2가 만나는 점을 T라 할 때, 점 F에서 도형 V_1에 그은 접선의 길이는 같으므로 $\overline{RF}=1$이다.

이때 $\overline{PQ}=a$라 하자. 주어진 조건에 의해 $\overline{BQ}=3$이고, △PQB는 직각삼각형이므로 $\overline{BP}=\sqrt{a^2+9}$ 이다.

또한 $\overline{PT}$와 $\overline{PR}$은 원의 반지름이므로 $\overline{PT}=\overline{PR}=2$이며, △PTB는 직각삼각형이므로 $\overline{TB}=\sqrt{a^2+5}$ 이다.



점 F에서 선분 AB에 내린 수선의 발을 U라 하자. $\overline{FU}=\overline{RQ}=a+2$이고,

$\overline{UB}=\overline{QB}-\overline{QU}=\overline{QB}-\overline{RF}=3-1=2$이며,

$\overline{FB}=\overline{FT}+\overline{TB}=1+\sqrt{a^2+5}$ 이다. △FUB는 직각삼각형이므로 $(a+2)^2+2^2=\left(1+\sqrt{a^2+5}\right)^2$이다.

따라서 $a^2+4a+8=1+2\sqrt{a^2+5}+a^2+5$, $4a+2=2\sqrt{a^2+5}$, $(2a+1)^2=a^2+5$, $4a^2+4a+1=a^2+5$

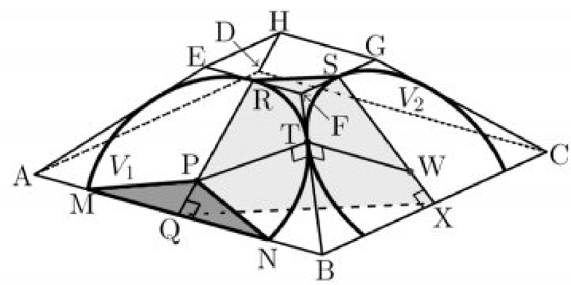
$3a^2+4a-4=0$, $(3a-2)(a+2)=0$, $a=\frac{2}{3}$ 또는 $a=-2$ 이고, $a>0$이므로 $a=\frac{2}{3}$ 이다.

즉, 선분 PQ의 길이는 $\frac{2}{3}$이다.

[기하-2]

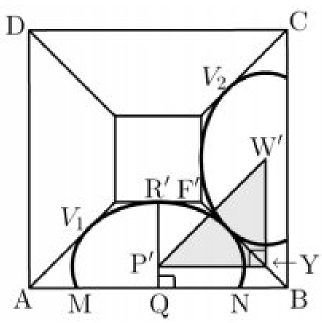
도형 V_1 위에 있는 $\triangle\mathrm{PMN}$에 대하여 $\overline{\mathrm{PQ}}=\frac{2}{3}$이므로 $\overline{\mathrm{QN}}=\sqrt{2^2-\left(\frac{2}{3}\right)^2}=\sqrt{\frac{32}{9}}=\frac{4\sqrt{2}}{3}$이다.

따라서 $\triangle\mathrm{PMN}$의 넓이는 $\frac{4\sqrt{2}}{3}\times\frac{2}{3}=\frac{8\sqrt{2}}{9}$이다.



도형 V_2가 포함된 평면으로의 $\triangle\mathrm{PMN}$의 정사영을 구하기 위해서는 평면 ABF와 평면 BCF가 이루는 각의 크기를 구하면 된다. 즉, 평면 BCF 위에 있는 원의 중심을 W라 하면, 이면각의 정의에 의해 직선 PT와 직선 WT가 이루는 각을 구하면 된다.

점 W에서 선분 BC에 내린 수선의 발을 X라 하자. 점 P, R, S, W, F의 평면 ABC 위로의 정사영을 각각 P′, R′, S′, W′, F′이라 하면 다음 그림과 같다.



점 P는 선분 RQ를 3 : 1로 내분하는 점이므로 점 P′은 선분 R′Q를 3 : 1로 내분하는 점이다. 이때 $\overline{\mathrm{R'Q}}=2$이므로 $\overline{\mathrm{P'Q}}=\frac{1}{2}$이다. 이때 점 P′을 지나고 선분 AB에 평행인 직선이 선분 F′B와 만나는 점을 Y라 하면, $\overline{\mathrm{P'Y}}=\overline{\mathrm{QB}}-\overline{\mathrm{P'Q}}=3-\frac{1}{2}=\frac{5}{2}$이다.

$\overline{\mathrm{PW}}=\overline{\mathrm{P'W'}}$이고, $\triangle\mathrm{P'YW'}$은 직각이등변삼각형이므로 $\overline{\mathrm{P'W}}=\frac{5}{2}\sqrt{2}$이므로 $\angle\mathrm{PTW}=\theta$라 하면, 코사인법칙에 의해 $\cos\theta=\dfrac{\overline{\mathrm{PT}}^2+\overline{\mathrm{TW}}^2-\overline{\mathrm{PW}}^2}{2\times\overline{\mathrm{PT}}\times\overline{\mathrm{TW}}}=\dfrac{4+4-\frac{25}{2}}{2\times2\times2}=\dfrac{-\frac{9}{2}}{8}=-\dfrac{9}{16}$이다.

즉, $\cos\theta<0$이므로 $\theta>\frac{\pi}{2}$이고, 따라서 평면 ABF와 평면 BCG가 이루는 각의 크기는 $\pi-\theta$이다.

그러므로 도형 V_2가 포함된 평면으로의 $\triangle\mathrm{PMN}$의 정사영의 넓이는

$\frac{8\sqrt{2}}{9}\times\cos(\pi-\theta)=\frac{8\sqrt{2}}{9}\times(-\cos\theta)=\frac{\sqrt{2}}{2}$이다.

다. 의·약학계[4)]

의·약학계 1번

【공통문항 1】 다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

> 이차방정식 $ax^2+bx+c=0$에서 $D=b^2-4ac$라고 할 때,
> (i) $D>0$이면 서로 다른 두 실근을 갖는다.
> (ii) $D=0$이면 중근을 갖는다.
> (iii) $D<0$이면 서로 다른 두 허근을 갖는다.

실수 k와 양의 실수 r에 대하여 직선 l과 두 곡선 C_1, C_2를

$$l:\ y=kx+k-6$$

$$C_1:\ y=\frac{1}{2}x^2+k-2$$

$$C_2:\ x^2+(y-k)^2=r^2$$

이라 할 때, 다음 물음에 답하시오.

[1-1] 양의 실수 r에 대하여 곡선 C_1과 곡선 C_2의 교점의 개수를 $N(r)$라 할 때, $N(r)$를 구하시오. (15점)

[1-2] 두 곡선 C_1, C_2 위의 모든 점을 원소로 갖는 집합이 나타내는 도형을 C라 하자.
$r=\sqrt{3}$일 때, 도형 C와 직선 l의 교점의 개수가 3이 되도록 하는 모든 실수 k의 값을 구하시오. (20점)

출제 의도

본 문항에서는 미지수가 2개인 연립이차방정식을 풀고 근을 판별하여 이차함수의 그래프와 직선의 위치관계 및 원과 직선의 위치관계를 설명할 수 있는지를 평가한다.

[1-1] 미지수가 2개인 연립이차방정식을 풀어 서로 다른 실근의 개수를 판별하고 곡선과 곡선의 교점의 개수를 구하는 문항이다.

[1-2] 이차함수의 그래프와 직선의 위치관계 및 원과 직선의 위치관계를 이해하고 교점의 개수를 구하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 주어진 직선의 방정식, 이차함수, 원의 방정식을 연립하여 연립이차방정식을 풀고 실근을 구할 수 있는지를 평가하고, 구한 실근의 개수를 이용하여 이차함수의 그래프와 직선의 위치관계, 원과 직선의 위치관계 및 교점의 개수를 구할 수 있는지를 평가한다.

4) 의·약학계 문항 응시 모집단위: 의예과, 약학부, 한의학전문대학원 학·석사통합과정

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[1-1]	$0 < r < \sqrt{3}$ 일 때, $N(r) = 0$ 임을 구할 수 있다.	3
	$r = \sqrt{3}$ 일 때, $N(r) = 2$ 임을 구할 수 있다.	3
	$\sqrt{3} < r < 2$일 때, $N(r) = 4$ 임을 구할 수 있다.	3
	$r = 2$ 일 때, $N(r) = 3$ 임을 구할 수 있다.	3
	$r > 2$ 일 때, $N(r) = 2$ 임을 구할 수 있다.	3
[1-2]	직선 l 과 곡선 C_1 의 교점의 개수를 k 의 범위에 따라 구할 수 있다.	5
	직선 l 과 곡선 C_2 의 교점의 개수를 k의 범위에 따라 구할 수 있다.	5
	두 곡선 C_1, C_2 와 직선 l 이 동시에 지나는 점의 개수를 구할 수 있다.	5
	도형 C와 직선 l 의 교점의 개수가 3 이 되는 모든 실수 k 의 값을 구할 수 있다.	5

예시 답안

[1-1]

두 곡선 C_1, C_2 의 교점의 개수는 연립방정식

$$\begin{cases} y = \frac{1}{2}x^2 + k - 2 & \cdots ① \\ x^2 + (y-k)^2 = r^2 & \cdots ② \end{cases}$$

을 동시에 만족하는 순서쌍 (x, y) 의 개수와 같다.

①을 ②에 대입하면

$$x^2 + \left\{\left(\frac{1}{2}x^2 + k - 2\right) - k\right\}^2 = r^2$$

$$x^4 - 4x^2 + 16 - 4r^2 = 0 \quad \cdots ③$$

이다. ①에서 y 는 x 의 값에 따라 유일하게 결정되므로 $N(r)$ 는 ③을 만족하는 x 의 개수와 같다.

$X = x^2$ 으로 치환하면 $X^2 - 4X + 16 - 4r^2 = 0$ 이고, 이 이차방정식의 판별식은

$$D/4 = 4 - (16 - 4r^2) = 4(r^2 - 3)$$

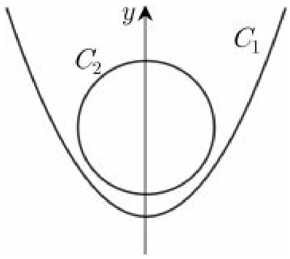
이다. 따라서

$r^2 - 3 < 0$ 일 때 실수 X 의 값은 존재하지 않는다. … i)

$r^2 - 3 = 0$ 일 때 실수 X 의 값은 오직 하나를 갖는다. … ii)

$r^2 - 3 > 0$ 일 때 실수 X 의 값은 서로 다른 2 개를 갖는다. … iii)

ⅰ) $r^2-3<0$ 즉, $0<r<\sqrt{3}$ 이면 $N(r)=0$

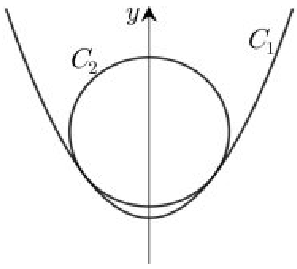


[$0<r<\sqrt{3}$ 일 때]

ⅱ) $r^2-3=0$ 즉, $r=\sqrt{3}$ 이면

$X^2-4X+4=(X-2)^2=0$.

따라서 $X=2$ 이고 이때의 $x=\pm\sqrt{2}$ 이므로 $N(r)=2$ … 【※】



[$r=\sqrt{3}$ 일 때]

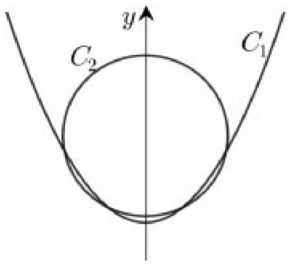
ⅲ) $r^2-3>0$ 즉, $r>\sqrt{3}$ 일 때

$x^2=2+2\sqrt{r^2-3}$ 또는 $x^2=2-2\sqrt{r^2-3}$ 이다.

① $0<r^2-3<1$ 즉, $\sqrt{3}<r<2$이면

$2-2\sqrt{r^2-3}>0$ 이 되어 이차방정식 $x^2=2+2\sqrt{r^2-3}$ 과 $x^2=2-2\sqrt{r^2-3}$ 이 각각 서로 다른 두 개의 실수

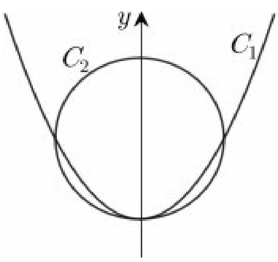
x 의 값을 가지므로 $N(r)=4$



[$\sqrt{3}<r<2$일 때]

② $r^2-3=1$ 즉, $r=2$ 이면

$x^2=4$ 또는 $x^2=0$ 이므로 $x=\pm 2$ 또는 $x=0$이다. 따라서 $N(r)=3$

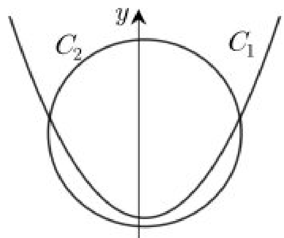


[$r=2$ 일 때]

③ $r^2-3>1$ 즉, $r>2$ 이면

$2-2\sqrt{r^2-3}<0$ 이 되어 $x^2=2-2\sqrt{r^2-3}$ 를 만족하는 실수 x 의 값은 존재하지 않고,

이차방정식 $x^2=2+2\sqrt{r^2-3}$ 은 서로 다른 두 개의 실수 x의 값을 가지므로 $N(r)=2$



[$r>2$ 일 때]

그러므로 ⅰ), ⅱ), ⅲ)에 의해서 $N(r)=\begin{cases} 0 & (0<r<\sqrt{3}) \\ 2 & (r=\sqrt{3} \text{ 또는 } r>2) \\ 3 & (r=2) \\ 4 & (\sqrt{3}<r<2) \end{cases}$

[1-1 별해]

두 곡선 C_1, C_2 의 교점의 개수는 연립방정식

$$\begin{cases} y=\frac{1}{2}x^2+k-2 & \cdots ① \\ x^2+(y-k)^2=r^2 & \cdots ② \end{cases}$$

을 동시에 만족하는 순서쌍 (x, y) 의 개수와 같다.

①에서 $x^2=2(y-k+2)$ 이므로 이를 ②에 대입하면

$$(y-k)^2+2(y-k+2)=r^2$$

$$y^2-2(k-1)y+k^2-2k+4-r^2=0$$

이고, 이 이차방정식의 판별식은

$D/4=(k-1)^2-\left(k^2-2k+4-r^2\right)=r^2-3$

이다. 따라서

$r^2-3<0$ 일 때 실수 y 의 값은 존재하지 않는다. ⋯ ⅰ)

$r^2-3=0$ 일 때 실수 y 의 값은 오직 하나를 갖는다. ⋯ ⅱ)

$r^2-3>0$ 일 때 실수 y 의 값은 서로 다른 2 개를 갖는다. ⋯ ⅲ)

ⅰ) $r^2-3<0$ 즉, $0<r<\sqrt{3}$ 이면 $N(r)=0$

ⅱ) $r^2-3=0$ 즉, $r=\sqrt{3}$ 이면

$$y^2-2(k-1)y+(k-1)^2=0, \ \{y-(k-1)\}^2=0$$

따라서 $y=k-1$ 이고 이때의 $x=\pm\sqrt{2}$ 이므로 $N(r)=2$ ⋯【※】

iii) $r^2-3>0$ 즉, $r>\sqrt{3}$ 일 때

방정식 $y^2-2(k-1)y+k^2-2k+4-r^2=0$ 에서

$y=(k-1)\pm\sqrt{r^2-3}$ 이고 이때의 $x^2=2(y-k+2)=2\left(1\pm\sqrt{r^2-3}\right)$

① $0<r^2-3<1$ 즉, $\sqrt{3}<r<2$ 이면 $x^2>0$ 이 되어

$y=(k-1)\pm\sqrt{r^2-3}$ 일 때 각각 서로 다른 두 개의 실수 x 의 값을 가지므로 $N(r)=4$

② $r^2-3=1$ 즉, $r=2$ 이면

$y=k$ 일 때 $x=\pm 2$ 이고,

$y=k-2$ 일 때 $x=0$ 이므로 $N(r)=3$

③ $r^2-3>1$ 즉, $r>2$ 이면

$y=(k-1)-\sqrt{r^2-3}$ 일 때 $x^2<0$ 이므로 실수 x 의 값은 존재하지 않고

$y=(k-1)+\sqrt{r^2-3}$ 일 때 $x^2>0$ 이 되어 서로 다른 두 개의 실수 x 의 값을 가지므로 $N(r)=2$

그러므로 i), ii), iii)에 의해서 $N(r)=\begin{cases} 0 & (0<r<\sqrt{3}) \\ 2 & (r=\sqrt{3} \text{ 또는 } r>2) \\ 3 & (r=2) \\ 4 & (\sqrt{3}<r<2) \end{cases}$

[1-2]

직선 l 과 곡선 C_1 의 교점의 개수를 n_1,

직선 l 과 곡선 C_2 의 교점의 개수를 n_2,

두 곡선 C_1, C_2 와 직선 l 이 동시에 지나는 점이 개수를 n_3 라 하면

도형 C와 직선 l 의 교점의 개수는 $n_1+n_2-n_3$ 와 같다.

i) 직선 l 과 곡선 C_1 의 교점의 개수는 연립방정식 $\begin{cases} y=\frac{1}{2}x^2+k-2 \\ y=kx+k-6 \end{cases}$ 을 동시에

만족하는 순서쌍 (x, y) 의 개수와 같다.

$\frac{1}{2}x^2+k-2=kx+k-6$ 이므로 $x^2-2kx+8=0$ 이다.

이 이차방정식의 판별식은 $D/4=k^2-8$ 이므로

$$n_1=\begin{cases} 2 & (k<-\sqrt{8} \text{ 또는 } k>\sqrt{8}) \\ 1 & (k=\pm\sqrt{8}) \\ 0 & (-\sqrt{8}<k<\sqrt{8}) \end{cases}$$

ii) 직선 l 과 곡선 C_2 의 교점의 개수는 연립방정식 $\begin{cases} x^2+(y-k)^2=3 \\ y=kx+k-6 \end{cases}$ 을 동시에

만족하는 순서쌍 (x, y) 의 개수와 같다.

$x^2+(kx-6)^2=3$ 이므로 $(k^2+1)x^2-12kx+33=0$ 이다.

이 이차방정식의 판별식은 $D/4=3\left(k^2-11\right)$이므로

$$n_2=\begin{cases} 2 & (k<-\sqrt{11} \text{ 또는 } k>\sqrt{11}) \\ 1 & (k=\pm\sqrt{11}) \\ 0 & (-\sqrt{11}<k<\sqrt{11}) \end{cases}$$

iii) 【※】에 의해서 두 곡선 C_1, C_2는 두 점 $(\sqrt{2},\, k-1)$, $(-\sqrt{2},\, k-1)$에서 만난다.
이 점이 직선 $l: y = kx + k - 6$을 지나면
$k - 1 = \pm\sqrt{2}k + k - 6$
을 만족하므로 $k = \pm\dfrac{5}{\sqrt{2}} = \pm\dfrac{5\sqrt{2}}{2}$가 되어

$$n_3 = \begin{cases} 1 & \left(k = \pm\dfrac{5\sqrt{2}}{2}\right) \\ 0 & \left(k \neq \pm\dfrac{5\sqrt{2}}{2}\right) \end{cases}$$

i), ii), iii)에 의해서 $n_1 + n_2 - n_3 = 3$이 되는 경우는
① $n_1 = 2$, $n_2 = 1$, $n_3 = 0$일 때 $k = \pm\sqrt{11}$
② $n_1 = 1$, $n_2 = 2$, $n_3 = 0$일 때 실수 k의 값은 존재하지 않는다.
③ $n_1 = 2$, $n_2 = 2$, $n_3 = 1$일 때 $k = \pm\dfrac{5\sqrt{2}}{2}$

그러므로 도형 C와 직선 l의 교점의 개수가 3이 되는 k의 값은 $k = \pm\sqrt{11}$, $k = \pm\dfrac{5\sqrt{2}}{2}$.

[1-2 별해]

직선 $l:\ kx - y + k - 6 = 0$과 원 C_2의 교점의 개수를 다음과 같은 방법으로도 구할 수 있다.

원 C_2의 중심 $(0,\, k)$와 직선 l과의 거리 d는 $\dfrac{|k \times 0 - k + (k-6)|}{\sqrt{k^2 + (-1)^2}} = \dfrac{6}{\sqrt{k^2+1}}$이다. 따라서

$d < \sqrt{3}$ 즉, $k < -\sqrt{11}$ 또는 $k > \sqrt{11}$ 이면 $n_2 = 2$
$d = \sqrt{3}$ 즉, $k = \pm\sqrt{11}$ 이면 $n_2 = 1$
$d > \sqrt{3}$ 즉, $-\sqrt{11} < k < \sqrt{11}$ 이면 $n_2 = 0$

의·약학계 2번

【공통문항 2】 다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

(가) 일반적으로 함수 $f(x)$가 실수 a에 대하여 다음 세 조건을 모두 만족시킬 때, 함수 $f(x)$는 $x=a$에서 연속이라고 한다.

(ⅰ) 함수 $f(x)$가 $x=a$에서 정의되어 있고

(ⅱ) 극한값 $\lim_{x \to a} f(x)$가 존재하며

(ⅲ) $\lim_{x \to a} f(x) = f(a)$

(나) 함수 $f(x)$가 어떤 구간에 속하는 모든 실수 x에서 연속일 때, 함수 $f(x)$는 그 구간에서 연속이라고 한다.

$0<t<2$인 실수 t에 대하여 실수 전체 집합에서 정의된 함수 $f(x)$가 다음 조건을 만족시킨다.

(ⅰ) $f(x) = \begin{cases} (x+t)(x+t+2) & (-2 \le x < 0) \\ -4(x-t)(x-t-2) & (0 \le x < 2) \end{cases}$

(ⅱ) 모든 실수 x에 대하여 $f(x) = f(x+4)$

실수 a와 함수 $f(x)$에 대하여 함수 $g(x)$를 $g(x)=f(x)f(x-a)$라 할 때, 다음 물음에 답하시오.

[2-1] $a=1$일 때, 함수 $g(x)$가 실수 전체의 집합에서 연속이 되도록 하는 모든 실수 t의 집합과 $a=\frac{3}{2}$일 때, 함수 $g(x)$가 실수 전체의 집합에서 연속이 되도록 하는 모든 실수 t의 집합을 각각 구하시오. (20점)

[2-2] $a=2$라 하자. $0<t<2$인 실수 t에 대하여 함수 $g(x)$가 실수 전체의 집합에서 연속임을 보이고, 열린구간 $(0, 2)$에서 함수 $h(t)=\int_0^2 g(x)\,dx$가 극대가 되는 t의 값을 구하시오. (15점)

출제 의도

본 문항에서는 한 점에서 연속이 되기 위한 조건을 알고 서로 다른 두 불연속인 함수의 곱으로 표현된 함수가 연속이 되기 위한 조건을 구할 수 있는지를 평가하고자 한다.

[2-1] 한 점에서 연속이 되기 위한 조건을 알고 서로 다른 두 불연속인 함수의 곱으로 표현된 함수가 연속이 되기 위한 조건을 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

[2-2] 함수가 연속이 되기 위한 조건을 구하고, 연속함수의 정적분을 미분을 이용하여 극값을 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 한 점에서 연속이 되기 위한 조건을 알고 서로 다른 두 불연속인 함수의 곱으로 표현된 함수가 연속이 되기 위한 조건을 구할 수 있는지를 평가하고자 한다. 또한, 미분 가능한 함수의 도함수를 이용하여 극값을 구할 수 있는지를 평가하고자 한다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[2-1]	$a=1$ 일 때, 실수 전체의 집합에서 $g(x)$ 가 연속이 되기 위해서 연속성이 보장되어야 하는 4 개의 x 값에 대한 연속성을 확인할 수 있다.	10
	$a=1$ 일 때, 주어진 조건을 만족하는 t 값의 집합을 구할 수 있다.	2.5
	$a=\frac{3}{2}$ 일 때, 실수 전체의 집합에서 $g(x)$ 가 연속이 되기 위해서 연속성이 보장되어야 하는 2 개 이상의 x 값에 대한 연속성을 확인할 수 있다.	5
	$a=\frac{3}{2}$ 일 때, 주어진 조건을 만족하는 t 값의 집합을 구할 수 있다.	2.5
[2-2]	$a=2$ 일 때, 실수 전체의 집합에서 $g(x)$ 가 연속이 되기 위해서 연속성이 보장되어야 하는 2 개의 x 값에 대한 연속성을 확인하여 주어진 명제가 참임을 보일 수 있다.	6
	$a=2$, $0<t<2$ 일 때 $g(x)$ 와 그 때의 $h(t)$ 를 구할 수 있다.	5
	$h(t)$ 의 도함수를 이용하여 $h(t)$ 가 극대가 되는 x 의 값을 구할 수 있다.	4

예시 답안

[2-1]

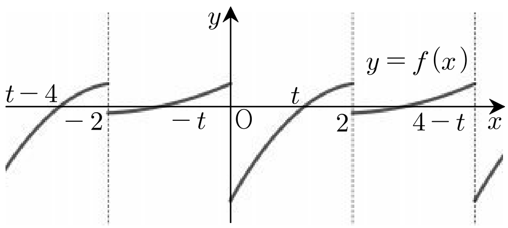
모든 실수 x 에 대하여 $f(x)=f(x+4)$ 이므로

$$g(x+4)=f(x+4)f(x+4-a)=f(x)f(x-a)=g(x)$$ 이다.

$[-2, 2)$ 에서 함수 $g(x)$ 가 연속이라는 것을 보이면 $g(x)$ 는 실수 전체의 집합에서 연속이라 할 수 있다.

또한, $f(x)$ 는 모든 실수 t 에 대하여 $f(t)=\lim_{x\to t+} f(x)$ 이므로

$g(t)=\lim_{x\to t+} g(x)$ 가 되어 $x=t$ 에서 $g(x)$ 의 연속성은 $g(t)=\lim_{x\to t-} g(x)$ 를 보이는 것만으로 충분하다.



[ⅰ] $a=1$ 일 때, 함수 $g(x)=f(x)f(x-a)$는 $[-2,\ 2)$에서
$f(x)$는 $x=0$, $x=-2$ 에서만 불연속이고, $f(x-1)$는 $x=1$, $x=-1$ 에서만 불연속이 되므로
$g(x)$가 $x=0$, $x=-2$, $x=1$, $x=-1$ 에서 연속이 되면 $[-2,\ 2)$에서 $g(x)$는 연속이 된다.
$x=0$ 에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(0)=f(0)f(-1)=-4t(t+2)f(-1)$

2) 좌극한 $\lim\limits_{x\to 0-} g(x)=\lim\limits_{x\to 0-} f(x)f(x-1)=t(t+2)\times f(-1)$

이므로 $x=0$ 에서 $g(x)$가 연속이 되려면
$-4f(-1)=f(-1)$ 즉, $f(-1)=(t-1)(t+1)=0$, $t=1$ 이다. … ①

$x=-2$에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(-2)=f(-2)f(-3)=t(t-2)f(-3)$

2) 좌극한 $\lim\limits_{x\to -2-} g(x)=\lim\limits_{x\to -2-} f(x)f(x-1)=-4t(t-2)f(-3)$

이므로 $x=-2$에서 $g(x)$가 연속이 되려면
$f(-3)=-4f(-3)$ 즉, $f(-3)=f(1)=-4(t-1)(t+1)=0$, $t=1$ 이다. … ②

$x=1$ 에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(1)=f(1)f(0)=-4t(t+2)f(1)$

2) 좌극한 $\lim\limits_{x\to 1-} g(x)=\lim\limits_{x\to 1-} f(x)f(x-1)=t(t+2)f(1)$

이므로 $x=1$ 에서 $g(x)$가 연속이 되려면
$-4f(1)=f(1)$ 즉, $f(1)=-4(t-1)(t+1)=0$, $t=1$ 이다. … ③

$x=-1$에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(-1)=f(-1)f(-2)=t(t-2)f(-1)$

2) 좌극한 $\lim\limits_{x\to -1-} g(x)=\lim\limits_{x\to -1-} f(x)f(x-1)=-4t(t-2)f(-1)$

이므로 $x=-1$ 에서 $g(x)$가 연속이 되려면
$f(-1)=-4f(-1)$ 즉, $f(-1)=(t-1)(t+1)=0$, $t=1$ 이다. … ④

따라서 ①, ②, ③, ④에 의해서
$a=1$ 일 때, 함수 $g(x)$가 실수 전체의 집합에서 연속이 되도록 하는 실수 t의 집합은 $\{1\}$,
[ⅱ] $a=1.5$ 일 때, 함수 $g(x)=f(x)f(x-a)$는 $[-2,\ 2)$에서
$f(x)$는 $x=0$, $x=-2$ 에서만 불연속이고, $f(x-1.5)$는 $x=1.5$, $x=-0.5$에서만 불연속이 되므로
$g(x)$가 $x=0, x=-2, x=1.5, x=-0.5$에서 연속이 되면 $[-2,\ 2)$에서 $g(x)$는 연속이 된다.
$x=0$ 에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(0)=f(0)f(-1.5)=-4t(t+2)f(-1.5)$

2) 좌극한 $\lim\limits_{x\to 0-} g(x)=\lim\limits_{x\to 0-} f(x)f(x-1.5)=t(t+2)\times f(-1.5)$

이므로 $x=0$ 에서 $g(x)$가 연속이 되려면
$-4f(-1.5)=f(-1.5)$ 즉, $f(-1.5)=(t-1.5)(t+0.5)=0$, $t=1.5$ 이다. … ⑤

$x=-2$에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(-2)=f(-2)f(-3.5)=t(t-2)f(-3.5)$

2) 좌극한 $\lim\limits_{x \to -2-} g(x)=\lim\limits_{x \to -2-} f(x)f(x-1.5)=-4t(t-2)f(-3.5)$

이므로 $x=-2$에서 $g(x)$가 연속이 되려면

$f(-3.5)=-4f(-3.5)$

즉, $f(-3.5)=f(0.5)=-4(t-0.5)(t+1.5)=0$, $t=0.5$ 이다. … ⑥

$x=1.5$, $x=-0.5$에서 $g(x)$가 연속이 되는 조건과 상관없이

⑤, ⑥에 의해서 $a=1.5$ 일 때, $g(x)$가 실수 전체의 집합에서 연속이 되도록 하는 실수 t는 존재하지 않는다.

그러므로

$a=1$ 일 때, 함수 $g(x)$가 실수 전체의 집합에서 연속이 되도록 하는 실수 t의 집합은 $\{1\}$,

$a=1.5$ 일 때, 함수 $g(x)$가 실수 전체의 집합에서 연속이 되도록 하는 실수 t의 집합은 $\varnothing$ 이다.

[2-1 별해]

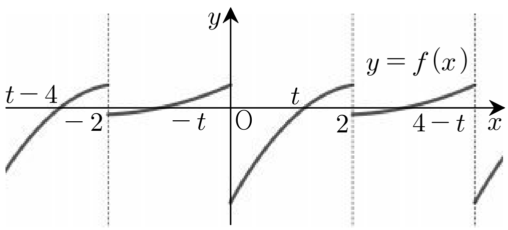
모든 실수 x에 대하여 $f(x)=f(x+4)$ 이므로

$g(x+4)=f(x+4)f(x+4-a)=f(x)f(x-a)=g(x)$

이다. $[-2, 2)$ 에서 함수 $g(x)$가 연속이라는 것을 보이면 $g(x)$는 실수 전체의 집합에서 연속이라 할 수 있다.

또한, $f(x)$는 모든 실수 t에 대하여 $f(t)=\lim\limits_{x \to t+} f(x)$ 이므로

$g(t)=\lim\limits_{x \to t+} g(x)$가 되어 $x=t$에서 $g(x)$의 연속성은 $g(t)=\lim\limits_{x \to t-} g(x)$를 보이는 것만으로 충분하다.



함수 $g(x)=f(x)f(x-a)$는 $0<a<2$ 일 때

$[-2, 2)$ 에서 $f(x)$는 $x=0$, $x=-2$ 에서만 불연속이고, $f(x-a)$는 $x=a$, $x=a-2$ 에서만 불연속이 되므로

$g(x)$가 $x=0$, $x=-2$, $x=a$, $x=a-2$ 에서 연속이 되면 $[-2, 2)$ 에서 $g(x)$는 연속이 된다.

$x=0$ 에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(0)=f(0)f(-a)=-4t(t+2)f(-a)$

2) 좌극한 $\lim\limits_{x \to 0-} g(x)=\lim\limits_{x \to 0-} f(x)f(x-a)=t(t+2)\times f(-a)$

이므로 $x=0$ 에서 $g(x)$가 연속이 되려면

$-4f(-a)=f(-a)$ 즉, $f(-a)=0$, $-a=-t$ 이어야 한다. … ①

$x=-2$에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(-2)=f(-2)f(-2-a)=t(t-2)f(-2-a)$

2) 좌극한 $\lim\limits_{x \to -2-} g(x)=\lim\limits_{x \to -2-} f(x)f(x-a)=-4t(t-2)f(-2-a)$

이므로 $x=-2$에서 $g(x)$가 연속이 되려면

$f(-2-a)=-4f(-2-a)$ 즉, $f(-2-a)=f(2-a)=0$, $2-a=t$ 이어야 한다. … ②

$x=a$ 에서 $g(x)$ 는

1) 함숫값 $g(a)=f(a)f(0)=-4t(t+2)f(a)$

2) 좌극한 $\lim_{x\to a-} g(x)=\lim_{x\to a-} f(x)f(x-a)=t(t+2)f(a)$

이므로 $x=a$에서 $g(x)$가 연속이 되려면

$-4f(a)=f(a)$ 즉, $f(a)=0$, $a=t$ 이어야 한다. … ③

$x=a-2$에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(a-2)=f(a-2)f(-2)=t(t-2)f(a-2)$

2) 좌극한 $\lim_{x\to(a-2)-} g(x)=\lim_{x\to(a-2)-} f(x)f(x-a)=-4t(t-2)f(a-2)$

이므로 $x=a-2$ 에서 $g(x)$가 연속이 되려면

$f(a-2)=-4f(a-2)$ 즉, $f(a-2)=0$, $a-2=-t$ 이어야 한다. … ④

따라서 ①, ②, ③, ④에 의해서 $a=1$, $t=1$ 이면 $[-2,2)$ 에서 $g(x)$는 연속이다.

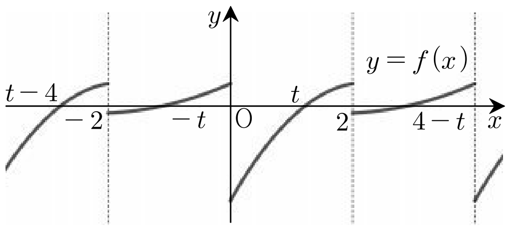
그러므로

$a=1$ 일 때, 함수 $g(x)$가 실수 전체의 집합에서 연속이 되도록 하는 실수 t의 집합은 $\{1\}$,

$a=1.5$ 일 때, 함수 $g(x)$가 실수 전체의 집합에서 연속이 되도록 하는 실수 t의 집합은 $\varnothing$ 이다.

[2-2]

$a=2$ 일 때



$[-2,2)$ 에서 $f(x)$는 $x=0$, $x=-2$ 에서만 불연속이고,

$f(x-a)$는 $x=0$, $x=-2$ 에서만 불연속이 되므로

$g(x)$가 $x=0$, $x=-2$ 에서 연속이 되면 $[-2,2)$ 에서 $g(x)$는 연속이 된다.

$x=0$ 에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(0)=f(0)f(-2)=-4t^2(t+2)(t-2)$

2) 좌극한 $\lim_{x\to 0-} g(x)=\lim_{x\to 0-} f(x)f(x-2)=-4t^2(t+2)(t-2)$

이므로 $g(x)$는 $x=0$ 에서 연속이다.

$x=-2$에서 $g(x)$는

1) 함숫값 $g(-2)=f(-2)f(-4)=f(-2)f(0)=-4t^2(t+2)(t-2)$

2) 좌극한 $\lim_{x\to -2-} g(x)=\lim_{x\to -2-} f(x)f(x-2)=-4t^2(t+2)(t-2)$

이므로 $g(x)$는 $x=-2$ 에서 연속이다.

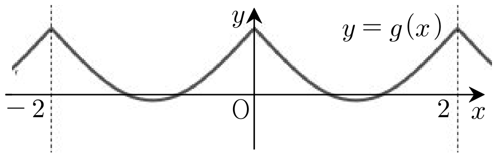
따라서 $a=2$ 이면 t의 값에 관계없이 $[-2,2)$ 에서 $g(x)$는 연속이다.

$a=2$, $0<t<2$ 이면 구간 $[0, 2)$ 에서 $g(x)$ 는

$g(x)=f(x)f(x-2)=-4(x-t)(x-t-2)\times(x-2+t)(x+t)$

$=-4(x-t)(x+t)(x-t-2)(x+t-2)$

이므로



$$h(t)=\int_0^2 g(x)\,dx=-4\int_0^2 (x^2-t^2)(x^2-4x-t^2+4)\,dx$$

$$=-4\int_0^2 \{x^4-4x^3+(4-2t^2)x^2+4t^2x+t^4-4t^2\}\,dx$$

에서

$$h(t)=-4\times\left\{\frac{8}{3}(4-2t^2)+8t^2+(t^4-4t^2)\times 2-\frac{48}{5}\right\}$$

$$h'(t)=-4\times\left(8t^3-\frac{32}{3}t\right)=-32t\times\left(t^2-\frac{4}{3}\right)$$

따라서 $S(t)=\int_0^2 g(x)\,dx$ 가 극대가 되는 t 의 값은 $t=\dfrac{2\sqrt{3}}{3}$ 이다.

의·약학계 3-1번

【선택문항 유형1(미적분)】다음 제시문을 이용하여 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

(가) 함수 $f(x)$가 임의의 세 실수 a, b, c를 포함하는 구간에서 연속일 때 다음이 성립한다.

$$\int_a^c f(x)\,dx + \int_c^b f(x)\,dx = \int_a^b f(x)\,dx$$

(나) 닫힌구간 $[a, b]$에서 증가하는 연속함수 $f(x)$에 대하여 다음이 성립한다.

$$(b-a)f(a) < \int_a^b f(x)\,dx < (b-a)f(b)$$

자연수 n에 대하여 다음 물음에 답하시오.

[미적분-1] 함수 $f(x) = x^n e^{1-x}$에 대하여 방정식 $f''(x) = 0$의 0이 아닌 두 실근을 α, β라 하자.

$\lim\limits_{n \to \infty} \left\{ \dfrac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)f(\beta)} \right\}^{\frac{1}{n}}$의 값을 구하시오. (15점)

[미적분-2] $x \geq 0$에서 부등식 $x^n e^{1-x} \leq n!$이 성립함을 보이시오. (15점)

출제 의도

본 문항에서는 수열의 극한을 자연로그를 이용하여 급수로 변형하고 이를 정적분으로 표현할 수 있는지에 대해 평가하고자 한다. 또한 피적분함수가 증가함수일 때 정적분의 범위를 이용하여 주어진 부등식을 증명할 수 있는지에 대해 평가하고자 한다.

[미적분-1] 수열의 극한을 자연로그를 이용하여 급수로 변형하고 이를 정적분으로 표현할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

[미적분-2] 함수의 극댓값을 찾아 함숫값의 범위를 찾아내고 피적분함수가 증가함수일 때 정적분의 범위를 이용하여 주어진 부등식을 증명할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

문항 해설

본 문항은 수열의 극한을 자연로그를 이용하여 급수로 변형하고 이를 정적분으로 표현할 수 있는지를 평가한다. 또한 주어진 함수의 극댓값을 구하고 이를 통해 함숫값의 범위를 구할 수 있어야 하고, 피적분함수가 증가함수일 때 정적분의 범위를 이용하여 주어진 부등식을 증명할 수 있는지를 평가한다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[미적분-1]	$f(x)$ 의 이계도함수를 구할 수 있다.	2
	$\dfrac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)\,f(\beta)}$ 를 n에 대한 식으로 표현할 수 있다.	4
	$\lim\limits_{n\to\infty}\left\{\dfrac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)\,f(\beta)}\right\}^{\frac{1}{n}}$ 을 정적분으로 표현할 수 있다.	7
	$\lim\limits_{n\to\infty}\left\{\dfrac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)\,f(\beta)}\right\}^{\frac{1}{n}}$ 을 계산할 수 있다.	2
[미적분-2]	$f(x)$ 의 극댓값을 구할 수 있다.	2
	$n^n e^{1-n} \le n!$ 임을 보일 수 있다	11
	$x^n e^{1-x} \le n!$ 임을 보일 수 있다	2

예시 답안

[미적분-1]

$f'(x) = nx^{n-1}e^{1-x} - x^n e^{1-x} = (nx^{n-1} - x^n)e^{1-x}$

$f''(x) = \{n(n-1)x^{n-2} - nx^{n-1}\}e^{1-x} - (nx^{n-1} - x^n)e^{1-x}$

$\quad = x^{n-2}e^{1-x}(x^2 - 2nx + n^2 - n)$

따라서 $f''(x) = 0$을 만족시키는 두 양의 실근 α, β는 근과 계수와의 관계에 의해

$\alpha + \beta = 2n,\ \alpha\beta = n^2 - n$이다.

이때, $f(\alpha) = \alpha^n e^{1-\alpha}$, $f(\beta) = \beta^n e^{1-\beta}$ 이므로

$f(\alpha)f(\beta) = (\alpha\beta)^n e^{2-\alpha-\beta} = \{n(n-1)\}^n e^{2-2n}$ 이다.

따라서 $\left\{\dfrac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)f(\beta)}\right\}^{\frac{1}{n}} = \left\{\dfrac{4n(4n-1)\cdots(2n+1)}{n^n(n-1)^n e^{2-2n}}\right\}^{\frac{1}{n}}$

$$= \left\{\frac{1}{e^{2-2n}} \times \frac{(3n+1)(3n+2)\cdots(3n+n)}{n^n} \times \frac{(2n+1)(2n+2)\cdots(2n+n)}{(n-1)^n}\right\}^{\frac{1}{n}}$$

$$= \left\{\frac{1}{e^{2-2n}} \times \left(\frac{3n+1}{n} \times \frac{3n+2}{n} \times \cdots \times \frac{3n+n}{n}\right) \times \left(\frac{2n+1}{n-1} \times \frac{2n+2}{n-1} \times \cdots \times \frac{2n+n}{n-1}\right)\right\}^{\frac{1}{n}}$$

이고, 양변에 자연로그를 취하면

$$\ln\left(\frac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)f(\beta)}\right)^{\frac{1}{n}} = \frac{1}{n}\left\{\ln\frac{1}{e^{2-2n}} + \sum_{k=1}^{n}\ln\left(\frac{3n+k}{n}\right) + \sum_{k=1}^{n}\ln\left(\frac{2n+k}{n-1}\right)\right\}$$

$$= \frac{1}{n}\left\{2n - 2 + \sum_{k=1}^{n}\ln\left(3 + \frac{k}{n}\right) + \sum_{k=1}^{n}\ln\left(2 + \frac{k}{n}\right) + n\ln\frac{n}{n-1}\right\}$$

이다. 정적분과 급수의 합 사이의 관계에 의해

$$\lim_{n\to\infty}\ln\left(\frac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)f(\beta)}\right)^{\frac{1}{n}}=\lim_{n\to\infty}\left\{2-\frac{2}{n}+\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\ln\left(3+\frac{k}{n}\right)+\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\ln\left(2+\frac{k}{n}\right)+\ln\frac{n}{n-1}\right\}$$

$$=2+\int_2^3\ln x\,dx+\int_3^4\ln x\,dx=2+\int_2^4\ln x\,dx=2+[x\ln x-x]_2^4=2+(4\ln4-4)-(2\ln2-2)=6\ln2$$

따라서 $\lim_{n\to\infty}\left(\frac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)f(\beta)}\right)^{\frac{1}{n}}=2^6=64$ 이다.

[미적분-1 별해]

$f'(x)=nx^{n-1}e^{1-x}-x^ne^{1-x}=(nx^{n-1}-x^n)e^{1-x}$

$f''(x)=\{n(n-1)x^{n-2}-nx^{n-1}\}e^{1-x}-(nx^{n-1}-x^n)e^{1-x}$

$\quad=x^{n-2}e^{1-x}(x^2-2nx+n^2-n)$

따라서 $f''(x)=0$을 만족시키는 두 양의 실근 α,β는 근과 계수와의 관계에 의해

$\alpha+\beta=2n,\ \alpha\beta=n^2-n$이다.

이때, $f(\alpha)=\alpha^n e^{1-\alpha},\ f(\beta)=\beta^n e^{1-\beta}$ 이므로

$f(\alpha)f(\beta)=(\alpha\beta)^n e^{2-\alpha-\beta}=\{n(n-1)\}^n e^{2-2n}$ 이다.

따라서 $\left\{\frac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)f(\beta)}\right\}^{\frac{1}{n}}=\left\{\frac{4n(4n-1)\cdots(2n+1)}{n^n(n-1)^ne^{2-2n}}\right\}^{\frac{1}{n}}$

이고, 양변에 자연로그를 취하면

$$\ln\left(\frac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)f(\beta)}\right)^{\frac{1}{n}}=\frac{1}{n}\left\{\ln\frac{1}{e^{2-2n}}+\sum_{k=1}^{2n}\ln(2n+k)-n\ln n(n-1)\right\}$$

$$=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{2n}\ln\left(\frac{2n+k}{n}\times n\right)-\ln n(n-1)+\frac{2n-2}{n}$$

$$=\frac{1}{n}\left(\sum_{k=1}^{2n}\ln\frac{2n+k}{n}+2n\ln n\right)-\ln n(n-1)+\frac{2n-2}{n}$$

$$=\frac{1}{n}\left(\sum_{k=1}^{n}\ln\frac{2n+k}{n}+\sum_{k=1}^{n}\ln\frac{3n+k}{n}\right)+2\ln n-\ln n(n-1)+\frac{2n-2}{n}$$

$$=\frac{1}{n}\left\{\sum_{k=1}^{n}\ln\left(2+\frac{k}{n}\right)+\sum_{k=1}^{n}\ln\left(3+\frac{k}{n}\right)\right\}+2\ln n-\ln n(n-1)+\frac{2n-2}{n}$$

이다. 정적분과 급수의 합 사이의 관계에 의해

$$\lim_{n\to\infty}\ln\left(\frac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)f(\beta)}\right)^{\frac{1}{n}}=\lim_{n\to\infty}\left\{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\ln\left(2+\frac{k}{n}\right)+\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\ln\left(3+\frac{k}{n}\right)+\ln\frac{n^2}{n(n-1)}+\frac{2n-2}{n}\right\}$$

$$=\int_2^3\ln x\,dx+\int_3^4\ln x\,dx+2=\int_2^4\ln x\,dx+2=[x\ln x-x]_2^4+2=(4\ln4-4)-(2\ln2-2)+2=6\ln2$$

따라서 $\lim_{n\to\infty}\left(\frac{{}_{4n}\mathrm{P}_{2n}}{f(\alpha)f(\beta)}\right)^{\frac{1}{n}}=2^6=64$ 이다.

[미적분-2]

$f'(x) = nx^{n-1}e^{1-x} - x^n e^{1-x} = (n-x)x^{n-1}e^{1-x}$ 이므로

$x \geq 0$ 에서 $f(x)$ 의 증감표는 아래와 같다.

x	0	$\cdots$	n	$\cdots$
$f'(x)$	0	+	0	−
$f(x)$	0	↗		↘

따라서, $f(x)$ 는 $x = n$ 에서 극댓값 $f(n) = n^n e^{1-n}$ 을 가진다.

이는 $x \geq 0$ 에서 $f(x)$ 의 최댓값이 된다.

이제 $n^n e^{1-n} \leq n!$ 임을 보이자.

(i) $n = 1$ 일 때 (좌변) $= 1^1 e^0 = 1$, (우변) $= 1! = 1$이므로 성립한다.

(ii) $n \geq 2$ 일 때

$y = \ln x$ 는 증가함수이므로 $\int_{k-1}^{k} \ln x dx < \ln k$ 이다. (단, $k = 2, 3, 4, \cdots$)

k 에 $2, 3, \cdots, n$ 을 차례로 대입하여 더하면

$\sum_{k=2}^{n} \int_{k-1}^{k} \ln x dx < \sum_{k=2}^{n} \ln k$ 이다.

좌변을 계산하면, $\int_{1}^{n} \ln x dx = [x\ln x - x]_1^n = n\ln n - n + 1 = \ln n^n e^{1-n}$ 이고,

우변을 계산하면, $\ln 2 + \ln 3 + \cdots + \ln n = \ln(n!)$ 이다.

따라서, $\ln n^n e^{1-n} \leq \ln n!$ 이다. 즉, $n^n e^{1-n} \leq n!$ 이다.

(i)과 (ii)에 의해 $n^n e^{1-n} \leq n!$ 이다. ($n = 1, 2, 3, \cdots$)

즉, $x^n e^{1-x} \leq n^n e^{1-n} \leq n!$ 이다.

[미적분-2 별해1]

$f'(x) = nx^{n-1}e^{1-x} - x^n e^{1-x} = (n-x)x^{n-1}e^{1-x}$ 이므로

$x \geq 0$ 에서 $f(x)$ 의 증감표는 아래와 같다.

x	0	$\cdots$	n	$\cdots$
$f'(x)$	0	+	0	−
$f(x)$	0	↗		↘

따라서, $f(x)$ 는 $x = n$ 에서 극댓값 $f(n) = n^n e^{1-n}$ 을 가진다.

이는 $x \geq 0$ 에서 $f(x)$ 의 최댓값이 된다.

이제 $n^n e^{1-n} \leq n!$ 임을 보이자.

(i) $n = 1$ 일 때 (좌변) $= 1^1 e^0 = 1$, (우변) $= 1! = 1$이므로 성립한다.

(ii) $n = k\,(k \geq 1)$ 일 때, $k^k e^{1-k} \leq k!$ 이 성립한다고 가정하면,

$(k+1)^{k+1} e^{1-(k+1)} = (k+1)^{k+1} e^{1-k} e^{-1}$ 이고, 가정에서 $e^{1-k} \leq \frac{k!}{k^k}$ 이므로

$(k+1)^{k+1}e^{1-k}e^{-1} \le (k+1)^{k+1}\dfrac{k!}{k^k}e^{-1} = (k+1)!\left(\dfrac{k+1}{k}\right)^k e^{-1} = (k+1)!\left(1+\dfrac{1}{k}\right)^k e^{-1}$ 이다.

$g(x)=\left(1+\dfrac{1}{x}\right)^x$ $(x>0)$ 라 두고, 양변에 자연로그를 취하면,

$\ln g(x) = x\ln\left(1+\dfrac{1}{x}\right) = x\{\ln(x+1)-\ln x\}$ 이고 미분하면

$\dfrac{g'(x)}{g(x)} = \ln(x+1)-\ln x - \dfrac{1}{x+1}$ 이므로 $g'(x)=\left(1+\dfrac{1}{x}\right)^x\left\{\ln(x+1)-\ln x-\dfrac{1}{x+1}\right\}$ 이다.

$h(x)=\ln(x+1)-\ln x-\dfrac{1}{x+1}$ $(x>0)$ 이라 두면

$h'(x)=\dfrac{1}{x+1}-\dfrac{1}{x}-\dfrac{1}{(x+1)^2}=\dfrac{-2x-1}{x(x+1)^2}<0$ 이고 $\lim\limits_{x\to\infty}h(x)=0$ 이므로 $h(x)>0$ 이다.

따라서, $g'(x)>0$ 이므로 $g(x)$ 는 증가함수이고 $\lim\limits_{x\to\infty}g(x)=e$ 이므로 $g(x)<e$ 이다.

이를 이용하면, $(k+1)^{k+1}e^{1-(k+1)} \le (k+1)!\left(1+\dfrac{1}{k}\right)^k e^{-1} < (k+1)!$

즉, $n=k+1$ 에서도 성립한다.

(i) 과 (ii)에 의해 모든 자연수 n 에 대하여 $n^n e^{1-n} \le n!$ 이다.

따라서, $x^n e^{1-x} \le n^n e^{1-n} \le n!$ 이다.

[미적분-2 별해2]

$f'(x) = nx^{n-1}e^{1-x} - x^n e^{1-x} = (n-x)x^{n-1}e^{1-x}$ 이므로

$x \ge 0$ 에서 $f(x)$ 의 증감표는 아래와 같다.

x	0	$\cdots$	n	$\cdots$
$f'(x)$	0	+	0	−
$f(x)$	0	↗		↘

따라서, $f(x)$ 는 $x=n$ 에서 극댓값 $f(n)=n^n e^{1-n}$ 을 가진다.

이는 $x \ge 0$ 에 대하여 $x^n e^{1-x} \le n^n e^{1-n}$ - (ㄱ)

이제 $n^n e^{1-n} \le n!$ 임을 보이자.

(i) $n=1$ 일 때 (좌변) $=1^1 e^0 = 1$, (우변) $=1! = 1$이므로 성립한다.

(ii) $n=k\,(k\ge 1)$ 일 때, $k^k e^{1-k} \le k!$ 이 성립한다고 가정하면, 모든 $x \ge 0$에 대하여 (ㄱ)을 이용하면

$x^{k+1}e^{1-x} = x\cdot x^k e^{1-x} \le x\cdot k^k e^{1-k} \le x\cdot k!$가 성립한다. 이때 $x=k+1$을 대입하면

$(k+1)^{k+1}e^{1-(k+1)} \le (k+1)!$가 성립한다. 즉, $n=k+1$에서도 성립한다.

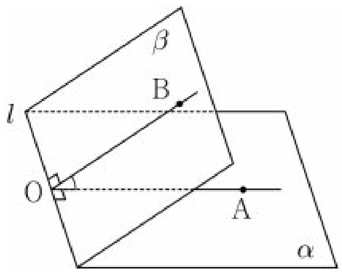
(i) 과 (ii)에 의해 모든 자연수 n 에 대하여 $n^n e^{1-n} \le n!$ 이다.

따라서, $x^n e^{1-x} \le n^n e^{1-n} \le n!$ 이다.

의·약학계 3-2번

【선택문항 유형2(기하)】 다음 제시문을 읽고 아래 논제의 풀이 과정과 답을 논리적으로 서술하시오.

(가) 직선 l 위의 한 점 O를 지나고 l에 수직인 두 반직선 OA, OB를 두 반평면 α, β 위에 각각 그을 때, $\angle$AOB의 크기는 점 O의 위치에 관계없이 일정하다. 이 각의 크기를 이면각의 크기라 한다. 서로 다른 두 평면이 만나서 생기는 이면각 중에서 그 크기가 크지 않은 쪽의 각을 두 평면이 이루는 각이라 한다.



(나) 선분 AB의 평면 α 위로의 정사영을 선분 A′B′, 직선 AB와 평면 α가 이루는 각의 크기를 $\theta\,(0^\circ \le \theta \le 90^\circ)$라고 하면 $\overline{\mathrm{A'B'}} = \overline{\mathrm{AB}}\cos\theta$이다.

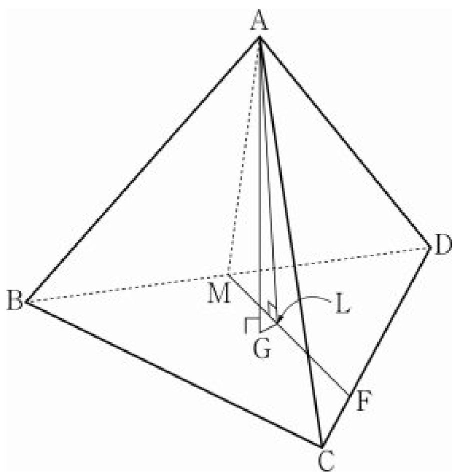
한 모서리의 길이가 4인 정사면체 ABCD에서 선분 CD를 1 : 3으로 내분하는 점을 F, 선분 BD의 중점을 M이라 하자. 다음 물음에 답하시오.

[기하-1] [그림1]과 같이 꼭짓점 A에서 평면 BCD와 직선 MF에 내린 수선의 발을 각각 G와 L이라 하자. 삼각형 AGL의 넓이를 S라 할 때, S^2의 값을 구하시오. (7점)

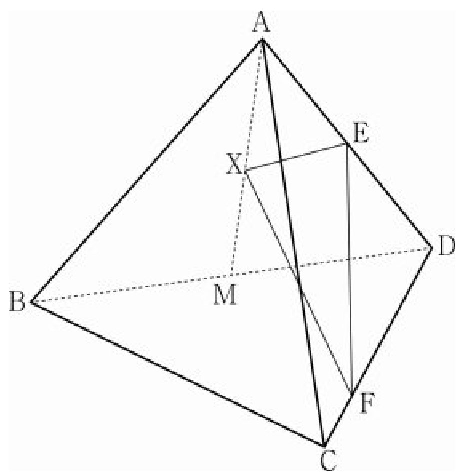
[기하-2] [그림2]와 같이 선분 AD의 중점을 E라 하고, 선분 AM 위를 움직이는 점 X에 대하여 삼각형 XEF의 둘레의 길이가 최소가 되도록 하는 점 X를 P라 하자.

(1) 선분 PE의 평면 ACD 위로의 정사영의 길이를 구하시오. (13점)

(2) 평면 PEF와 평면 ACD가 이루는 각의 크기를 θ라 할 때, $\dfrac{113}{14}\sin^2\theta$의 값을 구하시오. (10점)



[그림1]



[그림2]

출제 의도

본 문항에서는 정사면체의 선분의 내분점, 꼭짓점 등을 이은 선분에 대해 삼수선의 정리를 적용하여 구하는 도형을 찾아 해결할 수 있는지, 선분 위를 움직이는 점을 통해 삼각형의 둘레의 길이가 최소가 되는 상황을 찾고 선분의 정사영의 길이 및 이면각의 크기 θ 에 대해 $\sin\theta$ 를 구할 수 있는지를 평가하고자 한다.

[기하-1] 삼수선의 정리 및 코사인법칙을 이용해 선분의 길이를 찾고, 정사면체의 높이를 구해 삼각형의 넓이를 구하는 문항이다.

[기하-2] (1) 선분 위를 움직이는 점 X 에 대해 삼각형 XEF 의 둘레의 길이가 최소가 되는 상황을 찾고, 코사인법칙, 삼각형의 성질, 정사영을 적용하여 선분 PE 의 정사영의 길이를 구하는 문항이다.

(2) [기하-2] (1)의 상황에서 두 평면 PEF 와 ACD 가 이루는 각의 크기 θ 는 삼수선의 정리를 적용하여 두 직선이 이루는 각의 크기와 같음을 파악하여 $\sin\theta$ 를 구하는 문항이다.

문항 해설

본 문항에서는 정사면체에서 삼수선의 정리를 통해 삼각형의 넓이를 구할 수 있는지, 주어진 상황에서 삼각형의 둘레의 길이가 최소가 되는 상황을 분석하여 선분의 평면 위로의 정사영의 길이와 이면각이 이루는 각의 크기의 sin 값을 구할 수 있는지를 평가한다.

채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[기하-1]	코사인 법칙을 이용하여 $\overline{\mathrm{MF}}=\sqrt{7}$ 을 계산할 수 있다.	2
	코사인 법칙과 사인값을 이용하여 $\overline{\mathrm{GL}}=\dfrac{1}{\sqrt{21}}$ 을 계산할 수 있다.	3
	삼수선의 정리를 이용하여 정사면체의 높이와 $\triangle\mathrm{AGL}$ 의 넓이 S 를 찾고, $S^2=\dfrac{8}{63}$ 을 구할 수 있다.	2
[기하-2] (1)	$\triangle\mathrm{PEF}$ 의 둘레의 길이가 최소가 되는 상황을 설명하고, $\cos(\angle\mathrm{FMA})=\dfrac{\sqrt{21}}{14}$ 을 계산할 수 있다.	4
	직각삼각형의 성질과 닮음삼각형의 성질을 통해 $\overline{\mathrm{PE}}=\dfrac{2\sqrt{13}}{7}$ 을 찾을 수 있다.	4
	정사면체의 높이 성질과 정사영을 이용하여 $\overline{\mathrm{PE}}$ 의 정사영의 길이 $\dfrac{2\sqrt{21}}{21}$ 을 구할 수 있다.	5
[기하-2] (2)	$\triangle\mathrm{PEF}$ 에서 코사인법칙을 이용하여 $\sin(\angle\mathrm{PEF})=\dfrac{\sqrt{339}}{2\sqrt{91}}$ 의 값을 찾을 수 있다.	3
	수선의 발을 이용하여 $\overline{\mathrm{PQ}}=\dfrac{\sqrt{339}}{7\sqrt{7}}$ 의 값을 계산할 수 있다.	3
	삼수선의 정리와 정사영을 이용하여 $\dfrac{113}{14}\sin^2\theta=\dfrac{64}{9}$ 를 구할 수 있다.	4

예시 답안

[기하-1]

$\triangle$DMF 에서 코사인법칙에 의해 $\overline{MF}$ 는

$$\overline{MF}^2 = 2^2 + 3^2 - 2\times2\times3\times\cos60^\circ = 4+9-6=7$$

이므로 $\overline{MF} = \sqrt{7}$ 이다.

$\triangle$MCF에서 $\cos(\angle CMF) = \dfrac{\overline{MC}^2+\overline{MF}^2-\overline{CF}^2}{2\times\overline{MC}\times\overline{MF}} = \dfrac{9}{2\sqrt{21}}$ 이므로 $\sin(\angle CMF) = \dfrac{1}{2\sqrt{7}}$ 이다.

한편, 점 L 은 직선 MF 에 내린 수선의 발이므로 삼수선의 정리에 의해 $\overline{GL}\perp\overline{MF}$ 이고,

$$\overline{GL} = \overline{MG}\sin(\angle CMF) = \frac{2\sqrt{3}}{3}\times\frac{1}{2\sqrt{7}} = \frac{1}{\sqrt{21}}$$

이다.

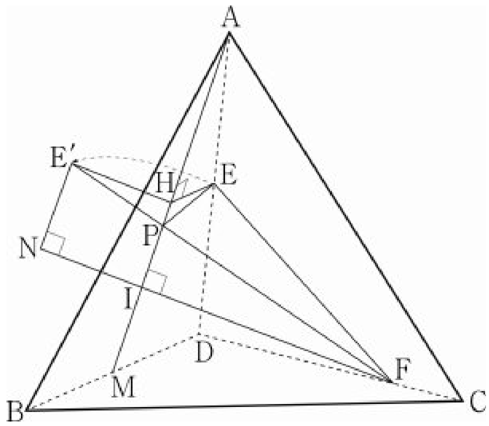
점 G 는 점 A 에서 평면 BCD 에 내린 수선의 발이고, 선분 AG 는 정사면체의 높이이므로 $\overline{AG} = \dfrac{4\sqrt{6}}{3}$ 이므로

구하는 $\triangle$AGL 의 넓이는

$$S^2 = \left(\frac{1}{2}\times\overline{AG}\times\overline{GL}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\times\frac{4\sqrt{6}}{3}\times\frac{1}{\sqrt{21}}\right)^2 = \frac{8}{63}$$

이다.

[기하-2]



(1) $\overline{EF}$ 의 값이 항상 일정하므로 $\triangle$XEF 의 둘레의 길이의 최솟값은 $\overline{EX}+\overline{XF}$ 의 값이 최소일 때 갖는다.

그림과 같이 $\overline{XE}$ 를 점 X 를 중심으로 하고, $\angle EXA = \angle E'XA$ 가 되도록 직선 AM 을 회전축으로 하여

점 E 가 평면 AFX 위의 점 E′ 에 오도록 하자.

그러면 $\overline{EX}+\overline{XF} = \overline{E'X}+\overline{XF} \geq \overline{E'F}$ 이다.

따라서 $\overline{EX}+\overline{XF}$ 의 값이 최소가 되는 경우는 점 X 가 $\overline{E'F}$ 위에 있는 경우이다.

점 E 에서 $\overline{AM}$ 에 내린 수선의 발을 H 라 하면

$$\overline{EH} = \overline{E'H} = 1,\ \overline{AH} = \frac{1}{2}\overline{AM} = \sqrt{3}$$

이다.

한편, $\triangle$ACF 에서 코사인법칙에 의해 $\overline{AF}$ 는

$$\overline{AF}^2 = 4^2+1^2-2\times4\times1\times\cos60^\circ = 16+1-4=13$$

이므로 $\overline{AF} = \sqrt{13}$ 이다.

그러므로 $\overline{MF} = \sqrt{7}$ 와 $\triangle$AMF 에서

$$\cos(\angle FMA) = \frac{(2\sqrt{3})^2+(\sqrt{7})^2-(\sqrt{13})^2}{2\times2\sqrt{3}\times\sqrt{7}} = \frac{12+7-13}{4\sqrt{21}} = \frac{3}{2\sqrt{21}} = \frac{\sqrt{21}}{14}$$

이다.

점 F 에서 $\overline{AM}$ 에 내린 수선의 발을 I 라 하면

$$\overline{MI}=\overline{MF}\times\cos(\angle FMA)=\sqrt{7}\times\frac{\sqrt{21}}{14}=\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\overline{FI}=\overline{MF}\times\sin(\angle FMA)=\sqrt{7}\times\frac{5\sqrt{7}}{14}=\frac{5}{2}$$

이므로 $\overline{HI}=2\sqrt{3}-\overline{MI}-\overline{AH}=\dfrac{\sqrt{3}}{2}$ 이다.

한편, 점 E′ 의 직선 FI 의 수선의 발을 N 이라 하면 $\overline{NI}=\overline{E'H}=1$ 과 피타고라스 정리에 의해

$$\overline{E'F}=\sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2+\left(\frac{7}{2}\right)^2}=\sqrt{13}$$

이다.

$\triangle PHE'$ 과 $\triangle PIF$ 가 닮음이므로

$$\overline{E'H}:\overline{FI}=1:\frac{5}{2}=2:5$$

에서 $\overline{E'P}=\overline{PE}=\dfrac{2\sqrt{13}}{7}$, $\overline{PF}=\dfrac{5\sqrt{13}}{7}$ 이다.

한편, $\overline{AP}:\overline{PM}=(\overline{AH}+\overline{HP}):(\overline{MI}+\overline{IP})$ 이므로

$$\begin{aligned}\overline{AP}:\overline{PM}&=\left(\sqrt{3}+\frac{2}{7}\times\frac{\sqrt{3}}{2}\right):\left(\frac{\sqrt{3}}{2}+\frac{5}{7}\times\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\\&=4:3\end{aligned}$$

이다.

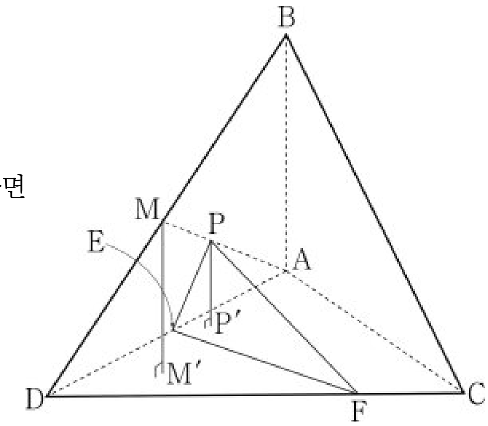
점 M, P 에서 평면 ACD 위로의 정사영을 각각 M′, P′ 이라 하면

$\overline{MM'}=\dfrac{2\sqrt{6}}{3}$ 이므로 $\overline{PP'}=\dfrac{4}{7}\times\overline{MM'}=\dfrac{8\sqrt{6}}{21}$ 이다.

따라서 $\overline{PE}$ 의 정사영인 $\overline{P'E}$ 의 길이는 직각삼각형 EPP′ 에서

$$\overline{P'E}=\sqrt{\overline{PE}^2-\overline{PP'}^2}=\sqrt{\frac{52}{49}-\frac{128}{147}}=\frac{2}{\sqrt{21}}=\frac{2\sqrt{21}}{21}$$

이다.



(2) $\triangle DEF$ 에서 코사인법칙에 의해 $\overline{EF}$ 는

$$\overline{EF}^2=2^2+3^2-2\times2\times3\times\cos60^\circ=4+9-6=7$$

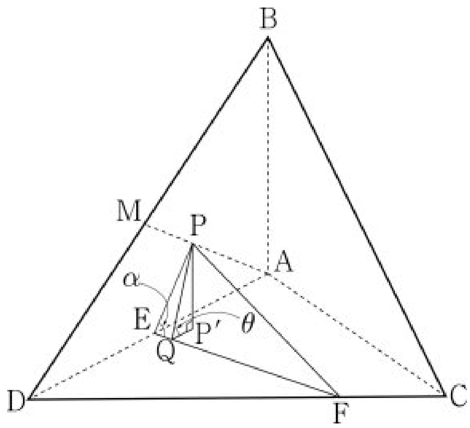
이므로 $\overline{EF}=\sqrt{7}$ 이다.

$\triangle PEF$ 에서 $\angle PEF=\alpha$ 라 하자.

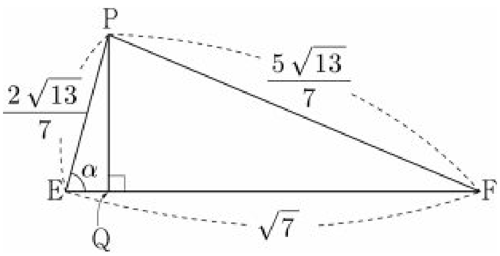
$\overline{PE}=\dfrac{2\sqrt{13}}{7}$, $\overline{PF}=\dfrac{5\sqrt{13}}{7}$, $\overline{EF}=\sqrt{7}$ 이므로

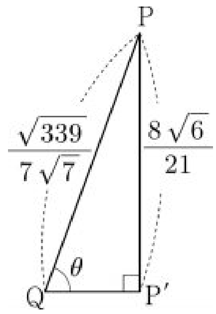
$$\begin{aligned}\cos\alpha&=\frac{\overline{PE}^2+\overline{EF}^2-\overline{PF}^2}{2\times\overline{PE}\times\overline{EF}}\\&=\frac{\frac{52}{49}+7-\frac{325}{49}}{2\times\frac{2\sqrt{13}}{7}\times\sqrt{7}}=\frac{5}{2\sqrt{91}}\end{aligned}$$

이고 $\sin\alpha=\dfrac{\sqrt{339}}{2\sqrt{91}}$ 이다.



점 P 에서 직선 EF 에 내린 수선의 발을 점 Q 라 하자.





그러면 $\overline{\mathrm{PQ}} = \overline{\mathrm{PE}} \times \sin\alpha = \frac{2\sqrt{13}}{7} \times \frac{\sqrt{339}}{2\sqrt{91}} = \frac{\sqrt{339}}{7\sqrt{7}}$ 이다.

한편, 삼수선의 정리에 의해 $\overline{\mathrm{P'Q}} \perp \overline{\mathrm{EF}}$ 이고, 평면 PEF 와 평면 ACD 가 이루는 각의 크기는 직선 PQ 와 P′Q 가 이루는 각의 크기와 같다. 그러므로 $\angle \mathrm{PQP'} = \theta$ 이다.

$\sin\theta = \frac{\overline{\mathrm{PP'}}}{\overline{\mathrm{PQ}}} = \frac{\frac{8\sqrt{6}}{21}}{\frac{\sqrt{339}}{7\sqrt{7}}} = \frac{8\sqrt{42}}{3\sqrt{339}}$ 이므로 $\frac{113}{14}\sin^2\theta = \frac{64}{9}$ 이다.

부산대학교
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY

논술고사 답안지
(인문사회계)

지 원 학 과 (부)

성 명

수 험 번 호							
⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪
①	①	①	①	①	①	①	①
②	②	②	②	②	②	②	②
③	③	③	③	③	③	③	③
④	④	④	④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

생년월일(주민번호 앞 6자리)					
⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪
①	①	①	①	①	①
②	②	②	②	②	②
③	③	③	③	③	③
④	④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

전 형	과 목 명		첫째장	둘째장
논술전형	인문사회	●	●	○
	자연/의약학	○	○	○

※ 감독위원 확인란

[답안지 작성 시 유의사항]
- **답안은 반드시 해당 문제 답안영역 안에 작성해야 합니다.**
- 연필 또는 샤프를 사용하여 답안을 작성하시기 바랍니다.
- 답안 수정 시 지우개를 사용하시기 바랍니다.
  (수정액/수정테이프 사용불가)
- 답안의 내용과 관계없는 일체의 표기를 할 수 없습니다

문제 1-1번

0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275 300 325 350 375

문제 1-2번

0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275 300 325 350 375

이 줄 아래에 답안을 작성하거나 낙서 할 경우 판독이 불가능하여 채점 불가합니다.

이 줄 위에 답안을 작성하거나 낙서 할 경우 판독이 불가능하여 채점 불가합니다.

문제 2-1번

0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300
325
350
375

문제 2-2번

0
25
50
75
100
125
150
175
200
225
250
275
300
325
350
375

이 줄 아래에 답안을 작성하거나 낙서 할 경우 판독이 불가능하여 채점 불가합니다.

부산대학교
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY

논술고사 답안지
(인문사회계)

지 원 학 과 (부)

성 명

수 험 번 호							
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9

생년월일(주민번호 앞 6자리)					
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9

전 형	과 목 명		첫째장	둘째장
논술전형	인문사회	●	○	●
	자연/의약학	○	○	○

※ 감독위원 확인란

[답안지 작성 시 유의사항]
- **답안은 반드시 해당 문제 답안영역 안에 작성해야 합니다.**
- 연필 또는 샤프를 사용하여 답안을 작성하시기 바랍니다.
- 답안 수정 시 지우개를 사용하시기 바랍니다. (수정액/수정테이프 사용불가)
- 답안의 내용과 관계없는 일체의 표기를 할 수 없습니다

문제 3-1번

0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275 300 325 350 375

문제 3-2번

0 25 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275 300 325 350 375

이 줄 아래에 답안을 작성하거나 낙서 할 경우 판독이 불가능하여 채점 불가합니다.

부산대학교
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY

논술고사 답안지
(자연/의약학계)

수 험 번 호							
⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪
①	①	①	①	①	①	①	①
②	②	②	②	②	②	②	②
③	③	③	③	③	③	③	③
④	④	④	④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

생년월일(주민번호 앞 6자리)					
⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪
①	①	①	①	①	①
②	②	②	②	②	②
③	③	③	③	③	③
④	④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

전 형	과 목 명		첫째장	둘째장
논술전형	인문사회	○	○	○
	자연/의약학	●	●	○

지 원 학 과 (부)

성 명

※ 감독위원 확인란

[답안지 작성 시 유의사항]

- **답안의 작성은 반드시 소문항 번호를 쓰고 해당 문항 답안영역에 작성해야 합니다.**
- 연필 또는 샤프를 사용하여 답안을 작성하시기 바랍니다.
- 답안 수정 시 지우개를 사용하시기 바랍니다. (수정액/수정테이프 사용불가)
- 답안의 내용과 관계없는 일체의 표기를 할 수 없습니다.

문항 1번(반드시 해당문항과 일치하여야 함)

문항 1번에 대한 답안을 작성하여 주시기 바랍니다.

이 줄 아래에 답안을 작성하거나 낙서 할 경우 판독이 불가능하여 채점 불가합니다.

이 줄 위에 답안을 작성하거나 낙서 할 경우 판독이 불가능하여 채점 불가합니다.

문항 2번(반드시 해당문항과 일치하여야 함)

문항 2번에 대한 답안을 작성하여 주시기 바랍니다.

이 줄 아래에 답안을 작성하거나 낙서 할 경우 판독이 불가능하여 채점 불가합니다.

부산대학교
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY

논술고사 답안지
(자연/의약학계)

수 험 번 호							
⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪
①	①	①	①	①	①	①	①
②	②	②	②	②	②	②	②
③	③	③	③	③	③	③	③
④	④	④	④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

생년월일(주민번호 앞 6자리)					
⓪	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪
①	①	①	①	①	①
②	②	②	②	②	②
③	③	③	③	③	③
④	④	④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

전 형	과 목 명		첫째장	둘째장
논술전형	인문사회	○	○	○
	자연/의약학	●	○	●

지 원 학 과 (부)

성 명

※ 감독위원 확인란

[답안지 작성 시 유의사항]

- **답안의 작성은 반드시 소문항 번호를 쓰고 해당 문항 답안영역에 작성해야 합니다.**
- 연필 또는 샤프를 사용하여 답안을 작성하시기 바랍니다.
- 답안 수정 시 지우개를 사용하시기 바랍니다. (수정액/수정테이프 사용불가)
- 답안의 내용과 관계없는 일체의 표기를 할 수 없습니다.

문항 3번(반드시 해당문항과 일치하여야 함)

문항 3번에 대한 답안을 작성하여 주시기 바랍니다.

이 줄 아래에 답안을 작성하거나 낙서 할 경우 판독이 불가능하여 채점 불가합니다.

MEMO

Arise PNU
같이 더 높게

부산대학교 입학홈페이지 바로가기

부산대학교
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY

부산캠퍼스 46241 부산광역시 금정구 부산대학로 63번길 2(장전동)
부산대학교 http://www.pusan.ac.kr 051.512.0311
입 학 본 부 http://go.pusan.ac.kr 051.510.1202~1203, 1063~1064