

2023학년도 선행학습 영향평가 자체결과 보고서

2023. 03



아주대학교 입학처

목 차

I. 선행학습 영향평가 대상 문항 총괄표	1
II. 선행학습영향평가 진행 절차 및 방법	2
1. 대학별 고사의 선행학습영향평가 이행 사항 점검 체크리스트	2
2. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정	2
3. 선행학습 영향평가위원회 조직 구성	3
4. 2023학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차	4
III. 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력	5
1. 출제 전	5
2. 출제 중	9
3. 출제 후	9
IV. 문항분석 결과 요약	12
V. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력	13
VI. 부록	14
<부록 1> 선행학습영향평가를 위한 아주대학교 자체규정	14
<부록 2> 면접질문 예시(비대상)	17
<부록 3> 논술고사 문항카드	22

I. 선행학습영향평가 대상 문항 총괄표

평가대상	입학전형	계열	입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	문항 번호	하위 문항 번호	계열 및 교과								교과 외			
						인문사회			수학	과학					기타		
						국어	사회	도덕		물리	화학	생명 과학	지구 과학				
논술 등 필답고사	논술 우수자 전형	인문 (오전)	국어, 독서, 문학, 통합사회, 한국사, 한국지리, 세계지리, 세계사, 동아시아사, 경제, 정치와 법, 사회·문화, 생활과 윤리, 윤리와 사상	1	1	o											
					2	o											
				2	1		o										
					2		o										
		자연 (오전)	수학, 수학I, 수학II, 미적분	1	1			o									
					2			o									
				2	1			o									
					2			o									
		자연 (오후)	수학, 수학I, 수학II, 미적분	1	1			o									
					2			o									
				2	1			o									
					2			o									
		자연 (의학)	수학, 수학I, 수학II, 미적분	1	1			o									
					2			o									
	생명과학 I, 생명과학II	2	1~7								o						
면접 구술고사	학생부 종합전형 / 정시	의학 약학	-													o	

Ⅱ. 선행학습영향평가 진행 절차 및 방법

1. 대학별 고사의 선행학습영향평가 이행 사항 점검 체크리스트

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

2. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정

본교는 2015년 2월 10일에 '대학입학전형 자체영향평가 등에 관한 규칙'을 자체적으로 제정하였다. 해당 규정에서는 자체영향평가의 정의, 위원회, 기능 등에 대한 내용을 포함하고 있으며, 부록1.에 제시되어 있다. 아래의 <표>에는 본교의 자체영향평가 위원회가 심의하는 사항들을 제시하였다.

번호	심의 대상
1	대학별 고사의 고교 교육과정 내 출제 계획수립에 관한 사항
2	자체영향평가의 평가영역, 방법, 내용, 진행절차에 관한 사항
3	자체영향평가 결과에 따른 대학별 고사의 개선방향에 관한 사항
4	자체영향평가 결과의 다음 연도 입학전형에의 반영에 관한 사항
5	선행교육 방지 대책에 관한 사항
6	기타 자체영향평가 제도의 운영에 관한 사항

3. 선행학습 영향평가위원회 조직 구성

2023학년도 자체영향평가 위원회는 '대학입학전형 자체영향평가 등에 관한 규칙'에 따라 위원장 1인, 내부위원 3인, 외부위원 3인, 간사 1인으로 구성되었다. 선행학습영향평가의 공정성을 확보하기 위해 내부위원 중 3인은 교원으로, 고등학교 교사 3인을 외부위원으로 포함하여 구성하였으며, 자체영향평가위원회 구성원 중 외부인원의 비율은 37.5%이다. 자체영향평가 위원회의 임용기간은 2023년 3월 1일부터 2024년 2월 29일까지이며 세부구성은 아래 <표>에 제시하였다. 자체평가위원회에서는 대학별 고사의 고교 교육과정 내 출제 계획수립에 관한 사항, 자체영향평가의 평가영역, 방법, 내용, 진행절차에 관한 사항, 대학별고사의 개선방향 등을 결정하고 논의사항 및 일정은 연구원들과 공유하였다.

2023학년도 자체영향평가위원 구성

계열	소속	과목	직책	성명	외부인원
위원장	입학처	-	입학처장	최 ○ ○	
위원	아주대학교	수학	교 수	박 ○ ○	
위원	아주대학교	국어	교 수	문 ○ ○	
위원	아주대학교	과학	교 수	최 ○ ○	
위원	A고등학교	국어	교 사	윤 ○ ○	○
위원	B고등학교	수학	교 사	최 ○ ○	○
위원	C고등학교	과학	교 사	손 ○ ○	○
간사	입학처	-	입학팀장	박 ○ ○	
자체영향평가 위원 중 외부인원(고교교사) 비율					37.5%

4. 2023학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차

일정	절차
2022. 08.	2022학년도 모의 논술고사 실시
	2021, 2022학년도 선행학습영향평가 결과 및 분석내용 공유
	교육과정평가원 선행학습영향평가 담당자 연수
2022. 08. ~ 2022. 11.	모의논술 자문 운영기간
	논술자문위원 및 출제위원 1차 회의
2022. 12. ~ 2023. 01.	2023학년도 논술고사 출제합숙(고교교사 참여)
	대학입학전형의 선행학습영향평가 연구 시작
	2023학년도 논술고사 실시
2023. 03.	2023년 자체영향평가위원회 위촉
	논술자문위원 및 출제위원 2차 회의
	선행학습영향평가 연구 종료
	자체영향평가위원회의 결과 및 입학전형 개선계획 홈페이지 공고(예정)

Ⅲ. 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력



1. 출제 전

1-1. 출제 전 고교 교육과정을 이해하기 위한 노력

- 고교 교육과정 분석

계열	출제과목 및 계열별 응시요구 과목	출제 교과서
인문계열	국어, 도덕, 사회	국어, 독서, 문학, 통합사회, 한국사, 한국지리, 세계지리, 세계사, 동아시아사, 경제, 정치와 법, 사회·문화, 생활과 윤리, 윤리와 사상
자연계열	수학	수학, 수학 I, 수학 II, 미적분
자연계열 (의학)	수학	수학, 수학 I, 수학 II, 미적분
	생명과학	생명과학 I, 생명과학 II

1-2 출제·검토위원회에 대한 고교 교육과 고교 교육과정 사전 연수

- 계열별(자연, 의학, 인문)로 위원선정, 모의논술, 본논술 진행관련 3회씩 사전 연수를 진행함

<고교교육과정 교육 자료>: 교육과정(국어, 사회, 도덕, 수학, 과학)



구분	제시문	용어의 적절성	난이도	출제범위
인문계열	적정	적정	적정	적정
자연계열	적정	수정 검토	적정	적정
의학계열	적정	적정	적정	수정 검토

구분	자문 총평
인문계열	<p>대문항 1의 제시문과 대문항 2의 제시문은 모두 국어영역을 성실하게 준비한 학생이라면 전혀 어려움 없이 독해를 할 수 있고, 그 이해도 매우 잘할 수 있는 지문이라고 판단됩니다.</p> <p>1번 문항은 사회 현상의 기본 원리를 종합적으로 파악할 수 있는 역량을 확인하는 사회과 교육 목표와 밀접한 관련이 있다고 판단되며, 2번 문항은 사회문화 교과에서 비중 있게 다루는 실험법과 관련된 내용으로 구성되어 응시자 입장에서 안면 타당도가 높았을 것으로 판단됩니다.</p>
자연계열	<p>[문항2]에서 n이 (음이 아닌 정수) \rightarrow (자연수)로 변경할 것을 제안드립니다.</p> <p>현재는 $n = 0$인 경우도 포함되며, $f : P_k \rightarrow P_0$ 즉, 공집합으로의 대응은 고교교육과정에서 다루지 않아 학생들에게 혼선을 줄 우려가 있어 보입니다.</p> <p>모의논술고사 문항들은 고등학교 1학년 내용부터 2학년 수학 I, II, 선택 교과 미적분의 내용이 전체적으로 고루 섞여 담긴 매우 좋은 문항들이라 생각됩니다.</p> <p>전체적으로 쉽고 어려운 난이도의 문항들이 균형있게 출제되었으며 교과서에서 보았던 익숙한 유형과 접해본 적 없을 창의적인 문제들까지 담겨 있어 다양한 수학 핵심 역량을 평가할 수 있을 것으로 기대됩니다.</p>
의학계열	<p>ACTH, 당질 코르티코이드에 대한 표현은 생명과학 I 8종 교과서 중 5종에서만 서술되어 있어 교과서 선택에 따른 유불리가 작용해 선행학습 필요에 대한 오해의 소지가 있습니다. 인체의 스트레스 반응이 교감신경계의 활성을 유도한다는 표현은 생명과학 I 8종 교과서 중 2종에서만 서술되어 있습니다. 교과서 선택에 따른 유불리가 작용해 선행학습 필요에 대한 오해의 소지가 있을 수 있습니다. 이 외에 나머지 문항은 모두 생명과학 I 교육과정을 근거로 작성되었습니다.</p>

2. 출제 중

2-1. 출제·검토위원 중 고교 교원 참여 비율

계열	출제·검토위원 인원	고교교사 자문위원 인원	출제·검토위원 대비 고교교사 비율
인문	3	1	33.3%
자연	4	2	50.0%
의학	2	1	50.0%
총계	9	4	44.4%

2023학년도 대학별고사 출제 문항 관련 교과를 가르치고 있는 일반고 교원 4명(출제·검토위원 대비 외부 고교교사 비율 44.4%)이 출제 합숙에 참여하여 문항 난이도 조정 및 고교 교육과정의 범위와 수준 내에서 출제될 수 있도록 검토 자문함

2-2. 고교 교원의 출제·검토과정에서의 권한 강화를 위한 조치

- 문항검토 관련 수정 요구권 및 거부권 부여

3. 출제 후(출제·검토과정에서의 문제점 보완을 위한 개선 노력)

- 합숙위원(출제위원, 합숙위원, 자문위원) 의견 피드백
- 자체 진단결과 반영 피드백
- 논술 자문회의 내용 반영
- 자체영향평가위원회 심의·의결사항 반영

<2023학년도 논술고사 자문회의 종합의견>

**2023학년도 논술고사
자문고사 결과 보고서**

2023. 3

입학처

2023학년도 논술자문고사 2차(논술고사)
결과 보고서

I 배경 및 목적

가. 배경

- 2014년 9월 고교교육의 공교육 정상화 추진 및 선형교육 규제가 관한 특별법(특정공교육 정상화법) 공포 후, 대학별 고사의 고교교육과정내 출제에 대한 법적 의무 강화
- 대학별고사에 대한 선형학습영양평가에 따라 출제위원과 고교교사의 사전 미팅을 통한 고교교육과정내 출제 유도를 위한 자료 필요
- 대학별 고사의 대한 선형학습영양평가인수를 위해 대학별고사를 분석할 수 있는 분석 고교교사의 자문회 필요

나. 목적

- 논술자문위원의 자문을 통해 출제 단계부터 출제위원과의 사전회의 진행 및 검정위원을 위촉하여 출제위원의 참여함으로써 고교교육과정 내 출제 유도

II 기대 효과

- 논술고사의 고교교육과정내 출제 및 고교교육과정 이해를 통한 공교육정상화를 위한 근거 확보 가능

III 논술자문고사 2차(논술고사) 운영결과

가. 자문회의 : 2023.03.03(금) ~ 03.14(목)

나. 위촉위원 : 총 9명(인문 3명, 자연 4명, 의학 1명)

개별	고등학교	담당과목	성명
인문	○○고등학교	국어	문○○
	○○고등학교	국어	문○○
	○○고등학교	사회	김○○
자연	○○고등학교	수학	최○○
	○○고등학교	수학	최○○
	○○고등학교	수학	박○○
의학	○○고등학교	수학	김○○
	○○고등학교	생물과학	문○○

다. 대학별 고사 자문위원 2차(논술고사) 자문결과

가. 인문계열

구분	인문
제시문	적정
용어의 적절성	적정
난이도	적정
출제범위	적정

«출제범위»

- 이번 인문 시험은 작문과 비교하여 유형, 영역이 비슷하게 출제되어 수험생들이 준비하고 시험을 치르기에 큰 문제가 없었다고 생각됨. 또한 제시문의 출제가 교과서나 교양서에서 다수 출제되었고, 고등학교 교육과정 상 숙제가 가능해 출제범위에 포함되어 있음.
- 난이도에 있어서는 상·중·하 골고루 분포되게 배치하여 문제의 변별력도 높일 수 있었음. 출제 기준도 명확하게 제시하여 공정성과 정확성을 확보하였다고 보임.
- 논술고사의 근본적인 취지인 분석적·논리적 사고력과 비판적 사고력을 측정하기에 적절한 문항을 구성하여 시험의 취지에도 잘 부합하였다고 생각됨.
- 코로나로 인해 사교육 시장으로 몰린 아이들 관련 사회문제는 최근 교육과 관련된 주요 이슈임. 수업 시간에 학습한 합리적 선택 내용을 학생이 직접 경험하고 있는 사교육 시장 문제와 연계한 문항은 평가에 있어 교육 목표 타당도 및 수험생 입장에서 타당도가 높았다고 판단됨.

구분	제시문	용어의 적절성	난이도	출제범위
인문계열	적정	적정	적정	적정
자연계열	적정	적정	적정	적정
의학계열	적정	적정	적정	적정

구분	자문 총평
인문계열	<ul style="list-style-type: none"> 제시문의 출처가 교과서나 교양서에서 다수 출제되었고, 고등학교 교육과정 중 성취기준과도 밀접하게 연계되어 있음. 난이도에 있어서는 상·중·하 골고루 분포되게 배치하여 문제의 변별력도 높일 수 있었음. 채점 기준도 명확하게 제시하여 공정성과 정확성을 확보하였다고 보임. 논술고사의 근본적인 취지인 분석적·논리적 사고력과 비판적 사고력을 측정하기에 적절한 문제들로 구성되어 시험의 취지와도 잘 부합하였다고 생각됨. 코로나로 인해 사교육 시장으로 몰린 아이들 관련 사회문제는 최근 교육과 관련된 주요 이슈임. 수업 시간에 학습한 합리적 선택 내용을 학생이 직접 경험하고 있는 사교육 시장 문제와 연계한 문항은 평가에 있어 교육 목표 타당도 및 수험생 입장에서 타당도가 높았다고 판단됨.

<p style="text-align: center;">자 연 계 열</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 고등학교 교육과정(수학, 수학 I, 수학 II, 미적분)의 전반적인 내용들을 종합적으로 적용하여 창의·융합적 사고능력을 판단할 수 있는 우수한 문항들이라고 사료됨. - 학생들의 수고를 덜어 주기 위해 복잡한 계산보다는 수학적 추론 능력이 필요한 좋은 문항들로 구성되어 있어 학교에서 정규 교육과정의 수학적 내용을 공부하면서 개념을 명확히 해석하고 적용시키는 자기주도적인 연습을 한 학생이라면 좋은 점수를 얻었을 것이라 여겨짐. - 아주대학교 논술을 준비하는 학생이라면 수학 교과서에서 단원별로 등장하는 '추론하기 문제', '수학적 의사소통 문제' 등과 같이 개념을 심화시키는 활동 문제를 대학수학능력시험 문제 유형과 다르다고 무심하게 지나칠 것이 아니라 다양한 시각으로 접근, 풀이 전략을 고민해 보는 연습은 필수 코스라는 생각이 듦. - 전체적인 문항의 난이도가 조금 높지만 쉽고 어려운 문제들이 밸런스있게 출제되었으며 고등학교 교육과정을 벗어난 개념이나 표현은 없었으며, 학생들에게 흥미있는 소재와 도전적인 문항들로 구성되었고, 수학과 교육과정에서 강조하는 핵심 역량을 고루 평가할 수 있는 문항이라 생각됨. - 수학, 수학 I, 수학 II, 미적분의 내용을 고루 출제하였으며 해당 과목에서도 핵심 개념을 이해하고 있는지를 평가하는 문제를 출제하였음. 별도의 사교육에 의존하기 보다는 정규 교육과정을 충실하게 이수한 학생이라면 충분히 풀 수 있는 문제로 구성, 적절한 수준의 난이도 유지, 학생들의 문제해결능력과 논리적인 사고능력을 측정할 수 있는 문항으로 구성되어있어 논술고사의 취지를 잘 살리는 문항이 출제되었다고 생각됨.
<p style="text-align: center;">의 학 계 열</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 논술고사의 근본적인 취지에 맞게 분석 능력, 논리적 사고력, 과학적 탐구 능력을 측정하기에 적절한 문항으로 구성되었음. - 전반적으로 고교 교육과정의 내용을 충실히 반영하였으며, 의학 계열 학생들을 선별하기에 적정 난이도를 유지하고 있음. - 제시문과 문항에서 사용되는 기본적인 개념과 용어는 모두 교과서에서 공통적으로 사용하고 있는 것을 사용하였음. - 이번 학년도 논술 문항에는 생리학 지식 활용 능력을 평가하는 문항이 많았음. 의학 계열로 진학하는 학생을 평가하고 변별하는 고사임을 고려했을 때, 계열 적합성을 평가하기에 적절한 문항들을 출제하였다고 생각됨.

IV. 문항분석 결과 요약

평가대상	입학전형	계열	문항 번호	하위 문항번호	교과별 교육과정 과목명	교육과정 준수 여부	문항 붙임번호
논술 등 필답고사	논술 우수자 전형	인문 (오전)	1	1	국어, 문학	○	문항 카드1
				2			
		2	1	통합사회	○	문항 카드2	
			2				
		자연 (오전)	1	1	수학, 수학 I, 수학II	○	문항 카드3
				2			
		2	1	수학, 수학 I, 미적분	○	문항 카드4	
			2				
		자연 (오후)	1	1	수학, 수학 I, 수학II, 미적분	○	문항 카드5
				2			
		2	1	수학, 수학II	○	문항 카드6	
			2				
		1	1	수학, 수학 I, 수학II, 미적분	○	문항 카드7	
			2				
자연 (의학)	2	1	생명과학 I, 생명과학II	○	문항 카드8		
		2					
		3					
		4					
		5					
		6					
		7					
면접 구술고사	학생부 종합전형 /정시	의학 약학	-	-	-	비대상	-

V. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력

1. 논술 규모 축소

구분	2023학년도	2024학년도	2025학년도
모집인원	172명	158명	150명
모집단위	16개 학과	14개 학과	14개 학과

2. 고교교육과정 내 출제 지속적 관리

- 최근 아주대학교 대학별고사는 고교 교육과정을 준수하여 출제되었으며, 학교 생활에 충실한 학생이라면 사교육 의존없이 시험을 준비할 수 있도록 고교 교육과정 내 출제를 관리하고, 수험생 부담완화를 위해 모의논술, 논술설명회 등을 통해 정보 제공을 하고 있음
- 출제 및 검증위원, 자문교사의 사전회의 등을 거쳐 교육과정에 대한 이해를 증진시키고 교육과정의 범위와 수준에 적합한 문항 개발을 위해 지속적으로 노력함
- 고교교원 참여율을 유지하고 문항 수정요구권 및 거부권 등의 실질적인 권한 부여를 통해 고교 교육과정 내 출제를 지속적으로 관리할 계획임

VI. 부록

<부록 1> 선행학습영향평가를 위한 아주대학교 자체규정

<부록 2> 면접질문 예시(비대상)

<부록 3> 논술고사 문항카드

부록1. 선행학습영향평가를 위한 아주대학교 자체규정

대학입학전형 자체영향평가 등에 관한 규칙

제정 2015. 2. 10

제1조(목적) 이 규칙은 아주대학교(이하 "본 대학교"라 한다)의 「공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법」 제10조에서 위임한 사항과 선행학습 자체영향평가 등의 시행에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(자체영향평가의 정의) "자체영향평가"란 「공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법」(이하 '법'이라 한다) 제10조에 따라 대학입학전형에서 대학별 고사(논술 등 필답고사, 면접·구술고사, 신체검사, 실기·실험고사 등)를 실시하는 경우 이에 대한 검토·분석·영향평가를 하는 것을 말한다.

제3조(자체영향평가 위원회의 설치 및 구성)

- ① 제2조에 따른 본 대학교의 고사가 고등학교 교육과정의 범위와 수준을 출제 또는 평가하는지 여부와 선행학습을 유발하는 요인은 없는지에 대한 영향평가를 실시하기 위해 자체영향평가위원회(이하"위원회"라 한다)를 둔다.
- ② 위원회는 입학처장을 위원장으로 하고 자체영향평가의 객관성, 공정성, 신뢰성을 확보하기 위해 5인 이내의 내부위원과 5인 이내의 외부위원으로 구성한다.
- ③ 내부위원은 전임교원 및 교내전문가를 외부위원은 관련분야에 전문성을 갖춘 자 중에서 입학처장의 제청으로 총장이 위촉한다.
- ④ 위원의 임기는 1년으로 하며 연임할 수 있다. 다만, 결원으로 인하여 새로이 임명된 위원의 임기는 전임자의 잔여기간으로 한다.
- ⑤ 위원회는 간사 1인을 두며, 간사는 입학팀장으로 한다.

제4조(위원회의 기능) 위원회는 다음 각 호의 사항을 심의한다.

1. 본 대학교 고사의 고교 교육과정 내 출제 계획수립에 관한 사항
2. 자체영향평가의 평가영역, 방법, 내용, 진행 절차에 관한 사항

3. 자체영향평가 결과에 따른 본 대학교 고사의 개선 방향에 관한 사항
4. 자체영향평가 결과의 다음 연도 입학전형에의 반영에 관한 사항
5. 선행교육 방지 대책에 관한 사항
6. 기타 자체영향평가 제도의 운영에 관한 사항

제5조(회의)

- ① 위원회의 회의는 위원장이 필요하다고 인정하거나, 재적위원 과반수의 요구가 있을 때 위원장이 소집한다.
- ② 위원회의 회의는 재적위원 과반수의 출석으로 개최하고, 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다. 다만, 가부동수인 때에는 위원장이 결정권을 갖는다.
- ③ 위원장은 안건의 내용이 경미하거나 또는 긴급을 요하는 경우 서명 또는 전자문서로 위원회의 의결을 대신할 수 있다. 다만, 이 경우 재적위원 과반수의 찬성을 얻어야 효력이 인정된다.

제6조(소위원회)

- ① 위원회의 업무를 효율적으로 수행하기 위하여 필요시 위원회의 의결을 거쳐 소위원회를 둘 수 있다.
- ② 소위원회 위원에게는 예산의 범위 내에서 연구비, 수당 및 여비를 지급할 수 있다.

제7조(수당 등 지급)

- ① 위원에게는 예산의 범위 안에서 수당 및 여비를 지급할 수 있다.
- ② 자체영향평가와 관련하여 위원, 관계전문가 등에게 조사 등을 의뢰한 경우에는 예산의 범위 안에서 연구비 등 필요한 경비를 지급할 수 있다.

제8조(자체평가위원의 비밀유지의무) 위원회의 위원 및 간사는 위원회 활동과 관련하여 취득한 사실에 대해 외부에 누설하여서는 안된다.

제9조(영향평가의 시기 및 반영)

- ① 자체영향평가는 본 대학교의 고사가 종료된 이후 시행한다. 다만, 필요에 따라 모집시기(수시 및 정시)별로 구분하여 시행할 수 있다.
- ② 자체영향평가 결과는 다음 연도 입학전형에 반영하여야 한다.

제10조(결과의 공시) 법 제10조제2항에 따른 영향평가 결과 및 다음 연도 입학전형 반영계획을 매년 3월 31일까지 입학처 홈페이지에 게재하여 공개한다.

제11조(운영기준) 이 규칙 외에 필요한 기타 사항은 위원회의 의결을 거쳐 위원장이 정한다.

부 칙

이 규칙은 2015년 2월 10일부터 시행한다.

부록2. 면접질문 예시(비대상)

면접질문 예시	평가항목	
<ul style="list-style-type: none"> • ○○교과에서 ○○실험을 진행하였는데, 이 실험의 원리와 과정에 대해 설명해 주세요. 	학업역량	제출서류 기반면접
<ul style="list-style-type: none"> • ○○동아리에서 신문을 제작한 경험이 있는데, 본인의 구체적 역할에 대해 설명해 주세요. 	주도성	
<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 체험활동에서 리더 역할을 수행했는데, 본인의 리더십을 가장 잘 발휘했던 사례에 대해 말해 주세요. • ○○○시설에서 지속적으로 봉사활동을 해왔는데, 이 경험을 통해 자신이 성장한 점에 대해 설명해 주세요. 	대인역량	
<ul style="list-style-type: none"> • 공감하는 의사를 꿈꾼다고 했는데, 의사가 되려는 이유는 무엇인가요? • ○○탐구반 활동에서 ○○의사의 자질이 무엇인지 분석하였다고 ○○활동에 기록되어 있습니다. 본인이 분석한 의사의 자질은 무엇이었습니까? 	의학과	
<ul style="list-style-type: none"> • 고교 생활 중 ○○ 동아리 활동을 했는데, 가장 인상 깊었던 경험이 무엇인지 이유와 함께 설명해 주세요. • 재직 중 경험했던 어려운 경험은 무엇이었으며, 어떻게 해결하려고 노력했는지 설명해주세요. 	특성화 고등을 졸업한 재직자 전형	

※ 특성화고등을졸업한재직자전형: 특성화고 등을 졸업한 재직자가 대상이므로 고교활동 이외에 직장 내 업무 및 경험 등에 관한 질문이 진행될 수 있음.

<의학과 학생부종합(ACE전형) 및 정시 면접문항>

학생부종합(ACE전형)

1. Cultural Determinism is the belief that the culture dictates our behavior widely through economic, political organizations, educational, and religious elements rather than our biological genes. In order to belong to a social group, human beings have to adhere to the cultural norms within their environment. Culture very subtly dictates every aspect of the human life mainly through ideas, attitudes, and traditions that have been passed down from one generation to another. One of the underlying ways in which cultural notions, patterns, and orientation determine psychological processes is the way people perceive about themselves and their relation to others. Cultural psychology identifies two main styles of self-interpretation: individualistic and collectivist. People belonging to independent cultures, such as the United States, tend to respect their liberty, singularity, unopposed restraints, and the right to express their personal style, whereas people belonging to collectivist cultures, such as Japan have high esteem towards social concord, abidance, and bond over collective group behavior.

Culture impacts in such a way that the brain becomes a cultural sponge, imbibing the cultural phenomena from the physical and social environment.

2. The principle of fair opportunity [with regard to education] can be only imperfectly carried out, at least as long as the institution of the family exists. The extent to which natural capacities develop and reach fruition is affected by all kinds of social conditions and class attitudes. Even the willingness to make an effort, to try, and so to be deserving in the ordinary sense is itself dependent upon happy family and social circumstances. It is impossible in practice to secure equal chances of achievement and culture for those similarly endowed. (Rawls. A theory of justice. 1971)

▶ 자신의 경험을 바탕으로 한 구체적인 사례를 근거로 하여 위 제시문들의 주장을 비판하세요.

정시

▶ 상황제시문을 기반으로 인성 면접을 진행

초, 중, 고등학교를 같이 다닌 같은 동네, 같은 반 친구 A가 지난 주 백혈병에 걸려 학교를 휴학한다고 연락이 왔다. 애써 태연히 얘기를 하였지만 A의 떨리는 목소리가 아직 귀에서 떠나지 않는다. 엄마와 동네 아주머니들이 하는 얘기를 어깨너머로 들으니 최근 언론에서도 몇 차례 얘기를 들었던 적이 있는 CAR-T 세포 치료를 하려고 하는데, 비용 때문에 어려움이 있다고 한다.

같은 반 친구들과 A의 상황에 대한 이야기를 하고, 모두 각자 15만원씩을 1주 뒤인 1월 14일까지 모아 A에게 전달해 주기로 하였다. 나는 그동안 모아둔 돈이 전혀 없지만 중고거래로 15만원을 마련하기로 했다. 당근마켓에서 팔기로 한 물건은 한동안 책상 서랍 안에 넣어두고 사용하지 않았던 에어팟 프로였다. 처음에 3달 정도는 아주 잘 썼는데 그 이후에 블루투스가 자주 끊겨서 교환을 받으려고 생각하다가 보증기간이 지나 버렸던 물건이다. 처음에 들을 때는 별 문제 없는데 가끔씩 블루투스가 끊기거나 노이즈 캔슬링이 안되는 데다 오래 충전을 안 해서 배터리 성능을 잘 모르겠다. 그런데 최근 시세가 16만원 정도라 15만원에 올리면 금방 팔릴 것 같았다. 당근마켓에 물건을 올리고 5분쯤 지나자 사겠다는 사람이 나타났다. 아파트 단지까지 올 수 있다고 하길래 아파트 놀이터에서 1시간 뒤에 만나기로 하였다

<약학과 정시 면접문항>

▶ 상황제시문을 기반으로 인성 면접을 진행

최근 미국 지구물리학회가 발간하는 매체인 'EOS'는 뉴질랜드 연구진이 해안에 인접한 자국 도시인 오클랜드의 대기를 분석한 결과, 바다와 도시 대기 속의 '미세 플라스틱'이 밀접하게 연관돼 있다는 점을 발견했다고 전했다. 오클랜드 인구는 약 170만 명으로, 뉴질랜드에서 가장 큰 대도시다.

미세 플라스틱이란 5mm보다 작은 플라스틱을 뜻한다. 꽤 큰 크기의 플라스틱이 해양에 유입된 뒤 햇빛과 파도에 노출돼 잘게 쪼개져 만들어진다. 과학계에선 미세 플라스틱이 인간의 조직에 염증을 일으키거나 폐 기능 저하 등을 유발할 수 있다고 본다.

연구진은 2020년 총 9주에 걸쳐 오클랜드에서 대기를 관찰했다. 공중에서 떨어지는 미세 플라스틱을 포집하기 위해 유리병으로 만든 장치 2개를 설치했다.

관측 결과는 미세 플라스틱의 다량 검출이었다. 연구진은 추가 연구를 통해 오클랜드에 1년간 최소 74t의 미세 플라스틱이 떨어지고 있다는 사실을 알아냈다. 페트병 300만개에 해당하는 막대한 분량이다. 눈에 보이지 않지만 '플라스틱 폭우'가 내리고 있었던 셈이다.

미래의 약사/약학자로서 이 현상에 대한 견해를 밝힌다면?

▶ 상황제시문을 기반으로 인성 면접을 진행

최근 유럽연합 코페르니쿠스 기후변화서비스(C3S)가 발표한 보고서에 따르면, 2022년이 1850년 이후 다섯 번째로 더운 해였다고 한다. 2022년 지구의 기온은 산업화 이전보다 1.2도 올랐으며, 남극 해상 빙하 규모는 위성 기록 역사상 최저로 측정되었다.

2022년 우리나라 남부지방의 가뭄 일수는 227일로, 관측 이래 최악으로 기록되었다. 하지만, 같은 해 여름, 파키스탄 북부 산악지역에서 내린 폭우로 파키스탄 국토의 3분의 1이 물에 잠겼으며 약 1700명이 사망하였다.

이러한 이례적인 현상들은 지구온난화의 결과로, 지구 생태계와 인류의 생존을 위협하고 있다.

미래의 약사/약학자로서 이 현상에 대한 견해를 밝힌다면?

부록3. 논술고사 문항카드

[아주대학교 문항정보 1]

1. 일반 정보		
유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	인문 / 문제1	
출제 범위	교육과정 과목명	국어, 문학
	핵심개념 및 용어	소비, 옷, 자연, 재활용
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 자료

[문제 1] 다음 제시문을 읽고 아래 문제에 답하시오.

(가)

언제 어디서 샀는지도 알 수 없지만, 우리 집에도 헌 비닐우산이 서너 개가 된다. 아마도 길을 가다가 갑자기 비를 만나서 내가 사 들고 온 것들일 게다. 하지만 그 가운데 하나나 제대로 쓸 수 있을까? 그래도 버리긴 아깝다. 비닐우산은 참 불품없는 우산이다. 눈만 흘겨도 금방 부러져 나갈 듯한 살하며, 당장이라도 팔랑거리면서 살을 떠날 듯한 비닐 덮개하며, 한 군데도 탄탄한 데가 없다. 그러나 그런대로 우리의 사랑을 받을 만한 덕(德)을 갖추고 있기 때문에, 아주 몰라라 할 수만은 없는 우산이기도 하다. 우리가 길을 가다가 갑자기 비를 만날 때, 가난한 주머니로 손쉽게 사 쓸 수 있는 우산은 이것밖에 없다. 물건에 비해서 값이 싼지 비싼지 그것은 알 수 없지만, 어쨌든 일금 백 원으로 비를 안 맞을 수 있다면, 이는 틀림없이 비닐우산의 덕이 아니겠는가? 값이 이렇게 때문에 어디다 놓고 와도 섭섭하지 않은 것이 또한 이 비닐우산이다.

[중략]

고가(高價)의 베 우산을 받고 나온 날은 어디다 그 우산을 놓고 올까 봐 신경을 쓰게 된다. 하지만 하루 종일 썩인 머리로 대포 한잔하는 자리에서까지 우산 간수 때문에 걱정을 할 수는 없지 않은가? 버리고 와도 께름할 게 없는 비닐우산은 그래서 좋은 것이다.

비닐우산을 받고 위를 쳐다보면, 우산 위로 떨어져 흐르는 물방울이 보인다. 그리고 빗방울이 떨어지면서 내는 그 환한 음향도 들을 만한 것이다. 투명한 비닐 덮개 위로 흐르는 물방울의 그 맑고 명랑함, 묘한 리듬을 만들어 내는 빗소리의 그 상쾌함, 단돈 백원으로 사기에는 너무 미안한 예술이다.

바람이 좀 세게 불면 비닐우산은 훌쩍 뒤집히기도 한다. 그것을 바로잡는 한동안, 비록 옷은 다소의 비를 맞는다 하더라도 우리는 즐거운 짜증을 체험할 수 있고, 또 행인들에게 가벼우나마 한때의 밝은 미소를 선사할 수 있어서 좋다. 그날이 그날인 듯, 개미 쳇바퀴 돌듯 하는 우리의 재미없는 생활 속에, 그것은 마치 반 박자짜리 심표처럼 싱그러운 변화를 불러일으키는 것이다.

[중략]

비닐우산은 참 볼품없는 우산이다. 한 군데도 탄탄한 데가 없다. 그러나 버리기에는 너무나도 아름다운 효용성이 있음으로 하여 두고두고 보고 싶은 우산이다. 그리고 값싼 인생을 살며, 조금만 바람이 불어도 넘어질 듯한 부실한 사람, 그런 몸으로나마 아이들의 머리 위에 내리는 찬비를 가려 주려고 버둥대는 삶. 비닐우산은 어쩌면 나와 비슷한 데도 적지 않은 것 같아서, 때때로 혼자 받고 비 오는 길을 쓸쓸히 걷는 우산이기도 하다.

— 정진권, 〈비닐우산〉

(나)

[전략: 글쓴이는 땀감으로 쓰러고 창고에 방치해 두었던 버려진 버드나무 토막에서 싹이 돋은 것을 보며 나무의 강인한 생명력을 느낀다.]

아파트 단지든 길거리에서든 눈에 띄는 대로 주워오는 것은 잘린 버드나무뿐이 아니다. 버린 침대 밑바닥의 널조각도 외면하기에는 너무 아깝다. 개중에는 향이 진동하는 질 좋은 나무도 있다. 깨끗한 자개상도 벌써 다섯 개나 모아뒀다. 큰 밥상도 있고, 개다리소반도 있다. 멀쩡한 책상은 왜 그리도 자주 버리는지 알 수 없다. 선반이나 책장, 고가의 장식장도 적잖다. 튼튼한 의자도 심심찮게 눈에 띈다. 버리는 이유야 소상하게 알 수 없지만 흠집이 났다고, 유행에 뒤떨어졌다고, 산 지 오래 되어 싫증이 났거나 촌스럽다고 생각해 버리는 모양이다. 버리는 일에 도무지 주저가 없어 보인다. 버려진 물건들의 번듯함과 엄청난 양을 생각하면 몹시 우울해진다.

망치를 들고, 때로는 드릴을 들고 폐기물 수거하는 사람들이 오기 전에 먼저 물건들을 해체한다. 수거하는 사람들은 아무리 번듯한 물건이라도 가차 없이 쇠지렛대로 요절내고 해머로 박살을 내서 신속하게 부피를 줄인 뒤, 차에 싣는다. 차에 실리는 순간 그것들은 '되살려 쓸 여지가 있는 자원'이 아니라 쓰레기가 되어버린다.

물건들이 시골의 앞마당에 자꾸 쌓이자 내 작업도 톱과 망치, 드라이버만으로 부족해 제대로 된 공구들이 조금씩 갖춰지기 시작했다. 잘라 낸 송판과 대패질을 새로 한 각목들이 설계대로 조립되면 세상에 하나밖에 없는 누더기 탁자가 탄생한다. 잠깐 똑딱거

리면 의자도 생긴다. 널찍한 개집도 만들었다. 균형을 맞추느라 자꾸 덧대다 보니 내 작품들은 좀 무거운 게 흠이다. 그렇지만 내 조악한 목공 작품들을 친구들은 아주 좋아한다. 나는 주워 온 나무들로 뭐든 만들 수 있을 것 같은 행복한 착각에 빠지기도 한다. 사람들이 어느 날 느닷없이 도시로 몰리고 손끝 하나 까딱 않고 뭐든 쉽게 사들이면서 타고난 손의 기능은 퇴화하기 시작했다. 사소한 것들을 손수 만드는, 바꿀 수 없는 기쁨도 사라져버렸다. 오래 쓰고, 고쳐 쓰고, 다시 쓰는 일보다는 새것을 사는 게 더 멋진 삶이라고 광고는 실 새 없이 부추겼고, 사람들은 그 거짓말에 쉽게 굴복했다. 유한한 자연 자원과 그것들이 사람한테 오기까지 걸린 시간에 모두들 무감각해져 버렸다. 이런 무신경과 난폭한 낭비는 정말 별 받을 짓이 아닐 수 없다. 쓰레기가 어디로 가는지 아무도 신경 쓰지 않는다. 고작 태우거나 묻어 버리는데, 묻어도 능사가 아니지만 태우면 더욱이나 안 되는 것들을 너무 많이 만든다. 이른바, '불필요한 생산'이다. 하지만 자본주의는 불필요한 생산이라도 돈이 된다면 추호의 망설임도 없다. 이렇게 과감한 소비 생활은 외양이 아무리 화려해도 문명이라는 이름의 야만과 어리석음의 극치가 아닐 수 없다. 어찌 생각하면, 모두들 허무주의자들 같기도 하다.

"지구라는 우주선에는 승객은 없다. 모두 승무원일 뿐이다."라고 말한 이는 맥루한이었다. 이 행성에 대한 최소한의 책임은커녕, 시방 우리는 오만한 승객인 양 착각의 삶을 살고 있다. 물에 담가 둔 버드나무 토막을 보고 사람들이 "어쩌면 살겠네!"라고 한마디씩 건넨다. 나무는 아마 자신을 두고 한 소리라 알아듣지 않겠나 싶다. 살든 못 살든, 물이 좀 올랐다 싶으면 대문 옆에 심을 생각이다.

— 최성각, <버려진 것들의 생명력>

(다)

어제 입었던 옷이 오늘 입은 옷에 밀려나고, 오늘 입은 옷은 다시 내일 입을 옷에 밀려난다. 우리가 유행이라고 부르는 이와 같은 연속된 과정은 지금도 끊임없이 이어지고 있다. 요즘은 유행의 속도가 점점 더 빨라져 거의 매일 새로운 옷이 쏟아져 나오고, 온갖 광고는 소비자에게 새로운 유행을 따르라고 유혹한다. 하지만 새 옷을 입는 즐거움도 잠시, 유행은 어느새 바뀌고 몇 번 입지도 않은 옷은 더 이상 입지 못할 옷이 되어 버려진다. 미국에서 발간한 한 잡지의 보도에 따르면, 2010년대에 들어 미국인이 구입한 옷은 1980년대와 비교했을 때 다섯 배나 더 많다고 한다. 우리나라도 이와 다르지 않게 옷 구매 횟수와 구매량이 빠르게 증가하였다. 소비자가 이렇게 많은 옷을 쉽게 소비할 수 있게 된 이유는 무엇일까?

옷 소비가 증가하는 현상의 원인은 여러 가지가 있지만, 가장 주요한 원인은 의류 업체 간의 치열한 가격 경쟁으로 점점 내려가는 옷 가격이다. A 기업이 청바지 한 벌을 5만 원에 시장에 내놓았는데, B 기업이 같은 품질의 청바지를 4만 5천 원에 판다면 소비자는 A 기업보다는 B 기업의 청바지를 살 것이다. 의류 업체 입장에서는 '어떻게 가격을 낮출 것인가?'에 사업의 성패가 달려 있다고 할 수 있다.

[중략]

가격이 싼데도 최신 유행에 뒤처지지 않는 옷을 우리가 살 수 있는 또 다른 이유는 의류 업체 간의 속도 경쟁 때문이다. 얼마 전까지만 해도 새로운 유행을 반영한 옷을 만들어 가게에 전시하기까지는 6개월가량 걸리는 것이 일반적이었다. 그런데 최신 유행을 반영한 제품을 시장에 빨리 내놓을수록 경쟁에서 유리하다는 것을 알게 된 몇몇 의류 업체는 그 기간을 줄일 방안을 모색하였다. 그리하여 제품을 만드는 과정에서 중요도가 낮은 부분을 축소하거나 없애 제작 기간을 줄이고, 가능한 온갖 운송 방법을 사용하여 운송 시간도 단축하였다. 그 결과, 현재는 단 2주 만에 제품을 생산해서 매장에 선보이는 의류 업체까지 등장하였다.

신상품을 최대한 빨리 만들어서 싼 가격으로 파는 것은 이제 하나의 사업 전략으로 자리 잡았고, 이 전략을 선택한 많은 의류 업체가 승승장구하고 있다. 이런 놀랄 만한 성장의 원동력은 무엇보다도 소비자의 열렬한 호응이다. 최신 유행을 반영한 옷을 싼 가격에 살 수 있게 된 소비자는 이러한 옷을 마다할 이유가 없고, 더 많은 제품을 판매하여 이익을 얻게 된 의류 업체도 함박웃음을 짓는다. 그런데 좀 더 깊이 살펴보면 이러한 변화가 과연 반가워만 할 일인가라는 의문이 든다.

— 이민정, <옷 한 벌로 세상 보기>

[문제 1-1]

제시문 (가)와 (나)는 올바른 소비에 관하여 교훈을 준다. 제시문 (가)와 (나)를 비교하여 요약하시오. 글의 분량은 띄어쓰기를 포함하여 400(±100)자로 할 것. (20점)

[문제 1-2]

제시문 (다)는 옷을 지나치게 많이 소비하는 현대 사회의 모습을 다룬다. 제시문 (다)의 상황이 초래할 수 있는 문제점을 지적하고, 그것에 대해 제시문 (가) 또는 (나)를 활용하여 해결책을 제시하시오. 글의 분량은 띄어쓰기를 포함하여 800(±200)자로 할 것. (30점)

3. 출제 의도

이 문항은 인문사회계열 학생들에게 기본적으로 요구되는 통합적, 비판적 사고 능력을 확인하고 아울러 그것을 논리적으로 설명하는 능력을 확인하기 위해

설계되었다. 이를 위하여 평범한 일상 속에서 검소한 생활의 미덕을 주제로 한 수필과 과도한 소비 생활을 비판하고 지구적 차원에서 환경 보호를 해야 한다고 주장하는 수필을 제시하여 올바른 소비에 관하여 생각해보게 하였으며, 대량으로 옷을 생산하고 대량으로 소비하는 패션 업계의 현황에 관한 글을 제시함으로써 문제점을 지적하고 해결책을 생각해보게 하였다. 제시된 자료는 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 경우 무난하게 해석할 수 있는 수준으로 선별하였으며, 특별한 전문적 소양을 요구하는 것을 지양하였다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

적용 교육과정	[교육부 고시 제2015-74호] [별책 5]국어과 교육과정		
관련 성취기준	과목명: 독서	관련	
	성취 기준 1	[12독서02-01] 글에 드러난 정보를 바탕으로 중심 내용, 주제, 글의 구조와 전개 방식 등 사실적 내용을 파악하며 읽는다.(95쪽)	문학 전체
	성취 기준 2	[12독서02-03] 글에 드러난 관점이나 내용, 글에 쓰인 표현 방법, 필자의 숨겨진 의도나 사회·문화적 이념을 비판하며 읽는다.(95쪽)	문학 전체
	성취 기준 3	[12독서02-05]글에서 자신과 사회의 문제를 해결하는 방법이나 필자의 생각에 대한 대안을 찾으며 창의적으로 읽는다.(95쪽)	

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
문학 버려진 것들이 생명력	이승원 외	좋은책 신사고	2019	318	한겨레신문	○
국어 비닐우산	이성영 외	천재	2017	88		×
국어 옷 한 벌로 세상 보기	박안수 외	비상	2017	352		×

5. 문항 해설

이 문항은 주어진 자료를 정확히 읽고 해석한 후, 본인의 입장에 맞게 근거로 활용할 수 있는지를 확인하고자 한다. 제시문 (가)는 값싸고 불품없는 비닐우산을 소재로 그것의 아름다운 효용성에 주목한다. 제시문 (나)는 버려진 나무토막에서 싹이 돋아나는 것을 보면서 물건을 함부로 버리는 소비 행태에 대한 반성을 촉구한다. 제시문 (다)는 대량 생산 대량 소비의 사업적 특성이 최근의 의류산업에 적용된 상황을 소개한다.

문항은 모두 두 개의 소문항으로 구성되어 있다. 첫 번째 문항은 제시문 (가)와 제시문 (나)를 비교하여 요약 정리하는 것이다. 이를 위해서는 각각의 글을 정확히 읽고, 글의 특성을 비교 검토하는 작업이 필요하다. 두 번째 문항은 제시문 (다)에서 소개된 내용을 바탕으로 문제점을 유추하고, 이에 대한 해결책을 제시한다. 이때 (가) 혹은 (나)의 내용과 연결하여 해결책을 제시하는 것이 관건이다.

이 문항을 해결하기 위해서는 각각의 제시문들의 내용을 정확히 파악하고, 그것을 비판적으로 이해하고 설명할 수 있는 능력이 요구된다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[1-1]	<p>① 내용면 -----문제 1-1 15점</p> <p>[1-1] 제시문의 내용을 이해하고, 적절히 비교하였는지 평가 -----15점</p> <p>① 제시문 (가)의 핵심 내용을 이해하고 정리하였는가? (5점)</p> <p>② 제시문 (나)의 핵심 내용을 이해하고 정리하였는가? (5점)</p> <p>③ 제시문 (가)와 (나)를 적절히 비교하였는가? (5점)</p> <p>② 표현면 -----문제 1-1 5점(상: 5, 중: 3, 하: 0)</p> <p>① 어휘력: 적절한 어휘 사용</p> <p>② 문장력: 문법에 맞는 문장 구사</p> <p>③ 단락구성력: 문장과 문장 간의 긴밀한 연관성</p> <p>(감점 사항)</p> <p>① 문제 1-1, 1-2 각각 분량 미만과 초과 시 5점 감점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1-1은 300자 미만, 500자 초과 • 1-2는 600자 미만, 1,000자 초과 <p>② 독해에 지장을 줄 정도의 맞춤법 오류가 발견된 경우 5점 범위 내에서 감점</p>	20점

하위 문항	채점 기준	배점
[1-2]	<p>① 내용면 -----문제 1-2 25점</p> <p>[1-2] 주어진 상황에서 예상되는 문제점을 적절히 파악하는지, 문제에 대한 해결책을 제시하고 그것에 대한 근거를 적절히 제시하는지 평가-----25점</p> <p>① 제시문 (다)의 내용과 관련이 있는 문제점을 적절히 지적하였는가? (10점)</p> <p>- 환경오염, 디자인 도용(지적 재산권), 개발도상국의 열악한 노동 환경 등 여러 가지 문제점을 지적할 수 있음.</p> <p>② 제시문 (가) 또는 (나)를 적절히 활용하여 해결책을 제시하였는가? (15점)</p> <p>- 제시문을 활용하면서 자신의 견해를 적절히 뒷받침하였는가?</p> <p>- 제시문을 활용하면서 참신하고 타당한 논지를 전개하였는가?</p> <p>② 표현면 -----문제 1-2 5점(상: 5, 중: 3, 하: 0)</p> <p>① 어휘력: 적절한 어휘 사용</p> <p>② 문장력: 문법에 맞는 문장 구사</p> <p>③ 단락구성력: 문장과 문장 간의 긴밀한 연관성</p> <p>(감점 사항)</p> <p>① 문제 1-1, 1-2 각각 분량 미만과 초과 시 5점 감점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1-1은 300자 미만, 500자 초과 • 1-2는 600자 미만, 1,000자 초과 <p>② 독해에 지장을 줄 정도의 맞춤법 오류가 발견된 경우 5점 범위 내에서 감점</p>	30점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 1-1]

공통적으로 (가)와 (나)는 평범한 일상에서 겪은 일화를 소개하면서 많이 소비하고 많이 버리는 현대인의 소비습관에 부정적 입장을 취한다. (가)는 볼품없는 비닐우산에도 아름다운 효용성이 있으므로 함부로 버릴 수 없다고 한다. 보잘것없고 하찮은

물건이라도 긍정적 속성을 가지고 있으며, 때로는 비싼 물건보다 더욱 소중한 경험을 제공하기도 하기 때문이다. (나)는 잘린 버드나무 몸통에서 싹이 돋고 줄기가 뻗는 것을 보면서 버려진 것에도 생명력이 있으며, 이에 물건을 쉽게 버리지 말고 재활용해야 한다는 의견을 제시한다. 소비를 줄이고 환경 파괴를 막아야 한다는 것이다. 한편 (가)는 값싸고 볼품없는 물건이라도 그것이 지닌 효용성에 만족하는 검소한 생활의 미덕을 옹호함으로써 과도한 소비를 간접적으로 비판한다면, (나)는 지구 환경을 보호할 책임을 강조하면서 과도한 소비를 야만과 어리석음이라 규정하면서 직접적으로 비판한다는 차이가 있다. (468자)

[문제 1-2]

옷을 지나치게 많이 생산하고 소비함으로써 발생하는 문제점 중 하나로 환경오염을 들 수 있다. 옷의 생산과 소비는 대개 유행과 연관된다. 유행이 시작되면 이윤을 노린 생산자가 옷을 대량 생산·유통시키는데, 새로운 유행이 시작되면 기존 유행에서 밀려난 옷은 판매되지 못한 채 창고에 쌓여 있다가 결국에는 폐기 처분된다. 이렇게 유행에 밀려나 버려지는 옷이 전 세계적으로 300억 벌 이상이나 된다고 한다. 최근에는 패스트 패션이 인기를 얻으면서 폐기되는 옷이 점점 더 많아지리라 예상된다. 이렇게 폐기되는 옷은 쉽게 분해되지 않아 환경오염의 주범이 되기도 한다. 우리가 입는 옷에는 폴리에스터, 나일론, 폴리우레탄 같은 합성섬유가 많이 사용되는데, 이러한 합성섬유는 폐기 단계에서 대부분 분해되지 않고 폐기물로 잔류하게 된다. 천연 면으로 된 옷이라면 시간이 지나 대부분 생분해되지만 폴리에스터로 만든 옷은 분해율이 0%에 가깝다고 한다.

이런 문제를 해결하기 위해서는 제시문 (나)를 참고할 필요가 있다. (나)의 예시처럼 필요 없다고 생각해서 버린 나무토막도 재활용하면 쓸모 있는 가구로 재탄생할 수 있다. 유행에 지났다고 옷을 버리기보다는 수선(리폼)하여 재활용하고, 자신의 취향에는 맞지 않더라도 다른 사람의 취향에는 맞을 수 있으니 원하는 사람에게 판매하거나 기부함으로써, 옷을 쉽게 폐기하는 대신 계속 사용해야 한다. 또한 합성섬유에서 석유화학 성분을 추출하여 재활용 플라스틱으로 만드는 기술을 국가적으로 지원하여 재활용률을 높일 필요도 있다. (나)에서 강조하듯 “오래 쓰고, 고쳐 쓰고, 다시 쓰는 일”을 통해 옷의 과도한 생산과 소비 자체를 줄여 “이 행성에 대한 최소한의 책임”을 지기 위해 노력해야 한다. (849자)

[아주대학교 문항정보 2]

1. 일반 정보		
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	인문(오전) / 문제2	
출제 범위	교육과정 과목명	통합사회
	핵심개념 및 용어	합리적 선택, 사익과 공익
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 자료

[문제 2] 다음 제시문을 읽고 아래 문제에 답하시오.

(가)

검사는 살인사건 현장에서 두 용의자를 공범으로 체포했다. 검사가 이들을 살인죄로 기소하기 위해서는 이들의 자백이 필요하나 두 용의자가 서로 협력해서 함구하면 이들은 살인죄를 피할 수 있다. 검사는 자백을 받아내기 위해 갑과 을이라 불리는 두 용의자에게 다음과 같은 제안을 한다. 둘 중에 한 사람이 친구를 배신하고 죄를 자백하면, 자백한 범인은 석방되나 자백하지 않은 범인은 10년형을 받는다. 두 사람 모두 자백하면 각각 5년형을 받는다. 검사가 갑과 을로부터 자백을 얻어내는 데 실패하면, 이들은 모두 1년형만 받는다.

이러한 상황에서 갑은 어떠한 선택을 할 것인가를 고민한다. 만약 을이 자백을 했는데 자신만 함구하면 10년형을 받게 될 것이다. 따라서 갑은 함구하는 것보다 자백하는 것이 더 낫다. 즉 을이 갑을 배신했을 경우, 갑은 친구를 배신하는 것을 선호한다. 만약 을이 함구했을 때, 갑이 자백하면 자신은 석방될 것이다. 따라서 갑은 함구하는 것보다 자백하는 것이 더 낫다. 즉 을이 협력한다고 해도 갑은 친구를 배신하는 것을 더 선호한다. 갑과 을의 자백과 함구에 대한 선호는 서로 같으므로, 이들은 같은 선택을 한다.

(나)

두 사냥꾼이 사냥을 나섰다. 이들이 협력하면 사슴을 잡을 수 있지만, 토끼를 잡

는 데에는 한 명의 사냥꾼만으로 충분하다. 두 사냥꾼이 각각 토끼를 잡았을 때 얻는 이익보다 둘이 사슴을 잡았을 때 얻는 이익이 더 크다. 따라서 상대가 사슴을 쫓으면 나도 사슴 쫓는 것이 낫다. 즉 상대가 협력하면 나도 협력하는 것을 선호한다.

사냥꾼 갑과 을이 함께 사슴을 잡기로 약속하고 사슴을 쫓고 있는데, 그 옆으로 토끼들이 지나간다. 두 사냥꾼은 자신의 옆을 지나가는 토끼의 유혹을 뿌리치지 못하고 토끼를 쫓을 수 있다. 두 사냥꾼 중 한 명이 토끼를 쫓으면 토끼를 쫓는 사냥꾼은 토끼를 잡을 수 있으나 사슴을 계속 쫓는 사냥꾼은 아무 것도 얻지 못한다. 따라서 상대가 토끼를 쫓으면 나도 토끼를 쫓는 것이 낫다. 즉 상대가 배신하면 나도 배신하는 것을 선호한다.

(다)

한국의 학부모를 가장 괴롭게 만드는 것은 사교육이다. 다른 아이는 사교육을 받는데 내 아이만 사교육을 안 시키면 내 아이만 뒤처진다. 따라서 다른 학부모가 사교육을 시키면 나도 내 아이에게 사교육을 시키는 것을 선택한다. 그러나 모든 학부모가 사교육을 시키면 누구도 앞서가기 어렵고 아이들은 경쟁에 시달린다. 다른 학부모가 사교육을 안 시킬 때 내 아이에게도 사교육을 안 시키면 누구도 앞서가지 않으며 내 아이는 경쟁에서 벗어날 수 있다. 그러나 다른 학부모가 사교육을 안 시킬 때 내 아이에게 사교육을 시키면 내 아이는 다른 아이보다 더 앞서간다. 따라서 다른 학부모가 사교육을 안 시켜도 나는 내 아이에게 사교육을 시키는 것을 선택한다.

(라)

남이 사교육을 시키면 어쩔 수 없이 나도 시키지만 남이 사교육을 안 시킨다면 나도 안 시키겠다고 마음을 먹는 학부모들이 증가하고 있다. 모든 학부모가 사교육을 안 시키면 사교육비도 절감하고 아이들도 행복할 수 있다. 따라서 남이 사교육을 안 시킨다면 나도 아이의 행복을 위해서 사교육을 안 시킨다. 그러나 남이 사교육을 시키는데 나만 안 시키면 내 아이가 뒤처진다. 따라서 남이 사교육을 시키면 나도 사교육을 시키는 것을 선택한다.

[문제 2-1]

(가)와 (나)는 모두 상대와 협력할 것인가 아니면 상대를 배신할 것인가를 선택해야 하는 상황을 묘사하고 있다. ① (가)와 (나)의 상황에서 상대의 선택에 따라 죄수와 사냥꾼은 협력과 배신 중 무엇을 선택하는지 답하시오. ② (가)와 (나)의 상황에서 발생하는 결과를 예측하시오. ③ (가)와 (나)에서 서로 다른 결과가 발생하는 이유를 죄수와 사냥꾼의 협력과 배신에 대한 선호의 차이로 설명하시오. 글의 분량은 띄어쓰기를 포함하여 400(±100)자로 할 것. (25점)

[문제 2-2]

① (다)와 (라)의 상황에서 발생하는 결과를 예측하시오. ② (다)와 (라)에서 서로 다른 결과가 발생하는 이유를 (가)와 (나)의 죄수와 사냥꾼의 협력과 배신에 대한 선호의 차이로 설명하시오. 글의 분량은 띄어쓰기를 포함하여 400(±100)자로 할 것. (25점)

3. 출제 의도

죄수의 번민 게임과 사슴사냥 게임에서 발생하는 결과의 차이를 인식하고, 이러한 차이가 발생하는 이유를 분석적으로 파악할 수 있는 능력 평가하기 위해 설계되었다. 두 게임이 적용되는 사례로 사교육을 예시로 제시하여 실생활에서 발생하는 사례를 두 게임을 통해 이론적으로 이해할 수 있는 능력을 평가하였다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

적용 교육과정	[교육부 고시 제2015-74호] [별책 5]사회과 교육과정	
관련 성취기준	1. 교과명: 사회과	
	과목명: 통합사회	
	성취 기준 1	[10통사05-01] 시장경제에서 합리적 선택의 의미와 그 한계를 파악한다. 합리적 선택에서 선택의 효율성만 추구할 경우 공공의 이익을 간과할 수 있으므로 합리적 선택과 더불어 그 한계에 대해서도 다루도록 한다.
	성취 기준 2	[10통사06-02] 다양한 정의관의 특징을 파악하고, 이를 구체적인 사례에 적용하여 평가한다. 사익과 공익(공동선) 등의 문제를 중심으로 탐구하도록 한다.
		관련

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
해당사항 없음						

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
해당사항 없음						

5. 문항 해설

(가)에서는 죄수의 번민 게임 상황을 제시하고 (나)에서는 사슴사냥 게임 상황을 제시한다. [2-1]에서는 두 제시문에서 주어진 죄수와 사냥꾼의 선호를 바탕으로 두 게임에서 발생하는 결과를 예측한다. 이 문항에서는 또한 두 게임의 결과가 달라지는 이유를 죄수와 사냥꾼의 협력과 배신에 대한 선호의 차이에 있다는 점을 파악할 수 있어야 한다. 죄수의 번민 게임에서는 상대의 선택과 상관없이 무조건적으로 배신을 선호하는 반면, 사슴사냥 게임에서는 상대가 협력하면 협력하고 상대가 배신하면 배신을 선호한다. (다)와 (라)에서는 사교육을 시키는 학부모의 상황이 학부모의 협력과 배신에 대한 선호에 따라 죄수의 번민 게임이나 사슴사냥 게임과 유사하다는 점을 보여준다. [2-2]에서 학생들은 (다)에서의 학부모 상황이 죄수의 번민 게임과 유사한 반면, (라)에서의 학부모 상황이 사슴 사냥 게임과 유사하다는 점을 파악할 수 있어야 한다. 이러한 차이를 파악하기 위해 학생들은 (다)와 (라)에서의 학부모의 협력과 배신에 대한 선호의 차이를 구분할 수 있어야 한다. (다)에서 학부모는 죄수의 게임에서와 같이 상대의 선택과 상관없이 무조건적으로 배신을 선호한다. (라)에서 학부모는 사슴사냥 게임에서와 같이 상대의 선택에 따라 협력과 배신에 대한 선호가 달라진다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[2-1]	<p>① 내용면 -----문제 1-1 20점, 문제 1-2 20점</p> <p>[2-1] (가)와 (나)에서 초래되는 결과의 차이를 인식하고, 이러한 차이를 초래하는 이유를 파악할 수 있는 능력 평가 -----20점</p> <p>① 죄수가 상대가 배신하면 배신하고 상대가 협력해도 배신한다고 답한 경우(3점) 사냥꾼은 상대가 협력하면 협력하고 배신하면 배신한다고 답한 경우 (3점)</p> <p>② 두 죄수 모두 자백하여 5년형을 받는 결과 예측 (4점) 두 사냥꾼 모두 사슴을 쫓거나 토끼를 쫓는 결과 예측, 둘 중 하나만 예측하면 2점 (4점)</p> <p>③ 죄수는 상대의 선택과 상관없이 무조건적으로 배신을 선호한다고 답한 경우 (3점) 사냥꾼은 상대의 선택에 따라 협력/배신에 대한 선호가 달라진다고 답한 경우 (3점)</p> <p>② 표현면 ----- 5점(상: 5, 중: 3, 하: 0)</p> <p>① 어휘력: 적절한 어휘 사용</p> <p>② 문장력: 문법적인 문장 구사</p> <p>③ 단락구성력: 문장과 문장 간의 긴밀한 연관성</p>	25
[2-2]	<p>[2-2] (가)와 (다) 그리고 (나)와 (라)의 유사성 파악 능력 평가 -----20점</p> <p>① (다)의 학부모는 다른 학부모의 선택과 상관없이 자녀를 사교육 시키는 결과 예측 (4점) (라)의 학부모는 다른 학부모가 사교육을 시키면 자신도 시키고, 사교육을 안 시키면 자신도 안 시킨다는 결과 예측 (4점)</p> <p>② (다)의 학부모는 죄수의 선호와 같은 선호를 가지고 있다는 점 지적 (3점) (라)의 학부모는 사냥꾼의 선호와 같은 선호를 가지고 있다는 점 지적 (3점)</p> <p>(다)의 학부모는 상대의 선택과 상관없이 무조건적으로 배신을 선호한다고 답한 경우 (3점) (라)의 학부모는 상대의 선택에 따라 협력/배신에 대한 선호가 달라진다고 답한 경우 (3점)</p> <p>② 표현면 -----문제 2-1, 2-2, 각 5점(상: 5, 중: 3, 하: 0)</p>	25

- ① 어휘력: 적절한 어휘사용
- ② 문장력: 문법에 맞는 문장 구사
- ③ 단락구성력: 문장과 문장 간의 긴밀한 연관성

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 2-1]

① (가)에서 두 죄수는 상대가 배신하면 자신도 배신을 선택하고 상대가 협력해도 자신은 배신을 선택한다. 반면 (나)에서 두 사냥꾼은 상대가 협력하면 자신도 협력을 선택하고 상대가 배신하면 자신도 배신을 선택한다. ② (가)에서 두 죄수는 상대의 선택과 상관없이 배신을 선호하므로 두 죄수 모두 자백하여 5년형을 받는 결과가 발생한다. (나)에서 두 사냥꾼은 상대가 무엇을 선택하는가에 따라 선택이 달라진다. 상대가 협조하면 나도 협조하는 것을 선호하므로 두 사냥꾼 모두 사슴을 쫓는다. 또는 상대가 배신하면 나도 배신하는 것을 선호하므로 두 사냥꾼 모두 토끼를 쫓는다. ③ (가)와 (나)의 결과가 서로 다른 이유는 (가)에서 죄수는 상대의 선택과 상관없이 무조건적으로 배신을 선호하는 반면, (나)에서 사냥꾼은 상대가 무엇을 선택하는가에 따라 협력할 수도 있고 배신할 수도 있기 때문이다. (444자)

[문제 2-2]

① (다)의 학부모는 다른 학부모의 선택과 상관없이 자신의 자녀에게 사교육을 시키는 반면 (라)의 학부모는 다른 학부모가 사교육을 시키면 자신도 사교육을 시키고 다른 학부모가 사교육을 시키지 않으면 자신도 사교육을 시키지 않는다. ② (다)와 (라)에서 서로 다른 결과가 발생하는 이유는 (다)의 학부모의 협력과 배신에 대한 선호가 죄수의 것과 비슷한 반면 (라)의 학부모의 협력과 배신에 대한 선호는 사냥꾼의 것과 비슷하기 때문이다. (가)에서 죄수가 상대의 선택과 상관없이 무조건적으로 배신을 선호하듯이 (다)의 학부모도 다른 학부모의 선택과 상관없이 무조건적인 배신을 선호한다. 반면 (나)에서 사냥꾼이 상대의 선택에 따라 협력 또는 배신을 선택하듯이 (라)의 학부모도 다른 학부모가 협력하면 자신도 협력하고 다른 학부모가 배신하면 자신도 배신한다. (423자)

[아주대학교 문항정보 3]

1. 일반 정보		
유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(오전) 대문항 1번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학 I, 수학II
	핵심개념 및 용어	공차, 등차수열, 등차중항, 공비, 등비수열, 등비중항
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

(가) 자연수 n ($n \geq 3$)에 대하여, 각 가로줄과 세로줄이 n 개의 칸으로 이루어진 정사각형 모양의 표가 있다. [그림 1]은 $n = 3$ 인 경우와 $n = 4$ 인 경우를 표현한 것이다.

$n = 3$ 인 경우

$n = 4$ 인 경우

[그림 1]

이 표의 각 칸에 실수를 하나씩 적어, 위에서부터 k 번째 가로줄에 적힌 n 개의 수를 왼쪽에서 오른쪽으로 읽어 얻는 수열을 k 번째 가로수열, 왼쪽에서부터 k 번째 세로줄에 적힌 n 개의 수를 위에서 아래로 읽어 얻는 수열을 k 번째 세로수열이라 한다. 각 가로수열과 세로수열이 등차수열 또는 등비수열인 표를 n -등차등비표라 하자.

[그림 2]의 표는 각 가로수열과 세로수열이 등차수열 또는 등비수열이므로 모두 3-등차등비표이다.

1	2	3
4	5	6
7	8	9

4	6	9
2	5	8
1	4	7

[그림 2]

(나) 함수 $f(x)$ 에 대하여, n -등차등비표의 각 칸마다 그 칸에 적힌 수 x 대신 $f(x)$ 를 적어 만든 표를 $f(x)$ 에 의해 변환한 표라 하자. 예를 들어 [그림 2]의 두 3-등차등비표를 $f(x) = 2x$ 에 의해 변환한 표는 [그림 3]과 같다.

2	4	6
8	10	12
14	16	18

8	12	18
4	10	16
2	8	14

[그림 3]

[문항]

[문제 1-1] 제시문 (가)를 읽고 물음에 답하라.

(1) 아래의 3-등차등비표에서 두 번째 가로수열과 두 번째 세로수열은 등차수열이며, 그 외 가로수열과 세로수열은 모두 등비수열일 때, $a+b+c+d+e$ 의 값을 구하라.

10	a	b
c	10	d
40	e	10

(2) 다음 <조건>을 만족하는 3-등차등비표의 개수를 구하라.

< 조 건 >

① 각 칸에 적힌 수는 9 이하의 자연수이다.
 ② 첫 번째 가로수열은 첫째항만 홀수이고 나머지 항은 짝수이다.
 ③ 첫 번째 세로수열은 둘째항만 짝수이고 나머지 항은 홀수이다.

홀	짝	짝
짝		
홀		

(3) 자연수 n ($n \geq 3$)에 대하여, n -등차등비표에 적힌 모든 수의 합이 20이고 각 가로수열이 등차수열이라 하자. 이 n -등차등비표의 첫 번째 세로수열의 합을 α 라 하고 n 번째 세로수열의 합을 β 라 하자. α 와 β 가 이차방정식 $x^2 - 5x + p = 0$ 의 서로 다른 두 실근일 때, n 의 값을 구하고 실수 p 의 범위를 구하라.

[문제 1-2] 제시문 (가)와 (나)를 읽고 물음에 답하라.

(1) 10-등차등비표를 $f(x) = \log_2 x$ 에 의해 변환한 표의 첫 번째 가로수열은 등차수열이며, 이 가로수열의 첫째항이 4이고 제10항이 40이라 하자. 변환하기 이전의 표에서 첫 번째 가로수열의 합을 구하라.

(2) 두 함수 $f(x) = \sin \frac{\pi}{2}x$ 와 $g(x) = x^3 + ax^2 + b$ 에 대하여 아래 3-등차등비표를 합성함수 $(g \circ f)(x)$ 에 의해 변환한 표가 3-등차등비표일 때, $y = f(x)$ 와 $y = g(x)$ 의 그래프의 교점의 개수를 구하라. (단, $\sqrt{3} > 1.7$)

1	2	3
4	5	6
7	8	9

3. 출제 의도

[문제 1-1] 등차수열, 등비수열의 개념을 이해하고, 등차중항, 등비중항을 이용하여 주어진 수열의 항의 값을 계산할 수 있는지를 평가한다.

[문제 1-2] 등비수열의 합을 구하고, 문제에 주어진 조건을 이해하고 함수의 그래프의 개형을 추론할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호 [별책8] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
	수학 I [12수학 I 01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다. [12수학 I 02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다. [12수학 I 03-02] 등차수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다. [12수학 I 03-03] 등비수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다. 수학 II [12수학 II 02-09] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	배종숙외 6명	금성	2022	83~86 124~140
	수학 I	이준열외 9명	천재	2022	82-87 124-136
	수학 II	류희찬외 10명	천재	2022	86~88
	수학 II	고성은외 6명	신사고	2022	87-91

5. 문항 해설

본 문항은 수학 I의 삼각함수의 그래프, 등차수열, 등비수열, 등차중항, 등비중항 등에 대한 내용과, 수학 II에서 함수의 그래프의 개형을 그리는 방법을 활용하고 있다. 따라서 본 문항을 통해 학생들이 제시문에 주어진 여러 가지 조건과 상황을 이해하고 다양한 조건을 만족하도록 하는 등차수열과 등비수열을 추론하도록 하고 있으며 등차중항이나 등비중항의 개념을 활용하여 문제를 해결할 수 있는지 확인하고 있다. 또한 조건을 활용하여 삼차함수를 구하고 삼차함수의 그래프 개형을 파악하고 삼각함수와의 교점을 추론할 수 있는 능력을 측정한다. 다양한 조건을 효율적으로 사용하여 효과적인 문제 해결 전략을 찾는 문제해결능력과 논리적으로 자신의 사고를 전개하는 추론 역량을 평가하는 문항이다.

6. 채점기준

하위문항	채점 기준	배점
[1-1] (1)	$a + e = c + d = 20$ 임을 관찰	3점
	$c = -20, d = 40$ 를 구함	3점
	$b = 160$ 를 구하여 답 200을 얻음	4점
[1-1] (2)	첫 번째 가로수열이 1, 2, 4를 찾고 3-등차등비표를 2개 이상 4개 이하 찾음	4점
	3-등차등비표를 5개 이상 7개 이하 찾음	3점
	모든 경우를 다 찾아서 답 8을 얻음	3점
[1-1] (3)	$n(\alpha + \beta) = 40$ 임을 관찰함	3점
	$n = 8$ 을 얻음	4점
	$p < \frac{25}{4}$ 을 얻음	3점
[1-2] (1)	등비수열임을 관찰	3점
	공비가 2^4 임을 얻음	2점
	등비수열의 합을 구하여 $2^4 \times \frac{2^{40} - 1}{2^4 - 1} = \frac{16}{15}(2^{40} - 1)$ 을 얻음	5점
[1-2] (2)	$a \neq -1$ 임을 관찰	2점
	등차등비표의 성질을 이용하여 $g(x) = x^3 - \frac{1}{2}$ 를 찾음	3점
	그래프의 개형과 $x < 0$ 인 영역에서 사잇값의 정리를 활용해 개수가 3임을 구함	5점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제1-1]

(1) 두 번째 가로수열과 두 번째 세로수열이 등차수열이므로 $a+e=c+d=20$ 이다. 이로부터 $a+c+d+e=40$ 을 얻는다. 한편 첫 번째 세로수열은 등비수열이므로 $c^2=400$ 이고 $c=\pm 20$ 이다. 만약 $c=20$ 이면, $d=0$ 이 되어 세 번째 가로수열 $b, d, 10$ 이 등비수열을 이룬다는 조건에 모순이다. 따라서 $c=-20$ 일 수밖에 없고 $d=40$ 이 된다. 세 번째 가로수열이 등비수열이라는 조건을 사용하여 $b=160$ 을 얻는다. 처음 얻은 식과 종합하면 $a+b+c+d+e=200$ 이다. (3-등차등비표를 완성하면 아래와 같다.)

10	40	160
-20	10	40
40	-20	10

(2) ②에 의하여, 첫 번째 가로수열은 등차수열이 될 수 없으므로 공비가 1이 아닌 등비수열이 된다. 이 가로수열의 첫째항을 a , 공비를 r 이라 하자. 조건에 따라 a 는 홀수이고 ar 과 ar^2 은 짝수이다. ①로부터 $ar^2 \leq 9$ 이므로, $a=1, r=2$ 이거나 $a=9, r=\frac{3}{2}$ 이어야 한다. 한편, ③에 의하여 첫 번째 세로수열은 등비수열이 될 수 없으므로 공차가 0이 아닌 등차수열이 된다. 이 세로수열의 공차를 d 라 하자. d 는 홀수이며 $a+2d \leq 9$ 이므로, $a=1$ 일 때 $d=1$ 또는 3 이고 $a=9$ 일 때 $d=-1$ 또는 -3 이다. 이에 따라 총 4가지 경우를 모두 고려하면 아래의 그림과 같다. 나머지 칸을 그림과 같이 x, w, y, z 라 두자.

1	2	4
2	x	w
3	y	z

$$a=1, d=1$$

1	2	4
4	x	w
7	y	z

$$a=1, d=3$$

9	6	4
8	x	w
7	y	z

$$a=9, d=-1$$

9	6	4
6	x	w
3	y	z

$$a=9, d=-3$$

만약 z 가 짝수이면, 세 번째 가로수열인 $3, y, z$ 또는 $7, y, z$ 가 홀수로 시작하여 짝수로 끝나므로 등차수열일 수 없다. 또한 z 가 9 이하의 짝수라는 조건 때문에 등비수열도 될 수 없어 모순이다. 따라서 z 가 홀수여야 하고, 세 번째 세로수열인 $4, w, z$ 는 등차수열이 될 수 없다. 따라서 세 번째 세로수열은 등비수열이 되어 $4, 2, 1$ 이거나 $4, 6, 9$ 이어야만 한다. 각 경우마다 x 와 y 를 결정하는 방법이 유일하므로 총 8개이다. (8개의 등차등비표를 완성하면 아래와 같다.)

1	2	4
2	2	2
3	2	1

1	2	4
4	3	2
7	4	1

9	6	4
8	5	2
7	4	1

9	6	4
6	4	2
3	2	1

1	2	4
2	4	6
3	6	9

1	2	4
4	5	6
7	8	9

9	6	4
8	7	6
7	8	9

9	6	4
6	6	6
3	6	9

(3) k 번째 가로수열의 첫째항을 a_k , 제 n 항을 b_k 라 하자. 모든 칸에 적힌 수의 총합이

20이라는 조건으로부터 $\sum_{k=1}^n \frac{n(a_k + b_k)}{2} = 20$ 을 얻는다. 또한 $\alpha = \sum_{k=1}^n a_k$ 이고

$\beta = \sum_{k=1}^n b_k$ 이기 때문에, $n(\alpha + \beta) = 40$ 이 된다. 한편 α 와 β 가 이차방정식

$x^2 - 5x + p = 0$ 의 서로 다른 두 실근이므로, 이차방정식의 근과 계수와의 관계에 의하여 $\alpha + \beta = 5$ 이고 $\alpha\beta = p$ 이다. 따라서 $n = 8$ 이다. 또한 $x^2 - 5x + p = 0$ 가 서로 다른 두 실근을 가져야 하므로 판별식에 의해 $25 - 4p > 0$, 즉 $p < \frac{25}{4}$ 를 얻는다.

[문제 1-2]

(1) 첫째항이 4이고 제10항이 40인 등차수열의 공차는 4이다. 이 등차수열은 함수 $f(x) = \log_2 x$ 에 의하여 변환된 결과이므로, 변환하기 이전의 표에서는 첫째항이 2^4 ,

공비가 2^4 인 등비수열이 된다. 이 등비수열의 합은 $2^4 \times \frac{2^{40} - 1}{2^4 - 1} = \frac{16}{15}(2^{40} - 1)$ 이다.

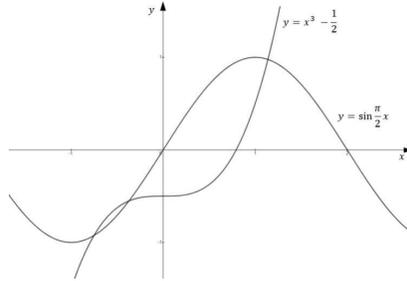
(2) 함숫값 $f(1), f(2), \dots, f(9)$ 는 각각 1, 0, -1, 0, 1, 0, -1, 0, 1이므로 합성 함수 $(g \circ f)(x)$ 에 의해 변환된 표는 아래와 같다.

$a+b+1$	b	$a+b-1$
b	$a+b+1$	b
$a+b-1$	b	$a+b+1$

두 번째 가로수열이 등차수열이거나 등비수열이므로 $a = -1$ 또는 $(a+b+1)^2 = b^2$ 이 성립한다. $a = -1$ 인 경우는 첫 번째 가로수열이 $b, b, b-2$ 가 되어 모순이다. 따라서 $a+b+1 = -b$ 이고 $a = -2b-1$ 이다. 이를 대입하면 첫 번째 가로수열이 $-b, b, -b-2$ 이다. 항상 $-b \neq -b-2$ 이므로 등비수열이 될 수 없다. 첫 번째 가로수열이 등차수열인 조건을 사용하면 $b = -\frac{1}{2}$ 이고 $a = 0$ 이므로 $g(x) = x^3 - \frac{1}{2}$ 이다.

$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{3}{2}$
$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$
$-\frac{3}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$

이제 구간을 나누어서 $y = \sin \frac{\pi}{2}x$ 와 $y = x^3 - \frac{1}{2}$ 의 그래프의 교점의 개수를 구하자.



$x > 0$ 일 때, $g(0) < f(0)$ 이고 $f(2) < g(2)$ 이므로 그래프개형에 의하면 한 개의 교점을 가진다.

$x \leq 0$ 일 때, 그래프 개형을 생각하면 교점은 많아야 두 개를 가짐을 알 수 있다. 두 함수의 그래프의 교점의 개수는 $h(x) = g(x) - f(x) = x^3 - \frac{1}{2} - \sin \frac{\pi}{2}x = 0$ 의 실근의 개수와 같다.

한편 $h(0) = h(-1) = -\frac{1}{2} < 0$ 이고 $\sqrt{3} > 1.7$ 이므로

$$h\left(-\frac{2}{3}\right) = g\left(-\frac{2}{3}\right) - f\left(-\frac{2}{3}\right) = -\frac{8}{27} - \frac{1}{2} - \sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) = -\frac{43}{54} + \frac{\sqrt{3}}{2} > 0$$

이므로, 사잇값의 정리로부터 방정식 $h(x) = 0$ 는 열린구간 $\left(-1, -\frac{2}{3}\right)$ 와 열린구간 $\left(-\frac{2}{3}, 0\right)$ 에 실근을 가지게 된다. 즉, $y = f(x)$ 와 $y = g(x)$ 의 그래프의 교점의 개수는 2이다.

[아주대학교 문항정보 4]

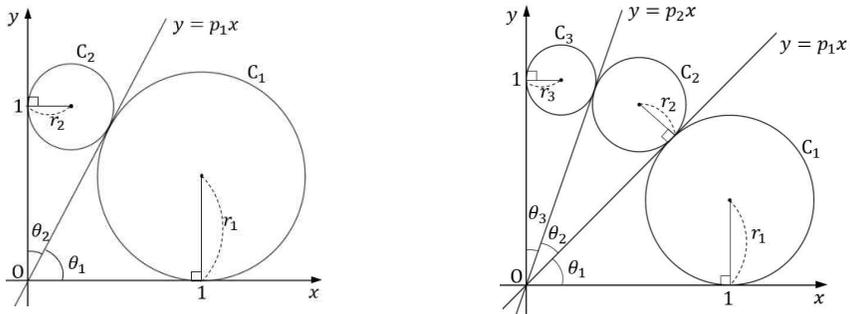
1. 일반 정보		
유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(오전) 대문항 2번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학 I, 미적분
	핵심개념 및 용어	절대부등식, 수열의 합, 삼각함수의 극한, 삼각함수의 덧셈정리, 치환적분법
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

(가) 자연수 n 에 대하여, $0 < p_1 < \dots < p_n$ 을 만족하는 n 개의 실수 p_1, \dots, p_n 이 있다. x 축과 직선 $y = p_1x$ 에 동시에 접하면서 점 $(1, 0)$ 을 지나며 중심이 제1사분면에 있는 원을 C_1 이라 하자. y 축과 직선 $y = p_nx$ 에 동시에 접하면서 점 $(0, 1)$ 을 지나며 중심이 제1사분면에 있는 원을 C_{n+1} 이라 하자. $n \geq 2$ 일 때, $2 \leq k \leq n$ 인 자연수 k 에 대하여, 두 직선 $y = p_{k-1}x$, $y = p_kx$ 와 원 C_{k-1} 에 동시에 접하고 중심이 제1사분면에 있는 원을 C_k 라 하자. x 축과 직선 $y = p_1x$ 가 이루는 예각을 θ_1 , 직선 $y = p_nx$ 와 y 축이 이루는 예각을 θ_{n+1} 이라 하자. $n \geq 2$ 일 때, $2 \leq k \leq n$ 인 자연수 k 에 대하여 두 직선 $y = p_{k-1}x$ 와 $y = p_kx$ 가 이루는 예각을 θ_k 라 하자. $n+1$ 이하인 자연수 k 에 대하여, 원 C_k 의 반지름을 r_k 라 하자.

[그림 4]는 $n = 1$ 인 경우와 $n = 2$ 인 경우를 표현한 것이다.



[그림 4]

한편 $n = 1$ 인 경우, $r_1 = \tan \frac{\theta_1}{2}$ 이고 $r_2 = \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\theta_1}{2}\right)$ 이므로, 삼각함수의 덧셈정리에

$$\text{의해 } r_2 = \frac{1 - \tan \frac{\theta_1}{2}}{1 + \tan \frac{\theta_1}{2}} = \frac{1 - r_1}{1 + r_1} \text{ 이다.}$$

(나) 모든 실수 x 에 대하여 $f(x) = f(2p - x)$ 를 만족하는 실수 p 가 존재하는 함수 $f(x)$ 를 생각하자. 함수 $y = f(x)$ 의 그래프는 직선 $x = p$ 에 대하여 대칭이다. 따라서 $f(\alpha) = 0$ 이면 $x = 2p - \alpha$ 가 방정식 $f(x) = 0$ 의 실근이 된다. 한편 $\int_0^{2p} x f(x) dx$ 를 계산할 때, $x = 2p - t$ 로 치환하면 다음을 얻는다.

$$\int_0^{2p} x f(x) dx = \int_0^{2p} (2p - t) f(2p - t) dt = \int_0^{2p} (2p - x) f(x) dx$$

[문항]

[문제 2-1] 제시문 (가)를 읽고 물음에 답하라.

(1) $n = 1$ 일 때, $5(r_1 + r_2) > 4$ 임을 증명하라. (단, $\sqrt{2} > 1.4$)

(2) n 이하인 자연수 k 에 대하여 $p_k = \tan \frac{k\pi}{2(n+1)}$ 일 때, $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n+1} (k-1)r_k$ 를 구하라.

(3) n 이하인 자연수 k 에 대하여 $p_k = k$ 이고 $\sum_{k=1}^{n+1} \frac{1}{\tan \theta_k} = 82$ 일 때, n 의 값을 구하라.

[문제 2-2] 제시문 (나)를 읽고 물음에 답하라.

(1) 모든 실수 x 에 대하여 $f(2+x) = f(2-x)$ 를 만족하는 함수 $f(x)$ 를 생각하자. 방정식 $f(x) = 0$ 의 서로 다른 실근을 모두 더하면 34일 때, 방정식 $f(x) = 0$ 의 서로 다른 실근의 개수를 구하라.

(2) 함수 $f(x) = \frac{|\cos x|}{3 + \cos^2 x}$ 에 대하여 $\int_0^\pi x f(x) dx$ 의 값을 구하라.

3. 출제 의도

[문제 2-1] 절대 부등식을 이용하여 부등식을 증명하고, 직선의 기울기를 탄젠트를 이용하여 표현하고, 탄젠트의 덧셈정리를 이용하여 수열의 합을 계산할 수 있는지를 평가한다.

[문제 2-2] 함수가 어떤 직선에 대칭일 조건을 이해하고, 이를 활용하여 정적분을 계산할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호 [별책8] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
	수학 [10수학03-08] 절대부등식의 의미를 이해하고, 간단한 절대부등식을 증명할 수 있다.
	수학 I [12수학 I 03-04] Σ 의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. [12수학 I 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.
	미적분 [12미적02-04] 삼각함수의 극한을 구할 수 있다. [12미적03-01] 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학	홍성복외 10명	지학사	2022	206-207
	수학	권오남외 14명	교학사	2022	198-200
	수학 I	배종숙외 6명	금성	2022	83~86 124~140
	수학 I	이준열외 9명	천재	2022	82-87 124-136
	미적분	박교식외 19명	동아	2022	64-65 67-69 134-139
	미적분	황선욱외 8명	미래엔	2022	65-69 72-74 148-149

5. 문항 해설

본 문항은 수학의 절대부등식, 수학 I의 수열의 합, 미적분에서 삼각함수의 극한, 탄젠트 함수의 덧셈정리, 치환적분을 활용한 삼각함수의 정적분에 대한 내용을 활용하고 있다. 따라서 본 문항을 통해 학생들이 제시문에 주어진 여러 가지 조건과 상황을 이해하고 조건을 만족하는 상황을 추론하도록 하고 있으며, 직선의 기울기를 탄젠트를 이용하여 나타낸 후 삼각함수의 덧셈정리를 활용하여 수학적으로 표현한다. 또한 함수가 어떤 직선에 대하여 대칭인 조건을 이해하고 이를 활용하여 치환적분을 할 수 있는지 확인하고 있다. 주어진 문제 상황을 이해하고 수학적으로 일반화하여 표현하는 수학적 의사소통능력과 대칭인 조건을 응용하여 식을 변형하여 정적분을 계산하는 문제해결능력을 평가하는 문항이다.

6. 채점기준

하위문항	채점 기준	배점
[2-1]	$r_1 + r_2 = r_1 + \frac{1-r_1}{1+r_1} = (1+r_1) + \frac{2}{1+r_1} - 2$ 임을 보임	5점
(1)	$(1+r_1) + \frac{2}{1+r_1} - 2 \geq 2\sqrt{2} - 2 > 0.8$ 임을 보임	5점
[2-1]	$r_k = \tan \frac{\pi}{4(n+1)}$ 임을 보임	3점
(2)	$\sum_{k=1}^{n+1} (k-1)r_k = \frac{n(n+1)}{2} \cdot \tan \frac{\pi}{4(n+1)}$ 임을 보임	3점
	$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n(n+1)}{2n} \tan \frac{\pi}{4(n+1)} = \frac{\pi}{8}$ 임을 보임	4점
[2-1]	$k=1$ 일 때, $\tan \theta_1 = p_1 = 1$ 임을 보임	1점
(3)	$k=n+1$ 일 때, $\tan \theta_{n+1} = \frac{1}{p_n} = \frac{1}{n}$ 임을 보임	2점
	$2 \leq k \leq n$ 일 때, $\tan \theta_k = \frac{1}{1+k^2-k}$ 임을 보임	4점
	$n=6$ 임을 보임	3점
[2-2]	방정식의 근이 $2+\alpha$, $2-\alpha$ 의 꼴로 나타나고 두 근의 합이 4임을 설명함	4점
(1)	방정식의 한 근이 2인 경우가 있음을 설명함	3점
	방정식의 실근의 개수가 17임을 보임	3점
[2-2]	$\int_0^\pi x f(x) dx = \frac{\pi}{2} \int_0^\pi f(x) dx$ 임을 보임	3점
(2)	$\frac{\pi}{2} \int_0^\pi f(x) dx = \pi \int_0^1 \frac{1}{4-t^2} dt$ 임을 보임	4점
	$\int_0^\pi x f(x) dx$ 이 $\frac{\pi}{4} \ln 3$ 임을 보임	3점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제2-1]

(1) r_1 과 $r_2 = \frac{1-r_1}{1+r_1}$ 이 모두 양수이므로

$$r_1 + r_2 = r_1 + \frac{1-r_1}{1+r_1} = (1+r_1) + \frac{2}{1+r_1} - 2 \geq 2\sqrt{2} - 2 > 0.8$$

이다. 즉, $5(r_1 + r_2) > 4$ 가 성립한다.

(2) 직선의 기울기와 탄젠트함수의 정의로부터 $\theta_1 = \dots = \theta_n = \frac{\pi}{2(n+1)}$ 이다. 또한

$\sum_{i=1}^{n+1} \theta_i = \frac{\pi}{2}$ 이므로 $\theta_{n+1} = \frac{\pi}{2(n+1)}$ 이다. $n+1$ 이하인 자연수 k 에 대하여 원점과 원

C_k 가 접하는 접점 사이의 거리가 1이므로 $r_k = \tan \frac{\theta_k}{2} = \tan \frac{\pi}{4(n+1)}$ 이고,

$\sum_{k=1}^{n+1} (k-1)r_k = \tan \frac{\pi}{4(n+1)} \sum_{k=1}^{n+1} (k-1) = \frac{n(n+1)}{2} \cdot \tan \frac{\pi}{4(n+1)}$ 이다. 이제

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan x}{x} = 1$ 을 사용하여 다음을 얻는다.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n+1} (k-1)r_k = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n(n+1)}{2n} \tan \frac{\pi}{4(n+1)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\pi}{8} \cdot \frac{\tan \frac{\pi}{4(n+1)}}{\frac{\pi}{4(n+1)}} = \frac{\pi}{8}$$

(3) $k=1$ 인 경우는 $\tan \theta_1 = p_1 = 1$ 이고, $k=n+1$ 인 경우는 $\tan \theta_{n+1} = \frac{1}{p_n} = \frac{1}{n}$ 이다.

$2 \leq k \leq n$ 인 경우, $p_k = \tan \left(\sum_{i=1}^k \theta_i \right)$ 이므로,

$$\tan \theta_k = \tan \left(\sum_{i=1}^k \theta_i - \sum_{i=1}^{k-1} \theta_i \right) = \frac{p_k - p_{k-1}}{1 + p_k p_{k-1}} = \frac{1}{1 + k^2 - k}$$

따라서 다음 식을 얻는다.

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^{n+1} \frac{1}{\tan \theta_k} &= 1 + \sum_{k=2}^n (k^2 - k + 1) + n = \sum_{k=1}^n (k^2 - k + 1) + n \\ &= \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} - \frac{n(n+1)}{2} + 2n = \frac{n(n^2+5)}{3} = 82 \end{aligned}$$

이를 정리하면 $n^3 + 5n - 246 = (n-6)(n^2 + 6n + 41) = 0$ 이므로 $n = 6$ 이다.

[문제2-2]

(1) 방정식 $f(x) = 0$ 의 서로 다른 실근 중 2보다 큰 것의 개수를 m 이라 하자. 그러한 m 개의 실근을 $2 + \alpha_1, \dots, 2 + \alpha_m$ ($\alpha_i > 0$)이라 하면 $2 - \alpha_1, \dots, 2 - \alpha_m$ 도 방정식 $f(x) = 0$ 의 근이 된다. 따라서 방정식 $f(x) = 0$ 의 2가 아닌 서로 다른 실근을 모두 더한 값은 $4m$ 이 된다. 서로 다른 실근의 합인 34가 4의 배수가 아니므로, 2가 방정식 $f(x) = 0$ 의 실근이 되어야 하고 $4m + 2 = 34$ 를 얻는다. 즉, $m = 8$ 이므로 방정식 $f(x) = 0$ 의 서로 다른 실근의 개수는 $2 \times 8 + 1 = 17$ 이다.

(2) $\cos(\pi - x) = -\cos x$ 이므로 $f(\pi - x) = f(x)$ 이고, $y = f(x)$ 의 그래프는 직선 $x = \frac{\pi}{2}$ 에 대칭이다. 제시문 (나)에 의해 $\int_0^{\pi} x f(x) dx = \int_0^{\pi} (\pi - x) f(x) dx$ 이므로,

$2 \int_0^{\pi} x f(x) dx = \pi \int_0^{\pi} f(x) dx$ 이다. 그래프의 대칭성으로부터

$$\int_0^{\pi} x f(x) dx = \frac{\pi}{2} \int_0^{\pi} f(x) dx = \pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} f(x) dx = \pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos x}{3 + \cos^2 x} dx$$

이다. 여기서 $\sin x = t$ 로 치환하면 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\begin{aligned} \pi \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos x}{3 + \cos^2 x} dx &= \pi \int_0^1 \frac{1}{4 - t^2} dt = \frac{\pi}{4} \int_0^1 \left(\frac{1}{2-t} + \frac{1}{2+t} \right) dt \\ &= \frac{\pi}{4} [-\ln(2-t) + \ln(2+t)]_0^1 = \frac{\pi}{4} \ln 3 \end{aligned}$$

[아주대학교 문항정보 5]

1. 일반 정보		
유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(오후) 대문항 1번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학 I, 수학Ⅱ. 미적분
	핵심개념 및 용어	평균값 정리, 극댓값, 상용로그, 합성함수, 정적분, 급수의 합, 등비급수,
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

(가) 함수 $f(x)$ 가 미분가능한 함수이고 $f(0) = f(1) = 0$ 을 만족하면 **좋은함수**라 하자. 특히 좋은함수 $f(x)$ 가 $f'(0) = a$, $f'(1) = b$ 이면 $f(x)$ 를 $\ll a, b \gg$ -**좋은함수**라 하자. 두 함수 $f(x)$, $g(x)$ 가 좋은함수라면 $f(x) + g(x)$, $f(x)g(x)$, $(f \circ g)(x)$ 도 좋은함수이다.

한편 $f(x)$ 가 좋은함수이면 평균값 정리에 의하여 양의 실수 p 에 대하여

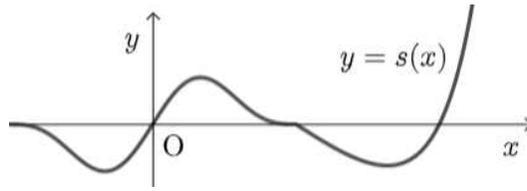
$$\frac{f(p) - f(0)}{p - 0} = \frac{f(p)}{p} = f'(c)$$

인 c 가 열린구간 $(0, p)$ 에 존재한다.

(나) 함수 $g(x) = \cos^3\left(\frac{\pi x}{2}\right)\sin\left(\frac{\pi x}{2}\right)$, $h(x) = xe^{x^2-1} - x$ 에 대하여 함수 $s(x)$ 를 다음과 같이 정의하자.

$$s(x) = \begin{cases} g(x) & (x \leq 1) \\ h(x-1) & (x > 1) \end{cases}$$

이때 $s(x)$ 는 연속함수이고 $s(0) = s(1) = 0$ 이지만 $g'(1) \neq h'(0)$ 이므로 $x = 1$ 에서 미분가능하지 않다. 따라서 $s(x)$ 는 좋은함수가 아니다.



[문항]

[문제 1-1] (25점) 제시문 (가)를 읽고 물음에 답하라.

(1) $\ll 0, 0 \gg$ -좋은함수인 사차함수 $f(x)$ 의 극댓값이 2^{10} 이고 $A = \log 2$, $B = \log 3$ 일 때, $\log f(6)$ 의 값을 A 와 B 로 나타내라.

(2) 좋은함수 $f(x)$ 가 모든 실수에서 연속인 이계도함수 $f''(x)$ 를 갖고, $0 < p < 1$ 인 실수 p 에 대하여 $f(x)$ 가 $x = p$ 에서 최댓값 2023을 가진다. 이때 $\int_a^b f''(x) dx = \frac{2023}{p(p-1)}$ 을 만족하는 두 실수 a, b 가 열린구간 $(0, 1)$ 에 존재함을 증명하라.

[문제 1-2] (25점) 제시문 (가)와 (나)를 읽고 물음에 답하라.

(1) 제시문 (나)의 함수 $s(x)$ 에 대하여 $\int_0^2 s(x) dx$ 의 값을 구하라.

(2) 9 이하의 자연수 a, b, c, d, e, f 에 대하여 $p(x)$ 는 $\ll a, b \gg$ -좋은함수, $q(x)$ 는 $\ll c, d \gg$ -좋은함수, $r(x)$ 는 $\ll e, f \gg$ -좋은함수이다. 두 함수 $G(x) = p(q(x)) + p(x)q(x)$ 와 $H(x) = q(r(x)) + 2r(x)$ 에 대하여 함수 $S(x)$ 를 아래와 같이 정의하자.

$$S(x) = \begin{cases} G(x) & (x \leq 1) \\ H(x-1) & (x > 1) \end{cases}$$

$S(x)$ 가 $\ll n, 24 \gg$ -좋은함수이고 자연수 n 이 24의 약수가 되는 순서쌍 (a, b, c, d, e, f) 의 개수를 구하라.

3. 출제 의도

[문제 1-1]

- (1) 주어진 사차함수의 극값들에 대한 조건들을 통해 함수식을 찾고 상용로그의 성질을 활용하여 식을 표현할 수 있는지 평가한다.
- (2) 정적분을 이해하며, 함수에 대한 평균값 정리를 활용할 수 있는지 평가한다.

[문제 1-2]

- (1) 치환적분법을 활용하여 삼각함수의 정적분을 계산할 수 있는지 평가한다.
- (2) 함수에 대한 미분가능성을 이해하며, 복잡한 상황에서의 경우의 수를 구할 수 있는지 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호 [별책8] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
	<p>수학</p> <p>[10수학05-01] 합의 법칙과 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다.</p>
	<p>수학 I</p> <p>[12수학 I 01-05] 상용로그를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.</p>
	<p>수학 II</p> <p>[12수학 II 02-07] 함수에 대한 평균값 정리를 이해한다.</p> <p>[12수학 II 02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.</p>
	<p>미적분</p> <p>[12미적01-04] 급수의 수렴, 발산의 뜻을 알고, 이를 판별할 수 있다.</p> <p>[12미적01-05] 등비급수의 뜻을 알고, 그 합을 구할 수 있다.</p> <p>[12미적02-07] 합성함수를 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적03-01] 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[12미적03-03] 여러 가지 함수의 부정적분과 정적분을 구할 수 있다.</p>

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학(경우의수)	홍성복 외 10	지학사	2020	259
	수학(경우의수)	권오남 외 14	교학사	2022	255
	수학 I(상용로그)	이준열 외 9	천재교육	2022	33
	수학 I(상용로그)	배종숙 외 6	금성	2022	34
	수학II(평균값정리, 극대극소)	고성은 외 6	신사고	2022	75,83
	수학II(평균값정리, 극대극소)	류희찬 외 10	천재	2022	71,78
	미적분(등비급수, 합성함수미분, 여러 가지함수 정적분, 치환적분법)	박교식 외 19	동아	2022	34,81,127, 134
	미적분(등비급수, 합성함수미분, 여러 가지함수 정적분, 치환적분법)	황선욱 외 8	미래엔	2022	34,86,137, 143

5. 문항 해설

본 문항은 학생들에게 제시된 함수가 갖춰야 하는 조건이 무엇인가에 대한 이해를 바탕으로 사차함수의 극값들을 통해 함수식을 표현하고 함숫값에 대한 상용로그 값을 상용로그의 성질을 활용하여 식으로 표현할 수 있는지 평가한다. 또한 합성함수의 미분법을 활용하여 주어진 함수의 미분계수를 계산하며, 등비급수의 수렴 조건과 급수의 합을 계산할 수 있는지, 평균값 정리를 활용하여 이계도함수에 대한 정적분 값을 만족하는 실수의 존재성을 설명할 수 있는지 평가하는 문항이다. 본 문항은 함수의 미분과 적분뿐만 아니라 곱의 법칙을 활용한 경우의 수 계산, 상용로그를 활용한 식의 계산, 등비급수의 수렴 조건 등 고등학교 교육과정의 수학, 수학 I, 수학 II, 미적분의 전반적인 내용들에 대한 이해와 창의·융합적 사고를 바탕으로 복합적인 문제들을 연결지어 해결할 수 있는 역량이 요구되는 문항이다.

6. 채점기준

하위문항	채점 기준	배점
[1-1] (1)	$f(x)$ 가 $ax^2(x-1)^2$ 의 형태를 가지는 것을 확인	3점
	$x = \frac{1}{2}$ 에서 $f(x)$ 가 극댓값을 가지는 것을 확인	2점
	$a = 2^{14}$ 를 계산	2점
	$\log f(6) = 2 + 14A + 2B$ 를 계산	5점
[1-1] (2)	$\int_a^b f''(x)dx = f'(b) - f'(a)$ 임을 확인	3점
	$f'(a) = \frac{f(p)}{p} = \frac{2023}{p}$ 인 a 가 $(0, p)$ 에 존재함을 보임	3점
	평균값의 정리를 사용하여 $f'(b) = \frac{f(p)}{p-1} = \frac{2023}{p-1}$ 인 b 가 열린구간 $(p, 1)$ 에 존재함을 보임	4점
	위 세 가지 결과와 $\frac{2023}{p-1} - \frac{2023}{p} = \frac{2023}{(p-1)p}$ 을 이용하여 증명	3점
[1-2] (1)	$\int_0^2 s(x)dx = \int_0^1 g(x)dx + \int_0^1 h(x)dx$ 임을 관찰	4점
	$\int_0^1 g(x)dx = \frac{1}{2\pi}$ 임을 계산	4점
	$\int_0^1 h(x)dx = -\frac{1}{2e}$ 임을 계산	4점
[1-2] (2)	$ac = n$ 임을 확인	3점
	$ad = (c+2)e = 24$ 임을 확인	3점
	순서쌍 (a, c) 의 경우가 10가지가 있다는 것을 구함	4점
	b 와 f 가 모든 수가 다 되어서 전체 경우의 수가 $9 \times 9 = 81$ 의 배수임을 관찰	2점
	정확한 경우의 수 810을 계산	1점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 1-1]

(1) $f(x) = ax^2(x-1)^2$ (단, a 는 0이 아닌 실수)라 둘 수 있다. 따라서 $x = \frac{1}{2}$ 에서 $f(x)$ 가 극댓값을 가지고 $f\left(\frac{1}{2}\right) = \frac{a}{2^4} = 2^{10}$ 이므로 $a = 2^{14}$ 이다. 따라서 $f(x) = 2^{14}x^2(x-1)^2$ 이므로 다음이 성립한다.

$$\log f(6) = \log(2^{16} 3^2 5^2) = 2 + 14A + 2B$$

(2) 닫힌구간 $[0, p]$ 에서 평균값 정리에 의하면, $f'(a) = \frac{f(p) - f(0)}{p - 0} = \frac{2023}{p}$ 인 a 가 열린구간 $(0, p)$ 에 존재한다. 닫힌구간 $[p, 1]$ 에서 평균값 정리에 의하면, $f'(b) = \frac{f(1) - f(p)}{1 - p} = \frac{2023}{p-1}$ 인 b 가 열린구간 $(p, 1)$ 에 존재한다. 이때, $\int_a^b f''(x) dx = f'(b) - f'(a)$ 이므로 $\int_a^b f''(x) dx = \frac{2023}{p-1} - \frac{2023}{p} = \frac{2023}{p(p-1)}$ 인 두 실수 a, b 가 열린구간 $(0, 1)$ 에 존재한다.

[문제 1-2]

(1) 치환적분을 이용하면 아래가 성립한다.

$$\begin{aligned} \int_0^2 s(x) dx &= \int_0^1 g(x) dx + \int_1^2 h(x-1) dx = \int_0^1 g(x) dx + \int_0^1 h(t) dt \quad (t = x-1 \text{로 치환}) \\ &= \int_0^1 \cos^3\left(\frac{\pi x}{2}\right) \sin\left(\frac{\pi x}{2}\right) dx + \int_0^1 (xe^{x^2-1} - x) dx \end{aligned}$$

각 정적분을 계산하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \int_0^1 \cos^3\left(\frac{\pi x}{2}\right) \sin\left(\frac{\pi x}{2}\right) dx &= \left[-\frac{1}{2\pi} \cos^4\left(\frac{\pi x}{2}\right) \right]_0^1 = \frac{1}{2\pi} \\ \int_0^1 (xe^{x^2-1} - x) dx &= \left[\frac{1}{2} e^{x^2-1} - \frac{x^2}{2} \right]_0^1 = -\frac{1}{2e} \end{aligned}$$

따라서 구하고자 하는 정적분값은 $\frac{1}{2\pi} - \frac{1}{2e}$ 이다.

(2) 합성함수의 미분법과 곱의 미분법에 의해서 $G'(x) = p'(q(x))q'(x) + p'(x)q(x) + p(x)q'(x)$ 이고 $H'(x) = q'(r(x))r'(x) + 2r'(x)$ 이다. 따라서

$$G'(0) = p'(0)q'(0) + p'(0)q(0) + p(0)q'(0) = ac,$$

$$G'(1) = p'(0)q'(1) + p'(1)q(1) + p(1)q'(1) = ad,$$

$$H'(0) = q'(0)r'(0) + 2r'(0) = ce + 2e,$$

$$H'(1) = q'(0)r'(1) + 2r'(1) = cf + 2f$$

이므로 $G(x)$ 는 $\langle ac, ad \rangle$ -좋은함수이고 $H(x)$ 는 $\langle ce + 2e, cf + 2f \rangle$ -좋은함수이다. 따라서 $S(x)$ 가 $\langle n, 24 \rangle$ -좋은함수이므로 $ac = n$, $ad = 24 = (c+2)e$ 를 만족해야 한다. a 는 24의 약수이고 a, d 가 모두 9 이하의 자연수이므로 a 로 가능한 수는 3, 4, 6, 8이며 각 a 마다 대응되는 d 가 유일하게 결정된다. 같은 방식으로 $c+2$ 역시 3, 4, 6, 8만 가능하고 마찬가지로 $c+2$ 에 대응되는 e 가 유일하게 결정된다. ac 가 24의 약수가 되어야 하므로 가능한 순서쌍 (a, c) 는 (3, 1), (3, 2), (3, 4), (4, 1), (4, 2), (4, 6), (6, 1), (6, 2), (6, 4), (8, 1)로 10가지이다. 한편, b 와 f 는 9이하의 모든 자연수가 가능하므로 구하는 경우의 수는 $10 \times 9 \times 9 = 810$ 이다.

[아주대학교 문항정보 6]

1. 일반 정보		
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(오후) 대문항 2번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학II
	핵심개념 및 용어	필요충분조건, 극대와 극소, 최댓값, 최솟값, 정적분
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

(가) 닫힌구간에서 연속인 함수 $f(x)$ 의 최댓값 또는 최솟값을 구하거나 방정식 $f(x) = 0$ 의 실근의 개수를 구할 때, 극값이나 양 끝 값 등 특정 함수값을 비교하는 것으로 충분할 수 있다. 가령 삼차함수 $f(x) = x^3 - 3ax + b$ 에 대하여 닫힌구간 $[-2, 2]$ 에서 $|f(x)|$ 의 최댓값을 구하는 문제를 생각해 보자. $0 < a < 4$ 인 경우 $f(x)$ 는 $x = \pm \sqrt{a}$ 에서 극값을 가지므로 $|f(-2)|$, $|f(-\sqrt{a})|$, $|f(\sqrt{a})|$, $|f(2)|$ 를 비교해서 $|f(x)|$ 의 최댓값을 구할 수 있고, 그렇지 않으면 $|f(-2)|$ 와 $|f(2)|$ 를 비교해서 $|f(x)|$ 의 최댓값을 구할 수 있다.

(나) 실수 a, b 에 대하여 함수 $F(x) = x^4 + ax^2 + b$ 에서 $t = x^2$ 으로 치환하여 얻은 이차함수 $f(t) = t^2 + at + b$ 를 생각하자. 실수 α 에 대하여 $F(\alpha) = 0$ 이면 $f(\alpha^2) = 0$ 을 만족한다. 따라서 방정식 $f(t) = 0$ 이 서로 다른 두 양의 실근을 가지는 것은 방정식 $F(x) = 0$ 이 서로 다른 네 실근을 가지기 위한 필요충분조건이다.

[문항]

[문제 2-1] (20점) 제시문 (가)를 읽고 물음에 답하라.

(1) 함수 $f(x) = x^3 - 3ax + a$ 에 대하여 방정식 $f(x) = 0$ 이 닫힌구간 $[-2, 2]$ 에서 서로 다른 세 실근을 가지도록 하는 실수 a 의 값의 범위를 구하라.

(2) 함수 $f(x) = x^3 - 3ax + 2$ 에 대하여 닫힌구간 $[-2, 2]$ 에서 $|f(x)|$ 의 최댓값이 가장 작아지도록 하는 실수 a 의 값과 그때의 $|f(x)|$ 의 최댓값을 구하라.

[문제 2-2] (30점) 제시문 (나)를 읽고 물음에 답하라.

(1) 함수 $F(x) = x^4 + ax^2 + b$ 에 대하여 방정식 $F(x) = 0$ 은 서로 다른 네 실근을 가지고 모든 실근의 절댓값이 양수 A 보다 크다고 하자. 방정식 $F'(x) = 0$ 의 0이 아닌 실근의 절댓값이 A 보다 크다는 것을 증명하라. (단, a, b 는 상수)

(2) 함수 $F(x) = x^4 - x^2 + c$ 에 대하여, 방정식 $F(x) = 0$ 이 서로 다른 네 실근 p, q, r, s ($p < q < r < s$)를 가지고 $\int_p^s F(x) dx = 0$ 을 만족할 때, 상수 c 를 구하라.

(3) 함수 $G(x) = x^4 - 4x^3 + 9x - \frac{11}{2}$ 에 대하여, 다음 <조건>을 만족하는 일차함수 $L(x)$ 를 구하라.

< 조 건 >

① $F(x) = x^4 + ax^2 + b$ (단, a, b 는 상수)

② $G(x) = F(x - m) + L(x)$ (단, m 은 상수)

③ 방정식 $G(x) - L(x) = 0$ 이 서로 다른 네 실근을 가지고, 가장 큰 실근 t 에 대하여

$$\int_m^t (G(x) - L(x)) dx = 0$$

3. 출제 의도

[문제 2-1]

- (1) 삼차방정식이 닫힌구간에서 서로 다른 세 실근을 갖기 위해 만족해야 하는 조건을 경우를 나누어 설명할 수 있는지 평가한다.
- (2) 닫힌구간에서 미지수가 포함된 삼차함수의 최댓값에 대해 극대와 극소가 모두 존재하는 경우와 그렇지 않은 경우를 나누어 확인할 수 있는지 평가한다.

[문제 2-2]

- (1), (2) 사차함수의 1차항, 3차항의 계수가 0인 경우 서로 다른 네 실근과 도함수에 대한 실근의 크기를 판별할 수 있는지와 사차함수에 대한 정적분을 계산할 수 있는지 평가한다.
- (3) 앞의 두 문제들을 통해 주어진 사차함수를 홀수항의 계수가 0인 함수와 직선의 합으로 표현할 수 있음을 이해하고, 그 함수와 직선을 찾아낼 수 있는지 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호 [별책8] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
	수학 [10수학03-06] 충분조건과 필요조건을 이해하고 구별할 수 있다.
	수학Ⅱ [12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다. [12수학Ⅱ02-10] 방정식과 부등식에 대한 문제를 해결할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학(필요충분조건)	홍성복 외 10	지학사	2020	193
	수학(필요충분조건)	권오남 외 14	교학사	2022	193
	수학Ⅱ(극대극소, 그래프, 정적분)	고성은 외 6	신사고	2022	83,87,123
	수학Ⅱ(극대극소, 그래프, 정적분)	류희찬 외 10	천재	2022	78,86,116

5. 문항 해설

본 문항은 삼차함수와 사차함수에 대해 이해하고 이를 다양한 상황에 활용할 수 있는지를 평가하고 있다. 학생들은 제시문을 통해 미지수가 있는 함수에 대하여 주어진 범위에서의 최댓값이 미지수의 범위에 따라 구체적으로 어떻게 변화하는지 파악하고, 각 함수들의 그래프 개형을 통해 극값과 최댓값, 최솟값들의 대소관계를 파악할 수 있어야 한다. 또한 삼차함수와 사차함수에 대한 이해를 바탕으로 삼차방정식과 사차방정식에 활용할 수 있어야 하며 특히, 사차함수의 홀수항의 계수가 0인 경우 서로 다른 네 실근, 사차함수와 x 축으로 둘러싸인 넓이의 특징 등을 파악하여 일반적인 사차함수를 홀수항의 계수가 0인 함수와 일차함수의 합으로 표현할 수 있음을 이해할 수 있어야 한다. 이는 학생들에게 대수적인 내용을 기하적으로 분석 및 해석하고 다시 대수적으로 서술해낼 수 있는 수학적 의사소통능력과 추론 능력, 다양한 문제 상황을 해결할 수 있는 문제해결능력이 요구되는 문항이다.

6. 채점기준

하위문항	채점 기준	배점
[2-1] (1)	$0 < a < 4$ 임을 구함	2점
	$a > \frac{1}{4}$ 임을 구함	3점
	$a \leq \frac{8}{7}$ 임을 구함	3점
	$\frac{1}{4} < a \leq \frac{8}{7}$ 임을 구함	2점
[2-1] (2)	a 값의 범위에 따라 구간을 나눔	1점
	$ f(-2) , f(-\sqrt{a}) , f(\sqrt{a}) , f(2) $ 정확하게 계산	1점
	$a < 0$ 이거나 $a \geq 4$ 일 때 $ f(x) $ 의 값이 4보다 크다는 것을 확인	2점
	$0 < a < 4$ 이고 $a \neq 1$ 일 때 $ f(x) $ 의 값이 4보다 크다는 것을 확인	3점
	$a = 1$ 일 때 $ f(x) $ 의 최댓값이 가장 작음을 관찰	2점
	$a = 1$ 일 때 $ f(x) $ 의 최댓값이 4임을 확인	1점
[2-2] (1)	이차방정식 $f(t) = t^2 + at + b = 0$ 의 두 근이 A^2 보다 크다는 것을 확인	2점
	$-a > 2A^2$ 임을 확인	3점
	$F'(x) = 0$ 의 0이 아닌 실근의 절댓값이 $\sqrt{-\frac{a}{2}}$ 이고 A 보다 크다는 것을 확인	5점
[2-2] (2)	이차방정식 $f(x) = x^2 - x + c = 0$ 의 서로 다른 두 실근이 r^2, s^2 임을 확인	2점
	$\int_{-s}^s (x^4 - x^2 + c) dx = 0$ 의 적분을 풀어 식을 얻음	3점
	$s^2 = \frac{5}{6}$ 을 구함	3점
	$c = \frac{5}{36}$ 로 답을 구함	2점

하위문항	채점 기준	배점
[2-2] (3)	$m = 1$ 을 구함	2점
	$a = -6$ 와 $L(x)$ 의 일차항의 계수가 1임을 구함	1점
	$b = 5$ 혹은 $t = 1 + \sqrt{5}$ 를 구함	5점
	일차함수 $L(x) = x - \frac{11}{2}$ 임을 구함	2점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 2-1]

(1) 문제의 조건에 의해, 닫힌구간 $[-2, 2]$ 에서 $y = f(x)$ 의 그래프가 x 축과 서로 다른 세 점에서 만나야 하므로 함수 $f(x)$ 는 이 구간에서 극댓값과 극솟값을 모두 갖는다.

따라서, $f'(x) = 3(x^2 - a) = 0$ 이 $[-2, 2]$ 에서 두 실근을 가지므로 $0 < a < 4$ 이고, $f(-\sqrt{a})f(\sqrt{a}) < 0$ 이어야 한다. 이때, $f(-\sqrt{a}) = a(1 + 2\sqrt{a}) > 0$ 이므로 $f(\sqrt{a}) = a(1 - 2\sqrt{a}) < 0$ 이다. 따라서 $a > \frac{1}{4}$ 이다. 또한 $f(-2) = -8 + 7a \leq 0$ 이므로 $a \leq \frac{8}{7}$ 이다. 따라서 실수 a 의 값의 범위는 $\frac{1}{4} < a \leq \frac{8}{7}$ 이다.

(2) $a = 1$ 일 때 $f(-2) = f(\sqrt{a}) = 0$, $f(-\sqrt{a}) = f(2) = 4$ 이므로 $|f(x)|$ 의 최댓값은 4이다.

$a < 1$ 이면 $f(2) = 10 - 6a > 4$, $a \geq 4$ 이면 $f(-2) = 6a - 6 > 4$ 이므로 $|f(x)|$ 의 최댓값은 4보다 크다.

$1 < a < 4$ 이면 $f(-\sqrt{a}) = 2(a\sqrt{a} + 1) > 4$ 이다. 따라서, $a \neq 1$ 일 때 $|f(x)|$ 의 최댓값은 4보다 크다.

따라서 $a = 1$ 일 때 $|f(x)|$ 의 최댓값이 가장 작고, 그때의 $|f(x)|$ 의 최댓값은 4이다.

[문제 2-2]

(1) 문제의 조건으로부터, 이차방정식 $f(t) = t^2 + at + b = 0$ 의 두 실근은 모두 양수이고 A^2 보다 크다. 이때, 이차방정식의 근과 계수와의 관계로부터 $-a > 2A^2$ 이다.

$F'(x) = 2x(x^2 + a)$ 이므로 방정식 $F'(x) = 0$ 의 실근은 $x = 0$ 또는 $\pm\sqrt{-\frac{a}{2}}$ 이다. 즉,

0이 아닌 실근의 절댓값은 $\sqrt{-\frac{a}{2}}$ 이고 이 값은 A 보다 크다.

(2) 이차함수 $f(x) = x^2 - x + c$ 라 두자. 방정식 $f(x) = 0$ 은 서로 다른 두 양의 실근을 가지므로 $s = -p, r = -q > 0$ 이다. 따라서, 이차방정식 $f(x) = 0$ 의 서로 다른 두 실근은 r^2, s^2 이다. 이차방정식의 근과 계수의 관계로부터 $r^2 + s^2 = 1, r^2 s^2 = c$ 를 만족한다. 한편

$$0 = \int_{-s}^s (x^4 - x^2 + c) dx = 2\left(\frac{1}{5}s^5 - \frac{1}{3}s^3 + cs\right)$$

이므로 $c = s^2(1 - s^2)$ 를 대입하여 풀면 $s^2 = \frac{5}{6}$ 이므로 $c = \frac{5}{36}$ 이다.

(3) $L(x) = c(x - m) + d$ 라 두면

$G(x) = x^4 - 4x^3 + 9x - \frac{11}{2} = (x - m)^4 + a(x - m)^2 + b + c(x - m) + d$ 이다. 양변의

계수를 비교하면 $m = 1, a = -6, c = 1$ 이고 $b + d = \frac{1}{2}$ 이다. 따라서

$$G(x) = (x - 1)^4 - 6(x - 1)^2 + (x - 1) + \frac{1}{2} = F(x - 1) + L(x)$$

이므로 구하는 $F(x)$ 와 $L(x)$ 는 모든 실수 b 에 대하여

$$F(x) = x^4 - 6x^2 + b, \quad L(x) = (x - 1) + \frac{1}{2} - b = x - \frac{1}{2} - b$$

이다. 한편, 방정식 $G(x) - L(x) = 0$ 이 서로 다른 네 실근을 가지면 방정식 $F(x) = 0$ 도 서로 다른 네 실근을 갖는다. 조건으로부터 방정식 $F(x) = 0$ 의 가장 큰 실근은 $t - m = t - 1 > 0$ 이다. ③으로부터

$$\begin{aligned} 0 &= \int_1^t F(x - 1) dx = \int_0^{t-1} F(x) dx \\ &= \int_0^{t-1} (x^4 - 6x^2 + b) dx = \frac{(t-1)^5}{5} - 2(t-1)^3 + b(t-1) \end{aligned}$$

이고 $0 = F(t - 1) = (t - 1)^4 - 6(t - 1)^2 + b$ 이다. 이 두 방정식을 연립하며 풀면 $t = 1 + \sqrt{5}$ 이고 $b = 5$ 이므로 구하는 일차함수는 $L(x) = x - \frac{11}{2}$ 이다.

[아주대학교 문항정보 7]

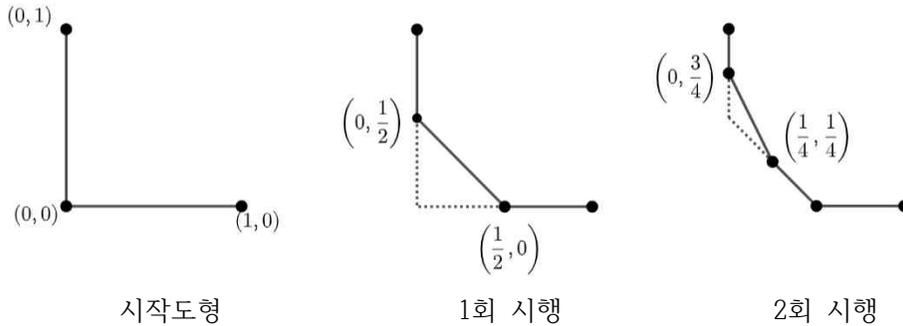
1. 일반 정보		
유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의학(오전) 대문항 1번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학 I, 수학II, 미적분
	핵심개념 및 용어	절대 부등식, 등비수열, 등차수열, 그래프의 대칭, 그래프의 개형, 접선의 방정식, 정적분
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

(가) 한 직선 위에 있지 않은 서로 다른 세 점 P , Q , R 에 대하여, 두 선분 PQ 와 QR 은 점 Q 에서 인접하다고 하며 점 Q 를 두 선분의 교점이라 하자. 두 개 이상의 선분으로 이루어진 도형의 인접한 선분들의 교점을 **도형의 교점**이라 하자. 도형의 교점 Q 에서 인접한 두 선분 PQ 와 QR 의 중점을 각각 M 과 N 이라 할 때, 원래 도형에서 선분 PQ 와 QR 을 세 선분 PM , MN , NR 로 대체하여 만든 도형을 **교점 Q 에서 깎아 만든 도형**이라 하고 선분 MN 을 **새로 생긴 선분**이라 하자.

점 $(0,1)$ 과 원점을 이은 선분, 그리고 원점과 점 $(1,0)$ 을 이은 선분으로 이루어진 도형을 시작도형이라 하자. 시작도형으로부터 y 축 위에 있는 도형의 교점에서 깎아 만든 도형을 얻는 시행을 n 회 반복하여 얻은 도형을 생각하자. [그림 1]은 이런 시행을 2회 반복하여 도형을 얻는 과정을 표현한 것으로 이전 도형에 포함되었으나 새로운 도형에서 빠진 부분은 점선으로 표시하였다.



[그림 1]

각 시행 후 새로 생긴 선분의 양 끝점 중 y 축 위에 있는 점의 y 좌표를 $1-a$ 라 하면 다른 끝점의 x 좌표는 a 이다.

(나) 함수 $y=f(x)$ 에 대하여 $y=|f(x)|$ 와 $y=f(|x|)$ 의 그래프는 $y=f(x)$ 의 그래프의 일부를 대칭시켜 얻을 수 있다. 예를 들어 $y=e^{-|x|}$ 의 그래프는 $x>0$ 에서의 $y=e^{-x}$ 의 그래프를 y 축에 대칭시켜 얻을 수 있다.

[문항]

[문제 1-1] (30점) 제시문 (가)를 읽고 물음에 답하라.

(1) 한 직선 위에 있지 않은 서로 다른 세 점 P, Q, R 에 대하여 두 선분 PQ, QR 의 중점을 각각 M, N 이라 하자. $\overline{PM}^2 + \overline{MN}^2 + \overline{NR}^2$ 과 $\overline{PQ}^2 + \overline{QR}^2$ 의 값의 크기를 비교하라.

(2) [그림 1]과 같이 시작도형으로부터 y 축 위에 있는 도형의 교점에서 깎아 만든 도형을 얻는 시행을 10회 반복하여 얻은 도형과 직선 $y=-x+1$ 로 둘러싸인 영역의 넓이를 구하라.

(3) [그림 1]과 같이 시작도형으로부터 y 축 위에 있는 도형의 교점에서 깎아 만든 도형을 얻는 시행을 반복할 때 n 번째 시행에서 새로 생긴 선분을 포함하는 직선의 기울기가 $-n$ 임을 증명하라.

[문제 1-2] (20점) 제시문 (나)를 읽고 물음에 답하라.

(1) 최고차항의 계수가 $\frac{2}{25}$ 이고 $f(0) = 0$, $f(5) = 1$, $f'(0) = f'(7)$ 인 삼차함수 $f(x)$ 에 대하여 다음 <조건>을 만족하는 모든 양수 r 의 합을 구하라.

< 조 건 >

서로 다른 세 점 $P(2, f(2))$, $Q\left(0, -\frac{2}{25}\right)$, $R(r, f(r))$ 에 대하여 선분 PQ의 중점과 선분 QR의 중점을 지나는 직선과 $y = |f(x)|$ 의 그래프의 교점의 개수가 3이다.
(단, $r \neq 2, r > 0$)

(2) 함수 $y = -\frac{|x|}{\sqrt{e}} + k$ 와 $y = e^{-|x|}$ 의 그래프의 교점의 개수가 2이고 그때의 교점을 P, R이라 하자. 점 Q(0, 1)에 대해서 선분 PQ의 중점과 선분 QR의 중점을 지나는 직선과 $y = e^{-|x|}$ 의 그래프의 두 교점의 x 좌표를 각각 α , β 라 할 때, $\int_{\alpha}^{\beta} e^{-|x|} dx$ 의 최솟값을 구하라. (단, k 는 실수, $\alpha < \beta$)

3. 출제 의도

[문제 1-1] 절대 부등식과 삼각형에서 변의 길이의 관계를 이용하여 부등식을 증명하고, 등비수열의 합, 등차수열의 귀납적 정의를 활용하여 문제를 해결 할 수 있는지를 평가한다.

[문제 1-2] 절댓값이 포함된 함수의 특징을 이해하고, 그래프의 개형을 통해 문제상황을 추론하여 직선을 구하거나, 정적분을 계산 할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호 [별책8] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
	수학 [10수학03-08] 절대부등식의 의미를 이해하고, 간단한 절대부등식을 증명할 수 있다.
	수학 I [12수학 I 03-02] 등차수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다. [12수학 I 03-03] 등비수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다. [12수학 I 03-06] 수열의 귀납적 정의를 이해한다.
	수학II [12수학II02-09] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.
	미적분 [12미적03-03] 여러 가지 함수의 부정적분과 정적분을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학	홍성복외 10명	지학사	2022	206-207
	수학	권오남외 14명	교학사	2022	198-200
	수학 I	배종숙외 6명	금성	2022	124-140 153-154
	수학 I	이준열외 9명	천재	2022	124-136 157-159
	수학 II	류희찬외 10명	천재	2022	86~88
	수학 II	고성은외 6명	신사고	2022	87-91
	미적분	박교식외 19명	동아	2022	129-130
	미적분	황선욱외 8명	미래엔	2022	139-140

5. 문항 해설

본 문항은 수학의 절대부등식, 수학 I의 등비수열의 합, 귀납적으로 정의된 등차수열, 수학 II에서 삼차함수의 그래프의 개형, 미적분에서 지수함수의 정적분 및 절댓값이 포함된 함수에 대한 내용을 활용하고 있다. 따라서 본 문항을 통해 학생들이 제시문에 주어진 여러 가지 조건과 상황을 이해하고 규칙성을 찾아내도록 하고 있으며 증명을 통해 이를 확인하는 과정을 묻고 있다. 또한 절댓값을 포함한 그래프에서 특정 조건을 만족하는 상황을 추론하도록 하고 있다. 주어진 조건을 이해하고 주어진 문제 상황을 이해하고 수학적으로 일반화하여 표현하거나 증명하는 논리적인 사고 능력과 조건을 만족하는 식을 구하거나 정적분을 계산하는 문제해결능력을 평가하는 문항이다.

6. 채점기준

하위문항	채점 기준	배점
[1-1]	차이가 양수임을 이용하여 결론 도출 $\overline{PQ}^2 + \overline{QR}^2 > \overline{PM}^2 + \overline{MN}^2 + \overline{NR}^2$	5점
(1)	삼각형 PQR의 성질과 절대부등식을 활용하여 증명	5점
[1-1]	각 시행시 새로 생긴 선분에 의해 사라지는 영역에 해당하는 삼각형의 넓이가 첫째항이 $\frac{1}{8}$ 이고 공비가 $\frac{1}{4}$ 인 등비수열을 이루는 것을 관찰	4점
(2)	삼각형의 넓이의 합 계산 $\frac{\frac{1}{8}\left(1 - \frac{1}{4^{10}}\right)}{1 - \frac{1}{4}} = \frac{2^{20} - 1}{3 \cdot 2^{21}}$	3점
	구하고자 하는 영역의 넓이 계산 $\frac{1}{2} - \frac{2^{20} - 1}{3 \cdot 2^{21}} = \frac{2^{21} + 1}{3 \cdot 2^{21}}$	3점
[1-1]	$n = 1$ 일 때 기울기가 -1 임을 관찰	2점
(3)	등차수열의 귀납적 정의를 유도 (제시문의 성질을 이용하거나 좌표를 정확히 구하여 계산)	6점
	등차수열의 일반항이 $-n$ 임을 구함	2점
[1-2]	$f(x) = \frac{2}{25}x^3 - \frac{21}{25}x^2 + \frac{12}{5}x$ 정확히 구함	3점
(1)	조건의 직선 ℓ 이 $(1,1)$ 을 지남을 확인하고, ℓ 이 원점을 지나거나 $x > 0$ 범위에서 $y = f(x)$ 와 접함을 논의	2점
	$r = \frac{13}{2}$ 이 접하는 경우임을 구함	2점
	원점을 지나는 경우 가능한 r 의 합이 $\frac{17}{2}$ 임을 구함	3점
[1-2]	도형이 안에서 접할 때 최소가 된다는 것을 논의	3점
(2)	$x = \frac{1}{2}$ 에서 접함	2점

하위문항	채점 기준	배점
	최소값 구함 $1 - \frac{1}{\sqrt{e}}$	5점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 1-1]

(1) $a = \overline{PM}$, $b = \overline{MN}$, $c = \overline{NR}$ 이라 하자. $\overline{PQ} = 2a$, $\overline{QR} = 2c$ 이고, 삼각형 중점연결 정리에 의해 $\overline{PR} = 2b$ 이다. 한편 $b < a + c$ 이므로, $2(a^2 + c^2) - b^2 > 2(a^2 + c^2) - (a + c)^2 = (a - c)^2$ 이다. 따라서 $2(a^2 + c^2) > b^2$ 이고 $(\overline{PQ}^2 + \overline{QR}^2) - (\overline{PM}^2 + \overline{MN}^2 + \overline{NR}^2) = (4a^2 + 4c^2) - (a^2 + b^2 + c^2) = 3a^2 + 3c^2 - b^2 > a^2 + c^2 \geq 0$ 이다. 그러므로 $\overline{PQ}^2 + \overline{QR}^2 > \overline{PM}^2 + \overline{MN}^2 + \overline{NR}^2$ 이다.

(2) 10 이하의 자연수 n 에 대하여 $n-1$ 번째 시행에서 새로 생긴 선분(단, $n=1$ 이면 x 축)과 n 번째 시행에서 새로 생긴 선분, y 축으로 둘러싸인 삼각형을 T_n 이라 하고, T_n 의 넓이를 t_n 이라 하자. 삼각형 T_1 의 세 점은 $P_1(0, \frac{1}{2})$, O , $R_1(\frac{1}{2}, 0)$ 이므로 $t_1 = \frac{1}{8}$ 이다. $n \geq 2$ 일 때, n 번째 새로 생긴 선분의 양 끝점 중 y 축 위에 있는 것을 P_n , 다른 점을 R_n 이라 두면, $t_n = \frac{1}{2} \times \overline{P_n P_{n-1}} \times (R_n \text{의 } x \text{ 좌표})$ 이다. 점 P_n 은 P_{n-1} 과 점 $(0, 1)$ 의 중점이고 R_n 은 P_{n-1} 과 R_{n-1} 의 중점이므로 밑변과 높이는 절반씩 줄어든다. 따라서 $t_n = \frac{1}{4} t_{n-1}$ 이므로 $\{t_n\}$ 은 첫째항이 $\frac{1}{8}$ 이고 공비가 $\frac{1}{4}$ 인 등비수열이다. 이 등비수열의 합은

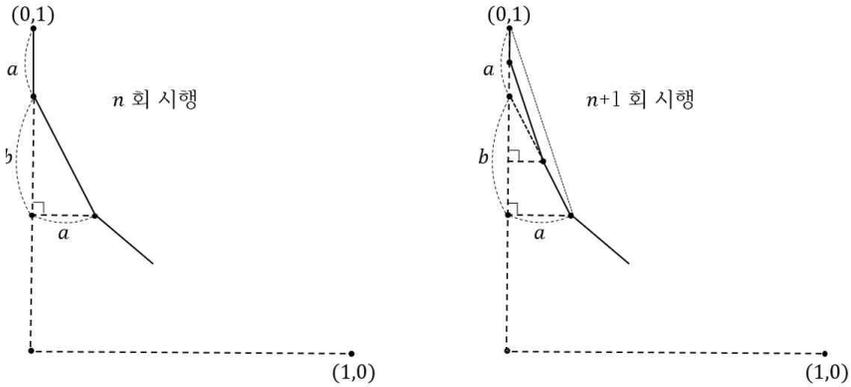
$$\sum_{n=1}^{10} t_n = \frac{\frac{1}{8} \left(1 - \frac{1}{4^{10}}\right)}{1 - \frac{1}{4}} = \frac{2^{20} - 1}{3 \cdot 2^{21}}$$

이므로 구하고자 하는 영역의 넓이는 $\frac{1}{2} - \frac{2^{20} - 1}{3 \cdot 2^{21}} = \frac{2^{21} + 1}{3 \cdot 2^{21}}$ 이다.

(3) n 회 반복하여 얻은 도형에서 n 번째 시행에서 새로 생긴 선분의 기울기를 p_n 이라 하자. $n=1$ 일 때 새로 생긴 직선의 기울기는 선분의 좌표로부터 $p_1 = -1$ 이다. 도형의 일부를 그린 아래의 그림과 같이 n 번째 시행에서 새로 생긴 선분을 빗변으로 직각삼각형의 밑변의 길이를 a , 높이를 b 라 하면, $p_n = -\frac{b}{a}$ 이다. 따라서 p_{n+1} 에 대하여 다음이 성립한다.

$$p_{n+1} = -\frac{a+b}{a} = -1 - \frac{b}{a} = -1 + p_n$$

즉 p_n 은 첫째항이 -1 , 공차가 -1 인 등차수열이므로 $p_n = -n$ 이다.



[문제 1-2]

(1) $f'(x) = \frac{6}{25}(x^2 + ax + b)$ 라 하자. $f'(0) = f'(7)$ 이므로 $a = -7$ 이고, 이를 적분하고 $f(0) = 0$ 으로부터 $f(x) = \frac{2}{25}x^3 - \frac{21}{25}x^2 + \frac{6b}{25}x$ 이다. $f(5) = 1$ 이므로, $b = 10$ 이고, 따라서 $f(x) = \frac{2}{25}x^3 - \frac{21}{25}x^2 + \frac{12}{5}x$ 이다. 한편 $f'(x) = \frac{6}{25}(x-2)(x-5)$ 이므로 $x = 2$, $x = 5$ 에서 극값을 가진다.

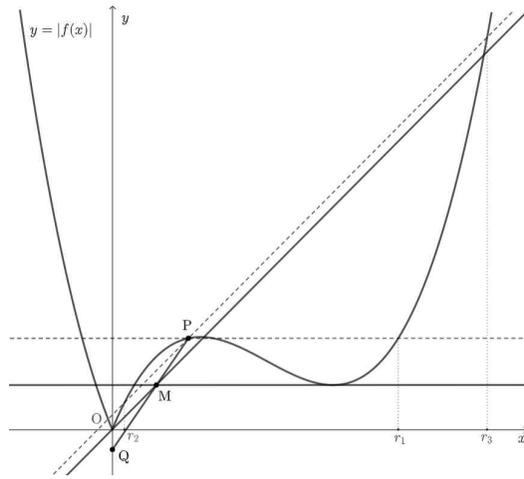
선분 PQ의 중점 M에 대하여 $f(2) = \frac{52}{25}$ 이므로 M의 좌표는 $(1, 1)$ 이다. 선분 QR의 중점을 N이라 하자. 점 M과 N을 지나는 직선 ℓ 이 $y = |f(x)|$ 의 그래프와 세 점에서 만나야 하므로 ℓ 은 $(1, 1)$ 을 지나고, $x > 0$ 범위에서 $y = f(x)$ 와 접하거나 원점을 지나야 한다. 한편 $f'(5) = 0$ 이고 $f(5) = 1$ 이므로 $y = f(x)$ 와 접할 때는 ℓ 의 방정식은 $y = 1$ 이다. 이 경우, $f(r) = f(2) = \frac{52}{25}$ 이다. $f(r) - \frac{52}{25} = \frac{1}{25}(r-2)^2(2r-13) = 0$ 이고 $r \neq 2$ 이므로 이 방정식의 근을 r_1 이라 하면 $r_1 = \frac{13}{2}$ 이다.

이제 ℓ 이 $(0,0)$ 을 지나는 경우를 생각하자. ℓ 은 선분 PR과 평행하므로 R은 P를 지나면서 기울기가 1인 직선과 $y=f(x)$ 의 그래프의 교점이라 할 수 있다. 즉, $f(r)-f(2)=r-2$ 가 성립하므로

$$f(r)-f(2)-r+2 = \frac{1}{25}(r-2)(2r^2-17r+1) = 0$$

이고, $r \neq 2$ 이므로 $2r^2-17r+1=0$ 이다. 이차방정식의 근과 계수와의 관계에 의하여 이 식을 만족하는 근을 r_2, r_3 라 하면 $r_2+r_3 = \frac{17}{2}$ 이다.

따라서 <조건>을 만족하는 모든 r 의 합은 $\frac{13}{2} + \frac{17}{2} = 15$ 이다.



(2) $x > 0$ 일 때, $y = -\frac{x}{\sqrt{e}} + k$ 와 $y = e^{-x}$ 의 그래프의 교점의 좌표를 (p, e^{-p}) 이라 하자. 주어진 함수의 그래프는 모두 y 축에 대칭이므로, 또 다른 교점은 $(-p, e^{-p})$ 이 된다. 선분 PQ의 중점과 선분 QR의 중점을 지나는 직선의 방정식은 $y = \frac{1+e^{-p}}{2}$ 이다.

$x > 0$ 일 때, p 가 클수록 구하고자 하는 정적분 값이 커지기 때문에, $y = -\frac{x}{\sqrt{e}} + k$ 와 $y = e^{-x}$ 의 그래프가 한 점에서 만나면서 p 가 가장 작을 때, 즉 접하는 경우를 생각해야 한다. $y = e^{-x}$ 의 $x = p$ 에서의 접선의 기울기를 생각하면 $-e^{-p} = \frac{-1}{\sqrt{e}}$ 이므로 $p = \frac{1}{2}$ 이다.

직선 $y = \frac{1+e^{-\frac{1}{2}}}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\sqrt{e}}$ 와 $y = e^{-x}$ 의 교점의 x 좌표가 β 이므로,

$e^{-\beta} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\sqrt{e}}$ 이다. 즉,

$$\frac{1}{2} \int_{\alpha}^{\beta} e^{-|x|} dx = \int_0^{\beta} e^{-x} dx = -e^{-\beta} + 1 = \frac{1}{2} - \frac{1}{2\sqrt{e}}$$

이므로, $\int_{\alpha}^{\beta} e^{-|x|} dx$ 의 최솟값은 $1 - \frac{1}{\sqrt{e}}$ 이다.

[아주대학교 문항정보 8]

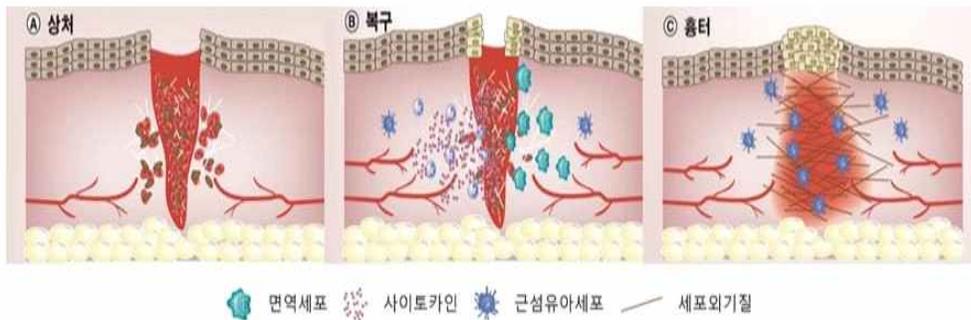
1. 일반 정보		
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(의학과) / 대문항 2번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학, 생명과학II
	핵심개념 및 용어	호흡계와 순환계의 항상성, 신경계의 반사 작용, 통로단백질, 호흡
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

(가) 섬유증은 장기의 구성 세포들이 섬유조직으로 대체되어가는 질환으로, 전 세계적으로 약 45%의 사망자들이 섬유증 및 관련 질환들로 사망할 정도로 매우 심각한 질환이다. 섬유증은 우리 몸의 자연 치유 능력에 문제가 생겨 발생한다. 장기에 상처¹가 발생하면 우리 몸은 염증반응의 일부로 섬유아세포를 보내 상처의 복구를 돕는다. 섬유아세포²는 활성화된 형태인 근섬유아세포로 전환되어, 세포외기질³을 분비하여 상처를 봉합한 후 사라진다. 그러나 근섬유아세포가 과도하게 활성화되면 상처의 봉합 후에도 사라지지 않고 과도한 치유를 유도하고 결과적으로 과도한 흉터⁴가 생기기도 한다. 이렇게 형성된 흉터는 사라지지 않고 중요 장기에 축적될 수 있는데, 이것은 치명적인 질환을 일으킬 수 있다. 이렇게 장기에 흉터 조직이 축적되는 현상을 섬유화라고하며, 이로 인하여 발생하는 질환을 섬유증이라 정의한다. 섬유화가 폐에 발생한 경우를 폐섬유증이라고 한다. 폐는 수백만 개의 폐포와 모세혈관으로 이루어져 있다. 폐포의 얇은 벽에 반복적인 상처로 흉터 조직이 쌓이면, 호흡을 통해 유입된 산소가 혈류 속으로 확산(diffusion)되기 어려워질 수 있다. 또한 흉터 조직은 폐를 뻗뻗하게 만들어 폐포의 확장 능력을 저하시킨다. 결과적으로, 폐의 섬유화는 우리 몸으로의 산소공급을 어렵게 만들어, 생명유지에 치명적일 수 있다. 심장 섬유증은 여러 요인으로 인하여 심장의 근육세포가 손상되었을 때 유발될 수 있다. 심장에 섬유증이 발생하면 심장 근육이 경직되어 심부전⁵을 일으킨다. 이외에도 신장과 간에 섬유증이 발생하면 각각 신부전과 간기능 부전을 초래할 수 있다.

(나) 상처의 복구 메카니즘은 상처의 발생, 복구, 흉터 형성의 3단계를 거친다.

A. 상처의 발생 단계에서 상처부위의 상피세포 또는 내피세포는 화학 신호물질을 분비한다. B. 복구 단계에서는 화학 신호물질에 의해 모세혈관이 확장되며 면역세포와 섬유아세포가 상처부위로 침투한다. 이 단계에서 면역세포들은 사이토카인⁶들을 분비하여 섬유아세포의 증식 및 근섬유아세포로의 전환을 도와준다. C. 흉터의 형성 단계에서는 근섬유아세포로에서 분비된 세포외기질로 인해 정상적인 조직구조가 복원되고 손상된 세포가 정상세포로 대체된다. 흉터 조직에 존재하는 근섬유아세포와 세포외기질은 시간이 지나면서 사라지고 결과적으로 흉터가 사라지지만, 섬유증에서는 근섬유아세포와 세포외기질이 사라지지 않아 과도한 흉터를 남긴다.



주¹. 상처 : 조직의 절단, 조직 구성 세포의 사멸 등으로 조직의 구조가 변형된 상태

주². 섬유아세포(Fibroblast) : 세포외기질을 분비하는 세포

주³. 세포외기질(Extracellular matrix) : 피브로넥틴, 콜라겐 등 장기의 구조유지를 담당하는 결합물질

주⁴. 흉터 : 상처가 아문 후에 남은 자국. 주로 결합조직으로 구성됨

주⁵. 심부전 : 심장의 구조적 혹은 기능적 이상으로 말초 기관에 필요한 만큼의 산소를 전달하지 못하는 상태

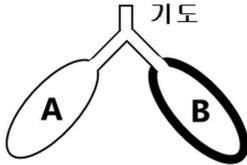
주⁶. 사이토카인 : 주로 면역세포에서 분비되는 단백질로 호르몬과 유사하게 세포 간의 정보교환에 사용됨

[문제 2-1] (8점) 폐섬유증은 환자 발생비율이 높은 섬유증의 하나로 심각한 호흡 장애를 불러일으키는 호흡기 질환이다. 폐섬유증은 COVID-19 감염으로 발생하는 여러 후유증 중 하나이며, COVID-19 감염으로 입원한 환자의 약 1/3에서 발생하는 것으로 추정된다. 다음의 질문에 답하시오.

(1) (4점) 중증의 폐섬유증 환자가 응급실에 입원하였다. 환자의 혈중 산소농도가 위험할 수준으로 떨어지고 있다. 인공호흡기를 통하여 강제로 공기의 호흡 횟수를 늘려도 혈중 산소의 농도가 위험한 수준에 머무르고 있다면, 어떠한 처치를 시행해야할지 제안하시오. 단, 약물의 투여는 고려하지 않는다고 가정한다. 인공호흡기는 강제로 폐에

기체를 넣고 빼주는 장치이다.

(2) (4점) 폐섬유증 환자의 폐에는 정상적인 폐포와 섬유화된 폐포가 모두 존재한다. 아래에 제시된 그림과 같이 정상적인 폐포(A) 한 개와 섬유화된 폐포(B) 한 개가 기도에 연결되어 있다고 가정한다면, 공기를 들이 마실 때 섬유화된 폐포(B)로 공기가 잘 들어가지 않는 이유를 보일의 법칙을 이용하여 설명하시오.



기도

A B

정상 폐포 섬유화 폐포

보일의 법칙 :

온도와 기체의 양이 일정한 닫힌 계 내에서 일정한 질량의 이상 기체가 가하는 절대압력은 그것이 차지하고 있는 부피에 반비례한다.

$PV = \kappa$ (P : 기체의 압력, V : 기체의 부피, κ : 상수)

[문제 2-2] (8점) 경증의 폐섬유증 환자의 신진대사를 확인하기 위하여, 정상인군과 폐섬유증 환자군을 인공호흡기를 통하여 호흡 횟수를 동일하게 유지하며 걷기운동을 30분간 수행시켰다. 운동 직후 인체성분을 검사하였다. 검사결과에 대한 질문에 답하시오.

(1) (4점) 인체성분 분석 결과 인체 수분함량이 낮은 군을 예상하고 그 이유를 기술하시오. 단, 땀의 분비와 신장을 통한 수분의 유출에 있어 정상인군과 환자군의 차이가 없다고 가정한다.

(2) (4점) 혈액의 성분 분석 결과 pH가 낮은 군을 예상하고 그 이유를 기술하시오.

[문제 2-3] (4점) 폐섬유증 환자는 폐포에서 산소 흡수가 어려워 혈중 산소의 농도가 정상인보다 낮아진다. 환자의 몸은 이를 만회하기 위하여 무의식적으로 호흡 횟수를 증가시킨다. 혈액중 산소농도가 낮다는 자극은 혈관에 존재하는 산소 농도 변화 수용기가 감지한다고 할 때, 자극으로부터 폐까지 반사가 일어나는 반응경로를 순차적으로 기술하고, 각 경로를 담당하는 기관을 기술하시오.

[문제 2-4] (6점) Eeyarestatin은 새로 생성되는 폴리펩타이드가 소포체로 이동하는 과정을 저해하는 약물로 알려져 있다. 연구실에서 실험한 결과, Eeyarestatin을 주입하였을 때 실험동물모델에서 폐섬유증의 발생이 감소되는 것을 발견하였다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 Eeyarestatin을 폐섬유증 치료제로 개발하려 하였으나, Eeyarestatin이 실험동물모델에서 당뇨병을 유발하는 것으로 밝혀져 결국 치료제로서의 개발이 실패하였다. 다음의 질문에 답하시오.

(1) (4점) Eeyarestatin이 주입된 실험동물모델에서 폐섬유증의 발생 감소가 가능한 원리를 자세히 설명하시오.

(2) (2점) Eeyarestatin이 주입된 실험동물모델에서 당뇨병이 발생하는 원리를 설명하시오.

[문제 2-5] (6점) 폐섬유증 발생의 원인을 규명하기 위하여 폐섬유증 환자의 폐 조직을 약간 잘라 폐 조직에 존재하는 mRNA의 양을 분석하였다. 환자 폐 조직에 존재하는 mRNA의 양과 혈중 CCL-18 단백질의 양이 아래 표와 같을 때, 폐섬유증과 관련이 있을 것으로 예상되는 유전자를 모두 제시하고 그 이유를 설명하시오. 단, 폐섬유증 증상의 중증도를 대변하는 생체지표는 혈액에 존재하는 CCL-18 단백질의 양이라 가정한다. 혈중 CCL-18 단백질의 양이 많을수록 폐섬유증 증상이 심화된다.

	환자1	환자2	환자3	환자4	환자5	환자6
CCL-18 단백질 양	20	15	10	25	35	30
Gene1 mRNA 양	105	45	75	30	90	105
Gene2 mRNA 양	60	45	30	75	105	90
Gene3 mRNA 양	60	70	80	50	30	40
Gene4 mRNA 양	30	30	30	30	30	30

[문제 2-6] (8점) 초미세먼지는 매우 작은 입자로 흔히 공장 배출 오염물질, 자동차 매연 등 세포에 유해한 독성물질과 결합하여 공기 중에 떠돌아다닌다. 초미세먼지는 크기가 작아 호흡할 때 폐를 통하여 우리 몸에 흡수되어 몸 전체로 퍼진다. 오랜 기간 초미세먼지를 포함한 공기를 호흡하면, 세포가 독성물질을 흡수하여 파괴되므로 폐섬유증, 심장섬유증 등의 질환이 발생할 확률이 높아진다. 다음의 질문에 답하시오.

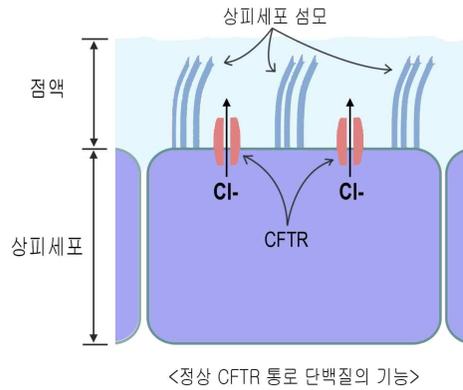
(1) (4점) 심장은 우심방, 우심실, 좌심방, 좌심실로 나뉜다. 우심방은 대정맥에 우심실은 폐동맥에 연결되어 있고, 좌심방은 폐정맥에 좌심실은 대동맥에 각각 연결되어 있다. 초미세먼지에 의하여 유발되는 심장섬유증은 대부분 우심실에 비하여 좌심실에서 심하게 나타난다. 그 이유를 설명하시오

(2) (4점) 초미세먼지로 인하여 심장섬유증이 발생한 환자들은 폐정맥의 혈압이 정상인보다 높은 경우가 많다. 그 이유를 설명하시오.

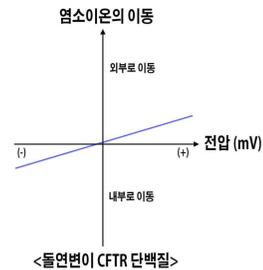
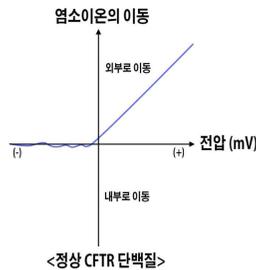
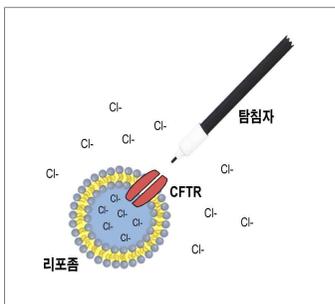
[문제 2-7] (10점) 폐의 낭성 섬유증은 폐조직의 상피세포막에서 기관지 내부로 염소이온을 통과시키는 통로단백질인 CFTR의 돌연변이와 이에 따른 기능이상으로 발생하는 유전질환이다.

(1) (2점) 통로단백질을 통한 물질의 이동을 설명하시오.

(2) (4점) 아래의 그림을 참고하여 CFTR의 정상기능과 CFTR의 기능 이상이 폐의 섬유증을 유발하는 기전을 설명하시오. 단, 점액의 분비량은 변하지 않는다고 가정한다.



(3) (4점) 아래의 그림은 정상 CFTR 단백질과 돌연변이 CFTR 단백질을 리포솜¹에 각각 삽입한 후, 리포솜 내부와 외부의 전압 변화에 따른 염소이온 전류를 탐침자²로 측정된 그래프이다. 그래프에서 정상 CFTR 단백질과 돌연변이 CFTR 단백질에 의한 염소이온 이동의 특징을 설명하시오. (주¹: 리포솜, 두층의 인지질로 이루어진 세포막과 유사한 구형체; 주²: 탐침자, 국소적인 염소이온 전류를 측정할 수 있는 기구)



3. 출제 의도

생명과학 I 과정의 “항상성과 몸의 조절” 과정에서 순환계와 호흡계 그리고 우리몸의 방어 작용에 대한 이해도와 이를 바탕으로 문제를 해결할 수 있는 능력을 검증하고자 하고자 하였으며 추가하여 생명과학 II 과정의 세포의 구조와 기능 그리고 세포막을 통한 물질의 출입 과정을 이해하고 제시문의 내용에 응용할 수 있는가를 확인하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

영역별 내용	
제시문	생명과학 I (2) 사람의 물질대사 [12생과 I 02-01] 물질대사 과정에서 생성된 에너지가 생명 활동에 필요한 ATP로 저장되고 사용됨을 이해하고, 소화, 호흡, 순환 과정과 관련되어 있음을 설명할 수 있다. [12생과 I 02-02] 세포 호흡 결과 발생한 노폐물의 배설 과정을 물질대사와 관련하여 설명할 수 있다. (3) 항상성과 몸의 조절 [12생과 I 03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
하위문항	2-1 생명과학 I (2) 사람의 물질대사 [12생과 I 02-01] 물질대사 과정에서 생성된 에너지가 생명 활동에 필요한 ATP로 저장되고 사용됨을 이해하고, 소화, 호흡, 순환 과정과 관련되어 있음을 설명할 수 있다. [12생과 I 02-02] 세포 호흡 결과 발생한 노폐물의 배설 과정을 물질대사와 관련하여 설명할 수 있다.
	2-2 생명과학 I (2) 사람의 물질대사 [12생과 I 02-01] 물질대사 과정에서 생성된 에너지가 생명 활동에 필요한 ATP로 저장되고 사용됨을 이해하고, 소화, 호흡, 순환 과정과 관련되어 있음을 설명할 수 있다. [12생과 I 02-02] 세포 호흡 결과 발생한 노폐물의 배설 과정을 물질대사와 관련하여 설명할 수 있다.

	<p>생명과학 II</p> <p>(3) 세포 호흡과 광합성</p> <p>[12생과II03-02] 세포 호흡 과정과 광합성의 탄소 고정 반응을 단계별로 구분하여 이해하고, 산화적 인산화 과정을 화학 삼투로 설명할 수 있다.</p> <p>[12생과II03-03] 산소 호흡과 발효의 차이를 이해하고 실생활 속에서 발효를 이용한 사례를 조사하여 발표할 수 있다.</p>
2-3	<p>생명과학 I</p> <p>(3) 항상성과 몸의 조절</p> <p>[12생과 I 03-03] 중추 신경계와 말초 신경계의 구조와 기능을 이해하고, 신경계와 관련된 질환을 조사하여 토의할 수 있다.</p> <p>[12생과 I 03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.</p>
2-4	<p>생명과학 II</p> <p>(2) 세포의 특성</p> <p>[12생과II02-04] 세포 소기관들이 기능적으로 유기적인 관계를 이루고 있음을 이해하고, 이들 간의 관계성을 설명할 수 있다.</p> <p>(4) 유전자의 발현과 조절</p> <p>[12생과II04-03] 전사와 번역 과정을 거쳐 유전자가 발현됨을 이해하고, 모형을 이용하여 유전자 발현 과정을 설명할 수 있다.</p>
2-5	<p>생명과학 I</p> <p>(1) 생명과학의 이해</p> <p>[12생과 I 01-02] 생명과학의 통합적 특성을 이해하고, 다른 학문 분야와의 연계성을 예를 들어 설명할 수 있다.</p> <p>[12생과 I 01-03] 생명과학 탐구 방법을 이해하고 생명과학에서 활용되고 있는 다양한 탐구 방법을 비교할 수 있다.</p>
2-6	<p>생명과학 I</p> <p>(2) 사람의 물질대사</p> <p>[12생과 I 02-01] 물질대사 과정에서 생성된 에너지가 생명 활동에 필요한 ATP로 저장되고 사용됨을 이해하고, 소화, 호흡, 순환 과정과 관련되어 있음을 설명할 수 있다.</p>
2-7	<p>생명과학 II</p> <p>(2) 세포의 특성</p> <p>[12생과II02-05] 세포막을 통한 물질 출입 현상을 이해하고, 확산, 삼투, 능동 수송을 실험이나 모형을 통해 설명할 수 있다.</p>

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	이용철 외 3인	와이비엠	2022	37-38 79-80 83-84 87-88
	생명과학 I	이준규 외 5인	천재교육	2022	69-72
	생명과학 II	전상학 외 7인	지학사	2022	48-49 75-78
	생명과학 II	이준규 외 5인	천재교육	2022	38-39 74-76
기타	EBS 수능특강 생명과학 I	권태현 외 5인	EBS	2022	30-31 64-66 77-78
	EBS 수능특강 생명과학 II	염혜민 외 5인	EBS	2022	18-19

5. 문항 해설

제시문의 내용은 섬유증에 대한 전반적인 설명과 발병 기전을 고등학생의 수준에 맞추어 설명하고자 하였습니다. 저희가 소개한 제시문을 바탕으로 순환계의 작용원리, 신경계와 방어작용, 물질대사, 세포호흡, 세포소기관의 기능, 세포막을 통한 물질의 출입 등 생명과학 I과 II의 광범위한 부분에 대한 종합적인 이해도와 응용 능력을 요구하는 문항을 출제하였습니다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[2-1] (1)	확산속도 (또는 물질의 이동속도)는 농도차(농도 기울기)에 비례한다 기술 1점 고농도 산소 주입 기술 1점 고압 기체 주입 기술 2점	4

[2-1] (1)	보일의 법칙에 의하여 폐포B 내부의 기체압력이 폐포A의 기체 압력보다 높다. 또는 폐포A 내부의 기체 압력이 낮다. 기술 1점 외부공기는 압력이 낮은 폐포A로 먼저 들어간다 기술 1점 폐포B 내부의 공기가 폐포A로 들어간다 기술 2점	4
[2-2] (1)	환자군의 수분함량이 낮다 1점 전자전달계에서 산소가 물이 된다 (산소가 물이 된다) 3(1) 점	4
[2-2] (2)	환자군의 pH가 낮다 1점 근육이 젖산발효로 ATP생산, 혈액 내 젖산 증가에 의한 pH감소 (둘 중 하나만 기술) 1.5 (0.5) 점 이산화탄소 배출이 어려움 1.5점	4
[2-3]	감각 신경, 또는 구심성 신경, 또는 구심성 뉴런 기술 1점 뇌교와 연수 기술 (둘 중 하나만 기술) 2(1) 점 운동 신경, 또는 원심성 신경, 또는 원심성 뉴런 기술 1점 경로 순서가 틀리면 전체 0점	4
[2-4] (1)	리보솜, 소포체, 골지체, 소낭 순서대로 언급 (순서가 틀리거나, 모두 언급하지 않으면) 2(0)점 면역세포에서 사이토카인이 분비되지 못함 1점 근섬유아세포에서 세포외기질이 분비되지 못함 1점	4
[2-4] (2)	리보솜, 소포체, 골지체, 소낭 순서대로 언급 (순서가 틀리거나, 모두 언급하지 않으면) 1(0)점 인슐린이 분비되지 못함 1점	2
[2-5]	Gene2와 Gene3가 폐섬유증과 관련이 있다 (둘 중 하나만 언급하면) 2(1) 점 Gene2은 폐섬유증 증상(또는 CCL-18 단백질양)과 정비례 관계가 있다. Gene3은 폐섬유증 증상(또는 CCL-18 단백질양)과 정비례 관계가 있다. (둘 중 하나만 언급하면) 2(1) 점 그래프를 그려서 설명 (그래프를 그리지 않으면) 2(0) 점	6
[2-6] (1)	좌심방, 좌심실, 대동맥, 대정맥, 우심방, 우심실로 초미세먼지가 거쳐 가는 경로를 순서대로 기술 (순서가 틀리면) 2(0) 점 좌심실의 초미세먼지 농도가 높아 독성이 높다. 또는 우심실의 초미세먼지 농도가 낮아 독성이 낮다 2 점	4

[2-6] (2)	좌심실이 우심실에 비하여 분사능력이 상대적으로 낮다 (또는 우심실이 좌심실에 비하여 분사능력이 상대적으로 높다) 2점 좌심실이 우심실에 비하여 분출하는 혈액량이 상대적으로 적다 (또는 우심실이 좌심실에 비하여 분출하는 혈액량이 상대적으로 많다) 2점	4
[2-7] (1)	촉진확산 기술 1점 촉진확산의 원리를 명확히 기술 1점	2
[2-7] (2)	정상 CFTR 단백질에서 염소이온 이동으로 점액질의 삼투압 증가로 수분이동 증가 기술 1점 정상 CFTR 단백질에서 점액의 점도 감소 기술 1점 정상 CFTR 단백질에서 섬모운동 촉진 기술 1점 돌연변이 CFTR 단백질에서 염소이온 이동 감소로 인하여 점액의 점도 증가와 이로 인한 감염증가 기술 1점	4

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 2-1] (1) A. 폐섬유증 환자는 섬유화로 폐포에서 산소의 확산이 어려워 혈액으로의 산소이동이 어렵다. 산소의 확산속도는 산소의 농도 차에 비례하므로, 산소의 확산을 증가시키는 방법으로 고농도의 산소를 주입하여 폐포에서 혈액으로의 산소 확산속도를 증가시키면 혈중 산소농도를 증가시킬 수 있다.

B. 기체의 압력은 구성 기체분자들의 농도에 비례한다. 즉, 고압의 기체는 구성 분자들의 농도가 높다는 의미이다. 고압의 기체를 주입하면 산소의 농도차이가 높아져 산소의 확산을 증가시킬 수 있다.

[문제 2-1] (2) 섬유화된 폐포(B)는 뻣뻣하여 정상 폐포(A)보다 확장이 어렵다. 즉, 공기를 들이 마실 때 섬유화된 폐포는 정상 폐포에 비하여 부피가 덜 증가한다. 보일의 법칙에 의하면 기체의 압력은 부피에 반비례한다. 부피가 덜 증가한 섬유화 폐포(B) 내부의 기체압력은 정상 폐포(A) 내부의 기체 압력보다 높다. 기체는 압력이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르므로, 외부 공기는 압력이 더 낮은 정상 폐포로 먼저 들어가고, 또한 섬유화 폐포(B) 내부에 존재하는 기체도 정상 폐포(A)로 이동한다. 그러므로 공기를 들이 마실 때 섬유화된 폐포로 공기가 잘 들어가지 않는다.

[문제 2-2] (1) 폐섬유증 환자군이 인체 수분함량이 낮다. 그 이유는 환자 몸으로 산소의 흡수가 떨어져 인체내 산소 농도가 낮아지기 때문이다. 체내에 흡수된 산소는 대부분

분 조직세포의 미토콘드리아에 존재하는 전자전달계에서 물로 전환된다. 그러므로 체내 산소 농도가 낮은 환자는 생산되는 물의 양이 정상군보다 인체 수분함량이 적다.

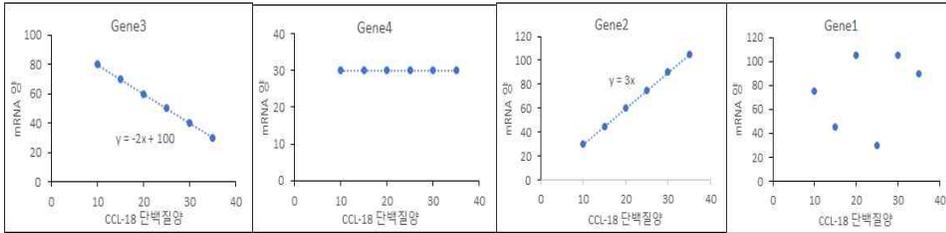
[문제 2-2] (2) 폐섬유증 환자군의 혈액 pH가 낮다. 그 이유는 A. 환자 몸으로 산소의 흡수가 떨어져 체내 산소 농도가 낮아지기 때문이다. 산소 공급이 불충분한 상태에서 운동을 하면 근육은 젖산발효로 ATP를 생산하기 때문에 혈액의 젖산 농도가 높아져 혈액의 pH가 낮아진다 B. 폐섬유증 환자는 폐포에서 물질의 확산이 어려우므로, 혈액 내의 이산화탄소 배출이 어렵다. 이는 혈액 내 이산화탄소의 농도를 증가시키고, 이산화탄소는 혈액에서 탄산수소이온으로 존재하여 pH를 낮춘다.

[문제 2-3] ① 혈중 산소농도의 감소, ② 산소 농도 변화 수용기에서 자극 감지, ③ 각각 신경(또는 구심성 신경, 또는 구심성 뉴런)을 통하여 ④ 뇌교와 연수에 정보전달, 뇌교와 연수에서 ⑤ 운동 신경(또는 원심성 신경, 또는 원심성 뉴런)을 통하여 폐 근육에 신호전달, ⑥ 폐의 호흡운동 수 증가

[문제 2-4] (1) 면역세포에서 사이토카인이 분비되기 위하여, 사이토카인은 리보솜에서 합성된 후 소포체(ER, Endoplasmic reticulum)로 이동되고, 골지체(Golgi apparatus)를 거쳐 수송소낭(secretory vesicle)(또는 분비소낭 또는 소낭)에 담겨져야 한다(Exocytosis). Eeyarestatin은 새로 생성되는 단백질이 소포체로 이동하는 과정을 저해하는 약물로, 사이토카인이 최종적으로 수송소낭에 담기는 것을 저해한다. 이로 인하여 A. 상처부위에 모여든 면역세포에서 사이토카인이 분비되는 과정이 저해된다. 결국 상처부위에 모여든 면역세포에서 사이토카인 분비가 감소하여 섬유아세포의 과도한 근섬유아세포로의 전환이 억제된다, B. 동일한 이유로 근섬유아세포에서 세포외기질 분비도 저해된다. 이러한 이유들로 폐섬유증의 발생이 감소한다.

[문제 2-4] (2) 당뇨병은 호르몬인 인슐린의 분비가 정상적으로 일어나지 못할 때 발생한다. 인슐린은 호르몬 단백질로 분비되기 위하여 리보솜에서 합성된 후 소포체(ER, Endoplasmic reticulum)로 이동되고, 골지체(Golgi apparatus)를 거쳐 수송소낭(secretory vesicle)(또는 분비소낭 또는 소낭)에 담겨져야 한다(Exocytosis). Eeyarestatin은 단백질이 소포체로 이동하는 과정을 저해하는 약물로, 인슐린이 최종적으로 수송소낭(또는 분비소낭 또는 소낭)에 담기는 것을 저해한다. 결국 Eeyarestatin을 처리하면 인슐린의 분비가 감소하여(또는 저해되어) 당뇨병이 발생한다.

[문제 2-5] CCL-18 단백질의 양과 Gene의 mRNA양의 상관관계를 그래프로 그려보면 아래와 같다.



Gene2 mRNA양은 CCL-18 단백질양과 정비례관계가 있고, Gene 3 mRNA양은 CCL-18 단백질양과 반비례관계가 있으나, Gene1과4의 mRNA양은 CCL-18 단백질양과 상관관계가 없다. 이는 폐섬유증의 증상이 심할수록 Gene2 mRNA양은 증가하고 Gene3 mRNA양은 감소한다는 상관관계가 성립하여, Gene2와 Gene3가 폐섬유증과 관계있는 유전자들이라고 추론할 수 있다.

[문제 2-6] (1) 폐에서 흡수된 초미세먼지는 폐정맥을 거쳐 좌심방, 좌심실에 먼저 도착한다. 이후 대동맥과 몸 전체의 혈관을 거친 후 대정맥을 통하여 우심방, 우심실로 도착한다. 초미세먼지는 세포들에 의하여 흡수되므로, 먼저 도착한 좌심실의 초미세먼지의 농도는 가장 나중에 도착하는 우심실의 농도보다 높다. 초미세먼지의 농도가 높을수록 독성이 높으므로 좌심실의 세포들이 파괴될 확률이 높다.

[문제 2-6] (2) 초미세먼지로 인한 심장 섬유증은 좌심실에서 심하게 나타난다. 좌심실이 섬유화되면, 좌심실의 확장력이 떨어져 좌심실의 부피증가가 제한적이 된다. 이는 좌심실에서 혈액 펌핑능력(또는 분사능력)을 떨어뜨린다. 반면 우심실은 상대적으로 섬유화가 덜 진행되므로 우심실에서 혈액 펌핑능력(또는 분사능력)은 좌심실보다 높다. 이로 인하여 좌심실에서 대동맥으로 분사하는 혈액의 양보다 우심실에서 폐동맥으로 분사하는 혈액의 양이 상대적으로 많기 때문에 폐정맥의 혈압이 높아진다.

[문제 2-7] (1) 세포막을 통한 물질의 이동방법 중, 촉진확산의 하나로써, 물질이 인지질을 직접 통과하지 않고 통로 단백질을 통해 통과함으로써 특정물질의 확산 속도를 증가시키는 것을 말한다.

[문제 2-7] (2) 정상 상피세포는 CFTR을 통해 염소이온을 기관지 내부로 통과시켜 폐점액의 삼투압을 증가시킨다. 증가된 점액의 삼투압은 수분의 이동을 촉진시켜, 결과적으로 폐 조직 내부의 점액의 점도를 감소시켜 섬모의 운동을 원활하게 하여 폐 조직에 점액이 고이지 않고 배출하게 한다. 그러나 CFTR이 기능하지 못하면 폐에 점액이 축적되어 감염이 자주 일어나게 되고 이에 따른 상처 조직의 과도한 형성에 의해 폐 조직의 섬유증을 유발한다.