2022학년도 선행학습 영향평가
자체결과 보고서

2022. 03

아주대학교 입학처

목 차

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	1-1	o									
					1-2	o									
				2	2-1	o	o	o							
					2-2	o	o	o							
		자연 (오전)	수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분	1	1-1				o						
					1-2				o						
					1-3				o						
				2	2-1				o						
					2-2				o						
					2-3				o						
		자연 (오후)		1	1-1				o						
					1-2				o						
				2	2-1				o						
					2-2				o						
		자연 (의학)	수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분	1	1-1				o						
					1-2				o						
			생명과학Ⅰ, 생명과학Ⅱ	2	2-1 ~ 2-8							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

2022학년도 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 위원의 임용기간은 2022년 3월 1일부터 2023년 2월 28일까지이며 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.

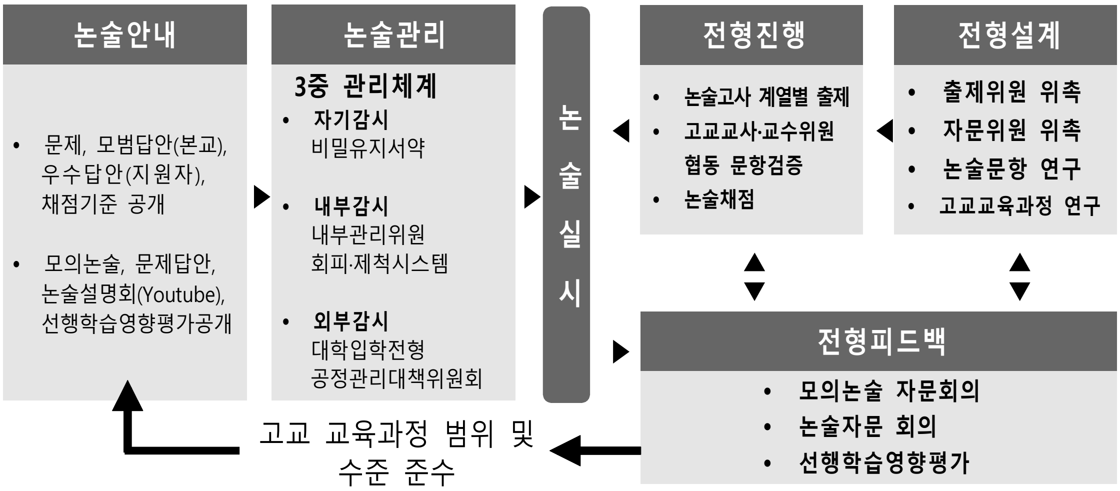
2022학년도 자체영향평가위원 구성

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

4. 2022학년도 선행학습 영향평가 일정 및 절차

일정	절차
2021. 08.	2022학년도 모의 논술고사
	2021, 2022학년도 선행학습영향평가 결과 및 분석내용 공유
	교육과정평가원 선행학습영향평가 입학담당자 연수
2021. 08. ~ 2021. 11.	모의논술 자문 운영기간
2021. 12. ~ 2022. 01.	논술자문위원 및 출제위원 1차 회의
	2022학년도 논술고사 출제합숙(고교교사 참여)
	대학입학전형의 선행학습영향평가 연구 시작
	2022학년도 논술고사
2022. 03.	2022년 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, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분
자연계열 (의학)	수학	수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분
	생명과학	생명과학Ⅰ, 생명과학Ⅱ

1-2 출제·검토위원에 대한 고교 교육과 고교 교육과정 사전 연수

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

<고교교육과정 교육 자료>: 문항카드 작성가이드(자연, 의학, 인문)

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

<고교교육과정 관련 사전연수 회의내용> : 모의논술 자문

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

구분	자문 총평
인문계열	고등학교 수업 시간에 다루는 경제 교과서를 통해 직접 접할 수 있는 개념으로 문항으로 구성됨 과거 논술 문제와 다른 형식의 문제가 출제되었으며 본래 취지인 비판적 사고력과 논리적인 글쓰기의 목적에 부합하는 변화라고 생각함 제시문들을 정확하게 독해하여 그 요지 및 상호관련성을 파악하는 능력을 평가하고, 다른 한편으로는 이를 구체적 문제 해결로 연결시킬 수 있는 통합적 사유능력을 평가하는 문제가 출제되었으며 고등학교 교육과정과의 적합성이 높다고 판단됨
자연계열	문제 1-2의 경우 선행학습법에 위반될 소지가 있음 (관련 근거 : "수학Ⅰ의 교수학습방법 및 유의사항") 타 대학도 귀납적으로 정의된 수열의 일반항을 구하는 문제 출제로 선행학습법 위반사례로 여러차례 지적된 바 있음. 일반항을 구하지 않는 문제로 수정할 것을 제안함 고등학생에게는 어색한 일부 표현 및 혼동되는 문구의 수정을 제안함 (실수 -> 상수, 사실 -> 명제, 다항식 -> 다항함수, 롤의정리의 특수한 경우 -> 롤의정리 등)
의학계열	교과서 선택에 따른 유불리가 작용하지 않음 제시문과 문항이 모두 생명과학Ⅰ과 생명과학Ⅱ 교육과정을 근거로 작성됨 고교 교육과정을 정상적으로 학습한 학생이라면 충분히 논술가능

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%

2-2. 고교 교원의 출제·검토과정에서의 권한 강화를 위한 조치

- 문항검토 관련 수정요구권 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

<2022학년도 논술고사 자문회의 종합의견>

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	- 제시문의 출처가 교과서나 교양서에서 다수 출제되었고 고교 교육과정 성취기준과 밀접하게 연계됨. - 논술고사의 근본적인 취지인 분석, 논리적 사고력과 비판적 사고력을 측정하기에 적절한 문제들로 구성되어 논술고사의 취지와도 잘 부합되었다고 생각됨. - 그동안 학생들이 아주대학교 논술을 준비하면서 충분히 대비할 수 있는 정도의 문제임. - 1번 문항은 수능을 준비하면서 접했을 정도의 작품으로 큰 어려움이 없을 것으로 보이며, 2번은 다소 까다롭기는 했을 것이나 학생들의 사고력 측정에 충분한 문항으로 판단됨. - 도표나 그래프를 이용하여 정보를 파악하고 그것을 바탕으로 논술을 할 수 있도록 하는 것도 변별력을 얻을 수 있는 좋은 방법으로 생각됨.
자연계열	- 전반적으로 고교 교육과정의 내용을 충실히 반영하였으며 학교 현장에서 강조했던 귀류법, 수학적 귀납법, 사잇값 정리, 롤의 정리를 이용한 증명 문제가 출제되었음. - 수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분의 내용을 고루 출제하였으며 해당 과목에서도 핵심 개념을 이해하고 있는지를 평가하는 문제를 출제하였음. - 수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분 내에서 출제되었음에도 난이도 상, 중, 하의 문제들이 적절히 출제되었음. - 별도의 사교육에 의존하기 보다는 정규 교육과정을 충실하게 이수한 학생이라면 충분히 풀수 있는 문제로 구성되었고, 적절한 수준의 난이도가 유지되었음.
의학계열	- 제시문과 문항에서 사용되는 기본적인 개념과 용어는 모두 생명과학Ⅰ-8종, 생명과학Ⅱ-5종 교과서에서 공통적으로 사용하는 것으로 교과서 선택에 따른 유불리가 작용하지 않을 것으로 보임. - 여러 가지 관점에서 이번 논술 제시문과 문항은 고교 교육과정을 벗어나지 않았으며, 적정 난이도를 유지하며, 사고력과 창의성 있는 학생 선발 목적에 맞는 문항을 제시하기 위하여 노력하고 있는 것으로 보임. - 제시문과 문항에서 묻고자 하는 의도를 정확하고 적절하게 설명해 놓았으며, 생명과학Ⅰ, 생명과학Ⅱ를 융합하여 물어보고 있음. 이는 고교 교육과정을 통해 창의적이고 융합적인 사고를 할 수 있는지 확인하는 좋은 문항으로 생각됨. - 학생은 별도의 선행이나 사교육의 도움을 받지 않더라도 수업시간을 충실히 보내고 노력하면 충분히 해결 가능한 문항으로 보임.

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	1-1	국어, 문학, 독서	o	문항 카드1
				1-2			
			2	2-1	정치와 법	o	문항 카드2
				2-2			
		자연 (오전)	1	1-1	수학, 수학Ⅰ, 미적분	o	문항 카드3
				1-2			
				1-3			
			2	2-1	수학Ⅱ , 미적분	o	문항 카드4
				2-2			
				2-3			
		자연 (오후)	1	1-1	수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분	o	문항 카드5
				1-2			
			2	2-1	수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분	o	문항 카드6
				2-2			
		자연 (의학)	1	1-1	수학, 수학Ⅰ, 미적분	o	문항 카드7
				1-2			
			2	2-1	생명과학Ⅰ, 생명과학Ⅱ	o	문항 카드8
				2-2			
				2-3			
				2-4			
				2-5			
				2-6			
				2-7			
				2-8			
면접 구술고사	학생부 종합전형 /정시	의학 약학	-	-	-	비대상	-

Ⅴ. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력

1. 논술 규모 축소

구분	2021학년도	2022학년도	2023학년도
모집인원	203명	187명	172명
모집단위	18개 학과	16개 학과	16개 학과

2. 고교교육과정 내 출제 지속적 관리

- 모집요강 내 출제과목 표기, 고교교육과정 준수, 고교교원 참여 내실화

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 개회하고, 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 제적위원 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)

<table>
<tr><th>면접질문 예시</th><th colspan="2">평가항목</th></tr>
<tr><td>• ○○교과에서 ○○실험을 진행하였는데, 이 실험의 원리와 과정에 대해 설명해 주세요.
• ○○○ 관련 토론대회에서 수상한 경험이 있는데, 이 때 본인의 주장과 그 근거에 대해 설명해 주세요.</td><td>학업역량</td><td rowspan="3">서류진실성</td></tr>
<tr><td>• ○○동아리에서 신문을 제작한 경험이 있는데, 본인의 구체적 역할에 대해 설명해 주세요.</td><td>주도성</td></tr>
<tr><td>• 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.</td><td>대인역량</td></tr>
<tr><td>• 공감하는 의사를 꿈꾼다고 했는데, 의사가 되려는 이유는 무엇인가요?
• ○○탐구반 활동에서 ○○의사의 자질이 무엇인지 분석하였다고 ○○활동에 기록되어 있다. 본인이 분석한 의사의 자질은 무엇이었습니까?</td><td colspan="2">의학과</td></tr>
<tr><td>• 고교 생활 중 ○○ 동아리 활동을 했는데, 가장 인상 깊었던 경험에 대해서 무엇인지 이유와 함께 설명해 주세요.
• 재직 중 경험했던 어려운 경험은 무엇이었으며, 어떻게 해결하려고 노력했는지 설명해주세요.</td><td colspan="2">특성화 고등을
졸업한 재직자 전형</td></tr>
</table>

※ 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)

▶ 상황제시문을 기반으로 인성 면접을 진행

나는 고등학교 친구 다섯명을 설득하여 여름 성수기에 2박 3일간 강원도 여행을 떠났다. 사실 여행 가기를 원하지 않는 친구들도 있었지만 최근 인스타그램에서 가장 핫한 워터파크 호텔에서 멋진 추억을 만들자며 한 사람씩 설득하여 결국 모두 함께 여행을 떠날 수가 있었다. 친구들 모두에게 각자 준비할 것들을 맡겼고, 나는 숙소를 예약하는 책임을 맡았다. 우리는 버스를 타고 늦은 저녁시간에 호텔에 도착하였고 친구들이 로비에서 대기하는 동안 나는 체크인을 하러 프론트 데스크를 찾아갔다. 그런데, 그 곳에서 놀라운 사실을 알게 되었다. 그것은 우리 여섯명이 묵을 숙소가 예약되어 있지 않았고, 성수기라서 호텔에 남은 방도 전혀 없다는 것이었다. 직원의 말로는 인근의 다른 숙소까지는 10Km정도 떨어져 있고, 근처에서 시가지로 가는 버스는 30분 뒤에 막차가 있다고 한다.

이제 나는 친구들에게 돌아와서 대책을 의논해야 한다.

정시

▶ 상황제시문을 기반으로 인성 면접을 진행

나는 육군 상사이며 전사 통지관으로서 병사들이 복무 중 사망했을 때 유가족들에게 이 소식을 직접 전달하는 임무를 맡고 있다. 오늘은 외국에 파병된 한 장병이 근무중 순직했다는 사실을 유가족에게 전달해야 한다.

전사자 이름 : 김무명(22세)　계급 : 상병
소속 부대 : 레바논 평화유지단 동명부대
사망일시 : 2022년 1월 12일 오전 10시
사망원인 : 작전 중 전사　　유서 : 없음
추모 일시/장소 : 2022년 1월 15일부터 국군 수도병원
유가족 : 김유명(부)　이무명(모)

전사 통지문을 간략하게 작성하고 직접 통지해 주기 바랍니다.

<약학과 정시 면접문항>

▶ 상황제시문을 기반으로 인성 면접을 진행

우리는 일주일에 보통 70~100시간을 앉아서 보낸다.
이렇게 앉아서 일하는 사람은 스마트폰 화면과 컴퓨터 글자판 위에서 하루 최대 수 킬로미터를 움직이지만 발은 한 달 내내 1Km도 움직이지 않는다는 연구 결과가 나오기로 했다.
냉장고에는 남미에서 온 바나나와 아보카도가 들어있다.
모두 전기가 일상화된 탓이다.

밤을 밝히는 전기는 인간 생물학에 어떤 영향을 끼쳤을까?

▶ 상황제시문을 기반으로 인성 면접을 진행

율리우스 바그너-야우레그 박사는 어떤 매독 환자들은 말라리아에 걸리면 회복이 빨라진다는 현상을 발견하여 보고했다. 또한 말라리아가 흔한 지역에는 매독 환자가 드물다. 말라리아 증세 중 하나는 주기적으로 체온이 올라가는 것이다.

체온이 올라 면역 기능이 좋아질 수 있지만 열이 나면 영양분 소모가 최대 20%까지 늘고 일시적으로 남성을 불임 상태로 유도할 수 있다. 불쾌감도 크다. 해열제를 먹을 수도 있고 그렇지 않고 참을 수도 있다.

열이 난다고 찾아온 환자에게 약사로서 올바른 대처 방안은 무엇일까?

부록3. 논술고사 문항카드

[아주대학교 문항정보 1]

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형 고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	인문(오전) / 문제1	
출제 범위	교육과정 과목명	국어, 문학, 독서
	핵심개념 및 용어	고향, 공간, 장소, 가상 공간
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 자료

[문제 1] 다음 제시문을 읽고 아래 문제에 답하시오.

(가)

그의 고향은 대구에서 멀지 않은 K군 H란 외딴 동리였다. 한 백 호 남짓한 그곳 주민은 전부가 역둔토를 파먹고 살았는데 역둔토로 말하면 사삿집 땅을 부치는 것보다 떨어지는 것이 후하였다. 그러므로 넉넉지는 못할망정 평화로운 농촌으로 남부럽지 않게 지낼 수 있었다. 그러나 세상이 뒤바뀌자 그 땅은 전부가 동양척식회사의 소유에 들어가고 말았다. 직접으로 회사에 소작료를 바치게나 되었으면 그래도 나으련만 소위 중간 소작인이란 것이 생겨나서 저는 손에 흙 한번 만져 보지도 않고 동척엔 소작인 노릇을 하며 실작인에게는 지주 행세를 하게 되었다. 동척에 소작료를 물고 나서 또 중간 소작인에게 긁히고 보니 실작인의 손에는 소출의 삼 할도 떨어지지 않았다. 그 후로 '죽겠다', '못 살겠다' 하는 소리는 중이 염불하듯 그들의 입길에서 오르내리게 되었다. 남부여대하고 타처로 유리하는 사람만 늘고 동리는 점점 쇠진해 갔다.

지금으로부터 구 년 전 그가 열일곱 살 되던 해 봄에 그의 집안은 살기 좋다는 바람에 서간도로 이사를 갔었다. 쫓겨 가는 운명이어든 어디를 간들 신신하랴. 그곳의 비옥한 전야도 그들을 위하여 열릴 리 없었다. (중략) 화도 나고 고국산천이 그립기도 하여서 훌쩍

뛰어나왔다가 오래간만에 고향을 둘러보고 벌이를 구할 겸 서울로 올라가는 길이라 한다.

"고향에 가시니 반가워하는 사람이 있습디까?"

나는 탄식하였다.

"반가워하는 사람이 다 뭐기오? 고향이 통 없어졌더마."

"그렇겠지요. 구 년 동안이면 퍽 변했겠지요."

"변하고 무어고 간에 아무것도 없더마. 집도 없고, 사람도 없고, 개 한 마리도 얼씬을 않더마."

"그러면 아주 폐동이 되었단 말씀이오?"

"흥, 그렇구마. 무너지다가 담만 즐비하게 남았더마. 우리 살던 집도 터야 안 남았겠는기오? 암만 찾아도 못 찾겠더마. 사람 살던 동리가 그렇게 된 것을 혹 구경 했는기오?"

하고 그의 짜는 듯한 목은 높아졌다.

"썩어 넘어진 서까래, 뚤뚤 구르는 주추는! 꼭 무덤을 파서 해골을 헐어 젖혀 놓은 것 같더마. 세상에 이런 일도 있는 기오? 백여 호 살던 동리가 십 년이 못 되어 통 없어지는 수도 있는 기오? 후!" / 하고 그는 한숨을 쉬며 그때의 광경을 눈앞에 그리는 듯이 멀거니 먼 산을 보다가 내가 따라 준 술을 꿀꺽 들이켜고,

"참! 가슴이 터지더마, 가슴이 터져."

하자마자 굵직한 눈물 두어 방울이 뚝뚝 떨어진다.

나는 그 눈물 가운데 음산하고 비참한 조선의 얼굴을 똑똑히 본 듯싶었다.

이윽고 나는 이런 말을 물었다. / "그래, 이번 길에 고향 사람은 하나도 못 만났습니까?"

"하나 만났구마, 단지 하나." / "친척 되시는 분이던가요?"

"아니구마, 한 이웃에 살던 사람이구마." / 하고 그의 얼굴은 더욱 침울해진다.

"여간 반갑지 않으셨겠지요?"

"반갑다마다, 죽은 사람을 만난 것 같더마. 더구나 그 사람은 나와 까닭도 좀 있던 사람인데……"

"까닭이라니?" / "나와 혼인 말이 있던 여자구마."

"하—!" / 나는 놀란 듯이 벌린 입이 다물어지지 않았다.

"그 신세도 내 신세만이나 하구마." / 하고 그는 또 이야기를 계속하였다.

그 여자는 자기보다 나이 두 살 위였는데 한 이웃에 사는 탓으로 같이 놀기도 하고 싸우기도 하며 자라났었다. 그가 열네댓 살 적부터 그들 부모 사이에 혼인 말이 있었고 그도 어린 마음에 매우 탐탁하게 생각하였었다. 그런데 그 처녀가 열일곱 살 된 겨울에 별안간 간 곳을 모르게 되었다. 알고 보니 그 아비 되는 자가 이십 원을 받고 대구 유곽에 팔아먹은 것이었다. 그 소문이 퍼지자 그 처녀 가족은 그 동리에서 못 살고 멀리 이사를 갔는데

그 후로는 물론 피차에 한번 만나 보지도 못하였다. 이번에야 빈터만 남은 고향을 구경하고 돌아오는 길에 읍내에서 그 아내 될 뻔한 댁과 마주치게 되었다. 처녀는 어떤 일본 사람 집에서 아이를 보고 있었다. 궐녀는 이십 원 몸값을 십 년을 두고 갚았건만 그래도 주인에게 빚이 육십 원이나 남았었는데 몸에 몹쓸 병이 들고 나이 늙어져서 산송장이 되니까 주인 되는 자가 특별히 빚을 탕감해 주고 작년 가을에야 놓아 준 것이었다. 궐녀도 자기와 같이 십 년 동안이나 그리던 고향에 찾아오니까 거기에는 집도 없고 부모도 없고 쓸쓸한 돌무더기만 눈물을 자아낼 뿐이었다. 하루해를 울어 보내고 읍내로 들어와서 돌아다니다가 십 년 동안에 한 마디 두 마디 배워 두었던 일본 말 덕택으로 그 일본 집에 있게 되었던 것이었다.

"암만 사람이 변하기로 어째 그렇게도 변하는기오? 그 숱 많던 머리가 훌렁 다 벗어졌더마. 눈은 푹 들어가고 그 이들이들하던 얼굴빛도 마치 유산을 끼얹은 듯하더마."

"서로 붙잡고 많이 우셨겠지요?"

"눈물도 안 나오더마. 일본 우동집에 들어가서 둘이서 정종만 한 열 병 따라 누이고 헤어졌구마."

하고 가슴을 짜는 듯이 괴로운 한숨을 쉬더니만 그는 지낸 슬픔을 새록새록이 자아내어 마음을 새기기에 지쳤음이더라. / "이야기를 다 하면 무얼 하는기오?"

하고 쓸쓸하게 입을 다문다. 내 또한 너무도 참혹한 사람살이를 듣기에 쓴 물이 났다.

— 현진건,「고향」

(나)

고향에 대한 깊은 애착은 특정 문화나 경제권에만 국한되는 것이 아닌 전 세계적인 현상으로 보인다. 도시나 땅은 어머니로 간주되며, 그것은 사람들에게 삶의 자양분을 제공한다. 즉 고향은 정감 어리고 애틋한 추억들과 함께 현재에 영감을 주는 찬란한 과거의 역사적 업적들을 모아놓은 일종의 '저장고'인 것이다. 또한 고향은 영속적인 성질을 갖고 있어서 우연성과 변화의 물결에 휩쓸리면서 스스로 나약하다고 여기는 사람들에게 심리적 안정감과 정신적 위안을 준다.

또한 사람들은 자신의 고향을 '세상의 중심'으로 보려는 경향이 있다. 자신들의 고향을 중심이라고 주장하는 것은 그 위치가 부인하기 어려운 가치를 지녔다는 것을 주장하는 셈이다. 세계의 여러 지역에서 이러한 중심 의식은 기본 방위에 따르는 기하학적 공간 개념에 의해 구체화된다. 집을 예로 들어 설명하자면, 집은 천문학적으로 결정된 공간 시스템의 중심에 위치한다. 천상과 지하세계를 잇는 수직축이 집을 관통하고, 또 별들은 집을 중

심으로 빙 돌면서 움직이는 것처럼 보인다. 이렇게 하여 집과 고향은 우주 구조의 중심점이 된다. 이러한 장소 개념에서는 당연히 집에 최상의 가치를 부여하기 때문에 집을 포기한다는 것은 상상조차 하기 어려운 일이다. 만약 파괴가 일어난다면 사람들은 완전히 기가 꺾일 것이다. 왜냐하면 자신들의 고향이 폐허가 되는 것은 그들의 우주가 폐허가 됨을 뜻하기 때문이다.

— 이-푸 투안, 『공간과 장소』

(다)

큰아들은 작년에 대학 입시생이었다. 바쁘게 공부해야 하는 시기임에도 빼놓지 않고 하루에 30분 정도는 초등학생 때부터 해 오던 '메이플 스토리'라는 게임을 했다. 2003년도에 출시된 이 게임은 2차원 온라인 게임으로, 배경 화면이 오른쪽에서 왼쪽으로 흘러가면서 주인공이 그 안을 뛰어다니는 게임이다. 각 스테이지마다 각기 다른 배경의 공간이 만들어져 있다. 하늘에 떠 있는 도시가 나오기도 하고, 숲이 배경으로 되기도 한다. 이 게임에는 이러한 배경 공간이 수백 개가 있다. 처음에는 이 게임을 하는 아들을 보면서 쉴 때 아무것도 하지 말고 쉬지 왜 게임을 하는지 이해가 되지 않았다. 그러던 어느 날 멍하니 게임을 하고 있는 아들을 뒤에서 바라보다가 아들이 왜 이 게임을 하면서 쉬는지 깨달았다. 그에게는 메이플 스토리의 게임 배경 화면이 고향이기 때문이다. 초등학교 시절부터 가장 많은 시간을 보낸 스크린 속 게임 공간이 그에게는 내가 어려서 뛰놀던 골목길과 마찬가지였던 것이다. 어렵지 않은 메이플 스토리 게임을 하면서 움직이는 배경 화면을 보는 것은 아들에게는 움직이는 풍경을 보는 산책과 마찬가지였다. 스마트폰과 게임 같은 가상 공간에서 더 많은 시간을 보내는 밀레니얼 세대에게 가상 공간은 어른 세대와는 다른 의미로 다가온다. 이처럼 개인의 경험은 세상을 바라보는 기준을 만든다. 그리고 그 기준은 미래를 만든다.

— 유현준, 『공간의 미래』

[문제 1-1]

(가)는 오래간만에 고향을 방문한 '그'의 사연을 다룬다. '그'의 심적 상태를 (나)를 활용하여 설명하시오. 글의 분량은 띄어쓰기를 포함하여 400(±100)자로 할 것. (25점)

[문제 1-2]

(다)는 밀레니얼 세대의 가상 공간 경험을 다룬다. (나)에 나오는 고향의 특성을 참고하여, (다)의 입장을 수용하거나 반박하면서 실제 장소로서의 고향에 대한 애착이 디지털 시대에 어떠한 의미를 지니게 될 것인지에 대한 자신의 견해를 제시하시오. 글의 분량은 띄어쓰기를 포함하여 400(±100)자로 할 것. (25점)

3. 출제 의도

이 문항은 인문사회계열 학생들에게 기본적으로 요구되는 통합적, 비판적 사고 능력을 확인하고 아울러 그것을 논리적으로 설명하는 능력을 확인하기 위해 설계되었다. 이를 위하여 일제 강점기를 배경으로 고향의 상실을 주제로 한 소설 작품과 고향에 관한 문화인류학적 의미를 고찰한 글을 제시하고, 앞으로 펼쳐질 디지털 시대에서 전통적인 고향에 대한 의미가 변할 것이라고 예측하는 글을 제시하였다. 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
	성취기준 1	[12독서02-01] 글에 드러난 정보를 바탕으로 중심 내용, 주제, 글의 구조와 전개 방식 등 사실적 내용을 파악하며 읽는다.(95쪽)	문항 전체
	성취기준 2	[12독서02-03] 글에 드러난 관점이나 내용, 글에 쓰인 표현 방법, 필자의 숨겨진 의도나 사회·문화적 이념을 비판하며 읽는다.(95쪽)	문항 전체
	성취기준 3	[12독서02-05]글에서 자신과 사회의 문제를 해결하는 방법이나 필자의 생각에 대한 대안을 찾으며 창의적으로 읽는다.(95쪽)	문항 전체

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
문학	최원식 외	창비	2019	23-27	제시문(가)	X

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자 (저자)	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
공간과 장소	이-푸 투안	사이	2020	81-81; 91	제시문(나)	○
공간의 미래	유현준	을유문화사	2021	343-344	제시문(다)	○

5. 문항 해설

이 문항은 주어진 자료를 정확히 읽고 해석한 후, 본인의 입장에 맞게 근거로 활용할 수 있는지를 확인하고자 한다. 제시문 (가)는 오래간만에 고향을 방문한 그가 느끼는 심적 반응에 주목한다. 물리적인 파괴와 정서적 파괴가 동시에 진행된 고향에서 느끼는 상실감이 주로 다루어진다. 제시문 (나)는 고향은 인간에게 여러 정서적인 지지를 제공하며, 인식적인 중심으로 기능한다는 점을 다룬다. 제시문 (다)는 앞으로 펼쳐질 디지털 시대에 가상 공간이 어떠한 의미를 지니게 될지 실마리를 찾아보는 글로서 전통사회의 고향 개념의 변화를 유추할 수 있다.

문항은 모두 두 개의 소문항으로 구성되어 있다. 첫 번째 문항은 제시문 (나)의 개념적, 이론적인 설명을 제시문 (가)의 내용에 적용하여 제시문 (가)의 의미를 분석하도록 하고, 두 번째 문항은 제시문 (다)에 대하여 판단한 다음 수용하거나 반박하는 자신의 입장을 선택하고, 제시문 (나)의 내용을 활용하여, 미래에 실제 장소로서의 고향에 대한 애착이 어떠한 의미를 지니게 될지에 관한 자신의 견해를 피력하도록 한다.

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]	1 내용면 ---------------------------------- 문제1-1, 1-2 각 20점, 총40점 [1-1] '그'의 심적 상태를 (나)를 활용하여 설명한 경우 -----------------20점 ① '그'의 심적 상태를 설명 (10점) · (가) 전체를 포괄하여 '그'의 감정을 지칭하면 2점 · 고향 동네가 폐동이 되고, 집이 무너진 것을 목격한 것에 대한 내용을 다루면 4점 · 결혼할 뻔한 이웃 여자를 만나 그녀의 변화를 확인한 것에 대한 내용을 다루면 4점 ② (나)를 활용 (10점) · 고향은 '세상의 중심'으로 인식되며, 고향의 파괴가 사람에게 극심한 정신적 타격을 준다는 내용을 활용하면 5점 · 고향은 과거 기억(추억, 역사)의 저장고이며, 이로 인해 심리적 안정감과 위안을 준다는 것을 활용하면 5점 2 표현면 -------------------------- 문제1-1, 1-2 각 5점(상: 5, 중: 3, 하: 0) ① 어휘력: 적절한 어휘 사용 ② 문장력: 문법적인 문장 구사 ③ 단락구성력: 문장과 문장 간의 긴밀한 연관성	25
[1-2]	1 내용면 ---------------------------------- 문제1-1, 1-2 각 20점, 총40점 [1-2] (나)에 나오는 고향의 특성을 참고하고, (다)의 입장을 수용하거나 반박하면서, 디지털 시대 고향의 의미에 대한 자신의 견해를 적절히 펼친 경우 ----------------- 20점 ① (다)의 입장을 수용하거나 반박 (3점) ② (나)에 나오는 고향의 특성을 참고 (7점) · 과거 기억의 저장고 / 친밀감, 심리적 안정감 등을 제공 / '세상의 중심'으로 인식 / 고향의 파괴가 정신적 타격으로 이어진다 등의 내용을 활용할 수 있음 ③ 자신의 견해를 논리적으로 제시 (10점) 2 표현면 -------------------- 문제1-1, 1-2 각 5점(상: 5, 중: 3, 하: 0) 총10점 ① 어휘력: 적절한 어휘 사용 ② 문장력: 문법적인 문장 구사 ③ 단락구성력: 문장과 문장 간의 긴밀한 연관성	25

7. 예시 답안

[문제 1-1]

9년 만에 고향으로 돌아온 그는 고향이 폐허가 되어버린 것을 보고 극도의 상실감을 느낀다. 한때 백여 호가 평화롭게 살던 고향 동네는 이제 아무도 살지 않는 폐동이 되어버렸고, 집은 무너져 담만 즐비하게 남은 것이 '무덤을 파서 해골을 헐어 젖혀 놓은 것 같'다고 느낀다. (나)에 의하면 사람은 자신의 집과 고향을 '세상의 중심'으로 인식하는 경향이 있다. 그러므로 집과 고향이 파괴된다면 자신의 우주가 폐허로 변한 것 같은 심한 정신적 타격을 입게 되는데, 그가 지금 그러한 상태에 있다. 또 (나)에 따르면 고향은 추억과 역사 등을 모아놓은 '저장고'로서 고향이 환기하는 기억은 사람에게 심리적 안정감을 제공한다. 그는 자신과 혼담까지 오갔던 동네 처녀가 그간 고생 끝에 폐인이 다 된 것을 목격하였다. 정감 있는 추억마저 사라진 고향은 더는 안정감과 위안을 줄 수 없기에 그는 쓸쓸함을 느끼고 끝내 눈물을 흘리게 된 것이다. (465자)

[문제 1-2]

(수용)

디지털 시대에는 실제의 장소에 대한 애착은 현저히 약화되고 가상 공간에 대한 애착이 그것을 대신하게 될 것이다. (나)에 의하면 고향은 영속성을 지니고 있어서 세상의 우연성과 변화에 불안감을 느끼는 사람에게 안정감을 줄 수 있다. 그러나 이것은 어디까지나 변화의 속도가 느린 전통 사회에 해당하는 설명이다. 오늘날 세상은 급격히 변하고 있으며 변화의 속도는 점점 더 빨라진다. 실제의 공간과 장소 또한 급격한 사회 변화에 따라 빠르게 바뀔 수밖에 없고, 그 결과 장소의 영속성은 크게 약화된다. 한편 가상 공간 경험이 익숙한 밀레니얼 세대는 SNS를 즐기면서 친구들과 추억을 쌓고 게임을 하면서 역사를 만든다. 이처럼 가상 공간에서 추억과 역사가 쌓이면 그것이 일정한 심리적 안정감이나 위안을 제공할 수 있고, 그렇게 된다면 전통 사회에서 고향이 하던 기능을 대체할 수 있게 되는 것이다. (441자)

(반박)

디지털 시대가 되더라도 고향에 대한 의식은 여전히 중요하며 가상 공간의 경험은 어디까지나 보조적 역할에 그칠 것이다. 가상 공간에서 많은 시간을 보내는 밀레니얼 세대에게

가상 공간은 어른 세대와는 다른 의미를 지닌다는 점은 부인할 수 없다. 그러나 그들이 즐기는 가상 공간 역시 실제의 세계를 바탕으로 한다는 점을 간과해서는 안 된다. 어디까지나 원본은 실제의 공간과 장소이며, 모방의 결과물은 실제 장소로서의 고향과 같은 '세상의 중심'으로 인식될 수는 없다. 또한 디지털 기술은 결국 실제 세계에서의 행복을 추구하기 위함이다. 비대면 수업에서 지식을 배우더라도 친구들과 어울리는 학교생활의 추억이 여전히 필요하듯, 가상 공간에서의 경험이 실제의 고향이 주는 정서적 안정과 위안을 완전히 대체할 수 없기에 고향에 대한 애착은 여전히 중요하게 지속될 것이다. (424자)

[아주대학교 문항정보 2]

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형 고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	인문(오전) / 문제2	
출제 범위	교육과정 과목명	정치와 법
	핵심개념 및 용어	정치참여, 선거
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 자료

[문제 2] 다음 제시문을 읽고 아래 문제에 답하시오.

(가)

다운스(Downs 1957)는 『민주주의 경제이론』라는 저서에서 선거 승리를 목표로 경쟁하는 두 정당이 좌우의 일차원적 정책 공간에서 경쟁할 경우, 중간에 위치한 투표자(중위 투표자) 입장으로 서로 수렴한다는 이론을 제시하였다. 다운스는 유권자들이 분명한 정책적 선호를 가지고 있으며 정당들의 정책 입장을 알고 있다고 가정하였다. 다운스는 또한 유권자들이 자신의 정책적 선호와 더 가까운 정책 입장을 제시하는 정당으로부터 더 큰 경제적인 효용을 느끼므로, 이러한 정당을 지지한다고 가정하였다. 이러한 가정이 충족된다면, 중도 입장을 취하는 정당은 급진적인 입장을 취하는 정당에 항상 승리한다. 예컨대, 한 정당이 중도 입장을 취하고 다른 정당은 좌파 입장을 취하면, 중도 입장을 취하는 정당은 중도 유권자와 우파 유권자의 지지를 얻을 수 있는 반면, 좌파 입장을 취하는 정당은 좌파 유권자의 지지만 얻을 수 있다. 따라서 정당들은 중도 입장이 선거에 유리하다는 사실을 알게 되고, 점점 온건한 입장을 취하게 되어 결국 두 정당 모두 중위 투표자 입장과 같은 입장을 취하게 된다.

(나)

에이큰과 바르텔즈(Achen and Bartels 2016)는 『현실주의자의 민주주의』라는 저서에서 사람들은 경제 활동을 할 때와는 달리 정치 활동을 할 때 합리적인 판단을 하지 않는다고 주장한다. 에이큰과 바르텔즈는 유권자들이 분명한 정책적 선호를 가지고 있지 않으며 정당들의 정책 입장을 잘 알지 못한다고 주장한다. 그뿐만 아니라, 그들은 유권자들의 정책적 선호가 경제적 효용에 의해 결정된다는 다운스의 가정을 비판한다. 에이큰과 바르텔즈에 의하면, 유권자의 집단 정체성이 이들의 정치적 충성심을 형성하고, 이러한 정치적 충성심은 차례로 정치적 선호와 정당에 대한 선택을 결정한다. 유권자는 복잡한 이성적 판단보다는 간편한 감성적 판단에 더 의존하는 경향이 있다. 유권자의 생각을 바꾸기 위해서는 이성적인 설득보다 감정을 움직이는 것이 더 효과적이다. 그뿐만 아니라 인간은 자신의 생각과 다른 생각이 아무리 합리적이라고 할지라도, 이를 받아들이기보다는 거부하는 성향이 강하다. 유권자들은 소속 집단이 지지하는 정책이나 정당을 먼저 선택한 후 이러한 선택이 옳지 않다는 정보를 얻게 되어도 이를 거부하고 자신의 선택을 정당화시킨다.

(다)

페티와 카시오포(Petty and Cacioppo 1986)는 대학교 졸업을 위해 졸업 시험 제도를 신설할 때, 학생들이 졸업 시험에 대한 어떠한 태도를 가지는가를 분석하였다. 이들은 학생들을 두 집단으로 분류하고 두 집단에게 졸업 시험의 필요성을 다르게 설명하였다. 첫 번째 집단에는 졸업 시험을 치르는 학교의 졸업생들이 더 높은 연봉을 받는다고 주장하였다. 두 번째 집단에는 다른 학교들도 졸업 시험을 치르니 형평성 차원에서 졸업 시험이 필요하다고 주장하였다. 페티와 카시오포는 학생들을 두 집단으로 나누어 한 집단에는 프린스턴 대학의 교수가 졸업 시험이 필요하다고 주장했다고 말한 반면 다른 집단에는 지방의 고등학교 교사가 이러한 주장을 했다고 말했다. 페티와 카시오포는 또한 학생들을 두 집단으로 나누어, 한 집단에는 졸업 시험 제도를 바로 시행한다고 말하고, 다른 집단에는 10년 뒤에 시행할 것이라고 말하였다.

이러한 실험 결과, 10년 뒤에나 졸업 시험 제도가 도입된다는 말을 들은 학생들의 찬반 여부는 졸업 시험의 필요성을 주장한 사람이 누구인가에 따라 갈라졌다. 졸업 시험의 필요성을 프린스턴 대학 교수가 주장했다는 말을 들은 학생들은 고등학교 교사가 주장했다는 말을 들은 학생보다 졸업 시험을 더 강하게 찬성하였다. 반면 졸업 시험 제도를 즉각적으로 시행할 것이라는 말을 들은 학생들은 졸업 시험의 유용성을 더 중시하였다. 졸업 시험이 더 높은 연봉에 도움이 된다는 말을 들은 학생들은 형평성 때문에 졸업 시험을 도입해야 한다는 말을 들은 학생보다 졸업 시험을 더 강하게 찬성하였다. 이러한 실험이 보여주는 바는 다음과 같다. 사람들은 직접적인 이해가 걸려 있는 사안에 대해서는 정보의 내용 자체를 중시하는 반면, 직접적인 이해가 걸려 있지 않은 사안에 대해서는 정보의 내용 자체와 상관없는 주변적인 단서에 집중한다.

(라)

영남 유권자들은 영남을 대표하는 보수 정당에 차별적인 지지를 보내고 호남 유권자들은 호남을 대표하는 진보 정당에 압도적인 지지를 보낸다. 이러한 지역주의 투표를 두고 학자들은 서로 다른 이론을 제시하였다. A 이론에 의하면, 영호남민들은 자신의 지역을 대표하는 정당이 집권했을 때 자신이 거주하는 지역이 경제적으로 발전하고 이로 인해 자신도 경제적 혜택을 입게 될 것을 기대하기 때문에 지역주의 투표를 한다. B 이론은 영호남 간의 지역감정 또는 편견 때문에 지역주의 투표가 발생했다고 주장한다. 백제와 신라 때부터 존재했던 영남민과 호남민 간 지역 감정 또는 편견이 지역주의 투표의 원인이라는 것이다. C 이론은 지역주의를 영호남민의 정책적 선호의 차이를 반영한 것으로 본다. 이 이론에 의하면, 영남민은 보수적인 정책을 선호하는 반면 호남민은 진보적인 정책을 선호하기 때문에, 이들이 각각 자신의 정책적 선호와 더 가까운 정당을 지지한 결과가 지역주의 투표 결과로 나타난 것이다. D 이론은 영호남민의 내집단에 대한 정서적 동질감과 외집단에 대한 거부감이 지역주의 투표로 이어진다고 본다. 이 이론에 의하면, 지역주의는 개개인의 운명을 지역 전체의 운명과 동일시하는 정치적 정체성의 발로이다.

[문제 2-1]
유권자의 정치적 태도에 대한 (가)와 (나)의 시각을 둘 이상의 차이점을 들어 비교하고, (다)를 통해 (가)와 (나)의 시각을 각각 비판하시오. 글의 분량은 띄어쓰기를 포함하여 400(±100)자로 할 것. (25점)

[문제 2-2]
(라)의 A~D 이론들이 각각 유권자의 정치적 태도에 대한 (가)와 (나)의 시각 중 어떤 시각과 부합하는가를 설명하시오. 글의 분량은 띄어쓰기를 포함하여 400(±100)자로 할 것. (25점)

3. 출제 의도

이 문항은 인문·사회계열 학생들에게 기본적으로 요구되는 비판적 독해능력 및 논리적 사고 능력을 평가하기 위해 설계되었다. 이를 위해 (가)와 (나)에서 제시된 유권자 정치적 태도 및 선거경쟁에 대한 두 이론의 핵심적 차이를 파악하는 능력을 평가하였다. 동시에 이 두 이론을 (다)의 실험 연구 결과를 통해 비교 분석하는 능력을 평가하였고, (라)의 지역주의 투표이론과 (가)와 (나)의 두 선거이론과의 연관성을 파악할 수 있는 능력을 평가하였다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 근거

<table>
<tr><td>적용 교육과정</td><td colspan="3">교육부 고시 제 2015 – 74호 [별책 7] 사회과 교육과정</td></tr>
<tr><td rowspan="3">관련 성취기준</td><td colspan="2">과목명 : 정치와 법</td><td>관련</td></tr>
<tr><td>성취기준 1</td><td>[12정법03-01] 민주 국가의 정치과정을 분석한다. (235쪽)</td><td>문항 전체</td></tr>
<tr><td>성취기준 2</td><td>[12정법03-02] 대의제에서 선거의 중요성과 선거 제도의 유형을 이해하고, 우리나라 선거 제도의 특징과 문제점을 분석한다. (235쪽)</td><td>문항 전체</td></tr>
</table>

	성취 기준 3	[12정법03-03] 정당, 이익집단과 시민단체, 언론의 의의와 기능을 이해하고, 이를 통한 시민 참여의 구체적인 방법과 한계를 분석한다. (235쪽)	문항 전체

나) 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자 (저자)	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
누가 누구를 대표할 것인가	문우진	후마니타스	2021	84	제시문 (가)	○
누가 누구를 대표할 것인가	문우진	후마니타스	2021	45	제시문 (나)	○
누가 누구를 대표할 것인가	문우진	후마니타스	2021	51	제시문 (다)	○
누가 누구를 대표할 것인가	문우진	후마니타스	2021	106	제시문 (라)	○

5. 문항 해설

(가)에서는 유권자의 정치적 태도에 대한 합리적 선택이론을 제시한다. (나)에서는 유권자의 정치적 태도에 대한 심리학적 이론을 제시한다. (가)에서는 유권자들이 합리적이며 분명한 정책적 선호를 가지고 있으며, 정당들의 정책 입장을 알 수 있고 정책 입장에 대한 경제적 효용을 비교하여 정당을 선택한다고 주장하는 반면, (나)에서는 유권자들이 감성적 판단을 하고 분명한 정책적 선호를 가지고 있지 않으며, 정당들의 정책 입장을 알 수 없고 집단 정체성에 따라 정당을 선택한다고 주장한다. 학생들은 두 시각의 차이를 파악할 수 있어야 하며 (다)문의 실험 결과를 통해 (가)와 (나)의 시

각을 비판적으로 평가한다. (라)의 네 지역주의 이론은 각각 (가)와 (나)의 시각 중 하나에 기초를 두고 있으며, 학생들은 네 이론이 (가)와 (나)와 어떻게 연관되어 있는가를 파악해야 한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[2-1]	1 내용면 --------------------- 문제1-1, 1-2 각 20점, 총40점 [2-1] (가)와 (나) 시각의 차이점을 인식하고, 이들 주장의 타당성을 평가하기 위한 자료 해석 능력 평가 -----------------20점 ① (가)의 유권자의 특성을 ‘합리적 판단,’ ‘분명한 정책적 선호,’ ‘정당 정책 입장 인지,’ ‘경제적 효용’ 중 둘 이상의 개념을 포함해서 체계적으로 서술하면 5점 ② (나)의 유권자의 특성을 ‘감성적 판단,’ ‘불분명한 정책적 선호,’ ‘정당 정책 입장 인지하지 못함,’ ‘집단 정체성’ 중 둘 이상의 개념을 포함해서 체계적으로 서술하면 5점 ③ 직접적 이해가 걸려 있지 않은 사안은 주변적 단서를 중시한다는 (다)의 실험 결과를 근거로 정책 내용을 보고 투표한다는 (가)의 시각을 비판하면 5점 ④ 직접적 이해가 걸린 사안은 내용 중시한다는 (다)의 실험 결과를 근거로 집단 정체성에 따라 정당을 선택한다는 (나)의 시각을 비판하면 5점 2 표현면 ------------------------------------ 5점(상: 5, 중: 3, 하: 0) ① 어휘력: 적절한 어휘 사용 ② 문장력: 문법적인 문장 구사 ③ 단락구성력: 문장과 문장 간의 긴밀한 연관성	25
[2-2]	[2-2] 제시문의 내용을 정확하게 이해하고, 제시문에 부합하는 자료 분석 능력 평가 ----------------------------------20점 ① 지역주의 투표가 경제적 혜택에 대한 기대의 발로라는 A 이론의 주장을 근거로 A 이론이 (가)와 부합한다는 점을 제시하면 5점 ② 지역주의 투표가 지역감정의 발로라는 B 이론의 주장을 근거로 B 이론이 (나)와 부합한다는 점을 제시하면 5점	25

	③ 지역주의 투표가 정책적 선호에 따른 투표 결과라는 C 이론의 주장을 근거로 C 이론이 (가)와 부합한다는 점을 제시하면 5점 ④ 지역 정체성을 지역주의 투표의 원인이라는 D 이론의 주장을 근거로 D 이론이 (나)와 부합한다는 점을 제시하면 5점 2 표현면 ------------------------------------ 5점(상: 5, 중: 3, 하: 0) ① 어휘력: 적절한 어휘 사용 ② 문장력: 문법적인 문장 구사 ③ 단락구성력: 문장과 문장 간의 긴밀한 연관성

7. 예시 답안

[문제 2-1]

(가)에서는 유권자들이 합리적이며 분명한 정책적 선호를 가지고 있으며, 정당들의 정책 입장을 알 수 있고 정책 입장에 대한 경제적 효용을 비교하여 정당을 선택한다고 주장하는 반면, (나)에서는 유권자들이 감성적 판단을 하고 분명한 정책적 선호를 가지고 있지 않으며, 정당들의 정책 입장을 알 수 없고 집단 정체성에 따라 정당을 선택한다고 주장한다. (다)에 의하면 사람들은 직접적인 이해가 걸려 있지 않은 사안에 대해서는 정보 내용보다 주변적인 단서에 집중한다고 생각한다. 따라서 유권자들이 정책 내용에 따라 투표 결정을 한다는 (가)의 시각은 비판받을 수 있다. (다)에 의하면 사람들은 직접적인 이해가 걸려 있는 사안에 대해서는 사안이 가지고 있는 내용을 중시한다. 따라서 집단정체성이 정당에 대한 선택을 결정한다는 (나)의 시각은 비판받을 수 있다. (422자)

[문제 2-2]

영호남민들이 경제적인 혜택을 기대하고 정당을 선택한다고 주장하는 A 이론은 유권자들이 경제적인 효용에 따라 정당을 선택한다는 (가)의 시각과 부합한다. 영호남 간의 지역감정 또는 편견 때문에 지역주의 투표를 한다는 B 이론은 유권자들이 감성적 판단에 의존해서 정당을 선택한다는 (나)의 시각과 부합한다. 영남민은 보수적인 정책을 선호하고 호남민은 진보적인 정책을 선호하기 때문에 이들이 자신의 정책적 선호와 더 가까운 정당을 지지한다는 C 이론은 유권자들이 자신의 정책적 선호를 근거로 정당을 지지한다는 (가)의 시각과 부합한다. 영호남민의 지역 정체성을 지역주의 투표의 원인으로 보는 D 이론은 유권자들이 집단 정체성에 따라 정당을 선택한다는 (나)의 시각과 부합한다. (376자)

[아주대학교 문항정보 3]

1. 일반 정보

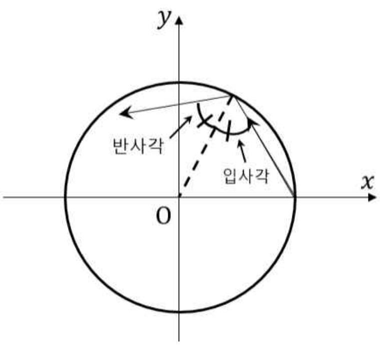
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형 고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(오전) 대문항 1번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학 I, 미적분
	핵심개념 및 용어	귀류법, 시초선, 동경, 일반각, 호도법, 라디안, 사인법칙, 주기, 덧셈정리
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

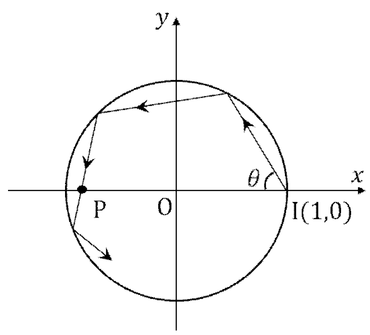
[제시문]

직진하던 빛이 물체에 부딪칠 때 진행 방향이 바뀌어 나아가는 현상을 **빛의 반사**라고 한다. 빛이 원에서 반사될 때, [그림 1-1]에서와 같이 입사각과 반사각의 크기가 같다.

중심이 원점 O이고 반지름이 1인 원 $x^2+y^2=1$을 단위원이라 한다. 점 $\mathrm{I}(1,0)$에서 빛이 x축과 각 θ (단, $0<\theta<\frac{\pi}{2}$)를 이루며 단위원 내부로 발사되고 계속해서 원에서 반사된다고 하자. 이때, 각 θ를 **발사각**이라 한다. 반사가 일어나는 원 위의 점을 **반사지점**이라 하고, n번째 반사가 일어나는 반사지점을 **n번째 반사지점**이라 한다. [그림 1-2]는 점 $\mathrm{I}(1,0)$에서 발사된 빛이 원 위에 2번 반사된 후, x축 위의 점 P를 통과하는 예를 보여준다. 모든 각의 단위는 라디안(radian)이다.



[그림 1-1]



[그림 1-2]

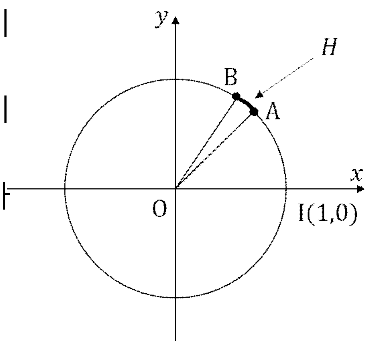
[문항]

[문제 1-1] (25점) [그림 1-2]와 같이 단위원 위의 점 I에서 빛이 발사각 θ를 이루며 발사되어 제2사분면에서 원 위의 2번째 반사지점을 지나 제3사분면에서 원 위의 3번째 반사지점을 갖게 된다고 하자.

(1) 발사각 θ의 범위를 구하고, 빛이 통과하는 x축 위의 점 P의 x좌표를 θ를 이용하여 나타내라.

(2) $\theta = \frac{7\pi}{24}$이고 $a = \cos\frac{\pi}{24}$라 할 때, 2번째 반사지점에서 점 P까지 빛이 이동한 거리를 a에 대한 식으로 나타내라.

[문제 1-2] (15점) [그림 1-3]에서 $\angle \mathrm{IOA} = \frac{18\pi}{64}$ 이고 $\angle \mathrm{IOB} = \frac{21\pi}{64}$이다. 호 AB를 H라 하자. 발사각이 $\theta = \frac{59\pi}{128}$일 때, 점 I에서 발사된 빛이 n번째 반사지점에서 H와 2번째로 만난다고 하자. n을 구하라.



[그림 1-3]

[문제 1-3] (10점) 점 I에서 빛이 발사각 $\theta = \frac{\pi}{\sqrt{6}}$로 발사되었을 때, 점 I가 반사지점이 될 수 없음을 $\sqrt{6}$이 무리수라는 사실을 이용하여 증명하라.

3. 출제 의도

[문제 1-1] 사각형 또는 삼각형의 도형을 잘 관찰하고, 사인법칙, 덧셈정리, 피타고라스 정리를 잘 활용할 수 있는지를 평가한다.

[문제 1-2] 문제에 주어진 상황을 수학적으로 표현한 후 답을 찾아가는 관찰을 잘 할 수 있는지를 평가한다.

[문제 1-3] 무리수와 유리수의 차이를 알고 귀류법을 사용할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
	수학 [10수학03-07] 대우를 이용한 증명법과 귀류법을 이해한다. 수학 I [12수학 I 02-01] 일반각과 호도법의 뜻을 안다. [12수학 I 02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다. [12수학 I 02-03] 사인법칙과 코사인법칙을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. 미적분 [12미적02-03] 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학	황선욱 외 8	미래앤	2021	201
	수학	박교식 외 19	동아	2021	196
	수학	이준열 외 9	천재교육	2021	207
	수학 I	박교식 외 19	동아	2021	61,62,74,87
	수학 I	고성은 외 5	신사고	2021	65,66,77,92
	수학 I	이준열 외 9	천재교육	2021	69,70,83,99
	수학 I	김원경 외 14	비상	2021	65,66,78,96
	미적분	김원경 외 14	비상	2021	59,60
	미적분	황선욱 외 8	미래엔	2021	66,67
	미적분	고성은 외 5	신사고	2021	62,63

5. 문항 해설

본 문항은 수학의 귀류법을 이용한 증명, 수학Ⅰ의 삼각함수에서 시초선, 동경, 호도법, 라디안의 기본 개념을 이해하고 사인법칙의 활용에 대한 내용, 미적분에서 삼각함수의 덧셈정리에 대한 지식을 활용하고 있다. 따라서 본 문항을 통해 학생들이 제시문을 읽고 주어진 상황에서 각을 표현하고 규칙성을 발견하는 과정과 사인법칙을 활용하여 삼각형에서 변의 길이를 문자를 이용하여 표현하고, 삼각함수의 덧셈정리를 이용하여 식을 간단하게 변형할 수 있는지 확인한다. 이러한 과정을 통해 학생들이 대수적인 조작과 함께 기하적 사고를 융합하여 적용할 수 있는지 측정하고 문제 해결의 효율적인 해결 전략을 찾는 문제해결력과 귀류법을 이해하고 이를 활용하여 논리적으로 자신의 사고를 전개하는 추론 역량을 평가하는 문항이다.

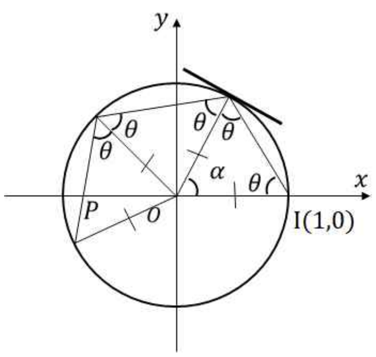
6. 채점 기준

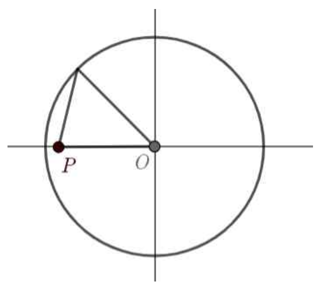
하위문항	채점 기준	배점
[1-1] (1)	$\alpha = \pi - 2\theta$을 관찰하고 $\frac{\pi}{4} < \theta < \frac{\pi}{3}$을 유도	4점
	$-x$를 한 변의 길이로 가지는 삼각형을 찾고, 사인법칙을 이용하여 x와 θ의 관계 유도	4점
	사인함수의 성질을 이용하여 x를 $\frac{\sin\theta}{\sin 5\theta}$로 표현	2점
[1-1] (2)	θ와 5θ를 $\frac{\pi}{24}$를 이용하여 표현한 후 덧셈정리를 이용하여 a로 표현한 후, P의 x좌표를 a의 식으로 구함	8점
	두 번째 반사지점의 좌표를 구한 후 피타고라스 정리를 이용하여 그 점과 점 P 사이의 거리를 구함	7점

하위문항	채점 기준	배점
[1-2]	n번째 반사지점을 지나는 동경과 시초선이 이루는 각을 구함.	4점
	n번째 반사지점과 호 H가 만난다는 것을 수식으로 표현해냄	4점
	$p=0,1,2,\cdots$을 따라 빛이 호 H와 만나게 되는 상황들을 추적하여 두 번째 만나게 되는 n(번째)을 구함	7점
[1-3]	점 I이 반사지점이 된다고 가정하고 $\sqrt{6}$을 유리식으로 표현	5점
	귀류법에 의하여 점 I가 반사지점이 될 수 없음으로 결론냄	5점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 1-1]





(1) 빛의 입사각과 반사각이 같으므로 첫 번째 반사지점을 지나는 동경과 시초선(x축의 양의 방향 반직선)이 이루는 각을 α라고 두면, $\alpha=\pi-2\theta$이고 $0<\theta<\dfrac{\pi}{2}$이므로 $0<\alpha<\pi$이다. 또한 2번째, 3번째 반사지점을 지나는 동경과 시초선이 이루는 각은 각각 $2\alpha, 3\alpha$가 된다. 문제의 가정에 의해 $2\alpha<\pi<3\alpha$이므로 $\alpha=\pi-2\theta$로부터 부등식 $\dfrac{\pi}{4}<\theta<\dfrac{\pi}{3}$을 얻는다. 이때, 점 $\mathrm{P}(x,0)$에 대하여 선분 OP의 길이는 $-x$이므로, 두 번째 반사지점과 점 P, 원점 O를 꼭지점으로 하는 삼각형과 사인법칙에 의해,

$$\frac{-x}{\sin\theta} = \frac{1}{\sin(2\pi - 5\theta)}$$

이다. 따라서, $\sin(2\pi - 5\theta) = -\sin 5\theta$에 의해서 $x = \dfrac{\sin\theta}{\sin 5\theta}$이다.

(2) $\theta = \dfrac{7\pi}{24}$이므로 덧셈정리를 이용하여

$$\sin\theta = \sin\frac{7\pi}{24} = \sin\left(\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{24}\right) = \sin\frac{\pi}{3}\cos\frac{\pi}{24} - \cos\frac{\pi}{3}\sin\frac{\pi}{24} = \frac{1}{2}\left\{a\sqrt{3} - \sqrt{1-a^2}\right\}$$

을 얻고

$$\sin 5\theta = \sin\frac{35\pi}{24} = \sin\left(\frac{3\pi}{2} - \frac{\pi}{24}\right) = \sin\frac{3\pi}{2}\cos\frac{\pi}{24} - \cos\frac{3\pi}{2}\sin\frac{\pi}{24} = -a$$

이므로, 점 P의 x좌표는

$$x = \frac{\sin\theta}{\sin 5\theta} = -\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{1-a^2}}{2a}$$

이다. 한편 $2\alpha = 2\pi - 4\theta = \dfrac{5\pi}{6}$이므로 2번째 반사지점의 좌표는 $(\cos 2\alpha, \sin 2\alpha) = \left(-\dfrac{\sqrt{3}}{2}, \dfrac{1}{2}\right)$이다. 따라서, 2번째 반사지점에서 점 P까지 빛의 이동거리는

$$\sqrt{(x - \cos 2\alpha)^2 + (\sin 2\alpha)^2} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{1-a^2}}{2a}\right)^2 + \frac{1}{4}} = \frac{1}{2a}$$

이다.

[문제 1-2]

첫 번째 반사지점을 지나는 동경이 시초선과 이루는 각은 $\alpha = \pi - 2\theta = \dfrac{5\pi}{64}$이다. 두 번째 이상의 각 반사지점의 동경과 시초선이 이루는 각은 직전 반사지점

을 지나는 동경과 시초선이 이루는 각에 $\alpha = \dfrac{5\pi}{64}$을 더한 것이므로, n번째 반사지점의 동경과 시초선이 이루는 각은 $n\alpha = \dfrac{5n\pi}{64}$가 된다. 따라서 문제에서 주어진 호 H에 n번째 반사지점이 있다는 것은 어떤 $p = 0, 1, 2, \cdots$에 대하여

$$2p\pi + \frac{18\pi}{64} \le \frac{5n\pi}{64} \le 2p\pi + \frac{21\pi}{64}$$

를 만족한다는 의미가 된다. 빛이 2번째로 호 H와 만나게 되는 순간의 n을 p의 값을 키워가며 찾아간다.

• $p = 0$일 때, $\dfrac{18\pi}{64} \le \dfrac{5n\pi}{64} \le \dfrac{21\pi}{64}$를 정리하면 $18 \le 5n \le 21$, 즉 $n = 4$이다. 따라서 빛은 4번째 반사지점에서 호 H와 첫 번째로 만난다.

• $p = 1$일 때, $2\pi + \dfrac{18\pi}{64} \le \dfrac{5n\pi}{64} \le 2\pi + \dfrac{21\pi}{64}$를 정리하면 $146 \le 5n \le 149$인데, 이 부등식을 만족하는 자연수 n은 없다.

• $p = 2$일 때, $4\pi + \dfrac{18\pi}{64} \le \dfrac{5n\pi}{64} \le 4\pi + \dfrac{21\pi}{64}$를 정리하면 $274 \le 5n \le 277$이고, $n = 55$이다. 따라서, 빛이 2번째로 호 H와 만나는 반사지점은 55번째 반사지점이다.

[문제 1-3]
 점 $\mathrm{I}(1,0)$이 발사된 빛의 반사지점 중 하나가 된다고 가정하자. 그러면 적당한 자연수 n과 p에 대해

$$n\left(\pi - \frac{2\pi}{\sqrt{6}}\right) = 2p\pi \text{ 또는 } \sqrt{6} = \frac{n}{n-2p}$$

을 만족해야 한다. 하지만, 두 번째 식의 우변이 유리수이므로 $\sqrt{6}$이 무리수라는 사실에 모순이다. 따라서 귀류법에 의하여, 위 식을 만족하는 n과 p를 찾을 수 없고, 점 $\mathrm{I}(1,0)$은 발사각이 $\theta = \dfrac{\pi}{\sqrt{6}}$인 빛의 반사지점 중 하나가 될 수 없다.

[아주대학교 문항정보 4]

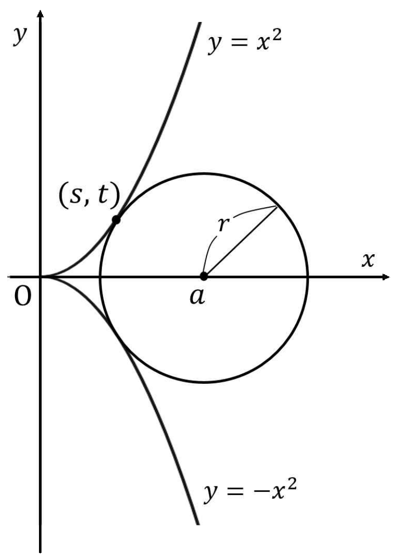
1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형 고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(오전) 대문항 2번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 II, 미적분
	핵심개념 및 용어	수렴, 극한(값), 발산, 무한대, 정적분, $\lim_{x \to a+} f(x)$, $\int_a^b f(x)\,dx$
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

양수 a에 대해, 중심이 점 $(a,0)$인 원이 아래 그림과 같이 $x \geq 0$에서 정의된 두 곡선 $y=x^2$, $y=-x^2$과 각각 한 점에서만 만난다. 이때 원의 반지름을 r이라고 하고 원과 곡선 $y=x^2$이 만나는 점을 (s,t)라고 하자.



점 $(a,0)$이 x축을 따라 원점으로 다가갈수록 원의 반지름 r은 작아지고, s와 t도 작아진다. 즉, 세 양수 r, s, t는 a에 의존하여 변한다. 특히, 점 (s,t)는 다음의 식을 만족함이 알려져 있다.

$$t = \frac{a-s}{2s} \qquad \text{또는} \qquad 2st + s - a = 0 \quad \text{--- ㉠}$$

식 ㉠과 $t = s^2$를 이용하면

$$2s^3 + s = a$$

를 얻는다. s는 양수이므로 $0 < s < a$이어야 한다. 그러므로 $\lim_{a \to 0+} s = 0$이 된다.

[문항]

[문제 2-1] (10점) 원의 중심 $(a,0)$과 점 (s,t)를 잇는 선분을 ℓ_1이라 하고 ℓ_1과 x축이 이루는 예각을 θ(라디안)이라고 하자. a가 0에 한없이 가까워질 때, θ가 $\frac{\pi}{2}$에 한없이 가까워짐을 보여라.

[문제 2-2] (20점) $n = 0, 1, 2, \cdots$에 대하여 다음의 물음에 답하라.

(1) $\frac{a^n}{r}$을 a, r, t를 포함하지 않는 s만의 식으로 나타내라.

(2) $\lim_{a \to 0+} \frac{a^n}{r}$이 정수가 되는 n을 모두 구하라.

[문제 2-3] (20점) 제시문과 [문제 2-1]을 참고하여 다음의 물음에 답하라.

(1) x축에 대하여 선분 ℓ_1과 대칭인 선분을 ℓ_2라 하자. $x \ge 0$에서 정의된 두 곡선 $y = x^2$, $y = -x^2$과 두 선분 ℓ_1, ℓ_2로 둘러싸인 영역의 넓이를 S라 하자. S를 a, r, t를 포함하지 않는 s만의 식으로 나타내라.

(2) (1)에서 서술한 영역 중 원 내부에 포함된 부분의 넓이를 T라 할 때, $\lim_{a \to 0+} \frac{T}{S}$을 구하라.

3. 출제 의도

[문제 2-1] 상황에 따라 변하는 양들 사이의 관계를 알아차릴 수 있는지와 삼각함수의 연속성을 이용할 수 있는지를 평가한다.

[문제 2-2] 연결되어 있는 양들을 하나의 양으로 표현할 수 있는지와 극한값을 잘 구할 수 있는지를 평가한다.

[문제 2-3] 간단한 정적분을 할 수 있는지와, 앞선 문제로부터의 정보를 이용하여 극한값을 찾을 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
	수학 II [12수학Ⅱ01-01] 함수의 극한의 뜻을 안다. [12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다. [12수학Ⅱ03-04] 다항함수의 정적분을 구할 수 있다. [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다. 미적분 [12미적02-04] 삼각함수의 극한을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학 Ⅱ	박교식 외 19	동아	2021	12~15, 20,140
	수학 Ⅱ	고성은 외 5	신사고	2021	11~15,19,134
	수학 Ⅱ	이준열 외 9	천재교육	2021	12~15,20,134
	수학 Ⅱ	김원경 외 14	비상	2021	12~15,19,127
	수학 Ⅱ	류희찬 외10	천재교과서	2021	13~16,22,133
	미적분	김원경 외 14	비상	2021	65
	미적분	황선욱 외 8	미래엔	2021	73
	미적분	고성은 외 5	신사고	2021	67

5. 문항 해설

본 문항은 수학Ⅱ의 함수의 극한과 극한값, 함수의 극한에 대한 성질, 다항함수의 정적분, 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이, 미적분의 삼각함수의 극한에 관한 기초적인 내용을 근간으로 하는 수학 내적 연결 융합형 문항이다. 따라서 본 문항을 통해 학생들이 제시문을 읽고 주어진 상황에서 여러 가지 조건을 이용하여 식을 정리하고 정적분을 이용하여 다항함수에서 도형의 넓이를 표현한 후 이를 함수의 극한에 관한 기초적인 수학적 사실을 활용하여 함수의 수렴과 발산을 판단하여 문제를 전략적으로 해결할 수 있는지 파악하고자 하는 문항이다. 또한 학생들이 제시문에 주어진 수학적 설명과 시각적 정보를 관찰하여 식을 세우고 주어진 식을 변형하거나 정리하는 과정을 통해 수학적 사실을 추측하고 적절한 근거에 기초하여 문제 해결과정을 전개할 수 있는지 확인한다. 이러한 과정을 통해 문제해결력 역량과 효율적인 방법을 찾거나 정교화하는 융합 역량을 평가하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
[2-1] (1)	식 ㉠을 이용하여 $\sin\theta$를 s의 식으로 표현	6점
	제시문의 $\lim_{a\to 0+} s = 0$을 이용하여 $\lim_{a\to 0+}\sin\theta = 1$이 되고, 사인함수의 연속성을 이용하여 $\lim_{a\to 0+}\theta = \frac{\pi}{2}$임을 보임	4점
[2-2] (1)	식 ㉠을 비롯한 여러 가지 관계식을 이용하여 r을 s(만)의 식으로 표현	2점
	$\frac{a^n}{r}$을 s(만)의 식으로 나타냄.	3점
[2-2] (2)	$n=0$일 때 극한을 관찰	2점
	$n=1$일 때 극한을 관찰	4점
	$n=2$일 때 극한을 관찰	5점
	$n \geq 3$일 때 극한을 관찰 후, 답을 확정함	4점
[2-3] (1)	삼각형의 면적의 공식과 적분식을 이용하여 S의 식을 세움	5점
	S의 정적분을 계산하고 s(만)의 식으로 표현	5점
[2-3] (2)	부채꼴의 넓이 공식을 이용하여 T를 s와 θ에 관하여 표현	4점
	$\lim_{a\to 0+}\theta = \frac{\pi}{2}$을 이용하여 $\lim_{a\to 0+}\frac{T}{S}$의 극한값을 구함	6점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 2-1]

식 ㉠을 이용하면

$$\sin\theta = \frac{t}{r} = \frac{t}{\sqrt{(a-s)^2+t^2}} = \frac{t}{\sqrt{(2st)^2+t^2}} = \frac{1}{\sqrt{4s^2+1}}$$

이고 $\lim_{a\to 0+}\sin\theta = \lim_{s\to 0+}\frac{1}{\sqrt{4s^2+1}} = 1$이 된다. $0<\theta<\frac{\pi}{2}$이고 $1=\sin\frac{\pi}{2}$이므로 사인 함수의 연속성에 의하여 $\lim_{a\to 0+}\theta = \frac{\pi}{2}$이다.

[문제 2-2]

(1) 점 (s,t)와 점 $(a,0)$사이의 거리가 원의 반지름 r이다. 이와 함께 식 ㉠과 점 (s,t)가 포물선 위에 있다는 것을 이용하면 식

$$r = t\sqrt{4s^2+1} = s^2\sqrt{4s^2+1}$$

을 얻는다. 위 식과 식 $2s^3+s=a$를 이용하면

$$\frac{a^n}{r} = \frac{(2s^3+s)^n}{s^2\sqrt{4s^2+1}}$$

의 식을 얻게 된다.

(2) n에 따라 다음의 극한을 관찰할 수 있다.

$n=0;\qquad \lim_{a\to 0+}\frac{a^0}{r} = \lim_{s\to 0+}\frac{1}{s^2\sqrt{4s^2+1}} = \infty.$

$n=1;\qquad \lim_{a\to 0+}\frac{a}{r} = \lim_{s\to 0+}\frac{2s^3+s}{s^2\sqrt{4s^2+1}} = \lim_{s\to 0+}\frac{2s^2+1}{s\sqrt{4s^2+1}} = \infty.$

$n=2;$ $$\lim_{a\to 0+}\frac{a^2}{r}=\lim_{s\to 0+}\frac{(2s^3+s)^2}{s^2\sqrt{4s^2+1}}=\lim_{s\to 0+}\frac{(2s^2+1)^2}{\sqrt{4s^2+1}}=1.$$

$n\ge 3;$ $$\lim_{a\to 0+}\frac{a^n}{r}=\lim_{s\to 0+}\frac{(2s^3+s)^n}{s^2\sqrt{4s^2+1}}=\lim_{s\to 0+}\frac{(2s^2+1)^n s^{n-2}}{\sqrt{4s^2+1}}=0.$$

따라서 문제에서 구하는 답은 2이상의 정수가 된다.

[문제 2-3]

(1) 관찰을 통해 $S=(a-s)t+2\int_0^s x^2\,dx$ 임을 알 수 있다. 따라서, 식 ㉠과 점 (s,t)가 포물선 위에 있다는 것에 의하여 식

$$S=(2st)t+\frac{2}{3}s^3=2s^5+\frac{2}{3}s^3$$

을 얻는다.

(2) 부채꼴의 넓이의 공식을 이용하면 $T=r^2\theta=s^4(4s^2+1)\theta$이다. 따라서 $\lim_{a\to 0+}\theta=\frac{\pi}{2}$를 이용하면

$$\lim_{a\to 0+}\frac{T}{S}=\lim_{s\to 0+}\frac{s(4s^2+1)}{2s^2+\frac{2}{3}}\lim_{a\to 0+}\theta=0$$

의 극한값을 얻게 된다.

[아주대학교 문항정보 5]

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형 고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(오후) 대문항 1번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분
	핵심개념 및 용어	합의 법칙, 수열, 수학적 귀납법, 수렴, 사잇값 정리, 도함수, 그래프의 개형, 수열의 극한
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

(가) 짧은 신호(**S**)와 긴 신호(**L**)만으로 구성된 전신부호를 **모스부호**라 한다. 모스부호에 들어 있는 신호의 총 개수를 그 모스부호의 **길이**라 한다. 예를 들어, **SSL**은 길이가 3인 모스부호이고, **LSLLS**는 길이가 5인 모스부호이다. 길이가 n인 모든 모스부호의 개수가 2^n인 것은 자명하다. 아래 조건 ㈀을 만족하며 길이가 n인 모스부호의 개수를 a_n이라 하자.

㈀ 긴 신호(**L**)가 2개 이상 연속해서 나타나지 않는다.

조건 ㈀을 만족하는 모스부호 중에서 길이가 1인 것은 **S**, **L**이므로 $a_1 = 2$, 길이가 2인 것은 **SS**, **SL**, **LS**이므로 $a_2 = 3$, 길이가 3인 것은 **SSS**, **SSL**, **SLS**, **LSS**, **LSL**이므로 $a_3 = 5$이다. 따라서, $a_3 = a_2 + a_1$이다. 일반적으로 모든 자연수 n에 대하여

$$a_{n+2} = a_{n+1} + a_n$$

이 성립한다. 그리고 수열 $\left\{\frac{a_{n+1}}{a_n}\right\}$이 수렴한다는 것이 알려져 있다.

(나) 위에서 주어진 조건을 바꾸면 모스부호들의 개수가 달라진다. 아래의 조건 ㈁을 만족하며 길이가 n인 모스부호의 개수를 b_n이라 하자.

㈏ 긴 신호(**L**)가 3개 이상 연속해서 나타나지 않는다.

조건 ㈏을 만족하는 모스부호 중에서 길이가 1인 것은 **S**, **L**이므로 $b_1 = 2$, 길이가 2인 것은 **SS**, **SL**, **LS**, **LL**이므로 $b_2 = 4$이고, 길이가 3인 것은 **SSS**, **SSL**, **SLS**, **SLL**, **LSS**, **LSL**, **LLS**이므로 $b_3 = 7$이다. 한편, 수열 $\left\{\frac{b_{n+1}}{b_n}\right\}$이 수렴한다는 것이 알려져 있다.

[문항]
[문제 1-1] (20점) 제시문 (가)를 읽고 다음 질문에 답하라.
(1) 모든 자연수 n에 대하여 다음 부등식이 성립함을 수학적 귀납법을 이용하여 증명하라.

$$\left(\frac{3}{2}\right)^n \le a_n \le 2^n$$

(2) $A = \lim_{n\to\infty}\frac{a_{n+1}}{a_n}$라 하자. A의 값을 구하라.

[문제 1-2] (30점) 제시문 (나)를 읽고 다음 질문에 답하라.
(1) 모든 자연수 n에 대하여 성립하는 $b_n, b_{n+1}, b_{n+2}, b_{n+3}$의 관계식을 구하라.

(2) $B = \lim_{n\to\infty}\frac{b_{n+1}}{b_n}$라 하자. 부등식 $\frac{3}{2} < B < 2$이 성립함을 증명하라.

3. 출제 의도

[문제 1-1] 제시문에 주어진 수열의 성질을 이해하고 이를 활용하여 수학적 귀납법과 극한 문제를 해결할 수 있는지 평가한다.

[문제 1-2] 제시문에 주어진 수열의 성질을 이해하고 함수의 그래프를 활용해 부등식을 해결할 수 있는지 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
	수학 [10수학05-01] 합의 법칙과 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다. 수학Ⅰ [12수학Ⅰ03-08] 수학적 귀납법을 이용하여 명제를 증명할 수 있다. 수학Ⅱ [12수학Ⅱ01-04] 연속함수의 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. [12수학Ⅱ02-09] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. [12수학Ⅱ02-10] 방정식과 부등식에 대한 문제를 해결할 수 있다. 미적분 [12미적01-01] 수열의 수렴, 발산의 뜻을 알고, 이를 판별할 수 있다. [12미적01-02] 수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학	김원경 외 14	비상	2021	243
	수학	이준열 외 9	천재교육	2021	263
	수학Ⅰ	고성은 외 6	신사고	2021	147, 148
	수학Ⅰ	홍성복 외 10	지학사	2021	154, 155
	수학Ⅱ	박교식 외 19	동아	2021	40, 41, 89, 93
	수학Ⅱ	김원경 외 14	비상	2021	38, 86, 90
	수학Ⅱ	고성은 외 6	신사고	2021	38, 87, 94
	수학Ⅱ	류희찬 외 10	천재교과서	2021	38, 86, 92
	미적분	황선욱 외 8	미래엔	2021	12, 17
	미적분	김원경 외 14	비상	2021	12, 17, 24
	미적분	고성은 외 5	신사고	2021	12, 15

5. 문항 해설

본 문항은 수학의 합의 법칙, 수학Ⅰ의 수열, 수학적 귀납법, 미적분의 수열의 극한, 수학Ⅱ의 함수 그래프의 개형, 연속함수의 성질 등의 교육과정 수학 내용을 활용하여 문제해결력을 평가하기 위한 문항이다. 이러한 다양한 수학적 지식을 토대로 수열의 극한을 계산하고, 수학적 귀납법을 이용하여 주어진 명제를 증명할 수 있는지에 대한 수학적 문제해결력 및 추론 역량을 평가하는 문제이다. 또한, 도함수를 이용하여 함수의 그래프의 개형을 파악하고 사잇값 정리를 이용하여 주어진 구간에서 방정식의 실근이 존재함을 확인할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
[1-1] (1)	$n=1$일 때 확인	1점
	$n=2$일 때 확인	2점
	$a_{k+1} \le 2a_k \le 2\times 2^k = 2^{k+1}$	3점
	$a_{k+1} \ge \frac{3}{2}a_k \ge \frac{3}{2}\left(\frac{3}{2}\right)^k \ge \left(\frac{3}{2}\right)^{k+1}$	4점
[1-1] (2)	A는 $x^2-x-1=0$의 근이다	7점
	$A=\frac{1+\sqrt{5}}{2}$	3점
[1-2] (1)	첫 번째 신호가 S인 경우	3점
	첫 번째 신호는 L이고, 두 번째 신호는 S인 경우	3점
	첫 번째 신호와 두 번째 신호가 모두 L인 경우	3점
	$b_{n+3}=b_{n+2}+b_{n+1}+b_n$	6점
[1-2] (2)	$B^3 = B^2+B+1$	5점
	$f(x)$의 증감을 조사하면 $y=f(x)$의 그래프는 x축과 한 번 만난다는 사실을 알 수 있다.	5점
	사잇값 정리에 의하여 $\frac{3}{2}<B<2$이 증명	5점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 1-1]

(1) $a_2 \le 2a_1$이고, $n \ge 3$이면 $a_n = a_{n-1} + a_{n-2} \le 2a_{n-1}$이다. 그러므로

$$a_n \le 2a_{n-1}, \quad (n \ge 2) \text{ .....㉠}$$

이 성립한다.

$n=1$일 때, $a_1 = 2$이므로 $\frac{3}{2} \le a_1 \le 2$이 성립한다. $n=2$일 때, $a_2 = 3$이므로 $\left(\frac{3}{2}\right)^2 \le a_2 \le 2^2$이 성립한다. $k \ge 2$이라 하자. 주어진 부등식이 $n=k$일 때 성립한다고 가정하고 $n=k+1$일 때 성립함을 증명한다. ㉠을 이용하면 다음이 성립함을 알 수 있다.

$$a_{k+1} \le 2a_k \le 2\times 2^k = 2^{k+1}$$

한편 ㉠을 이용하면, $3a_k = 2a_k + a_k \le 2a_k + 2a_{k-1} = 2(a_k + a_{k-1}) = 2a_{k+1}$이다. 즉, $a_{k+1} \ge \frac{3}{2}a_k$이다. 따라서

$$a_{k+1} \ge \frac{3}{2}a_k \ge \frac{3}{2}\left(\frac{3}{2}\right)^k \ge \left(\frac{3}{2}\right)^{k+1}$$

이 성립한다.

(2) 모든 자연수 n에 대하여 $a_{n+1} \ge a_n$이므로 $A \ge 1$이다. 관계식 $a_{n+2} = a_{n+1} + a_n$의 양변을 a_{n+1}로 나누면

$$\frac{a_{n+2}}{a_{n+1}} = 1 + \frac{a_n}{a_{n+1}}$$

을 얻는다. $\lim_{n\to\infty}\frac{a_{n+2}}{a_{n+1}} = A$이고 $\lim_{n\to\infty}\frac{a_n}{a_{n+1}} = \frac{1}{A}$이므로 위의 식의 양변에서 n을 무한대로 보내면 $A = 1 + \frac{1}{A}$이 된다. 즉 $A^2 - A - 1 = 0$. 그러므로 A는 $x^2 - x - 1 = 0$의 근이다. 이 방정식의 두 근은 $\frac{1\pm\sqrt{5}}{2}$인데, $A \ge 1$이므로 $A = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$이다.

[문제 1-2]
(1) 길이 $(n+3)$이며 조건 ㈁을 만족하는 모스부호의 첫 번째와 두 번째 신호에 따라 경우를 나누어 생각한다.

(a) 첫 번째 신호가 S인 경우: 2번째부터 $(n+3)$번째까지 신호로 이루어진 모스부호는 길이가 $(n+2)$이며 조건 ㈁을 만족하므로 이 경우의 모스부호 개수는 b_{n+2}이다.

(b) 첫 번째 신호는 L이고, 두 번째 신호는 S인 경우: 3번째부터 $(n+3)$번째까지 신호로 이루어진 모스부호는 길이가 $(n+1)$이며 조건 ㈁을 만족하므로 이 경우의 모스부호 개수는 b_{n+1}이다.

(c) 첫 번째 신호와 두 번째 신호가 모두 L인 경우: 3번째 신호는 자동적으로 S이다. 그리고 4번째부터 $(n+3)$번째까지 신호로 이루어진 모스부호는 길이가 n이며 조건 ㈁을 만족하므로 이 경우의 모스부호 개수는 b_n이다.

세 가지 경우의 개수를 모두 합하여 관계식

$$b_{n+3} = b_{n+2} + b_{n+1} + b_n$$

을 얻는다.

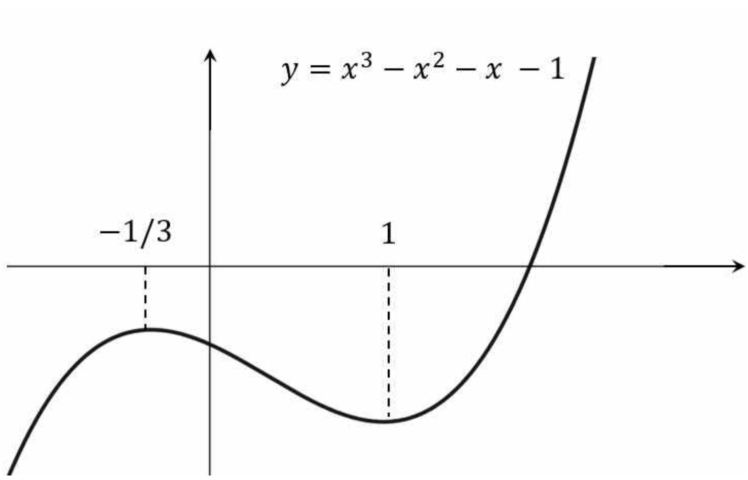
(2) 문제 (1)에서 얻은 관계식의 양변을 b_n으로 나누면

$\dfrac{b_{n+3}}{b_n} = \dfrac{b_{n+2}}{b_n} + \dfrac{b_{n+1}}{b_n} + 1$이 된다. 그런데

$$\lim_{n\to\infty}\frac{b_{n+3}}{b_n} = \lim_{n\to\infty}\frac{b_{n+3}}{b_{n+2}}\frac{b_{n+2}}{b_{n+1}}\frac{b_{n+1}}{b_n} = B^3,\ \lim_{n\to\infty}\frac{b_{n+2}}{b_n} = \lim_{n\to\infty}\frac{b_{n+2}}{b_{n+1}}\frac{b_{n+1}}{b_n} = B^2$$

이다. 따라서 위의 관계식에서 n을 무한대로 보내어 $B^3 = B^2 + B + 1$을 얻는다. 이제 $f(x) = x^3 - x^2 - x - 1$라 놓으면 B는 방정식 $f(x) = 0$의 근이다. $f(x)$의 증감을 조사하면 $y = f(x)$의 그래프는 x축과 한 번 만난다는 사실을 알 수 있다.

x		$-1/3$		1	
$f'(x)$	$+$	0	$-$	0	$+$
$f(x)$	증가	$-22/27$	감소	-2	증가



그런데 $f\left(\frac{3}{2}\right) = -\frac{11}{8} < 0$이고 $f(2) = 1 > 0$이므로 사잇값 정리에 의하여 $\frac{3}{2} < B < 2$이 증명된다.

[아주대학교 문항정보 6]

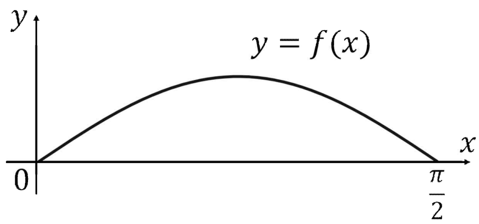
1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형 고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(오후) 대문항 2번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 미적분
	핵심개념 및 용어	삼각함수, 함수의 극한, 그래프의 개형, 롤의 정리, 정적분, 급수, 삼각함수의 극한, 이계도함수, 치환적분법
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

(가) 자연수 n에 대하여 함수 $f(x)=\dfrac{1}{n+1}\sin(nx)$의 정의역을 $0 \leq x \leq \dfrac{\pi}{n}$이라 하자. 예를 들어 $n=2$일 때 함수 $f(x)$의 그래프는 다음과 같다.



함수 $f(x)$의 그래프와 x축으로 둘러싸인 부분의 넓이 S_n을 정적분을 이용하여 구할 수 있다.

(나) 함수 $f(x)$의 그래프가 위로 볼록하므로 위로 볼록한 그래프를 가지는 이차함수를 이용하여 S_n에 대한 어림값을 구할 수 있다. 자연수 n에 대하여 $f(x)$의 그래프 위의 한 점 $\mathrm{P}(\alpha, f(\alpha))$ (단, $0<\alpha<\dfrac{\pi}{n}$)를 잡고, 세 점 $\mathrm{O}(0,0)$, $\mathrm{P}(\alpha, f(\alpha))$, $\mathrm{Q}\left(\dfrac{\pi}{n}, 0\right)$을 지나는 이차함수의 그래프와 x축으로 둘러싸인 부분의 넓이를 T_n이라

하면 T_n은 S_n에 대한 어림값이다. 점 P의 위치가 변하면 T_n도 변한다.

(다) 두 함수 $g(x)$, $h(x)$가 공통의 정의역에서 함숫값이 0보다 크고 K는 상수라 하자. 다음 부등식 ㉠이 참이면 부등식 ㉡도 참이다.

$$Kh(x)-g(x) \geq 0 \text{ ---㉠} \qquad\qquad \frac{g(x)}{h(x)} \leq K \text{ ---㉡}$$

[문항]
[문제 2-1] (15점) 제시문 (가)를 읽고 다음 물음에 답하라.
(1) 각 자연수 n에 대하여 제시문 (가)에서 서술한 S_n을 구하라.
(2) 급수 $\sum_{n=1}^{\infty} S_n$의 값을 구하라.

[문제 2-2] (35점) 제시문을 이용하여 다음 물음에 답하라.
(1) 각 자연수 n에 대하여 제시문 (나)에서 서술한 T_n을 n과 α에 대한 식으로 나타내라.
(2) $\lim_{\alpha \to 0+} T_n$을 구하라.
(3) $n=1$이라 하자. (1)과 제시문 (다)를 이용하여 $\alpha = \frac{\pi}{2}$일 때 T_1이 최댓값을 가짐을 증명하라.
(4) (3)을 이용하여 각 자연수 n에 대하여 T_n의 최댓값을 구하라.

3. 출제 의도

[문제 2-1] 제시문의 함수의 성질을 이해하고 정적분과 급수 문제를 해결할 수 있는지 평가한다.

[문제 2-2] 제시문의 함수의 성질을 이해하고 정적분, 극한, 최댓값 문제를 해결할 수 있는지 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
	수학Ⅰ [12수학Ⅰ02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다. 수학Ⅱ [12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다. [12수학Ⅱ02-07] 함수에 대한 평균값 정리를 이해한다. [12수학Ⅱ02-09] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다. 미적분 [12미적01-04] 급수의 수렴, 발산의 뜻을 알고, 이를 판별할 수 있다. [12미적02-04] 삼각함수의 극한을 구할 수 있다. [12미적02-10] 이계도함수를 구할 수 있다. [12미적03-01] 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. [12미적03-03] 여러 가지 함수의 부정적분과 정적분을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학Ⅰ	배종숙 외 6	금성	2021	83, 84
	수학Ⅰ	고성은 외 6	신사고	2021	76, 77
	수학Ⅱ	김원경 외 14	비상	2021	74, 75, 86, 127
	수학Ⅱ	홍성복 외 10	지학사	2021	79, 90, 91, 142
	수학Ⅱ	이준열 외 9	천재교육	2021	20, 83, 91, 133,134
	미적분	황선욱 외 8	미래엔	2021	31, 73, 98, 141, 148, 166
	미적분	김원경 외 14	비상	2021	29, 65, 99, 124, 135, 147
	미적분	홍성복 외 10	지학사	2021	31, 69, 75, 142, 153, 164
	미적분	류희찬 외 9	천재교과서	2021	31, 77, 120, 168, 159, 162

5. 문항 해설

본 문항은 수학Ⅰ의 삼각함수, 수학Ⅱ의 함수의 극한, 그래프의 개형, 롤의 정리, 정적분, 미적분의 급수, 삼각함수의 극한, 이계도함수 등의 교육과정 수학 내용을 다루고 있다. 따라서 본 문항을 통해 삼각함수의 정적분과 치환적분법을 이용하여 정적분을 구하고, 간단한 수열에 대한 급수를 계산할 수 있는지 평가하며 삼각함수의 그래프의 성질을 이용하여 최댓값 문제를 해결할 수 있는지 평가한다. 이를 통해 다양한 함수적 사고를 할 수 있는지 측정하고 문제를 해결하기 위한 수학적 절차를 논리적으로 수행할 수 있는지에 대한 수학 문제해결 역량 및 추론 능력을 평가하는 문항이다.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
[2-1] (1)	$S_n = \int_0^{\pi/n} f(x)dx$ 의 정적분식 구성	3점
	$S_n = \dfrac{2}{n(n+1)}$ 의 유도	7점
[2-1] (2)	$\sum_{n=1}^{\infty} S_n = \sum_{n=1}^{\infty} \dfrac{2}{n(n+1)} = 2\sum_{n=1}^{\infty}\left(\dfrac{1}{n} - \dfrac{1}{n+1}\right) = 2$	5점
[2-2] (1)	$g(x) = \dfrac{1}{n+1} \dfrac{\sin(n\alpha)}{\alpha\left(\alpha - \dfrac{\pi}{n}\right)} x\left(x - \dfrac{\pi}{n}\right)$	5점
	$T_n = \dfrac{\pi^3}{6n^2(n+1)} \dfrac{\sin(n\alpha)}{\alpha(\pi - n\alpha)}$	5점
[2-2] (2)	$\lim_{\alpha \to 0+} T_n = \dfrac{\pi^2}{6n(n+1)}$	5점
[2-2] (3)	$k(x) = \dfrac{4}{\pi^2} x(\pi - x) - \sin x$ 라 놓고, $0 < x \le \dfrac{\pi}{2}$ 일 때 $k(x) \ge 0$을 보인다.	5점
	$\lim_{x \to 0+} k(x) = 0$, $k\left(\dfrac{\pi}{2}\right) = 0$, $\lim_{x \to 0+} k'(x) = \dfrac{4}{\pi} - 1 > 0$, $k'\left(\dfrac{\pi}{2}\right) = 0$	5점
	롤의 정리에 의해 $k''(x) = 0$을 만족하는 x가 구간 $\left(0, \dfrac{\pi}{2}\right)$에 2개 이상 존재하여 모순이다.	5점
[2-2] (4)	T_n의 최댓값은 $\dfrac{2\pi}{3n(n+1)}$	5점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 2-1]

(1) 각 자연수 n에 대하여

$$S_n = \int_0^{\pi/n} f(x)dx = \int_0^{\pi/n} \frac{1}{n+1}\sin(nx)dx = \left[-\frac{1}{n(n+1)}\cos(nx)\right]_0^{\pi/n}$$
$$= -\frac{1}{n(n+1)}(-1-1) = \frac{2}{n(n+1)}$$

이 된다.

(2) $\displaystyle\sum_{n=1}^{\infty} S_n = \sum_{n=1}^{\infty}\frac{2}{n(n+1)} = 2\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{n+1}\right) = 2.$

[문제 2-2]

(1) 세 점 $\mathrm{O}(0,0)$, $\mathrm{P}(\alpha, f(\alpha))$, $\mathrm{Q}(\pi/n, 0)$을 지나는 이차함수는 $g(x) = cx\left(x-\dfrac{\pi}{n}\right)$의 형태로 표현할 수 있고, 점 $\mathrm{P}(\alpha, f(\alpha))$를 지나야 하므로 $c = \dfrac{1}{n+1}\dfrac{\sin(n\alpha)}{\alpha\left(\alpha-\dfrac{\pi}{n}\right)}$가 된다. 즉,

$$g(x) = \frac{1}{n+1}\frac{\sin(n\alpha)}{\alpha\left(\alpha-\frac{\pi}{n}\right)}x\left(x-\frac{\pi}{n}\right).$$

따라서, T_n은

$$T_n = \frac{1}{n+1}\frac{\sin(n\alpha)}{\alpha\left(\alpha-\frac{\pi}{n}\right)}\int_0^{\pi/n}\left(x^2-\frac{\pi}{n}x\right)dx = \frac{1}{n+1}\frac{\sin(n\alpha)}{\alpha\left(\alpha-\frac{\pi}{n}\right)}\left[\frac{1}{3}x^3-\frac{\pi}{n}\frac{1}{2}x^2\right]_0^{\frac{\pi}{n}}$$
$$= \frac{1}{n+1}\frac{\sin(n\alpha)}{\alpha\left(\alpha-\frac{\pi}{n}\right)}\left(-\frac{1}{6}\right)\left(\frac{\pi}{n}\right)^3$$

이다. 이것을 정리하면

$$T_n = \frac{\pi^3}{6n^2(n+1)}\frac{\sin(n\alpha)}{\alpha(\pi-n\alpha)}$$

(2) $T_n = \dfrac{\pi^3}{6n(n+1)}\dfrac{1}{(\pi - n\alpha)}\dfrac{\sin(n\alpha)}{n\alpha}$이므로, $\lim\limits_{\alpha\to 0+}\dfrac{\sin(n\alpha)}{n\alpha}=1$을 이용하여 다음을 얻는다.

$$\lim_{\alpha\to 0+} T_n = \frac{\pi^2}{6n(n+1)}$$

(3) (1)에서 구한 $T_1 = \dfrac{\pi^3}{12}\dfrac{\sin\alpha}{\alpha(\pi-\alpha)}$가 $\alpha = \dfrac{\pi}{2}$에서 최댓값 $\dfrac{\pi}{3}$를 갖는 것을 증명하기 위해서 구간 $0 < x < \pi$에서 정의된 함수 $h(x) = \dfrac{\sin x}{x(\pi - x)}$가 $x = \dfrac{\pi}{2}$에서 최댓값 $h\left(\dfrac{\pi}{2}\right) = \dfrac{4}{\pi^2}$을 갖는 것을 증명하면 된다. 그런데 함수 $h(x)$의 그래프는 $x = \dfrac{\pi}{2}$를 중심으로 대칭이므로 $0 < x \le \dfrac{\pi}{2}$일 때 $h(x) = \dfrac{\sin x}{x(\pi-x)} \le \dfrac{4}{\pi^2}$이 성립함을 보이면 된다. $k(x) = \dfrac{4}{\pi^2}x(\pi - x) - \sin x$라 놓으면, 제시문 (다)에 의하여 $0 < x \le \dfrac{\pi}{2}$일 때 $k(x) \ge 0$을 보이면 된다.

$k(x)$와 $k'(x) = \dfrac{4}{\pi^2}(\pi - 2x) - \cos x$ 그리고 $k''(x) = -\dfrac{8}{\pi^2} + \sin x$에 대한 다음과 같은 사실을 확인할 수 있다.

① $\lim\limits_{x\to 0+} k(x) = 0,\ k\left(\dfrac{\pi}{2}\right) = 0$

② $\lim\limits_{x\to 0+} k'(x) = \dfrac{4}{\pi} - 1 > 0,\ k'\left(\dfrac{\pi}{2}\right) = 0.$

③ $k''(x) = 0$을 만족하는 x는 구간 $\left(0, \dfrac{\pi}{2}\right)$에 오직 한 개 존재한다.

이제 $k(x) < 0$이 되는 x가 구간 $\left(0, \dfrac{\pi}{2}\right)$에 존재한다고 가정하자. 그러면 함수 $k(x)$는 0부터 $\dfrac{\pi}{2}$ 사이에서 차례로 증가, 감소, 증가하는 구간을 가지므로 $k'(x) = 0$을 만족하는 x가 구간 $\left(0, \dfrac{\pi}{2}\right)$에 2개 이상 존재한다. $k'\left(\dfrac{\pi}{2}\right) = 0$이므로 롤의 정리에 의해 $k''(x) = 0$을 만족하는 x가 구간 $\left(0, \dfrac{\pi}{2}\right)$에 2개 이상 존재하고, 이것은 ③에 모순이다. 그러므로 $k(x) \ge 0$이 성립한다.

(4) $T_n = \frac{\pi^3}{6n^2(n+1)} \frac{\sin(n\alpha)}{\alpha(\pi - n\alpha)}$의 최댓값을 구하기 위해 $\frac{\sin(n\alpha)}{\alpha(\pi - n\alpha)}$의 최대값을 구간 $\left(0, \frac{\pi}{n}\right)$에서 구하면 된다. $n\alpha = y$로 놓으면 $0 < y < \pi$이고,

$$\frac{\sin(n\alpha)}{\alpha(\pi - n\alpha)} = \frac{n\sin y}{y(\pi - y)}$$

이다. (3)의 결과에 의하여 이것은 $y = \frac{\pi}{2}$, 즉 $\alpha = \frac{\pi}{2n}$일 때 최대가 된다. 그러므로 T_n의 최댓값은 $\frac{2\pi}{3n(n+1)}$이다.

[아주대학교 문항정보 7]

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형 고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(의학) 대문항 1번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학Ⅰ, 미적분
	핵심개념 및 용어	합의 법칙, 삼각함수, 주기, 사인함수, 덧셈정리, 자연상수 e, e^x, 치환적분법
예상 소요 시간	120분 중 60분	

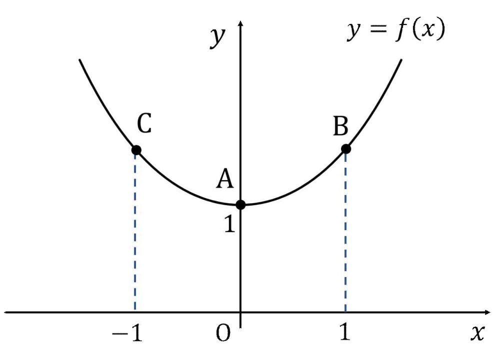
2. 문항 및 제시문

[제시문]

(가) 정육면체의 주사위를 차례로 2번 던져 나오는 눈의 수를 순서대로 n, l이라고 하자. 함수 $x = g(t)$를 다음과 같이 정의한다.

$$g(t) = \sin\left(\frac{n}{l}t\right), \quad 0 \le t \le 2\pi$$

(나) $f(x) = \dfrac{e^x + e^{-x}}{2}$이다. 제시문 (가)에서 정의된 x에 대하여 점 $\mathrm{Q}(x, f(x))$는 함수 $f(x)$의 그래프 위를 움직인다. 예를 들어 $\dfrac{n}{l} = 1$인 경우, 점 Q는 함수 $f(x)$의 그래프 위의 점 $\mathrm{A}(0,1)$에서 출발하여 점 $\mathrm{B}(1, f(1))$, 점 $\mathrm{A}(0,1)$, 점 $\mathrm{C}(-1, f(-1))$를 차례대로 거쳐 점 $\mathrm{A}(0,1)$로 돌아온다.



[문항]
[문제 1-1] (25점) 제시문을 읽고 다음 물음에 답하라.
(1) $E=\int_0^{2\pi}|g'(t)|^2\,dt$이라 하자. 주어진 n, l에 대하여 E의 값을 n, l을 이용하여 표현하라.

(2) $E \geq \pi$를 만족하는 순서쌍 (n,l)을 모두 구하라.

[문제 1-2] (25점) 제시문을 읽고 다음 물음에 답하라.
(1) 주어진 n, l에 대하여 점 Q의 총 이동거리를 L이라 하자. L을 n, l을 이용하여 표현하라.

(2) $L \geq e - e^{-1}$을 만족하는 순서쌍 (n,l)을 모두 구하라.

3. 출제 의도

[문제 1-1] 사인함수와 관련된 정적분을 잘 할 수 있는지를 평가하고, 문제에 주어진 조건을 만족하는 경우를 관찰을 통해 정확하게 찾을 수 있는지를 평가한다.

[문제 1-2] 지수함수와 관련된 정적분의 계산능력을 평가하고, 복잡한 수학을 사용하지 않더라도 곡선 위를 움직이는 점의 이동거리를 상황에 따라 잘 서술할 수 있는지와 제시문을 만족하면서 실제로 일어날 수 있는 상황에 대한 정확한 관찰과 논리적인 설명이 가능한지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호 [별책8] 수학과 교육과정
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
	수학 [10수학05-01] 합의 법칙과 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다. 미적분 [12미적02-02] 지수함수와 로그함수를 미분할 수 있다. [12미적02-03] 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다. [12미적02-05] 사인함수와 코사인함수를 미분할 수 있다. [12미적02-07] 합성함수를 미분할 수 있다. [12미적03-01] 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. [12미적03-07] 속도와 거리에 대한 문제를 해결할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학	황선욱 외 8	미래앤	2021	261
	수학	박교식 외 19	동아	2021	256
	수학	이준열 외 9	천재교육	2021	263
	미적분	김원경 외 14	비상	2021	52,55,61,68,80,127,156
	미적분	황선욱 외 8	미래엔	2021	56,57,60,68,76,87,144,175
	미적분	고성은 외 5	신사고	2021	51,52,55,62,71,81,134,163,164
	미적분	이준열 외 7	천재교육	2021	57,61,66,89,148,179
	미적분	류희찬 외 9	천재교과서	2021	57,63,69,81,105,166,191

5. 문항 해설

본 문항은 수학의 경우의 수에서 합의 법칙, 수학Ⅰ에서 삼각함수의 주기, 그래프, 미적분에서 지수함수, 삼각함수의 덧셈정리, 삼각함수의 미분과 적분, 지수함수의 미분, 적분을 이용하여 곡선의 길이를 구하는 기초적인 내용을 활용하여 문제해결력을 평가하는 수학 내적 연결 융합형 문항이다. 본 문항에서 삼각함수의 미분이나 적분하는 과정과 경우의 수를 융합한 문제를 해결해야 한다. 또한 제시문에서 주어진 조건을 정확하게 이해하고, 경우의 수와 적분을 이용하여 여러 가지 조건에 따라 규칙적으로 변하는 문제 상황을 파악하여 수학적 표현을 만들거나 변환할 수 있어야 하며, 경우를 나누어 조건을 만족하는 상황을 누락, 중복 없이 확인하는 조합적인 사고과정을 요구한다. 이러한 과정을 통해 수학 문제해결력 및 추론 역량을 평가하는 문항이다.

6. 채점 기준

<table>
<tr><th>하위문항</th><th>채점 기준</th><th>배점</th></tr>
<tr><td rowspan="3">[1-1]
(1)</td><td>함수 $g(t)$의 미분</td><td>2점</td></tr>
<tr><td>$|g'(t)|^2$ 을 적분가능한 형태로 변형</td><td>3점</td></tr>
<tr><td>E를 정적분으로 구함</td><td>5점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">[1-1]
(2)</td><td>$\frac{n}{l}$을 세가지 경우로 나누고, $\frac{n}{l}<1$인 경우 $E<\pi$임을 보임</td><td>5점</td></tr>
<tr><td>$\frac{n}{l} \geq 1$이고, $\frac{n}{l}$이 자연수이거나 기약분수로 표현했을 때 $\frac{a}{2}$ 또는 $\frac{a}{4}$ 꼴인 경우, $E \geq \pi$임을 보임</td><td>5점</td></tr>
<tr><td>$\frac{n}{l} \geq 1$이고, $\frac{n}{l}$을 기약분수로 표현했을 때 $\frac{a}{3}$ 또는 $\frac{a}{5}$꼴인 경우, $E > \pi$을 보이고 답을 확정함</td><td>5점</td></tr>
<tr><td rowspan="4">[1-2]
(1)</td><td>점 Q가 방향 전환하기 전까지의 거리를 기본 이동 거리의 단위로 생각하고 이를 정적분으로 계산함</td><td>5점</td></tr>
<tr><td>점 Q가 기본 이동 거리를 온전히 반복하는 횟수의 경우에 따라 L을 n과 l로 표현함.</td><td>5점</td></tr>
<tr><td>순서쌍 (n, l)에 대하여 점 Q의 실제 가능한 기본 이동 거리 반복하는 횟수를 찾음</td><td>2점</td></tr>
<tr><td>위의 두 정보를 종합하여 답을 씀</td><td>3점</td></tr>
<tr><td rowspan="3">[1-2]
(2)</td><td>$\frac{n}{l}$이 클수록 점 Q의 이동량과 L이 증가함을 관찰</td><td>5점</td></tr>
<tr><td>$\frac{n}{l}=\frac{1}{2}$일 때 $L=e-e^{-1}$을 관찰</td><td>3점</td></tr>
<tr><td>문제의 조건을 만족하는 모든 (n,l)을 기술함</td><td>2점</td></tr>
</table>

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 1-1]

(1) $g(t)=\sin\left(\frac{n}{l}t\right)$를 미분하면 $g'(t)=\frac{n}{l}\cos\left(\frac{n}{l}t\right)$를 얻는다. 이것을 제곱하고 $\cos^2\theta=\frac{1+\cos(2\theta)}{2}$를 이용하면

$$|g'(t)|^2=\frac{1}{2}\left(\frac{n}{l}\right)^2\left(1+\cos\left(\frac{2n}{l}t\right)\right)$$

이다. 따라서

$$E=\int_0^{2\pi}|g'(t)|^2dt=\frac{1}{2}\left(\frac{n}{l}\right)^2\left\{2\pi+\frac{l}{2n}\sin\left(\frac{2n}{l}2\pi\right)\right\}=\left(\frac{n}{l}\right)^2\pi+\frac{n}{4l}\sin\left(\frac{4n\pi}{l}\right)$$

이다.

(2) 다음과 같은 세 가지 경우를 고려하면 된다.

1) $\frac{n}{l}<1$인 경우

$\sin\theta\le 1$을 이용하면

$$E=\left(\frac{n}{l}\right)^2\pi+\frac{n}{4l}\sin\left(\frac{4n\pi}{l}\right)\le\left(\frac{n}{l}\right)^2\pi+\frac{n}{4l}<\left\{\left(\frac{n}{l}\right)^2+\frac{1}{4}\frac{n}{l}\right\}\pi$$

를 관찰할 수 있다. 이와 관련하여 함수 $h(t)=t^2+\frac{1}{4}t$를 정의하자. $h(t)$는 모든 $t>0$에 대하여 증가함수이다. $\frac{n}{l}<1$을 만족하는 순서쌍 중에서 $\frac{n}{l}$값이 최대가 되는 경우는 $(n,l)=(5,6)$인 경우이다. $h\left(\frac{5}{6}\right)<1$이므로, $\frac{n}{l}<1$인 모든 순서쌍 (n,l)에 대하여 $E<\pi$이다.

2) $\frac{n}{l}\ge 1$이고, $\frac{n}{l}$이 자연수이거나 기약분수로 표현했을 때 $\frac{a}{2}$ 또는 $\frac{a}{4}$꼴인 경우

$\sin\left(\frac{4n\pi}{l}\right)=0$이기 때문에 부등식

$$E=\left(\frac{n}{l}\right)^2\pi+\frac{n}{4l}\sin\frac{4n\pi}{l}=\left(\frac{n}{l}\right)^2\pi\ge\pi$$

이 성립한다.

3) $\frac{n}{l} \geq 1$이고, $\frac{n}{l}$을 기약분수로 표현했을 때 $\frac{a}{3}$ 또는 $\frac{a}{5}$꼴인 경우

이 경우에는 가능한 순서쌍이 다음 세 가지뿐이다.

$$(n,l) = (4,3),(5,3),(6,5)$$

$-1 \leq \sin\theta$를 이용하면, 위의 각 경우에 대해 해당하는 E에 대한 다음 부등식을 관찰할 수 있다.

$(n,l) = (4,3)$: $E = \left(\frac{4}{3}\right)^2\pi + \frac{1}{3}\sin\frac{16\pi}{3} > \frac{16}{9}\pi - \frac{1}{3} = \pi + \frac{7}{9}\pi - \frac{1}{3} > \pi$

$(n,l) = (5,3)$: $E = \left(\frac{5}{3}\right)^2\pi + \frac{5}{12}\sin\frac{20\pi}{3} > \frac{25}{9}\pi - \frac{5}{12} = \pi + \frac{16}{9}\pi - \frac{5}{12} > \pi$

$(n,l) = (6,5)$: $E = \left(\frac{6}{5}\right)^2\pi + \frac{3}{10}\sin\frac{24\pi}{5} > \frac{36}{25}\pi - \frac{3}{10} = \pi + \frac{11}{25}\pi - \frac{3}{10} > \pi$

그러므로 답은 $\frac{n}{l} \geq 1$을 만족하는 모든 순서쌍 (n,l)이다.

[문제 1-2]

(1) $\mathrm{A}(0,\mathrm{f}(0))$부터 점 $(s, f(s))$ 사이의 곡선의 길이를 $G(s)$라 하면, $s \geq 0$ 일때

$$G(s) = \int_0^s \sqrt{1+f'(x)^2}\,dx = \int_0^s \sqrt{1+\left(\frac{e^x - e^{-x}}{2}\right)^2}\,dx$$
$$= \int_0^s \frac{e^x + e^{-x}}{2}\,dx = \frac{e^s - e^{-s}}{2}$$

이고, $s \leq 0$이면

$$G(s) = \frac{e^{-s} - e^s}{2}$$

이다. 특히 $\mathrm{A}(0,\mathrm{f}(0))$부터 $\mathrm{B}(1,\mathrm{f}(1))$까지 곡선의 길이와 $\mathrm{A}(0,\mathrm{f}(0))$부터 $\mathrm{C}(-1,\mathrm{f}(-1))$까지 곡선의 길이는 모두 $\frac{e-e^{-1}}{2}$이다.

$0 \leq t \leq 2\pi$일 때, $0 \leq \frac{n}{l}t \leq \frac{2n\pi}{l}$이며 $\frac{n}{l}t$가 0부터 시작하여 $\frac{\pi}{2}$만큼 변할 때마다 점 Q는 A와 B사이 또는 A와 C사이의 곡선을 지난다. $\dfrac{\frac{n}{l}2\pi}{\frac{\pi}{2}} = \frac{4n}{l}$이기 때

문에, $k \le \frac{4n}{l} < k+1$인 정수 k에 대하여, k는 점 Q가 A와 B사이 또는 A와 C사이의 곡선을 온전하게 이동하는 총 회수를 의미한다. k를 4로 나눈 나머지를 a라 하자.

- $a=0$인 경우: Q는 점 A에 있거나 점 A에서 점 B로 가던 중 멈춘다. 따라서

$$L = \frac{e-e^{-1}}{2}k + \frac{e^{\sin\frac{2n\pi}{l}} - e^{-\sin\frac{2n\pi}{l}}}{2}.$$

- $a=1$인 경우: Q는 점 B에 있거나 점 B에서 점 A로 가던 중 멈춘다.

$$L = \frac{e-e^{-1}}{2}k + \frac{e-e^{-1}}{2} - \frac{e^{\sin\frac{2n\pi}{l}} - e^{-\sin\frac{2n\pi}{l}}}{2} = \frac{e-e^{-1}}{2}(k+1) - \frac{e^{\sin\frac{2n\pi}{l}} - e^{-\sin\frac{2n\pi}{l}}}{2}$$

.

- $a=2$인 경우: Q는 점 A에 있거나 점 A에서 점 C로 가던 중 멈춘다.

$$L = \frac{e-e^{-1}}{2}k + \frac{e^{-\sin\frac{2n\pi}{l}} - e^{\sin\frac{2n\pi}{l}}}{2} = \frac{e-e^{-1}}{2}k - \frac{e^{\sin\frac{2n\pi}{l}} - e^{-\sin\frac{2n\pi}{l}}}{2}.$$

- $a=3$인 경우: Q는 점 C에 있거나 점 C에서 A로 가던 중 멈춘다.

$$L = \frac{e-e^{-1}}{2}k + \frac{e-e^{-1}}{2} - \frac{e^{-\sin\frac{2n\pi}{l}} - e^{\sin\frac{2n\pi}{l}}}{2} = \frac{e-e^{-1}}{2}(k+1) + \frac{e^{\sin\frac{2n\pi}{l}} - e^{-\sin\frac{2n\pi}{l}}}{2}$$

.

한편 n, l은 주사위의 눈의 수이므로 나올 수 있는 k값은 관찰을 통해

$$k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24$$

임을 알 수 있다. 따라서 답은 다음과 같다.

$$L = \begin{cases} \frac{e-e^{-1}}{2}k + (-1)^{\frac{k}{2}} \frac{e^{\sin\frac{2n\pi}{l}} - e^{-\sin\frac{2n\pi}{l}}}{2} & (k=0,2,4,6,8,10,12,16,20,24) \\ \frac{e-e^{-1}}{2}(k+1) + (-1)^{\frac{k+1}{2}} \frac{e^{\sin\frac{2n\pi}{l}} - e^{-\sin\frac{2n\pi}{l}}}{2} & (k=1,3,5) \end{cases}$$

(2) $\frac{n}{l}$이 클수록 점 Q의 이동량과 L이 증가한다. $\frac{n}{l} = \frac{1}{2}$일 때 점 Q는 점 $\mathrm{A}(0,1)$에서 출발하여 점 $\mathrm{B}(1, f(1))$를 거쳐 점 $\mathrm{A}(0,1)$로 되돌아 오면서 이동을 끝낸다.

이때 $L = e - e^{-1}$이다. 따라서, $L \geq e - e^{-1}$을 만족하는 순서쌍 (n,l)은 $2n \geq l$을 만족하는 모든 순서쌍 (n,l)이다.

[아주대학교 문항정보 8]

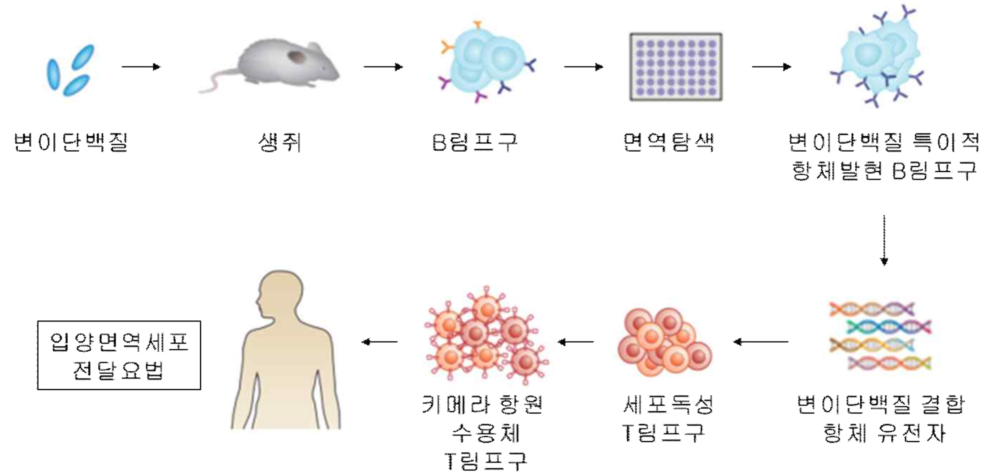
1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형 고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연(의학) / 대문항 2번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학Ⅰ, 생명과학 Ⅱ
	핵심개념 및 용어	인간의 게놈, 특이적 면역반응, 비특이적 면역반응, 중합효소연쇄반응, 유전자의 전사, 유전자의 번역
예상 소요 시간	120분 중 60분	

2. 문항 및 제시문

(가) 암은 기본적으로 게놈(genome)의 불안정성에 의한 질환으로, 암의 발생과 진행의 과정에서 수많은 변이(mutation)가 게놈에 축적된다. 즉 정상세포의 게놈에 변이가 발생/축적되면서, 정상세포가 암세포로 변형된다. 변이된 게놈에서 만들어내는 변형된 단백질들이 암세포의 표면에 노출되면, 우리 몸의 방어 작용은 암세포를 자신과 다른 외부의 침입자로 인식하며 이후 면역세포들이 암세포를 제거할 수 있다. 암의 치료 방법으로 최근 주목받는 면역항암요법(cancer immunotherapy)은 이러한 우리 몸의 방어 작용을 이용하여 암세포를 제거하는 치료법으로, 입양면역세포전달요법(adoptive cell transfer)이 많은 관심을 받고 있다.

입양면역세포전달요법의 개발과정은 우선 변이단백질의 항원결정기[1](epitope)와 결합하는 항체를 찾아내는 것이다. 이를 위하여 변이단백질을 주입한 생쥐에서 변이단백질과 결합하는 항체를 발현하는 B림프구를 탐색한 후 B림프구의 RNA 염기서열 분석을 통하여 변이단백질과 결합하는 항체의 염기서열(sequence) 및 유전자를 확보한다. 다음으로 환자의 세포독성 T림프구를 분리한 후, 유전자 재조합기법을 이용하여 변이단백질과 결합하는 키메라항원수용체[2]가 세포독성 T림프구의 표면에 발현되도록 조작한다. 조작된 세포독성 T림프구를 환자에게 주입하여 환자의 암세포 파괴를 유도한다.



(나) 종양 면역 치료 중의 하나인 종양백신은 종양 특이 항원을 이용하여 T 세포 매개 항-종양 면역반응을 유도한다. 악성 흑색종[3]에서 기원한 MZ2-E와 MZ2-D가 세포독성 T 세포에 의해 인지되어 종양 특이 면역반응을 유발한다는 연구 결과는 종양백신 분야에서 아주 중요한 발견이다. 이 연구는 종양백신으로써 종양항원을 이용할 수 있다는 가능성을 시사한다.

주[1]. 항원결정기(epitope) : 항체가 항원을 식별하게 해 주는 항원의 특정한 부분

주[2]. 키메라항원수용체 : T림프구 수용체 일부와 항체의 항원인식부위가 결합된 복합체, 항원과 결합 시 세포독성 T림프구를 활성화함

주[3]. 흑색종 : 피부암의 일종

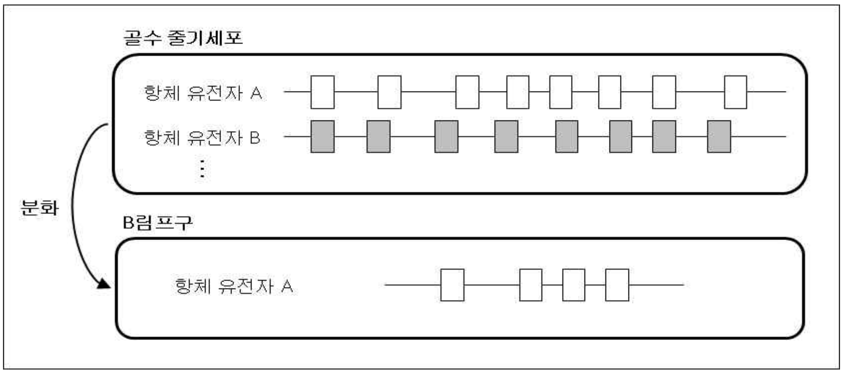
[문제 2-1] (7점) 변이단백질과 결합하는 항체의 유전자 염기서열과 항체 유전자를 확보하였다. DNA 재조합기술을 이용하여 항체 유전자를 조작하기 위하여, 플라스미드의 EcoRI과 BamHI 제한효소 인식부위에 항체 유전자를 삽입하려 한다. 유전자증폭기술(Polymerase Chain Reaction, PCR)을 이용하여 항체 유전자의 5′-끝(시작점)을 EcoRI 인식부위에 3′-끝(끝점)을 BamHI 인식부위에 삽입하고자 한다. 항체 유전자의 염기서열과 EcoRI, BamHI 제한효소의 인식부위 염기서열이 아래와 같을 때 PCR에 사용할 5′-끝 프라이머와 3′-끝 프라이머의 염기서열을 제안하시오. (단 프라이머의 길이는 염기 12개로 제한한다)

항체유전자 염기서열 :
ATGGCGACATTGAAAGATCAACTGATCTATAATTTACTGAAGGAAGAACAGACGCCCCAA
AACAAGATTACTGTCGTCGGAGTCGGCGCGGTGGGAATGGCGTGTGCTATCTCTATTTTG
ATGAAAGATTTAGCAGATGAGCTGGCACTTGTAGATGTTATCGAAGATAAGTTGAAAGGA
GAGATGATGGACCTTCAACATGGCAGTTTATTCCTGAGAACGCCAAAGATAGTCTCTGGC
AAGGATTACAACGTAACAGCGAACAGTAAACTGGTCATAATCACAGCTGGAGCCCGGCA
ACAAGAAGGCGAGTCGTGA
EcoRI 제한효소의 인식부위 염기서열 : GAATTC
BamHI 제한효소의 인식부위 염기서열 : GGATCC

[문제 2-2] (6점) 클로로퀸(chloroquine)은 리소좀(lysosome)의 활성을 억제하는 약제이다. 생쥐에 클로로퀸을 주입한 후 암세포의 변이단백질을 주입하니 항체가 형성되지 않았다. 생쥐에서 항체가 생성되지 못한 원인을 자세히 설명하시오.

[문제 2-3] (5점) 입양면역세포전달요법의 경우 오랜 기간 치료 시 키메라항원수용체 발현 세포독성 T림프구에 의하여 파괴되지 않는 암세포가 발생하여 종종 치료의 어려움을 겪는다. 키메라항원수용체 발현 세포독성 T림프구에 의하여 파괴되지 않는 암세포가 발생하는 원인을 항원-항체 반응의 특이성 관점에서 설명하시오.

[문제 2-4] (7점) 인체는 한정된 수의 유전자로 수많은 항원에 대응하는 서로 다른 항체들을 만들어내어야 한다. 즉 정해진 수의 유전자보다 더 많은 종류의 항체를 만들어야 한다. 이렇게 항체의 다양성을 높이려는 방법의 하나로, 항체 생산 세포는 DNA 재조합 방식을 사용한다. 아래 그림과 같이 골수 줄기세포에는 다수의 엑손들을 보유한 다수의 항체 유전자들이 존재하나, 분화된 B림프구 하나에는 4개의 엑손들만을 보유한 한 개의 항체 유전자만이 존재한다고 가정하자. 골수 줄기세포 항체 유전자들이 각각 20개의 엑손들을 가지고 있다고 가정한다면, 인체가 DNA 재조합 방식만을 이용해서 총 오십만 개 이상의 서로 다른 항체를 만들려면 골수 줄기세포는 최소 몇 개 이상의 항체 유전자들을 가지고 있어야 하는가? 계산과정과 그 이유를 기술하시오. (단 엑손의 순서는 바뀌지 않는다)



[문제 2-5] (5점) 우리 몸의 방어 작용은 비특이적 방어 작용과 특이적 방어 작용으로 나뉜다. 이중 특이적 방어 작용은 진화의 과정 중 비교적 최근에 생겨난 것으로 확인된다. 창고기, 불가사리, 해삼 등은 특이적 방어 작용을 보유하고 있으나, 말미잘, 지렁이, 오징어, 가재 등은 특이적 방어 작용을 보유하고 있지 않다고 알려진다. 이 사실을 바탕으로 특이적 방어 작용은 진화 계통수의 어느 분류군에서 발생하였는지 추론하시오.

[문제 2-6] (5점) 비특이적 방어의 하나인 염증 반응의 과정을 기술하시오.

[문제 2-7] (5점) 흑색종 세포에 독성을 보이는 세포독성 T 세포 클론을 분리 배양하였다. 그리고 세포독성 T 세포에 의해 죽지 않는 변종 흑색종 세포도 분리하였다. 이 세 가지 세포 (흑색종 세포, 변종 흑색종 세포, 흑색종에 대한 세포독성 T 세포)를 이용하여 흑색종 세포에서 발현하며 세포독성 T 세포를 활성화시키는 종양항원을 찾고자 한다. 실험 전략을 간략히 기술하시오.

[문제 2-8] (10점) 아래는 종양 유전자의 엑손이다. 이 종양 유전자로부터 메싸이오닌-아르지닌-트립토판-세린-아르지닌-류신-메싸이오닌의 폴리펩타이드가 합성된다.

5′ CATCAACCTC GACCACCGCA TCCGTTCT 3′
3′ GTAGTTGGAG CTGGTGGCGT AGGCAAGA 5′

(1) (3점) 위의 종양 유전자 엑손으로부터 합성되는 messenger RNA의 염기서열을 기술하시오.

(2) (3점) 위의 종양 유전자에서 13번째 사이토신이 타이민으로 돌연변이 (C13T)가 일어났다. 이 돌연변이 종양 유전자가 합성하는 폴리펩타이드를 기술하고, 이러한 변화가 초래하는 생물학적 의미를 설명하시오.

(3) (4점) 종양에서 27번째 사이토신과 28번째 타이민 사이에 타이민이 추가되었다. 이 돌연변이로 인한 폴리펩타이드의 변화를 기술하고 이 돌연변이가 초래할 수 있는 생물학적 영향을 설명하시오.

3. 출제 의도

생명과학 Ⅰ 과정의 면역학 그리고 생명과학 Ⅱ 과정의 종의 분류, 중합효소연쇄반응, 유전자의 구성과 발현에 관한 내용을 정확히 이해하고 이를 응용할 수 있는가를 알아보고자 하였으며 특히 생명과학 Ⅱ 과정의 유전자에 관한 내용을 실제로 적용하여 문제를 해결할 수 있는가에 출제의 주안점을 두었다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문		생명과학 Ⅰ (3) 항상성과 몸의 조절 (p170) [12생과Ⅰ03-07] 백신의 작용 원리를 항원 항체 반응과 관련지어 이해하고, 백신으로 예방하기 힘든 질병을 조사하여 그 이유를 토의할 수 있다. (4) 유전 (p171) [12생과Ⅰ04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다. [12생과Ⅰ04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
하위문항	2-1	생명과학 Ⅱ (6) 생명공학 기술과 인간생활 (p187) [12생과Ⅱ06-01] DNA 재조합 기술의 원리를 이해하고, 활용 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
	2-2	생명과학 Ⅰ (3) 항상성과 몸의 조절 (p170) [12생과Ⅰ03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용

		과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12생과Ⅰ03-07] 백신의 작용 원리를 항원 항체 반응과 관련지어 이해하고, 백신으로 예방하기 힘든 질병을 조사하여 그 이유를 토의할 수 있다.
	2-3	생명과학 Ⅰ (3) 항상성과 몸의 조절 (p170) [12생과Ⅰ03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12생과Ⅰ03-07] 백신의 작용 원리를 항원 항체 반응과 관련지어 이해하고, 백신으로 예방하기 힘든 질병을 조사하여 그 이유를 토의할 수 있다.
	2-4	생명과학 Ⅱ (4) 유전자의 발현과 조절 (p184) [12생과Ⅱ04-01] 원핵세포와 진핵세포의 유전체 구성과 유전자 구조를 이해하고 차이를 비교할 수 있다. [12생과Ⅱ04-03] 전사와 번역 과정을 거쳐 유전자가 발현됨을 이해하고, 모형을 이용하여 유전자 발현 과정을 설명할 수 있다.
	2-5	생명과학 Ⅱ (5) 생물의 진화와 다양성 (p186) [12생과Ⅱ05-03] 3역 6계의 분류 체계를 이해하고 각 분류군의 차이를 설명할 수 있다. [12생과Ⅱ05-04] 동물과 식물 분류군의 특징을 문 수준에서 이해하고, 이들 간의 유연관계를 계통수를 이용하여 표현할 수 있다.
	2-6	생명과학 Ⅰ (3) 항상성과 몸의 조절 (p170) [12생과Ⅰ03-06] 다양한 질병의 원인과 우리 몸의 특이적 방어 작용과 비특이적 방어 작용을 이해하고, 관련 질환에 대한 예방과 치료 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
	2-7	생명과학 Ⅱ (6) 생명공학 기술과 인간생활 (p187) [12생과Ⅱ06-01] DNA 재조합 기술의 원리를 이해하고, 활용 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12생과Ⅱ06-02] 핵치환, 조직 배양, 세포 융합의 원리를 이해하고, 활용 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12생과Ⅱ06-03] 단일클론항체, 유전자 치료, 줄기세포를 난치병 치료에 적용한 사례를 이해하고, 이러한 치료법의 전망에 대해 토의할 수 있다.
	2-8	생명과학 Ⅱ (4) 유전자의 발현과 조절 (p184) [12생과Ⅱ04-03] 전사와 번역 과정을 거쳐 유전자가 발현됨을 이해하고, 모형을 이용하여 유전자 발현 과정을 설명할 수 있다. [12생과Ⅱ04-04] 유전 암호를 이해하고, 유전 암호 표를 사용하여 유전 정보를 해독할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	오현선 외 5인	Mirae N	2020	100-121
	생명과학 I	심규철 외 5인	비상교육	2020	92-105
	생명과학 II	전상학 외 7인	지학사	2020	104-140, 150-182, 192-218
	생명과학 II	이준규 외 5인	천재교육	2020	114-410, 144-184, 188-218
	생명과학 II	권혁빈 외 5인	㈜교학사	2020	99-130, 137-174, 181-206
	생명과학 II	심규철 외 5인	Visang	2020	113-143, 151-188, 195-214

5. 문항 해설

제시문의 내용은 게놈의 축적된 변이로 발생 및 진행하는 종양 질환의 새로운 치료법인 면역항암요법에 대한 전반적인 내용을 설명하였습니다. 그리고 본 종양 면역화학요법의 설명을 이해하기 위해 필수적인 지식인 유전자 증폭기법, 종의 분류, 특이 그리고 비특이적 면역 반응, 유전자의 전사와 번역 등의 내용을 교과과정에서 습득한 지식을 바탕으로 응용하여 적용할 수 있는 가를 알아보기 위한 질문을 기술하였습니다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
[2-1]	추론 과정 생략 가능 5′-, 3′- 끝 프라이머 염기서열 모두 정확히 기재 시 7점 부여 5′- 끝 프라이머 염기서열만 정확히 기재 시 3점 부여 3′- 끝 프라이머 염기서열만 정확히 기재 시 4점 부여 염기서열이 하나라도 틀리면 틀린 것으로 간주, 5′, 3′ 기재하지 않아도 맞는 것으로 간주	7점

[2-2]	대식세포와 식포 (또는 식세포작용, 또는 식균작용) 언급 1점, 리소좀과 융합 언급 1점, 리소좀 가수분해 효소 언급 1점, 대식세포 표면 항원 제시 언급 1점, 보조 T림프구가 비활성화 언급 1점, B림프구가 형질세포로 분화하는데 실패 언급 1점	6점
[2-3]	암세포의 지속적인 변이 축적 언급 2점, 항원 단백질의 키메라항원수용체와 결합 실패 언급 2점, 키메라항원수용체 발현 세포독성 T림프구에 의한 암세포 파괴 실패 언급 1점	5점
[2-4]	순서에 상관없이 4개 선택 언급 또는 통계의 조합 언급 5점 (${}_{20}C_4$만 기술해도 5점) 계산식과 계산이 정확하면 2점 (계산식 안쓰고 답만 쓰면 0점)	7점
[2-5]	각 동물들이 속한 분류군이 모두 정확하면 2점 (계통수를 그리고 각 동물의 위치 언급해도 2점), 후구동물 정확히 기재하면 3점 (각 동물들이 속한 분류군이 일부만 정확히 기재되어도 후구동물을 정확히 기재하면 4점)	5점
[2-6]	비만세포와 대식세포 그리고 화학신호물질 (또는 히스타민)의 세단어가 동시에 답안에 들어 있으면 2점 화학신호물질에 의한 모세혈관의 확장과 투과성 증가가 답안에 있으면 2점 백혈구의 식균작용 (식세포작용)에 의해 병원체와 세포찌꺼기를 제거가 들어가 있으면 1점	5점
[2-7]	"흑색종세포의 게놈을 분리하고 제한 효소를 이용하여 작은 조각으로 자른다"를 그리거나 기술하면 1점. 게놈 조각을 유전자 운반체에 클로닝하는 과정을 그리거나 기술하면 1점. "게놈 조각 함유 유전자 운반체를 변종흑색종세포에 넣어주고 세포독성 T 세포에 의해 죽는지를 조사한다."을 기술하거나 그림으로 설명하면 2점 세포독성 T 세포에 의해 죽는 변종흑색종세포로부터 넣어준 게놈 조각의 유전자를 분석한다고 기술하면 1점	5점
[2-8] (1)	정답과 똑같이 기술하면 총 3점 AGAACGGAUG CGGUGGUCGA GGUUGAUG: 정답에서 5′ 3′ 숫자를 기술하지 않으면 총 2점 3′ GUAGUUGGAG CUGGUGGCGU AGGCAAGA 5′: 방향을 바꾸어서 기술하면 총 1점 정답에서 염기서열의 오류 (2개이하)가 있으면 총 2점 정답에서 염기서열의 오류 (3개이상)가 있으면 총 0점 띄어쓰기는 정답과 상관없음	3점

[2-8] (2)	UGA 종결코돈이 생성됨을 기술하면 1점 메싸이이오닌-아르지닌의 폴리펩타이드가 생성됨 또는 메타이오닌-아르지닌이 생성됨 1점 제대로된 단백질이 생성되지 않아서 기능이 소실됨 1점	3점
[2-8] (3)	생성되는 폴리펩타이드의 변화가 없음을 기술하면 2점 전사의 속도를 증가시키거나 감소할 수 있지만 유전자 발현의 변화가 없을 가능성도 있다고 기술하면 2점	4점

7. 예시 답안 혹은 정답

[문제 2-1]

5′-ATGGCG ----- TCGTGA-3′ $\xrightarrow{\text{PCR}}$ 5′-**GAATTC**ATGGCG ----- TCGTGA**GGATCC**-3′
3′-TACCGC ----- AGCACT-5′ 3′-**CTTAAG**TACCGC ----- AGCACT**CCTAGG**-5′

5′-ATGGCG ----- TCGTGA-3′
5′-끝 프라이머 EcoRI BamHI 3′-끝 프라이머
3′-TACCGC ----- AGCACT-5′

5′-끝 프라이머 : 5′-GAATTCATGGCG-3′

3′-끝 프라이머 : 5′-GGATCCTCACGA-3′

[문제 2-2]

대식세포는 항원을 식포로 에워싸 [또는 식세포작용(식균작용)으로] 세포 안으로 유입하고, 리소좀과 식포를 융합하여 항원을 분해한 후 항원을 대식세포 표면에 제시한다. 리소좀에는 다양한 가수 분해효소가 들어 있는데, 리소좀의 활성이 억제될 경우 항원을 분해하지 못하여 항원을 대식세포 표면에 제시하지 못한다. 이에 보조 T림프구가 항원을 인식하지 못하여 활성화되지 못하고, 보조 T림프구에 의하여 B림프구가 형질세포로 분화하지 못하기 때문에 항체가 생성되지 못한다.

[문제 2-3]

암세포는 수많은 변이가 축적되는 세포로, 암세포 게놈의 변이가 지속적으로 진행되어 키메라항원수용체와 결합하는 (또는 인식되는) 항원 단백질 항원결정기(epitope)의 아미노산 서열(또는 구조)이 변하면, 항원 단백질이 키메라항원수용체에 의하여 인식되지 못하고, 결국 암세포는 키메라항원수용체 발현 세포독성 T림프구에 의해 파괴되지 못한다.

[문제 2-4]

20개의 엑손에서 4개의 엑손이 순서에 상관없게 선택될 경우의 수는 $_{20}C_4$ = 20!/[(20-4)!x4!] = (20x19x18x17)/(4x3x2) = 4,845개. 오십만 개 이상의 항체를 만드는 데 필요한 유전자 수는 500,000/4,845 = 103.19. 그러므로 최소 104개 이상의 유전자가 있어야 한다.

[문제 2-5]

창고기는 척삭동물, 불가사리와 해삼은 극피동물에 속한다. 말미잘은 자포동물, 지렁이는

환형동물, 오징어는 연체동물, 가재는 절지동물에 속한다. 그러므로 특이적 방어 작용은 후구동물에서 발생되었다.

[문제 2-6]

1. 병원체가 점막이나 피부를 침입하면 비만세포와 대식세포에서 화학신호물질 (또는 히스타민)이 분비된다.
2. 화학신호물질에 의해 모세혈관이 확장되어 혈류가 증가하고 혈관의 투과성이 증가한다.
3. 백혈구가 상처 부위로 모여들어 식균작용 (식세포작용)으로 상처 부위의 병원체와 세포 찌꺼기를 제거한다.
4. 상처가 치유된다.

[문제 2-7]

1. 흑색종세포의 게놈을 분리한다.
2. 제한 효소를 반응시켜 흑색종세포의 게놈을 작은 조각으로 자른다.
3. 흑색종 세포의 게놈 조각을 유전자 운반체 (예, 플라즈미드)로 클로닝한다.
4. 흑색종세포 게놈 조각을 함유한 유전자 운반체를 변종 흑색종 세포에 넣어준다.
5. 이 변종흑색종세포와 세포독성 T 세포를 반응시켜 세포독성이 회복되는지 평가한다.
6. 세포독성이 회복된 변종흑색종세포의 흑색종세포 게놈 조각을 분석하여 세포독성 T 세포의 흑색종세포에 대한 독성을 유발하는 유전자를 찾는다.

[문제 2-8] (1)

5′ AGAACGGAUGCGGUGGUCGAGGUUGAUG 3′

[문제 2-8] (2)

돌연변이에 의해 생성되는 mRNA는 다음과 같다.

5′ AGAACGGAUGCGGUGAUCGAGGUUGAUG 3′

UGA 종결코돈이 새로이 생기게 되므로 메싸이오닌-아르지닌으로 된 폴리펩타이드가 생성된다. 그러므로 단백질 합성이 조기 종결되므로 제대로 된 단백질이 생성되지 못하므로 이 유전자의 기능이 소실될 것이다.

[문제 2-8] (3)
27번째 사이토신과 28번째 타이민은 단백질을 합성하는 유전자 부위가 아니므로 생성되는 폴리펩타이드의 변화는 없다. 그러나 유전자의 전사를 조절하는 작동 부위이므로 전사의 속도를 증가시키거나 감소할 수 있으며 한편으로는 유전자 발현의 변화가 없을 가능성도 있다.