

2024학년도 선행학습 영향평가
자체 평가 보고서

2024. 3

한 국 공 학 대 학 교 입학홍보처

목 차

I. 선행학습 영향평가 개요	1
1. 대학별고사 실시 현황	2
2. 전형 및 모집 계열별 선행학습 영향평가 시행 결과	2
II. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법	3
1. 선행학습 영향평가 관련 대학의 자체 규정	3
2. 선행학습 영향평가위원회 조직 구성	5
3. 대학별고사 및 선행학습 영향평가 일정·절차	6
III. 대학별고사 준비 및 시행 과정 분석	7
1. 출제 전	7
2. 출제 과정	11
3. 출제 후	12
4. 문항 분석 및 평가	19
IV. 차년도 입학전형 반영 및 개선 계획	21
1. 출제 및 검토 개선	21
2. 출제 후 점검 강화	22
3. 차년도 입학전형 반영 계획	23
부록 1. 한국공학대학교 문항 카드	24
부록 2. 선행학습영향평가위원회 의견	62

I. 선행학습 영향평가 개요

1. 대학별고사 실시 현황

대학별고사 실시 현황을 아래 <표 I -1>과 같이 제시한다.

<표 I -1> 대학별고사 실시 현황표

구분	입학전형	모집 계열 (단위)	대학별 고사 실시 여부 (O, X)	대학별고사 유형					교과 교육과정 관련 여부 (O, X)
				논술 등 필답고사	면접 · 구술고사	실기 · 실험고사	교직적성 · 인성검사	기타	
수 시	논술 (논술우수자)	전체	O	O					O
	학생부교과 (교과우수자, 지역균형)	전체	X						X
	학생부종합 (기회균형, 특성화고졸재직자)	전체	X						X
	학생부종합 (창의인재, 조기취업형계약학과)	전체	O		O				X
정 시	수능 (일반학생1, 일반학생2)	전체	X						X
	수능 (농어촌학생, 특성화고교졸업자)	전체	X						X
	학생부종합 (조기취업형계약학과)	전체	O		O				X
	학생부종합 (특성화고졸재직자)	전체	X						X

2. 전형 및 모집 계열별 선행학습 영향평가 시행 결과

선행학습 영향평가 관련 이행 사항 체크리스트를 아래 <표 1-2>과 같이 제시한다. 다음으로 전형 및 모집 계열별 선행학습 영향평가 시행 결과를 아래 <표 1-3>과 같이 제시한다. 마지막으로 대학별고사에 사용된 문항별 적용 교과 현황을 아래 <표 1-4>와 같이 제시한다.

<표 1-2> 선행학습 영향평가 관련 이행 사항 체크리스트

구분		점검 사항	점검 결과
법령 이행	교칙	선행학습 영향평가 및 입학전형 영향평가위원회 관련 교칙이 있는가?	O
	위원회 구성	입학전형 영향평가위원회에 현직 고등학교 교원이 참여하였는가?	O
	결과 공개	선행학습 영향평가 시행 결과를 학교 홈페이지에 공개하였는가? (대학 입학 홈페이지: https://iphak.tukorea.ac.kr > 입시 도우미 > 공지사항)	O
영향평가 시행 범위		대학별고사를 실시한 모든 유형의 입학전형에 대하여 선행학습 영향평가를 시행하였는가?	O
자체 평가		대학별고사 출제·검토 과정 참여자의 자체 평가를 시행하고, 자체 평가 결과를 분석하였는가?	O
결과 분석	분석 범위	교과 지식에 관련된 모든 문항에 대한 선행학습 영향평가를 충실히 하였는가?	O
	작성의 충실성	교과 교육과정 관련 선행학습 영향평가 결과를 문항 카드 등 양식에 충실하게 작성하였는가?	O
	현황표	문항별 적용 교과 현황표를 충실하게 작성하였는가?	O

〈표 I -3〉 전형 및 모집 계열별 선행학습 영향평가 시행 결과

구분	입학전형	모집 계열 (단위)	대학별고 사 실시 여부 (○, X)	대학별고사 유형					교과 교육과정 관련 여부 (○, ×)	영향 평가 실시 결과*
				논술 등 필답 고사	면접· 구술고사	실기· 실험고사	교직 적성· 인성 검사	기타		
수 시	논술 (논술우수자)	전체	○	○					○	준수
	학생부교과 (교과우수자, 지역균형)	전체	X						X	준수
	학생부종합 (기회균형, 특성화고졸재직자)	전체	X						X	준수
	학생부종합 (창의인재, 조기취업형계약학과)	전체	○		○				X	준수
정 시	수능 (일반학생1, 일반학생2)	전체	X						X	준수
	수능 (농어촌학생, 특성화고교졸업자)	전체	X						X	준수
	학생부종합 (조기취업형계약학과)	전체	○		○				X	준수
	학생부종합 (특성화고졸재직자)	전체	X						X	준수

〈표 I -4〉 전형 및 모집 계열별 선행학습 영향평가 시행 결과

시험 유형	입학 전형	모집 계열 (단위)	입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	문항 번호	하위 문항 번호	계열 및 교과								
						인문 · 사회			수학	과학				영어
						국어	사회	도덕		물리	화학	생명 과학	지구 과학	
논술 등 필답고사	논술 (논술우수자)	전체	수학Ⅰ, 수학Ⅱ	1	1-1				○					
					1-2				○					
					1-3				○					
				2	1-1				○					
					1-2				○					
					1-3				○					
				3	1-1				○					
					1-2				○					
					1-3				○					
면접· 구술고사	학생부종합 (창의인재, 조기취업형계 약학과)	-	-	-	-									

II. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

1. 선행학습 영향평가 관련 대학의 자체 규정

한국공학대대학교는 「공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법(이하 공교육정상화법)」 시행령 제5조 제3항에 따라 선행학습 영향평가의 방법 및 절차에 대한 규정으로 선행학습 영향평가 관리 규정을 두고 있다.

선행학습 영향평가에 관한 규정

제정 2014.12.29.

제정 2022.03.01.

제 1 장 총 칙

제1조(목적) 이 규정은 한국공학대대학교(이하 “본 대학”이라 한다)가 선행학습 요소를 배제하고 고교 교육과정의 범위와 수준 내에서 전형을 운영함으로써 고등학교가 정상적인 교육과정을 운영할 수 있는 여건을 조성하여 고교교육 정상화에 실질적으로 기여하는 것을 목적으로 한다.

제2조(적용범위) 이 규정은 본 대학 대학별 고사(논술 등 필답고사, 면접·구술고사 등)에 적용함을 원칙으로 한다.

제 2 장 선행학습 영향 평가위원회

제3조(위원회의 설치) 선행학습에 대한 객관적이고 전문적인 분석과 대학별고사의 개선을 위하여 선행학습 영향 평가위원회(이하 “위원회”라 한다) 설치·운영한다.

제4조(구성) ① 위원회는 위원장을 포함하여 15인 이내로 구성하며, 입학홍보처장을 위원장으로 한다.

② 위원은 내부위원과 외부위원으로 구성하며, 위원장의 추천으로 총장이 임명한다.

③ 사무처리를 위하여 간사를 둘 수 있다.

제5조(임기) 위원장의 임기는 보직 재임기간으로 하고, 그 외 위원의 임기는 당해 입시년도 선행학습 영향평가 공시 마감기한까지 한다.

제6조(기능) 위원회는 다음 각 호의 사항을 심의한다.

1. 대학별 고사의 고교 교과영역 준수여부에 관한 사항
2. 대학별 고사의 설문에 대한 통계분석에 관한 사항
3. 대학별 고사의 선행학습 방지 대책에 관한 사항
4. 영향평가 결과의 공시기한 준수여부에 관한 사항
5. 영향평가 결과의 다음 연도 입학전형에의 반영에 관한 사항
6. 기타 위원장이 부의하는 사항

제7조(회의) ① 위원장은 회의를 소집하고 그 의장이 된다.

② 위원회의 회의는 재적위원 과반수 이상의 출석과 출석위원 과반수 이상의 찬성으로 의결한다.

제 3 장 선행학습 영향평가

제8조(영향평가의 절차 및 방법) ① 입학홍보처에서는 논술 및 필답고사, 면접·구술고사, 신체검사, 실기·실험고사 및 교직적성·인성검사 등 대학별 고사 종료 후 수험생을 대상으로 설문조사를 실시한다.

② 영향평가의 방법은 설문조사를 원칙으로 하되, 고사의 성격에 따라 그 방법을 달리할 수 있다.

③ 위원회는 설문조사의 결과를 바탕으로 대학별 고사의 고교 교과영역 범위 준수여부, 선행학습 유발여부 등을 판단한다.

④ 영향평가 결과는 다음 연도 입학전형에 반영하여야 하며, 반영 계획을 매년 3월 31일까지 본교 홈페이지에 게재하여 공개한다.

제9조(수당 등 지급) ① 위원에게는 예산의 범위 안에서 수당과 여비를 지급할 수 있다.

② 영향평가와 관련하여 위원, 관계전문가 등에게 조사 등을 의뢰한 경우에는 예산의 범위 안에서 연구비 등 필요한 경비를 지급할 수 있다.

제10조(기타) 영향평가 등에 관하여 이 규정에서 정하지 아니한 사항은 위원회의 의결을 거쳐 위원장이 정한다.

부 칙

제1조(시행일) 이 규정은 2014년 12 월 29 일부터 시행한다.

부 칙

제1조(시행일) 이 규정은 2022년 3 월 1 일부터 시행한다.

2. 선행학습 영향평가위원회 조직 구성

한국공학대학교는 선행학습 영향평가위원회 구성에 관한 규정을 본교 선행학습 영향평가에 관한 규정 제4조로 정하였다.

- 제4조(구성)** ① 위원회는 위원장을 포함하여 15인 이내로 구성하며, 입학홍보처장을 위원장으로 한다.
- ② 위원은 내부위원과 외부위원으로 구성하며, 위원장의 추천으로 총장이 임명한다.
- ③ 사무처리를 위하여 간사를 둘 수 있다.

위 규정에 의거, 선행학습 영향평가 위원회의 구성은 다음과 같다. 당연직으로 입학홍보처장(위원장), 입학관리팀장(간사) 각 1인이 내부 구성이다. 외부 위원은 총 10인으로 모두 고등학교 현직 고교교사이다. 위원 중 현직 고교교사의 비율은 83.3%에 해당하며, 2024학년도 선행학습 영향평가 위원회 구성은 아래의 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> 선행학습 영향평가 위원회 구성

연 번	구 분	성 명	직 위 / 소 속	내/외부 구분
1	위원장	김○○	입학홍보처장	내부위원
2	위원	이○○	개○고등학교	외부
3	위원	엄○○	경○고등학교	외부
4	위원	한○○	군○고등학교	외부
5	위원	이○○	서○고등학교	외부
6	위원	설○○	소○고등학교	외부
7	위원	최○○	송○고등학교	외부
8	위원	황○○	시○고등학교	외부
9	위원	이○○	안○○○고등학교	외부
10	위원	서○○	장○고등학교	외부
11	위원	이○○	함○고등학교	외부
12	간사	김○○	입학관리팀장	내부

3. 대학별고사 및 선행학습 영향평가 일정 · 절차

한국공학대학교의 2024학년도 대학별고사 일정은 <표 II-2>와 같다. 또한, 선행 학습 영향평가 일정은 <표 II-3>과 같다.

<표 II-2> 2024학년도 한국공학대학교 대학별고사 일정

평가 대상	입학전형		전형 일정
논술고사	논술(논술우수자)		수시 : 2023. 11. 26.
면접 · 구술고사	학생부 종합	창의인재(면접)	수시 : 2023. 12. 2.
		조기취업형계약학과(면접)	수시 : 2023. 11. 29. ~ 11. 30. 정시 : 2023. 1. 16.

<표 II-3> 선행학습 영향평가 일정

구 분	일정	주요 내용
분석 내용 결과 공유	2023. 6. ~ 2023. 7.	타 대학 2023학년도 선행학습 영향평가 결과 공유 및 분석
모의 논술고사 분석	2023. 6. ~ 2023. 7.	우리 대학 2024학년도 모의 논술고사 기출문제 분석
출제연구위원 회의	2023. 9.~10.	논술연구위원 1~4차 회의
출제위원 1차 회의	2023. 11.	출제위원 1차 회의
대학별고사 출제 / 고사 실시	2023. 11.	2024학년도 논술고사 출제 · 검토위원 합숙 - 고등학교 교사 논술 검토 4인 참여
문항 카드 작성 완료 및 출제위원 2차 회의	2023. 12 ~ 2024. 1.	문항 카드 작성완료, 논술연구위원 및 출제위원 2차 회의
문항 카드 검토	2024. 2.	논술고사 자문위원단 문항 카드 검토
자체 평가 보고서 공고	2024. 3.	자체 선행학습 영향평가위원회 회의 및 자체 평가 보고서 홈페이지 공고

Ⅲ. 대학별고사 준비 및 시행 과정 분석

1. 출제 전

1) 대학별고사 기본계획 수립

한국공학대학교에서는 입시전형에 공고된 출제 영역/과목명이 고등학교 교육과정 문서상의 영역/과목명이 일치될 수 있도록 출제 수준 및 방향, 영역별 출제 범위 등을 명시한 <표 Ⅲ-1>의 논술고사 기본계획을 수립하여 시행하였다.

<표 Ⅲ-1> 2024학년도 수시모집 논술고사 실시 기본계획

논술 (논술우수자) 대학별고사	관련 : 2024학년도 수시모집 논술고사 실시 기본계획(2023.10.17.) ○ 출제 수준 및 방향 ① 고등학교 교육과정 범위와 수준 내에서 출제함. ② 고등학교 교육과정과 유사하게 출제함. ③ 모의 논술 문제와 본 문제에 일관성이 유지되도록 함. ④ 오전/오후 2별 출제하되 각 별의 난이도가 동일하게 출제함. ⑤ 고등학교 교과서 범위에서만 논술문제 출제 가능 [EBS 교재 및 참고도서는 교과과정 범위 벗어날 위험이 있으므로 채택 불가] ○ 출제·검토위원 선정: 출제·검토위원 선정 절차의 공정성 확보를 위해 출제위원선정위원회의 심의를 거쳐 출제·검토위원 선정 ○ 영역별 출제 범위 - 수학: 수능 수학(수학Ⅰ, 수학Ⅱ) 교과 내부 영역에서 출제
---------------------------------	---

2) 고교 교육과정 분석

2015개정 수학과 교육과정(교육부 고시 제2020-236호) 책자, 논술고사 연구 및 출제용 교과서, 연구 및 출제용 EBS 수능 연계교재를 출판사별, 과목별 각 5권 이상 구비하여 입학관리팀 내 비치한 후, 출제위원 후보가 개별적으로 필요시 교재 대여를 통해 수시로 고등학교 교육과정에 대해 분석할 수 있도록 조치하였다.

또한 이 교재들은 출제를 위한 합숙을 시행하는 각 대학별고사 출제본부의 회의실에 전권 비치하여 필요시마다 참고하여 출제 및 검토에 적용할 수 있도록 조치하였다.

3) 논술출제 연구위원단(예비출제위원), 자문위원단 구성(고교 교육과정 연수 실시)

입학홍보처에서 출제 전에 논술에 대해 심도 있게 연구할 수 있도록 논술고사 출제 연구위원단(예비 출제위원)을 사전에 구성하였다. 대학별고사의 원활한 진행을 위해 입학홍보처에서는 논술 출제연구위원단과 여러 차례 사전회의를 통해 논술고사의 출제 범위, 교수·학습상의 유의점, 용어와 기호의 변화, 난이도 등이 교육과정에 적합하게 출제할 수 있도록 회의 주재 등 중간 역할을 수행하였다. 그리고 2015 개정 고등학교 교육과정에 대하여 출제연구위원단과 정보를 공유함으로써 본교의 논술고사가 고등학교 교육과정에 충실하게 출제될 수 있는 계기를 마련하였다.

이후에는 2024학년도 논술고사 시행에 앞서 현직 고등학교 수학 교사들로 구성된 논술고사 자문위원단을 구성하여 논술출제 연구위원단(예비 출제위원)을 대상으로 수차례 2015 개정 교육과정 안내, 논술출제에 대한 전반적인 이해, 고등학교 교육과정에 대한 분석 내용을 공유하고, 실제 고등학교별 고사 기출문제 사례분석을 통해 논술출제가 고등학교 교육과정 범위 내에서 출제될 수 있도록 사전연수를 실시하였다.

〈표 III-2〉 논술출제 관련 교육 시행 현황표

구분	날짜	대상	내용
논술 고사	2023. 04. (2시간)	모의 논술 위원	- 모의 논술출제와 관련 출제 범위, 난이도 등 고등학교 교육과정 범위 내에서 모의 논술 문제가 출제될 수 있도록 타 대학 사례연구 및 공유
	2023. 04. (2시간)	모의 논술 위원	- 모의 논술출제와 관련 출제 범위, 난이도 등 고등학교 교육과정 범위 내에서 모의 논술 문제가 출제될 수 있도록 타 대학 사례연구 및 공유
	2023. 08. (2시간)	논술자문 위원단 (고교교사)	- 고교교사 논술 자문위원단 구성(8인) 및 위원장 선출 - 논술고사 자문위원단의 목적을 설명하고, 향후 출제 연구위원단 교육을 위한 일정 조율 - 각 연수별 교육 안건 및 고사 이후 활동 일정 조율
	2023. 09. (2시간)	논술출제 연구위원단	[교육자: 군○○고 한○○ 교사] - 수학 I: 용어 및 방향, 출제 범위 안내 - 2009 교육과정 대비 2015 삭제된 용어 안내, 출제 유의 사항 - 수학 I: 교수·학습상 유의점(예시) 위배 사례 공유 및 안내
	2023. 09. (2시간)	논술출제 연구위원단	[교육자: 경○○고 엄○○ 교사] - 한국공학대 TEMS 수학 I, II 기출문제 분석 - 교육과정 변화에 따른 유의 사항 안내
	2023. 10. (2시간)	논술출제 연구위원단	[교육자: 안○○○○고 이○○ 교사] - 수학 II: 용어 및 방향, 출제 범위 안내 - 2009 교육과정 대비 2015 삭제된 용어 안내 - 수학II: 교수·학습상 유의점(예시) 위배 사례 공유 및 안내
	2023. 10. (2시간)	논술출제 연구위원단	[교육자: 서○○고 이○○ 교사] - 수학 II: 기출문제 분석 용어 및 방향 안내 - 고등학교 교육과정의 범위와 수준 내에서 출제 될 수 있도록 고등학교 교육과정 교육
	2023. 11. (2시간)	논술출제 연구위원단	- 선정된 출제위원을 대상으로 출제본부 입소 전 사전연수(교과서 외 책자반입 금지 등) - 2015 개정 교육과정에 따른 수학 출제 범위(수학I, 수학II) 수학과 교육과정 교수·학습상 유의점(예시) 및 위배 사례 공유 및 안내
	2024. 1~2. (1시간)	논술자문 위원단	- 문항 카드 검토 및 의견 회신

〈표 III-3〉 논술 자문위원단 교육 시행 사진



〈표 III-4〉 논술 자문위원단 교육 교안 (일부 발췌)

[illegible]

4) 논술고사 검토위원(현직 고교교사)에 대한 사전연수 실시

한국공학대학교에서는 2024학년도 논술고사 시행에 앞서 현직 고교 수학 교사들로 구성된 논술고사 검토위원단을 전년도와 동일한 4명으로 구성하였다. 이후 검토위원단이 출제문제 출제 범위 준수 여부, 오전·오후 난이도 적절성 등에 대하여 심도 있게 검토할 수 있도록, 그리고 검토된 내용이 사교육 유발 없이 공교육 정상화에 기여하고 실제 출제에 반드시 반영될 수 있도록 사전연수를 실시하였다.

2. 출제 과정

1) 출제·검토위원 중 고등학교 교원 참여 비율

한국공학대학교에서는 대학별고사(논술고사)가 고등학교 교육과정에서 벗어나지 않고 충실하게 출제가 될 수 있도록 출제·검토위원 구성 시 관련 규정을 근거로 출제위원선정위원회를 구성하여 출제 및 검토위원을 선정함으로써 선정 절차에 대한 공정성을 강화하였다. 또한 고등학교 현직 교사가 반드시 참여하도록 하였으며, 논술고사의 경우 2018(신설)~2019학년도까지 현직 고등학교 수학 교사로 구성된 검토위원을 2명으로 구성하였으나, 2020학년도부터는 현직 고등학교 수학 교사로 구성된 검토위원을 4명으로 확대·구성하여 출제 문제의 검증에 한층 강화하였다. 문제 인쇄는 출제 장소와 같은 장소에서 인쇄될 수 있도록 조치하여 출제 및 인쇄상의 보안을 강화하였다. 또한, 문제파일을 출제 장소에서 인쇄소로 이송하는 도중 발생할 수 있는 문제 유출 사태를 사전에 방지하고자 출제 장소 보안요원들에 대한 사전교육을 2회 이상 실시하였다.

〈표 III-5〉 출제·검토위원 중 고등학교 교원 참여 비율

구 분	2024학년도		
	출제위원	검토위원	계
대학 교원	5	-	5
일반계 고등학교 교원	-	4	4
소계	5	4	9

2) 고교 교원의 출제·검토 과정에서의 권한 강화를 위한 조치

한편 논술고사 출제 과정에서 발생할 수 있는 교육과정 위배를 예방하기 위해 출제 위원 간 출제 문항을 교차 검토하도록 안내하였으며, 현직 고등학교 교원으로만 구성된 검토위원이 출제 장소에 합숙하여 출제 문제에 대한 사전검토를 실시하였다. 그리고 그 검토 결과를 반드시 반영하여 출제가 완결될 수 있도록 하고, 검토 완료 후 최종적으로 출제 문제 검토 체크리스트에 검토위원 전원이 문항별로 체크를 완료하여 출제 위원장이 최종적으로 확인하는 절차를 도입함으로써 출제 과정에서의 현직 고등학교 교원의 권한을 강화하였다.

3. 출제 후

1) 출제·검토 과정에 대한 자체 평가 및 개선 사항

한국공학대에서는 출제 및 검토 과정에 대한 자체 평가 및 개선 사항을 도출하기 위하여 출제위원 5인 및 검토위원 4인을 대상으로 익명의 설문조사를 진행하였다. 설문은 총 4개의 문항으로 구성하였다. 그 내용으로는 ‘출제 및 검토에 관한 전반적인 만족도’, ‘사전교육에 대한 만족도’, ‘역할과 권한에 대한 충분도’, ‘출제 및 검토 기간에 대한 충분도’이다. 응답 결과는 다음과 같다.

첫째로 <표 III-6>을 통해 응답자 전체 중 88.9%인 8명이 만족 이상으로 답하여, 대부분 긍정적인 것으로 확인되었으며, 이를 통해 출제 및 검토위원이 전반적 과정에서 만족한 출제 과정이라고 평가할 수 있다.

<표 III-6> 출제 및 검토 과정에 대한 전반적인 만족도

문항 내용	답변 종류	도출 빈도	비율(%)
출제 및 검토 과정에 대해서 전반적으로 만족하십니까?	매우 만족	5	55.6
	만족	3	33.3
	보통	1	11.1
	불만족	-	-
	매우 불만족	-	-

둘째로, <표 III-7>에 해당하는 사전교육에 대한 만족도 항목이다. 고교 교육과정에 대한 이해 및 출제 시 주의 사항 등에 대한 교육 만족도이다. 교수자와 피 교수자 동일하게 교육에 대한 전반적인 만족도를 물었다. 응답자 전체 중 88.9%인 8명이 만족하였다. 교육의 내용 및 운영 측면에서 만족할 만한 수준이라고 평가할 수 있다.

<표 III-7> 출제 전 사전교육에 대한 만족도

문항 내용	답변 종류	도출 빈도	비율(%)
출제 및 검토 이전 과정에서 고교 교육과정 이해를 위한 교육에 대해서 만족하십니까?	매우 만족	5	55.6
	만족	3	33.3
	보통	1	11.1
	불만족	-	-
	매우 불만족	-	-

셋째로, <표 III-8>에 해당하는 출제 및 검토 과정 중의 역할과 권한에 대한 충분도 항목이다. 출제 과정 중 보안 유지, 교육과정 준수 여부의 확인, 의견 교류의 원활성 등에 관한 항목이다. 전체 응답자 중 88.9%인 8명이 충분하다고 답변하여, 충분한 역할과 권한 부여가 되었음을 알 수 있다.

<표 III-8> 출제 중 역할과 권한에 대한 충분성

문항 내용	답변 종류	도출 빈도	비율(%)
출제 및 검토위원의 역할과 권한은 충분하였습니까?	매우 충분	6	66.7
	충분	2	22.2
	보통	1	11.1
	불충분	-	-
	매우 불충분	-	-

마지막으로, <표 III-9>에 해당하는 문제 출제 및 검토 기간의 충분성이다. 매우 충분하다는 의견이 44.4%지만, 보통이라고 응답한 응답자가 55.6%이다. 출제 또는 검토의 역할에 따라 느끼는 기간의 충분성이 상이한 것으로 파악된다. 이러한 답변을 토대로 출제 및 검토 기간에 대한 추가 확보의 방법에 대해서 논의하고 적용할 수 있는 방안을 도출할 예정이다.

〈표 III-9〉 문제 출제 및 검토 기간의 충분성

문항 내용	답변 종류	도출 빈도	비율(%)
출제 및 검토위원의 역할과 권한은 충분하였습니까?	매우 충분	4	44.4
	충분	-	-
	보통	5	55.6
	불충분	-	-
	매우 불충분	-	-

이 외에도 기타 응답 내용들을 별도로 수집하였다. 전반적으로 만족하는 내용의 자유 응답이 대다수였으며, 출제위원의 인원수 확대 및 기간 확대 등의 의견도 있었다. 이러한 내용들을 통해 추가로 면담 및 토의하여 차년도 논술고사 출제 시 반영할 수 있도록 할 예정이다.

2) 수시모집 논술고사 등록자 대상 설문조사 실시

한국공학대학교에서는 2024학년도 수시모집 논술(논술우수자전형)으로 등록한 지원자를 대상으로 선행학습 유발 요소 및 논술고사 관련 난이도, 사교육 영향 등에 관한 설문조사를 실시하였다.

설문조사 기간은 2024.03.18.(월) ~ 03.20.(수) 였으며, 조사 대상자는 논술우수자전형 등록자 총 295명이다. 응답률은 총 52.5%로, 155명이 응답하였다. 조사 항목은 응시유형, 난이도, 고사 시간, 선행학습 관련 내용, 논술 준비 방법 및 기간 등이었다.

첫 번째 응답은 〈표 III-10〉에 제시된 논술고사 응시유형에 관한 응답이다. 응답 결과 오전 응답자 총 81명(52.3%), 오후 응답자 74명(47.7%)이었다. 각각 유형별로 하위 항목들을 구분하여 분석 및 제시할 예정이다.

〈표 III-10〉 수시모집 논술(논술우수자) 응시유형 구분(오전, 오후)

문항 내용	답변 종류	도출 빈도	비율(%)
응시한 시험 유형은 무엇입니까?	오전	81	52.3
	오후	74	47.7

두 번째 응답은 <표 III-11>에 제시된 출제된 논술 문제의 난이도이다. 오전과 오후 시험의 종류가 상이하므로, 오전과 오후를 분리하여 표로 제시하였다.

먼저 오전 고사 응답자 중 쉬움 이상으로 응답한 인원수는 총 56명(69.1%)으로 난이도 자체가 쉽다는 응답이 가장 많았다. 다음으로 적당하다고 답한 응답자는 총 22명(27.2%)이고, ‘어려움’ 및 ‘매우 어려움’의 비율은 3명(3.7%)으로 가장 적었다.

오후 고사 응답자 중 쉬움 이상으로 응답한 인원수는 총 56명(75.7%)으로 가장 많았고, 적당했다는 응답이 15명(20.3%), ‘어려움’으로 응답한 응답자는 3명(4.1%)으로 가장 적었다. 또한 ‘매우 어려움’으로 답한 응답자는 0명이었다.

이 결과를 통해 2024학년도 수시모집 논술고사는 전반적으로 평이하고 쉬운 수준이라고 평가할 수 있다.

<표 III-11> 수시모집 논술고사 난이도(오전, 오후)

문항 내용	시험 구분	답변 종류	도출 빈도	비율(%)
출제된 논술 문제의 난이도에 대하여 어떻게 생각하십니까?	오전	매우 쉬움	27	33.3
		쉬움	29	35.8
		적당	22	27.2
		어려움	2	2.5
		매우 어려움	1	1.2
	오후	매우 쉬움	23	31.1
		쉬움	33	44.6
		적당	15	20.3
		어려움	3	4.1
		매우 어려움	-	-

세 번째 응답은 <표 III-12>에 제시된 출제된 논술 문제 풀이 시간에 대한 설문이다.

오전 응답자 중 시간이 ‘충분’ 하다 이상으로 응답한 응답자 수는 40명(49.4%)으로, 절반에 가까운 응답자가 시간은 충분한 것으로 확인할 수 있다. ‘적당’으로 응답한 인원은 34명(42.0%), ‘부족’으로 답한 인원은 7명(8.6%), 마지막으로 매우 부족으로 답한 응답자는 없었다.

오후 응답자 중 시간이 ‘충분’ 하다 이상으로 응답한 응답자 수는 32명(43.2%)으로 절반에 조금 못 미치는 응답자가 시간이 충분하다 느낀 것으로 확인할 수

있다. ‘적당’ 하다고 답변한 인원은 33명(44.6%), ‘부족’ 으로 답변한 응답자는 9명(12.2%)이었으며, ‘매우 부족’ 으로 응답한 인원은 없었다.

전반적으로 고사 풀이 시간에 관한 응답은 적당하다 혹은 충분하다 이상의 답변이 많은 것으로 파악되며, 내년에도 이 결과를 바탕으로 현행과 같이 유지할 예정이다.

〈표 III-12〉 수시모집 논술고사 문제 풀이 시간(오전, 오후)

문항 내용	시험 구분	답변 종류	도출 빈도	비율(%)
문제 풀이에 주어진 시간(총 80분)에 대하여 어떻게 생각하십니까?	오전	매우 충분	14	17.3
		충분	26	32.1
		적당	34	42.0
		부족	7	8.6
		매우 부족	-	-
	오후	매우 충분	8	10.8
		충분	24	32.4
		적당	33	44.6
		부족	9	12.2
		매우 부족	-	-

네 번째 응답은 〈표 III-13〉에 제시된 출제된 문제가 고교 교육과정 내에서 출제되었는지에 대한 응답이다.

먼저 오전 응답자 중 ‘그렇다’ 라고 응답한 응답자 수는 80명(98.8%), ‘아니다’ 라고 응답한 응답자 수는 1명(1.2%)이었다.

오후 응답자는 전원 ‘그렇다’ 라고 응답하였으며, 이를 통해 모든 지원자가 출제 문제에 대해서 교육과정 내에 출제되었다고 느꼈음을 파악할 수 있다.

〈표 III-13〉 고교 교육과정 내 출제 여부(오전, 오후)

문항 내용	시험 구분	답변 종류	도출 빈도	비율(%)
출제된 문제는 고교 교육과정 범위 내에서 출제되었다고 생각하십니까?	오전	그렇다	80	98.8
		아니다	1	1.2
	오후	그렇다	74	100.0
		아니다	-	-

다섯 번째 응답은 <표 III-14>에 제시된 논술고사 준비 방법에 대한 응답이다.

오전 응답자 중 ‘스스로 준비’로 응답한 지원자는 44명(54.3%)으로 절반 이상의 가장 큰 비중을 차지하였다. ‘사교육을 통한 준비’로 응답한 응답자가 32명(39.5%)으로 그다음 비중이었고, ‘공교육 및 사교육 병행’으로 응답한 응답자는 5명(6.2%)였다. ‘공교육(교내 등)’으로 응답한 응답자는 없었다.

오후 응답자 중 ‘스스로 준비’로 응답한 지원자는 42명(56.8%)으로 절반 이상의 가장 큰 비중을 차지하였다. ‘사교육을 통한 준비’로 응답한 응답자가 26명(35.1%)으로 그 다음 비중이었고, ‘공교육 및 사교육 병행’으로 응답한 응답자는 3명(4.1%)였다. ‘공교육(교내 등)’으로 응답한 응답자는 3명(4.1%)이었다.

이를 통해 가장 큰 비중은 ‘스스로 준비’임을 확인할 수 있었고, ‘사교육을 통한 준비’ 및 ‘공교육 및 사교육 병행’ 순임을 확인할 수 있다. 이를 통해 논술고사가 과도한 사교육을 조장하지 않으며, 지원자 성향에 따라 준비 방법이 다르다는 것을 유추해 볼 수 있다.

<표 III-14> 논술고사 준비 방법(오전, 오후)

문항 내용	시험 구분	답변 종류	도출 빈도	비율(%)
본교 논술고사는 주로 어떻게 준비하였습니까?	오전	공교육(교내 등)	-	-
		스스로 준비	44	54.3
		사교육을 통한 준비	32	39.5
		공교육 및 사교육 병행	5	6.2
	오후	공교육(교내 등)	3	4.1
		스스로 준비	42	56.8
		사교육을 통한 준비	26	35.1
		공교육 및 사교육 병행	3	4.1

여섯 번째 응답은 <표 III-15>에 제시된 사교육을 통한 논술 준비 시 기간에 대한 응답이다.

오전 응답자 중 ‘1개월 이하’ 21명(25.9%), ‘1개월 초과 ~ 3개월 이하’ 17명(21.0%), ‘3개월 초과 ~ 6개월 이하’ 8명(9.9%), ‘6개월 초과 ~ 1년 이하’ 4명(4.9%), ‘1년 초과’는 없음으로 확인할 수 있다.

오후 응답자 중 ‘1개월 이하’ 13명(17.6%), ‘1개월 초과 ~ 3개월 이하’ 12명(16.2%), ‘3개월 초과 ~ 6개월 이하’ 6명(8.1%), ‘6개월 초과 ~ 1년 이하’ 6명(8.1%), ‘1년 초과’ 1명(1.3%)으로 확인할 수 있다.

이를 통하여 대부분 사교육을 통해 준비한 학생들이 1년 미만의 기간인 비교적 단기간의 준비를 통해 고사를 준비했음을 확인할 수 있다.

〈표 III-15〉 사교육을 통한 논술 준비 시 기간(오전, 오후)

문항 내용	시험 구분	답변 종류	도출 빈도	비율(%)
사교육을 통해 논술고사를 준비한 경우, 그 기간은 어느 정도입니까? (사교육을 통해 준비하지 않은 응답자는 없음)	오전	없음	31	38.3
		1개월 이하	21	25.9
		1개월 초과 ~ 3개월 이하	17	21.0
		3개월 초과 ~ 6개월 이하	8	9.9
		6개월 초과 ~ 1년 이하	4	4.9
		1년 초과	-	-
	오후	없음	36	48.6
		1개월 이하	13	17.6
		1개월 초과 ~ 3개월 이하	12	16.2
		3개월 초과 ~ 6개월 이하	6	8.1
		6개월 초과 ~ 1년 이하	6	8.1
		1년 초과	1	1.3

이 외에도 자유 작성 양식으로 기타 의견을 수렴하였다. 대부분 내용은 논술고사 내용 자체가 난이도가 쉽고 평이하다는 내용이었다. 향후 출제 시에도 이와 같은 난이도를 유지하여 수험생들의 접근성을 용이하도록 유지하고, 부담감이 낮은 현행을 유지할 예정이다.

4. 문항 분석 및 평가

1) 문항 분석 결과 요약표

한국공학대학교의 2024학년도 대학별고사인 논술전형, 학생부종합(창의인재/조기취업형계약학과)전형의 문항 분석 결과는 <표 IV-1>과 같다. 다만, 학생부종합(창의인재)전형은 면접 평가 시 학교생활기록부를 바탕으로 공정성 제고를 위해 블라인드 면접을 시행하고, 학생부종합(조기취업형계약학과)전형은 면접 평가 시 학교생활기록부를 바탕으로 면접(면접위원: 위촉/전임사정관 1명, 산업체 1명)하여 개별면접 문항을 출제하지 아니하였으므로, 문항 카드 작성은 제외하였다.

논술고사는 전 계열에서 시행하였고, 수리논술 유형으로 출제하였다. 수리논술은 대문항 3문제가 출제되었으며, 각 대문항별 소문항 3문항씩 출제하였으며, 각 문항에 해당하는 고등학교 과목명은 문항 분석 결과 요약표[표 15]에서 확인할 수 있다. 요약 표에는 각 문항별로 출제 범위와 교육과정 준수 여부를 판정 후 그 결과를 요약하여 함께 제시하였고, 본교 논술전형 평가를 위해 출제된 문항들은 문항별 교수·학습상 유의점을 유념하여 출제·검토하여 출제하였음을 확인할 수 있다. 또한 출제 문항별 검토 체크리스트를 통해 고등학교 교육과정 범위 내에서 출제되도록 조치하였으며, 고등학교 교육과정 문서와 해설서 지침 사항을 모두 성실히 준수하였음을 확인할 수 있다. 전반적으로 본교 논술고사는 고등학교 교육과정 내에서 난이도를 쉽게 출제하여 고등학교 수업에 충실한 학생이라면 쉽게 풀이할 수 있도록 출제하였다. 요약표에는 각 문항별로 출제 범위와 교육과정 준수 여부를 판정하고 그 결과를 요약하여 함께 제시하였다.

〈표 IV-1〉 문항 분석 결과 요약표

평가 대상	입학전형	계열	문항 번호	하위문항 번호	교과별 교육과정 과목명	교육과정 준수여부	문항 불입 번호
논술고사	논술 (논술우수자)	전 계열 (오전)	1	1-1	수학 I	○	문항 카드 1
				1-2	수학 I	○	
				1-3	수학 I	○	
			2	2-1	수학 II	○	문항 카드 2
				2-2	수학 II	○	
				2-3	수학 II	○	
			3	3-1	수학 II	○	문항 카드 3
				3-2	수학 II	○	
				3-3	수학 II	○	
		전 계열 (오후)	1	1-1	수학 I	○	문항 카드 4
				1-2	수학 I	○	
				1-3	수학 I	○	
			2	2-1	수학 II	○	문항 카드 5
				2-2	수학 II	○	
				2-3	수학 II	○	
			3	3-1	수학 II	○	문항 카드 6
				3-2	수학 II	○	
				3-3	수학 II	○	
면접 · 구술고사	학생부종합 (창의인재)	전 계열	-	-	학교생활기록부	○	-
	학생부종합 (조기취업형 계약학과)		-	-	학교생활기록부	○	-

※ 면접 구술고사[학생부종합(창의인재/조기취업형계약학과)]는 면접 문항을 출제하지 않아 문항 카드를 작성하지 않음.

IV. 차년도 입학전형 반영 및 개선 계획

1. 출제 및 검토 개선

2024학년도 한국공학대학교의 대학별고사 중 논술고사는 고등학교 교육과정을 충실히 이행한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 문제가 출제되었으며, 변별력이 좋은 문제들이 출제되었다고 분석되었다. 면접 평가는 사교육과 선행학습으로 인해 영향을 받을 수 있는 평가 요소를 배제하고 자기소개서, 의사소통 능력을 활용한 학교생활기록부 기반 면접에 충실하였음을 확인할 수 있었다.

한국공학대학교에서는 대학별고사 중 논술고사에 대한 개선을 다음과 같이 계획하고 있다. 우선 논술고사의 경우 2025학년도에는 현직 고등학교 교사로 구성된 논술자문위원단을 2024학년도에 증원한 인원수를 유지 및 강화할 계획이며, 논술고사 출제위원 및 검토위원 선정을 위한 출제위원선정위원회를 지속 운영하여 선정 절차의 공정성을 강화할 계획이다. 논술고사 출제·검토 위원 대상으로 출제 문항별 교수·학습상 유의점 및 위배 사례에 대하여 사전연수를 강화하고, 출제 문항별 검토 체크리스트를 강화하여 고등학교 교육과정 범위 내 출제할 계획이며, 또한 고등학교 교육과정의 이해도를 제고하고자 출제·검토위원 사전연수를 확대(11회→12회)하고 출제 문제 검증 기능을 강화할 계획이다. 그리고 논술고사에 응시할 예정인 학생들에게 논술출제 방향, 출제 범위 등을 제시한 논술 가이드 및 본교 기출문제를 입학 홈페이지에 첨부하고, 수험생 논술 정보제공 확대를 위해 논술해설 동영상도 홈페이지에 게재하여 학생들에게 제공할 계획이다. 2025학년도 대입전형 개선 계획은 <표 V-1>과 같다.

〈표 V -1〉 2025학년도 대입전형 개선 계획

전형명	2024학년도	2025학년도	비고
논술 (논술우수자)	· 논술자문위원단 구성 (현직 교사 8명)	좌 동	유지
	· 논술출제·검토위원 선정 절차 공정성 강화 (출제위원선정위원회 심의·의결 선정)	좌 동	유지
	· 논술 검토위원 현직 교사 참여 확대 (4명)	좌 동	유지
	· 출제·검토위원 대상 사전연수(11회)	· 출제·검토위원 대상 사전연수(13회)	고등학교 교육과정 이해도 제고를 위해 출제·검토위원 대상 사전연수 강화
	· 논술가이드북 + 기출문제 제공 · 논술해설 동영상 홈페이지 게재	좌 동	논술해설 동영상 홈페이지 게재로 수험생 정보제공 확대

2. 출제 후 점검 강화

1) 입학공정관리위원회를 통한 내부감사

한국공학대학교에서는 입학공정관리위원회를 통해 출제 과정에 대한 전반적인 감사를 진행한다. 출제 중 출제 및 인쇄본부에 입학공정관리위원회(내부 및 외부) 위원이 실사를 통하여 공정성 위배 여부를 감사한다. 출제 시험 운반 과정에서도 운반 및 입봉 과정에 참여하며, 고사 당일 부정 방지 점검의 역할도 수행한다.

2) 검토위원을 통한 출제 문제 및 문항 카드 점검

한국공학대학교에서는 검토위원으로 위촉된 4인의 현직 고교교사를 통하여 문항 카드를 사후에도 점검하고 있다. 이를 통해 출제 문제 및 문항 카드 점검을 단발성에 그치지 않고, 사후 및 다 회차 추가점검을 시행하고 있다.

3. 차년도 입학전형 반영 계획

한국공학대학교 규정에 따라 설치, 운영 중인 2024학년도 선행학습영향평가위원회의 검토 의견에 따라, 2024학년도 한국공학대학교 대학별고사는 고등학교 교육과정 위배 요소가 없었음을 확인할 수 있었다.

여기에 더하여, 2025학년도 논술고사에서는 현재의 출제 기조를 유지하여 고등학교 교육과정을 이해한 학생이라면 누구나 어려움 없이 고사에 응시할 수 있도록 할 예정이다.

특히 2024학년도에 시행된 논술고사에서는 문항 간 연계성을 삭제하여, 수험생들의 접근성을 한층 더 높였다는 평가를 받고 있다. 이 결과 고사를 응시한 실제 수험생 및 교육 관계자(입시관계자, 고교교사 등)들로부터 좋은 호응을 받을 수 있었다.

매년 강화해 온 공정성 및 출제 전·중·후 관리 과정을 토대로 2025학년도 대학별고사에서도 좋은 평가를 받을 수 있도록 노력할 예정이다.

[부록 1]

[한국공학대학교 문항 카드 1]

1. 일반정보		
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술(논술우수자)	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	전 계열(수학) / 오전 1	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 I
	핵심 개념 및 용어	삼각함수, 지수함수, 로그함수, 등비수열
예상 소요 시간	20분	

2. 문항 및 제시문

[문제 1]

[1-1] [10점]

다음은 $0 \leq \theta < 2\pi$ 일 때, x 에 대한 이차방정식

$$x^2 + (4\sin\theta)x + 2\cos\theta + 2 = 0$$

이 중근을 갖도록 하는 모든 θ 의 값을 구하는 과정이다.

이차방정식 $x^2 + (4\sin\theta)x + 2\cos\theta + 2 = 0$ 의 판별식을 D 라 하면
이차방정식이 중근을 가져야 하므로

$$D = (4\sin\theta)^2 - 4(2\cos\theta + 2) = 0$$

이어야 한다. 즉, $2\sin^2\theta - \cos\theta - 1 = 0$

이고, $\sin^2\theta = 1 - \cos^2\theta$ 이므로

$$2(1 - \cos^2\theta) - \cos\theta - 1 = 0$$

이다. 따라서

$$(\boxed{\text{가}})(\cos\theta + 1) = 0$$

이므로

$$\cos\theta = \boxed{\text{나}} \text{ 또는 } \cos\theta = -1$$

$0 \leq \theta < 2\pi$ 에서

$\cos\theta = \boxed{\text{나}}$ 일 때, $\theta = \boxed{\text{다}}$ 또는 $\theta = \boxed{\text{라}}$ 이고

$\cos\theta = -1$ 일 때, $\theta = \boxed{\text{마}}$ 이다.

위의 과정에서 (가) ~ (마)에 알맞은 식 또는 값을 구하시오.

[1-2] [10점]

두 곡선

$$y = -3^{x-2} + a, \quad y = 2^x$$

이 직선 $y=2$ 와 만나는 점을 각각 A,B 라 하자. $\overline{AB}=2$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오. (단, $a > 3$)

[1-3] [10점]

모든 항이 양수인 등비수열 $\{a_n\}$ 이 모든 자연수 n 에 대하여

$$\log_3 a_{n+2} - \log_3 a_n = 2$$

를 만족시킨다. $a_2 \times a_4 \times a_6 = 3^{15}$ 일 때, $a_k = 3^{46}$ 인 자연수 k 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

3. 출제 의도

삼각함수와 등비수열, 지수함수 및 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다.

1-1 삼각함수의 값을 구하는 과정을 설명할 수 있고, 특수각에 대한 삼각함수의 값을 구할 수 있는지를 평가한다.

1-2 지수함수의 그래프와 지수함수의 성질을 활용한 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다.

1-3 로그함수의 성질을 활용할 수 있고 주어진 조건을 만족하는 등비수열의 일반항을 구하고, 그 과정을 설명할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습 내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습 내용 성취 기준
문제 1-1	[수학 I]-(2) 삼각함수-[1] 삼각함수 [12수학 I 02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.
문제 1-2	[수학 I]-(1) 지수함수와 로그함수-[2] 지수함수와 로그함수 [12수학 I 01-07] 지수함수와 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 이해한다. [12수학 I 01-08] 지수함수와 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
문제 1-3	[수학 I]-(1) 지수함수와 로그함수-[1] 지수와 로그 [12수학 I 01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다. [수학 I]-(3) 수열-[1] 등차수열과 등비수열 [12수학 I 03-03] 등비수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.

나) 자료출처

참고 자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	황선욱 외	미래엔	2022	81-90
	수학 I	김원경 외	비상교육	2019	48-60
	수학 I	홍성복 외	지학사	2020	11-32, 125-133

5. 문항 해설

삼각함수는 삼각비를 일반화시킨 개념으로, 자연 현상이나 사회 현상 가운데 나타나는 주기적인 현상을 수학적으로 표현하여 설명하고 분석할 수 있는 유용한 주기함수이다. 삼각함수의 값을 구하는 과정을 설명할 수 있고, 삼각함수를 기호로 나타낼 수 있으며 특수각에 대한 삼각함수의 값을 구할 수 있는지를 평가한다.

또한 지수함수는 빠르게 증가하거나 감소하는 수량이나 현상을 다루는 데 유용한 함수이고, 로그함수는 지수함수의 역함수이다. 지수함수의 그래프와 지수함수의 성질을 활용한 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다.

수열은 규칙적으로 나열된 수로 나타낼 수 있는 현상을 탐구하는 데 유용한 함수이다. 수열을 통해 자연 현상이나 사회 현상에 내재하여 있는 다양한 규칙성을 찾아 일반화된 식으로 표현하고 수학적으로 정당화함으로써 수학의 유용성과 가치를 경험하고 귀납적 추론 능력과 연역적 추론 능력을 기를 수 있다. 귀납적으로 정의된 등비수열의 일반항을 구할 수 있는지를 평가한다.

본 문항의 핵심적인 내용은 「수학 I」의 ‘지수함수와 로그함수’와 ‘삼각함수’, ‘등차수열과 등비수열’ 단원에서 다루어진다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 1-1	(가)에 알맞은 식을 $2\cos\theta - 1$ (또는 $-2\cos\theta + 1$)고 구한 경우	2
	(나)에 알맞은 값을 $\frac{1}{2}$ 고 구한 경우	2
	(다)에 알맞은 값을 $\frac{\pi}{3}$ (또는 $\frac{5\pi}{3}$)고 구한 경우	2
	(라)에 알맞은 값을 $\frac{5\pi}{3}$ (또는 $\frac{\pi}{3}$)고 구한 경우	2
	(마)에 알맞은 값을 π 고 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 1-2	점 A의 좌표를 $A(\log_3(a-2)+2, 2)$ 고 구한 경우	4
	점 B의 좌표를 $B(1, 2)$ 고 구한 경우	2
	$\{\log_3(a-2)+2\}-1=2$ 의식을 세운 경우	2
	a 의 값을 5로 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 1-3	$a_{n+2} = 9a_n$ 이 성립함을 설명한 경우	3
	등비수열 $\{a_n\}$ 의 공비가 3임을 구한 경우	3
	등비수열 $\{a_n\}$ 의 첫째항이 9임을 구한 경우	2
	자연수 k 의 값을 45로 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0

7. 예시 답안

[문제 1]

[1-1] [10점]

다음은 $0 \leq \theta < 2\pi$ 일 때, x 에 대한 이차방정식

$$x^2 + (4\sin\theta)x + 2\cos\theta + 2 = 0$$

이 중근을 갖도록 하는 모든 θ 의 값을 구하는 과정이다.

이차방정식 $x^2 + (4\sin\theta)x + 2\cos\theta + 2 = 0$ 의 판별식을 D 라 하면
이차방정식이 중근을 가져야 하므로

$$D = (4\sin\theta)^2 - 4(2\cos\theta + 2) = 0$$

이어야 한다. 즉, $2\sin^2\theta - \cos\theta - 1 = 0$

이고, $\sin^2\theta = 1 - \cos^2\theta$ 이므로

$$2(1 - \cos^2\theta) - \cos\theta - 1 = 0$$

이다. 따라서

$$(\boxed{\text{가}})(\cos\theta + 1) = 0$$

이므로

$$\cos\theta = \boxed{\text{나}} \text{ 또는 } \cos\theta = -1$$

$0 \leq \theta < 2\pi$ 에서

$$\cos\theta = \boxed{\text{나}} \text{ 일 때, } \theta = \boxed{\text{다}} \text{ 또는 } \theta = \boxed{\text{라}} \text{ 이고}$$

$$\cos\theta = -1 \text{ 일 때, } \theta = \boxed{\text{마}} \text{ 이다.}$$

위의 과정에서 (가) ~ (마)에 알맞은 식 또는 값을 구하시오.

(예시 답안)

이차방정식 $x^2 + (4\sin\theta)x + 2\cos\theta + 2 = 0$ 의 판별식을 D 라 하면 이차방정식이 중근을
가져야 하므로 $D = (4\sin\theta)^2 - 4(2\cos\theta + 2) = 0$ 이어야 한다.

즉, $2\sin^2\theta - \cos\theta - 1 = 0$ 이고 $\sin^2\theta = 1 - \cos^2\theta$ 이므로 $2(1 - \cos^2\theta) - \cos\theta - 1 = 0$
이다. 따라서

$$(2\cos\theta - 1)(\cos\theta + 1) = 0 \text{ 에서 } \cos\theta = \frac{1}{2} \text{ 또는 } \cos\theta = -1$$

$0 \leq \theta < 2\pi$ 에서

$$(i) \cos\theta = \frac{1}{2} \text{ 일 때, } \theta = \frac{\pi}{3} \text{ 또는 } \theta = \frac{5\pi}{3} \left(\theta = \frac{5\pi}{3} \text{ 또는 } \theta = \frac{\pi}{3} \right)$$

$$(ii) \cos\theta = -1 \text{ 일 때, } \theta = \pi \text{ 이다.}$$

$$(가) 2\cos\theta - 1 \text{ (또는 } -2\cos\theta + 1) \quad (나) \frac{1}{2} \quad (다) \frac{\pi}{3} \quad (라) \frac{5\pi}{3} \quad (마) \pi$$

또는

$$(가) 2\cos\theta - 1 \text{ (또는 } -2\cos\theta + 1) \quad (나) \frac{1}{2} \quad (다) \frac{5\pi}{3} \quad (라) \frac{\pi}{3} \quad (마) \pi$$

[1-2] [10점]

두 곡선

$$y = -3^{x-2} + a, \quad y = 2^x$$

이 직선 $y=2$ 와 만나는 점을 각각 A, B라 하자. $\overline{AB}=2$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오. (단, $a > 3$)

(예시답단)

$-3^{x-2} + a = 2$ 에서 $x = \log_3(a-2) + 2$ 이므로 점 A의 좌표는 $A(\log_3(a-2) + 2, 2)$

$2^x = 2$ 에서 $x = 1$ 이므로 점 B의 좌표는 $B(1, 2)$

$\overline{AB} = 2$ 이므로 $\{\log_3(a-2) + 2\} - 1 = 2$, $\log_3(a-2) = 1$ 에서 $a - 2 = 3$, $a = 5$

[1-3] [10점]

모든 항이 양수인 등비수열 $\{a_n\}$ 이 모든 자연수 n 에 대하여

$$\log_3 a_{n+2} - \log_3 a_n = 2$$

를 만족시킨다. $a_2 \times a_4 \times a_6 = 3^{15}$ 일 때, $a_k = 3^{46}$ 인 자연수 k 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시답단)

$\log_3 a_{n+2} - \log_3 a_n = 2$ 에서 $\log_3 \frac{a_{n+2}}{a_n} = \log_3 9$, $a_{n+2} = 9a_n$

등비수열 $\{a_n\}$ 의 첫째항을 $a_1 = a$, 공비를 r 라 하면

$$a_{n+2} = 9a_n \text{에서 } ar^{n+1} = 9ar^{n-1}, \quad r^2 = 9$$

모든 항이 양수이므로 $r = 3$

$$a_2 \times a_4 \times a_6 = ar \times ar^3 \times ar^5 = a^3 r^9 = a^3 3^9 = 3^{15} \text{에서 } a^3 = 3^6, \quad a = 9$$

$$a_k = 3^{46} \text{에서 } 9 \times 3^{k-1} = 3^{46}, \quad 3^{k+1} = 3^{46}, \quad k+1 = 46 \text{이므로 } k = 45$$

[한국공학대학교 문항 카드 2]

1. 일반정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술(논술우수자)	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	전 계열(수학) / 오전 2번 문항	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 II
	핵심 개념 및 용어	극한(값), 도함수, 극댓값, $\int_a^b f(x)dx$
예상 소요 시간	25분	

2. 문항 및 제시문

[문제 2]

[2-1] [10점]

이차함수 $f(x)$ 가 다음 조건을 만족시킬 때, $f(1)$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

$$(가) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\{f(x)\}^2}{2x^2 f(x) + 3f(x^2)} = 2$$

$$(나) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x)}{x} = 3$$

[2-2] [10점]

실수 $a(a > 2)$ 에 대하여 함수

$$f(x) = -2x^3 + 3(a+2)x^2 - 12ax - \frac{3}{2}a^2 + 18a$$

의 극댓값을 $g(a)$ 라 할 때, $\lim_{a \rightarrow 2+} \frac{g'(a)}{a-2}$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

[2-3] [10점]

수직선 위를 움직이는 점 P의 시각 $t(t \geq 0)$ 에서의 속도 $v(t)$ 와 가속도 $a(t)$ 가 다음 조건을 만족시킨다.

(가) $0 \leq t \leq 1$ 일 때, $v(t) = t^3 - t$ 이다.

(나) $t \geq 1$ 일 때, $a(t) = 2t + 1$ 이다.

시각 $t=0$ 에서 $t=2$ 까지 점 P 가 움직인 거리를 구하고 그 과정을 서술하시오.

3. 출제 의도

2-1. 함수의 극한에 대한 성질을 이용하여 함수의 극한값을 구할 수 있는지를 평가한다.

2-2. 다항함수의 극댓값을 구하고, 구하는 과정을 설명할 수 있는지를 평가한다.

2-3. 수직선 위를 움직이는 점의 거리에 대한 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습 내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습 내용 성취 기준
문제 2-1	[수학 II]-(1) 함수의 극한과 연속-① 함수의 극한 [12수학 II 01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.
문제 2-2	[수학 II]-(2) 다항함수의 미분법-② 도함수의 활용 [12수학 II 02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.
문제 2-3	[수학 II]-(3) 다항함수의 적분법-② 정적분의 활용 [12수학 II 03-06] 속도와 거리에 대한 문제를 해결할 수 있다.

나) 자료출처

참고 자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 II	황선옥 외	미래엔	2018	8-29
	수학 II	고성은 외	좋은책 신사고	2018	71-109
	수학 II	홍성복 외	지학사	2018	141-159

5. 문항 해설

함수의 극한은 현대 수학의 핵심적인 개념으로 한없이 가까워지는 현상을 수학적으로 표현하는 도구이다. 함수의 극한과 연속을 통해 함수와 그 그래프의 성질을 심도 있게 분석할 수 있고, 이는 미분과 적분의 원리를 이해하는 기초가 된다. 미분은 함수의 순간적인 변화를 설명하는 도구로, 자연과학이나 공학뿐 아니라 경제학, 사회학 등 다양한 분야에서 활용된다.

순간변화율이나 접선의 기울기를 나타내는 미분계수와 도함수는 최댓값, 최솟값을 구하거

나 증가, 감소 등의 변화 현상을 해석하고 설명하는 데 이용된다. 적분은 미분과 역관계에 있으며 도형의 넓이를 구하는 데 필요한 개념이다. 적분은 여러 가지 도형의 넓이를 구하는 것뿐 아니라 움직이는 물체의 속도와 이동 거리 계산을 포함한 변화 현상과 관련된 다양한 문제 해결에 활용된다. 함수에서 극한, 미분, 적분을 이용하여 함수의 극한값, 극댓값, 거리를 구할 수 있는지를 평가한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 2-1	이차함수 $f(x)$ 의 이차항의 계수 10을 구한 경우	3
	이차함수 $f(x)$ 의 상수항을 0으로 구한 경우	2
	$f(x)$ 의 일차항을 구한 경우	3
	$f(1) = 13$ 을 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 2-2	도함수 $f'(x)$ 를 구한 경우	2
	$g(a) = a^3 - \frac{15}{2}a^2 + 18a$ 의 식을 구한 경우	4
	$\lim_{a \rightarrow 2+} \frac{g'(a)}{a-2} = -3$ 을 구한 경우	4
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 2-3	$t \geq 1$ 일 때 $v(t) = t^2 + t + C$ 의 식을 구한 경우	2
	적분상수 $C = -2$ 를 구한 경우	3
	점 P가 움직인 거리를 $\int_0^2 v(t) dt$ 로 나타낸 후 $v(t)$ 의 음수, 양수 부호에 따라서 절댓값 기호 없이 적분으로 표현한 경우	3
	움직인 거리를 $\frac{25}{12}$ 로 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0

7. 예시 답안

[문제 2]

[2-1] [10점]

이차함수 $f(x)$ 가 다음 조건을 만족시킬 때, $f(1)$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

$$(가) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\{f(x)\}^2}{2x^2 f(x) + 3f(x^2)} = 2$$

$$(나) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x)}{x} = 3$$

(예시 답안)

함수 $f(x)$ 를 $f(x) = ax^2 + bx + c$ (단, a, b, c 는 상수, $a \neq 0$)라 하자.

조건 (가)에서 분모, 분자의 최고차항을 비교하면

$$\frac{a^2}{5a} = \frac{a}{5} = 2 \text{ 에서 } a = 10 \quad \dots\dots\dots \textcircled{가}$$

조건 (나)에서 $x \rightarrow 0$ 일 때 (분모) $\rightarrow 0$ 이고 극한값이 존재하므로 (분자) $\rightarrow 0$ 이어야

한다. 즉, $\lim_{x \rightarrow 0} f(x) = f(0) = 0$ 이고 $f(0) = c$ 이므로 $c = 0$ $\dots\dots\dots \textcircled{나}$

$\textcircled{가}, \textcircled{나}$ 으로부터 $f(x) = 10x^2 + bx$ 이고

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x)}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{10x^2 + bx}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} (10x + b) = b = 3$$

이므로 $f(x) = 10x^2 + 3x$, 따라서 $f(1) = 13$

[2-2] [10점]

실수 $a (a > 2)$ 에 대하여 함수

$$f(x) = -2x^3 + 3(a+2)x^2 - 12ax - \frac{3}{2}a^2 + 18a$$

의 극댓값을 $g(a)$ 라 할 때, $\lim_{a \rightarrow 2+} \frac{g'(a)}{a-2}$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시 답안)

$f'(x) = -6x^2 + 6(a+2)x - 12a = -6(x-2)(x-a)$ 이므로 $f'(x) = 0$ 을 만족시키는

x 의 값은 $x=2$ 또는 $x=a$

$a > 2$ 이므로 함수 $f(x)$ 의 증가와 감소를 표로 나타내면 다음과 같다.

x	$\cdots$	2	$\cdots$	a	$\cdots$
$f'(x)$	$-$	0	$+$	0	$-$
$f(x)$	$\searrow$	극소	$\nearrow$	극대	$\searrow$

따라서 함수 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극댓값 $f(a)=a^3-\frac{15}{2}a^2+18a=g(a)$ 를 갖는다.

이 때 $g'(a)=3a^2-15a+18$ 이므로

$$\lim_{a \rightarrow 2+} \frac{g'(a)}{a-2} = \lim_{a \rightarrow 2+} \frac{3a^2-15a+18}{a-2} = \lim_{a \rightarrow 2+} \frac{3(a-2)(a-3)}{a-2} = \lim_{a \rightarrow 2+} 3(a-3) = -3$$

[2-3] [10점]

수직선 위를 움직이는 점 P 의 시각 t ($t \geq 0$) 에서의 속도 $v(t)$ 와 가속도 $a(t)$ 가 다음 조건을 만족시킨다.

(가) $0 \leq t \leq 1$ 일 때, $v(t)=t^3-t$ 이다.

(나) $t \geq 1$ 일 때, $a(t)=2t+1$ 이다.

시각 $t=0$ 에서 $t=2$ 까지 점 P 가 움직인 거리를 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시 답안)

조건 (가)에서 $t=1$ 일 때 $v(1)=0$ ㉠

조건 (나)에서 $t \geq 1$ 일 때 $a(t)=2t+1$ 이므로 $v(t)=t^2+t+C$ (단, C 는 적분상수)

$t=1$ 일 때 $v(1)=2+C$ ㉡

㉠, ㉡으로부터 $2+C=0$ 에서 $C=-2$. 따라서

$$v(t)=\begin{cases} t^3-t & (0 \leq t \leq 1) \\ t^2+t-2 & (t \geq 1) \end{cases}$$

이므로 시각 $t=0$ 에서 $t=2$ 까지 점 P 가 움직인 거리를 s 라 하면

$$\begin{aligned} s &= \int_0^2 |v(t)| dt = \int_0^1 |v(t)| dt + \int_1^2 |v(t)| dt \\ &= \int_0^1 (-t^3+t) dt + \int_1^2 (t^2+t-2) dt \\ &= \left[-\frac{t^4}{4} + \frac{t^2}{2} \right]_0^1 + \left[\frac{t^3}{3} + \frac{t^2}{2} - 2t \right]_1^2 \\ &= \left(-\frac{1}{4} + \frac{1}{2} \right) + \left\{ \left(\frac{8}{3} + 2 - 4 \right) - \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2} - 2 \right) \right\} = \frac{25}{12} \end{aligned}$$

[한국공학대학교 문항 카드 3]

1. 일반정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술(논술우수자)	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	전 계열(수학) / 오전 3번 문항	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 II
	핵심 개념 및 용어	정적분, 넓이, 정적분으로 정의된 함수, 미분계수의 정의, 함수의 미분가능성
예상 소요 시간	35분	

2. 문항 및 제시문

[문제 3]

[3-1] [10점]

함수 $f(x) = x^3 - x^2 + 2x - 1$ 의 역함수를 $g(x)$ 라 할 때, $\int_{-1}^1 g(x) dx$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

[3-2] [15점]

이차함수 $f(x) = ax^2 + bx + c$ 가 다음 조건을 만족시킨다.

(가) 모든 실수 x 에 대하여 $ax^4 + bx^2 + c = \int_0^x (x^2 + 2t)f'(t) dt$ 이다.

(나) $(a+b)^2 = 4$

$f(1) > 0$ 일 때, $f'(1)$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오. (단, a, b, c 는 상수이다.)

[3-3] [15점]

$a > 0$ 인 실수 a 에 대하여 함수 $f(x)$ 를

$$f(x) = \begin{cases} x^2 + ax & (x < 0) \\ -x^2 + ax & (x \geq 0) \end{cases}$$

이라 하자. $\int_{-a}^a |f'(x)| dx = 1$ 일 때, $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-a+2h) - f(a-h)}{h}$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

3. 출제 의도

다항함수의 미분법과 다항함수의 적분법을 이용하여 함수의 성질을 파악하고 이를 이용하여 곡선으로 둘러싸인 부분의 넓이를 구할 수 있는지를 평가한다.

3-1 역함수의 정적분을 넓이를 이용하여 구할 수 있는지를 평가한다.

3-2 정적분으로 정의된 함수를 이용하여 조건에 맞는 함수를 구할 수 있는지를 평가한다.

3-3 정적분의 값을 이용하여 함수의 미분계수를 구할 수 있는지 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습 내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습 내용 성취 기준
문제 3-1	[수학Ⅱ]-(3) 적분-③ 정적분의 활용 [12수학Ⅱ 03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.
문제 3-2	[수학Ⅱ]-(3) 적분-② 정적분 [12수학Ⅱ 03-03] 정적분의 뜻을 안다.
문제 3-3	[수학Ⅱ]-(2) 미분-① 미분계수 [12수학Ⅱ 02-01] 미분계수의 뜻을 알고, 그 값을 구할 수 있다. [수학Ⅱ]-(3) 적분-② 정적분 [12수학Ⅱ 03-03] 정적분의 뜻을 안다.

나) 자료출처

참고 자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	수학Ⅱ	권오남 외	교학사	2018	142~148
	수학Ⅱ	황선욱 외	미래엔	2018	122~128
	수학Ⅱ	박교식 외	동아출판	2018	53~58 122~131

5. 문항 해설

적분은 미분과 역관계에 있으며 도형의 넓이를 구하는 데 필요한 개념이다. 적분은 여러 가지 도형의 넓이를 구하는 것뿐 아니라 움직이는 물체의 속도와 이동 거리 계산을 포함한 변화 현상과 관련된 다양한 문제 해결에 활용된다. 적분의 학습을 통해 수학적 문제 해결 능력과 창의·융합적 사고를 기를 수 있다. 정적분의 계산을 통해 다양한 함수를 추론할 수 있으며 융합적인 사고를 기를 수 있다.

본 문항의 핵심적인 내용은 「수학Ⅱ」의 ‘정적분의 활용’을 이용하여 역함수의 정적분 값을 구하므로 다양한 상황에서 넓이를 구할 수 있는지 평가한다. ‘정적분의 계산’을 이용하여 다양한 상황에서 함수를 추론할 수 있는지 평가한다. ‘미분계수의 정의’에 의해 극한식을 통하여 미분계수를 추론할 수 있는지 평가한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 3-1	곡선 $y=f(x)$ 와 직선 $y=x$ 가 만나는 교점의 x 좌표 $x=1$ 을 구한 경우	2
	역함수와 넓이의 관계를 이용하여 $\int_{-1}^1 g(x)dx$ 의 값이 곡선 $y=f(x)$ 와 y 축 및 직선 $y=1$ 로 둘러싸인 부분의 넓이가 같음을 설명한 경우	4
	식 $\int_{-1}^1 g(x)dx = \int_0^1 \{1-f(x)\}dx$ 을 구한 경우	2
	$\int_{-1}^1 g(x)dx = \frac{13}{12}$ 의 값을 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 3-2	$ax^4+bx^2+c = \int_0^x (x^2+2t)f'(t)dt$ 에 $x=0$ 을 넣어 $c=0$ 임을 구한 경우	2
	식 $ax^4+bx^2 = \int_0^x (x^2+2t)f'(t)dt = \int_0^x (x^2+2t)(2at+b)dt$ 에서 관계식 $b=-\frac{4}{3}a$ 을 구한 경우	5
	$a=6, b=-8$ 일 때 $f(x)=6x^2-8x$ 은 $f(1)>0$ 을 만족시키지 않음을 설명한 경우	3
	$a=-6, b=8$ 일 때 $f(x)=-6x^2+8x$ 은 $f(1)>0$ 을 만족시킴을 설명한 경우	3
	$f'(1)=-4$ 을 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 3-3	함수 $f(x)$ 는 $x=0$ 에서 미분가능함을 설명하고 $f'(x) = \begin{cases} 2x+a & (x<0) \\ -2x+a & (x\geq 0) \end{cases}$ 을 구한 경우	3
	$\int_{-a}^a f'(x) dx=1$ 이용하여 a 값 $a=1$ 을 구한 경우	4
	$f(-1)=f(1)=0$ 임을 구한 경우	2
	식 $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-a+2h)-f(a-h)}{h} = 2f'(-1)+f'(1)$ 을 구한 경우	4
	$2f'(-1)+f'(1)=-3$ 을 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0

7. 예시 답안

[문제 3]

[3-1] [10점]

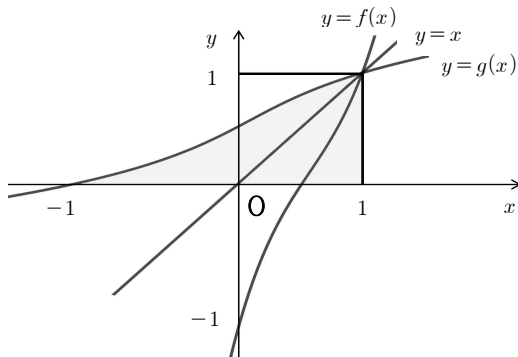
함수 $f(x) = x^3 - x^2 + 2x - 1$ 의 역함수를 $g(x)$ 라 할 때, $\int_{-1}^1 g(x) dx$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시 답안)

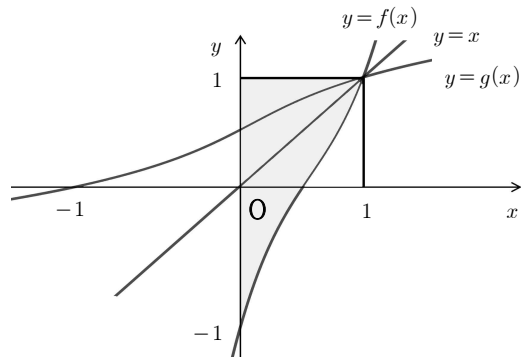
$$f(x) = x^3 - x^2 + 2x - 1 \text{ 에서 } f'(x) = 3x^2 - 2x + 2 = 3\left(x - \frac{1}{3}\right)^2 + \frac{5}{3}$$

이때 모든 실수 x 에 대하여 $f'(x) > 0$ 이다. 따라서 함수 $f(x)$ 는 실수 전체의 집합에서 증가하므로 역함수 $g(x)$ 가 존재한다.

$f(0) = -1$ 이므로 $g(-1) = 0$ 이고 곡선 $y = f(x)$ 와 직선 $y = x$ 가 만나는 교점의 x 좌표는 $x^3 - x^2 + 2x - 1 = x$, $(x-1)(x^2+1)=0$ 에서 $x=1$



(그림 1)



(그림 2)

$\int_{-1}^1 g(x) dx$ 는 (그림 1)과 같이 곡선 $y = g(x)$ 와 x 축 및 직선 $x=1$ 로 둘러싸인 부분의 넓이와 같다. 한편 곡선 $y = g(x)$ 와 곡선 $y = f(x)$ 는 직선 $y = x$ 에 대하여 대칭이므로 $\int_{-1}^1 g(x) dx$ 는 (그림 2)와 같이 곡선 $y = f(x)$ 와 y 축 및 직선 $y=1$ 로 둘러싸인 부분의 넓이와 같다. 따라서

$$\begin{aligned} \int_{-1}^1 g(x) dx &= \int_0^1 \{1 - f(x)\} dx \\ &= \int_0^1 (1 - x^3 + x^2 - 2x + 1) dx \\ &= \left[-\frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{3}x^3 - x^2 + 2x \right]_0^1 = \frac{13}{12} \end{aligned}$$

[3-2] [15점]

이차함수 $f(x) = ax^2 + bx + c$ 가 다음 조건을 만족시킨다.

- (가) 모든 실수 x 에 대하여 $ax^4 + bx^2 + c = \int_0^x (x^2 + 2t)f'(t)dt$ 이다.
 (나) $(a+b)^2 = 4$

$f(1) > 0$ 일 때, $f'(1)$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오. (단, a, b, c 는 상수이다.)

(예시 답안)

조건 (가)에서 $ax^4 + bx^2 + c = \int_0^x (x^2 + 2t)f'(t)dt$ 의 양변에 $x=0$ 을 대입하면

$c=0$ 이므로 $f(x) = ax^2 + bx$ 이고 $f'(x) = 2ax + b$. 따라서

$$\begin{aligned} ax^4 + bx^2 &= \int_0^x (x^2 + 2t)f'(t)dt = \int_0^x (x^2 + 2t)(2at + b)dt \\ &= \int_0^x \{4at^2 + 2(b + ax^2)t + bx^2\}dt \\ &= 4a \int_0^x t^2 dt + 2(b + ax^2) \int_0^x t dt + bx^2 \int_0^x 1 dt \\ &= \frac{4a}{3} [t^3]_0^x + (b + ax^2) [t^2]_0^x + bx^2 [t]_0^x \\ &= ax^4 + \left(\frac{4a}{3} + b\right)x^3 + bx^2 \quad \dots\dots\dots \textcircled{㉠} \end{aligned}$$

㉠이 모든 실수 x 에 대하여 성립하므로 $b = -\frac{4}{3}a$ \dots\dots\dots \textcircled{㉡}

조건 (나)에서 $(a+b)^2 = 4$, $a+b = -2$ 또는 $a+b = 2$

(i) $a+b = -2$ 일 때 ㉡과 연립하여 풀면 $a=6, b=-8$ 에서 $f(x) = 6x^2 - 8x$
 $f(1) = -2$ 이므로 $f(1) > 0$ 를 만족시키지 않는다.

(ii) $a+b = 2$ 일 때 ㉡과 연립하여 풀면 $a=-6, b=8$ 에서 $f(x) = -6x^2 + 8x$
 $f(1) = 2$ 이므로 $f(1) > 0$ 를 만족시킨다.

따라서 함수 $f(x) = -6x^2 + 8x$ 이고 $f'(x) = -12x + 8$ 이므로 $f'(1) = -4$

[3-3] [15점]

$a > 0$ 인 실수 a 에 대하여 함수 $f(x)$ 를

$$f(x) = \begin{cases} x^2 + ax & (x < 0) \\ -x^2 + ax & (x \geq 0) \end{cases}$$

이라 하자. $\int_{-a}^a |f'(x)| dx = 1$ 일 때, $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-a+2h) - f(a-h)}{h}$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시답단)

$$\lim_{h \rightarrow 0^-} \frac{f(0+h) - f(0)}{h} = a, \quad \lim_{h \rightarrow 0^+} \frac{f(0+h) - f(0)}{h} = a$$

이므로 함수 $f(x)$ 는 $x=0$ 에서 미분가능하다. 이때 $f'(x) = \begin{cases} 2x+a & (x < 0) \\ -2x+a & (x \geq 0) \end{cases}$

$\int_{-a}^a |f'(x)| dx$ 는 (그림)과 같이 x 축과 y 축 및 직선 $y = -2x+a$ 로 이루어진 삼각형 넓이의 4배와 같다.

$$\int_{-a}^a |f'(x)| dx = 4 \left(\frac{1}{2} \times \frac{a}{2} \times a \right) = a^2$$

$$\int_{-a}^a |f'(x)| dx = 1 \text{ 이므로}$$

$$a^2 = 1 \text{ 에서 } a = 1 \quad (a > 0)$$

이때

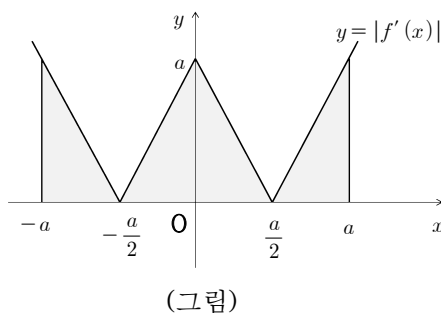
$$f(x) = \begin{cases} x^2 + x & (x < 0) \\ -x^2 + x & (x \geq 0) \end{cases} \dots\dots \textcircled{㉠} \quad f'(x) = \begin{cases} 2x+1 & (x < 0) \\ -2x+1 & (x \geq 0) \end{cases} \dots\dots \textcircled{㉡}$$

㉠에서 $f(-1) = f(1) = 0$ 이므로

$$\begin{aligned} \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-a+2h) - f(a-h)}{h} &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-1+2h) - f(1-h)}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-1+2h) - f(-1) + f(1) - f(1-h)}{h} \\ &= \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(-1+2h) - f(-1)}{h} + \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(1) - f(1-h)}{-h} \\ &= 2f'(-1) + f'(1) \end{aligned}$$

㉡에서 $f'(-1) = -1, f'(1) = -1$

$$\text{이므로 } 2f'(-1) + f'(1) = -3$$



(그림)

[한국공학대학교 문항 카드 4]

1. 일반정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술(논술우수자)	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	전 계열(수학) / 오후 1번 문항	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 I
	핵심 개념 및 용어	삼각함수, 지수함수, 로그함수, 등비수열
예상 소요 시간	20분	

2. 문항 및 제시문

[문제1]

[1-1] [10점]

다음은 $0 \leq \theta < 2\pi$ 일 때, x 에 대한 이차방정식

$$2x^2 + (4\cos\theta)x + 3 - 3\sin\theta = 0$$

이 중근을 갖도록 하는 모든 θ 의 값을 구하는 과정이다.

이차방정식 $2x^2 + (4\cos\theta)x + 3 - 3\sin\theta = 0$ 의 판별식을 D 라 하면
이차방정식이 중근을 가져야 하므로

$$D = (4\cos\theta)^2 - 8(3 - 3\sin\theta) = 0$$

이어야 한다. 즉, $2\cos^2\theta + 3\sin\theta - 3 = 0$

이고, $\cos^2\theta = 1 - \sin^2\theta$ 이므로

$$2(1 - \sin^2\theta) + 3\sin\theta - 3 = 0$$

이다. 따라서

$$(\boxed{\text{(가)}})(\sin\theta - 1) = 0$$

이므로

$$\sin\theta = \boxed{\text{(나)}} \text{ 또는 } \sin\theta = 1$$

$0 \leq \theta < 2\pi$ 에서

$\sin\theta = \boxed{\text{(나)}}$ 일 때, $\theta = \boxed{\text{(다)}}$ 또는 $\theta = \boxed{\text{(라)}}$ 이고

$\sin\theta = 1$ 일 때, $\theta = \boxed{\text{(마)}}$ 이다.

위의 과정에서 (가) ~ (마)에 알맞은 식 또는 값을 구하시오.

[1-2] [10점]

두 곡선

$$y = \log_3(-x), \quad y = \log_{\frac{1}{3}}x + a$$

가 직선 $y=2$ 와 만나는 점을 각각 A, B라 하자. $\overline{AB}=18$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

[1-3] [10점]

모든 항이 양수인 등비수열 $\{a_n\}$ 이 모든 자연수 n 에 대하여

$$2^{a_{n+2}} = 16^{a_n}$$

을 만족시킨다. 수열 $\{a_n\}$ 의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 S_n 이라 하자.

$S_8 - S_4 = 160$ 일 때, a_5 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

3. 출제 의도

삼각함수와 등비수열, 지수함수 및 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다.

1-1 삼각함수의 값을 구하는 과정을 설명할 수 있고, 특수각에 대한 삼각함수의 값을 구할 수 있는지를 평가한다.

1-2 지수함수의 그래프와 지수함수의 성질을 활용한 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다.

1-3 로그함수의 성질을 활용할 수 있고 주어진 조건을 만족하는 등비수열의 일반항을 구하고, 그 과정을 설명할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습 내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습 내용 성취 기준
문제 1-1	[수학 I]-(2) 삼각함수-[1] 삼각함수 [12수학 I 02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.
문제 1-2	[수학 I]-(1) 지수함수와 로그함수-[2] 지수함수와 로그함수 [12수학 I 01-07] 지수함수와 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 이해한다. [12수학 I 01-08] 지수함수와 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
문제 1-3	[수학 I]-(1) 지수함수와 로그함수-[1] 지수와 로그 [12수학 I 01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다. [수학 I]-(3) 수열-[1] 등차수열과 등비수열 [12수학 I 03-03] 등비수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.

나) 자료출처

참고 자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	황선욱 외	미래엔	2022	81-90
	수학 I	김원경 외	비상교육	2019	48-60
	수학 I	홍성복 외	지학사	2020	11-32, 125-133

5. 문항 해설

삼각함수는 삼각비를 일반화시킨 개념으로, 자연 현상이나 사회 현상 가운데 나타나는 주기적인 현상을 수학적으로 표현하여 설명하고 분석할 수 있는 유용한 주기함수이다. 삼각함수의 값을 구하는 과정을 설명할 수 있고, 삼각함수를 기호로 나타낼 수 있으며 특수각에 대한 삼각함수의 값을 구할 수 있는지를 평가한다. 또한 지수함수는 빠르게 증가하거나 감소하는 수량이나 현상을 다루는 데 유용한 함수이고, 로그함수는 지수함수의 역함수이다. 로그함수의 그래프와 로그함수의 성질을 활용한 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다.

수열은 규칙적으로 나열된 수로 나타낼 수 있는 현상을 탐구하는 데 유용한 함수이다. 수열을 통해 자연 현상이나 사회 현상에 내재해 있는 다양한 규칙성을 찾아 일반화된 식으로 표현하고 수학적으로 정당화함으로써 수학의 유용성과 가치를 경험하고 귀납적 추론 능력과 연역적 추론 능력을 기를 수 있다. 귀납적으로 정의된 등비수열의 일반항을 구하고, 합을 구할 수 있는지를 평가한다.

본 문항의 핵심적인 내용은 「수학 I」의 ‘지수함수와 로그함수’와 ‘삼각함수’, ‘등차수열과 등비수열’ 단원에서 다루어진다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 1-1	(가)에 알맞은 식을 $2\sin\theta - 1$ (또는 $-2\sin\theta + 1$)로 구한 경우	2
	(나)에 알맞은 값을 $\frac{1}{2}$ 로 구한 경우	2
	(다)에 알맞은 값을 $\frac{\pi}{6}$ (또는 $\frac{5\pi}{6}$)로 구한 경우	2
	(라)에 알맞은 값을 $\frac{5\pi}{6}$ (또는 $\frac{\pi}{6}$)로 구한 경우	2
	(마)에 알맞은 값을 $\frac{\pi}{2}$ 로 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 1-2	점 A의 좌표를 $A(-9, 2)$ 로 구한 경우	2
	점 B의 좌표를 $B(3^{a-2}, 2)$ 로 구한 경우	4
	$3^{a-2} + 9 = 18$ 을 구한 경우	2
	$a = 4$ 를 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 1-3	$a_{n+2} = 4a_n$ 이 성립함을 설명한 경우	3
	등비수열 $\{a_n\}$ 의 공비가 2임을 구한 경우	3
	등비수열 $\{a_n\}$ 의 첫째항의 값이 $\frac{2}{3}$ 임을 구한 경우	2
	$a_5 = \frac{32}{3}$ 로 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0

7. 예시 답안

[문제1]

[1-1] [10점]

다음은 $0 \leq \theta < 2\pi$ 일 때, x 에 대한 이차방정식

$$2x^2 + (4\cos\theta)x + 3 - 3\sin\theta = 0$$

이 중근을 갖도록 하는 모든 θ 의 값을 구하는 과정이다.

이차방정식 $2x^2 + (4\cos\theta)x + 3 - 3\sin\theta = 0$ 의 판별식을 D 라 하면

이차방정식이 중근을 가져야 하므로

$$D = (4\cos\theta)^2 - 8(3 - 3\sin\theta) = 0$$

이어야 한다. 즉, $2\cos^2\theta + 3\sin\theta - 3 = 0$

이고, $\cos^2\theta = 1 - \sin^2\theta$ 이므로

$$2(1 - \sin^2\theta) + 3\sin\theta - 3 = 0$$

이다. 따라서

$$(\quad (가) \quad)(\sin\theta - 1) = 0$$

이므로

$$\sin\theta = \quad (나) \quad \text{또는} \quad \sin\theta = 1$$

$0 \leq \theta < 2\pi$ 에서

$$\sin\theta = \quad (나) \quad \text{일 때, } \theta = \quad (다) \quad \text{또는 } \theta = \quad (라) \quad \text{이고}$$

$$\sin\theta = 1 \text{ 일 때, } \theta = \quad (마) \quad \text{이다.}$$

위의 과정에서 (가) ~ (마)에 알맞은 식 또는 값을 구하시오.

(예시 답안)

이차방정식 $2x^2 + (4\cos\theta)x + 3 - 3\sin\theta = 0$ 의 판별식을 D 라 하면

이차방정식이 중근을 가져야 하므로 $D = (4\cos\theta)^2 - 8(3 - 3\sin\theta) = 0$ 이어야 한다.

즉, $2\cos^2\theta + 3\sin\theta - 3 = 0$ 이고 $\cos^2\theta = 1 - \sin^2\theta$ 이므로 $2(1 - \sin^2\theta) + 3\sin\theta - 3 = 0$

이다. 따라서 $(2\sin\theta - 1)(\sin\theta - 1) = 0$ 이므로 $\sin\theta = \frac{1}{2}$ 또는 $\sin\theta = 1$

$0 \leq \theta < 2\pi$ 에서

$$(i) \sin\theta = \frac{1}{2} \text{ 일 때, } \theta = \frac{\pi}{6} \text{ 또는 } \theta = \frac{5\pi}{6} \left(\theta = \frac{5\pi}{6} \text{ 또는 } \theta = \frac{\pi}{6} \right)$$

$$(ii) \sin\theta = 1 \text{ 일 때, } \theta = \frac{\pi}{2} \text{ 이다.}$$

$$(가) 2\sin\theta - 1 \text{ (또는 } -2\sin\theta + 1) \quad (나) \frac{1}{2} \quad (다) \frac{\pi}{6} \quad (라) \frac{5\pi}{6} \quad (마) \frac{\pi}{2}$$

또는

$$(가) 2\sin\theta - 1 \text{ (또는 } -2\sin\theta + 1) \quad (나) \frac{1}{2} \quad (다) \frac{5\pi}{6} \quad (라) \frac{\pi}{6} \quad (마) \frac{\pi}{2}$$

[1-2] [10점]

두 곡선

$$y = \log_3(-x), \quad y = \log_{\frac{1}{3}}x + a$$

가 직선 $y=2$ 와 만나는 점을 각각 A, B라 하자. $\overline{AB}=18$ 일 때, 상수 a 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시 답안)

$\log_3(-x)=2$ 에서 $x=-9$ 이므로 점 A의 좌표는 A(-9, 2)

$\log_{\frac{1}{3}}x+a=2$ 에서 $\log_{\frac{1}{3}}x=2-a$, $x=\left(\frac{1}{3}\right)^{2-a}=3^{a-2}$

이므로 점 B의 좌표는 B(3^{a-2} , 2)

$\overline{AB}=18$ 이므로 $3^{a-2}+9=18$, $3^{a-2}=9=3^2$ 에서 $a=4$

[1-3] [10점]

모든 항이 양수인 등비수열 $\{a_n\}$ 이 모든 자연수 n 에 대하여

$$2^{a_{n+2}} = 16^{a_n}$$

을 만족시킨다. 수열 $\{a_n\}$ 의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 S_n 이라 하자.

$S_8 - S_4 = 160$ 일 때, a_5 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시 답안)

$2^{a_{n+2}} = 16^{a_n}$ 에서 $2^{a_{n+2}} = (2^4)^{a_n} = 2^{4a_n}$, $a_{n+2} = 4a_n$

등비수열 $\{a_n\}$ 의 첫째항을 $a_1 = a$, 공비를 r 라 하면

$a_{n+2} = 4a_n$ 에서 $ar^{n+1} = 4ar^{n-1}$, $r^2 = 4$

모든 항이 양수이므로 $r=2$

$$S_8 - S_4 = \frac{a(2^8 - 1)}{2 - 1} - \frac{a(2^4 - 1)}{2 - 1} = a(2^8 - 2^4) = 160$$

에서 $a = \frac{2}{3}$. 따라서 $a_5 = ar^4 = \frac{2}{3} \times 2^4 = \frac{32}{3}$

[한국공학대학교 문항 카드 5]

1. 일반정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술(논술우수자)	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	전 계열(수학) / 오후 2번 문항	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학II
	핵심 개념 및 용어	미분계수, 도함수, 극솟값, $\int_a^b f(x)dx$
예상 소요 시간	25분	

2. 문항 및 제시문

[문제2]

[2-1] [10점]

서로 다른 두 상수 a, b 에 대하여 함수 $f(x) = x^3 - \frac{3}{2}x^2 - 3x + 4$ 가

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+3h) - f(a)}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(b) - f(b-3h)}{h} = 9$$

를 만족시킬 때, 곡선 $y = f(x)$ 위의 점 $(a+b, f(a+b))$ 에서의 접선의 방정식을 구하고 그 과정을 서술하시오.

[2-2] [10점]

실수 $a (a > 1)$ 에 대하여 함수

$$f(x) = x^3 - \frac{3}{2}(a+1)x^2 + 3ax - \frac{9}{4}a^2 + 3a$$

의 극솟값을 $g(a)$ 라 할 때, $\lim_{a \rightarrow 1+} \frac{g'(a)}{a-1}$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

[2-3] [10점]

두 점 P, Q는 시각 $t=0$ 일 때 동시에 원점을 출발하여 수직선 위를 움직인다.

두 점 P, Q의 시각 t ($t \geq 0$)에서의 속도가 각각

$$v_1(t) = 3t^2 - 11t + 8, \quad v_2(t) = -3t^2 + 5t$$

이다. 점 P가 출발한 후 점 Q와 만날 때까지 점 P가 움직인 거리를 구하고
그 과정을 서술하시오.

3. 출제 의도

2-1. 다항함수 $y = f(x)$ 의 그래프 위의 한 점에서의 접선의 방정식을 구할 수 있는지를 평가한다.

2-2. 다항함수의 극솟값을 구하고, 구하는 과정을 설명할 수 있는지를 평가한다.

2-3. 수직선 위를 움직이는 점의 거리에 대한 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습 내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습 내용 성취 기준
문제 2-1	[수학 II]-(2) 다항함수의 미분법-② 도함수의 활용 [12수학 II 02-06] 접선의 방정식을 구할 수 있다.
문제 2-2	[수학 II]-(2) 다항함수의 미분법-② 도함수의 활용 [12수학 II 02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.
문제 2-3	[수학 II]-(3) 다항함수의 적분법-② 정적분의 활용 [12수학 II 03-06] 속도와 거리에 대한 문제를 해결할 수 있다.

나) 자료출처

참고 자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 II	황선욱 외	미래엔	2018	50-75
	수학 II	고성은 외	신사고	2018	71-109
	수학 II	홍성복 외	지학사	2018	141-159

5. 문항 해설

미분은 함수의 순간적인 변화를 설명하는 도구로, 자연과학이나 공학뿐 아니라 경제학, 사회학 등 다양한 분야에서 활용된다. 순간변화율이나 접선의 기울기를 나타내는 미분계수와 도함수는 최댓값, 최솟값을 구하거나 증가, 감소 등의 변화 현상을 해석하고 설명하는데 이용된다.

적분은 미분과 역관계에 있으며 도형의 넓이를 구하는 데 필요한 개념이다. 적분은 여러 가지 도형의 넓이를 구하는 것뿐 아니라 움직이는 물체의 속도와 이동 거리 계산을 포함한 변화 현상과 관련된 다양한 문제 해결에 활용된다. 함수에서 미분과 적분을 이용하여 극솟값, 거리를 구할 수 있는지를 평가한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 2-1	$f'(a) = 3$ 을 구한 경우	2
	$f'(b) = 3$ 을 구한 경우	2
	$f'(a+b) = f'(1) = -3$ 임을 구한 경우	4
	점 $(a+b, f(a+b))$ 에서의 접선의 방정식을 바르게 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 2-2	$f'(x)$ 를 바르게 구한 경우	2
	$g(a) = -\frac{a^3}{2} - \frac{3}{4}a^2 + 3a$ 를 구한 경우	4
	$\lim_{a \rightarrow 1+} \frac{g'(a)}{a-1} = -\frac{9}{2}$ 를 구한 경우	4
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 2-3	시각 t 에서 점 P 의 위치와 Q 의 위치를 각각 $t^3 - \frac{11}{2}t^2 + 8t$, $-t^3 + \frac{5}{2}t^2$ 으로 구한 경우	2
	점 P 가 출발한 후 점 Q 와 만나는 시각 $t=2$ 를 구한 경우	3
	점 P 가 출발한 후 점 Q 와 만날 때까지 점 P 가 움직인 거리에 관한 식 $\int_0^2 v_1(t) dt$ 를 $v_1(t)$ 의 음수, 양수 부호에 따라서 절댓값 기호 없이 적분을 표현한 경우	3
	점 P 가 출발한 후 점 Q 와 만날 때까지 점 P 가 움직인 거리를 5로 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0

7. 예시 답안

[문제2]

[2-1] [10점]

서로 다른 두 상수 a, b 에 대하여 함수 $f(x) = x^3 - \frac{3}{2}x^2 - 3x + 4$ 가

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+3h) - f(a)}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(b) - f(b-3h)}{h} = 9$$

를 만족시킬 때, 곡선 $y = f(x)$ 위의 점 $(a+b, f(a+b))$ 에서의 접선의 방정식을 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시 답안)

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+3h) - f(a)}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+3h) - f(a)}{3h} \times 3 = 3f'(a) = 9 \text{에서 } f'(a) = 3 \quad \cdots \cdots \textcircled{㉠}$$

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(b) - f(b-3h)}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(b-3h) - f(b)}{-3h} \times 3 = 3f'(b) = 9 \text{에서 } f'(b) = 3 \quad \cdots \cdots \textcircled{㉡}$$

$$f'(x) = 3x^2 - 3x - 3 \text{이므로}$$

㉠, ㉡에 의해서 a, b 는 이차방정식 $3x^2 - 3x - 3 = 3$ 의 서로 다른 두 실근이다.

$3x^2 - 3x - 6 = 0$ 에서 $3(x+1)(x-2) = 0$, $x = -1$ 또는 $x = 2$ 이므로 $a+b = 1$ 이다. 이때

$$f(a+b) = f(1) = \frac{1}{2}, \quad f'(a+b) = f'(1) = -3$$

따라서 점 $(a+b, f(a+b)) = \left(1, \frac{1}{2}\right)$ 에서의 접선의 방정식은

$$y - \frac{1}{2} = -3(x-1), \quad y = -3x + \frac{7}{2}$$

[2-2] [10점]

실수 $a (a > 1)$ 에 대하여 함수

$$f(x) = x^3 - \frac{3}{2}(a+1)x^2 + 3ax - \frac{9}{4}a^2 + 3a$$

의 극솟값을 $g(a)$ 라 할 때, $\lim_{a \rightarrow 1+} \frac{g'(a)}{a-1}$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시 답안)

$f'(x) = 3x^2 - 3(a+1)x + 3a = 3(x-1)(x-a)$ 이므로 $f'(x) = 0$ 을 만족시키는 x 의 값은 $x=1$ 또는 $x=a$

$a > 1$ 이므로 함수 $f(x)$ 의 증가와 감소를 표로 나타내면 다음과 같다.

x	$\cdots$	1	$\cdots$	a	$\cdots$
$f'(x)$	+	0	-	0	+
$f(x)$	$\nearrow$	극대	$\searrow$	극소	$\nearrow$

따라서 함수 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극솟값 $f(a) = -\frac{a^3}{2} - \frac{3}{4}a^2 + 3a = g(a)$ 를 갖는다.

이 때 $g'(a) = -\frac{3}{2}a^2 - \frac{3}{2}a + 3$ 이므로

$$\lim_{a \rightarrow 1+} \frac{g'(a)}{a-1} = \lim_{a \rightarrow 1+} \frac{-\frac{3}{2}a^2 - \frac{3}{2}a + 3}{a-1} = \lim_{a \rightarrow 1+} \frac{-\frac{3}{2}(a+2)(a-1)}{a-1} = -\frac{3}{2} \lim_{a \rightarrow 1+} (a+2) = -\frac{9}{2}$$

[2-3] [10점]

두 점 P, Q 는 시각 $t=0$ 일 때 동시에 원점을 출발하여 수직선 위를 움직인다.

두 점 P, Q 의 시각 t ($t \geq 0$) 에서의 속도가 각각

$$v_1(t) = 3t^2 - 11t + 8, \quad v_2(t) = -3t^2 + 5t$$

이다. 점 P 가 출발한 후 점 Q 와 만날 때까지 점 P 가 움직인 거리를 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시 답안)

시각 t 에서 점 P 와 점 Q 의 위치를 각각 $x_1(t)$, $x_2(t)$ 라 하면

$$x_1(t) = t^3 - \frac{11}{2}t^2 + 8t + C_1, \quad x_2(t) = -t^3 + \frac{5}{2}t^2 + C_2 \quad (\text{단, } C_1, C_2 \text{ 는 적분상수})$$

점 P 와 점 Q 가 시각 $t=0$ 일 때 동시에 원점을 출발하였으므로

$$x_1(0) = C_1 = 0, \quad x_2(0) = C_2 = 0$$

따라서 $x_1(t) = t^3 - \frac{11}{2}t^2 + 8t$, $x_2(t) = -t^3 + \frac{5}{2}t^2$

점 P가 출발한 후 점 Q와 만나는 시각 $t (t > 0)$ 는

$$t^3 - \frac{11}{2}t^2 + 8t = -t^3 + \frac{5}{2}t^2, \quad 2t^3 - 8t^2 + 8t = 2t(t-2)^2 = 0$$

에서 $t = 2$ 이다.

$$v_1(t) = 3t^2 - 11t + 8 = (t-1)(3t-8) = 0$$

에서 $0 \leq t \leq 1$ 일 때 $v_1(t) \geq 0$ 이고 $1 \leq t \leq 2$ 일 때 $v_1(t) \leq 0$

이므로 점 P가 출발한 후 점 Q와 만날 때까지 점 P가 움직인 거리를 s 라 하면

$$\begin{aligned} s &= \int_0^2 |v_1(t)| dt = \int_0^1 |v_1(t)| dt + \int_1^2 |v_1(t)| dt \\ &= \int_0^1 (3t^2 - 11t + 8) dt + \int_1^2 (-3t^2 + 11t - 8) dt \\ &= \left[t^3 - \frac{11}{2}t^2 + 8t \right]_0^1 + \left[-t^3 + \frac{11}{2}t^2 - 8t \right]_1^2 \\ &= \left(1 - \frac{11}{2} + 8 \right) + \left\{ (-8 + 22 - 16) - \left(-1 + \frac{11}{2} - 8 \right) \right\} = 5 \end{aligned}$$

[한국공학대학교 문항 카드 6]

1. 일반정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술(논술우수자)	
해당 대학의 계열(과목) / 문항 번호	전 계열(수학) / 오후 3번 문항	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학II
	핵심 개념 및 용어	정적분, 넓이, 정적분으로 정의된 함수, 부정적분, 함수의 극한, 정적분의 성질
예상 소요 시간	35분	

2. 문항 및 제시문

[문제3]

[3-1] [10점]

함수 $f(x) = x^2 + 2$ ($x \geq 0$)의 역함수를 $g(x)$ 라 할 때, 곡선 $y = g(x)$ 와 직선 $y = \frac{1}{3}(x-2)$ 로 둘러싸인 부분의 넓이를 구하고 그 과정을 서술하시오.

[3-2] [15점]

다항함수 $f(x)$ 가 다음 조건을 만족시킨다.

(가) 함수 $f(x)$ 의 한 부정적분을 $F(x)$ 라 할 때, 모든 실수 x 에 대하여

$$\int_0^x t f'(t) dt = 2F(x) + kx$$

이다. (단, k 는 상수이다.)

(나) 함수 $f(x)$ 의 최솟값은 -3 이다.

$f(1) \geq 0$ 일 때, $\int_0^1 f(x) dx$ 의 최솟값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

[3-3] [15점]

$a > 1$ 인 상수 a 에 대하여 다항함수 $f(x)$ 가 다음 조건을 만족시킬 때, $f'(a)$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

$$(가) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x) - x^3}{x^2} = -a$$

$$(나) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x) - a}{x} = -1$$

$$(다) \int_{-1}^1 f(x) dx = \int_1^a |f(x)| dx$$

3. 출제 의도

다항함수의 미분법과 다항함수의 적분법을 이용하여 함수의 성질을 파악하고 이를 이용하여 곡선으로 둘러싸인 부분의 넓이를 구할 수 있는지를 평가한다.

3-1 역함수와 직선으로 둘러싸인 부분의 넓이를 정적분을 이용하여 구할 수 있는지를 평가한다.

3-2 정적분으로 정의된 함수를 이용하여 정적분의 최솟값을 구할 수 있는지를 평가한다.

3-3 함수의 극한과 정적분의 성질을 이용하여 함수를 추론할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습 내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습 내용 성취 기준
문제 3-1	[수학 II]-(3) 적분-[3] 정적분의 활용 [12수학 II 03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.
문제 3-2	[수학 II]-(3) 적분-[2] 정적분 [12수학 II 03-03] 정적분의 뜻을 안다.
문제 3-3	[수학 II]-(1) 함수의 극한과 연속-[1] 함수의 극한 [12수학 II 01-02] 함수의 극한의 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다. [수학 II]-(3) 적분-[2] 정적분 [12수학 II 03-03] 정적분의 뜻을 안다.

나) 자료출처

참고 자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 II	홍성복 외	지학사	2018	141~147
	수학 II	고성은 외	좋은책 신사고	2018	119~126
	수학 II	황선욱 외	미래엔	2018	18~25, 122~128

5. 문항 해설

적분은 미분과 역관계에 있으며 도형의 넓이를 구하는 데 필요한 개념이다. 적분은 여러 가지 도형의 넓이를 구하는 것뿐 아니라 움직이는 물체의 속도와 이동 거리 계산을 포함한 변화 현상과 관련된 다양한 문제 해결에 활용된다. 적분의 학습을 통해 수학적 문제 해결 능력과 창의·융합적 사고를 기를 수 있다. 정적분의 계산을 통해 다양한 함수를 추론할 수 있으며 융합적인 사고를 기를 수 있다. 함수의 극한의 성질을 이용하여 극한 식을 다양한 함숫값을 추론하여 함수를 추론하는 융합적인 사고를 기를 수 있다.

본 문항의 핵심적인 내용은 「수학II」의 ‘정적분의 활용’을 이용하여 역함수의 정적분 값을 구하므로 다양한 상황에서 넓이를 구할 수 있는지 평가한다. ‘정적분의 계산’을 이용하여 다양한 상황에서 함수를 추론할 수 있는지 평가한다. ‘함수의 극한과 성질’을 이용하여 다항함수의 최고차항의 계수와 함숫값을 추론할 수 있는지 평가한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 3-1	$y = \frac{1}{3}(x-2)$ 의 역함수 $y = 3x+2$ 를 구한 경우	2
	역함수와 넓이의 관계를 이용하여 $y = g(x)$ 와 $y = \frac{1}{3}(x-2)$ 로 둘러싸인 부분의 넓이가 $y = f(x)$ 와 $y = 3x+2$ 와 둘러싸인 부분의 넓이와 같음을 설명한 경우	4
	$y = f(x)$ 와 $y = 3x+2$ 와 교점의 x 좌표 $x = 3$ 을 구한 경우	2
	(넓이) = $\frac{9}{2}$ 를 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 3-2	$n = 2$ 를 구한 경우	4
	$\int_0^x tf'(t)dt = 2F(x) + kx$ 에서 $b = 0$ 을 구한 경우	3
	$f(x) = ax^2 - 3$ 을 구한 경우	3
	$a \geq 3$ 을 구한 경우	3
	$\int_0^1 f(x)dx$ 의 최솟값이 $a = 3$ 일 때 -2 임을 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0
문제 3-3	$f(x)$ 의 최고차항은 x^3 이고 이차항의 계수는 $-a$ 를 구한 경우	4
	$c = a, b = -1$ 을 구한 경우	4
	$\int_{-1}^1 f(x)dx = -\int_1^a f(x)dx$ 또는 $\int_{-1}^1 f(x)dx + \int_1^a f(x)dx = 0$ 이 성립 함을 설명한 경우	2
	$a = 3$ 을 구한 경우	3
	$f'(3) = 8$ 을 구한 경우	2
	무응답 또는 그 외의 오답	0

7. 예시 답안

[문제3]

[3-1] [10점]

함수 $f(x) = x^2 + 2$ ($x \geq 0$)의 역함수를 $g(x)$ 라 할 때, 곡선 $y = g(x)$ 와 직선 $y = \frac{1}{3}(x-2)$ 로 둘러싸인 부분의 넓이를 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시 답안)

함수 $y = \frac{1}{3}(x-2)$ 의 역함수는 $y = 3x+2$ 이다. 함수 $y = f(x)$ 의 그래프와 그 역함수 $y = g(x)$ 의 그래프는 직선 $y = x$ 에 대하여

대칭이므로 곡선 $y = g(x)$ 와 직선

$y = \frac{1}{3}(x-2)$ 로 둘러싸인 부분의 넓이는

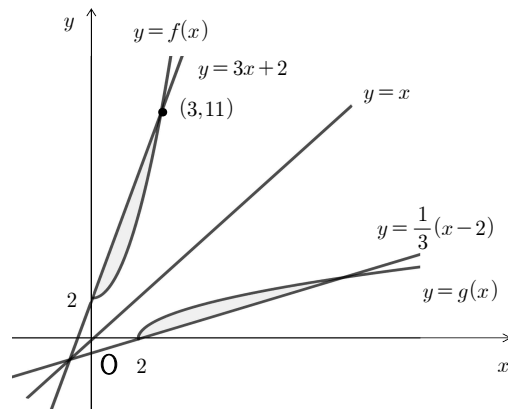
(그림)과 같이 곡선 $y = f(x)$ 와 직선 $y = 3x+2$ 로 둘러싸인 부분의 넓이와 같다.

곡선 $y = f(x)$ 와 직선 $y = 3x+2$ 의 교점의 x 좌표는

$$x^2 + 2 = 3x + 2, \quad x(x-3) = 0$$

에서 $x=0$ 또는 $x=3$. 따라서 구하는 넓이는

(그림)



$$\int_0^3 \{(3x+2) - (x^2+2)\} dx = \int_0^3 (-x^2+3x) dx = \left[-\frac{x^3}{3} + \frac{3}{2}x^2 \right]_0^3 = \frac{9}{2}$$

[3-2] [15점]

다항함수 $f(x)$ 가 다음 조건을 만족시킨다.

(가) 함수 $f(x)$ 의 한 부정적분을 $F(x)$ 라 할 때, 모든 실수 x 에 대하여

$$\int_0^x t f'(t) dt = 2F(x) + kx$$

이다. (단, k 는 상수이다.)

(나) 함수 $f(x)$ 의 최솟값은 -3 이다.

$f(1) \geq 0$ 일 때, $\int_0^1 f(x) dx$ 의 최솟값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

(예시 답안)

조건 (가)에서 $\int_0^x t f'(t) dt = 2F(x) + kx$ 의 양변을 x 에 대하여 미분하면

$$x f'(x) = 2f(x) + k \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{㉠}$$

다항함수 $f(x)$ 의 최고차항을 ax^n (단, n 은 자연수, a 는 0 이 아닌 상수)라 하면

$\textcircled{㉠}$ 의 양변의 최고차항이 서로 같아야 하므로 $anx^n = 2ax^n$ 에서 $n=2$

즉, $f(x)$ 는 이차함수이다. $f(x) = ax^2 + bx + c$ (단, a, b, c 는 상수)라 하면 $\textcircled{㉠}$ 에서

$$2ax^2 + bx = 2ax^2 + 2bx + 2c + k \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{㉡}$$

$\textcircled{㉡}$ 이 모든 실수 x 에 대하여 성립하므로 $b=2b$, $2c+k=0$ 이다.

이때 $b=0$, $c=-\frac{k}{2}$ 이므로 $f(x) = ax^2 - \frac{k}{2}$

조건 (나)에서 함수 $f(x)$ 의 최솟값은 -3 이므로 $a > 0$ 이고 $-\frac{k}{2} = -3$ 에서 $k=6$

따라서 $f(x) = ax^2 - 3$. $f(1) \geq 0$ 이므로 $a-3 \geq 0$, $a \geq 3$

$$\int_0^1 f(x) dx = \int_0^1 (ax^2 - 3) dx = \left[\frac{a}{3} x^3 - 3x \right]_0^1 = \frac{a}{3} - 3$$

이므로 $\int_0^1 f(x) dx$ 의 최솟값은 $a=3$ 일 때 -2 이다.

[3-3] [15점]

$a > 1$ 인 상수 a 에 대하여 다항함수 $f(x)$ 가 다음 조건을 만족시킬 때, $f'(a)$ 의 값을 구하고 그 과정을 서술하시오.

(가) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x) - x^3}{x^2} = -a$

(나) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x) - a}{x} = -1$

(다) $\int_{-1}^1 f(x) dx = \int_1^a |f(x)| dx$

(예시 답안)

조건 (가)에서 $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x) - x^3}{x^2} = -a$ 이므로 $f(x)$ 의 최고차항은 x^3 이고 이차항의 계수는 $-a$ 이다. 함수 $f(x)$ 를

$$f(x) = x^3 - ax^2 + bx + c \quad (\text{단, } a, b, c \text{는 상수})$$

라 하면 $f'(x) = 3x^2 - 2ax + b$ ㉠

조건 (나)에서 $x \rightarrow 0$ 일 때 (분모) $\rightarrow 0$ 이고 극한값이 존재하므로 (분자) $\rightarrow 0$ 이어야 한다. 즉, $\lim_{x \rightarrow 0} \{f(x) - a\} = 0$ 에서 $f(0) = a$ 이므로 $c = a$ 이고,

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x) - a}{x} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x) - f(0)}{x - 0} = f'(0) = -1$$

이므로 ㉠에서 $b = -1$. 이때 $f'(x) = 3x^2 - 2ax - 1$ ㉡

이고, $f(x) = x^3 - ax^2 - x + a = (x^2 - 1)(x - a) = (x + 1)(x - 1)(x - a)$ 이다.

$1 \leq x \leq a$ 에서 $f(x) \leq 0$ 이므로 $\int_1^a |f(x)| dx = - \int_1^a f(x) dx$

조건 (다)에서 $\int_{-1}^1 f(x) dx = - \int_1^a f(x) dx$ 이므로 $\int_{-1}^1 f(x) dx + \int_1^a f(x) dx = 0$

따라서 $\int_{-1}^a f(x) dx = 0$. 즉, $\int_{-1}^a (x^3 - ax^2 - x + a) dx = 0$

$$\int_{-1}^a (x^3 - ax^2 - x + a) dx = \left[\frac{1}{4}x^4 - \frac{1}{3}ax^3 - \frac{1}{2}x^2 + ax \right]_{-1}^a$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\frac{1}{4}a^4 - \frac{1}{3}a^4 - \frac{1}{2}a^2 + a^2 \right) - \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{3}a - \frac{1}{2} - a \right) \\
&= -\frac{1}{12}a^4 + \frac{1}{2}a^2 + \frac{2}{3}a + \frac{1}{4} = 0
\end{aligned}$$

$$-\frac{1}{12}a^4 + \frac{1}{2}a^2 + \frac{2}{3}a + \frac{1}{4} = 0, \quad a^4 - 6a^2 - 8a - 3 = 0, \quad (a-3)(a+1)^3 = 0$$

에서 $a=3$ ($a>1$). 따라서 ㉠으로부터 $f'(x)=3x^2-6x-1$ 이므로 $f'(3)=8$.

[부록 2]

선행학습영향평가위원회 의견

소 속	직 책	성 명	의 건
개O고등학교	교사	이OO	· 교과서에서 흔하게 다루어지는 소재를 적절히 이용하여 문항을 구성하였으며, 또한 모의 논술보다 다소 변별력을 갖춘 문제를 통해 선행학습의 우려 없이 선발을 위한 문항을 구성한 것으로 생각함.
경O고등학교	교사	엄OO	[문항 카드 1], [문항 카드 4] - 오전, 오후 문항 [문제 1] [1-1] 삼각함수의 활용 [1-2] 지수함수의 활용 [1-3] 로그함수의 활용, 등비수열 모두 이상이 없음(교육과정에 맞게 출제됨, 풀이 과정이 모두 교육과정에 적합함) [문항 카드 2], [문항 카드 5] - 오전, 오후 문항 [문제 2] [2-1] 함수의 극한 [2-2] 도함수의 활용 [2-3] 도함수의 활용(속도와 가속도) 모두 이상이 없음(교육과정에 맞게 출제됨, 풀이 과정이 모두 교육과정에 적합함) [문항 카드 3], [문항 카드 6] - 오전, 오후 문항 [문제 3] [3-1] 정적분 [3-2] 다항함수의 미분 [3-3] 정적분의 활용 모두 이상이 없음(교육과정에 맞게 출제됨, 풀이 과정이 모두 교육과정에 적합함) · 전 문항에 걸쳐 수학과 교육과정에 적합하며 예상소요시간도 적당히 분배되어 있음. 오전과 오후의 난이도가 다소 다름.
군O고등학교	교사	한OO	[문항 카드 1] - 오전 문항: 교육과정을 위배하지 않고 정상적으로 출제되었습니다. [문항 카드 2] - 오전 문항: 교육과정을 위배하지 않고 정상적으로 출제되었습니다. [문항 카드 3] - 오전 문항: 교육과정을 위배하지 않고 정상적으로 출제되었습니다.

			[문항 카드 4] - 오후 문항: 교육과정을 위배하지 않고 정상적으로 출제되었습니다. [문항 카드 5] - 오후: 교육과정을 위배하지 않고 정상적으로 출제되었습니다. [문항 카드 6] - 오후: 교육과정을 위배하지 않고 정상적으로 출제되었습니다.
서O고등학교	교사	이OO	[문항 카드 1] ~ [문항 카드 2]까지의 논술형 문제는 전반적으로 고등학교 교육과정 내에서 범위와 교수·학습상의 유의 사항을 잘 준수하여 출제되었습니다. 따라서 선행학습 요소는 발견되지 않았습니다. 여섯 개 문항 카드 중 주요 문항에 대한 의견은 이하와 같습니다. [문항 카드 1] - 오전 문항 [문제 1] [1-1] 삼각함수가 포함된 방정식과 부등식은 삼각함수의 그래프를 해석하거나 사인법칙과 코사인법칙을 활용하여 문제를 해결하는 과정에서 나타나는 간단한 경우만 다룬다는 2015개정 수학과 교수·학습 방법 및 유의 사항의 내용에 걸맞게 출제되었습니다. [1-3] 로그의 성질과 등비수열의 개념을 연관 지어 풀이하는 문항으로써 지나치게 복잡한 상황을 포함하지 않았으며 교육과정의 내용을 잘 준수하였습니다. [문항 카드 2] - 오전 문항 [문제 2] [2-1] 절댓값이 여러 개 포함된 함수와 같이 지나치게 복잡한 함수를 포함하는 문제가 아니며, 함수의 극한에 대한 교육과정의 내용을 준수하였습니다. [2-2] 도함수를 활용하여 함수의 최댓값과 최솟값을 구하는 능력을 평가하는 문항이었으며, 함수는 복잡하지 않은 삼차함수를 제시하였기에 선행학습을 유발하는 요인은 없었습니다. [문항 카드 3] - 오전 문항 [문제 3] [3-1], [3-2] 적분법을 단순히 적용하기보다는 적분의 의미를 이해하고 이를 활용하여 해결할 수 있는 문항입니다. [3-1] 문항은 삼차함수 역함수의 성질을 활용한 문항이었으며, [3-2]는 다항함수를 제시한 문항이었고 모두 지나치게 복잡하지 않았습니다. 마찬가지로 교육과정의 내용을 잘 준수하였습니다. [3-3] 절댓값이 포함된 함수였으나 여러 개 포함된 함수는 아니었으며 함수의 극한과 연속의 성질에 대한 이해 여부를 평가하

			는 데 중점을 둔 문항이고, 교육과정의 내용을 잘 준수하였습니다. [문항 카드 4] - 오후 문항 [문제 1] [1-3] 귀납적으로 정의된 수열의 일반항을 묻지 않았으며, 등비 수열과 그 합을 이용하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하는 문항입니다. 지나치게 복잡한 상황을 포함하는 문제가 아니었기에 교육과정의 내용을 잘 준수하였습니다. [문항 카드 5] - 오후 문항 [문제 2] [2-3] 속도와 가속도에 대한 문제로써 직선 운동에 한하여 다뤘으며, 활용의 측면에서 지나치게 복잡한 문제라고 보기 어려우므로 충분히 교육과정의 내용을 잘 준수하였습니다. [문항 카드 6] - 오후 문항 [문제 3] [3-3] 정적분의 활용과 관련된 문항으로서 절댓값이 사용되었지만 여러 번 사용되지 않았으며 함수의 극한과 연속의 성질에 대한 이해 여부를 평가하는 데 중점을 둔 문항입니다. 복잡한 합성함수가 아닌 삼차함수의 적분 유용성과 가치를 인식할 수 있는 정도의 문제이며, 교육과정의 내용을 잘 준수하였습니다. · 이상으로 여섯 개 문항 카드의 문항에 선행학습을 유발하는 요인이 없었음을 확인합니다.
소O고등학교	교사	설OO	· 고교 수학과 교육과정을 벗어나 출제된 문제는 없음. · 고교 수학과 교육과정 및 교과서 범위 내의 문제이며, 문제의 수준 또한 교과서와 비슷하게 이루어짐. · 오전, 오후의 문제 수준 및 난이도가 비슷함. · 문제 풀이 과정 또한 고교 교육과정을 정상적으로 이수한 학생이라면, 배운 내용과 방법으로 충분히 해결할 수 있음. 특히, 일부 수학 문제의 경우 교육과정 외의 방법을 이용하면 답을 쉽게 구하거나 풀이할 수 있는 경우가 있는데, 해당 논술 문제의 경우는 존재하지 않음. · 수학과 교육과정의 일부 단원에서만이 아닌 여러 단원에서 고루 문제 출제가 이루어진 점이 바람직하다고 생각함.
송O고등학교	교사	최OO	[문항 카드 1] - 오전 문항 [문제 1] [1-1] 주어진 구간 내(특히, 특수각)에서의 삼각 방정식의 해를 구하는 문제로 고교 교육과정에 적합합니다.

		[1-2] 지수와 로그의 관계, 지수 방정식에 관한 문제로서 난이도 측면에서 어렵지 않은 문제입니다. [1-3] 로그의 성질을 수열의 개념과 함께 묻는 문제입니다. · 전체적인 난이도 중 수준의 문제로서 고교 교육과정에 충실한 학생이라면 얼마든지 해결할 수 있고, 고교 교육과정에 위배됨이 없어 보입니다. [문항 카드 2] - 오전 문항 [문제 2] [2-1] 전체적으로 교육과정에 위배되지는 않으나, 해당 문제의 경우 학생의 수학적 의사소통 역량, 표현 역량 등을 판단해 볼 수 있는 문제로서, 수학적 표기법 등에 채점 기준을 추가로 마련했으면 더 좋았을 것 같습니다. [2-2] 다항함수의 미분법을 활용한 문제로, 복잡해 보이지만 실제로 증감 표를 작성해 보면 간단히 해결되는 문제입니다. 하지만 채점 기준이 단답형으로 이루어진 점이 조금 아쉽습니다. [2-3] 구간에 따른 다항함수의 정적분을 구하는 문제로 고교 교육과정에 충실한 학생이라면 역시 충분히 해결할 수 있는 적절한 수준의 문제입니다. [문항 카드 3] - 오전 문항 [문제 3] [3-1] 역함수의 정적분을 구하는 문제로 원함수와 역함수와의 관계, 이를 그래프로 표현할 수 있는 능력 등을 묻는 문제입니다. 좌표평면을 제공하여 그래프를 실제 그리는 능력 등을 판단해 보았으면 더 좋았을 것 같습니다. [3-2] 정적분의 기본 성질과 미적분학의 기본정리를 묻는 문제로서 기본 연산에 취약한 학생들은 조금 당황했을 수 있는 문제입니다. 그렇지만 교육과정에 위배되거나 특이한 아이디어를 요구하는 문제는 아닌 것으로 보입니다. [3-3] 미분계수의 정의와 넓이를 이용한 정적분의 값을 묻는 문제로 $x=0$에서의 미분 가능성을 채점 기준에 포함한 점이 적절해 보입니다. [문항 카드 4] - 오후 문항 [문제 1] [문항 카드 1]의 의견과 같습니다. [문항 카드 5] - 오후 문항 [문제 2] [2-1] 미분계수의 정의와 미분을 활용한 접선의 방정식을 구하
--	--	--

		는 문제로서 난이도 중의 적절한 문제입니다. [2-2] [문항 카드 2]의 [2-2]와 의견이 같습니다. [2-3] [문항 카드 2]의 [2-3]과 의견이 같습니다. [문항 카드 6] [문제 3] [3-1] 원함수와 역함수와의 관계를 묻는 문제이지만 정적분을 통하여 두 도형 사이의 넓이를 구하는 문제를 함께 물어봄으로써 학생들이 당황했을 수 있는 문제입니다. 그러나 교과서에서 제시된 개념을 충분히 이해하고 있다면 해결할 수 있는 문제입니다. [3-2] 미분과 적분 사이의 관계를 묻는 문제로서 $f(x)$가 다항함수라는 조건을 이용하면 충분히 해결할 수 있는 적절한 교육과정상의 문제입니다. [3-3] $f(x)$가 다항함수라는 조건을 이용하면 일부분 문제가 해결할 수 있지만 문제 해결의 뒷부분에 약간은 복잡할 수 있는 계산이 나오면서 학생들이 연산에서 어려움을 겪을 수 있는 문제입니다.
시O고등학교	교사	황OO [문항 카드 1] - 오전 문항 [문제 1] [1-1]에서 (가)에 알맞은 식이 $2\cos\theta - 1, \cos\theta - \frac{1}{2}, 1 - 2\cos\theta, 4\cos\theta - 2$ 등 다양하게 나올 요소가 있음. 실수배를 막을 수 있는 장치가 있었으면 하는 아쉬움이 있음. 그리고 (나)에 알맞은 식이 $\cos\theta$일 수도 있고, -1일 수도 있기에 이에 대한 발문 수정이 있었으면 어떨을까 하는 점이 보임. 그러나 고등학교 수학 I의 삼각함수 단원에 맞는 내용 수준으로 보임. [1-2] 채점 기준 중 $ \{\log_3(a-2)+2\}-1 =2$ 가 아닌 $\{\log_3(a-2)+2\}-1=2$로 곧바로 채점 기준을 설정한 부분이 아쉬움이 있음. 사실 $a > 3$이란 범위로 인해 절댓값의 한 부분이 사라지는 과정인데, 이 과정이 직관적으로 파악될 수 있는 부분이 아니기에 채점 기준에 없는 점은 아쉬움. 그러나 이 문제 자체는 지수함수의 그래프 개형 및 성질을 확인해야 해결할 수 있는 고등학교 수학 I의 지수함수 단원에 맞는 내용 수준으로 보임. [1-3]: 로그의 정의와 성질을 적용하고 나면, 등비수열의 일반항

		공식을 통해 첫째항과 공비를 파악하여 해결할 수 있는 고등학교 수학 I의 수열 단원에 맞는 내용 수준으로 보임. [문항 카드 2] - 오전 문항 [문제 2] [2-1]: 수학 II의 함수의 극한 단원에 맞는 적절한 내용 수준의 문제로 보임. [2-2]: 수학 II 함수의 미분 단원에 맞는 적절한 내용 수준의 문제로 보임. 그런데 한 가지 걱정스러웠던 점은 $\lim_{a \rightarrow 2+} \frac{g'(a)}{a-2}$의 값을 구하라는 문제는 자칫 분모가 0에 수렴하므로 분자도 0에 수렴함을 의미하기에 이는 $\lim_{a \rightarrow 2+} g''(a)$의 값을 요구하는 문제처럼 보일 수도 있어 미적분 과목의 이계도함수 단원에 해당할 소지가 있을 수 있으나 이 역시 고등학교 과정이라는 점에서 대학교 선행교육 대상에 해당하지 않음을 확인함. [문항 카드 3] - 오전 문항 [문제 3] [3-1]: 수학 II의 정적분의 활용 단원에 맞는 적절한 내용 수준의 문제로 보임. [3-2]: 수학 II의 정적분 단원에 맞는 적절한 내용 수준의 문제로 보임. [3-3]: 수학 II의 미분계수, 정적분 단원에 맞는 적절한 내용 수준의 문제로 보임. [문항 카드 4] ~ [문항 카드 6] - 오전 문항 [문제 1] [1-1] ~ [1-3]: 오전 문제가 동일한 형태 및 내용에서 수가 달라진 형태의 문제임. [문제 2] [2-1] ~ [2-3]: 오전 문제가 동일한 형태 및 내용에서 수가 달라진 형태의 문제임. [문제 3] 자칫 [3-1]의 경우, 수학2의 정적분의 활용 문제가 아닌, 미적분의 정적분의 활용 문제처럼 보일 소지가 있음. 이에 따르면 오전에 제시된 문제와의 난이도가 차이가 존재한다고 보일 수 있음. 그러나 어떤 방법으로 해결하든 시간 차가 크지 않기에, 수학 II의 정적분의 활용 단원에 맞는 내용 수준의 문제로 볼 수
--	--	---

			있음. 나머지 [3-2], [3-3]의 경우 오전 문제와 형태는 다르지만, 유사한 난도 및 단원 내용에 맞는 문제로 파악됨.
안000고등학교	교사	이00	· 한국공학대의 논술 문항은 고교 교육과정의 범위와 수준 내 출제 원칙을 준수한 것으로 판단합니다. · 출제 범위는 수학 I, 수학 II의 범위에 국한되어 출제되었기 때문에 학생들의 과목 선택의 영향을 받지 않았고 풀이 방향에 대한 안내가 되어 있어서 학생들이 더욱 쉽게 문제를 해결할 수 있었을 것으로 판단합니다. · 작년에 비해 논술 문항의 난이도가 적절하게 잘 조정이 되었고 오전과 오후 모두 매우 어려운 문제가 없었다는 학생들의 응답 결과는 곧 한국공학대의 논술 문항이 고교 교육과정의 범위와 수준 내에서 잘 출제되었음을 나타내는 지표라고 판단합니다. · 오전 문제지와 오후 문제지의 유형 및 난이도를 맞추려고 한 출제위원님들의 의도를 엿볼 수 있었고 각각의 문항들은 사교육을 받지 않아도 학교 수업에 충실했고 한국공대의 논술고사 기출문제를 풀어본 학생이라면 충분히 도전해 볼 수 있는 난이도라고 생각합니다. · 이번 기출문제를 통해 약술형 논술의 논술형 문제 출제 및 채점 기준에 대한 고민을 많이 하고 연구한 부분이 눈에 띄었습니다. 특히 빈칸에 알맞은 것을 써넣을 수 있는지를 판단하는 문제의 유형은 이미 제시되었던 모의 논술을 바탕으로 본 논술에서도 이를 반영한 부분들이 돋보였습니다. · 한국공학대가 제공할 예정인 논술가이드북과 논술해설 동영상은 한국공학대가 사교육의 도움 없이도 충분히 논술고사를 준비할 수 있도록 학생들을 위해 노력하고 있음을 알 수 있는 객관적인 지표이고 이는 곧 한국공학대가 공교육 기여에 몰심 양면으로 노력하고 있는 우수 사례라고 판단합니다.
장00고등학교	교사	서00	[문항 카드 1], [문항 카드 4] - 오전, 오후 문항 [문제 1] - 오전, 오후 문항 삼각함수와 지수함수, 로그함수와 관련된 문항으로 출제되었습니다. 고교 수학 I에서 기본적으로 다루는 개념을 확인할 수 있는 문항으로 평가가 이루어졌으며, 채점 기준 또한 수학 I 교육과정 내용으로 제시되었습니다. [1-1] - 오전, 오후 문항은 특수각에 대한 삼각함수의 값을 구하는 문항으로, 판별식을 활용하여 삼각함수의 값을 구하는 과정을 제시하였습니다. 교육과정을 충실하게 이수한 학생들이 충분히 해결할 수 있는 문항입니다.

		[1-2] - 오전 문항은 지수함수의 그래프와 로그의 정의를 활용하고, [1-2] - 오후 문항은 로그함수의 그래프와 지수의 성질을 활용하여 해결할 수 있는 문항으로, 지수함수와 로그함수의 그래프에 대한 이해를 바탕으로 해결할 수 있는 문항입니다. [1-3] - 오전 문항은 로그의 성질을 활용하여 등비수열의 일반항을 구하는 문항으로 등비수열의 일반항을 구하는 과정이 자연스럽게 나타나는 문항입니다. [1-3] - 오후 문항은 지수의 성질과 등비수열의 합을 활용하여 등비수열의 일반항을 구하는 문항으로 오전 문항에 비해 난도가 조금은 올랐지만, 교육과정 안에서 큰 어려움 없이 해결이 가능한 문항입니다. [문항 카드 2], [문항 카드 5] - 오전, 오후 문항 [문제 2] - 오전, 오후 문항 수학Ⅱ의 다항함수의 미분법과 적분법 영역을 다루는 문항으로 구성되었습니다. 교육과정 내의 미분법과 적분법의 개념과 활용을 바르게 이해하고 있는 학생들이 많이 접해볼 수 있는 유형으로 교육과정에서 벗어남이 없어 해결할 수 있는 문항들로 출제되었으며, 채점 기준도 교육과정에 충실한 풀이 과정으로 제시되었습니다. [2-1] - 오전 문항은 함수의 극한의 성질을 활용한 문항으로 이차함수 $f(x)$를 직접 구하여 해결할 수 있습니다. (가) 조건이 다소 복잡한 식으로 제시되어, 직접 식을 대입하는 것이 아닌 다른 풀이의 가능성을 고민하게 할 수 있을 것 같습니다. 여러 가지 방법을 활용하여 해결할 수 있는 수험생이 오히려 시간을 더 할애하는 문항일 수도 있어 보입니다. [2-1] - 오후 문항은 교육과정에서도 자주 다루는 미분계수의 정의를 활용한 문항으로 학교 교육과정을 충실하게 따른 학생들은 익숙하게 해결할 수 있는 문항입니다. [2-2] - 오전, 오후 문항은 다항함수의 극대, 극소를 활용한 문항으로 제시된 조건에 따라 자연스럽게 문제를 해결해 나갈 수 있습니다. 모든 풀이 과정은 학교 교육과정 안에서 충분히 다루어지는 내용이기에 제시된 다소 복잡해 보이는 함수에 필요한 개념을 적용하여 해결해 나갈 수 있는지 판단해 볼 수 있는 문항이 될 것 같습니다.
--	--	--

		[2-3] - 오전 문항은 적분법을 활용하여 제시된 속도와 가속도 식으로부터 거리를 구하는 문제입니다. 속도와 가속도, 속도와 거리의 개념을 충분히 이해하고 정적분을 활용하는 문제로 교육과정 내에서 두루 다루고 있어 충분히 해결할 수 있지만, 변별력을 가지고 있는 문항입니다. [2-3] - 오후 문항은 적분법을 활용하여 점이 움직인 거리를 구하는 문제입니다. 속도와 거리의 개념을 충분히 이해하고 정적분을 활용하는 문제로 두 점 사이의 거리와 점이 움직인 거리를 구하도록 하고 있어, 오전 문제와 비교하여 조금 더 변별력을 가질 것입니다. [문항 카드 3], [문항 카드 6] - 오전, 오후 문항 수학Ⅱ의 다항함수의 미분법과 적분법 영역에서 문항이 출제되었으며, 미분법과 적분법을 두루 활용하여 문제를 해결할 수 있도록 교육과정 안에서 변별력을 가진 문항들이 출제되었습니다. 변별력을 가진 문제들의 경우 풀이에 다양한 접근법을 가질 수 있어, 이를 고려한 예시 답안과 채점 기준을 제시하는 것도 좋을 것 같습니다. [문제 3] - 오전, 오후 문항 [3-1] - 오전, 오후 문항은 함수의 특성을 파악하여 함수 $f(x)$와 역함수 $g(x)$ 사이의 관계를 활용해 적분값을 구하는 문항입니다. 수험생들이 역함수를 이해하고 해석하는 방법에 따라 다양한 풀이가 나타날 수 있을 것 같습니다. [3-2] - 오전 문항은 함수 $f(x)$를 (가) 조건에 직접 대입하여 해결해 가지만, 적분을 여러 가지 방법으로 다루어 본 수험생의 경우 (가) 조건이 가진 의미를 해석하는 과정에서, 다양한 접근법을 다룰 수 있는 수험생이 시간 투자가 더 일어날 수 있을 것 같습니다. 배점이 높아진 만큼 여러 조건을 활용할 줄 알아야 하는 변별력을 가진 문항입니다. [3-2] - 오후 문항은 주어진 조건을 활용하는 과정을 학교 교육과정에서 다루고 있으나, 그 과정이 가진 의미를 이해하고 해석을 할 수 능력을 가늠해 주는 변별력을 가진 문항이 될 것입니다.
--	--	---

			[3-3] - 오전 문항은 미분계수와 정적분을 깊이 있게 활용하여 교육과정 안에서 수험생 간에 충분한 변별이 나타나도록 한 문제입니다. [3-3] - 오후 문항은 주어진 조건을 통해 함수의 특성을 찾아 해결하는 문제입니다. 함수의 극한과 미분계수, 정적분의 성질 등에 대한 충분한 이해가 필요하기에 교육과정 안에서 변별력을 가진 문제입니다. 문항의 구성이 대문항 3개로, 각 대문항에 소문항 3개씩 있어 총 9개 문항으로 구성되어 있습니다. 각 대문항의 소문항 사이에 상호 연관성이 없어 학생들이 문제 해결 과정에 조금은 혼란스러울 수도 있을 것 같습니다. 각 문항 간 연관성이 없다면 별개의 문항으로 구성하여 출제하는 것이 수험생의 혼란을 줄일 수 있을 것 같습니다.
함O고등학교	교사	이OO	[문항 카드 1] - 오전 문항 [문제 1] [1-2] 해당 문제를 풀 때, 두 곡선의 그래프의 개형을 직접 그리고, 점 A의 좌표는 (1, 2)이므로 $\overline{AB}=2$가 되려면 점 B의 좌표가 (3, 2)가 되어야 함을 이용하여 상수 a의 값을 구하는 풀이를 더 많이 작성했을 것으로 예상됩니다. [1-3] 해당 문제를 풀 때, 등비중항을 이용해 $(a_4)^3 = 3^{15}$이므로 $a_4 = 3^5$의 값을 구하고, $a_k = 3^{46} = 3^5 \times 3^{41} = a_4 \times 3^{41}$이므로 $k = 4 + 41 = 45$임을 구하는 풀이는 첫째항을 구하지 않아도 되므로 이에 대한 추가적인 채점 기준을 마련할 필요가 있어 보입니다. [문항 카드 2] - 오전 문항 [문제 2] [2-2] 채점 기준의 $g(a)$의 식을 구하는 부분에서 함수 $f(x)$가 $x=a$에서 극댓값을 가짐을 찾아낸 것과 $g(a)$의 값을 올바르게 구한 것으로 세분화하면 좋을 것 같습니다. [문항 카드 3] - 오전 문항 [3-2] (예시 답안)에서 $\int_0^x \{4at^2 + 2(b+ax^2)t + bx^2\}dt$ $= \left[\frac{4a}{3}t^3 + (b+ax^2)t^2 + bx^2t \right]_0^x$ 라고, 작성해도 괜찮을 것 같습니다.

		[3-2] (예시 답안)에서 $a+b=2$임을 보일 때 $f(1)=a+b>0$이므로 $a+b=2$라고 작성하는 것이 더 간결한 것 같습니다. [문항 카드 4] - 오후 문항 [문제 1] [1-2] 해당 문제를 풀 때, 두 곡선의 그래프의 개형을 직접 그리고, 점 A의 좌표는 $(-9, 2)$이므로 $\overline{AB}=18$이 되려면 점 B의 좌표가 $(9, 2)$가 되어야 함을 이용하여 상수 a의 값을 구하는 풀이를 더 많이 작성했을 것으로 예상됩니다. [1-3] 해당 문제를 풀 때, $S_8 - S_4 = a_5 + a_6 + a_7 + a_8 = a_5(1+2+2^2+2^3)$을 이용하는 풀이는 첫째항을 구하지 않아도 a_5의 값을 구할 수 있으므로 이에 대한 추가적인 채점 기준을 마련할 필요가 있어 보입니다. [문항 카드 6] - 오후 문항 [3-2] (예시 답안)에서 ‘㉠이 모든 실수 x에 대하여 성립하므로 $b=2b$ 즉, $b=0$이다. 조건(나)에서 함수 $f(x)$의 최솟값은 -3이므로 $a>0$, $c=-3$ 따라서 $f(x)=ax^2-3$’ 이라고 작성하면 좋을 것 같습니다.
--	--	---