

동국대학교 2019학년도 신입생 모집 수시모집 논술고사 문제 해설(자연계)

[문제 1] - 과학

1. 출제의도

고분자 물질의 대표적인 두 부류인 천연 고분자와 합성 고분자의 원천, 특성 및 생태계에서의 분해 과정에 대한 이해를 바탕으로 각 부류의 고분자의 장단점을 파악하고 자원의 효율적 사용과 환경 문제 측면을 고려하여 지속 가능한 발전을 위한 합리적인 고분자 사용 방법을 추론해 내는 능력을 평가하고자 하였다.

2. 제시문 및 문항 출제근거

가. 제시문별 출제근거

1) 문제 1 - 제시문 (가)

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정" 과목명 : 과학 제2부. 과학과 문명 (1) 정보통신과 신소재 (사) 고분자 물질의 구조와 특성을 바탕으로 합성섬유, 합성수지, 나노 물질 등 다양한 첨단 소재의 원리와 활용 방법을 이해한다. (63쪽)				
과목명	과학				
핵심 개념 및 용어	고분자, 플라스틱				
성취기준	과1247. 고분자 물질의 구조와 특성, 대표적 고분자의 화학적 합성과정을 이해하고, 고분자 물질이 다양한 첨단 소재로 활용되며 생명현상에서도 중요함을 말할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	과학	안태인 외 11인	(주)금성출판사	2016	p232
기타					

1) 문제 1 - 제시문 (나)

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정" 과목명 : 과학 제2부. 과학과 문명 (1) 정보통신과 신소재 (사) 고분자 물질의 구조와 특성을 바탕으로 합성섬유, 합성수지, 나노 물질 등 다양한 첨단 소재의 원리와 활용 방법을 이해한다. (63쪽)				
과목명	과학				
핵심 개념 및 용어	천연 고분자, 합성 고분자				
성취기준	과1247. 고분자 물질의 구조와 특성, 대표적 고분자의 화학적 합성과정을 이해하고, 고분자 물질이 다양한 첨단 소재로 활용되며 생명현상에서도 중요함을 말할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	과학	전동렬 외 13인	(주)미래엔	2016	p266
기타					

1) 문제 1 - 제시문 (다)

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정" 과목명 : 과학 제2부. 과학과 문명 (1) 정보통신과 신소재 (사) 고분자 물질의 구조와 특성을 바탕으로 합성섬유, 합성수지, 나노 물질 등 다양한 첨단 소재의 원리와 활용 방법을 이해한다. (63쪽)				
과목명	과학				
핵심 개념 및 용어	플라스틱, 생분해성 고분자, 미생물				
성취기준	과1247. 고분자 물질의 구조와 특성, 대표적 고분자의 화학적 합성과정을 이해하고, 고분자 물질이 다양한 첨단 소재로 활용되며 생명현상에서도 중요함을 말할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	과학	정완호 외 11인	(주)교학사	2016	p249
기타					

1) 문제 1 - 제시문 (라)

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정" 과목명 : 과학 제2부. 과학과 문명 (1) 정보통신과 신소재 (사) 고분자 물질의 구조와 특성을 바탕으로 합성섬유, 합성수지, 나노 물질 등 다양한 첨단 소재의 원리와 활용 방법을 이해한다. (63쪽)				
과목명	과학				
핵심 개념 및 용어	플라스틱, 환경 오염, 재활용				
성취기준	과1247. 고분자 물질의 구조와 특성, 대표적 고분자의 화학적 합성과정을 이해하고, 고분자 물질이 다양한 첨단 소재로 활용되며 생명현상에서도 중요함을 말할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	과학	전동렬 외 13인	(주)미래엔	2016	p267
기타					

1) 문제 1 - 제시문 (마)

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정" 과목명 : 과학 제2부. 과학과 문명 (3) 에너지와 환경 (사) 화석연료와 방사성 에너지 자원의 생성 과정을 이해하고, 에너지 자원의 고갈에 따른 문제를 이해한다. (야) 태양, 풍력, 조력, 파력, 지열, 바이오 등의 재생 에너지, 핵융합이나 수소와 같은 새로운 에너지 자원에 대해 알고, 에너지 자원의 활용을 지속가능한 발전의 관점에서 이해한다. (64-65쪽)				
과목명	과학				
핵심 개념 및 용어	화석 연료, 지속 가능한 발전				
성취기준	과1267-2. 에너지 자원의 채굴과 사용과정을 이해하고, 고갈에 따른 문제를 이해한다. 과1268-2. 신재생에너지 자원의 활용을 지속가능한 발전의 관점에서 설명할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	과학	정완호 외 11인	(주)교학사	2016	p402
기타					

나. 문항별 출제근거

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] "과학과 교육과정" 과목명 : 과학 제2부. 과학과 문명 (1) 정보통신과 신소재 (사) 고분자 물질의 구조와 특성을 바탕으로 합성섬유, 합성수지, 나노 물질 등 다양한 첨단 소재의 원리와 활용 방법을 이해한다. (63쪽) (3) 에너지와 환경 (사) 화석연료와 방사성 에너지 자원의 생성 과정을 이해하고, 에너지 자원의 고갈에 따른 문제를 이해한다. (예) 태양, 풍력, 조력, 파력, 지열, 바이오 등의 재생 에너지, 핵융합이나 수소와 같은 새로운 에너지 자원에 대해 알고, 에너지 자원의 활용을 지속가능한 발전의 관점에서 이해한다. (64-65쪽)				
과목명	과학,				
핵심 개념 및 용어	고분자, 플라스틱, 천연 고분자, 합성 고분자, 생분해성 고분자, 환경 오염, 재활용, 화석 연료, 지속 가능한 발전				
성취기준	과1247. 고분자 물질의 구조와 특성, 대표적 고분자의 화학적 합성과정을 이해하고, 고분자 물질이 다양한 첨단 소재로 활용되며 생명현상에서도 중요함을 말할 수 있다. 과1267-2. 에너지 자원의 채굴과 사용과정을 이해하고, 고갈에 따른 문제를 이해한다. 과1268-2. 신재생에너지 자원의 활용을 지속가능한 발전의 관점에서 설명할 수 있다.				
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
교과서 내	과학	안태인 외 11인	(주)금성출판사	2016	p232
	과학	전동렬 외 13인	(주)미래엔	2016	p266-267
	과학	정완호 외 11인	(주)교학사	2016	p249, 402
교과서 외					
관련교과서 근거					

3. 제시문 및 문항 해설(분석)

- 제시문 [가]는 고분자의 정의와 합성 고분자 중 하나인 플라스틱에 대한 정의를 소개하고 있다.
- 제시문 [나]는 고분자 물질의 두 부류인 천연 고분자 물질과 합성 고분자 물질의 종류, 특성 및 용도에 대해 설명하고 있으며 합성 고분자 물질의 장점을 천연 고분자 물질과 비교하여 설명하고 있다.
- 제시문 [다]는 대표적인 합성 고분자인 플라스틱의 환경적 유해성에 대한 설명과 분해 측면에서 생분해성 고분자가 가지는 장점에 대해 설명하고 있다.
- 제시문 [라]는 합성 고분자의 환경적 유해성과 더불어 자원의 유한성으로 인해 플라스틱 재활용이 필요한 이유에 대해 설명하고 있다.
- 제시문 [마]는 합성 고분자의 원료 물질이며 유한 자원인 화석 연료를 지속 가능한 발전을 이루기 위해 효율적으로 사용하는 것에 대한 중요성을 설명하고 있다.
- 문항에서는 한정된 자원인 고분자를 환경 문제를 고려하여 지속 가능한 발전이 가능하도록 합리적으로 사용할 수 있는 방법을 제시문을 통해 추론하는 능력을 평가하고자 하였다.

4. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	<p>【채점 요소】</p> <p>(1) 고분자 물질은 천연 고분자와 합성 고분자로 나눌 수 있음을 설명</p> <p>(2) 천연 고분자에 비해 합성 고분자가 우수한 특성이 많아 합성 고분자의 사용은 필수적임을 설명</p> <p>(3) 합성 고분자는 환경 문제를 야기할 수 있어 재활용이 바람직함을 설명</p> <p>(4) 일부 토양에 매립되는 합성 고분자는 녹말과 같은 천연 고분자를 첨가하여 미생물에 의한 분해성을 증가시킨 생분해성 고분자로 대체시켜야 함을 설명</p> <p>(5) 천연 고분자와 합성 고분자는 모두 유한한 한정된 자원이어서 지속 가능한 발전을 위해 환경 문제까지 고려하여 균형 있게 사용해야 함을 설명</p> <p>【채점 준거】</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고등학교 과학 교과서의 내용만을 활용 - 자원의 효율적 사용과 환경 문제 측면을 고려하여 지속 가능한 발전을 위한 합리적인 고분자 사용 방법을 추론해 내는 능력을 평가 <p>【유의 사항】</p> <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 자연 현상에 관련된 기본 개념의 통합적인 이해 정도를 평가한다. - 탐구 활동 수행 능력과 이를 일상생활 문제 해결에 활용하는 능력을 평가한다. 	30

상	S	- 채점 요소 (1)~(5)을 모두 만족하며 정확하게 설명한 경우
	A	- 채점 요소 (1)~(4)를 만족하나 (5)의 내용이 불충분한 경우
중	B	- 채점 요소 (1)~(4)만 만족하는 경우 또는 - 채점 요소 중 3가지를 만족하나 2가지 요소가 설명이 불충분한 `경우
	C	- 채점 요소 중 구분 없이 3개 요소를 만족하며 생분해성 합성 고분자나 천연 고분자 한쪽만을 사용해야한다고 결론은 지은 경우 또는 - 채점 요소 중 4가지만 불충분하게 설명한 경우
	D	- 채점 요소 중 3가지만 설명한 경우
하	E	- 채점 요소 중 2가지 이하만 설명한 경우
	F	- 채점 요소와 관련 없는 내용이나 비논리적인 내용을 작성한 경우

5. 모범답안(예시답안)

[가]와 [나]에 의해 고분자 물질은 천연 고분자와 합성 고분자 물질로 나눌 수 있다. [나]로부터 합성 고분자는 석유를 원료로 만들어지며 천연 고분자와 비교하여 많은 장점이 있고 한정 자원인 천연 자원의 고갈을 줄일 수 있다고 하였기에 합성 고분자의 사용은 필수적이다. 그러나 [마]로부터 화석 연료(석유)는 지속 가능한 발전을 고려하여 소비해야 한다고 하였으며 [다]와 [라]에 의해 합성 고분자인 폐플라스틱이 환경 문제를 일으킬 수 있어 토양에서 분해가 잘되는 생분해성 고분자를 사용하거나 재활용해야 한다. 따라서 한정된 자원의 지속 가능성을 바탕으로 환경 문제까지 고려하여 고분자를 사용해야 한다. 자원의 효율적 사용을 위해 천연 고분자와 합성 고분자를 균형 있게 사용하고 석유로부터 얻어지는 합성 고분자를 재활용해야 하며 땅속에 매장해야 하는 일부 합성 고분자는 천연 고분자인 녹말 등을 이용하여 미생물에 의해 쉽게 분해되는 생분해성 고분자로 대체해야 한다.

[문제 2] - 수학

1. 출제의도

복잡한 사회 현상을 수학이라는 도구로 재구성하는 능력을 평가하고자 한다.

조건부확률의 의미를 명확하게 이해하고 주어진 상황에 응용할 수 있는 학습자의 능력을 평가하기 위해, 특정 상황을 상정하는 실험을 제시했다.

제시된 실험 조건에 맞게 사건들을 정의하고, 이들 사이의 관계를 수학적으로 기술하는 능력을 확인하며, 파악된 내용을 이용하여 주어진 문제를 논증하는 능력을 평가하고자 한다.

2. 제시문 및 문항 출제근거

가. 제시문별 출제근거

1) 문제 2 - 제시문 (가)

적용 교육과정	2009 개정교육과정 확률과 통계				
	[확률과 통계] - 나. 확률 - 1) 확률의 뜻과 활용 ② 확률의 기본 성질을 이해한다. (31쪽)				
과목명	확률과 통계				
핵심 개념 및 용어	확률의 기본 성질				
성취기준	[확률과 통계] - 나. 확률 - 1) 확률의 뜻과 활용 ② 확률의 기본 성질을 이해한다. 확통1211/1212. 통계적 확률, 수학적 확률의 의미와 확률의 기본 성질을 이해한다. (31쪽)				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
교과서 내*	확률과 통계	우정호	동아출판	2016	106
교과서 외					
관련교과서 근거**					

2) 문제 2 - 제시문 (나)

적용 교육과정	2009 개정교육과정 확률과 통계				
	[확률과 통계] - 나. 확률 - 2) 조건부확률 ① 조건부확률의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. (32쪽)				
과목명	확률과 통계				
핵심 개념 및 용어	조건부확률				
성취기준	[확률과 통계] - 나. 확률 - 2) 조건부확률 ① 조건부확률의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. 확통1221. 조건부확률의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. (32쪽)				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
교과서 내	확률과 통계	김원경	비상교육	2016	84
교과서 외					
관련교과서 근거					

3) 문제 2 - 제시문 (다)

적용 교육과정	2009 개정교육과정 확률과 통계				
	[확률과 통계] - 나. 확률 - 1) 확률의 뜻과 활용 ④ 여사건의 확률의 뜻을 알고, 이를 활용할 수 있다. (31쪽)				
과목명	확률과 통계				
핵심 개념 및 용어	여사건의 확률				
성취기준	[확률과 통계] - 나. 확률 - 1) 확률의 뜻과 활용 ④ 여사건의 확률의 뜻을 알고, 이를 활용할 수 있다. 확통1214. 여사건의 확률의 뜻을 알고, 이를 활용할 수 있다.(31쪽)				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
교과서 내*	확률과 통계	우정호	동아출판	2016	110
	확률과 통계	정상권	금성출판	2016	87
교과서 외					
관련교과서 근거**					

4) 문제 2 - 제시문 (라)

적용 교육과정	2009 개정교육과정 확률과 통계				
	[확률과 통계] - 나. 확률 - 2) 조건부확률 ① 조건부확률의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. (32쪽)				
과목명	확률과 통계				
핵심 개념 및 용어	조건부확률				
성취기준	[확률과 통계] - 나. 확률 - 2) 조건부확률 ① 조건부확률의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. 확통1221. 조건부확률의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. (32쪽)				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
교과서 내	확률과 통계	김원경	비상교육	2016	84
	확률과 통계	우정호	금성출판	2016	121
교과서 외 관련교과서 근거					

나. 문항별 출제근거

적용 교육과정	[확률과 통계] - 나. 확률 - 2) 조건부확률 ① 조건부확률의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. (32쪽)				
과목명	확률과 통계				
핵심 개념 및 용어	조건부확률				
성취기준	[확률과 통계] - 나. 확률 - 2) 조건부확률 ① 조건부확률의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. 확통1221. 조건부확률의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다. (32쪽)				
예상 소요 시간	30분 / 전체 100분				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
교과서 내	확률과 통계	김원경	비상교육	2016	84
	확률과 통계	우정호	금성출판	2016	121
교과서 외 관련교과서 근거					

3. 제시문 및 문항 해설(분석)

1. 두 개의 주사위 중에 윤목을 선택하는 사건은 A라 하고, 던진 주사위의 값이 2인 사건을 B라 정의함.
2. 윤목에서의 주사위 값이 2, 목제주령구에서 2가 나올 확률을 표기하면 각각 $P(B|A) = \frac{1}{5}$, $P(B|A^c) = \frac{1}{14}$ 임을 확인함.
3. 여사건의 확률 원리를 이해하고 응용하여 $P(B)$ 도출함.

$$P(B) = P(A \cap B) + P(A^c \cap B) = P(B|A)P(A) + P(B|A^c)P(A^c)$$

4. 조건부확률과 여사건의 확률을 이용하여 다음 관계를 도출

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} = \frac{P(B|A)P(A)}{P(A \cap B) + P(A^c \cap B)}$$

5. 실험 결과를 이용하여 윤목을 던질 확률을 $P(A) = p$ 를 첫 날 100명의 자료로부터 산정하고 추가 10명이 포함된 110명의 자료로부터 각각 산정하여 자료 추가로 p 가 증가함을 확인함.
6. 4에서 구한 결과를 p 에 관한 함수로 볼 때, 증가함수이므로 $P(A|B)$ 도 증가되는 '자가수정' 확인함.

4. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	<p>Step 1. 사건 정의: A-윤목 선택, B-주사위 값이 2</p> <p>Step 2. (가)를 참고하여 각 주사위에서 주사위 값이 2가 될 확률 기술. 윤목과 목제주령구에 각각 $P(B A) = \frac{1}{5}$, $P(B A^c) = \frac{1}{14}$</p> <p>Step 3. (다)의 여사건의 확률을 이용하여 다음 사항 도출. $P(B) = P(A \cap B) + P(A^c \cap B) = P(B A)P(A) + P(B A^c)P(A^c)$</p> <p>Step 4. 실험 결과로부터 윤목을 던질 확률을 $P(A) = p$ 산정. 100명일 때 $p = 0.3$, 110명일 때 $p \geq \frac{30+6}{110} = \frac{36}{110} > 0.3$</p> <p>Step 5. 문제에서 요구하는 확률이 다음의 조건부확률임을 확인. $P(A B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} = \frac{P(B A)P(A)}{P(A \cap B) + P(A^c \cap B)} = \frac{p/5}{p/5 + (1-p)/14} = \left(\frac{9}{14} + \frac{5}{14p} \right)^{-1}$</p> <p>Step 6. 100명일 때보다 110명일 때 $P(A B)$가 증가되는 자가 수정 발생 확인.</p>	

상	S	(1단계)부터 (6단계)까지를 모두 보이고, 논증이 매끄럽고 설득력있는 경우.
	A	(1단계)부터 (6단계)까지를 보였으나 논증이 매끄럽지 않은 경우
중	B	위 단계 중 5가지 기술한 경우
	C	위 단계 중 4가지 기술한 경우
	D	위 단계 중 3가지 기술한 경우
하	E	위 단계 중 한 가지만 기술한 경우
	F	어느 단계도 맞게 진술하지 못한 경우, 백지인 경우

5. 모범답안(예시답안)

두 개의 주사위 중에 윤목을 선택하는 사건은 A라 하고, 던진 주사위의 값이 2인 사건을 B라 표시한다. 주사위의 각 값이 나올 확률은, 목제주령구는 1에서 14까지 윤목은 1에서 5까지의 값이 각각 $1/14$ 과 $1/5$ 이다. 따라서 사건 A와 B를 이용하여 윤목에서의 주사위 값이 2, 목제주령구에서 2가 나올 확률을 표기하면 각각 $P(B|A) = \frac{1}{5}$, $P(B|A^c) = \frac{1}{14}$ 이 된다.

또한 주사위 값이 2일 확률 $P(B)$ 는 확률의 합의 공식과 조건부확률을 이용하면 $P(B) = P(A \cap B) + P(A^c \cap B) = P(B|A)P(A) + P(B|A^c)P(A^c)$ 이 된다.

윤목을 던질 확률을 $P(A) = p$ 라고 하면, 주사위 값이 2일 때 윤목을 선택할 조건부 확률은 $P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} = \frac{p/5}{p/5 + (1-p)/14} = \left(\frac{9}{14} + \frac{5}{14p}\right)^{-1}$ 이다.

첫 날 100명을 대상으로 진행한 실험에서 윤목을 던질 (통계적) 확률 p 는 $\frac{30}{100} = 0.3$ 이 되어 $P(A|B) = \frac{42}{77} = \frac{6}{11}$ 가 된다.

여기에 추가 10명의 실험에선 적어도 6명이 윤목을 선택했으므로 전체 110명에서 윤목을 던질 (통계적) 확률 p 는 적어도 $\frac{30+6}{100+10} = \frac{36}{110}$ 으로 0.3보다 크게 된다.

따라서 $P(A|B)$ 는 p 의 증가함수이므로 110명에서의 $P(A|B)$ 도 100명에서의 $\frac{42}{77} = \frac{6}{11}$ 보다 큰 값을 갖게 된다. 즉 추가된 윤목을 더 선택하는 경향이 있는 집단으로부터 추출된 10명의 실험결과에 의해서 주사위 값이 2인 사람이 윤목을 선택할 확률 $P(A|B)$ 가 증가되는 자가 수정이 이루어졌다.

[문제 3] - 수학

1. 출제의도

일상에서 일어나는 수학적 현상을 모델링하여 그 결과를 예측하고 해석할 때, 가능한 여러 모델링을 수학적으로 비교 분석할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 부분 분수, 치환적분을 이용한 부정적분으로 모델링을 만족하는 함수를 구할 수 있고, 미분을 이용하여 그래프의 개형을 그릴 수 있으며, 이 미적분학을 사용한 분석을 통해 두 모델링을 비교하고 그 근거를 제시하는 문제를 출제하였다.

2. 제시문 및 문항 출제근거

가. 제시문별 출제근거

1) 문제 3 - 제시문 (가)

적용 교육과정	2009 개정교육과정 미적분Ⅱ [미적분 Ⅲ] (가) 지수함수와 로그함수 ㉠ 지수함수와 로그함수의 뜻과 그래프 ㉡ 지수함수와 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다. (87쪽)				
과목명	고등학교 미적분Ⅱ				
핵심 개념 및 용어	지수함수				
성취기준	[미적분 Ⅲ] (가) 지수함수와 로그함수 ㉠ 지수함수와 로그함수의 뜻과 그래프 ㉡ 지수함수와 로그함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다. 미적2113-1. 지수함수를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	미적분 Ⅱ	이준열 외 9인	(주) 천재교육	2016	31
기타					

2) 문제 3 - 제시문 (나)

적용 교육과정	2009 개정교육과정 미적분Ⅱ [미적분 Ⅱ] (다) 미분법 ② 도함수의 활용 ③ 방정식과 부등식에 활용할 수 있다. (88쪽)				
과목명	고등학교 미적분Ⅱ				
핵심 개념 및 용어	실생활에서의 미분				
성취기준	[미적분 Ⅱ] (다) 미분법 ② 도함수의 활용 ③ 방정식과 부등식에 활용할 수 있다. 미적2323. 방정식과 부등식에 활용할 수 있다. (45쪽)				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	미적분 Ⅱ	정상권 외 7인	(주)금성출판사	2016	126
	미적분 Ⅱ	신항균 외 11인	(주)지학사	2015	46
	미적분 Ⅱ	이강섭 외 14인	(주)미래엔	2016	126
기타					

3) 문제 3 - 제시문 (다)

적용 교육과정	2009 개정교육과정 미적분Ⅱ [미적분 Ⅱ] (라) 적분법 ① 여러 가지 적분법 ① 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. (88쪽)				
과목명	고등학교 미적분Ⅱ				
핵심 개념 및 용어	치환적분				
성취기준	[미적분 Ⅱ] (라) 적분법 ① 여러 가지 적분법 ① 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. 미적2411. 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. (45쪽)				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	미적분 Ⅱ	김창동 외 14인	(주)교학사	2016	165
기타					

4) 문제 3 - 제시문 (라)

적용 교육과정	2009 개정교육과정 미적분Ⅱ [미적분 Ⅱ] (라) 적분법 ① 여러 가지 적분법 ③ 여러 가지 함수의 부정적분과 정적분을 구할 수 있다.(88쪽)				
과목명	고등학교 미적분Ⅱ				
핵심 개념 및 용어	분수 꼴의 함수의 부정적분 구하기				
성취기준	[미적분 Ⅱ] (라) 적분법 ① 여러 가지 적분법 ③ 여러 가지 함수의 부정적분과 정적분을 구할 수 있다. 미적2413-3. 지수함수의 부정적분과 정적분을 구할 수 있다. (46쪽)				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	미적분 Ⅱ	김원경 외 11명	(주)비상교육	2016	167
기타					

나. 문항별 출제근거

문제 3.1)

적용 교육과정	2009 개정교육과정 미적분Ⅱ [미적분 Ⅱ] (라) 적분법 ① 여러 가지 적분법 ④ 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. (88쪽)				
과목명	고등학교 미적분Ⅱ				
핵심 개념 및 용어	치환적분, 분수 꼴의 함수의 부정적분				
성취기준	[미적분 Ⅱ] (라) 적분법 ① 여러 가지 적분법 ④ 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. 미적2411. 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. (45쪽)				
예상 소요 시간	20분 / 전체 100분				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
교과서 내	미적분 Ⅱ	김원경 외 11명	(주)비상교육	2016	167
	미적분 Ⅱ	정상권 외 7인	(주)금성출판사	2016	126
교과서 외					
관련교과서 근거					

문제 3.2)

적용 교육과정	2009 개정교육과정 미적분Ⅱ [미적분 Ⅱ] (다) 미분법 ② 도함수의 활용 ② 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. (88쪽)				
과목명	고등학교 미적분Ⅱ				
핵심 개념 및 용어	함수의 그래프의 개형				
성취기준	[미적분 Ⅲ] (다) 미분법 ② 도함수의 활용 ② 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. 미적2322. 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. (45쪽)				
예상 소요 시간	20분 / 전체 100분				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
교과서 내	미적분 Ⅱ	정상권 외 7인	(주)금성출판사	2016	126
	미적분 Ⅱ	이준열 외 9인	(주) 천재교육	2016	31
교과서 외 관련교과서 근거					

3. 제시문 및 문항 해설(분석)

【가】는 세계 인구의 변화를 설명하고, 지금까지 기하급수적으로 증가해서 증가율이 커지는 지수함수의 형태를 따르는 듯이 보이나 가까운 미래에는 증가율이 정체되고 감소할 가능성도 있음을 설명하였다. 【나】는 인구 증가에 대한 함수의 미분 방정식으로 모델링한 지수 증가 방정식과 로지스틱 방정식에 대해서 설명하였다. 【다】와 【라】는 로지스틱 방정식을 따르는 인구함수를 구하는 데 필요한 방법 중 치환적분과 부분분수의 부정적분에 대해서 소개하였다.

문제 3.1)은 【다】와 【라】를 이용하여 로지스틱 방정식을 따르는 인구함수를 구하는 문제이다.

문제 3.2)는 $L(t)$ 의 개략도를 그리고 이를 바탕으로 두 모델 중 인구증가율의 정체를 잘 설명하는 것이 무엇인지를 묻는 문제이다. t 가 무한대로 갈 때 $L(t)$ 가 N 으로 수렴함을 극한을 이용하여 보인다. $L(t)$ 의 미분이 양수임을 보임으로 증가함수임을 보인다. 이를 바탕으로 해의 개략도를 그린다. 지수 증가 방정식의 인구함수는 시간이 흐름에 따라 발산하며, 로지스틱 방정식의 인구함수는 시간이 흐름에 따라 N 으로 수렴함으로써 로지스틱 방정식 모델이 【가】의 인구 증가율이 정체됨을 더 잘 설명한다고 할 수 있다.

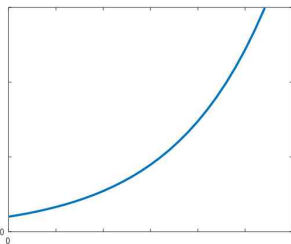
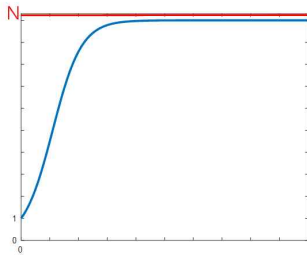
4. 채점 기준

문제 3.1)

하위 문항	채점 기준	배점
	<p>※풀이 단계 (1단계) 식 (3)을 변형하여 부정적분을 통해</p> $\int \frac{L'(t)}{L(t)(N-L(t))} dt = kt + C_1.$ <p>을 유도한다.</p> <p>(2단계) [다]를 이용하여</p> $\int \frac{L'(t)}{L(t)(N-L(t))} dt = \frac{1}{N} \int \frac{L'(t)}{L(t)} + \frac{L'(t)}{N-L(t)} dt$ <p>를 구한다.</p> <p>(3단계) [다]와 [라]를 이용하여</p> $\int \frac{L'(t)}{L(t)(N-L(t))} dt = \frac{1}{N} \ln \left \frac{L(t)}{N-L(t)} \right + C_2.$ <p>를 유도한다.</p> <p>(4단계) $L(0) = 1$과 $0 < L(t) < N$ 임을 이용해서</p> $C_1 - C_2 = -\frac{\ln(N-1)}{N}$ <p>를 계산한다.</p> <p>(5단계)</p> $L(t) = \frac{Ne^{Nkt}}{N-1+e^{Nkt}} = \frac{N}{1+(N-1)e^{-Nkt}}$ <p>를 구한다. 두 표현 중 어느 것을 해도 된다.</p>	

상	S	(1단계)부터 (5단계)까지를 모두 보이고, 논증이 매끄럽고 설득력있는 경우
	A	(1단계)부터 (5단계)까지를 보였으나 논증이 매끄럽지 않은 경우
중	B	(1단계)부터 (4단계)까지의 과정을 기술한 경우
	C	(1단계)부터 (3단계)까지의 과정을 기술한 경우
	D	(1단계)부터 (2단계)까지의 과정을 기술한 경우
하	E	위 단계 중 한 가지만 기술한 경우
	F	어느 단계도 맞게 진술하지 못한 경우, 백지인 경우

문제 3.2)

하위 문항	채점 기준	배점
	<p>※풀이 단계 (1단계) $P(t)$의 개형을 그린다.</p>  <p>(2단계) t가 무한대로 가면 $L(t)$가 N으로 수렴함을 보인다.</p> <p>(2단계) 미분을 계산하여</p> $L'(t) = \frac{N(N-1)ke^{-Nkt}}{(1+(N-1)e^{-Nkt})^2} > 0$ <p>$L(t)$가 증가함수임을 보인다.</p> <p>(4단계) 그래프의 개형을 그린다.</p>  <p>(5단계) 지수 증가 방정식의 해 $P(t)$는 t가 무한대로 갈 때 발산함을 보이고, 로지스틱 방정식의 해 $L(t)$는 t가 무한대로 갈 때 N으로 수렴함을 언급한다. 따라서, 인구 증가율의 정체성을 잘 설명하는 것은 로지스틱 방정식 해임을 언급한다.</p>	

상	S	(1단계)부터 (5단계)까지를 모두 보이고, 논증이 매끄럽고 설득력있는 경우
	A	(1단계)부터 (5단계)까지를 보였으나 논증이 매끄럽지 않은 경우
중	B	(1단계)부터 (4단계)까지의 과정을 기술한 경우
	C	(1단계)부터 (3단계)까지의 과정을 기술한 경우
	D	(1단계)부터 (2단계)까지의 과정을 기술한 경우
하	E	위 단계 중 한 가지만 기술한 경우
	F	어느 단계도 맞게 진술하지 못한 경우, 백지인 경우

5. 모범답안(예시답안)

식 (2)를

$$\frac{L'(t)}{L(t)(N-L(t))} = k$$

와 같이 변형하고, 양변을 부정적분하면

$$\int \frac{L'(t)}{L(t)(N-L(t))} dt = kt + C_1$$

이다. 제시문 바를 이용하여 좌변을 부분분수 형태로 바꾸고, $\tau = L(t)$ 로 치환하여 치환적분을 하면

$$\begin{aligned} \int \frac{L'(t)}{L(t)(N-L(t))} dt &= \frac{1}{N} \int \frac{L'(t)}{L(t)} + \frac{L'(t)}{N-L(t)} dt \\ &= \frac{1}{N} \int \frac{1}{\tau} + \frac{1}{N-\tau} d\tau = \frac{1}{N} \ln \left| \frac{\tau}{N-\tau} \right| + C_2 = \frac{1}{N} \ln \left| \frac{L(t)}{N-L(t)} \right| + C_2 \end{aligned}$$

이다. $0 < L(t) < N$ 임을 이용하고, $L(0) = 1$ 을 대입하면

$$C_1 - C_2 = -\frac{\ln(N-1)}{N} \text{이다.}$$

위의 식에 넣어서 정리하면

$$\frac{L(t)}{N-L(t)} = e^{-\ln(N-1)} e^{Nkt} = \frac{e^{Nkt}}{N-1}$$

그러므로

$$L(t) = \frac{Ne^{Nkt}}{N-1 + e^{Nkt}} = \frac{N}{1 + (N-1)e^{-Nkt}}$$

이다,

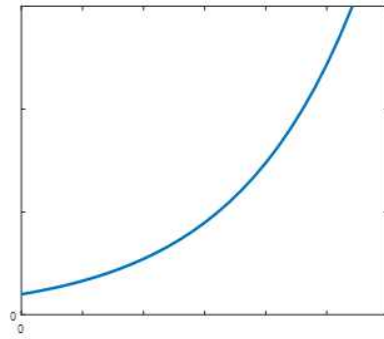
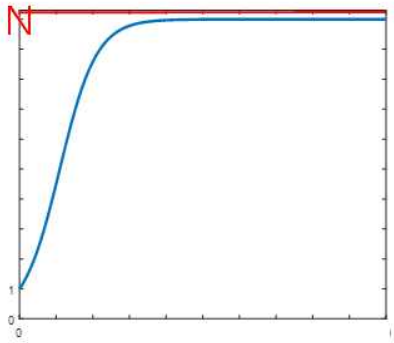
$$\lim_{t \rightarrow \infty} L(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{N}{1 + (N-1)e^{-Nkt}} = N$$

이므로 t 가 무한대로 가면 $L(t)$ 가 N 으로 수렴한다. 미분을 계산하면

$$L'(t) = \frac{kN^2(N-1)e^{-Nkt}}{(1 + (N-1)e^{-Nkt})^2}.$$

$L'(t)$ 는 양수이므로 $L(t)$ 는 증가함수이다. 따라서, $L(t)$ 의 개형은 아래 왼쪽과 같고, $P(t)$ 는 지수함수이므로 개형은 아래 오른쪽과 같다.

지수 증가 방정식의 해 $P(t)$ 는 t 가 무한대로 갈 때 증가율이 기하급수적으로 늘어나



서 발산하나, 로지스틱 방정식의 해 $L(t)$ 는 t 가 무한대로 갈 때 증가율이 줄어들어서 N 으로 수렴한다. 따라서, 시간이 커질 때 인구증가율이 정체됨을 잘 설명하는 것은 로지스틱 방정식이다.