

**2022학년도 연세대학교
선행학습 영향평가 결과 보고서**
[미래캠퍼스]



2022. 3.

연세대학교 입학홍보처

연세대학교 미래캠퍼스

2022학년도 대학입학전형 선행학습 영향평가 결과보고서

■ 선행학습 영향평가 대상 문항	1
1. 문항총괄표	
2. 대학별고사 운영 현황	
3. 대학별고사 운영 일자	
■ 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법	3
1. 이행 사항 점검 체크리스트	
2. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정	
3. 선행학습 영향평가 위원회 조직 구성	
■ 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력	5
■ 문항 분석 결과 요약	10
1. 문항 분석 결과 요약표	
2. 대학별 고사의 선행학습 영향에 대한 분석	
가. 논술시험	
나. 면접시험	
■ 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력	14
■ 부록	
[부록1] 미래캠퍼스 대학입학전형 선행학습 영향평가 규정	16
[부록2] 고교교사 의견 및 문항카드	18
[별첨] 대학별 고사 기출 문제	

선행학습 영향평가 자체평가 보고서

■ 선행학습 영향평가 대상 문항

연세대학교 미래캠퍼스는 대학별 고사에 대한 선행학습 영향평가를 실시하기 위하여 2015년에 대학 자체 규정을 제정하였다(2020년 1월 개정). 이 규정에 따라 선행학습 영향평가 위원회를 구성하고 2022학년도 대학별 고사에 대한 선행학습 영향평가를 진행하였다. 우리대학은 출제문제가 고등학교 교육과정의 범위와 수준을 준수하는지 여부와 대학별 고사의 선행학습 유발요인이 있는지 여부 등을 면밀히 검토하였다. 또한, 고등학교 교육과정이 정상적으로 운영될 수 있도록 출제문제에 대하여 현직 고등학교 교사들의 철저한 확인과 의견수렴절차를 거쳐 최종적으로 본 보고서를 완성하였다.

1. 문항 총괄표

평가 대상	입학전형	계열	입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	문항 번호	하위 문항 번호	계열 및 교과										교과 외
						인문사회			수학	과학				영어	기타	
						국어	사회	도덕		물리	화학	생명 과학	지구 과학			
논술	논술우수자 전형	인문· 사회 (미래인재)	인문사회 교과목 (논리력, 창의력, 종합적 사고능력을 평가하기 위한 인문·사회 교과목 통합사고형)	문제1	-	0		0							0	
				문제2	-		0							0		
		자연 (창의인재)	수학I, 수학II, 미적분, 확률과통계 (대학 학업 수행에 필요한 기본 학업역량 평가)	문제1 문제2 문제3	1-1~3 2-1~2 3-1~3				0							
			의예 (창의인재)	수학I, 수학II, 미적분, 확률과통계, 기하 (대학 학업 수행에 필요한 기본 학업역량 평가)	문제1 문제2	1-1~3 2-1~3				0						
				물리학(I,II),화학(I,II), 생명과학(I,II) 중 1개 교과목 선택 (대학 학업 수행에 필요한 기본 학업역량 평가)	문제1 문제2	1-1~3 2-1~3					0	0	0			
		면접	학생부종합 (활동우수자) 동아시아국제학부 글로벌엘리트학부	국제	인성가치관 ¹⁾ (영문)	문제1	1-1~2		0	0						0
전공역량평가 (영문/사회)	문제2				2-1~2		0	0					0			
학생부종합 (활동우수자) 디자인예술학부, 학생부종합 (SW창의인재)	디자인, 공학 (공통)		인성가치관 ¹⁾ (국문)	문제1	1-1~2		0	0								
	자연/ 공학		전공역량평가 (수학)	문제2	2-1~2				0							

1) 동일문제(단, 영문/국문 지문으로 출제)

※ 학생부종합(활동우수자) 디자인예술학부의 출제문제2는 예술 교과(군)으로 영향평가 대상에서 제외

2. 대학별고사 운영 현황

모집 시기	구 분		모집인원	대학별 고사 실시 여부	영향평가 대상 여부	비고
	위주	전형명(※)				
수시	학생부	학생부교과 교과우수자 전형	219	O	X	동영상업로드 (P/NP 방식)
		학생부종합 -학교생활우수자 전형 203 -강원인재 전형 65 -기회균형 전형 35	303	O	X	동영상업로드 (P/NP 방식)
		학생부종합 전형 -활동우수자	66	O	O	대면면접 (영어 제시문 포함)
		학생부종합 전형 -SW창의인재	15	O	O	대면면접
		고른기회 학생부종합 전형(정원 외) -기초생활연세한마음 28 -농어촌학생 32 -특성화고교졸업자 12 -특수교육대상자 5 -북한이탈주민 약간명	77	O	X	동영상업로드 (P/NP 방식)
	논술	논술우수자 전형	259	O	O	
정시	수능	「가」군 일반전형	136	-	X	
		「나」군 일반전형	287			
	실기	「나」군 디자인예술학부 실기 전형	40	실기시험	X	예체능실기

※ 코로나19 상황으로 인해 학생부교과 전형 및 일부 학생부종합 전형은 기존 대면면접에서 비대면 동영상 업로드 방식으로 면접 방식을 변경하고, 인성 및 고교활동을 Pass/Non-Pass 방식으로 평가

3. 대학별고사 운영 일자

전형명		전형일자	출제입실기간
수시 모집	학생부종합 활동우수자, SW창의인재	2021. 10. 30.(토)	2021. 10. 28.(목) ~ 10. 30.(토)
	논술우수자 전형	2021. 11. 26.(금)	2021. 11. 22.(월) ~ 11. 26.(금)
정시 모집	디자인예술학부 실기 전형 실기시험	2022. 01. 19.(수)	2022. 01. 19.(수)

■ 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

1. 대학별고사의 선행학습 이행 사항 점검 체크리스트

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

2. 선행학습 영향평가에 대한 대학의 자체 규정

가. 규정명 : 미래캠퍼스 대학입학전형 선행학습 영향평가 규정(P.15 참조)

(제정일 : 2015. 02. 26. 개정일 : 2020. 01. 06.)

나. 적용범위 : 연세대학교 미래캠퍼스 입학전형

다. 주요내용

- 「공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법」에 따른 대학입학전형 선행학습 영향평가 시행을 위한 사항을 규정함
- 연세대학교 미래캠퍼스 입학전형을 적용 범위로 규정
- 선행학습 영향평가의 정의
- 선행학습 영향평가를 위한 조직구성 및 기능 명시
- 선행학습 영향평가 대상, 실시 방법, 결과 공개 방법 등을 규정

3. 선행학습 영향평가 위원회 조직 구성

가. 조직명 : 2022학년도 대학입학전형 선행학습 영향평가 위원회

나. 기 능

- 영향평가를 위한 기본방향을 수립하고 영향평가를 실시, 문항카드 및 결과보고서를 검토
- 영향평가 결과에 대하여 시정·변경 명령 또는 조치를 취할 경우 이에 대한 (재)검토

다. 구 성 : 입학홍보처장 및 내부교원, 현직 고등학교 교사 등 당연직 및 임명직위원 등
총 14명으로 구성

구 분	구 성	참여인원	비 고
내부위원	입학홍보처 내부위원	2	
	내부교원	3	
외부위원	현직 고등학교 교사	9	

연번	구 분	소 속	직 위	이 름	구 성 (고교 소재 지역)	
1	위원장	입학홍보처	처장	서00	내부위원 (연세대학교 미래캠퍼스)	
2	위원	데이터사이언스 학부	교수	하00		
3	위원	국어국문학	교수	한00		
4	위원	데이터사이언스 학부	교수	나00		
5	위원	입학홍보처	부처장	윤00		
6	위원	OO고등학교	교사	이00	일반고(경기)	현직 고등학교 교사
7	위원	OO고등학교	교사	채00	일반고(경기)	
8	위원	OO고등학교	교사	김00	일반고(경기)	
9	위원	OO고등학교	교사	황00	일반고(강원)	
10	위원	OO고등학교	교사	조00	일반고(경기)	
11	위원	OO고등학교	교사	김00	일반고(경기)	
12	위원	OO고등학교	교사	홍00	일반고(경기)	
13	위원	OO고등학교	교사	신00	일반고(경기)	
14	위원	OO고등학교	교사	김00	일반고(경기)	

라. 2022학년도 선행학습 영향평가 위원회 일정 및 절차

- 1) 2022학년도 입학 전형 진행: 2021. 9. ~ 2022. 2.
- 2) 2022학년도 선행학습 영향평가 위원회 구성 : 2022. 2. ~ 3.
- 3) 일 정

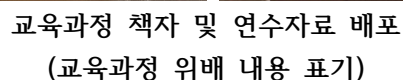
- 1차 점검 : 대학별고사 출제위원(교원)의 문항카드 점검 및 검토 (2022년 2월)
- 2차 점검 : 선행학습 영향평가 교사위원의 문항카드 점검 및 검토 (2022년 3월)
- 3차 점검 : 선행학습 영향평가 내부위원의 문항카드/결과보고서 점검 및 검토 (2022년 3월)
- 선행학습 영향평가 위원회 회의 : 2022. 3. 30.(수) 16:00
- 선행학습 영향평가 결과 발표 : 2022. 3. 31.(목) / 연세대학교 입학홍보처 홈페이지

<출제 전>

가. 출제위원이 2015 개정 교육과정을 이해할 수 있도록 고등학교 교과서, 교육과정

* 별도로 전년도 선행학습 영향평가 분석결과의 시정명령에 대한 재발방지 대책의 일환으로
다음의 사항을 추가적으로 개선함

- 1) 보통교과 교육과정에서 다루지 않는 내용을 교육과정 책자에 별도로 표기하여 출제위원에게 자료 제공 (ex) ~는 다루지 않는다. ~용어는 도입하지 않는다.)
- 2) 전문교과(고급/심화) 교육과정 자료를 추가로 제공하여 보통교과 교육과정과 비교·검토
- 3) 과거 선행학습 위반사례 및 행정처분 등 유의사항을 안내하여 재발방지 강조



선행학습 위배사례 설명 및 재발방지 강조

가. 대학별고사 출제입실 전 사전 연수를 통해 출제과정에서 문항 검토 시 유의사항을 안내

- 1) 대학의 선행학습 위반 사례 및 행정처분 등을 설명하여 이러한 사례가 발생하지 않도록 요청
- 2) 출제과정에서 출제문제 및 교육과정 검토에 필요한 요청사항을 접수하기로 함

- 출제문제가 고교 교육과정의 수준을 위반할 경우 출제위원장의 주관 및 중재 하에 출제위원에게 해당 문항의 폐기 또는 수정을 요청하고 재출제를 진행할 수 있도록 권한을 부여함

<출제과정>

- 출제 시 원칙 : 고등학교 교육과정 내에서 출제를 원칙으로 함.
- 『공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법』 제10조에 따라 입학전형에서 교육과정의 범위와 수준에서 대학별고사를 출제해야 한다.
- 고등학교 교육을 정상적으로 이수한 수험생들이 충분히 이해할 수 있는 수준에서 문제를 출제해야 한다.

[예시] 연세대학교 수시모집요강 P.30 논술시험 안내

구 분	논술유형	미래인재	창의인재	의예과
출제유형 및 문제 수	출제유형 논리력, 창의력, 종합적 사고능력을 평가하기 위한 인문·사회 교과목 통합사고형 문제 수: 2문제 내외	출제유형 대학 학업 수행에 필요한 기본 학업역량 평가 출제범위 수학 I, 수학Ⅱ, 미적분, 확률과 통계 문제 수: 3문제	출제유형 대학 학업 수행에 필요한 기본 학업역량 평가 출제범위 수학 I, 수학Ⅱ, 미적분, 확률과 통계, 기하 문제 수: 2문제	출제유형 대학 학업 수행에 필요한 기본 학업역량 평가 출제범위 수학 I, 수학Ⅱ, 미적분, 확률과 통계, 기하 문제 수: 2문제
시험시간	오전 10:30~12:30, 오후 15:00~17:00 / 2시간			
답안지 형태	원고지	백지	백지	백지
답안지 글자 수	문제당 1,000자 내외 (글자 수에 대한 감점은 없음)	제한 없음	제한 없음	제한 없음

(중략) ※ 논술문제는 고교 교육과정의 범위와 수준을 준수하여 출제

1. 출제위원(교원)의 문제 출제

- 가. 출제위원은 출제문제를 고교 교육과정의 범위와 수준을 준수하여 출제하고, 출제위원장 및 점검위원(교사)와 출제문제의 교육과정 위배여부 및 난이도를 검토
- 나. 출제위원의 입실기간을 연장(1일차 17:00 입실→ 1일차 14:00 입실)

2. 점검위원(고등학교 현직 교사) 검토

- 가. 출제입실 점검위원(교사)은 전원(100%) 일반고등학교 소속의 교사로 위촉하고, 출제기간 동안 3회 이상 출제문제를 검토하고 수정·보완할 수 있도록 함
- 나. 고교 교육과정 위배요소 발생 시 점검교사는 출제위원장에게 내용을 전달하고, 출제위원장의 주관 하에 출제위원은 문제를 폐기 또는 수정 후 재출제할 수 있도록 함

다. 출제된 문제에 대하여 1) 출제개요와 문항은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는지, 2) 자료 및 출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한지, 3) 평가기준 및 예시답안이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는지 검토하고, 총평 및 제언을 통해 문제의 수준 및 난이도에 대한 의견서를 작성하여 제출하도록 함

3. 점검위원(학생) 검토

가. 학생 점검위원 사전연수

전년도 논술시험 성적에 근거하여 선발한 1학년 학생을 입실시켜 사전 연수를 통해 예비문제 응시 및 난이도 점검, 출제문제 의견서 작성 등의 역할을 부여

나. 학생 점검위원 난이도 점검 및 의견서 작성

출제위원들이 예비문제를 출제한 후 학생 점검위원은 주어진 시간 내에 과목별 예비 시험을 응시하고 의견서를 제출하였음. 개별면담을 통해 문제의 난이도를 점검하였고 교육 수요자(학생) 측면에서 문제의 난이도 확인

4. 출제입실 점검위원 구성

가. 구 성

1) 면접전형 : 현직 고등학교 교사 **3명**으로 구성

2) 논술전형

가) 교사위원 : 현직 고등학교 교사 **10명**으로 구성

나) 학생 점검위원 : 과목을 고려하여 총 **5명**으로 구성

나. 현 황

1) 면접전형 출제 입실교사 점검위원

연번	과목	검토계열	성명	고등학교	일반고 여부	고교 소재 지역
1	사회	인문사회	신OO	OO고등학교	○	강원
2	수학	수학	김OO	OO고등학교	○	강원
3	영어	국제	윤OO	OO고등학교	○	강원

2) 논술전형 출제 입실교사 점검위원

연번	과목	성명	고등학교	일반고 여부	고교 소재 지역
1	국어	강OO	OO고등학교	○	경기
2	사회	전OO	OO고등학교	○	경기
3	수학	어OO	OO고등학교	○	강원
4	수학	장OO	OO고등학교	○	경기
5	물리학	공OO	OO고등학교	○	경기
6	물리학	박OO	OO고등학교	○	강원
7	화학	추OO	OO고등학교	○	강원
8	화학	박OO	OO고등학교	○	경기
9	생명과학	권OO	OO고등학교	○	경기
10	생명과학	윤OO	OO고등학교	○	강원

3) 논술전형 학생 점검위원

연번	과목	학부(학과)	성명	비 고
1	국어/사회	자율융합계열	최OO	논술전형으로 입학한 학생 (1학년)
2	수학	자율융합계열	황OO	
3	수학/물리학	의예과	이OO	
4	수학/화학	의예과	김OO	
5	수학/생명과학	의예과	양OO	

5. 2022학년도 개선사항 요약

우리대학은 코로나19 상황에도 불구하고 2022학년도 선행학습 영향평가 결과 고등학교 교육과정 범위와 수준 내에서 대학별 고사 문제를 출제하기 위하여 다음과 같이 최선의 노력을 다하였다.

- 가. 고교 교육과정 내에서 대학별 고사 문제를 출제하기 위하여 사전 출제회의를 통해 교과서와 교육과정(보통교과/전문교과)을 미리 배부하여 2015 개정 교육과정의 이해도를 높였다. 보통교과 내 교육과정을 벗어난 내용은 책자에 **별도 표기**하여 자료를 제공하였다.
(ex) ~는 다루지 않는다, ~의 용어는 도입하지 않는다. 등의 내용)
- 나. 점검위원(현직 고교 교사)에 대하여 출제 입실 전 사전 워크숍을 실시하여 전년도 선행학습 위반사례 및 행정처분 등 유의사항을 안내하고, 재발방지를 요청하였다.
또한, 입실 교사의 재 출제 요청 권한과 역할에 대해 자세히 설명하였다.
- 다. 출제입실 점검(교사)위원과 선행학습 영향평가 점검(교사)위원 전원을 **일반고 교사로 위촉하였다(100%)**.
출제입실 교사의 1차 점검, 선행학습 영향평가 점검(교사)위원의 2차 점검, 대학 내부위원의 3차 점검을 통해 출제문제 범위와 수준이 고교 교육과정에 적합한지 중복 확인하여 자체 평가의 신뢰성을 높였다.
- 라. 우리대학 1학년 학생(논술 전형)을 통해 입학한 학생이 출제장소에 입실하여 예비 시험을 치르고 학생들의 피드백을 청취하여 문제의 난이도를 점검하는 등 교육수요자(학생)측면에서 문제를 점검·보완하였다.

6. 향후 개선할 점

- 가. 전년과 같이 코로나19 상황으로 인해 사전워크숍의 시간/횟수의 증가와 다양한 지역의 교사를 포함하여 위촉하기 어려운 점이 있었다. 점검위원(교사/학생)의 입실시간을 전년보다 앞당기려 했으나, 먼저 입실한 출제위원의 코로나19 검사 등 긴급 상황으로 인하여 안전을 위하여 사전에 정한 시간이 일부 늦춰진 점이 있었다. 코로나19와 같은 특수한 상황에서도 고교 교육과정의 이해 증진을 위한 대학의 노력과 준비가 필요하다.
- 나. 논술전형에서 학생(수요자)입장에서 보다 적합한 문제 출제범위(과목)와 난이도를 조정하여 고교 교육 정상화에 기여하고 이를 2024학년도 입학전형계획에 반영하기로 하였다.

■ 문항 분석 결과 요약

1. 문항 분석 결과 요약표

평가 대상	입학전형	계열	문항 번호	하위 문항 번호	교과별 교육과정 과목명	교육과정 준수여부	문항 붙임 번호
논술 등 필답고사	논술우수자 전형	미래인재 (인문/사회)	1	-	국어과, 도덕과	O	문항카드 1
			2	-	사회과	O	문항카드 2
		창의인재 (자연/공학)	1	1-1~3	수학과	O	문항카드 3
			2	2-1~2	수학과	O	문항카드 4
			3	3-1~3	수학과	O	문항카드 5
		창의인재 (의예과)	1	1-1~3	수학과	O	문항카드 6
			2	2-1~3	수학과	O	문항카드 7
			1,2(물리학)	1-1~2 2-1~2	과학과(물리학I,II)	O	문항카드 8
			1,2(화학)	1-1~3	과학과(화학I,II)	O	문항카드 9-1
				2-1~3	과학과(화학I,II)	O	문항카드 9-2
			1,2(생명과학)	1-1~3	과학과(생명과학I,II)	O	문항카드 10-1
				2	과학과(생명과학I,II)	O	문항카드 10-2
면접· 구술고사	학생부종합 (활동우수자) 동아시아국제학부 글로벌엘리트학부	국제 (영어제시문포함)	1 ¹⁾	1-1~2	사회과, 도덕과, 영어과	O	문항카드 11
			2	2-1~2	사회과, 도덕과, 영어과	O	문항카드 12
	학생부종합 (활동우수자) 디자인예술학부, 학생부종합 (SW창의인재)	인성가치관 (공통)	1 ¹⁾	1-1~2	사회과, 도덕과	O	문항카드 11
	학생부종합 (SW창의인재)	전공역량평가 (자연/공학)	2	2-1~2	수학과	O	문항카드 13

1) 동일한 문제(단, 국제계열은 영문, 그 외 전형은 국문으로 출제)

※ 학생부종합(활동우수자) 전형의 디자인예술학부의 문제2는 예술 교과(군)으로 영향평가에서 제외

대학별 고사의 선행학습 영향에 대한 분석

1. 논술시험

가. 미래인재 논술(인문·사회계열)

2022학년도 연세대학교 미래캠퍼스 인문·사회계열 논술전형에 출제된 문제는 두 문항이다. [문항1]은 세 편의 문학 및 철학 에세이를 읽고 이로부터 '앎', '인식', '지식'과 이에 대한 성찰적 지혜에 대하여 수험생의 읽기 및 사고능력을 묻는다.

[문항 2]는 통계 자료를 가지고 양적 연구방법을 적용하여 사회 현상을 분석하고 세상을 이해하는 능력을 평가하기 위해 출제되었다.

[문항1]의 제시문 (가), (나), (다)는 모두 고등학교 국어 및 독서 교과서 내용을 그대로 사용하거나 부분 재구성하였다. 또한 이들 제시문에서 추출해 낼 수 있는 '앎', '인식', '지식', '성찰' 등의 개념은 모두 국어과 및 사회과 교육과정에서 다루고 있는 주요 개념과도 연관되어 있어 고등학교 교과과정 성취기준에 잘 부합한다. [문항1]의 제시문 (가), (나), (다)는 에세이에 해당하는 것으로, 제시문 (가)는 플라톤의 '앎(인식)'에 관한 철학 에세이고, 제시문 (나)는 '고정관념'의 한계와 문제점을 지적하고, 사물과 인간을 열린 눈으로 보기를 제안하는 에세이다. 그리고 제시문 (다)는 글쓰기가 직접 경험한 일, 그리고 고사(故事)에서 성찰과 교훈을 이끌어 내는 에세이다. 논술문제를 통해 확인하고자 하는 바는, 제시문의 내용에 대한 학생의 정확한 독해력과, 각 제시문의 의미에 대한 종합적 추론 능력 등이다. 이것은, 고등학교 국어 교육과정이 목표로 하는 추론적 읽기, 비판적 읽기, 창의적 읽기 능력 및 쓰기 능력의 검증과 잘 부합하는 것이라 판단된다.

[문항 2]의 제시문 (가), (나), (다), (라), (마)는 모두 고등학교 경제 및 통합사회에 실린 글을 부분적으로 재구성하여 사용한 것이다. 논제는, 학생들이 주어진 계량적 자료(그래프)를 바탕으로 사회현상을 분석할 수 있는지, 그리고 이에 대한 개선의 방향을 모색할 수 있는지를 묻고 있다. 제시문은 모두 고등학교 경제 및 통합사회에 수록된 것이며, 논제가 요구하는 수험생의 능력도 정상적인 고등학교 경제 및 통합사회 과목을 이수한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 평이한 수준이라고 할 수 있다. 제시문 (가)의 <그림 1>과 <그림 2>는 각각 국가별 근로자의 1인당 연간 근로시간과 국민총생산, 그리고 국가별로 근로자 1인당 연간 근로시간과 생산성 간 상관관계를 보여준다. 제시문 (나)는 생산성의 개념에 대한 설명이며, 제시문 (다)는 경제 성장을 위한 주요 원동력이 생산 요소의 양적인 증가와 질적인 향상, 그리고 기술적 진보에 의한 생산성 향상이라는 정보를 제공한다. 제시문 (라)는 생활 수준을 측정하는 지표로서 국내총생산 지표의 한계를 설명한다. 제시문 (마)는 삶의 질을 평가하기 위한 대안 지표 중 하나인 더 나은 삶 지수에 대해 소개한다. 학생들은, 제시문을 통해 주어진 자료 및 설명을 바탕으로, 근로시간과 생산성의 상관관계를 분석하고(문제1), 한국인의 삶의 질을 향상시키기 위해 어떤 방안을 모색할 수 있는지에 대해 자신의 생각을 적도록 하고 있다(문제2). 이는 고등학교 경제

교과서 및 통합사회 교과서에서 주요하게 다루고 있는 주제이므로 고등학교 교육과정을 성실하게 이수한 학생이라면 누구나 무난하게 이해할 수 있는 수준이라고 볼 수 있다

이상에서 검토한 것처럼, 2022학년도 연세대학교 미래캠퍼스 인문·사회계열 논술전형에 출제된 문항들은 고등학교 교육과정의 범위 내에 있고 고등학생 교육과정의 수준에 적합하다는 점에서 어떤 선행학습 유발 요인도 포함하고 있지 않은 것으로 판단된다.

나. 창의인재 논술(자연·공학계열)

자연계열 논술문제를 검토한 결과 고교 교육과정의 범위와 수준 내에서 출제되었으며 선행학습 요소가 없는 것으로 판단된다. 자연계열 논술문제에 대한 구체적인 검토의 결과는 다음과 같다.

- 자연계열 문제는 크게 세 개의 문항으로 이루어져 있고, 각 문항은 2개 또는 3개의 소문항으로 구성되어 있다. 문제1은 확률의 성질에 기초하여 조건부확률을 구하고 확률현상에 대한 주장의 근거를 제시할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다. 문제2는 미분과 적분의 이론을 활용하여 접선의 방정식 및 도형의 넓이 문제를 해결하는 능력과 함수의 극한을 구하는 능력을 평가하는 문제이다. 문제3은 현실적인 상황을 등비급수 또는 정적분으로 표현하고 수열의 합과 부분적분의 결과를 유도하는 능력과 이계도함수를 이용하여 변곡점 문제를 해결하는 능력을 평가하고자 한다. 문제1, 문제2, 문제3 모두 고교 교육과정에서 다루는 범위와 수준을 넘지 않은 것으로 판단한다. 정상적인 교과과정을 이수한 학생이면 충분히 해결하였을 것으로 판단한다. 따라서 자연계열의 세 문제 모두 고등학교 교육과정의 범위를 벗어나지 않는 것으로 판단한다. 따라서 별도의 선행학습을 유발하는 요인은 없는 것으로 판단한다.

다. 창의인재 논술(의예과)

의예과 논술문제를 검토한 결과, 고교 교육과정의 범위와 수준 내에서 출제되었으며 선행학습 요소가 없는 것으로 판단한다. 의예과 논술문제에 대한 구체적인 검토의 결과는 다음과 같다.

- 의예과 문제는 크게 수학과 과학 각각 두 문항으로 이루어져 있고, 수학의 각 문항은 3개의 소문항으로 구성되어 있다. 그리고 과학영역의 물리는 문항마다 소문항이 2개, 화학은 각 문항에 소문항이 3개, 생명과학은 문항1은 소문항 3개, 문항2는 소문항 1개로 구성되어 있다.

- 수학의 문제1은 융합형 문제로 이항급수에 대한 이해도 및 등차수열과 적분에 대한 지식과 그 응용력을 측정하고자 하였다. 그리고 수학 문제2는 미분계수와 평균변화율의 관계에 대한 이해도 및 코사인함수의 그래프에 대한 지식과 그 응용력을 측정하고자 하였으며 확률밀도함수의 정의와 부분적분법을 활용 능력을 측정하는 문제이다. 수학문제는 두 문제 모두 고교 교육과정에서 다루는 범위 내에서 출제 되었고, 계산에 약간 난이도는 있으나 정상적인 교과과정을 착실히 이수한 학생이면 충분히 해결할 수 있는 문제라고 생각한다.

- 의예과 과학문제는 물리, 화학, 생명과학 중 한 과목을 선택해야 한다.

- 물리의 문제1은 뉴턴 운동 제2법칙을 이용하여 속도, 가속도, 구심력을 구하여 물체의 운동을 해석하고 역학적 에너지 보존 법칙, 운동량 보존 법칙을 이해하고 물체가 충돌 후 속도를 계산할 수 있는지 평가하는 문제이다. 그리고 문제 2는 기체 원자의 에너지 준위와 고체 원자의 에너지 준위 차이에 대해 이해하고, 에너지띠 이론으로 고체들의 전기 전도성 차이를 설명할 수 있는지 평가하는 문제이다.

- 화학의 문제1은 분자 간 상호 작용, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계, 이온화 에너지, 화학 전지의 작동 원리에 대한 이해도를 평가하는 문제이다. 그리고 문제2는 생체 내에서 일어나는 완충 작용, 여러 가지 반응을 화학식으로 나타내고 화학 반응에서의 양적 관계, 산화 환원 반응의 완결 및 용액의 농도 개념 등에 대한 이해도를 평가하는 문제이다.
- 생명과학의 문제1은 세포 분화 과정과 진핵세포에서 유전자 발현의 조절, 세포호흡 과정의 구성과 이 과정을 물질의 산화 환원 과정으로 설명할 수 있는지, 미토콘드리아의 기능을 이해하고 진핵세포의 진화 과정과 연관지어 산소와의 관계를 설명할 수 있는지를 평가하는 문항이다. 그리고 문제2는 생명 과학의 탐구 방법인 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법을 이해하고 연역적 탐구 방법에 맞춰 연구 과정을 적절하게 설명할 수 있는지를 평가하는 문항이다.
- 과학문제는 과학과목 I, II의 내용에 대한 제시문을 충실히 제공하여 어려움 없이 답안을 유추할 수 있게 하였다. 따라서 의예과 문제도 고등학교 교육과정 출제 범위를 벗어나지 않는 것으로 판단한다.
- 결론적으로 의예과 문제의 경우 일부 난이도가 높은 문제가 포함되어 있지만 고교 교육과정에서 다루는 범위와 수준을 넘지 않았으며, 고교 교육과정을 충실히 학습한 학생이라면 충분히 해결하리라 생각한다. 따라서 별도의 선행학습을 유발하는 요인이 없는 것으로 판단한다.

2. 면접시험

학생부종합 전형 면접 문항은 고등학교 교육과정의 범위와 성취 수준을 준수하는 것으로 판단되며 모두 선행학습 유발 요소를 포함하고 있지 않는 것으로 판단된다.

- 학생부 종합 전형 면접 : 수시모집 면접시험 학생부 전형의 인문·사회계열 지문은 사회과의 교육과정을 준수하고 있다. 지문으로 제시된 뉴스 기사는 코로나19와 관련된 백신접종 등에 대한 내용으로서, 고등학생이라면 충분히 이해할 수 있는 수준의 일상적 용어로 기술된 것이기 때문에 고교 교육과정을 이수한 학생이라면 제시문의 내용을 정확히 이해하고 주어진 문제를 해결하는 데 큰 어려움이 없을 것으로 보인다. 모든 문항이 전반적으로 평이한 지문을 통해 수험생의 이해력, 판단력, 가치관 등을 평가하고 있다는 점에서 특별한 선행학습 유발 요소는 없다고 판단한다.
- 자연계열의 소프트웨어, 디지털헬스케어학부의 수학문제는 방정식의 근을 구하는 과정을 반복되는 규칙성을 파악하여 관계식을 세우는 수식화(이해력)와 수열의 성질을 이용한 부등식을 해결하는 문제풀이능력을 평가하는 문제이다. 이 문제는 현행 고교 교육과정에서 다루는 범위와 수준을 넘지 않았으며, 고등학교 교육과정을 충실하게 학습한 학생이라면 충분히 해결하리라 생각하여, 면접의 경우에도 별도의 선행학습을 유발하는 요인이 없다고 판단한다.

■ 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력

2022학년도 입학전형에서 우리 대학은 출제위원을 대상으로 사전회의를 통하여 고등학교 문·이과 통합 교육과정, 곧 2015 개정교육과정의 고등학교 교육과정과 성취기준에 대하여 충분히 설명하였다. 이에 출제위원은 고등학교 교육과정과 성취기준을 토대로 고등학교 교과서 및 교육과정의 핵심역량과 성취기준 등을 충분히 준수하며 수험생의 학습능력을 유추나 추리 등과 같은 합리적 사고방식의 활용 정도에 따라 평가할 수 있기 위하여 최선의 노력을 다하였다.

학생부 종합 전형 중 면접문항 출제기간 및 논술전형 논술문항 출제기간 중 2015 개정교육과정의 고등학교 교과과정에 대한 충분한 숙지 과정을 재차 거쳤으며, 출제교수의 문항과 출제의도, 고교 교사로 구성된 점검교사들의 충분한 검토 결과 및 평가 등 제반 사항을 다면적이며 총괄적인 검토를 통하여 면접 및 논술 문제를 출제하였다. 또한 우리 대학 1학년 학생(논술전형을 통해 입학한 학생)이 출제 장소에 입실하여 예비 시험을 치르고 학생들의 피드백을 청취하여 문제의 난이도를 점검하는 등 교육수요자(학생)측면에서 문제를 점검·보완하였다.

면접 후 평가위원들의 의견과 논술 고사를 마친 이후 채점 기간 중 채점 위원들의 평가의견을 수렴하였으며, 이후 3차례에 걸친 출제문항과 문항카드 점검 및 검토, 그리고 선행학습 영향평가 회의를 통해 검토한 결과는 다음과 같다. 첫째, 2022학년도 인문·사회 및 자연·의예 논술 문제는 2015개정교육과정의 고교 교육과정 범위와 수준을 성실하게 잘 반영하였으며, 둘째, 과거의 논술시험에 대한 개정 및 권고 사항을 잘 숙지 반영하였으며, 셋째, 지난 수년간의 문항 분석 자료를 바탕으로 추가적인 개선 노력을 수행하였다고 평가할 수 있다. 이상의 검토를 종합하여 볼 때, 2022학년도 논술전형 논술 문제 출제는 2015 개정교육과정을 잘 반영하여 선행 학습 유발 요인을 포함하고 있지 않다고 사료된다.

특히 2021학년도 논술시험 중 과학(화학)에서 교육과정을 벗어난 것으로 지적된 내용을 2022학년도에는 재발하지 않기 위하여 다음과 같은 재발방지대책을 이행함으로써 논술문제가 교육과정을 준수할 수 있도록 노력하였다.

첫째, 출제 전에 출제위원 및 점검(교사)위원의 고등학교 교육과정의 이해를 위한 사전 워크숍을 실시하면서 다음의 사항을 이행하였다.

- 1) 교과서·교육과정·연수교육 자료 등 온·오프라인 자료 사전 배포
- 2) 전문교과(고급·심화) 교육과정 자료를 추가로 제공하여 보통교과 교육과정과 비교·검토
- 3) 과거 선행학습 영향평가 위반 사례 및 행정처분 등 유의사항을 안내하여 재발방지 강조

둘째, 출제위원의 입실기간을 연장하고 교육부 권고에 따라 현직 일반고등학교 교사로 출제 입실 점검교사를 위촉하였다. 그리고 점검교사들에게 출제문제에 대해 3회 이상 문제를 검토하고 교육과정 위반 요소 발생 시 출제위원장에게 요청하여 문제 폐기 및 재 출제 요구(권한)를 설명하였다.

다가오는 2023학년도 입학전형 면접 및 논술 문제 출제도 문·이과 통합 교육과정에 맞추어 문·이과를 통합해 선발하는 '자율융합계열'의 효율적인 선발을 위해 선행학습의 유발 요소를 배제시키는 한편, 문·이과 통합학습 내용을 융합한 문제를 출제함으로써 2015 개정교육과정의 기초과정부터 심화과정까지 학습한 내용을 심층적으로 평가하고 변별할 수 있도록 노력할 것

이다. 특히 아래와 같은 개선점을 반영하여 입시를 준비하는 수험생의 눈높이에서 변별력을 확인할 수 있는 문제를 출제하여 공교육 정상화에 최선의 노력을 기하고자 한다.

■ 개선을 위한 제언

2023학년도 학생부전형 면접문항과 논술전형 논술문항 출제가 선행학습 영향평가의 지침을 더 명확히 준수하고 공교육 활성화에 기여하기 위해서 다음과 같은 추가 노력을 검토해 볼 것을 권고한다.

첫째, 면접 및 논술 출제위원을 사전에 위촉하여 출제 전 충분한 교육과정 교육을 시킴으로써 2015 개정교육과정의 핵심역량과 성취기준에 대한 충분한 이해를 할 수 있도록 한다.

둘째, 2015 개정교육과정이 지향하고 있는 문·이과 통합교육의 취지에 맞도록 기존 과목별 문제 출제의 방식에서 2015 개정교육과정이 허락하는 범위 내에서 문·이과 교과를 통합시킨 융·복합 문제로 출제 유형을 변화시킨다. (단, 이 경우 수험생들이 문제 유형을 미리 파악할 수 있도록 입시설명회, 고교방문설명회 등을 통한 사전 홍보와 입학홍보처 홈페이지를 활용한 예상 문제 유형을 공지할 필요가 있다.)

셋째, 여름방학 등을 활용하여 면접과 논술 출제위원과 고등학교 각 교과 일선 교사들 간의 간담회를 마련하여 교육 현장에서 사용하는 용어와 개념 및 문제 풀이 역량의 수준 등을 출제위원들이 숙지할 수 있도록 한다.

[부록1]

미래캠퍼스 대학입학전형 선행학습 영향평가 규정

제정일: 2015. 02. 26.

개정일: 2020. 01 .06.

담당부서 : 입학홍보처 입학관리부(033-760-2823)

제1조(목적) 이 규정은 「공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법」(이하 “법”이라 한다)에 따른 대학입학전형 선행학습 영향평가 시행을 위해 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(적용 범위) 이 규정은 연세대학교 미래캠퍼스 입학전형에 한하여 적용한다.

제3조(정의) “대학입학전형 선행학습 영향평가”(이하 “영향평가”라 한다)란 신입생을 선발하는 과정에서 실시한 논술, 필답고사, 면접·구술시험 등이 고등학교 교육과정의 범위와 수준을 벗어나서 운영하는지 여부와 이로 인한 선행학습 유발 요인은 없는지 매년 평가하고, 그 결과를 다음 연도 대학입학전형에 반영토록 하는 일련의 평가활동을 말한다.

제4조(대학입학전형 선행학습 영향평가 위원회) ① 영향평가의 실시를 위하여 대학입학전형 선행학습 영향평가위원회(이하 “영향평가 위원회”라 한다)를 둔다.

② 영향평가 위원회는 다음 각 호와 같이 구성한다.

1. 당연직 위원 : 입학홍보처장(위원장), 입학관리부장
2. 임명직 위원 : 대학별 고사 출제 참여 교원 및 교육과정 혹은 교육평가 전공전임교원, 입학사정관, 대학별 고사 출제 참여 고교 교사 및 입학홍보처 고교 자문교사, 학부모 중 7명 이상
- ③ 임명직 위원은 입학홍보처장의 추천으로 미래캠퍼스부총장이 위촉하며 임기는 1년 이내로 하되, 연임할 수 있다.
- ④ 회의는 위원장이 소집하고 재적위원 과반수 출석과 출석위원 과반수 찬성으로 의결한다.
- ⑤ 위원회에는 간사 1인을 두되, 간사는 입학관리부장이 된다.

제5조(영향평가 위원회의 기능) 영향평가 위원회는 다음 각 호의 사항을 수행한다.

1. 영향평가 위원회는 영향평가를 위한 기본방향 수립, 영향평가 실시, 영향평가 결과보고서 검토 등
2. 영향평가 결과에 대하여 교육부장관이 법 제14조 제1항에 따른 시정·변경 명령 또는 법 제14조 제3항에 따른 조치를 취할 경우 이에 의한 이의제기 검토

제6조(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.

제7조(영향평가의 대상) ① 학부 신입생을 선발하는 모든 전형의 논술시험, 면접·구술시험, 실기고사를 영향평가의 대상으로 한다.
② 제1항의 대상에서 인문예술대학의 디자인예술학부(예체능)의 신입생 선발을 위한 실기고사와 학부 편입학 전형은 제외한다.

제8조(영향평가 실시) ① 영향평가 위원회는 수시모집 최종 합격자 발표 이후 영향평가 대상 전형과 고사를 확정하고 영향평가를 실시하여야 한다.
② 영향평가에는 다음 각 호의 내용이 포함되어야 한다.
1. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법
2. 고교 교육과정 내 출제를 위한 대학의 노력
3. 고교 교육과정 내 출제 여부 분석
4. 향후 대입전형 반영 계획 및 개선 노력
③ 평가위원별 평가 영역은 영향평가 위원회에서 별도로 정할 수 있다.

제9조(영향평가 결과의 공개 및 반영) 법 제10조 제2항에 따른 영향평가 결과 및 다음 연도 입학전형에의 반영 계획을 3월 31일까지 입학홍보처 홈페이지에 게재하여 공개한다.

제10조(사무관장) 영향평가 위원회의 사무는 입학홍보처에서 관장한다.

제11조(기타) 영향평가에 관하여 이 규정에서 정하지 아니한 사항은 영향평가 위원회의 의결을 거쳐 위원장이 정한다.

부 칙

- (1) (시행일) 이 규정은 2015년 2월 27일부터 시행한다.
- (2) (시행일) 캠퍼스 명칭·부총장 명칭 변경은 2020년 1월 7일부터 시행한다.

[부록2] 고교교사 의견 및 문항카드

2022학년도 논술우수자 전형

[문항카드 1]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	미래인재(인문사회계열) / 문제 1	
출제 범위	고등학교 과목명	고등학교 국어, 고등학교 독서, 고등학교 화법과 작문, 고등학교 윤리와 사상
	핵심개념 및 용어	앎, 인식, 고정관념, 반성, 부끄러움, 성찰
예상 소요 시간	60분	

2. 문항 및 자료

【문제 1】아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(50점)

(가)	철학자들 중에는 쓰기와 읽기에 대하여 상당히 부정적인 생각을 가진 사람들이 많다. 이들은 책을 멀리하고 책을 통해 얻은 지혜는 현실과는 거리가 먼 가짜라고 생각하였다. 책에 대한 이러한 태도의 근원에는 플라톤이 있다. 플라톤은 글쓰기에 대한 혐오감을 누구보다 분명하게 표현한 철학자였다. 플라톤이 글쓰기 또는 ‘쓰인 글’에 대해 부정적인 생각을 가지게 된 이유는 무엇일까? 플라톤은 문자가 언제나 그렇게 좋은 것만이 아님을 강조한다. 그는 살아 있는 가르침을 받고 그것을 암송하여 자기 것으로 내면화했을 때 참된 지혜에 이를 수 있다고 하였다. 그는 문자 때문에 기억은 점점 쓸모없는 것이 되고 망각과 상실이 늘어날 것을 염려한 것이다. 플라톤은 문자로 쓰인 텍스트는 ‘생생하고 혼이 깃든 말(진리)’의 복사에 지나지 않으며, 내면적 정신의 외화(外化)에 불과한 것으로 여겼다. 따라서 문자로 된 기억에는 정신의 특성인 내면성이 존재하지 않는다. ㉠<u>플라톤에게 있어 앎이란 단순한 모방이 아니라 앎의 주체와 앎의 대상이 완벽하게 하나가 되는 일, 즉, ‘자기 현존’에 이르는 것을 의미한다.</u> 그러므로 문자와 문자로 쓰인 텍스트에 의존하는 것은 기억을 통한 능동적인 자기 현존을 저해하고 상실하는 결과를 가져온다는 것이다.
(나)	재작년이던가, 여름날에 있었던 일이다. 그날도 여름 옷가지를 빨아 다리고 나서 노곤해진 몸으로 마루에 누워 쉬려던 참이었다. 팔베개를 하고 누워서 서까래 끝에 열린 하늘을 무심히 바라보고 있었다. 그러다가 모로 돌아누워 산봉우리에 눈을 주었다. 갑자기 산이 달라 보였다. 하, 이것 봐라 하고 나는 벌떡 일어나, 이번에는 가랑이 사이로 산을 내다보았다. 우리들이 어린 시절 동무들과 어울려 놀이를 하던 그런 모습으로. 그건 새로운 발견이었다. 하늘은 호수가 되고, 산은 호수에 잠긴 그림자가 되었다. 바로 보면 굴곡이 심한 산의 능선이 거꾸로 보니 훨씬 유장하게 보였다. 그리고 숲의 빛깔은 원색이 낱알이 분해되어 멀고 가까움이 선명하게 드러나 얼마나 아름다운지 몰랐다. 나는 하도 신기해서 일어서서 바로 보다가 다시 거꾸로 보기를 되풀이했었다. 이러한 동작을 누가 지켜보고 있었다면 필시 미친 중으로 여겼을 것이다. 그러나 여기에서 나는 새로운 사실을 캐낼 수 있었다.

	우리가 일상적으로 사람을 대하거나 사물을 보고 인식하는 것은 틀에 박힌 고정관념에 지나지 않는다. 그렇기 때문에 이미 알아 버린 대상에서는 새로운 모습을 찾아내기 어렵다. 아무개 하면, 자신의 인식 속에 들어와 이미 굳어 버린 그렇고 그런 존재로밖에 볼 수가 없는 것이다. 이건 얼마나 그릇된 오해인가. 사람이나 사물은 끝없이 형성되고 변모하는 것인데. 그러나 보는 각도를 달리함으로써 그 사람이나 사물이 지닌 새로운 면을, 아름다운 비밀을 찾아낼 수 있다. 우리들이 시들하게 생각하는 그저 그렇고 그런 사이라 할지라도 선입견에서 벗어나 맑고 따뜻한 ‘열린 눈’으로 바라본다면 시들한 관계의 뜰에 생기가 돌 것이다. ㉠내 눈이 열리면 그 눈으로 보는 세상도 열리는 법이다. 그 어떤 고정관념에도 사로잡히지 말고 허심탄회한 빈 마음으로 보라.
(다)	노인 목수 한 분이 있었습니다. 언젠가 그 노인이 내게 무얼 설명하면서 땅바닥에 집을 그렸습니다. 그 그림에서 내가 받은 충격은 잊을 수 없습니다. 집을 그리는 순서가 판이하였기 때문입니다. 지붕부터 그리는 우리의 순서와는 거꾸로였습니다. 먼저 주춧돌을 그린 다음 기둥, 도리, 들보, 서까래, 지붕의 순서로 그렸습니다. 그가 집을 그리는 순서는 집을 짓는 순서였습니다. 일하는 사람의 그림이었습니다. 세상에 지붕부터 지을 수 있는 집은 없습니다. 그림에도 불구하고 지붕부터 그려온 나의 무심함이 부끄러웠습니다. 나의 서가(書架)가 한꺼번에 무너지는 낭패감이었습니다. 나는 지금도 책을 읽다가 ‘건축’이라는 단어를 만나면 한동안 그 노인의 얼굴을 상기합니다. 차치리(且置履)라는 사람이 어느 날 장에 신발을 사러 가기 위하여 발의 크기를 본으로 떼었습니다. 이를테면 종이 위에 발을 올려놓고 발의 윤곽을 그렸습니다. 한자로 그것을 ‘탁(度)’이라 합니다. 그러나 막상 그가 장에 갈 때는 깜박 잊고 탁을 집에 두고 갔습니다. 신발 가게 앞에 와서야 탁을 집에다 두고 온 것을 깨닫고는 탁을 가지러 집으로 되돌아갔습니다. 제법 먼 길을 되돌아가서 탁을 가지고 다시 장에 도착하였을 때는 이미 장이 파하고 난 뒤였습니다. 그 사연을 듣고는 사람들이 말했습니다. “탁을 가지러 집까지 갈 필요가 어디 있소. 당신의 발로 신어 보면 될 일이 아니오.” 차치리가 대답했습니다. “아무려면 발이 탁만큼 정확하겠습니까?” 주춧돌부터 집을 그리던 그 노인이 발로 신어 보고 신발을 사는 사람이라면, 나는 탁을 가지러 집으로 가는 사람이었습니다. ‘탁(度)’과 ‘족(足)’이 뒤바뀌어 있는 우리의 사고를 다시 한번 반성케 하는 교훈이라고 생각합니다.

<문제> 제시문 (가), (나), (다)는 모두 인간의 ‘삶’에 대해 서술하고 있다. 제시문 (가)의 ㉠에 나오는 ‘자기 현존에 이르는 삶’이 무엇인지를 제시문 (다)의 내용을 통해 설명하고, 제시문 (나)의 ㉠에 나오는 ‘고정관념을 벗어난 열린 눈’을 어떻게 하면 지닐 수 있는지를 제시문 (다)의 내용을 통해 설명해 보시오. (1000자 내외)

3. 출제 의도

(1) 인문계열 <문제1>은 고등학교 <국어>의 ‘문학의 갈래: 교술’, ‘정서를 표현하는 글쓰기’, 고등학교 <화법과 작문>의 ‘성찰과 정서 표현을 위한 글’, 고등학교 <독서> ‘추론적 읽기’, ‘비판적 읽기’, ‘인문예술분야의 글 읽기’, 고등학교 <윤리와 사상>의 ‘서양윤리사상: 덕있는 삶과 행복’ 등의 내용을 바탕으로 적절히 변용하였다.

(2) 고등학교 교육과정에 제시되어 있는 ‘올바르게 읽고 쓰기’와 ‘윤리와 사상’ 등을 바탕으로, 학생이 문제가 요구하는 내용을 논술할 수 있는 능력이 있는가를 확인하기 위해 출제되었다. 출제자가 의도한 검증 사항은 아래와 같다.

- 1) 제시문의 내용을 정확히, 그리고 추론적, 비판적으로 읽을 수 있는가?
- 2) 제시문 (가)는 플라톤의 '앎(인식)'에 관한 철학 에세이다. 학생이 제시문을 정확하게 이해하는 독해력이 있는가? 제시문(가)의 핵심 내용을 제시문(다)의 내용에 적절히 적용하여 서술할 수 있는가?
(추론적 읽기, 비판적 읽기, 창의적 읽기 능력 및 쓰기 능력)
- 3) 제시문 (나)는 '고정관념'의 한계와 문제점을 지적하고, 사물과 인간을 열린 눈으로 보기를 제안하는 에세이로서, 학생이 이 글을 정확히 읽고 그 주제와 의미를 추론할 수 있는가? 아울러, 제시문 (나)의 핵심 내용을 제시문(다)의 내용에 적절히 적용하여 서술할 수 있는가?(추론적 읽기, 비판적 읽기, 창의적 읽기 능력 및 쓰기 능력)
- 4) 제시문 (다)는 글쓴이가 직접 경험한 일, 그리고 고사(故事)에서 성찰과 교훈을 이끌어 내는 에세이다. 학생이 이 글에서 글쓴이가 전달하고자 하는 교훈의 핵심을 정확히 읽어 낼 수 있는가?(사실적 읽기, 추론적 읽기, 비판적 읽기, 창의적 읽기) 그리고, 문제의 요구에 따라, 제시문 (가)와 제시문 (나)의 핵심내용을 적절히 적용하여 해석할 수 있는가? (성찰과 정서를 위한 글쓰기)
- 5) 논술 과정에서, 제시문에 나와 있는 개념 및 어휘, 그리고 고교 교육과정을 통해 배운 개념 및 어휘들 - 앎, 인식, 고정관념, 반성, 부끄러움, 성찰 등 -을 적절히 사용하면서 논리를 전개하고 있는가?

4. 출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호[별책5] "국어과 교육과정" 교육부 고시 제2015-74호[별책6] "도덕과 교육과정"		
관련 성취기준	과목명: 국어		관련
	성취 기준1	[10국02-01] 읽기는 읽기를 통해 서로 영향을 주고받으며 소통하는 사회적 상호 작용임을 이해하고 글을 읽는다.	제시문 (가),(나),(다)
	성취 기준 2	[10국02-03] 삶의 문제에 대한 해결 방안이나 필자의 생각에 대한 대안을 찾으려 읽는다.	제시문 (가),(나),(다)
	성취 기준 3	[10국03-01] 쓰기는 의미를 구성하여 소통하는 사회적 상호 작용임을 이해하고 글을 쓴다.	문제1
	성취 기준 4	[10국04-04] 한글 맞춤법의 기본 원리와 내용을 이해한다.	문제1

	과목명: 독서		관련
	성취 기준 1	[12독서02-02] 글에 드러나지 않은 정보를 예측하여 필자의 의도나 글의 목적, 숨겨진 주제, 생략된 내용을 추론하며 읽는다.	제시문 (가),(나),(다)
	성취 기준 2	[12독서03-01] 인문·예술 분야의 글을 읽으며 제재에 담긴 인문학적 세계관, 예술과 삶의 문제를 대하는 인간의 태도, 인간에 대한 성찰 등을 비판적으로 이해한다.	제시문 (가),(나),(다)
	과목명: 문학		관련
	성취 기준 1	[12문학02-02] 작품을 작가, 사회·문화적 배경, 상호 텍스트성 등 다양한 맥락에서 이해하고 감상한다.	제시문 (나), (다)
	성취 기준 2	[12문학02-04] 작품을 공감적, 비판적, 창의적으로 수용하고 그 결과를 바탕으로 상호 소통한다.	제시문 (나), (다)
	과목명: 화법과 작문		관련
	성취 기준 1	[12화작03-01] 가치 있는 정보를 선별하고 조직하여 정보를 전달하는 글을 쓴다.	문제 1
	2. 도덕과 교육과정		
	과목명: 윤리와 사상		관련
	성취 기준 1	[12윤사03-02] 영혼의 정의를 강조하는 플라톤의 윤리사상과 이론 및 실천에서 탁월성을 강조하는 아리스토텔레스의 윤리사상을 비교하여 덕과 행복의 관계를 설명할 수 있다.	제시문 (가), 문제1

2. 자료 출처

가. 교과서 내 자료만 활용한 경우

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
고등학교 국어	최원식,안세봉 박종호,오세호 고화정,이삼남 곽기영,이종호 구자황,임요한 박수연,정수임 박종오,정지영 송영민,최윤영 송찬욱,최형용 심인영	창비	2020 (3쇄)	107		
고등학교 화법과 작문	이삼형,김창원 권순각,안 혁 하동원,박찬용	지학사	2019	216~217		재구성

고등학교 윤리와 사상	류지한,이창희, 한재훈,김동창, 이지명,임정환, 박준식,배병대, 박기승	비상교 육	2020 (2쇄)	103~ 105	플라톤	
-------------	---	----------	--------------	-------------	-----	--

나. 교과서 외 자료 등을 활용한 경우

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자 (저자)	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
수능국어 비문학독본(인문100선)	차마고도(편 자: 박동선)	자우공부	2020(7쇄)	54	플라톤	재구성

5. 문항 해설

- 제시문 (가)는 수능 언어영역 참고서에 나오는 내용으로, 플라톤이 문자와 책(텍스트)을 부정하는 이유를 설명하면서, 그가 생각한 '자기 현존에 이르는 앎'이 무엇인지를 정리하고 있는 글이다.
- 제시문 (나)는 고등학교 <화법과 작문> 교과서에 나오는 내용으로, 법정 스님이 어느 날 우연히 사찰 주변의 산과 호수, 하늘을 다른 각도와 시선에서 보면서 느끼게 된 '고정관념'의 한계와 문제점, 그리고 '열린 눈'으로 대상(사물과 인간)을 보는 일의 중요성을 일깨우는 글이다.
- 제시문 (다)는 고등학교 <국어> 교과서에 나오는 신영복의 에세이로, 목수가 집을 그리는 과정을 보고 충격과 부끄러움을 느낀 자신의 경험을 소개한 글이다. 아울러 '차치리'의 고사를 인용하면서, '족(足)'을 통해 연상되는 현실과 '탁(度)'으로 연상되는 현실의 모방이자 반영으로서의 '문자' '책' 등을 대비시키면서, 서책으로부터 얻은 '앎'에 사로잡혔던 자신을 성찰하고, 현실(혹은 노동)을 통해 얻는 '앎'의 가치를 성찰해야 한다는 내용이다.
- 주어진 문제는, 제시문 (다)를 학생이 적절히 해석할 수 있는 능력이 있는가, 그리고 그것을 자신의 언어 능력으로 쓸 수 있는가를 확인하고자 한다. 또한, 제시문 (다)를 해석하기 위한 디딤돌로 제시문 (가)와 (나)를 적절히 활용할 수 있는가?(달리 말하면, 제시문 (가)와 (나)를 제대로 독해하고 있는가?)를 확인하고자 한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
	*배점 기준 : 어문규범 10점+내용 40점=50점 - 어문규범 : 맞춤법, 띄어쓰기, 부호, 문장의 호응관계 등 - 내용 : 문항의 요구사항 충족 여부, 논리 전개 등(아래 사항 참조) 1) 제시문 (가)에서, 플라톤이 생각하는 '참된 앎=자기 현존에 이르는 앎'이 무엇인가를 정확히 읽고, 이것을 제시문 (다)의 해석에 적용해 해석할 수 있는가?	

2) 제시문 (나)에서, 글쓴이가 왜 '고정관념'을 넘어서서 '열린 눈'을 가져야 함을 주장하는지를 정확히 추론하고, 이것을 제시문 (다)에 적용해 해석할 수 있는가?

3) 제시문 (다)에서 두 가지 핵심적 교훈, 즉 첫째, '앎=인식'에 있어서의 '목수'와 '나'의 차이를 통해, '참된 앎'이 무엇인지를 깨닫는 것, 그리고 둘째, 책(또는 문자)을 통한 '앎'에 갇혀 있던(고정관념) 자신에 대한 부끄러움과 반성, 즉 '고정관념'을 깨트리기 위한 '성찰'의 태도를 읽어 낼 수 있는가?

4) 출제자는 제시문 (다)에서 '지붕부터 그려 온 나의 무심함이 부끄러웠습니다'라든가, '나의 서가(書架)가 한꺼번에 무너지는 낭패감이었습니다', 그리고 '탁(度)과 족(足)이 뒤바뀌어 있는 우리의 사고를 다시 한번 반성케 하는' 등의 구절을 유념해서 읽고, 제시문 (가)와 (나)의 내용과 연결할 수 있는 독해 능력을 측정하고자 했다. '서가'가 무너지는다는 표현은, 글쓴이가 지식인이라는 증거이고, 주로 책(문자)을 통해 세계에 대한 인식을 한다는 뜻이다. 그러한 인식의 방법과 태도가, 몸과 '일(노동)'을 통해 세계를 인식하는 목수를 만남으로써, 큰 반성의 계기를 만나게 되는 이야기다(☞ 제시문 (가)의 플라톤의 '참된 앎'과 연결).

이 '반성(성찰)'을 제시문 (나)에서 읽어 내기를 원하는 것이 출제자의 두 번째 의도였다. 제시문 (나)는, 산과 하늘을 여러 각도에서 다양하게 봄으로써 '풍경'에 대한 반성'이 일어난 이야기이다. '고정관념'을 깨트리려면 사람과 사물을 '보는 관점'을 성찰해야 한다는 제시문 (나)의 내용은, 제시문 (다)의 '반성'이나 '부끄러움'과 연결된다. 따라서, 제시문 (다)에는, '앎'의 태도와 방법에 관한 이야기인 동시에, '반성'과 '성찰'에 관한 이야기가 함께 들어 있다고 할 수 있다. 이 두 가지 함의(含意)를 제시문 (가)와 제시문 (나)의 내용과 연결지어 독해하고, 자신의 언어로 글을 쓸 수 있는가를 평가하려는 것이 출제자의 의도이다.

5) 논술문 작성 과정에 어문 규범을 준수하고, 적절한 어휘와 개념을 동원할 수 있는가? 문장표현의 능력 및 논술문 작성의 형식적 규범을 잘 지키면서 작성하고 있는가?

1) 최상(最上)

① 제시문 (가)를 통해, 문자와 책(텍스트)을 통한 '앎'이 '현실'의 모방이나 반영에 불과한 것임을 추출하고, 이를 제시문 (다)의 해석에 충실히 적용했을 때 ('앎'이라는 어휘 대신 '인식'이나 '진리' 등등을 적절히 활용해도 좋음)

② 제시문 (나)를 통해, '고정관념'을 왜 극복해야 하는가를 적절히 추출하고, 이를 제시문 (다)의 해석에 충실히 적용했을 때

③ 제시문 (다)의 이야기에서 두 가지 일화를 통해 '참된 앎=자기 현존에 이르는 앎'이 무엇인지를 이끌어 내고, 그와 동시에 문자나 책을 통해 익힌 '앎'이 일종의 '고정관념'임을 부끄러워하고 반성하는 성찰적 태도를 이끌어 냈을 때

④ 제시문 (가)에 나와 있지는 않지만, 고등학교 교과과정의 '플라톤' 부분에 나오는 '이데아론'이나 '동굴의 비유' 등을 적절히 활용하여 ①, ②, ③을 해결했을 때

⑤위의 ①~④의 내용을 서술하는 과정에서, 적절한 어휘와 개념, 명료하고 논리적인 문장, 그리고 어문규범을 정확히 지킨 답안.

2) 상(上)

위의 ①~⑤중 ④,⑤을 제외한 ①~③의 내용이 충실하게 작성되었을 때

3) 중상(中上)

- ①~④의 내용이 서술되고는 있으나 그 내용이 미흡하거나 논리적으로 설득력을 얻지 못할 때

- '자기 현존에 이르는 앎'을 제시문 (가)에 나오는 문장이나 어휘를 단순히 그대로 옮겨 쓰고, 제시문 (다)를 충분히 활용하지 못하였을 때

- '고정 관념'의 문제점 혹은 극복방안을 제시문 (나)에 나오는 문장이나 어휘를 단순히 그대로 옮겨 쓰고, 제시문 (다)를 충분히 활용하지 못하였을 때

4) 중하(中下)

①~④의 내용 중 답안에 전혀 쓰지 못한 부분이 있거나 썼더라도 엉뚱한 내용으로 작성했을 때

5) 하(下)

①~⑤중 어느 항목도 제대로 해결하지 못하였거나, 작성한 논술문의 분량이 너무 적어 채점의 근거로 보기 어려울 때

7. 예시 답안

제시문 (가), (나), (다)는 모두, 앎의 주체와 대상의 관계를 통해, 그리고 앎의 태도와 방법에 있어서 '참된 앎'이 무엇인지를 일깨워 준다.

제시문 (가)에서, 플라톤은 문자와 책(텍스트)이 '생생하고 혼이 깃든 말'의 복사에 지나지 않으며, 내면적인 정신의 외화에 불과한 것이어서 자기 현존을 저해한다고 비판한다. 이것은 제시문 (다)에서, '나'의 '집'에 관한 인식(앎)이, 목수가 그린 '집' 그림 앞에서 무너지는 것과 비교해 볼 수 있다. '나'의 집이 책(문자)을 통해 만들어진 관념에 불과한 것이었다면, 목수는 일하는 사람으로서 관념이 아닌 생생한 현실(노동)을 통해 '집'을 인식하고 있었던 것이다. 두 번째 일화의 '차치리'도, 현실(발)의 반영이자 모방인 '탁'을 오히려 더 정확하다고 신뢰하는 어리석음을 저지른다. 요컨대, '자기 현존적 앎'이란, 현실의 모방이나 반영인 문자(책)를 통해 얻은 '앎'에 얽매이지 않고, 살아있는 현실에서 대상을 인식함으로써, 주체가 대상의 실체에 다가가 마침내 하나가 되는 앎이라고 할 수 있다.

제시문 (나)에서, 글쓰이는 우리가 고정관념에서 벗어나 대상을 새로운 시각이나 관점으로 볼 것을 제안한다. 왜냐하면, 사람이나 사물은 다양한 속성을 지니고 있고, 또 끝없이 새롭게 형성되고 변모하는데, 고정관념은 대상의 변화나 다양성을 보지 못하게 방해하고, 기존에 알고 있던 익숙한 면만을 보게 하기

때문이다. 제시문 (다)의 '나'는, 자신의 '발'(현실)보다도 '탁'(문자와 책)에 더 의존했던 차치리처럼, '고정관념'에 사로잡혀 있었다. 그러나 목수가 그린 집을 보면서, 자신의 고정관념이 얼마나 어리석은 것인지를 깨닫게 되고, 동시에 부끄러움을 느꼈다. 이러한 성찰은 고정관념에서 벗어나는 계기로서 매우 중요하다. 제시문 (다)에서 '나'는 계속 책을 읽고 있지만, 목수노인을 상기하면서 관념에 갇히는 어리석음을 저지르지 않기 위해 노력한다. 이러한 성찰이 거듭되는 것, 그것이 고정관념을 벗어나 열린 눈을 지니는 과정이라고 할 수 있다.

■ 논술우수자 전형(미래인재) 출제 문제1에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사/국어과)

‘국어’에서 추구하는 비판적·창의적 사고 역량, 자료·정보 활용 역량, 자기 성찰·계발 역량을 두루 확인할 수 있는 문항으로 판단된다.

제시문 (가)는 고등학교 윤리와 사상 교과서에 실린 플라톤 관련 내용을 활용하고 있고, 제시문 (나)와 (다)는 각각 고등학교 화법과 작문, 국어 교과서에 실린 글을 활용하여 고등학교 교육과정을 성실히 이수한 학생이라면 누구나 이해할 수 있는 내용이다.

논제는 제시문 (다)를 활용하여 제시문 (가)에서 말하는 ‘자기 현존에 이르는 앎’에 대해 설명하라는 것과, 제시문 (나)의 ‘고정관념을 벗어난 열린 눈’을 지니기 위해선 어떻게 해야 하는지를 제시문 (다)를 통해 설명하라는 것으로 나눌 수 있다. 전자를 1-1, 후자를 1-2라 할 때 1-1과 1-2 모두 제시문 (다)를 바탕으로 논술하는 문제임. 제시문 (다)는 신영복의 에세이로 목수가 집을 그리는 과정을 보고 깨달음을 얻은 경험과, ‘차치리’의 고사를 인용하여 고정관념에 대해 성찰하는 내용임. 학생들도 충분히 제시문 분석을 통해 (다)에서 책(문자)을 통해 얻는 ‘앎’과 경험(현실)을 통해 얻는 ‘앎’의 차이를 유추해내고, ‘열린 눈’을 지니기 위해선 자기성찰을 통해 고정관념에서 벗어나야 함을 추출해 낼 수 있을 것으로 사료된다. 또한 학생들 중 제시문 (다)의 ‘서가(書架)’의 상징적 의미를 파악하여 답안 작성에 활용하였는가와, ‘탁(度)’과 ‘족(足)’의 의미를 제시문 (가)와 연결지어 설명하였는가 등을 통해 변별력도 확보할 수 있을 것으로 보인다.

제시문의 내용과 논제가 요구하는 것 모두 교육과정 범위 안에 들어와 있으며, 학생들이 제시문을 분석하고 논술하는 과정에서 진정한 ‘앎’에 대해 성찰하는 계기를 제공하는 것 또한 의미있다고 생각한다. 비판적·창의적 사고 역량, 자료·정보 활용 역량, 자기 성찰·계발 역량을 두루 측정할 수 있으며, 변별력과 난이도 면에서도 적합한 문항으로 판단된다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사/사회과)

제시문 (가)는 플라톤은 국어과 교과서에 실린 문장은 아니지만 출제된 문제의 의도를 가장 잘 살린 제시문으로 판단한다. 사회과의 ‘윤리와 사상’에서 플라톤을 배우기 때문에 문제에 접근하는데 도움이 되었을 것이며 특히 문장 자체가 쉽게 읽혀 오히려 (나)와 (다)보다 출제의도를 명확하게 드러내고 있다고 생각한다.

제시문 (나)와 (다)도 고등학교 국어과의 ‘국어’, ‘화법과 작문’, ‘독서’ 등에서 주요하게 다루고 있는 성취기준에 기반한 것으로 난이도가 무난한 편이라고 볼 수 있다. 특히 고정관념에서 벗어나는 것이 새로운 앎에 이르게 한다는 측면에서 제시문 (가)와도 잘 연결된다고 판단한다. 처음에 글을 읽을 때 (가)와 (나), (다)와의 연결이 쉽지는 않았다. 하지만 제시문의 내용을 정확히 추론하는 학생이라면 연결점을 찾아낼 것이라고 판단한다. 책(문자)을 통해 얻는 ‘앎’과 경험(현실)을 통해 얻는 ‘앎’의 차이를 유추해내고, ‘열린 눈’을 지니기 위해선 자기성찰을 통해 고정관념에서 벗어나야 함을 추출해 낼 수 있어야 하는데 특히 교과서에 실려 있는 문장이기 때문에 교육과정을 충실히 이행한 학생이라면 (가)지문에서 요구하는 내용과 잘 연결시켜 문제를 풀 수 있을 것이라고 판단한다.

3. 선행학습 점검 고교교사 의견(C교사/국어과)

가. 논제

‘제시문 (가)’의 ㉠에 나오는 ‘자기 현존에 이르는 삶’이 무엇인지를 제시문 (다)의 내용을 통해 설명하고, 제시문 (나)의 ㉡에 나오는 ‘고정관념을 벗어난 열린 눈’을 어떻게 하면 지닐 수 있는지를 제시문 (다)의 내용을 통해 설명하라는 논제는 독해에 기반한 설명을 요구하고 있다. 고등학교 국어 교육과정에 따르면 다양한 분야의 글쓰기를 유도하고 있다. 특히 [12화작03-01]에 따르면 수집한 정보의 가치를 판단하여 선별 조직하는 성취기준이 있다. (다)의 정보를 판단하고 선별하여 각각 (가)와 (나)에 대해 설명해야하는 논제의 구성은 교육과정을 성실하게 준수하고 있다.

나. 제시문

제시문 (가)는 수능특강에서 발췌한 자료이다. 수능특강은 수험생이 일반적으로 가장 많이 보는 책이며 수능에 연계되어 있으므로 교육과정을 충실히 반영하고 있는 자료이다. 제시문에 특별히 어려운 단어가 있지 않고 문장도 명료하게 해석할 수 있게 구성되어 있기 때문에 고등학교 교육과정을 이수한 학생들이라면 충분히 해석할 수 있는 수준이다. 철학 지문을 학생들이 대체로 어려워할 수 있으나 논제에서 이야기하는 ‘현존하는 삶’에 대해 ‘모방이 아니라 삶의 대상이 완벽하게 하나가 되는 것’이라고 명시해 두었기 때문에 논제에 접근하는 것이 어렵지 않았을 것이다.

제시문 (나)는 고등학교 화작의 내용을 재구성한 것으로 고정관념의 한계와 문제점을 지적하고 있는 글이다. 교과서를 재구성하였기 때문에 교육과정을 충분히 준수하고 있는 자료이다. 수필의 범주에 속하며 어렵지 않은 단어와 간결한 문장으로 자신의 경험을 드러내고 있다. 자신의 경험을 통해 고정관념이 지니고 있는 문제와 그것에서 벗어나야 함을 강조하고 있다. 마지막 문장에서 주제 의식을 분명하게 드러내고 있기 때문에 수험생은 쉽게 이해할 수 있었을 것이다.

제시문 (다)는 고등학교 국어 교과서에 있는 자료이다. 고1 교과서에 있는 글이므로 일반적인 고교 교육과정을 이수했다면 핵심을 쉽게 찾아 낼 수 있었을 것이다. 내용이 어렵지 않고 집이나 신발과 같은 친숙한 소재를 통해 주제 의식을 드러내고 있기 때문에 수험생은 어렵지 않게 내용을 파악할 수 있었을 것이다.

다. 채점기준

(가)의 ‘참된 삶’에 (다)의 자신에 대한 성찰과 노동을 통해 세계를 인식하는 목수를 만남으로써 깨달음을 얻는 것을 연결하여 작성하는 방향을 제시하고 있다. 이는 논리적으로 연결이 잘 되고 있으며 다른 해석의 여지가 크지 않다는 점에서 정확한 채점 기준이 되었다.

(나)의 사람과 사물을 보는 관점을 성찰해야 한다는 점과 (다)의 반성과 성찰이 연결되므로 이를 채점 기준으로 설정한 점은 적절하다.

그밖에 어문 규범 준수와 문장표현 등을 부가적인 채점기준으로 설정한 것은 교육과정에서 올바른 글쓰기를 제시하고 있으므로 교육과정에 부합한다.

어문 규정에 대한 배점이 크지 않고 내용에 대한 배점이 크기 때문에 문장력 평가가 아니라 사고력 평가에 해당한다.

라. 예시답안

예시답안은 1000자 정도로 작성되었으며 채점기준표에서 요구하고 있는 내용을 충분히 담아내고 있다. 제시문을 그대로 옮기지 않았으며 각각의 자료가 어떻게 연결되는지 완결된 한편의 글로서 제시하고 있어 수험생이 충분히 납득할 수 있게 작성되었다.

4. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(D교사/도덕과)

지문은 총 세 가지로 플라톤의 사례를 통한 '앎의 의미' (가), 선입견에서 벗어난 관점으로 사물을 보았을 때의 새로운 면 (나), 주객이 전도된 상황에서의 진정한 '앎'의 의미 (다)를 제시하였다.

각각 국어 (가), 화법과 작문의 지문 (나), 국어의 (다) 지문을 제시한 것이기 때문에 지문의 수준과 난이도는 적절하였다고 판단한다.

질문은 각각의 사례를 통해 인간의 '앎'이 어떤 의미를 가지는 것인지에 대해서 이해한 후 이를 바탕으로 고정관념 및 선입견을 벗어나서 새롭게 생각할 수 있는 방법을 묻는 질문이다. 개인의 성향에 따라서 학생들의 결과가 달라질 수는 있겠지만 국어, 독서, 문학, 화법과 작문, 윤리와 사상을 아우르는 내용에 해당하며 교육과정을 충실히 이행한 학생이라면 시간 내에 충분히 답을 낼 수 있는 수준의 난이도로 구성되어 있다고 판단한다.

[문항카드 2]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

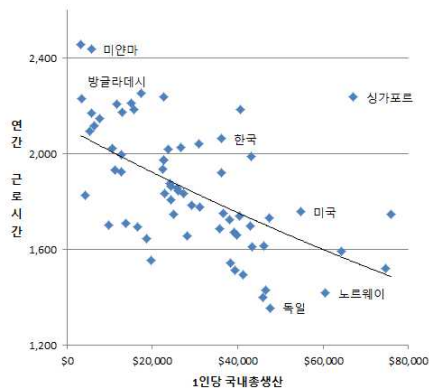
1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	미래인재(인문사회계열) / 문제 2	
출제 범위	고등학교 과목명	고등학교 사회,문화, 고등학교 경제, 고등학교 통합사회
	핵심개념 및 용어	양적연구, 행복의 조건, 경제성장
예상 소요 시간	50분	

2. 문항 및 자료

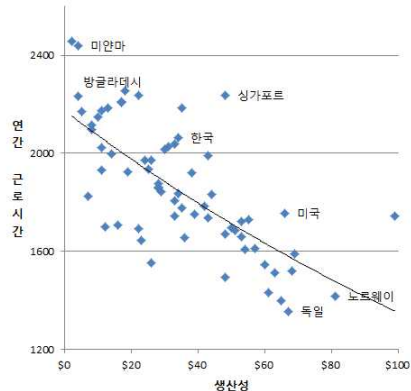
[문제 2]아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(50점)

(가) 아래의 <그림 1>은 국가별로 근로자 한 명이 일 년에 평균적으로 몇 시간 일하는지를 측정한 연간 근로시간과 각 나라 국민의 생활수준을 가늠해볼 수 있는 1인당 국내총생산의 관계를 보여준다. <그림 2>는 국가별 근로자의 연간 근로시간과 생산성의 관계를 보여준다. 여기서 생산성은 근로자가 1시간 동안 일해서 생산한 재화를 시장가격으로 표시한 값이다. 아래 자료들은 모두 2017년의 자료이다.



자료: 펜 월드 테이블 (<http://ourworldindata.org>)

<그림 1>



자료: 펜 월드 테이블 (<http://ourworldindata.org>)

<그림 2>

(나) 생산성이란 생산 과정에서 투입된 자원 대비 산출된 생산량이 어느 정도인가를 대변하는 척도이다. 노동이라는 생산 요소를 생각해본다면, 생산성이란 근로자가 한 시간 동안 일을 했을 때 따르는 경제적인 보상이다. 단순한 예로, 제빵사가 한 시간 동안 몇 개의 빵을 만들어낼 수 있는지를 측정하여 제빵사의 생산성을 측정해볼 수 있다.

(다) 한 나라 국민의 생활수준은 1인당 국내총생산으로 측정하는데, 국민의 생활수준을 높이기 위해서는 경제 성장이 필요하다. 경제 성장은 노동(인적자본), 자본, 자연 자원과 같은 생산 요소의 양적인 증가와 질적인 향상, 그리고 기술의 진보에 의해 이루어진다. 생산 요소의 투입이 늘어나면 생산량이 증가하고, 근로자의 전문성 향상과 같은 질적 변화도 생산성 향상으로 이어진다. 최근에는 기술의 진보가 경제 성장의 매우 중요한 요인으로 작용한다. 발명이나 발견과 같은

기술의 진보는 생산성 향상은 물론 새로운 상품의 개발로 이어져 경제 성장의 밑거름이 된다.

(라) 한 나라의 경제 규모와 소득 수준을 가늠하는 경제 지표인 국내총생산은 경기 침체를 겪으면서 ‘생산’을 강조하던 1930~1940년대에 탄생하였다. 하지만 국내총생산이 삶의 질 수준이나 소득 불평등의 정도 등을 파악하기 어렵다는 한계가 지적되면서, 고용, 여가, 환경, 행복, 건강 등 다양한 삶의 질을 반영한 새로운 지표들이 제시되고 있다. 영국의 경제 주간지 이코노미스트는 “국내총생산의 한계를 극복할 새로운 측정 도구를 만들 필요가 있다.”라고 제안하였다.

(마) 경제협력개발기구(OECD)에 따르면 2015년 한국의 국내총생산은 1조 7,468억 달러로 34개 회원국 중 여덟 번째로 높은 수준이다. 1996년 한국이 경제협력개발기구에 가입할 당시보다 그 규모가 세 배 이상 증가한 셈이다. 이러한 양적인 성장과 달리 국민 개개인의 삶의 질을 측정하는 지표들은 여전히 낮은 수준에 머물러 있다. 경제협력개발기구가 발표한 2016년 ‘더 나은 삶 지수(Better Life Index)’에서 한국은 조사 대상 38개국 중 28위에 머물렀다. ‘더 나은 삶 지수’는 경제협력개발기구의 회원국을 대상으로 소득, 주거, 일자리의 질, 교육, 환경, 건강, 삶의 만족도, 안전, 일과 삶의 균형 등 11개 부문을 평가하여 나라별 삶의 질을 가늠하는 지표이다. 조사 결과, 특히 한국인은 일과 삶의 균형을 찾지 못했으며 시민 간 신뢰와 유대감이 약한 것으로 드러났다.

(문제 2) 제시문 (가)의 <그림 1>과 <그림 2>에 나타난 연간 근로시간, 1인당 국내총생산, 생산성 간의 관련성을 제시문 (나)와 (다)를 참조하여 설명하고, 제시문 (가)~(마)의 내용을 바탕으로 한국 국민의 삶의 질을 지금보다 더 향상시키기 위한 방안을 설명하시오. (1,000자 내외)

3. 출제 의도

1. 이 문항은 통계 자료를 가지고 양적 연구 방법을 적용하여 사회 현상을 분석하고 세상을 이해하는 능력을 평가하고자 한다.
2. 이 문항은 제시문 (가)에서 제공된 정보를 분석하고 해석하고, 경제성장에 있어서 생산성의 역할에 대해 이해하는지 확인한다. 또한 제시문 (가)~(마)의 내용을 바탕으로 한국 국민의 삶의 질이 향상되기 위해서 기술 진보를 통한 생산성 향상, 근로시간 단축 등의 노력이 필요할 것이라는 점을 유추할 수 있는지 살펴본다.

4. 출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제2018-162호[별책 7] “사회과 교육과정”	
관련 성취기준	1. 사회과 교육과정 - 사회문화	
	과목명: 고등학교 사회 문화	관련
	성취기준 [12사문01-01] 사회문화 현상이 갖는 특성을 분석하고 다양한 관점을 적용하여 사회문화 현상을 설명한다.	문제 2

2. 사회과 교육과정 - 통합사회

과목명: 고등학교 사회		관련
성취기준	[10통사01-03] 행복한 삶을 실현하기 위한 조건으로 질 높은 정주 환경의 조성, 경제적 안정, 민주주의의 발전 및 도덕적 실천이 필요함을 설명한다.	문제 2
	[10통사05-02] 시장경제의 원활한 작동과 발전을 위해 요구되는 정부, 기업가, 노동자, 소비자의 바람직한 역할에 대해 설명한다.	
	[10통사09-03] 미래 지구촌의 모습을 다양한 측면에서 예측하고 이를 바탕으로 자신의 미래 삶의 방향을 설정한다.	

3. 사회과 교육과정 - 경제

과목명: 고등학교 사회 문화		관련
성취기준	12경제03-01] 경제 성장의 의미와 요인을 이해하고 한국 경제의 변화와 경제적 성과를 균형 있는 시각에서 평가한다.	문제 2

2. 자료 출처

가. 교과서 내 자료만 활용한 경우

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
고등학교 통합사회	육근록 외 6인	동아출판	2018	284쪽	제시문 (나)	○
고등학교 경제	허수미 외 6인	지학사	2019	93쪽	제시문 (다)	○
고등학교 경제	유종열 외 4인	비상	2019	104쪽	제시문 (라)	○
고등학교 경제	박형준 외 5인	천재교육	2019	107쪽	제시문 (마)	○

나. 교과서 외 자료 등을 활용한 경우

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
펜 월드 테이블 9.1	Feenstra 외	Our World in Data.org	2021	http://ourworldindata.org/working-hours	제시문 (가)	○

관련 교과서 근거						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
고등학교 경제	박형준 외 5인	천재교육	2019	107, 111쪽	제시문 (가)	○

5. 문항 해설

이 문항은 통계 자료를 가지고 양적 연구 방법을 적용하여 사회 현상을 분석하고 세상을 이해하는 능력을 평가하고자 한다.

이 문항은 제시문 (가)에서 제공된 정보를 분석하고 해석하고, 경제성장에 있어서 생산성의 역할에 대해 이해하는지 확인한다. 또한 제시문 (가)~(마)의 내용을 바탕으로 한국 국민의 삶의 질이 향상되기 위해서 기술 진보를 통한 생산성 향상, 노동시간 단축 등의 노력이 필요할 것이라는 점을 유추할 수 있는지 살펴본다.

양적 연구 방법을 적용하는데 사용된 기초 자료는 Penn World Tables가 수집하고, our world in data(<http://ourworldindata.org>)에서 제공하는 국가별 연간 근로시간, 1인당 국민총생산, 생산성 자료를 재구성 하였다.

제시문 (가)의 <그림 1>은 국가별로 근로자 한 사람의 연간 근로시간과 1인당 국민총생산 간의 음(-)의 상관관계를 보여준다. 생산요소 중 하나인 노동투입량(연간 근로시간)이 늘어나면 그 나라의 총생산이 늘어나고 이와 함께 소득 수준(1인당 국민총생산)도 높아질 것이라고 예측할 수 있다. 그러나 <그림 1>은 이와 반대의 현상을 보여준다. 본 문제에서는 <그림 2>의 정보를 참고하여 연간 근로시간과 소득 변수에 모두 영향을 미칠 수 있는 제3의 원인(생산성)이 존재한다는 점을 추론할 수 있는지를 평가하고자 한다.

제시문 (가)의 <그림 2>는 국가별로 근로자 1인당 연간 근로시간과 생산성 간 부(-)의 상관관계를 보여준다. 이는 동일한 양을 생산하고자 할 때 생산성(시간당 생산량)이 높을수록 투입해야 하는 총 근로시간이 줄어든다는 것을 보여준다. 본 문제에서는 근로시간과 생산성 간 부(-)의 상관관계를 이해하여, 생산성이 높은 경우 적은 노동투입으로도 높은 소득을 얻을 수 있다는 점을 이해하는지 평가하고자 한다.

제시문 (나)는 생산성의 개념에 대한 설명을 제공한다.

제시문 (다)는 경제 성장을 위한 주요 원동력이 생산 요소의 양적인 증가와 질적인 향상, 그리고 기술적 진보에 의한 생산성 향상이라는 정보를 제공한다.

제시문 (라)는 생활 수준을 측정하는 지표로서 국내총생산 지표의 한계를 설명한다.

제시문 (마)는 삶의 질을 평가하기 위한 대안 지표 중 하나인 더 나은 삶 지수에 대해 소개한다.

문제 2는 크게 두 부분으로 구성되어 있다. 첫 번째로, 제시문 (가)에 제시된 통계 자료를 분석하게 된다. 제시문 (가)에서는 경제 성장에 영향을 미치는 근로시간과 생산성이라는 두 요인에 대한 정보를 제공한다. 일반적으로 생산요소인 노동투입량(근로시간)이 증가하면 국내총생산이 늘

고, 그 결과 1인당 국내총생산으로 측정하는 소득 수준이 높아진다고 예측할 수 있다. 그러나 <그림 1>은 이러한 일반적인 예측에 반하여, 소득 수준이 높은 나라일수록 근로자의 근로시간이 더 짧은 현상을 보여준다. 그 이유는 <그림 2>의 자료를 분석하여 설명할 수 있다. 경제성장에 있어 또 하나 중요한 요인이 생산성인데, 생산성이 높을 경우 근로자는 동일한 시간을 일해도 더 많은 양을 생산할 수 있게 된다. <그림 2>에서 보면, 독일이나 노르웨이 같이 생산성이 높은 국가에서는 근로시간을 적게 투입해도 높은 소득을 얻고 있음을 알 수 있다. 반면 베트남이나 방글라데시와 같이 생산성이 낮은 국가에서는 이를 보완하기 위해 근로자들이 매우 오랜 시간 일을 해야 하고, 그림에도 불구하고 소득 수준이 낮다는 것을 알 수 있다. 이 정보를 활용하면 <그림 1>에서 소득 수준과 근로시간이 역의 상관관계를 보이는 이유가 국가별 노동생산성의 격차에 의한 것임을 유추할 수 있다.

두 번째로, 학생들은 제시문 (가)~(마)의 내용을 활용하여 한국 국민의 삶의 질 향상을 위해 필요한 방안을 제시해야 한다. 제시문 (가)의 <그림 2>와 제시문 (마)에 의하면 한국 국민은 소득 수준은 높지만 장시간 근로로 일과 삶의 균형을 찾지 못하여 삶의 질이 상대적으로 낮다고 평가받고 있다. 제시문 (다)의 정보를 근거로 한국 경제가 자본 확충, 기술 진보, 노동자의 전문성 확보를 통해 생산성을 향상시킨다면 근로시간은 낮추는 동시에 소득 수준은 높일 수 있는 방안이 있음을 유추할 수 있다. 주어진 정보를 활용하여 적절한 방안 제시가 가능한지 살펴본다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 2	1) <그림 1>에서 두 변수 간의 관련성을 정확히 이해하였는가 (15점) 소득이 높은(낮은) 국가일수록 근로시간이 적게(많게) 나타나는 배경에 국가간 생산성 격차라는 원인이 존재함을 설명할 수 있음 : 상 두 변수 간 음의 관련성만 제시함 : 중 두 변수 간 관련성을 논리적으로 설명하지 못함 : 하 2) <그림 2>에서 두 변수간의 상관관계를 정확히 이해하였는가 (15점) 생산성과 근로시간 간의 음(-)의 상관관계를 설명할 수 있음 : 상 두 변수 간 관련성을 제시하지 못함 : 하 3) 제시된 자료의 해석을 바탕으로 장시간 근로가 삶의 질은 낮추는 원인임을 이해하고 있는가 (10점) 제시문 (가)와 (마)의 내용을 근거로, 한국 국민은 높은 소득 수준에도 불구하고 장시간 근로로 인해 낮은 삶의 질을 경험하고 있음을 설명함 : 상 제시문 (가)와 (마)의 내용을 근거로, 일과 삶의 균형을 찾지 못하여 삶의 질이 낮음을 설명함 : 중 제시문의 내용을 활용하지 못하고, 삶의 질 저하의 원인을 설명하지 못함 : 하 4) 삶의 질 향상을 위한 방안으로 생산성 향상의 방안을 기술할 수 있는가 (10점) 제시문 (다)의 내용을 활용하여, 생산성을 향상하는 방안을 제시함 : 상 제시문을 활용하지 못하고, 생산성 향상에 대한 대략적인 방향을 제시함 : 중 생산성 향상 이외의 다른 방안을 제시함 : 하	

7. 예시 답안

제시문 (가)의 <그림 1>은 세계 각국의 근로시간과 소득 간 관계를 보여준다. 일반적으로 생산요소인 근로시간이 증가하면 국민의 소득 수준은 높아진다. 그러나 <그림 1>은 이와 반대의 현상을 보여준다. 즉 소득 수준이 낮은 국가일수록 근로시간이 더 길고, 소득 수준이 높은 국가일수록 근로시간이 더 짧다는 것이다. 이렇게 두 변수 간 역의 상관관계가 관찰되는 원인은 국가간 생산성의 격차에서 찾을 수 있다. <그림 2>는 국가별 근로시간과 생산성의 관련성을 보여준다. 생산성이란 한 시간의 노동의 결과로 얻어진 생산량을 의미하는데, 동일한 양을 생산한다고 가정하면 생산성이 높은 국가에서는 더 적은 시간만 일을 해도 된다는 것이다. 이처럼 생산성과 근로시간 간의 역의 상관관계는 <그림 1>에 나타난 현상을 설명하는데 도움이 된다. 즉 독일이나 노르웨이와 같이 생산성이 높은 나라에서는 적은 시간을 일해도 소득수준이 높은 반면, 베트남이나 방글라데시와 같이 생산성이 낮은 나라에서는 더 많은 시간을 일해도 소득 수준을 크게 높이기 어렵다는 것이다.

제시문 (마)에 따르면 한국 국민의 생활 수준은 양적으로 크게 성장해왔으나, 삶의 질 측면에서 주요 선진국에 비해 아직 부족한 부분이 많은 것을 알 수 있다. OECD 에서 발표하는 '더 나은 삶의 지수'에 따르면 한국 국민의 낮은 삶의 질의 주요 원인은 일과 삶의 균형을 찾지 못하는 점과 시민간 신뢰와 유대감이 약하다는 사실 때문으로 분석된다. 제시문 (가)에서도 알 수 있듯이 한국 국민은 소득 수준이 비해 근로시간이 긴 편이며, 그로 인해 일과 삶의 균형을 잘 지키지 못하고 있음을 알 수 있다.

한 나라의 경제 성장에 있어서 노동과 같은 생산 요소의 양적 증가도 중요하지만, 근로자의 전문성 향상, 발명이나 발견과 같은 기술의 진보는 생산성 향상을 가져온다. 제시문 (가)의 <그림 2>에서 보는 것과 같이 생산성이 향상되면, 소득 수준을 희생하지 않고도 근로 시간을 더 줄일 수 있음을 알 수 있다. 장차 한국 국민의 삶의 질을 향상시키는 하나의 방법은 인적 자본에 대한 투자를 통한 인적 자본의 질적 향상 및 기술 진보를 통한 생산성 향상이라고 할 수 있다. 생산성 향상은 한국 국민의 생활 수준을 희생하지 않으면서도 장시간 근로를 줄임으로서 일과 삶의 균형을 되찾게 도와주고, 이를 통해 삶의 질을 높일 수 있는 방안이겠다.

■ 논술우수자 전형(미래인재) 출제 문제2에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사/사회과)

글의 논제를 보면 제시문 (가)의 그래프를 분석하여 연간 근로시간, 1인당 국내총생산, 생산성 간의 관련성을 (나), (다)를 참조하여 설명하고, 제시문 (가)~(마)를 이용하여 한국 국민의 삶의 질을 향상하기 위한 방안을 묻고 있다. 전자를 문제 2-1, 후자를 문제 2-2로 두고 점검하고자 한다.

문제 2-1 제시문 (가)에 제시된 통계자료는 교과서에서 직접 인용된 자료는 아니지만 교과서에서 직접 인용된 제시문 (나)~(다)에 의해 그래프가 의미하는 바를 충분히 파악할 수 있다 또한 통계자료를 통해 사회현상을 이해하는 방법에 대해서는 '사회문화'교과 I.사회문화 현상의 탐구(양적연구 방법)에서 이미 학습하였으며 사회문화 교과의 전단원에서 표를 분석하는 방법을 배웠기 때문에 고등학교 과정을 충실히 이행한 학생은 그래프를 어렵지 않게 분석하고 문제를 풀 수 있을 것이다.

그래프에 제시된 생산성은 노동생산성을 의미하는데 생산요소인 노동자(근로자)의 역할은 '통합사회' V.시장경제와 금융(시장 참여자들의 바람직한 역할)에서 언급되어 있으며, '경제'교과 III. 경제 성장과 한국 경제 단원과 연결하여 1인당 국내총생산이 증가하기 위한 노동자(근로자)의 역할 및 기술 발전이 미치는 영향을 통합하여 이해하여야 접근할 수 있는 문제이기 때문에 학생들의 통합적 사고와 정보 분석 능력을 묻기에 매우 적합한 문항이라고 판단된다.

특히 우리나라 경제 발전 과정에서 노동집약적 산업구조에서 기술집약적으로 변화하는 것이 어떻게 생산성에 어떤 영향을 미쳤는지는 사회과 전체에서 항상 다루고 있는 주제이기 때문에 경제 과목의 성취기준 [12경제03-01]의 달성뿐만 아니라 '경제'를 선택하지 않고 1학년 때 '통합사회'를 성실히 공부한 학생이라면 어렵지 않게 접근할 수 있을 것이다.

문제 2-2 경제성장을 측정하는 도구로 1인당 GDP가 있지만 이에 대한 여러 한계점이 존재한다는 것이 상기 서술한 '경제'교과내용으로 나온다. 양으로 측정되는 도구이기 때문에 삶의 질을 측정하는 데 한계가 있으며 그린 GDP, 인간개발지수 등 다양한 지표를 교과서에서도 소개하고 있다. 문제에서 제시한 '삶의 질 향상'을 이루기 위해서는 제시문 (가)의 그래프를 통해 보여주는 노동시간과 기술발전을 통한 성장의 관계를 이해해야 하는데 이에 대한 제안은 '통합사회' 교육과정에서 충분히 담보하고 있기 때문에 학생들의 창의성과 변별력을 충분히 확보할 수 있다고 판단된다. [10통사09-03]에서 제시한 성취기준도 만족하는 것이며 행복한 삶이란 어떤 것인지에 대해서도 '통합사회' I. 인간, 사회, 환경과 행복 단원과 그에 따른 성취기준 [10통사01-03]도 달성한다고 할 수 있다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사/국어과)

제시문 (가), (나), (다), (라), (마) 모두 고등학교 교육과정 범위 안에 있는 내용으로, 고등학교 경제 교과서, 통합사회 교과서, 사회문화 교과서의 내용을 바탕으로 직접 인용 또는 재구성한 것이다. 논제 역시 국어과의 성취기준 범위 안에서 제시문을 분석하고 논술문을 작성할 것을 요구하고 있어 고등학교 교육과정을 성실히 이수한 학생이라면 누구나 논제에 답할 수 있을 것으로 판단된다.

논제는 제시문 (나), (다)를 참조하여 제시문 (가)의 <그림1>과 <그림2>를 분석하는 것과, 제시문 (가)~(마) 내용 전체를 활용하여 국민의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하는 것으로 나눌 수 있다. 전자를 2-1, 후자를 2-2라고 할 때, 2-1은 제시문 (나), (다)에서 설명하고 있는 생산성과 국내총생산의 개념을 참고하여 <그림1>과 <그림2>의 그래프 분석을 통해 연간 근로시간, 1인당 국내총생산, 생산성 간의 관계를 설명하는 것이고, 2-2는 주어진 자료들을 종합하여 한국 국민의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하라는 것이다.

2-1에서 통계자료나 표를 분석하는 방법은 고등학교 사회문화 교과서에 실린 내용으로 I. 사회문화 현상의 탐구 단원에서 학습하며, 타 교과에서도 표 분석 및 자료 해석과 관련한 학습을 하므로 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 누구나 제시문 (가)의 자료를 분석할 수 있을 것으로 판단된다.

2-2는 주어진 정보 모두를 활용하여 삶의 질을 향상시킬 수 있는 방안을 제시하는 문항으로 주어진 정보를 얼마나 정확하게 분석하여 적용하였는가에 따라 변별을 가릴 수 있을 것이다. 단순히 일과 삶의 균형만을 강조하였는가, 근로시간을 줄이면서도 생산성을 높일 수 있는 방안을 제시하였는가 등을 통해 학생들의 창의·융합적 사고력과 자료·정보의 활용 및 적용 능력, 문제해결 능력 등을 측정할 수 있을 것으로 사료된다. 제시문을 분석하고 논제에서 요구하는 답안을 작성하는데 필요한 내용이 고등학교 통합 사회, 사회문화, 경제, 국어, 화법과작문 독서 교과와 성취기준 범위 안에 있으며, 변별력과 난이도 또한 적절하다고 판단된다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사/사회과)

그림 1, 2를 바탕으로한 제시문 (나),(다)를 설명하도록 하는 문항의 첫 번째 조건의 경우 제시된 그림 1, 2에서 쉽게 두 변수 간의 상관관계를 확인할 수 있으며, 제시문 (나),(다)에서도 그림 1,2에서 활용된 변수를 평이한 용어로 안내하고 있으므로, '중하' 수준의 난이도로 판단한다. 제시문 (가)~(마)를 바탕으로 새로운 대안 제시를 요구하는 문항의 두 번째 조건은 응시생이 해석해야 할 분량이 다소 길긴 하나 주어진 시간 내에 독해하지 못할 분량은 아니며, 제시문 내용 또한 교과서 지문을 통해 충분히 접할 수 있고, 일선 학교에서 진행되는 다양한 수업을 통해 새로운 정책 대안을 제시하는 활동이 충분히 이루어지고 있다는 점에서 '중' 수준의 난이도로 판단한다.

[문항카드 3]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

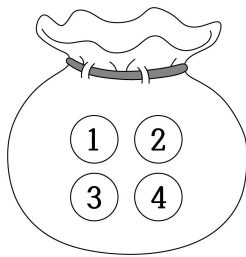
1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	창의인재(자연계열) / 문제 1-1, 1-2, 1-3	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	확률과통계
	핵심개념 및 용어	조건부확률, 확률의 곱셈정리, 사건의 독립
예상 소요 시간	30분/120분	

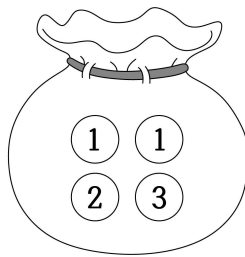
2. 문항 및 제시문

[문제 1] 아래의 제시문을 읽고 문항별로 풀이와 함께 답하시오. (35점)

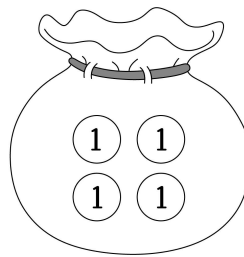
세 개의 주머니 A, B, C가 있다. 주머니 A에는 번호 1, 2, 3, 4가 새겨진 4개의 공이 들어있다. 주머니 B에는 번호 1, 1, 2, 3이 새겨진 4개의 공이 있고, 주머니 C에는 번호 1이 새겨진 4개의 공이 들어있다.



주머니 A



주머니 B



주머니 C

주머니 세 개에서 한 개의 주머니를 임의로 선택하고, 선택한 주머니에서만 임의로 n 번 공을 꺼내는 실험을 시행한다. 단, 매번 꺼낸 공의 번호를 확인하고 다시 되돌려 넣은 뒤 다음 공을 꺼내는 것을 가정한다.

[문제 1-1] 선택된 주머니에서 공을 꺼내는 실험을 1번 시행할 때 1번 공이 뽑힐 확률을 구하시오. 그리고 이렇게 꺼낸 공이 1번 공일 때 선택된 주머니가 C일 확률을 계산하시오. (10점)

[문제 1-2] 선택된 주머니에서 n 번 모두 1번 공이 뽑혔다. 주머니 C가 선택되었을 확률을 구하시오. (10점)

[문제 1-3] 몇 회의 반복 실험에서 뽑힌 공이 모두 1번 공일 때, 주머니 C를 선택했다는 주장이 사실일 확률이 0.9 이상이라고 할 수 있는지 근거와 함께 결과를 제시하시오. (15점)

3. 출제 의도

확률의 개념을 이해하고 확률의 곱셈정리를 활용하여 조건부확률을 구할 수 있다. 확률 현상에 기초한 주장의 근거를 제시할 수 있다.

4. 출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호[별책8] "수학과 교육과정" - 확률과 통계 (2) 확률 (가) 조건부확률
성취기준	[12확통02-05] 조건부확률의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다. [12확통02-06] 사건의 독립과 종속의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다. [12확통02-07] 확률의 곱셈정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

2. 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	확률과통계	박교식외	동아출판	2019	60-65
	확률과통계	이준열외	천재교육	2019	61-65
	확률과통계	고성은외	신사고	2019	57-62
	확률과통계	류희찬외	천재교과서	2019	59-62

5. 문항 해설

[문제 1-1] 주머니가 선택되는 확률과 각각의 주머니에서 1번 공이 뽑히는 확률을 확률의 곱셈 법칙에 적용해서 1번 공이 뽑히게 되는 확률을 계산한다. 그리고 1번 공이 뽑힌 것을 가정할 때 주머니 C가 선택되었을 확률은 조건부확률을 이용해서 구할 수 있다.

[문제 1-2] 주머니를 선택하는 과정과 같은 주머니에서 공을 반복적으로 동일한 확률로 뽑는 시행을 고려하고 조건부확률을 이용해서 주머니 C가 선택될 확률을 구할 수 있다. 앞의 [문제 1-1]의 결과를 여러 번 공을 뽑는 경우로 일반화한 결과이다.

[문제 1-3] 주장이 사실이라는 것은 주머니 C가 선택되었다는 것이다. 공을 뽑는 회수별로 앞의 [문제 1-2]의 확률을 계산해서 근거와 결과를 제시할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1-1	(상) 문제해결 방향과 계산이 명확하고 옳게 답을 구한 경우 (중상) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 사소한 실수가 있는 경우 (중하) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 중요한 실수나 계산을 끝까지 마치지 못한 경우 (하) 잘못된 방향설정으로 답을 구하지 못한 경우	10
1-2	(상) 문제해결 방향과 계산이 명확하고 옳게 답을 구한 경우 (중) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 결과를 올바르게 유도하지 못한 경우 (하) 잘못된 방향설정으로 답을 구하지 못한 경우	10
1-3	(상) 문제를 올바르게 해석하고 명확한 계산에 기초하여 근거와 결과를 옳게 제시한 경우 (중상) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 사소한 실수가 있는 경우 (중하) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 중요한 실수나 계산을 끝까지 마치지 못한 경우 (하) 잘못된 방향설정으로 답을 구하지 못한 경우	15

7. 예시 답안

[문제 1-1]

$A=\{\text{주머니 A 선택}\}$, $B=\{\text{주머니 B 선택}\}$, $C=\{\text{주머니 C 선택}\}$,

$D1=\{\text{1번 꺼낸 공이 1번 공}\}$

(i) 1번 공이 뽑힐 확률 :

$$P(D1)=P(A)P(D1|A)+P(B)P(D1|B)+P(C)P(D1|C)=(1/3)*(1/4)+(1/3)*(1/2)+(1/3)*1=7/12$$

(ii) 꺼낸 공이 1번 공일 때 주머니 C가 선택될 확률 :

$$P(C|D1)=P(C \cap D1)/P(D1)=(1/3)/(7/12)=4/7$$

또 다른 풀이 :

(i) 주머니를 임의로 선택해서 공을 한 개 뽑는 실험이므로 전체 12개에서 1개의 공을 임의로 뽑는 실험과 동일하며 따라서 1번 공이 뽑힐 확률은 $7/12$

(ii) 꺼낸 공이 1번 공인 경우는 1번 공 7개 중에서 1개가 선택된 경우이고 이 중에서 주머니 C의 공이 4개이니까 주머니 C가 선택될 확률은 $4/7$

[문제 1-2]

$Dn=\{n\text{번 모두 1번 공}\}$

$$P(Dn)=P(A)P(Dn|A)+P(B)P(Dn|B)+P(C)P(Dn|C)=(1/3)*(1/4)^n+(1/3)*(1/2)^n+(1/3)*1$$

$$P(C|Dn)=P(C \cap Dn)/P(Dn)=(1/3)/\{(1/3)*(1/4)^n+(1/3)*(1/2)^n+(1/3)*1\}=4n/(1+2n+4n)$$

[문제 1-3]

$$n=1 : P(C|Dn)=4/7=0.57...<0.9$$

$$n=2 : P(C|Dn)=16/(1+4+16)=16/21=0.76...<0.9$$

$$n=3 : P(C|Dn)=64/(1+8+64)=64/73=0.87...<0.9$$

$$n=4 : P(C|Dn)=256/(1+16+256)=256/273=0.93... \geq 0.9$$

따라서 4회의 반복 실험에서 모두 1번 공이 뽑힐 때, 주머니 C가 선택되었을 확률이 0.9 이상 (동일한 의미로 주머니 C를 선택했다는 주장이 사실일 확률이 0.9 이상)

■ 논술우수자 전형(창의인재) 출제 문제1에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사/수학과)

(문제1-1)

확률의 기본 성질과 조건부확률의 개념을 활용하여 확률을 계산하는 평이한 수준의 문제로 확률과통계 과목에 관한 고등학교 교육과정을 이수한 학생은 충분히 문제해결이 가능하다.

(문제1-2)

조건부확률, 사건의 독립의 개념을 활용한 문제로 n 번 시행했을 때의 조건부확률을 계산하는 문제이다. 평이한 수준의 난도이며 고등학교 교육과정을 이수한 학생은 충분히 문제해결이 가능하다.

(문제1-3)

[1-2]에서 구한 조건부확률 식을 통해 몇 번 이상 시행했을 때, 조건을 만족시키는 확률이 나오는지 확인하는 형태의 문제이다. 시행을 반복했을 때, 구하고자 하는 확률이 1에 가까워짐을 깨닫게 해주는 평이한 수준의 문제로 고등학교 교육과정을 이수한 학생은 충분히 문제해결이 가능하다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사/수학과)

(문제1-1)

조건부확률의 기본개념을 이해하고 있는지 평가하는 문항이다. 곱셈정리를 이용하여 세부확률을 구할 수 있다면 충분히 해결할 수 있고, 확률과 통계 교육과정을 기반으로 출제되었다.

(문제1-2)

1-1에 사용된 조건부확률 개념을 확장하여 n 번 반복되는 상황에서 동일한 형태로 확률을 구할 수 있는지 평가하는 문항이다. 확률과 통계 교육과정을 기반으로 출제되었고, 1-1을 해결한 학생이라면 무난히 풀 수 있는 난이도이다.

(문제1-3)

1-2에서 구한 식을 이용하여 n 값이 변화할 때 확률이 증가하는 특징을 찾아낼 수 있는지를 평가하는 문항이다. n 값으로 1부터 4까지 대입하는 과정만 잘 계산할 수 있으면 정답을 구할 수 있다. 확률과 통계 교육과정을 기반으로 출제되었고, 1-2를 구한 학생이라면 충분히 풀 수 있는 수준의 난이도이다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사/수학과)

(문제1-1)

확률의 기본 성질과 조건부확률의 개념을 활용하여 출제된 문제로 고등학교 교육과정을 수행한 수험생이라면 충분히 해결가능한 수준이라고 판단된다.

(문제1-2)

조건부확률, 사건의 독립의 개념을 활용하여 출제된 문항으로 n 번 시행했을 때의 조건부 확률의 계산하는 문제이다. 각 주머니의 1번 공이 나올 확률만 계산하면 고등학교 교육과정을 수행한 수험생이 충분

히 해결가능한 수준이라고 판단된다.

(문제1-3)

1-2번 문제에서 구한 조건부확률의 식을 활용하여 n 값에 숫자를 대입하면 조건을 만족할 때의 확률이 나오는지를 실제 값을 통해서 근거를 제시하는 문제이다. n 값이 커질 때 구할 확률이 1에 가까워짐은 미적분 교과에서 극한으로 구할 수 있지만 이 역시 고등학교 교육과정 내에 있는 개념으로 해결이 가능한 수준이라고 판단된다.

[문항카드 4]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	창의인재(자연계열) / 문제 2-1, 2-2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학Ⅱ
	핵심개념 및 용어	정적분, 함수의 극한
예상 소요 시간	30분/120분	

2. 문항 및 제시문

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

(가) 두 실수 a, b 에 대해서 $0 \leq a < b$ 라고 하자. 이차함수 $y = x^2$ 의 그래프 위의 두 점 $A(a, a^2)$ 와 $B(b, b^2)$ 에서 그은 두 접선의 교점을 $C(c, d)$ 라 하자.

(나) 두 실수 a, b 에 대해서 $a = \frac{-t + \sqrt{t^2 + 16t}}{8}$, $b = \frac{-3t + 3\sqrt{t^2 + 4t}}{8}$ ($t > 0$)라고 하자. 이차함수 $y = x^2$ 의 그래프 위의 두 점 $A(a, a^2)$ 와 $B(b, b^2)$ 에 대하여 선분 AB를 $m:n$ ($m > 0, n > 0$)으로 내분하는 점 P의 좌표를 $(f(t), g(t))$ 라고 하자.

(다) 좌표평면 위의 두 점 $A(x_1, y_1)$ 와 $B(x_2, y_2)$ 에 대하여 선분 AB를 $m:n$ ($m > 0, n > 0$)으로 내분하는 점의 좌표는 $\left(\frac{mx_2 + nx_1}{m+n}, \frac{my_2 + ny_1}{m+n} \right)$ 이다.

【문제 2-1】 제시문 (가)에서 이차함수 $y = x^2$ 과 두 접선에 의해 둘러싸인 도형의 넓이를 구하시오. (10점)

【문제 2-2】 제시문 (나)에서 주어진 점 P의 x 좌표 $f(t)$ 에 대해서 $\lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$ 를 구하고 그 의미를 명확히 설명하시오. (15점)

3. 출제 의도

함수의 극한값을 구하는 문제 해결 능력, 수학 기호와 문제 풀이에 대한 표현을 정확하게 사용하고 있는지 평가하고자 하였다. 도함수의 활용인 접선의 방정식을 구하는 것과 정적분의 활용인 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구하는 것에 대한 문제 해결 능력과 수학적 의사소통 능력을 갖추고 있는지 평가하고자 하였다.

4. 출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호[별책8] "수학과 교육과정" 1. 수학 (3) 도형의 방정식 (나) 선분의 내분과 외분 2. 수학Ⅱ (3) 적분 (다) 정적분의 활용 3. 수학Ⅱ (1) 함수의 극한과 연속 (가) 함수의 극한
성취기준	[12수학Ⅱ02-06] 접선의 방정식을 구할 수 있다. [12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다. [10수학02-02] 선분의 내분과 외분을 이해하고, 내분점과 외분점의 좌표를 구할 수 있다. [12미적01-02] 수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.

2. 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학	홍성복외	지학사	2018	115-121
	수학	이준열외	천재교육	2018	113-117
	수학Ⅱ	홍성복외	지학사	2018	20-25
	수학Ⅱ	박교식외	동아출판	2018	19-24

5. 문항 해설

(문제 2-1) 이차함수에서 두 접선을 구하고 이들에 의해 둘러싸인 도형의 넓이를 구한다.

(문제 2-2) 주어진 선분의 내분점 좌표 $f(t)$ 에 대해서 분자 또는 분모를 유리화하여 극한값을 구한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
2-1	(상) 답이 맞고 그 이유를 명확히 제시한 경우 (중) 답이 틀렸지만 접선의 방정식과 정적분 식이 맞는 경우 (하) 답이 틀렸지만 접선의 방정식만 맞게 구한 경우	10
2-2	(상) 답이 맞고 그 이유를 명확히 제시한 경우 (중상) 답이 맞고 그 이유를 명확히 제시하지 못한 경우 (중하) 답이 틀렸지만 $f(t)$ 를 구하고 극한 계산에서 유리화 식이 맞는 경우 (하) 답이 틀렸지만 $f(t)$ 만 맞게 구한 경우	15

7. 예시 답안

[문제 2-1] (답) $\frac{(b-a)^3}{12}$

(풀이) $f(x) = x^2$ 라고 하면 $f'(x) = 2x$ 이다. $A(a, a^2)$ 에서의 접선의 기울기는 $f'(a) = 2a$ 이고 $B(b, b^2)$ 에서의 접선의 기울기는 $f'(b) = 2b$ 이다. 따라서 점 $A(a, a^2)$ 에서 접선의 방정식은 $y = 2ax - a^2$ 이고 점 $B(b, b^2)$ 에서 접선의 방정식은 $y = 2bx - b^2$ 이다. 두 접선의 교점의 x 좌표는 $2ax - a^2 = 2bx - b^2$ 에서 $x = \frac{a+b}{2}$ 이다. 따라서 넓이는

$$\begin{aligned} & \int_a^{\frac{a+b}{2}} \{x^2 - (2ax - a^2)\} dx + \int_{\frac{a+b}{2}}^b \{x^2 - (2bx - b^2)\} dx = \int_a^{\frac{a+b}{2}} (x-a)^2 dx + \int_{\frac{a+b}{2}}^b (x-b)^2 dx \\ & = \left[\frac{1}{3}(x-a)^3 \right]_a^{\frac{a+b}{2}} + \left[\frac{1}{3}(x-b)^3 \right]_{\frac{a+b}{2}}^b = \frac{2}{3} \left(\frac{b-a}{2} \right)^3 \text{ 이다.} \end{aligned}$$

[문제 2-2] (답) $\frac{3m+4n}{4(m+n)}$

(풀이) $f(t) = \frac{mb+na}{m+n} = \frac{1}{8(m+n)} \{-3(t - \sqrt{t^2+4t})m - (t - \sqrt{t^2+16t})n\}$ 이므로

$$\begin{aligned} \text{(i)} \quad \lim_{t \rightarrow \infty} (t - \sqrt{t^2+4t}) &= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{(t - \sqrt{t^2+4t})(t + \sqrt{t^2+4t})}{(t + \sqrt{t^2+4t})} \\ &= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t^2 - (t^2+4t)}{t + \sqrt{t^2+4t}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{-4t}{t + \sqrt{t^2+4t}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{-4}{1 + \sqrt{1 + \frac{4}{t}}} = -2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(ii)} \quad \lim_{t \rightarrow \infty} (t - \sqrt{t^2+16t}) &= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{(t - \sqrt{t^2+16t})(t + \sqrt{t^2+16t})}{(t + \sqrt{t^2+16t})} \\ &= \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t^2 - (t^2+16t)}{t + \sqrt{t^2+16t}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{-16t}{t + \sqrt{t^2+16t}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{-16}{1 + \sqrt{1 + \frac{16}{t}}} = -8 \end{aligned}$$

이다. 따라서

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \infty} f(t) &= \frac{1}{8(m+n)} \lim_{t \rightarrow \infty} \{(-3)(t - \sqrt{t^2+4t})m - (t - \sqrt{t^2+16t})n\} \\ &= \frac{1}{8(m+n)} \left\{ \lim_{t \rightarrow \infty} \{(-3)m(t - \sqrt{t^2+4t})\} + \lim_{t \rightarrow \infty} \{-n(t - \sqrt{t^2+16t})\} \right\} = \frac{3m+4n}{4(m+n)}. \end{aligned}$$

■ 논술우수자 전형(창의인재) 출제 문제2에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사/수학과)

(문제 2-1)

곡선과 두 직선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구하는 문제로서 일반선택 과목인 수학Ⅱ 교과 내의 지식으로 충분히 문제해결이 가능하다. 정적분의 개념을 활용한 평이한 수준의 문제이다.

(문제 2-2)

공통과목인 수학의 좌표평면에서 선분의 내분점에 관한 개념과 함수의 극한에 관한 개념이 혼합된 형태의 문제로서, 수학Ⅱ 무리식을 포함한 함수의 극한값 계산에 익숙한 학생이라면 충분히 문제해결이 가능하다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사/수학과)

(문제 2-1)

접선의 방정식을 구할 수 있고, 두 곡선 사이의 넓이를 구할 수 있는지 평가하는 문항이다. 접선의 교점의 x 좌표를 찾아내어 적분구간을 분리하여 정적분을 할 수 있다면 무난히 해결할 수 있다. 수학Ⅱ 교육과정을 바탕으로 출제되었고, 기본적인 미적분 개념을 요구하는 수준의 문제이다.

(문제 2-2)

극한 개념 이해와 무리식을 유리화하는 과정을 할 수 있는지 평가하는 문항이다. 제시된 내분점 공식을 이용하여 최초식을 세울 수 있다면 극한값을 충분히 구해낼 수 있다. 미적분 교육과정을 바탕으로 출제되었고, 극한을 구하는 과정을 잘 이해하고 있는 학생이라면 잘 해결할 수 있는 난이도이다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사/수학과)

(문제 2-1)

주어진 점에서의 접선의 방정식을 구하고, 곡선과 두 직선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구하는 문제로 수학Ⅱ에서 미분과 적분의 개념을 알고 있다면 충분히 해결 가능한 수준의 문제이다. 다만 숫자가 아닌 문자로 출제되었지만 문제를 해결하는데 있어서 전혀 문제가 되지 않는다고 판단된다.

(문제 2-2)

1학년때 수학에서 배우는 내분점에 관한 개념과 함수의 극한의 개념을 혼합하여 출제된 문제이다. 수학Ⅱ에서 배우는 무리식이 포함된 함수의 극한의 개념을 알고 있고, 이를 식 대신에 극한값을 대입한다는 정도의 수학적 문제해결능력만 있으면 충분히 해결 가능한 문제라고 판단된다. 문제를 해결하는 과정에서 고등학교 교육과정을 벗어나는 개념이 활용되지는 않는다.

[문항카드 5]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	창의인재(자연계열) / 문제 3-1,3-2, 3-3	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 I, 미적분
	핵심개념 및 용어	등비급수의 합, 부분적분, 변곡점
예상 소요 시간	30분/120분	

2. 문항 및 제시문

[문제 3] 아래의 제시문을 읽고 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

(가) 어느 플라스틱 쓰레기 수집 업체에서는 매달 플라스틱 쓰레기 1500톤을 수거하여 재활용 가능한 플라스틱으로 재생산한다고 한다. 매달 플라스틱 쓰레기의 65%가 선별 과정을 통과하고 그중 80%가 재활용된다고 한다. 또 재생산된 플라스틱 쓰레기의 65%가 선별 과정을 통과하고 그중 80%가 재활용된다고 한다.

(나) 어느 지역에서 시각 $t(t \geq 1.5)$ 에서의 재활용되는 플라스틱 쓰레기의 양 $f(t)$ 톤은 $f(t) = (10t^2 - 9t - 9)e^{-t}$ 라고 한다.

[문제 3-1] 제시문 (가)에서 이번 달에 수거한 플라스틱 쓰레기 1500톤에 대해서 재생산과 재활용 과정을 매달 한없이 반복할 때, 재활용하게 되는 플라스틱의 양은 모두 몇 톤인지 구하시오. (10점)

[문제 3-2] 제시문 (나)에서 시각 t 가 1.5에서 x 가 될 때까지($1.5 \leq t \leq x$) 재활용하게 되는 플라스틱의 양을 $A(x)$ 라고 하자. 이때 $\lim_{x \rightarrow \infty} A(x)$ 을 구하시오. (단, $\lim_{x \rightarrow \infty} x^2 e^{-x} = 0$) (15점)

[문제 3-3] 제시문 (나)에서 주어진 함수 $f(t)$ 에서 변곡점의 좌표를 (a, b) 라고 할 때 a 를 구하고 이유를 설명하시오. (15점)

3. 출제 의도

지수함수와 등비급수의 뜻을 알고 이를 활용, 부분적분법을 이해하고 이를 활용, 이계도함수와 함수의 그래프 개형을 이해하고 변곡점을 찾는 문제 해결 능력과 의사소통 능력을 갖추고 있는지 평가하고자 하였다.

4. 출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호[별책8] “수학과 교육과정” 수학 I (1) 지수함수와 로그함수 (가) 지수함수의 뜻 미적분 (1) 수열의 극한 (나) 등비급수 미적분 (3) 적분법 (가) 부분적분법 미분법 (2) 미분법 (다) 함수의 그래프 수학 II (3) 적분 (2) 정적분
성취기준	[12수학 I 01-06] 지수함수와 로그함수의 뜻을 안다. [12미적01-05] 등비급수의 뜻을 알고, 그 합을 구할 수 있다. [12미적03-02] 부분적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. [12미적02-10] 이계도함수를 구할 수 있다. [12미적02-12] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. [12수학 II 03-03] 정적분의 뜻을 안다.

2. 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	박교식외	동아출판	2018	37-38
	수학 I	홍성복외	지학사	2018	41-42
	미적분	고성은외	신사고	2019	32-34
	미적분	고성은외	신사고	2019	104-105
	미적분	고성은외	신사고	2019	137-138
	미적분	류희찬외	천재교과서	2019	35-37
	미적분	류희찬외	천재교과서	2019	128-130
	미적분	류희찬외	천재교과서	2019	172-174

5. 문항 해설

(문제 3-1) 이산 영역에서 일정 비율로 감소하는 양의 총합에 관한 문제를 등비급수를 활용하여 해결할 수 있다.

(문제 3-2) 연속 영역에서 일정 비율로 감소하는 양의 총합에 관한 문제를 정적분 부분적분법을 통하여 해결할 수 있다.

(문제 3-3) 함수의 변곡점을 이계도함수를 이용해서 구하고 그 이유를 설명할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
3-1	(상) 답이 맞고 그 이유를 명확히 제시한 경우 (중) 답이 틀렸지만 접선의 등비급수 식이 맞는데 답이 틀린 경우 (하) 답이 틀린 경우	10
3-2	(상) 답이 맞고 그 이유를 명확히 제시한 경우 (중) 답이 틀렸지만 정적분 식의 부분적분법에서 계산 실수 있는 경우 (하) 정적분 식을 제시하지 못한 경우	15
3-3	(상) 답이 맞고 그 이유를 명확히 제시한 경우 (중상) 답이 맞고 그 이유를 명확히 제시하지 못한 경우 (중하) 답이 틀렸지만 이계도함수를 구한 경우 (하) 이계도함수를 구하지 못한 경우	15

7. 예시 답안

[문제 3-1] (답) 1625톤

(풀이) 플라스틱 쓰레기 1500톤을 재활용하게 되는 플라스틱의 양을 모두 구하면

$$1500 \times (0.65 \times 0.8) + 1500 \times (0.65 \times 0.8)^2 + 1500 \times (0.65 \times 0.8)^3 + \dots$$

$$= \sum_{n=1}^{\infty} (1500 \times 0.52^n) = \frac{1500 \times 0.52}{1 - 0.52} = 1625$$

이다. 그러므로 답은 1625톤 이다.

[문제 3-2] (답) $41e^{-1.5}$

(풀이) (i) $A(x) = \int_{1.5}^x (10t^2 - 9t - 9)e^{-t} dt$ 이고 두 함수의 곱의 정적분이므로 부분적분법을 이용한다.

$\alpha(t) = 10t^2 - 9t - 9, \beta'(t) = e^{-t}$ 로 놓으면 $\alpha'(t) = 20t - 9, \beta(t) = -e^{-t}$ 이므로

$$A(x) = \int_{1.5}^x (10t^2 - 9t - 9)e^{-t} dt = \left[-(10t^2 - 9t - 9)e^{-t} \right]_{1.5}^x - \int_{1.5}^x (20t - 9)(-e^{-t}) dt$$

$$= -(10x^2 - 9x - 9)e^{-x} + \int_{1.5}^x (20t - 9)e^{-t} dt$$

이다. 같은 방법으로 $\int_{1.5}^x (20t - 9)e^{-t} dt$ 에서 $\alpha(t) = 20t - 9, \beta'(t) = e^{-t}$ 로 놓으면

$\alpha'(t) = 20, \beta(t) = -e^{-t}$ 이므로

$$\int_{1.5}^x (20t - 9)e^{-t} dt = \left[-(20t - 9)e^{-t} \right]_{1.5}^x - \int_{1.5}^x 20(-e^{-t}) dt$$

$$= -\{(20x - 9)e^{-x} - 21e^{-1.5}\} + \left[-20e^{-t} \right]_{1.5}^x = -(20x + 11)e^{-x} + 41e^{-1.5}$$

이다. 따라서

$$A(x) = \int_{1.5}^x (10t^2 - 9t - 9)e^{-t} dt = (-10x^2 + 9x + 9)e^{-x} + \int_{1.5}^x (20t - 9)e^{-t} dt$$

$$= (-10x^2 - 11x - 2)e^{-x} + 41e^{-1.5} \text{이다.}$$

(ii) $\lim_{x \rightarrow \infty} A(x)$ 를 구하면

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \{(-10x^2 - 11x - 2)e^{-x} + 41e^{-1.5}\} = \lim_{x \rightarrow \infty} \{-10x^2e^{-x} - 11xe^{-x} - 2e^{-x} + 41e^{-1.5}\} = 41e^{-1.5}$$

이다.

[문제 3-3] (답) $a = \frac{49 + \sqrt{1241}}{20}$

(풀이) 함수 $f(t) = (10t^2 - 9t - 9)e^{-t}$ ($t \geq 1.5$)

$$f'(t) = (20t - 9)e^{-t} - (10t^2 - 9t - 9)e^{-t} = (-10t^2 + 29t)e^{-t},$$

$$f''(t) = (-20t + 29)e^{-t} - (-10t^2 + 29t)e^{-t} = (10t^2 - 49t + 29)e^{-t}.$$

$$f''(t) = 0 \text{에서 } t = \frac{49 - \sqrt{1241}}{20} \text{ 또는 } t = \frac{49 + \sqrt{1241}}{20} \text{이다.}$$

$t > 1.5$ 이므로 $t = \frac{49 + \sqrt{1241}}{20}$ 의 좌우에서 $f''(t)$ 의 부호를 조사하여 표로 나타내면 다음과 같다.

t	1.5	...	$t = \frac{49 + \sqrt{1241}}{20}$	...
$f''(t)$	$-22e^{1.5}$	-	0	+

$f''(t) = 0$ 인 점 $t = \frac{49 + \sqrt{1241}}{20}$ 의 좌우에서 $f''(t)$ 의 부호가 바뀌므로

$$a = \frac{49 + \sqrt{1241}}{20} \text{이다. (끝)}$$

■ 논술우수자 전형(창의인재) 출제 문제3에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사)

(문제 3-1)

제시문 속에 제시된 문제 상황이 등비급수 또는 지수함수의 형태임을 파악해야 하는 문제이다. 평이한 수준의 난이도이며 고등학교 미적분 교육과정을 이수한 학생은 충분히 문제해결이 가능하다.

(문제 3-2)

시각이 변할 때 재활용하게 되는 플라스틱의 양을 정적분으로 표시된 함수로 표현해야 하는 문제이다. 또한 부분적분의 개념과 함수의 극한이 혼합된 난도 있는 문제이지만, 미적분 교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 문제해결이 가능하다.

(문제 3-3)

다항함수와 지수함수가 곱해진 함수의 변곡점을 구하는 문제이다. 이계도함수와 변곡점에 대한 개념, 곱의 미분을 할 수 있다면 충분히 문제해결이 가능하다. 변곡점을 계산하는 문제는 계산력을 측정하는 문제이므로 평이한 수준의 문제이다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사)

(문제 3-1)

제시문 (가)의 내용이 반복되면 등비수열을 이루고, 수열의 합이 등비급수임을 해석할 수 있는지 평가하는 문항이다. 등비급수의 합을 구하는 과정을 알고 있는 학생이라면 무난히 풀 수 있다. 미적분 교육과정을 바탕으로 잘 출제되었다.

(문제 3-2)

$A(x)$ 가 $f(t)$ 를 정적분해야 얻어진다는 점을 찾아내야 풀이과정을 시작할 수 있는 문항이다. 부분적분법을 알고, 두 번 적용하는 과정을 통해 $A(x)$ 를 구할 수 있다. 제시된 조건을 이용하여 마무리 극한 계산만 잘 해결할 수 있다면 충분히 풀어낼 수 있다. 수학II, 미적분 교육과정을 기반으로 출제되었다.

(문제 3-3)

이계도함수, 증감표, 변곡점의 개념을 평가하는 문항이다. 다항함수와 지수함수의 미분, 곱의 미분을 이용하여 이계도함수를 구할 수 있어야 한다. 증감표를 통해 변곡점을 확인하는 과정을 할 수 있다면 문제의 정답을 찾는 마무리과정을 잘 해결할 수 있다. 미적분 교육과정을 바탕으로 출제되었고, 기본개념에 대한 이해력과 정확한 계산능력을 갖춘 학생이라면 풀어낼 수 있는 난이도이다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사)

(문제 3-1)

주어진 제시문을 통해서 지수의 밑을 구하고 무한등비급수에 적용하는 문제로 수험생이 지수함수임을 파악하기만 하면 크게 어려움이 없는 문제로 판단된다. 3학년에서 배우는 미적분을 이수한 수험생 입장에서는 충분히 해결가능하다고 판단된다.

(문제 3-2)

제시문에 나와있는 함수를 정적분하여 극한값을 구하는 문제다. 다만 다른 두 함수의 곱의 형태이므로 부분적분법을 활용하여 정적분 값을 계산해야 한다. 과정이 약간 복잡할 수는 있지만 그렇다고 해서 문

제풀이에 활용되는 개념은 미적분에서 이미 배웠던 개념을 활용하므로 푸는 과정에서 침착함만 유지한다면 해결하는데 큰 어려움은 없는 수준이다.

정적분을 구한 후에 다시 함수의 극한 과정을 통해서 최종 답을 구해야 한다. $\lim_{x \rightarrow \infty} x^2 e^{-x} = 0$ 를 제시함

으로 인해 $\lim_{x \rightarrow \infty} x e^{-x} = 0$ 임을 충분히 유추할 수 있다. 이 과정에서 고등학교 교육과정을 벗어나는 개념을 활용할 필요는 없다.

(문제 3-3)

다항함수와 지수함수의 곱의 형태인 함수의 변곡점을 구하는 문제이다. 이계도함수와 변곡점의 개념, 그리고 곱의 미분을 할 수 있다면 해결하는데 큰 어려움은 없는 수준의 문제이다.

$f''(t)$ 의 부호를 계산하는 과정이 복잡할 수는 있지만 계산력을 측정하는 문항으로 본다면 해결가능하다고 판단된다.

[문항카드 6]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

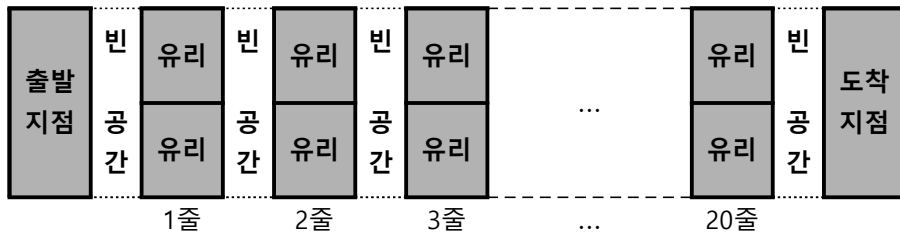
1. 일반정보

유형	☑ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	창의인재(의예과) / 문제 1-1, 1-2, 1-3	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 I, 확률과 통계, 미적분
	핵심개념 및 용어	등차수열, 이항분포, 부정적분과 정적분
예상 소요 시간	35분/전체60분	

2. 문항 및 제시문

【문제 1】 아래의 제시문을 읽고 문항별로 풀이와 함께 답하시오.(35점)

(가) 징검다리 건너기 게임은 모든 참가자가 출발지점에서 시작하여 정해진 순서대로 징검다리를 건너서 도착지점까지 가는 게임이다.



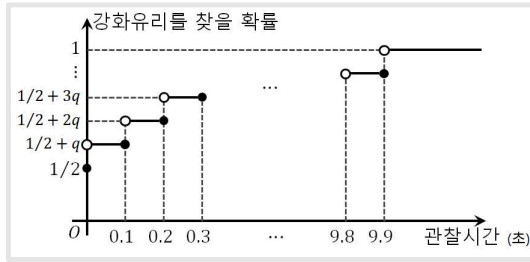
- (나) 위 그림과 같이 징검다리는 빈 공간을 사이에 둔 20줄, 2칸짜리 유리발판으로 만들어졌으며, 출발지점 및 도착지점과 유리발판 사이에도 빈 공간이 있다. 한 줄의 유리발판은 강화유리와 일반유리가 임의로 하나씩 총 2칸으로 이루어져 있다.
- (다) 참가자는 정해진 순서대로 빈 공간을 뛰어 넘어서 다음 줄의 유리발판 2칸 중 한 곳으로 점프하여 이동한다. 이 때, 참가자는 한 번에 한 개의 빈 공간만 뛰어 넘을 수 있으며, 참가자들은 다음 줄의 2칸의 유리발판 중 어느 것이 강화유리인지 일반유리인지 모른다.
- (라) 출발지점과 도착지점은 튼튼한 바닥이어서 모든 참가자가 올라가도 무너지지 않는다. 강화유리는 한 사람이 올라가도 깨지지 않으며, 한 사람이 점프하고 착지할 때에도 깨지지 않는다. 일반유리는 한 사람만 올라가도 깨지며, 이 경우 그 사람은 탈락된다.
- (마) 한 사람이 어느 줄의 강화유리에 서 있는 경우, 그 사람의 모든 뒷사람들은 그 줄의 유리발판 중 어느 칸이 강화유리인지 안다. 또한, 한 사람이 어느 줄의 일반유리로 건너뛰어 일반유리가 깨지는 경우, 그 줄에는 강화유리만 남게 되어 그 사람의 모든 뒷사람들은 그 줄의 유리발판 중 어느 것이 강화유리인지 알게 된다.
- (바) 단순한 점프 실패, 어느 칸이 강화유리인지 알면서도 실수로 일반유리 밟기, 참가자들간 불화 등 다른 변수를 제외하고 모든 참가자가 규칙을 지키며 정해진 순서대로 게임을

진행한다.

(사) 이 게임의 참가자 수는 18명이고, 징검다리 줄의 수가 20줄이다.

[문제 1-1] 강화유리와 일반유리를 구분하여 강화유리를 찾을 확률이 $3/4$ 이라고 할 때, 마지막 참가자가 생존할 확률은 $1 - \frac{a}{2^{40}}$ 이다. 이 때, 상수 a 의 값을 구하시오. (10점)

[문제 1-2] 전체 다리를 건너는 제한시간이 112초로 주어졌고 한 줄의 징검다리를 건너 뛰는 데 걸리는 시간이 2초이다. 출발한 참가자들은 동시에 유리를 관찰하여 쪽 그래프와 같이 간이가 0.1초 증가할 수이다. 전체 참가자로 탈락하였을 때,



14, 15, 16번째 사람만 생존할 확률이 $\frac{2^{b_1} \cdot 3^{b_2} \cdot 5^{b_3} \cdot 7^{b_4} \cdot 11^{b_5} \cdot 13^{b_6} \cdot 17^{b_7} \cdot 19^{b_8}}{10^{20}}$ 이다. 이 때,

$b_1 - \sum_{j=2}^8 b_j$ 의 값을 구하시오. (단, 게임이 진행되는 중 유리를 관찰하는 시간은 바뀌지 않으며, b_i 는 음이 아닌 정수이다. ($i = 1, 2, \dots, 8$)) (15점)

[문제 1-3] 징검다리 건너기 게임 참가자가 강화유리와 일반유리를 구분할 확률은 유리를 관찰하는 시간 $t \geq 0$ 에 따라 달라지는 연속 함수 $f(t)$ 이다. 이 때, 다음 조건을 만족시키는 $f(t)$ 를 구하시오. (10점)

- (가) 참가자가 고민없이 0초만에 강화유리와 일반유리를 구분할 확률은 $1/2$ 이다.
 (나) $f(t) = 1$ 을 만족시키는 t 값 중 가장 작은 값을 t^* 라고 하자.
 (다) $x \leq t^*$ 와 어떤 상수 a 에 대해서 $\int_a^x f(t)dt = -\frac{\sin x + \cos x}{2}e^x + f(x)$ 가 성립한다.
 (라) $x > t^*$ 에 대해서 $f(x) = 1$ 이다.

3. 출제 의도

이항급수에 대한 이해도 및 등차수열과 적분에 대한 지식과 그 응용력을 측정하고자 하였다.

4. 출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호[별책8] "수학과 교육과정"
	수학 I Ⅲ.수열 1.등차수열과 등비수열 확률과통계 Ⅲ.통계 1.확률분포 미적분 Ⅲ.적분법 1.여러가지 적분법
성취기준	[12수학 I 03-02] 등차수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다. [12확통03-03] 이항분포의 뜻을 알고, 평균과 표준편차를 구할 수 있다. [12미적03-03] 여러 가지 함수의 부정적분과 정적분을 구할 수 있다.

2. 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	이준열	천재교육	2020	124-129
	확률과 통계	배종숙	금성출판사	2020	107-111
	미적분	황선옥	미래엔	2020	151-154

5. 문항 해설

(문제 1-1) 이항급수로부터 i 번째 사람이 생존할 확률을 구하고 이항급수의 성질을 이용하여 확률을 계산한다.

(문제 1-2) 등차수열을 이용하여 상수 q 값을 구하고, q 값과 17번째 사람이 시간 초과로 탈락하게 되는 시간으로부터 강화유리를 찾을 확률 p 를 구한다. 상수 p 값과 이항급수로부터 13번째 사람이 탈락하고 14번째 사람이 생존할 확률을 구하고 이항급수의 성질을 이용하여 확률을 계산한다.

(문제 1-3) 주어진 식을 미분하여 $f(x)-f'(x)$ 의 조건을 찾고, $g(x)=e^{-x}f(x)$ 을 미분하여 얻은 식과 $f(x)-f'(x)$ 의 조건으로부터 $f(x)$ 의 부정적분을 구한다. 마지막으로 $f(0)=1/2$ 을 대입하여 적분상수를 구하여 함수 $f(t)$ 를 구한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1-1	(상) 문제해결 방향과 계산이 명확하고 옳게 답을 구한 경우 (중상) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 사소한 실수가 있는 경우 (중하) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 중요한 실수가 있거나 계산을 끝까지 마치지 못한 경우 (하) 잘못된 방향설정으로 답을 구하지 못한 경우	10
1-2	(상) 문제해결 방향과 계산이 명확하고 옳게 답을 구한 경우 (중상) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 사소한 실수가 있는 경우 (중하) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 중요한 실수가 있거나 계산을 끝까지 마치지 못한 경우 (하) 잘못된 방향설정으로 답을 구하지 못한 경우	15
1-3	(상) 문제해결 방향과 계산이 명확하고 옳게 답을 구한 경우 (중상) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 사소한 실수가 있는 경우 (중하) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 중요한 실수가 있거나 계산을 끝까지 마치지 못한 경우 (하) 잘못된 방향설정으로 답을 구하지 못한 경우	10

7. 예시 답안

(문제 1-1) 건너야 할 유리줄의 개수를 m , 강화유리를 찾을 확률을 p 라고 하면, 1번째 사람이 생존할 확률은 p^m 이다. 2번째 사람이 생존할 확률은 $p^m + {}_m C_1 p^{m-1} (1-p)^1$ 이다. 3번째 사람이 생존할 확률은 $p^m + {}_m C_1 p^{m-1} (1-p)^1 + {}_m C_2 p^{m-2} (1-p)^2$ 이다. 이를 통해 i 번째 사람이 생존할 확률 $\sum_{r=0}^{i-1} {}_m C_r p^{m-r} (1-p)^r$ 를 구한다. 따라서, 20개의 징검다리에서 마지막 참가자인 18번째 사람이 생존할 확률은

$$\sum_{r=0}^{17} {}_{20} C_r (3/4)^{20-r} (1/4)^r$$

이고 이를 계산하면

$$\begin{aligned} \sum_{r=0}^{17} {}_{20} C_r (3/4)^{20-r} (1/4)^r &= 1 - (1/4^{20}) \sum_{r=18}^{20} {}_{20} C_r 3^{20-r} \\ &= 1 - ({}_{20} C_2 3^2 + {}_{20} C_1 3^1 + {}_{20} C_0 3^0) / 4^{20} \\ &= 1 - \frac{1771}{2^{40}} \end{aligned}$$

이다. 그러므로 정답은 1771이다.

(문제 1-2) 먼저 그래프를 통해 q 값을 구하자. 관찰 시간이 0.1초 늘어날 때마다 강화유리를 찾을 확률이 q 만큼 증가하므로 관찰시간이 9.9초보다 클때 강화유리를 찾을 확률은 $1/2 + 100q = 1$ 이다. 따라서 $q = 1/200$ 이다.

i 번째 사람이 목적지에 도달하는 시간을 T_i , 한 줄의 징검다리를 건너 뛰는데 걸리는 시간을 k

초라고 하자. 그러면, T_i 는 m 개의 유리줄을 관찰하는 시간 mt , i 번째 사람이 m 개의 징검다리를 건너 도착지에 도착하는데 걸리는 시간 $(m+1)k$, 그리고 i 번째 사람의 앞 사람들 $i-1$ 명이 징검다리를 건너는데 필요한 시간 $(i-1)k$ 의 합이다. 즉,

$$T_i = mt + (m+1)k + (i-1)k$$

전체 참가자 중 17번째 사람이 시간 초과로 탈락하였고 16번째 사람은 통과하였으므로

$T_{16} \leq 112$, $T_{17} > 112$ 이다. t 의 범위는 $1.9 < t \leq 2$ 이다. 이 범위의 시간에서 강화유리를 찾을 확률은 $1/2 + 20q = 1/2 + 20/200 = 0.6$ 이다.

17번째 사람이 시간 초과로 탈락하는 경우에 강화유리를 찾을 확률 $p=0.6$ 을 사용하자. 14, 15, 16번째 사람이 생존할 확률은 13번째 사람이 탈락하고 14번째 사람이 생존할 확률을 계산하면 된다. 13번째 사람이 탈락하고 14번째 사람이 생존할 확률은 20개의 강화유리 중 13개는 구분하기에 실패하고 나머지 7개는 성공해야하는 확률이므로 그 값은 ${}_{20}C_{13}0.6^7 0.4^{13}$ 이다. 이를 계산하면 아래와 같다.

$${}_{20}C_{13}0.6^7 0.4^{13} = \frac{2^{37} \cdot 3^8 \cdot 5^1 \cdot 17^1 \cdot 19^1}{10^{20}}$$

그러므로 $b_1=37$, $b_2=8$, $b_3=1$, $b_4=b_5=b_6=0$, $b_7=1$, $b_8=1$ 이다. 따라서 답은 26 ($=37-8-1-1-1$)이다.

(문제 1-3) 주어진 조건 (다)에 있는 식 $\int_a^x f(t)dt = -\frac{\sin x + \cos x}{2}e^x + f(x)$ 을 미분하면

$$f(x) = -\frac{\cos x - \sin x}{2}e^x - \frac{\sin x + \cos x}{2}e^x + f'(x) = -e^x \cos x + f'(x)$$

$$\Rightarrow f(x) - f'(x) = -e^x \cos x \Rightarrow e^{-x}(f(x) - f'(x)) = -\cos x$$

여기에서 $g(x) = e^{-x}f(x)$ 라고 하자. 그리고 $g(x)$ 를 미분하면,

$$g'(x) = -e^{-x}f(x) + e^{-x}f'(x) = -e^{-x}(f(x) - f'(x)) = \cos x$$

이므로 $g(x) = \sin x + C$, C 는 적분상수이다. 따라서 $f(x)$ 를 아래와 같이 구할 수 있다.

$$f(x) = e^x(\sin x + C)$$

적분상수 C 를 정하기 위해 주어진 조건 (가)를 사용하자. 조건 (가)에 의해서 $f(0) = 1/2$ 이다. 따라서, $f(0) = 1 \cdot (0 + C) = 1/2$ 이므로 $C = 1/2$ 이다.

위의 계산 결과와 주어진 조건 (나)와 (라)에 의해서 함수 $f(t)$ 는 다음과 같다.

$$f(t) = \begin{cases} e^t(\sin t + 1/2), & t \leq t^* \text{인 경우} \\ 1, & t > t^* \text{인 경우} \end{cases}$$

■ 논술우수자 전형(창의인재-의예과) 수학문제1에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A/B교사)

(문제 1-1)

이항정리를 이해하고, 이항분포로 확률을 해석하는 문제이다. Σ 를 이용하여 문제의 조건에 맞는 식을 세우고, Σ 의 성질을 이용하여 세부계산을 마무리한다면 충분히 풀 수 있는 문항이다. 수학 I, 확률과통계의 교육과정을 기반으로 출제되었고, 적절한 수준의 난이도를 갖추고 있어 사고력을 갖춘 학생이라면 해결할 수 있다.

(문제 1-2)

등차수열의 일반항을 이용하여 미지수 q 를 먼저 구하는 문제이다. 수열의 일반항으로 T_i 를 유도하고, 부등식을 만든 후, t 값을 구하여 강화유리를 찾을 확률을 구할 수 있다. 이항정리의 일반항 개념을 적용하여 정답을 구하는 풀이과정을 마무리할 수 있다. 이해력과 문제해결력을 요구하는 문항으로 수학 I, 확률의 교육과정을 잘 이해한 학생이라면 해결할 수 있다.

(문제 1-3)

미분과 적분에 관한 다양한 개념을 모두 이해하고 있는지를 평가할 수 있는 문항이다. 곱의 미분, 지수함수의 미분, 삼각함수의 미분을 이용하여 조건식을 미분하고, 부분적분과 부정적분을 통해 $p(x)$ 를 구하는 과정이 필요하다. 삼각함수의 적분, 적분상수 c 를 이해해야 정확한 $p(x)$ 를 찾을 수 있고, t 의 범위에 따라 함수식을 정리하는 마무리 과정을 통해 정답을 구할 수 있다. 수학II, 미적분의 교육과정을 기반으로 출제되었고, 정확한 이해력과 계산을 요구하는 변별력을 갖춘 문항이다.

2. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사)

(문제 1-1)

강화유리를 찾을 확률을 정하고 각각의 사람들이 생존할 확률에 대하여 이항정리를 이해하고 이항분포로 확률을 해석하는 문제로 Σ 를 이용하여 문제의 조건에 맞는 식을 세워 이항정리의 성질을 활용한다면 충분히 해결할 수 있는 문제로 고등학교 정규교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 적절한 수준의 문제라고 판단된다.

(문제 1-2)

등차수열의 일반항을 이용하여 미지수 q 의 값을 찾고, i 번째 사람이 목적지에 도달하는 시간을 T_i 라 놓고 수열의 일반항으로 T_i 를 유도하고 부등식을 활용하여 강화유리를 찾을 확률을 찾고 문제 조건에 맞는 상황을 이해하고 이를 논리적으로 해석할 수 있다면 충분히 해결 가능하므로 고등학교 정규교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 적절한 수준의 문제라고 판단된다.

(문제 1-3)

미분과 적분의 다양한 개념을 모두 이해하고 적용해야만 하는 문제로 상황에 맞는 적분법과 부정적분을 활용할 수 있다면 충분히 해결가능한 문제로 고등학교 정규교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 적절한 수준의 문제라고 판단된다.

[문항카드 7]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의예과(수학) / 문제 2-1, 2-2, 2-3	
출제 범위	교육과정 과목명	수학 I, 수학 II, 미적분
	핵심개념 및 용어	삼각함수, 미분계수, 부분적분법
예상 소요 시간	25분/60분	

2. 문항 및 제시문

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 문항별로 풀이와 함께 답하시오.(25점)

(가) 함수 $f(x)$ 의 정의역은 $\{x \mid x \geq 0\}$ 이고, 아래와 같이 $f(x)$ 를 정의한다.

$$f(x) = \cos(\pi x)$$

(나) 함수 $h(x)$ 의 정의역은 $\{x \mid 0 \leq x \leq 1\}$ 이고, 다음 집합 S 의 원소의 개수로 $h(x)$ 를 정의한다.

$$S = \left\{ y \mid f'(x) = \frac{f(x) - f(y)}{x - y}, y \text{는 } x \text{보다 큰 실수} \right\}$$

【문제 2-1】 $\lim_{x \rightarrow a^-} h(x) \neq h(a)$ 이고 $\lim_{x \rightarrow a^+} h(x) = h(a)$ 인 상수 a 의 값을 모두 구하시오. (10점)

【문제 2-2】 $0 \leq x \leq 1$ 에 대해서 $h(x) = 0$ 인 x 의 범위가 $[u, v]$ 일 때, $[u, v]$ 에서 정의된 함수

$$p(x) = ke^x f(x) \text{가 확률밀도함수가 되도록 하는 상수 } k \text{의 값을 구하시오. (5점)}$$

【문제 2-3】 실수 b 에 대하여, b 가 $h(b) = 8$ 를 만족시킬 때, $b\pi + \cot(b\pi)$ 의 값을 구하시오. (10점)

3. 출제 의도

미분계수와 평균변화율의 관계에 대한 이해도 및 코사인함수의 그래프에 대한 지식과 그 응용력을 측정하고자 하였으며 확률밀도함수의 정의와 부분적분법을 활용 능력을 측정하고자 하였다.

4. 출제 근거

1. 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호[별책8] “수학과 교육과정” 수학 I Ⅱ.수열 1.삼각함수의 뜻과 그래프 수학Ⅱ Ⅱ.미분 1.미분계수와 도함수 미적분 Ⅲ.적분법 1.여러가지 적분법
성취기준	[12수학 I 02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다. [12수학Ⅱ 02-01] 미분계수의 뜻을 알고, 그 값을 구할 수 있다. [12미적03-02] 부분적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

2. 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	이준열	천재교육	2020	82-92
	수학Ⅱ	이준열	천재교육	2020	53-58
	미적분	황선욱	미래엔	2020	151-154

5. 문항 해설

(문제 2-1) $h(x)$ 는 점 $(x, f(x))$ 에서 함수 $f(x)$ 에 접하는 직선이 함수 $f(x)$ 와 만나는 점의 개수이다. $x=0$ 인 경우 $h(x)$ 는 무한대, $0 < x < 1/2$ 인 경우 $h(x)$ 는 유한한 값, $x=1/2$ 인 경우 $h(1/2)=0$, $x=1$ 인 경우 $h(1)=0$ 이다. 특별히 $0 < x < 1/2$ 인 경우에 접선이 $(x, f(x))$ 이외의 점에서 $f(x)$ 와 접하는 경우 전체 만나는 점의 개수는 짝수개이며 접선이 $(x, f(x))$ 이외의 점에서 $f(x)$ 와 접하지 않는 경우 전체 만나는 점의 개수는 홀수개이다. 이를 종합하여 그래프로 나타내면 좌극한이 불연속이며 우극한이 연속인 점은 $1/2$ 이 유일하다.

(문제 2-2) $h(x)$ 의 그래프로부터 $h(x)=0$ 인 x 의 범위는 $[1/2, 1]$ 이다. 구간 $[1/2, 1]$ 에서 $p(x)$ 가 확률밀도함수이므로 구간 $[1/2, 1]$ 에서 $p(x) = ke^x f(x)$ 를 적분한 값이 1이어야 한다. 부분적분을 두 번 적용하여 k 값을 구한다.

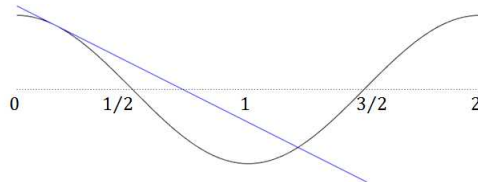
(문제 2-3) $h(b)=8$ 이므로 점 $(b, f(b))$ 에서의 접선이 $(b, f(b))$ 이외의 점 $(c, f(c))$ 에서 $f(x)$ 와 접한다. 이 경우 코사인 함수 $f(x) = \cos(\pi x)$ 와 접선의 그래프로부터 $f'(b) = f'(c)$, $c = 9 - b$ 이고, 두 점 $(b, f(b))$, $(c, f(c))$ 사이의 평균변화율과 점 $(b, f(b))$ 에서의 순간변화율이 같다는 식을 계산하여 $b\pi + \cot(b\pi) = 9\pi/2$ 를 구한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
2-1	(상) 문제해결 방향과 계산이 명확하고 옳게 답을 구한 경우 (중상) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 사소한 실수가 있는 경우 (중하) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 중요한 실수가 있거나 계산을 끝까지 마치지 못한 경우 (하) 잘못된 방향설정으로 답을 구하지 못한 경우	10
2-2	(상) 문제해결 방향과 계산이 명확하고 옳게 답을 구한 경우 (중상) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 사소한 실수가 있는 경우 (중하) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 중요한 실수가 있거나 계산을 끝까지 마치지 못한 경우 (하) 잘못된 방향설정으로 답을 구하지 못한 경우	5
2-3	(상) 문제해결 방향과 계산이 명확하고 옳게 답을 구한 경우 (중상) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 사소한 실수가 있는 경우 (중하) 문제해결 방향을 맞게 설정했지만 계산에 중요한 실수가 있거나 계산을 끝까지 마치지 못한 경우 (하) 잘못된 방향설정으로 답을 구하지 못한 경우	10

7. 예시 답안

(문제 2-1) 제시문 (나)에 의해서 $h(x)$ 는 점 $(x, f(x))$ 에서 함수 $f(x)$ 에 접하는 직선이 함수 $f(x)$ 와 만나는 점의 개수이다.



$x=0$ 인 경우, 접선은 x 축에 평행하며 함수 $f(x)$ 와 무수히 많은 점 ($x=2, 4, 6, \dots$)에서 만난다. x 의 값이 점점 커지며 $1/2$ 에 가까워질수록 접선의 기울기는 점점 작아지며 (기울기는 음수) 함수 $f(x)$ 와 만나는 점의 개수도 점점 작아진다.

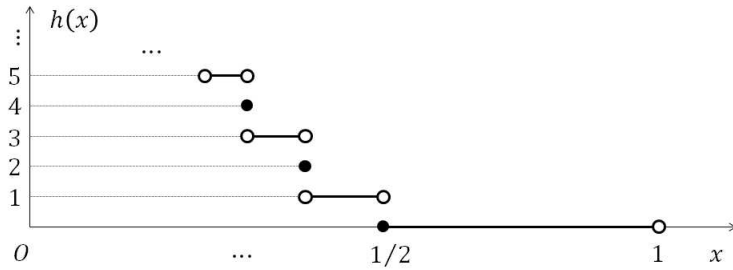
$0 < x < 1/2$ 인 경우, 접선은 함수 $f(x)$ 와 유한개의 점에서 만난다. 여기에서 접선이 $(x, f(x))$ 이외의 점에서 $f(x)$ 와 접하는 경우 전체 만나는 점의 개수는 짝수개이며 접선이 $(x, f(x))$ 이외의 점에서 $f(x)$ 와 접하지 않는 경우 전체 만나는 점의 개수는 홀수개이다.

$x=1/2$ 인 경우를 보면, 점 $(1/2, 0)$ 에서 함수 $f(x)$ 에 접하는 직선은 함수 $f(x)$ 와 접점 외에 만나는 점이 없다. 그러므로 $h(1/2)=0$ 이다.

$x=1$ 인 경우, 접선은 x 축에 평행하며 함수 $f(x)$ 와 무수히 많은 점 ($x=3, 5, 7, \dots$)에서 만난다. x 의 값이 점점 작아지며 $1/2$ 에 가까워지는 경우, 접선의 기울기는 점점 작아지며 (기울기는

음수) 함수 $f(x)$ 와 만나는 점의 개수는 0개이다.

그러므로 $h(x)$ 를 그래프로 나타내면 아래와 같다.



좌극한이 불연속이며 우극한이 연속인 점은 $1/2$ 이 유일하다.

(문제 2-2) 함수 $h(x)$ 의 그래프로부터 $h(x)=0$ 인 x 의 범위 $[1/2, 1]$ 를 구한다. 구간 $[1/2, 1]$ 에서 $p(x)=ke^x f(x)$ 가 확률밀도함수가 되기 위해서 다음을 만족해야한다.

$$\int_{1/2}^1 ke^x \cos(\pi x) dx = 1$$

부분적분을 사용하여 $I = \int_{1/2}^1 e^x \cos(\pi x) dx$ 을 적분하면

$$\begin{aligned} I &= \int_{1/2}^1 e^x \cos(\pi x) dx = [e^x \cos(\pi x)]_{1/2}^1 - \int_{1/2}^1 (-\pi) e^x \sin(\pi x) dx \\ &= (-e) + \pi \left([e^x \sin(\pi x)]_{1/2}^1 - \int_{1/2}^1 \pi e^x \cos(\pi x) dx \right) \\ &= -e - \pi \sqrt{e} - \pi^2 \int_{1/2}^1 e^x \cos(\pi x) dx = -e - \pi \sqrt{e} - \pi^2 I \end{aligned}$$

그러므로 $I = -\frac{e + \pi \sqrt{e}}{1 + \pi^2}$ 이고, 문제의 조건 $\int_{1/2}^1 e^x \cos(\pi x) dx = \frac{1}{k}$ 에 의해서 $k = -\frac{1 + \pi^2}{e + \pi \sqrt{e}}$ 이다.

(문제 2-3) b 가 $h(b)=8$ 를 만족시키므로 점 $(b, f(b))$ 에서의 접선이 $(b, f(b))$ 이외의 점 $(c, f(c))$ 에서 $f(x)$ 와 접한다. ($c > b$) 이 경우 코사인 함수 $f(x) = \cos(\pi x)$ 와 접선의 그래프로부터 $f'(b) = f'(c)$, $c = 9 - b$ 임을 알 수 있다.

두 점 $(b, f(b))$, $(c, f(c))$ 사이의 평균변화율과 점 $(b, f(b))$ 에서의 순간변화율이 같으므로

$$\frac{\cos(b\pi) - \cos(c\pi)}{b - c} = -\pi \sin(b\pi)$$

이고, $\cos(c\pi) = -\cos(b\pi)$ 와 $c = 9 - b$ 를 대입하면

$$\begin{aligned} \frac{2\cos(b\pi)}{2b - 9} &= -\pi \sin(b\pi) \Rightarrow \frac{\cos(b\pi)}{\sin(b\pi)} = -\pi \frac{2b - 9}{2} \\ \Rightarrow \cot(b\pi) &= -\pi(b - 9/2) \Rightarrow b\pi + \cot(b\pi) = 9\pi/2 \end{aligned}$$

■ 논술우수자 전형(창의인재-의예과) 수학문제2에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A/B교사)

(문제 2-1)

$f(x)$ 의 그래프 개형을 구하기 위해 삼각함수의 그래프와 주기를 알아야 풀이를 시작할 수 있다. $h(x)$ 가 평균변화율과 순간변화율이 일치하는 점의 개수라는 것의 해석을 요구한다. 접선의 기울기가 변화되는 과정에서 $h(x)$ 값이 어떻게 변화되는지 찾는 과정을 요구한다. $h(x)$ 의 그래프를 구하기 위해 연속함수의 개념을 이해해야 하고, 좌극한, 우극한을 이용하여 문제의 조건을 해석하여 답을 찾는 마무리 과정이 필요하다. 수학 I, 수학 II의 교육과정을 기반으로 출제되었고, 삼각함수, 미분계수, 함수의 연속과 극한에 대해 모두 알고 있어야 해결할 수 있는 난이도를 갖추고 있다.

(문제 2-2)

2-1에서 $h(x)$ 의 그래프를 정확히 구했다면 적분구간 $[\frac{1}{2}, 1]$ 을 찾아내어 풀이를 시작할 수 있다. 확률밀도함수의 개념과 성질을 정확히 이해해야 최초 식을 세울 수 있다. 지수함수, 삼각함수의 미적분을 기본적으로 알고 있어야 하며, 적분값을 I 로 치환할 줄 알고, 부분적분법을 사용할 수 있어야 한다. 미적분, 확률과 통계의 교육과정을 기반으로 출제되었고, 적분에 관한 개념을 정확히 이해하고 있는지 평가할 수 있는 문항이다.

(문제 2-3)

2-1에서 구한 $h(x)$ 값의 변화를 이해해야 풀이를 시작할 수 있다. 코사인함수의 그래프개형과 규칙성을 알고 있어야 두 점점의 x 값 b, c 의 관계식이 $c = 9 - b$ 임을 찾아낼 수 있고, 이 식을 구하기 위해 높은 이해력과 해석력을 요구한다. 수학 I, 수학 II, 미적분의 교육과정을 기반으로 출제되었고, 삼각함수의 특징에 관해 깊이 있게 이해하고 있는지를 평가할 수 있는 문항이다.

2. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사)

(문제 2-1)

함수 $f(x)$ 의 그래프의 개형과 함수 $h(x)$ 가 평균변화율과 순간변화율이 일치하는 점의 개수라는 것을 해석할 것을 요구하고 있다. 그리고 $h(x)$ 의 그래프를 구하기 위하여 연속함수의 성질과 극한의 개념을 활용하여 구간에 따른 점의 개수를 찾아 그래프를 구하는 문제로 논리적인 추론이 요구되지만 충분히 해결가능한 수준의 문제로 고등학교 정규교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 적절한 수준의 문제라고 판단된다.

(문제 2-2)

2-1의 문제를 활용하여 $h(x) = 0$ 인 x 의 범위가 $[\frac{1}{2}, 1]$ 임을 찾을 수 있다면 확률밀도함수의 개념과 성질을 활용하여 문제에서 요구하는 식을 정확하게 구할 수 있을 것이다. 지수함수와 삼각함수의 곱으로 이루어진 함수의 적분은 적분값을 I 로 치환하여 두 번 부분적분을 해야만 구할 수 있다는 점만 유의한다면 충분히 해결 가능한 문제이므로 고등학교 정규교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 적절한 수준의 문제라고 판단된다.

(문제 2-3)

2-1에서 구한 함수 $h(x)$ 의 그래프의 변화와 코사인함수의 그래프의 개형과 규칙성을 통하여 두 점점의 x 의 값 b, c 의 관계식이 $c = 9 - b$ 임을 파악해야 하는 높은 이해력과 논리력을 요구하는 난이도가 조금 있는 문제이지만 고등학교 정규교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 적절한 수준의 문제라고 판단된다.

[문항카드 8]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의예과(물리학)/1-1, 1-2, 2-1, 2-2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학
	핵심개념 및 용어	뉴턴 운동 제2법칙, 운동량 보존, 역학적 에너지 보존, 구심력, 에너지 준위, 에너지띠, 전기 전도성
예상 소요 시간	60분	

2. 문항 및 제시문

【문제 1】 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(30점)

가) 물체에 힘이 작용하면 알짜힘의 방향으로 그 물체가 가속된다. 그 가속도 a 는 물체에 작용하는 알짜힘 F 에 비례하고 질량 m 에 반비례한다. 이를 수식으로 나타내면 $F=ma$ 이다. 이것을 뉴턴 운동 제2법칙이라고 한다.

(나) 운동하는 물체의 질량(m)과 속도(v)에 비례하는 물리량을 운동량(p)이라 하고, 물체의 질량과 속도의 곱($p=mv$)으로 나타낸다. 여러 물체 사이에 다양한 상호작용이 발생해도 외력이 작용하지 않으면 운동량의 합은 항상 보존이 되며 이것을 운동량 보존 법칙이라고 한다.

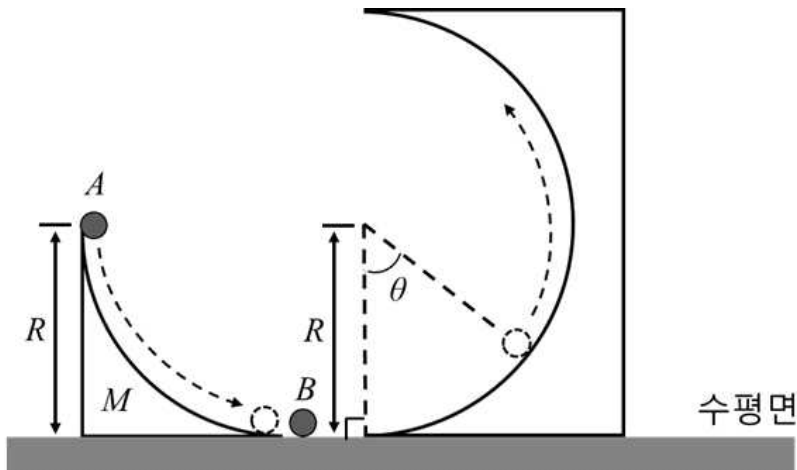
(다) 에너지는 일을 할 수 있는 능력을 의미하며 운동 에너지, 퍼텐셜 에너지, 열에너지 등 다양한 형태로 자연계에 존재한다. 물체가 운동함으로써 운동 에너지를 가지며, 물체의 위치가 달라짐으로써 퍼텐셜 에너지가 달라진다. 역학적 에너지는 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합으로 정의된다. 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지는 운동하는 동안 서로 전환된다. 그러나 마찰이나 공기 저항을 받지 않는다면 그 합, 즉 역학적 에너지는 늘 일정하다. 이것을 역학적 에너지 보존 법칙이라고 한다.

(라) 물체가 원운동을 할 때 원의 중심방향으로 구심 가속도가 생긴다. 원운동을 하고 있는 물체에 작용하는 원의 중심을 향한 이 힘을 구심력이라고 부른다. 뉴턴 운동 제2법칙에 따르면, 가속도는 물체에 가해지는 힘과 같은 방향으로 작용한다. 따라서 구심력의 방향은 구심 가속도의 방향과 같고, 구심력의 크기 F 는 뉴턴 운동 제2법칙에 따라 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$F=m\frac{v^2}{r}, \quad (m \text{ 은 원운동 하는 물체의 질량, } r \text{ 은 원운동의 반지름, } v \text{ 는 속도})$$

※ 아래 문제에서 중력가속도는 g 이고, 공기의 저항과 모든 마찰은 무시한다. 물체 A와 B는 회전하지 않으며 크기는 무시한다. 또한 모든 충돌 전/후 운동 에너지는 보존된다.

[문제 1-1] <그림 1>과 같이 정지해 있던 질량이 m 인 물체 A가 중력에 의해 반지름이 R 인 구형 면을 따라 미끄러져 내려와, 수평면에 정지해 있는 물체 B와 정면으로 충돌한다. 그 이후 물체 B가 다시 반지름 R 인 구형 면을 따라 올라갈 때, θ 가 180° 가 되는 곳까지 올라가기 위한 B의 질량의 범위를 구하라. (단, 구형인 면을 가지는 두 물체는 수평면에 고정되어 있다.) (15점)



<그림 1>

[문제 1-2] <그림 1>에서 질량이 M 인 구형인 면을 가지는 물체는 수평면과 마찰이 없이 자유롭게 움직일 수 있다. 정지해 있던 질량이 m 인 물체 A가 중력에 의해 질량이 M 이고 반지름이 R 인 구형 면을 따라 미끄러져 내려와, 수평면에 정지해 있는 물체 B와 정면으로 충돌한다. 그 후 B가 반지름 R 인 구형 면을 따라 올라갈 때, θ 가 180° 가 되는 곳까지 올라가기 위한 질량 M 의 범위를 구하라. (단, 오른쪽 구형인 면을 가지는 물체는 수평면에 고정되어 있다.) (15점)

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(10점)

(가) 1918년 보어는 원자의 선 스펙트럼 현상을 설명하기 위해 새로운 원자 모형을 제시하였다. 보어가 제시한 원자 모형은 원자의 중심부에는 원자핵이 있고 그 주위를 전자가 궤도 운동 하는 것이다. 단, 전자는 원자핵 주위의 아무 곳이나 존재하는 것이 아니라, 특정한 에너지 상태를 가진 궤도에만 존재한다. 이 모형에 따르면 원자 내의 전자는 특정한 조건을 만족시키는 궤도만 허용되고, 이 궤도를 따라 운동할 때에는 전자기파를 방출하지 않으며, 전자가 한 궤도에서 다른 궤도로 옮길 때에만 그 차이에 해당하는 에너지를 광자로 방출하거나 흡수한다. 이처럼 전자는 불연속적인 에너지만을 가질 수 있는데 이를 전자의 에너지가 양자화되었다고 하며, 이때의 에너지 상태를 **에너지 준위**라고 한다.

(나) 고체는 이루고 있는 물질에 따라 전기가 잘 흐르는 것도 있고 잘 흐르지 못하는 것도 있다. 전류가 잘 통하는 정도인 전기 전도성에 따라 도체, 절연체, 반도체로 나눈다. 이처럼 고체 물질들이 다른 전기적 특성을 띠는 까닭을 에너지띠 구조로 설명할 수 있다.

(다) 고체 내의 전자들은 에너지띠가 있는 영역의 에너지 준위에만 존재할 수 있으며, 에너지띠가 없는 영역에서는 존재할 수 없다. 이처럼 전자가 존재할 수 없는 영역을 띠 간격이라고 한다. 물질마다 이러한 띠 간격이 다르게 나타나며, 이 차이에 따라 물질의 전기 전도성이 달라진다. 원자 내부의 전자들은 허용된 띠의 에너지가 낮은 준위부터 채워져 나간다. 전자가 채워져 있는 에너지띠 중에서 원자핵과 가장 멀리 떨어져 원자의 가장 바깥쪽에 해당하는 에너지띠를 원자가 띠라고 하고, 원자가 띠 위에 비어 있는 에너지띠를 전도띠라고 한다.

【문제 2-1】 기체 원자의 에너지 준위와 고체 원자의 에너지 준위 분포가 어떻게 다른지 서술하고, 그 이유를 구체적으로 설명하시오. **(4점)**

【문제 2-2】 도체, 절연체, 반도체의 에너지띠 구조를 각 영역의 용어를 포함하여 그리고, 이를 이용하여 각각 물질의 전기 전도성을 설명하시오. **(6점)**

3. 출제 의도

문제 1. 뉴턴 운동 제2법칙을 이용하여 속도, 가속도, 구심력을 구하여 물체의 운동을 해석하는 문제이다. 역학적 에너지 보존 법칙, 운동량 보존 법칙을 이해하고 물체가 충돌 후 속도를 계산할 수 있는지 평가하는 문제이다.

문제 2. 기체 원자의 에너지 준위와 고체 원자의 에너지 준위 차이에 대해 이해하고, 에너지띠 이론으로 고체들의 전기 전도성 차이를 설명할 수 있는지 평가하는 문제이다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호[별책 9] “과학과 교육과정”	
관련 성취기준 (제시문)	문제 1	[12물리Ⅰ01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다. [12물리Ⅰ01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다. [12물리Ⅰ01-06] 직선상에서 운동하는 물체의 역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다. [12물리Ⅱ01-05] 구심력을 이용하여 등속 원운동을 설명할 수 있다.
	문제 2	[12물리Ⅰ02-01] 전자가 원자에 속박되어 있음을 전기력을 이용하여 정성적으로 설명할 수 있다. [12물리Ⅰ02-02] 원자 내의 전자는 불연속적 에너지 준위를 가지고 있음을 스펙트럼 관찰을 통하여 설명할 수 있다. [12물리Ⅰ02-03] 고체의 에너지띠 이론으로 도체, 반도체, 절연체 등의 차이를 구분하고, 여러 가지 고체의 전기 전도성을 비교하는 탐구를 수행할 수 있다.
관련 성취기준 (하위문항)	문제 1-1	[12물리Ⅰ01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다. [12물리Ⅰ01-06] 직선상에서 운동하는 물체의 역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다. [12물리Ⅱ01-05] 구심력을 이용하여 등속 원운동을 설명할 수 있다.
	문제 1-2	[12물리Ⅰ01-04] 물체의 1차원 충돌에서 충돌 전후의 운동량 보존을 이용하여 속력의 변화를 정량적으로 예측할 수 있다. [12물리Ⅰ01-06] 직선상에서 운동하는 물체의 역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다. [12물리Ⅱ01-05] 구심력을 이용하여 등속 원운동을 설명할 수 있다.
	문제 2-1	[12물리Ⅰ02-01] 전자가 원자에 속박되어 있음을 전기력을 이용하여 정성적으로 설명할 수 있다. [12물리Ⅰ02-02] 원자 내의 전자는 불연속적 에너지 준위를 가지고 있음을 스펙트럼 관찰을 통하여 설명할 수 있다.
	문제 2-2	[12물리Ⅰ02-03] 고체의 에너지띠 이론으로 도체, 반도체, 절연체 등의 차이를 구분하고, 여러 가지 고체의 전기 전도성을 비교하는 탐구를 수행할 수 있다.

2. 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리학 I	곽영직 외3	YBM	2020	25,31-35,48-55,104-120
	물리학 I	강남화 외5	천재교육	2020	22-24,37-41,45-48,91-106
	물리학 I	송진웅 외4	동아출판	2020	18-20,28-32,39-42,87-103
	물리학 I	이상연 외4	금성출판사	2019	20-22,30-31,44-45,90-98
	물리학II	김영민 외7	(주)교학사	2020	35-39, 71
	물리학II	손정우 외5	비상	2020	32-37
	물리학II	강남화 외5	천재교육	2020	34-38
	물리학II	김성진 외6	미래엔	2020	42-45
	물리학II	김성원 외5	지학사	2020	40-44

5. 문항 해설

(문제 1-1) 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 높은 곳에서 내려온 물체의 속도를 구하고, 운동량 보존 법칙을 이용하여 충돌 후 물체의 속도를 구한다. 다시 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 높은 위치에서 속도를 구하고, 그 속도를 이용하여 구한 구심력과 중력의 크기를 비교하는 문제이다. 역학적 에너지 보존 법칙, 운동량 보존 법칙, 구심력을 이해하고 적용하는 문제이다.

(문제 1-2) 역학적 에너지 보존 법칙과 운동량 보존 법칙을 이용하여 높은 곳에서 내려온 물체의 속도를 구하고, 운동량 보존 법칙을 이용하여 충돌 후 물체의 속도를 구한다. 다시 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 높은 위치에서 속도를 구하고, 그 속도를 이용하여 구한 구심력과 중력의 크기를 비교하는 문제이다. 역학적 에너지 보존 법칙, 운동량 보존 법칙, 구심력을 이해하고 적용하는 문제이다.

(문제 2-1) 고체/기체 원자 사이의 거리를 비교하고 에너지 준위가 모여 에너지띠가 이루게 된다는 것을 이해하고 설명하는 문제이다.

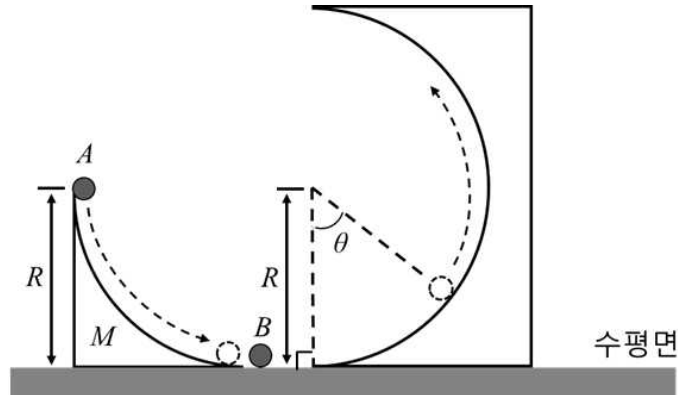
(문제 2-2) 고체(도체, 절연체, 반도체)의 에너지띠 구조를 이해하고 띠 간격에 크기에 따른 도체, 절연체, 반도체의 전도성을 설명하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1-1	역학적 에너지 보존 법칙, 운동량 보존 법칙, 구심력의 이해 여부.	15
1-2	역학적 에너지 보존 법칙, 운동량 보존 법칙, 구심력의 이해 여부.	15
2-1	기체 원자의 에너지 준위와 고체 원자의 에너지 준위 차이에 대한 이해 여부.	4
2-2	에너지띠 이론으로 고체들의 전기 전도성 차이를 설명할 수 있는지 여부.	6

7. 예시 답안 혹은 정답

(문제 1-1) [15점]



역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 수평면에서 물체 A의 속도를 구한다. (2점)

1) 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 수평면에서 질량이 m 인 물체 A의 속도 v_A 를 구한다.

$$mgR = \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$v_A = \sqrt{2gR}$$

운동량 보존 법칙과 운동 에너지 보존 법칙을 이용하여 충돌 후 물체 B의 속도 v'_B 를 구한다. (7점)

2) 운동량 보존 법칙과 운동 에너지 보존 법칙을 이용하여 수평면에서 충돌 후 물체 B의 속도 v'_B 를 구한다. 물체 B의 질량 $m_B = \alpha m$ 이라고 한다. ($\alpha > 0$)

$$mv_A = mv'_A + \alpha mv'_B \quad \text{여기서 } v'_A \text{ 는 충돌 후 A의 속도}$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv'^2_A + \frac{1}{2}\alpha mv'^2_B$$

1)에서 구한 $v_A = \sqrt{2gR}$ 와 앞에 두식을 연립해서 풀면

$$v'_B = \frac{2\sqrt{2gR}}{\alpha + 1} \text{를 구할 수 있다.}$$

역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 $\theta = 180^\circ$ 인 지점에서 물체 B의 속도의 제곱을 구한다. (3점)

3) 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 $\theta = 180^\circ$ 인 지점에서 질량이 αm 인 물체 B의 속도의 제곱 v''^2_B 를 구한다.

$$\frac{1}{2}\alpha mv'^2_B = \frac{1}{2}\alpha mv''^2_B + \alpha mg2R$$

2)에서 구한 $v'_B = \frac{2\sqrt{2gR}}{\alpha+1}$ 를 대입해서 풀면

$$v''^2_B = \frac{8gR}{(\alpha+1)^2} - 4gR \text{를 구할 수 있다.}$$

=====

$\theta = 180^\circ$ 인 지점에서 구심력과 중력을 비교하여 B의 질량 범위를 구한다. (3점)

=====

4) $\theta = 180^\circ$ 인 지점에서 구심력과 중력을 비교한다. 이 지점까지 물체 B가 올라가기 위해서는 구심력이 중력보다 크거나 같아야한다. 이를 이용하여 B의 질량 범위를 구한다.

$$\alpha m \frac{v''^2_B}{R} \geq \alpha mg, \quad \frac{v''^2_B}{R} \geq g$$

$$v''^2_B \geq gR$$

3)에서 구한 $v''^2_B = \frac{8gR}{(\alpha+1)^2} - 4gR$ 를 대입해서 풀면

$$\frac{8gR}{(\alpha+1)^2} - 4gR \geq gR, \quad \frac{8}{(\alpha+1)^2} \geq 5$$

$$\frac{8}{5} \geq (\alpha+1)^2, \quad \alpha+1 \leq \sqrt{\frac{8}{5}}, \quad \alpha \leq \sqrt{\frac{8}{5}} - 1$$

$$\therefore 0 < m_B \leq (\sqrt{\frac{8}{5}} - 1)m$$

(문제 1-2) [15점]

역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 수평면에서 물체 A의 속도를 구한다. (7점)

1) 질량 M 의 속력을 V , 질량 m 인 A가 구면을 떠날 때의 속력을 v_A 라고 하자.

$$\text{운동량 보존 : } mv_A = MV \Rightarrow V = \frac{m}{M} v_A$$

$$\text{역학적 에너지 보존 : } \frac{1}{2}MV^2 + \frac{1}{2}mv_A^2 = mgR$$

위 두식을 이용하여 결과 도출

$$\frac{1}{2}M\left(\frac{m}{M}v_A\right)^2 + \frac{1}{2}mv_A^2 = mgR$$

$$\frac{1}{2}\frac{m(m+M)}{M}v_A^2 = mgR \Rightarrow$$

$$v_A^2 = 2gR\frac{M}{m+M} \quad \therefore v_A = \sqrt{2gR\frac{M}{m+M}}$$

운동량 보존 법칙과 운동 에너지 보존 법칙을 이용하여 충돌 후 물체 B의 속도 v'_B 를 구한다. (2점)

2) 운동량 보존 법칙과 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 수평면에서 충돌 후 물체 B의 속도 v'_B 를 구한다. 물체 B의 질량 $m_B = \alpha m$ 이라고 한다. ($\alpha > 0$)

$$mv_A = mv'_A + \alpha mv'_B \quad \text{여기서 } v'_A \text{ 는 충돌 후 A의 속도}$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv'^2_A + \frac{1}{2}\alpha mv'^2_B$$

1)에서 구한 $v_A = \sqrt{2gR\frac{M}{m+M}}$ 와 앞에 두식을 연립해서 풀면

$$v'_B = \frac{2}{\alpha+1} \sqrt{2gR\frac{M}{m+M}} \text{ 를 구할 수 있다.}$$

역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 $\theta = 180^\circ$ 인 지점에서 물체 B의 속도의 제곱을 구한다. (2점)

3) 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 $\theta = 180^\circ$ 인 지점에서 질량이 αm 인 물체 B의 속도의 제곱 v''^2_B 를 구한다.

$$\frac{1}{2}\alpha mv'^2_B = \frac{1}{2}\alpha mv''^2_B + \alpha mg2R$$

2)에서 구한 $v'_B = \frac{2}{\alpha+1} \sqrt{2gR \frac{M}{m+M}}$ 를 대입해서 풀면

$v''^2_B = \frac{8gR}{(\alpha+1)^2} \left(\frac{M}{m+M} \right) - 4gR$ 를 구할 수 있다.

=====

$\theta = 180^\circ$ 인 지점에서 구심력과 중력을 비교하여 M의 조건을 구한다. (4점)

=====

4) $\theta = 180^\circ$ 인 지점에서 구심력과 중력을 비교한다. 이 지점까지 물체 B가 올라가기 위해서는 구심력이 중력보다 크거나 같아야한다. 이를 이용하여 B의 질량 범위를 구하고 그 질량이 0보다 크다는 사실을 이용하여 M의 조건을 구한다.

$$\alpha m \frac{v''^2_B}{R} \geq \alpha mg, \quad \frac{v''^2_B}{R} \geq g$$

$$v''^2_B \geq gR$$

3)에서 구한 $v''^2_B = \frac{8gR}{(\alpha+1)^2} \left(\frac{M}{m+M} \right) - 4gR$ 를 대입해서 풀면

$$\frac{8gR}{(\alpha+1)^2} \left(\frac{M}{m+M} \right) - 4gR \geq gR, \quad \frac{8}{(\alpha+1)^2} \left(\frac{M}{m+M} \right) \geq 5$$

$$\frac{8}{5} \left(\frac{M}{m+M} \right) \geq (\alpha+1)^2, \quad \alpha+1 \leq \sqrt{\frac{8}{5} \left(\frac{M}{m+M} \right)}, \quad \alpha \leq \sqrt{\frac{8}{5} \left(\frac{M}{m+M} \right)} - 1$$

$$\therefore 0 < m_B \leq \left(\sqrt{\frac{8}{5} \left(\frac{M}{m+M} \right)} - 1 \right) m$$

$m_B > 0$ 때문에 $\sqrt{\frac{8}{5} \left(\frac{M}{m+M} \right)} - 1 > 0$ 이다.

$$\frac{8}{5} \left(\frac{M}{m+M} \right) > 1, \quad \frac{M}{m+M} > \frac{5}{8}$$

$$M > \frac{5}{8}m + \frac{5}{8}M, \quad \frac{3}{8}M > \frac{5}{8}m$$

$$\therefore M > \frac{5}{3}m$$

(문제 2-1) [4점]

=====

고체/기체 원자 사이의 거리 비교 (2점)

인접한 여러 에너지 준위가 모여 연속적으로 보이는 에너지띠를 이루게 된다. (2점)

=====

기체의 경우 원자와 원자 사이의 간격이 멀어 원자들 사이에 서로 영향을 주지 않는다. 반면에 고체의 경우에는 원자 사이의 간격이 가까워서 원자들끼리 서로 영향을 미친다. (2점)

기체에서는 원자 사이의 간격이 매우 멀어 다른 원자들이 전자의 궤도에 영향을 거의 주지 않기 때문에 같은 종류의 기체 원자에서는 전자의 에너지 준위의 분포가 거의 같다.

고체는 원자들 사이의 간격이 가까워서 인접한 원자들이 서로의 전자 궤도에 영향을 준다. 따라서 기체와 비교하면 고체일 때 전자들의 에너지 준위는 미세한 차이를 두면서 인접한 값을 가지게 된다. 원자의 수가 점점 더 많아지면, 에너지 준위는 거의 연속적인 띠를 이루게 된다. 우리가 가시적으로 볼 수 있는 고체의 내부는 셀 수 없이 많은 원자들로 이루어져 있으므로, 전자의 에너지 준위가 매우 가깝게 존재하게 되면서 거의 연속적으로 보이게 된다. 이렇게 인접한 여러 에너지 준위가 모여 연속적으로 보이는 영역을 에너지띠라고 한다. (2점)

(문제 2-2) [6점]

고체(도체, 절연체, 반도체)의 에너지띠 구조를 띠 간격에 유의하면서 그린다. (3점)
띠 간격의 크기에 따른 도체, 절연체, 반도체의 전도성을 설명한다. (3점)

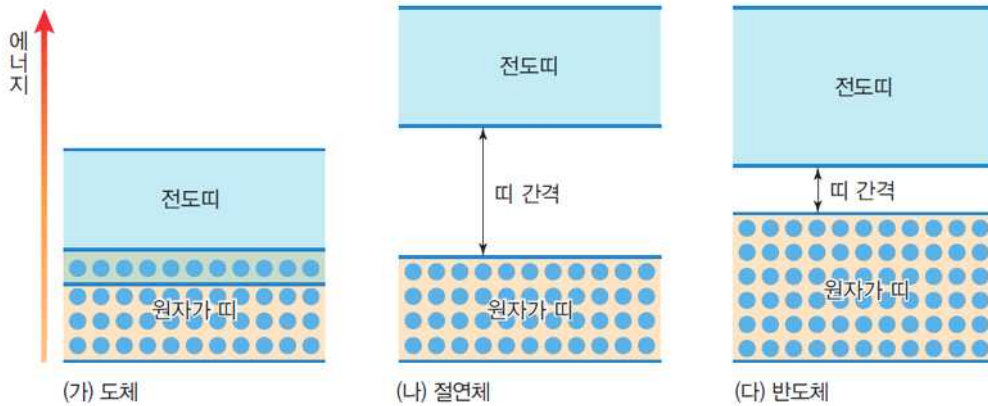


그림 II-18 도체, 절연체, 반도체의 에너지띠 구조

도체, 절연체, 반도체의 에너지띠 구조를 띠 간격에 유의하면서 그린다. (3점)

*각 영역의 용어(전도띠, 원자가 띠, 띠 간격)가 정확하지 않으면 감점

도체는 원자가 띠와 전도띠가 붙어 있다.(혹은 띠 간격이 없다.) 따라서 약간의 에너지만 흡수해도 원자가 띠의 전자가 쉽게 전도띠로 이동하여 자유 전자가 되므로 전기 전도성이 좋다. (1점)

절연체는 원자가 띠에 전자들이 꽉 차 있어서 전자들이 고체 내부에서 자유롭게 이동하지 못한다. 원자가 띠의 전자들이 에너지를 흡수하여 전도띠로 올라가면 자유롭게 이동할 수 있지만, 위에 그림과 같이 절연체는 원자가 띠와 전도띠 사이의 띠 간격이 넓다. 따라서 높은 전압을 걸어 주어도 띠 간격을 뛰어넘을 정도로 충분한 에너지를 갖지 못하므로 전기 전도성이 매우 낮다. (1점)

반도체는 원자가 띠에 전자들이 꽉 차 있어서 전자들이 자유롭게 이동하지 못하지만, 위의 그림과 같이 원자가 띠와 전도띠 사이의 띠 간격이 좁아서 전자들이 적당한 에너지를 흡수하면 전도띠로 올라갈 수 있다. (1점)

■ 논술우수자 전형(창의인재-의예과) 물리학문제1~2에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사)

(문제 1-1)

A의 역학적 에너지 보존, A와 B의 충돌 전과 후 운동량 보존과 운동 에너지 보존을 이해하고 식을 세워 연립 방정식을 풀 수 있어야 하며, 또한 충돌 후 B가 θ 가 180° 인 지점까지 원운동하며 올라가기 위해서는 180° 지점에서 중력이 구심력 역할을 한다는 사실을 이해해야 함. 이 문제에서 제시되는 물리학 개념과 이 문제를 해결하기 위해서 알고 있어야 하는 물리학 개념은 물리학 I, II 교과서의 [뉴턴 운동 법칙] 단원, [운동량 보존] 단원, [역학적 에너지 보존] 단원, [등속 원운동] 단원에서 빠짐없이 다루고 있으므로 고등학교 교육과정 내에서 충분히 해결할 수 있는 문제임. 다만 연립 방정식을 푸는 과정에서 시간이 다소 소요될 수 있으나 의예과 지원 학생들의 수준을 감안하면 적절하다고 판단된다.

(문제 1-2)

문제 1-1에서 왼쪽 구형인 면이 고정된 상태에서 자유롭게 움직이는 상황으로 바뀐 문제이다. A와 왼쪽 구형인 면 사이의 운동량 보존 식이 추가로 필요하다. 따라서 문제 1-1에서 질량 M 인 왼쪽 구형면 물체와 A 사이의 운동량 보존식이 추가되어 연립 방정식을 정리하고 해결하는 과정에서 문제 1-1보다 시간이 더 필요하다. 또한 B의 질량 범위를 먼저 구한 후 M 의 범위를 추론하여야 하므로 그 과정에서 학생들이 어려워할 것으로 예상되나 고등학교 교육과정 내에서 충실히 학습한 학생들이라면 해결 가능한 수준이다.

(문제 2-1)

고체를 이루는 원자들 사이의 거리는 매우 가까워 서로의 에너지 준위에 영향을 미치며 거의 연속적인 에너지띠 형태를 이룬다는 사실을 기체의 에너지 준위와 비교하여 설명할 수 있는지 묻는 문제이다. 고등학교 교육과정에 충실한 문제이다.

(문제 2-2)

고체의 전기 전도성을 에너지띠 구조를 이용하여 설명할 수 있어야 하며 각 에너지띠에서의 영역 명칭과 띠 간격과 전기 전도성과의 관계를 논리적으로 추론할 수 있는지 묻는 문제임. 고등학교 교육과정에 충실한 문제이다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사)

(문제 1-1)

중력장 내에서 낙하하는 물체 A의 속도를 구하고, 다른 물체 B와 충돌할 때 운동량보존법칙을 적용하여 충돌한 물체의 속도를 계산하고 역학적 에너지 보존법칙을 이용하여 충돌한 물체 B가 곡면을 따라 최대로 올라가는 경우 물체 B의 질량을 추론하는 문제로 단계별로 중력장 내의 운동, 운동량보존법칙, 역학적에너지 보존법칙, 구심력을 모두 이해하고 순서대로 풀이해야하는 난이도가 높은 문제임. 풀이과정에서 적용되는 이론이나 법칙은 고등학교 교육과정 중 물리학I, 물리학II 교과 내에 있으며 계산과정이 비교적 복잡하나 순서대로 적용한다면 해결할 수 있는 수준이다.

(문제 1-2)

문항 1-1에서 파생되는 문제로 풀이과정이나 적용되는 법칙은 같으며 구면을 따라 낙하한 물체 A가 구면 M을 미는 현상 즉 두 물체가 분리될 때 운동량보존법칙을 적용하는 과정을 추가하여 1-1문항에 평가요소를 추가하였다.

구면을 따라 낙하한 물체의 속력을 구한 후 물체 B와 충돌할 때 운동량보존법칙을 적용하여 충돌한 물체의 속도를 계산하고 역학적 에너지 보존법칙을 이용하여 충돌한 물체 B가 곡면을 따라 최대로 올라가는 경우 구면받침대의 질량을 추론하는 문제로 단계별로 중력장 내의 운동, 운동량보존법칙, 역학적에너지 보존법칙, 구심력을 모두 이해하고 순서대로 풀이해야하는 문제이다.

(문제 2-1)

전자는 특정에너지 상태를 가진 궤도에만 존재하는 에너지의 양자화 개념을 이해하고, 원자 간의 거리가 큰 기체와 거리가 가까운 고체의 에너지 준위의 특징을 묻는 질문으로 고체는 원자핵간 거리가 가까워 에너지준위가 모여 거의 연속적인 띠를 이룬다는 개념을 이해하면 해결할 수 있는 문항으로 난이도는 하로 생각된다.

(문제 2-2)

에너지띠, 띠 간격, 전도띠의 개념을 이해하고 전자가 에너지를 얻으면 전도띠로 올라가는데 띠 간격의 유무와 크기에 따라 물체의 특성이 도체, 절연체, 반도체로 나뉜다는 내용을 알면 쉽게 해결할 수 있는 문제로 난이도는 하로 생각된다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사)

(문제 1-1)

역학적 에너지 보존의 개념과 충돌 전과 후 운동량 보존과 운동 에너지 보존을 이해하고 식을 세워 연립 방정식을 풀 수 있어야 한다. 또한 충돌 후 B가 $\theta=180^\circ$ 지점에서 중력이 구심력 역할을 한다는 사실을 이해하는 것이 문제 풀이에서 중요한 점으로 작용함. 풀이 과정에서 운동량 보존, 역학적 에너지 보존, 등속 원운동과 관련된 이론이나 법칙을 통합적으로 적용해야 하지만 고등학교 교육과정 교과서 내에 있는 내용이다.

(문제 1-2)

문제1-1에서 왼쪽 구형인 면이 고정된 상태에서 자유롭게 움직이는 상황으로 바뀔 때 따라 A와 왼쪽 면 사이의 운동량 보존 식이 추가로 필요하다. 또한 B의 질량을 구한 후 M의 값을 구하는 과정이 필요하다. 문제 풀이 과정 중 중력장 내의 운동, 운동량보존법칙, 역학적 에너지 보존법칙, 구심력을 모두 이해하고 순서대로 풀어야 한다.

(문제 2-1)

전자는 특정 에너지 준위에서 존재한다는 개념과 고체 상태에서 원자들 사이의 거리가 가까워 에너지 준위에 영향을 미치고 연속적인 에너지띠 형태를 이룬다는 사실을 알아야 풀 수 있는 문제임. 풀이 과정이 1-1번, 1-2번보다 간단하며 의예과 지원 학생들의 수준을 고려하면 해당 문제의 난이도는 하로 예상된다.

(문제 2-2)

고등학교 교육과정 중 에너지띠, 전도띠의 개념을 알면 충분히 풀 수 있는 문제이다. 띠 간격과 전기 전도성과의 관계를 추론할 수 있다면 해결 가능한 문제로 난이도는 중하이다.

[문항카드 9-1]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

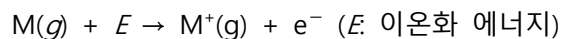
1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의예과(화학)/ 1-1, 1-2, 1-3	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I, 화학 II
	핵심개념 및 용어	분자간 상호 작용, 이온화 에너지, 화학 전지
예상 소요 시간	25분	

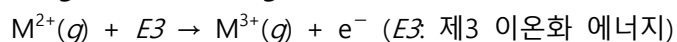
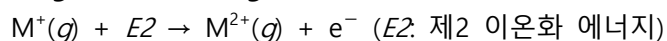
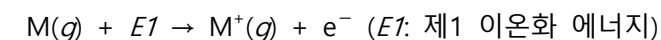
2. 문항 및 제시문

(가) 물질을 이루는 분자의 상호 작용을 분자간 힘이라고 한다. 분자간 힘은 물질의 끓는점에 영향을 미치므로 끓는점으로 분자간의 힘의 크기를 알 수 있다. 분자간의 힘은 쌍극자-쌍극자 힘, 분산력, 수소 결합이 있다. 쌍극자를 가지는 극성 분자들이 가까워지면, 같은 전하 사이의 반발력을 최소화하고 반대 전하 사이의 인력을 최대화하도록 분자들이 배열한다. 이 때 한 분자의 쌍극자와 이웃한 분자의 쌍극자 사이에 인력이 작용하는데, 이러한 분자 사이의 힘을 쌍극자-쌍극자 힘이라고 한다. 무극성 분자는 전자의 치우침 없이 전자가 고르게 분포한다고 가정하지만, 전자가 순간적으로 분자의 한쪽으로 치우치면 잠시 동안 쌍극자가 생길 수 있다. 이처럼 전자가 분자의 한쪽으로 치우치는 현상을 편극이라고 하고, 이때 순간적으로 생성되는 쌍극자를 순간 쌍극자라고 한다. 순간 쌍극자는 이웃한 분자의 전자 분포에 영향을 미쳐 또 다른 순간 쌍극자를 만들 수 있다. 이 두 순간 쌍극자 사이에 작용하는 약한 힘을 분산력이라고 한다. 전기 음성도가 큰 F, O, N 원자에 결합한 H 원자와 이웃한 분자의 F, O, N 원자 사이에 작용하는 강한 정전기적 인력을 수소 결합이라고 한다.

(나) 원자핵과 전자 사이에는 인력이 작용하므로 원자에서 전자를 떼어내려면 에너지가 필요하다. 원자가 양이온이 될 때는 원자핵과의 인력이 가장 작은 원자가 전자가 먼저 분리된다. 기체 상태의 원자 1몰에서 1몰의 전자를 떼어내는 데 필요한 에너지를 이온화 에너지라고 한다.



원자에서 여러 개의 전자를 떼어낼 때는 전자를 1몰씩 차례로 떼어내는 것으로 가정할 수 있는데, 이때 필요한 각각의 이온화 에너지를 순차 이온화 에너지라고 한다.



(다) 화학 전지에서는 산화 환원 반응이 일어나면서 전자가 이동하여 전류가 흐른다. 전류는 열과 빛을 발생시키거나 전동기를 움직이게 하는 등의 일을 할 수 있는데, 전류가 흐르면서 일을 할 수 있는 능력을 전기 에너지라고 한다. 이처럼 화학 전지는 물질이 지닌 화학 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 장치이다.

(라) 일반적으로 금속 원소는 전자를 잃고 양이온이 되려는 경향이 있는데, 이것을 금속의 이온화 경향이라고 한다. 이온화 경향이 큰 금속일수록 전자를 잃고 산화되기 쉬우며 반응성이 크다. 예를 들어 아연(Zn)은 은(Ag)보다 이온화 경향이 커서 아연(Zn)이 은(Ag)보다 쉽게 전자를 잃고 산화된다.

[문제 1-1] 다음 물질들을 끓는점이 낮은 것부터 높은 순서로 나열하고, 그 이유를 논리적으로 설명하시오. (5점)

A: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ B: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ C: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ D: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

[문제 1-2] ${}_6\text{C}$ 의 순차 이온화 에너지 크기($E_1 \sim E_6$)를 y축으로 전하 수(+1~+6)를 x축으로 한 그래프를 예측하여 그리고, 그 이유를 설명하시오. (5점)

[문제 1-3] 아연(Zn) 금속과 은(Ag) 금속으로 구성된 화학 전지를 고안하여 모형을 그리고, 고안한 화학 전지의 전체 반응을 쓰시오. 그리고 고안한 화학 전지의 작동 원리를 설명하시오. (단, 각각의 전극과 전해질은 분리된 용기에 위치시킨다). (10점)

3. 출제 의도

[문제 1-1]

분자 간 상호 작용을 이해하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계에 대한 이해도를 평가한다.

[문제 1-2]

이온화 에너지에 대한 이해도를 평가한다.

[문제 1-3]

화학 전지의 작동 원리에 대한 이해도를 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

1. 제시문

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호[별책 9] “과학과 교육과정” 화학 I, 화학 II
성취기준	제시문(가) [12화학II01-04] 분자 간 상호 작용을 이해하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다.
	제시문(나) [12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.
	제시문(다) [12화학II04-01] 화학 전지의 작동 원리를 산화·환원 반응으로 설명할 수 있다.
	제시문(라) [12화학II04-01] 화학 전지의 작동 원리를 산화·환원 반응으로 설명할 수 있다.

문항1-1

[12화학II01-04] 분자 간 상호 작용을 이해하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다.

문항1-2

[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.

문항1-3

[12화학II04-01] 화학 전지의 작동 원리를 산화·환원 반응으로 설명할 수 다.

2. 자료출처

(1) 제시문 (가)

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학II	홍훈기 등	교학사	2018	31-34
	고등학교 화학II	장낙한 등	상상아카데미	2018	33-37
	고등학교 화학II	박종석 등	비상	2018	20-23

(2) 제시문 (나)

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학 I	장낙한 등	상상아카데미	2018	91-97
	고등학교 화학 I	하윤경 등	교학사	2018	83-89
	고등학교 화학 I	박종석 등	비상	2018	80-85

(3) 제시문 (다)

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학II	홍훈기 등	교학사	2018	180-182
	고등학교 화학II	장낙한 등	상상아카데미	2018	197-200
	고등학교 화학II	박종석 등	비상	2018	167-171

(4) 제시문 (라)

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학II	홍훈기 등	교학사	2018	179
	고등학교 화학II	장낙한 등	상상아카데미	2018	195-196
	고등학교 화학II	박종석 등	비상	2018	165-166

5. 채점기준

하위 문항	채점 기준	배점
1-1	- 끓는점이 낮은 것부터 높은 순서로 나열 - 물질에 따른 분자간의 힘의 종류 및 세기 비교	2 3

1-2	- y축: 이온화 에너지 크기 vs x축: 전하 수로 한 그래프 작성 - 전하 수에 따른 이온화 에너지 크기의 변화 설명	3 2
1-3	-화학전지 모형 예시 -화학 전지의 작동 원리 설명 -전체 반응 제시	4 4 2

6. 예시답안

[문제 1-1] 다음 물질들을 끓는점이 낮은 것부터 높은 순서로 나열하고, 그 이유를 논리적으로 설명하시오.

A: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ B: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ C: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ D: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

(해답 예시)

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 < \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3 < \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 < \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

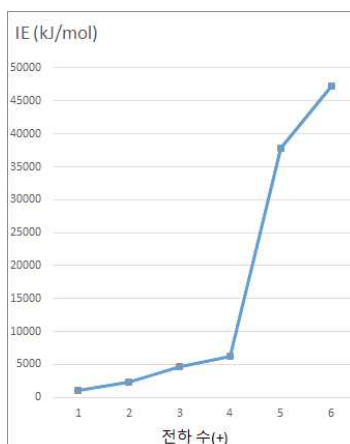
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 < \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ 쌍극자-쌍극자 힘이 분산력 보다 큼

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3 < \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2, \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 쌍극자-쌍극자 힘보다 수소 결합이 큼

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 < \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ N보다 O의 전기음성도가 큼

[문제 1-2] ${}_6\text{C}$ 의 순차 이온화 에너지 크기($E_1 \sim E_6$)를 y축으로 전하 수(+1~+6)를 x축으로 한 그래프를 예측하여 그리고, 그 이유를 설명하시오.

(해답 예시)



$6C$ 의 전자 배치: $1s^2 2s^2 2p^2$

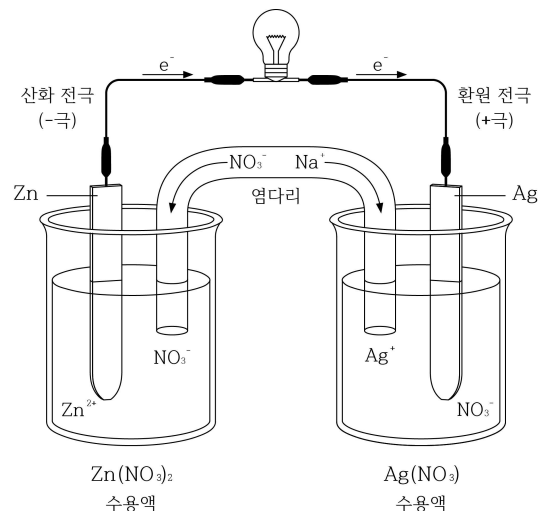
전하 수 1-4와 전하 수 5-6: 같은 전자 껍질에서 전자를 떼어낼수록 같은 전자 껍질의 전자 가려막기 효과가 감소하여 각 전자에 대한 유효 핵전하가 증가하므로 순차 이온화 에너지는 **점점** 증가한다.

전하 수 4-5: 안쪽 전자 껍질에 있는 전자는 원자핵으로부터 더 큰 인력을 받으므로 전자 껍질 수가 감소할 때는 순차 이온화 에너지가 **급격하게** 증가한다.

[문제 1-3] 아연(Zn) 금속과 은(Ag) 금속으로 구성된 화학 전지를 고안하여 모형을 그리고, 고안한 화학 전지의 전체 반응을 쓰시오. 그리고 고안한 화학 전지의 작동 원리를 설명하시오. (단, 각각의 전극과 전해질은 분리된 용기에 위치시킨다).

(해답 예시)

$AgNO_3$ 수용액, $Zn(NO_3)_2$ 수용액, Zn, Ag, $NaNO_3$ 로 구성된 염다리를 사용한 화학전지 모형 예시:



화학 전지의 작동 원리:

아연(Zn)이 은(Ag)보다 쉽게 전자를 잃고 산화되므로 아연(Zn)은 산화 반응이 일어나고, 전자가 전선을 통하여 환원 전극 (+극) 이동하여 전류가 흐르게 된다. 전자를 받은 은(Ag)은 환원 반응이 일어난다.

산화 전극 (-극): $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ (산화)

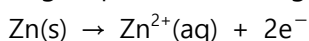
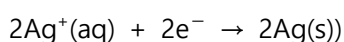
환원 전극 (+극): $Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$ (환원)

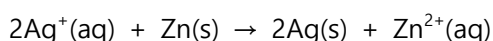
아연 수용액은 아연 이온(Zn^{2+})이 증가한다, 염다리의 음이온(NO_3^-)은 아연 수용액 쪽으로 이동하여 전하 균형을 맞춘다. 은 수용액은 은(Ag)의 석출로 양이온이 감소한다. 염다리의 양이온(Na^+)은 은 수용액 쪽으로 이동하여 전하 균형을 맞춘다.

염다리의 음이온(NO_3^-)은 아연(Zn) 수용액 쪽으로 이동

염다리의 양이온(Na^+)은 은(Ag) 수용액 쪽으로 이동

전체반응:





■ 논술우수자 전형(창의인재-의예과) 화학문제1에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사)

<문제 1-1>

해당 문제는 화학II에서 분자간의 인력을 추론하는 대표적인 문제로 분자량의 크기가 비슷할 때 수소결합, 쌍극자-쌍극자힘, 분산력 순으로 크기가 감소하는 것을 해당 분자의 구조식을 통해서 추론해 내는지가 핵심인 문제이다. 교과서 예제 등에서 많이 볼 수 있는 문제이기 때문에 난이도는 '중하'이다.

<문제 1-2>

해당 문제는 화학I에서 순차 이온화 에너지를 다루는 내용을 그래프로 그려보게 하는 것이며 해당 그래프의 추세가 왜 그러하는지 추론하는 것이다. 이 내용은 유효 핵전하를 기반으로 전자 껍질에 대한 개념만 있으면 되기 때문에 난이도는 '하'이다.

<문제 1-3>

해당 문제는 화학II에서 화학 전지의 내용을 담고 있다. 고등학교 성취 기준으로 가장 예시로 많이 설명하는 다니엘 모형 전지를 기반으로 해당 화학 전지가 작동하는 원리를 질문하기 때문에 어려운 것은 아니다. 다만 응시생은 해당 관련 문제를 대부분 객관식으로 풀어 봤을 것으로 생각된다. 문제는 주어진 조건하에 있는 화학 전지를 직접 모형으로 나타내고 각 부분에 물질 이동으로 전지 흐름을 표현하는 것으로 난이도가 '중'이다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사)

<문제 1-1>

분자 간 힘과 끓는점 관계를 설명하는 문제로 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 는 분산력만 작용, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ 는 쌍극자-쌍극자 힘,

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 는 수소결합, CH_3COOH 는 수소결합을 한다. O가 N보다 전기음성도가 크기 때문에 수소결합력이 더 강하다. 분자 간 힘과 끓는 점 관계만 알면 쉽게 풀 수 있어 난이도는 "하"이다.

<문제 1-2>

${}_6\text{C}$ 의 순차이온화에너지가 전하수가 증가함에 따라 유효 핵전하가 증가해 점차 증가하고 E5는 전자껍질이 없어서 E1~E4에 비해 값이 크게 변화한다는 것을 설명하는 것으로 순차 이온화에너지, 유효핵전하의 개념을 알고 있으면 그래프를 쉽게 그릴 수 있어 "하"정도의 난이도이다.

<문제 1-3>

화학전지는 자발적인 산화환원반응을 이용해 화학에너지를 전기에너지로 바꾸어주는 장치이다. 제시된 Zn, Ag 금속의 이온화 경향 차이와 두 금속을 전극으로 사용하고 Zn(s) 과 Ag^+ 의 산화환원반응을 통해 화학전지의 작동 원리를 설명해야 한다. 문제는 화학전지의 구성요소(두 전극과 전해질)와 작동 원리를 알고 있는지를 묻고 있는 문제로 전해질로 Zn보다 이온화 경향이 작은 금속이온을 사용해야하는 것을 알아야하며 직접 화학 전지를 구성해야하므로 "중"정도의 난이도이고 교육과정의 성취기준을 잘 반영하였다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사)

<문제 1-1>

문항 1-1은 화학Ⅱ에서 분자 간 상호 작용에 따른 끓는 점과의 관계를 묻는 문항으로 교육과정 성취기준과 범위, 수준을 그대로 따르고 있다.

이 문항을 해결하기 위한 개념인 수소 결합, 쌍극자-쌍극자 힘, 분산력, 전기 음성도는 화학Ⅱ 모든 교과서에서 공통적으로 다루고 있는 교육과정 핵심 개념이다. 따라서 문항 1-1은 제시문 (가)와 더불어 교육과정 범위와 수준을 철저히 준수하고 있으며 제시문과 문항에서 사용한 용어 또한 교육과정 용어와 일치하고 있다. 이에 교육과정을 충실히 이수하고 교과 내 개념을 원리적으로 이해한 학생은 문항을 해결하는데 어려움이 없었을 것으로 예상되며 난이도는 중하에 해당한다.

<문제 1-2>

문항 1-2는 화학Ⅰ에서 유효 핵전자에 따른 순차적 이온화 에너지의 크기 변화를 묻는 문항으로 제시문 (나)와 함께 교육과정 성취기준과 범위, 수준을 철저히 준수하고 있으며 제시문과 문항에서 사용한 용어 또한 교육과정 용어와 일치하고 있다. 문항을 해결하기 위한 개념인 유효 핵전자, 전자 껍질 수, 순차적 이온화 에너지는 화학Ⅰ 모든 교과서에서 공통적으로 다루고 있는 교육과정 핵심 개념이다. 이에 해당 개념을 원리적으로 이해하고 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 어렵지 않게 답안을 작성할 수 있었을 것으로 판단되며 난이도는 '중'에 해당한다.

<문제 1-3>

문항 1-3은 화학Ⅱ에서 화학 전지의 원리에 대한 전반적인 이해를 바탕으로 해결해야 하는 문항으로 제시문 (다), (라)와 함께 교육과정 성취기준과 범위, 수준을 철저히 준수하고 있으며 제시문과 문항에서 사용한 용어 또한 교육과정 용어와 일치하고 있다. 문항을 해결하기 위한 개념인 다니엘 전지의 원리와 구성, 전해질 용액과 전하의 균형, 염다리의 역할, 각 전극에서 일어나는 산화-환원 반응식은 화학Ⅱ 모든 교과서에서 공통적으로 다루고 있는 교육과정 핵심 개념이다.

이와 같은 개념에 대한 이해를 바탕으로 다니엘 전지를 구성하는 요소들을 도식화해서 그려낼 수 있는지를 묻고 있기에 단편적인 답을 요구하는 객관식 문항에 익숙한 학생은 적절한 답안을 작성하는데 어려움이 있었을 것이다.

이 문항은 교과 개념과 원리를 중시하는 교육과정 취지에 부합하는 문항으로 학교 교육을 정상화 하는데 기여할 수 있는 좋은 문항으로 판단된다. 난이도는 '중'에 해당한다.

[문항카드 9-2]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의예과(화학)/ 2-1, 2-2, 2-3	
출제 범위	교육과정 과목명	화학 I, 화학 II
	핵심개념 및 용어	화학 반응식, 산화-환원, 산화수, 완충용액, 퍼센트 농도, 몰농도
예상 소요 시간	25분	

2. 문항 및 제시문

(가) 우리 몸은 외부나 체내의 환경이 변하더라도 체온, 혈당량, 체액의 pH 등을 일정한 범위에서 조절하여 생명을 유지한다. 특히 pH는 우리 몸에서 일어나는 다양한 화학 반응과 관련되어 있어 매우 중요하다. 혈액은 우리 몸의 pH를 유지하는 데 가장 큰 역할을 하는 완충 용액이다. 혈액의 pH는 7.4 정도이며 다양한 화학 물질로 유지되는데 탄산(H_2CO_3)으로 나타나는 완충 작용이 대표적이다.

(나) 화학 반응은 본래의 물질과 성질이 전혀 다른 새로운 물질이 생성되는 현상이다. 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식으로 이용하여 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식을 쓸 때 반응물과 생성물의 상태를 괄호 안에 약자를 써서 표시하기도 한다. 고체는 (s), 액체는 (l), 기체는 (g), 수용액은 (aq)로 나타낸다. 화학 반응식으로 알 수 있는 다양한 정보 가운데 반응물과 생성물 사이의 양적 관계가 중요하다. 화학 반응식을 이용하여 주어진 반응물로부터 얻을 수 있는 생성물의 양을 계산할 수 있고, 반대로 일정한 양의 생성물을 얻는 데 필요한 반응물의 양도 계산할 수 있다. 탄소와 수소로만 이루어진 탄소 화합물을 탄화수소라고 한다. 탄화수소는 완전 연소할 때 이산화 탄소($\text{CO}_2(\text{g})$)와 수증기($\text{H}_2\text{O}(\text{g})$)를 생성하면서 많은 열을 내므로 자동차의 연료로 사용된다.

(다) 어떤 원자나 이온이 전자를 잃는 반응을 산화라고 한다. 반대로 어떤 원자나 이온이 전자를 얻는 반응을 환원이라고 한다. 전자를 잃는 산화 반응이 일어나려면 전자를 얻는 환원 반응도 일어나야 한다. 반대로 환원 반응이 일어나려면 산화 반응이 일어나야 한다. 이처럼 산화와 환원은 항상 동시에 일어나므로 산화 환원 반응이라 한다. 이에 대한 예시로 염산($\text{HCl}(\text{aq})$)과 크로뮴산 칼륨(K_2CrO_4) 수용액, 아산화 질소(N_2O) 기체는 화학 반응을 하여 염화 크로뮴(III)(CrCl_3) 수용액과 이산화 질소(NO) 기체, 액체 물(H_2O), 염화 칼륨(KCl) 수용액을 생성한다.

[문제 2-1] 운동으로 생긴 젖산이 혈액 속으로 녹아들어 갈 때 일어나는 현상을 화학 반응식을 이용하여 논리적으로 설명하시오. (4점)

[문제 2-2] 가솔린의 주요 성분인 액체 옥테인($C_8H_{18}(l)$) 114 mL가 과량의 산소($O_2(g)$)와 반응할 때 배출되는 탄소(C)의 양(g)을 구하고, 그 과정을 기술하시오. (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다. 옥테인의 밀도는 0.70 g/mL이다) (4점)

[문제 2-3] 제시문 (다)에서 예시로 들었던 산화 환원 반응을 완성하시오. 일산화 질소(NO) 10.8 g을 생성하기 위한 최소한의 36.5% 염산은 몇 mL가 필요한지 구하고, 그 과정을 기술하시오. (단, 염산의 밀도는 1.20 g/mL이다. HCl의 분자량은 36.5이고, NO의 분자량은 30이다.) (12점)

3. 출제 의도

(문제 2-1)

생체 내에서 일어나는 완충 작용에 대한 이해도를 평가한다.

(문제 2-2)

여러 가지 반응을 화학식으로 나타내고, 화학 반응에서의 양적 관계에 대한 이해도를 평가한다.

(문제 2-3)

산화 환원 반응의 완결 및 용액의 농도 개념에 대한 이해도를 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

1. 제시문

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호[별책 9] “과학과 교육과정” 화학 I, 화학 II
성취기준	제시문(가) [12화학II02-07] 완충 용액이 생체 내 화학 반응에서 중요함을 설명할 수 있다.
	제시문(나) [12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
	제시문(다) [12화학 I 04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
	문항2-1 [12화학II02-07] 완충 용액이 생체 내 화학 반응에서 중요함을 설명할 수 있다.
	문항2-2 [12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
	문항2-3 [12화학 I 01-05] 용액의 농도를 몰 농도로 표현할 수 있다.
	[12화학 I 04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
	[12화학II01-08] 퍼센트 농도, ppm, 농도, 몰랄 농도의 의미를 이해하고, 여러 가지 농도의 용액을 만들 수 있다.

2. 자료출처

(1) 제시문 (가)

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학Ⅱ	최미화 등	미래엔	2018	122-125
	고등학교 화학Ⅱ	홍훈기 등	교학사	2018	115-119
	고등학교 화학Ⅱ	이상권 등	지학사	2018	120-125

(2) 제시문 (나)

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학 I	이상권 등	지학사	2018	34-39
	고등학교 화학 I	황성용 등	동아출판	2018	39-45
	고등학교 화학 I	홍훈기 등	교학사	2018	38-42

(3) 제시문 (다)

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학 I	이상권 등	지학사	2018	175-180
	고등학교 화학 I	황성용 등	동아출판	2018	188-196
	고등학교 화학 I	홍훈기 등	교학사	2018	174-181

5. 채점기준

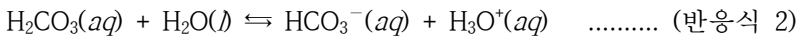
하위 문항	채점 기준	배점
2-1	- 완충 용액의 평형식	2
	- 혈액에 산이 증가할 때의 현상 설명	2
2-2	- 화학 반응식 완결	2
	- 생성되는 탄소의 g 수 계산	2
2-3	- 산화 환원 반응식 완결	4
	- 염산의 몰농도 계산	4
	- 필요한 염산의 부피 계산	4

6. 예시답안

[문제 2-1] 운동으로 생긴 젖산이 혈액 속으로 녹아들어 갈 때 일어나는 현상을 화학 반응식을 이용하여 논리적으로 설명하시오. (4점)

(해답 예시)

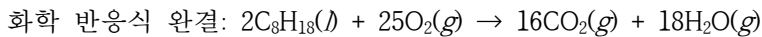
CO₂가 혈액에 녹아 H₂CO₃가 생성되며 (반응식 1), 혈액 속에서 약산인 H₂CO₃과 이것의 짝염기인 HCO₃⁻은 평형 (반응식 2)을 이룬다.



운동으로 젖산이 생기면 혈액 속 H₃O⁺의 농도가 증가하여 반응식 2에서 평형이 역방향 쪽으로 이동하여 H₂CO₃가 생성된다. H₃O⁺가 없어지므로 혈액의 pH는 일정하게 유지된다. H₂CO₃는 CO₂와 H₂O로 분해되고, CO₂는 호흡으로 몸 밖으로 배출된다.

[문제 2-2] 가솔린의 주요 성분인 액체 옥테인(C₈H₁₈(l)) 114 mL가 과량의 산소(O₂(g))와 반응할 때 배출되는 탄소(C)의 양(g)을 구하고, 그 과정을 기술하시오. (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다. 옥테인의 밀도는 0.70 g/mL이다.) (4점)

(해답 예시)



사용한 옥테인의 몰 수 계산: $\frac{114 \text{ mL C}_8\text{H}_{18} \times 0.70 \text{ g/mL}}{114 \text{ g/mol}} = 0.70 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}$

C₈H₁₈(l)과 CO₂(g)는 1 : 8의 몰 비로 반응:

생성되는 C의 g 수: $8 \times 0.70 \text{ mol CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol C}}{1 \text{ mol CO}_2} \times \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 67 \text{ g}$

[문제 2-3] 제시문 (다)에서 예시로 들었던 산화 환원 반응을 완성하시오. 일산화 질소(NO) 10.8 g을 생성하기 위한 최소한의 36.5% 염산은 몇 mL가 필요한지 구하고, 그 과정을 기술하시오. (단, 염산의 밀도는 1.20 g/mL이다. HCl의 분자량은 36.5이고, NO의 분자량은 30이다.) (12점)

(해답 예시)

완결된 반응식:



생성된 NO의 몰 수: $10.8 \text{ g NO} \times \frac{1 \text{ mol NO}}{30 \text{ g NO}} = 0.36 \text{ mol NO}$

NO(g)과 HCl(aq)은 6 : 10의 몰 비로 반응:

$$\text{필요한 HCl의 mol 수: } 0.36 \text{ mol NO} \times \frac{10 \text{ mol HCl}}{6 \text{ mol NO}} = 0.60 \text{ mol HCl}$$

염산의 몰 농도 구하기: 용액의 부피와 용질의 몰수 계산하기

36.5% 염산: 용액 100 g에 HCl 36.5 g이 녹아 있다.

$$\text{HCl의 몰수 계산: } \frac{36.5 \text{ g HCl}}{36.5 \text{ g/mol}} = 1.00 \text{ mol HCl}$$

$$\text{밀도로부터 용액의 부피 계산: } 100 \text{ g 용액} \times \frac{1 \text{ mL}}{1.20 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 0.0830 \text{ L}$$

$$\text{염산의 몰농도} = \frac{1.00 \text{ mol}}{0.0830 \text{ L}} = 12.0 \text{ M}$$

$$\begin{aligned} &0.60 \text{ mol HCl을 얻기 위한 } 12.0 \text{ M HCl의 부피 계산: } 12.0 \text{ mol/L HCl} \times V \text{ (L)} = 0.60 \text{ mol} \rightarrow V \text{ (L)} = \\ &\frac{0.60 \text{ mol}}{12.0 \text{ mol/L}} = 0.050 \text{ L} = 50 \text{ mL} \end{aligned}$$

■ 논술우수자 전형(창의인재-의예과) 화학문제2에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사)

<문제 2-1>

해당 문제는 우리 몸에서 일어나는 완충 작용에 대한 예시를 이용한 문제로 교과서에 가장 많이 등장하는 탄산을 이용한 문제이다. 시험을 보는 학생이 자주 보는 화학반응식을 작성하고 글로 풀어낼지가 핵심이다. 다만, 학생들에게 가장 많이 지도하는 예시이며 많은 교과서에서 해당내용을 포함하고 있기 때문에 난이도는 '하'이다.

<문제 2-2>

해당 문제는 화학에서 기본으로 다루는 화학반응식과 양적관계에 대한 문제이다. 화학 반응식 안에 들어 있는 정보를 통해서 필요 및 생성될 물질을 추론하는 문제로서 기본적 소양으로 꼭 필요한 문항이다.

<문제 2-3>

해당 문제는 산화-환원 반응을 화학 반응식으로 작성하는 기본 하에 용액의 농도를 자유롭게 변형하여 실제 실험까지 할 수 있는지 보는 영역의 문제이다. 산화-환원 반응의 예시로 생소할 수 있는 화학 반응식이지만 산화수 변화 등으로 고등학교 과정을 충실히 이수한 학생이라면 만들 수 있는 문제이다. 또한, 생성물을 얻기 위한 반응물에 양을 얼마나 해야 할지 묻는 문항으로서 실험에서 필수적으로 알고 있어야 하는 내용을 물었기 때문에 각 분야의 난이도는 어렵지 않다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사)

<문제 2-1>

혈액은 호흡으로 들어온 $\text{CO}_2(\text{g})$ 가 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 와 반응해 탄산(H_2CO_3)을 형성하고 짙은색인 HCO_3^- 가 존재하는 완충용액의 구성을 가지고 젖산(H^+)이 생성되면 짙은색인 HCO_3^- 와 반응해 역반응이 진행되어 pH가 크게 변하지 않고 유지된다. 생체 내 중요한 완충용액인 혈액을 이용해 완충용액의 구성과 원리에 대해 설명하는 문제로 교과서에 예시로 나와 있고 반응식이 어렵지 않아 난이도는 "하"이다.

<문제 2-2>

제시문에서 반응물과 생성물의 종류, 화학식이 나왔기 때문에 화학반응식을 완성하는 것은 어렵지 않고 계수비와 몰수비를 이용해 이산화탄소 중 탄소의 질량은 계산하는 과정 또한 평이하게 풀 수 있는 문제로 난이도는 "중하"정도이다.

<문제 2-3>

산화수의 변화를 이용해 산화환원반응식을 완성하고 계수를 통해 산화된 물질과 환원된 물질의 양적 관계를 알아내는 문제이다. Cr과 N의 산화수 변화를 찾아내고 산화환원과정에서 이동한 전자수를 알아내야 한다. 그리고 NO와 반응하는 HCl의 부피를 구하는 과정은 %농도를 몰농도로 전환하는 과정 또는 %농도와 밀도를 이용해 용액100g에 포함된 HCl의 양을 계산해야 한다. 난이도는 "중상"정도이다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사)

<문제 2-1>

문항 2-1은 화학Ⅱ 화학 평형 단원에서 혈액의 pH를 유지하기 위한 완충 작용에 관한 이해도를 묻는 문항으로 관련 제시문 (가)와 함께 교육과정 성취기준과 범위, 수준을 철저히 준수하고 있다. 문항에서 제시한 젖산의 농도 증가로 인한 혈액 내 화학 반응은 화학Ⅱ 4종 교과서 모두에 수록되어 있는 교육과정 핵심 개념이다.(비상 p106, 미래엔 p124, 상상아카데미 p131,134, 천재 p123) 이에 교육과정을 정상적으로 이수한 학생은 답안을 작성하는데 어려움이 없었을 것으로 예상되며, 난이도는 '중'에 해당한다.

<문제 2-2>

문항 2-2는 화학 I에서 화학 반응식을 완성하고 이에 대한 양적 관계를 정량적으로 계산할 수 있는지를 묻는 문항으로 제시문(나)와 함께 교육과정 성취기준과 범위, 수준을 철저히 준수하고 있으며 제시문과 문항에서 사용한 용어와 단위 또한 교육과정과 일치하고 있다.

문항을 해결하기 위한 개념인 화학 반응식의 완성도와 이에 대한 이해, 몰수의 정량적 계산은 화학 I의 모든 교과서에서 공통적으로 다루고 있는 교육과정 핵심 개념이다. 이에 교과 내 개념을 원리적으로 이해한 학생은 문항을 해결하는데 어려움이 없었을 것이다. 난이도는 '중하'에 해당한다.

<문제 2-3>

문항 2-3은 화학 I과 화학Ⅱ 교육과정 내 개념을 활용해 순차적으로 해결해야 하는 문항으로 분석적이고 논리적인 사고력을 필요로 한다. 문항을 해결하기 위한 개념인 산화수의 변화, 산화·환원 반응식 완성, 퍼센트 농도, 몰 농도, 화학 반응에서의 양적 관계는 모두 화학 I과 화학Ⅱ 교과서에서 공통적으로 다루고 있는 교육과정 핵심 개념으로 교육과정 성취기준과 범위, 수준을 철저히 준수하고 있다. 다만 위계가 다른 화학 I과 화학Ⅱ 교과 개념을 융합적으로 활용해 정량적으로 문제를 해결해야 하므로 단편적 사고에 익숙한 학생은 문제 해결에 다소 어려움을 있었을 것으로 예상된다. 난이도는 '중상'에 해당한다.

[문항카드 10-1]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의예과(생명과학)/ 1-1, 1-2, 1-3	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	분화, 유전자, 세포호흡, 미토콘드리아, ATP, 근육 세포
예상 소요 시간	45분	

2. 문항 및 제시문

(가) 우리 몸의 세포는 모두 하나의 수정란에서 만들어지지만, 모양이나 기능은 서로 다르다. 개체의 발생이나 유지 과정에서 구조와 기능이 특수화된 세포가 만들어지는 과정을 세포 분화라고 한다. 근육 세포, 혈구, 피부 세포 등과 같이 분화된 세포는 자신의 구조와 기능에 필요한 단백질을 만들어 자신만의 고유한 특성을 나타낸다. 수정란과 마찬가지로 분화된 세포에도 완전한 개체를 만드는 데 필요한 유전자가 모두 들어 있으며, 분화 과정에서 유전자는 변하지 않는다.

(나) 대부분의 생물은, 산소를 이용하여 유기물을 산화시켜 에너지를 방출하는 복잡한 화학 반응인 세포호흡, 즉 산소 호흡을 통해 생명 활동에 필요한 ATP를 얻는다. 탄수화물, 지방, 단백질과 같이 세포 호흡의 재료가 되는 유기물을 호흡기질이라고 하며, 포도당이 주로 이용된다. 포도당이 산화되면 이산화탄소와 물이 생기고 ATP가 합성된다. 일부 미생물은 산소를 이용하지 않고 유기물을 분해하여 ATP를 얻을 수 있는데, 이와 같은 에너지 생성 과정을 발효라고 한다. 발효는 생성되는 최종 산물의 종류에 따라 알코올 발효와 젖산 발효 등으로 구분할 수 있다.

(다) 우리가 운동할 때 이용하는 근육은 골격근이다. 근육의 여러 구성 요소 중 근육 섬유가 근육 수축을 담당한다. 근육 섬유는 여러 개의 핵을 가지고 있는 하나의 세포이며, 각 근육 섬유는 가느다란 근육 원섬유 다발로 이루어져 있다. 근육 수축은 근육 원섬유 마디를 구성하는 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이를 미끄러져 들어가면서 일어나며, 이때 ATP가 소모된다.

(라) 원핵세포가 진핵세포로 진화하는 과정에서 미토콘드리아와 엽록체가 생성되는 현상은 세포내 공생설로 설명된다. 이 과정에서 미토콘드리아는 산소 호흡 세균이 무산소 호흡 세포인 숙주 세포에 공생하여 형성된 것으로, 산소 호흡 세균은 효율적으로 ATP를 생산하여 숙주 세포에 공급하고, 숙주 세포는 산소 호흡 세균에 영양분을 제공하며 산소 농도가 증가하는 환경에 적응하게 되었다.

[문제 1-1] 근육 세포에서는 근육 원섬유가 많이 발달하지만 신경 세포에서는 근육 세포와 같은 근육 원섬유가 많이 발달하지 않는 이유를 제시문 (가)와 관련지어 설명하시오. (10점)

[문제 1-2] 제시문 (나)의 밑줄 친 부분에서 한 분자의 포도당이 세포호흡을 통해 ATP 생산에 사용된다고 할 때, 세포호흡의 각 과정을 물질의 산화 환원 반응과 관련지어 설명하시오. (10점)

[문제 1-3] 육상 선수 중, 단거리 선수와 마라톤 선수의 근육 발달 특성을 제시문 (나) - (라)를 근거로 비교하여 추론하시오. (10점)

3. 출제 의도

1. 다세포 생물의 발생 과정에서 세포 분화 과정을 이해하는지와 진핵세포에서 유전자 발현의 조절을 이해하는지를 평가함
2. 세포호흡 과정이 해당과정, 피루브산의 산화와 TCA 회로 및 산화적 인산화로 구성되어 있으며, 이 과정에서 일어나는 일들을 물질의 화학 반응인 산화 환원 과정으로 설명할 수 있는지를 평가함
3. 근육 세포에서 ATP 생산 과정에서 해당과정과 미토콘드리아의 기능을 이해하고, 진핵세포의 진화 과정과 연관지어 산소와의 관계를 설명할 수 있는지를 평가함

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정

교육부 고시 제2015-74호[별책 9] “과학과 교육과정”

관련 성취기준	영역별 내용	
	(가)	[12생과Ⅱ 04-06] 진핵생물의 발생과 세포 분화에서 유전자 발현 조절 과정을 설명할 수 있다.
	(나)	[12생과Ⅱ 03-02] 세포 호흡 과정과 광합성의 탄소 고정 반응을 단계별로 구분하여 이해하고, 산화적 인산화 과정을 화학 삼투로 설명할 수 있다. [12생과Ⅱ 03-03] 산소 호흡과 발효의 차이를 이해하고 실생활 속에서 발효를 이용한 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
	(다)	[12생과Ⅰ 03-02] 근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다.
	(라)	[12생과Ⅱ 05-02] 원핵생물에서 진핵생물로, 단세포에서 다세포로 생물이 진화하는 과정을 모형으로 설명할 수 있다.
	하위 문항	1-1 [12생과Ⅰ 03-02] 근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다. [12생과Ⅱ 04-06] 진핵생물의 발생과 세포 분화에서 유전자 발현 조절 과정을 설명할 수 있다. 1-2 [12생과Ⅱ 03-02] 세포 호흡 과정과 광합성의 탄소 고정 반응을 단계별로 구분하여 이해하고, 산화적 인산화 과정을 화학 삼투로 설명할 수 있다. 1-3 [12생과Ⅰ 02-01] 물질대사 과정에서 생성된 에너지가 생명 활동에 필요한 ATP로 저장되고 사용됨을 이해하고, 소화, 호흡, 순환 과정과 관련되어 있음을 설명할 수 있다. [12생과Ⅰ 03-02] 근섬유의 구조를 이해하고, 근수축의 원리를 활주설로 설명할 수 있다. [12생과Ⅱ 03-03] 산소 호흡과 발효의 차이를 이해하고 실생활 속에서 발효를 이용한 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12생과Ⅱ 05-02] 원핵생물에서 진핵생물로, 단세포에서 다세포로 생물이 진화하는 과정을 모형으로 설명할 수 있다.

2. 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 생명과학 I	권혁빈 외	교학사	2020	72~75
	고등학교 생명과학 I	오현선 외	미래엔	2020	78~79
	고등학교 생명과학 I	심규철 외	비상교육	2020	66~68
	고등학교 생명과학 I	전상학 외	지학사	2019	78~81

고등학교 생명과학 I	이준규 외	천재교육	2020	75~77
고등학교 생명과학II	권혁빈 외	교학사	2020	65~78, 125~128, 143~144,
고등학교 생명과학II	오현선 외	미래앤	2020	76~93, 138~141, 156~157
고등학교 생명과학II	심규철 외	비상교육	2020	73~86, 138~141, 154~155
고등학교 생명과학II	전상학 외	지학사	2020	72~92, 132~136, 156
고등학교 생명과학II	이준규 외	천재교육	2020	70~80, 133~137, 149,

5. 문항해설

(1-1)

다세포 생물은 하나의 수정란으로부터 발생하여 다양한 기능을 지닌 수많은 세포로 분화하여 하나의 개체를 형성하며, 이러한 분화 과정에서 대부분의 세포는 유전정보를 동일하게 유지하지만 유전자의 발현 방식은 각 세포가 분화하는 과정에서 유전자 발현이 다르게 조절된다. 제시문을 근거로 이렇게 다세포 생물의 발생 과정에서 세포 분화 과정을 이해하고 진핵세포에서 유전자 발현의 조절과 관련지어 추론할 수 있는 능력을 평가한다.

(1-2)

세포호흡을 통해 ATP를 생산하는데 세포호흡은 해당과정, 피루브산의 산화 및 TCA회로, 전자전달계와 화학삼투를 통한 산화적 인산화의 과정으로 진행된다. 세포호흡의 각 과정에서 일어나는 물질들은 산화 환원 과정과 같은 화학 반응을 일으킨다. 이러한 개념을 명확하게 이해하고 설명할 수 있는지를 평가한다.

(1-3)

육상 선수 중 단거리 선수와 마라톤 선수 모두 근육 운동에 필요한 에너지를 ATP 형태로 공급받아야 하는데, 단거리 선수는 주로 해당 과정을 통해 ATP를 공급받고, 마라톤 선수는 주로 미토콘드리아에서 산화적 인산화를 통해 ATP를 공급받는다. 이러한 단거리 선수와 마라톤 선수의 근육 세포의 특성을 진핵세포의 진화 과정에서 일어난 미토콘드리아, ATP, 산소와의 관계와 관련지어 유추할 수 있는지를 평가한다.

6. 채점기준

하위 문항	채점 기준	배점
1-1	다세포 생물의 발생과정에서 세포 분화가 일어남을 이해하고 서술하였음: 5점 세포 분화 과정에서 유전자의 발현이 세포마다 다르게 일어나고 조절됨을 이해하고 추론하였음: 5점	10
1-2	세포호흡 과정이 해당과정, 피루브산의 산화와 TCA 회로 및 산화적 인산화 과정으로 구성되어 있음을 적절한 용어로 설명하였음: 5점 세포호흡의 각 과정에서 일어나는 물질들의 화학 반응을 산화와 환원과정과 관련지어 잘 설명하였음: 5점	10
1-3	단거리 선수와 마라톤 선수의 근육 세포에서 ATP 생산을 위한 세포호흡 과정을 산소, 해당과정, 미토콘드리아와 관련지어 이해하고 적절하게 추론하였음: 5점 단거리 선수와 마라톤 선수의 근육 세포의 특성을 진핵세포의 진화 과정에서 미토콘드리아, ATP, 산소와의 관계와 관련지어 추론하였음: 5점	10

7. 예시답안

(1-1)

다세포 생물은 하나의 수정란으로부터 발생하여 다양한 기능을 지닌 수많은 세포로 분화하여 하나의 개체를 형성하게 된다. 이러한 분화 과정에서 대부분의 세포는 유전정보를 동일하게 유지하지만 유전자의 발현 방식은 매우 다양하다. 동일한 유전자라 하더라도 어떤 세포에서는 발현이 잘 되는 것도 있고, 어떤 세포에서는 발현이 전혀 이루어지지 않는 세포도 있으며, 특정한 시기나 조건에서만 발현이 이루어지는 유전자들도 있다.

각 세포가 분화할 때 특정 유전자들이 발현하여 기능하기 위해서 전사와 번역 과정을 거쳐 단백질 합성이 이루어져야 한다. 발생과정에서 근육 세포의 분화는 근육 모세포(전구체 세포)로부터 이루어지는데, 핵심 조절 유전자 *MyoD*라는 유전자의 발현을 통해 만들어지는 전사인자인 *MyoD*가 중요한 기능을 담당한다. 이와 같은 전사인자에 의한 전사 조절을 통해 근육 세포가 분화하고, 이 근육 세포에서 근육 원섬유가 만들어지게 된다. 신경 세포로 분화하는 세포는 이와 같은 전사조절이 이루어지지 않고, 신경 세포 형성을 위한 다른 전사조절이 이루어지게 되므로 근육 세포의 분화 과정과 같은 일은 일어나지 않게 된다.

따라서, 근육 세포와 신경 세포가 모두 같은 유전자를 가지고 있다고 하더라도 각 세포가 분화하는 과정에서 유전자 발현이 다르게 조절되므로 신경 세포에서는 근육 세포에서 발달하는 근육 원섬유가 잘 발달하지 않는다.

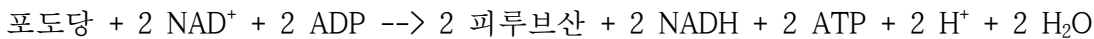
(1-2)

세포호흡을 통해 ATP를 생산하는데 세포호흡은 해당과정, 피루브산의 산화 및 TCA회로, 전자

전달계와 화학삼투를 통한 산화적 인산화의 과정으로 진행된다.

(1) 해당과정

해당과정은 세포질에서 일어나는데 포도당이 2분자의 피루브산으로 분해되는 과정으로 2 분자의 ATP가 형성된다. 포도당이 산화하여 피루브산이 되는 과정에서 NAD^+ 가 환원되어 NADH를 형성한다.



(2) 피루브산의 산화 및 TCA회로

산소가 존재할 때 해당과정에서 생성된 피루브산은 미토콘드리아의 기질로 능동 수송되어 미토콘드리아 기질에서 피루브산의 산화 및 TCA회로를 거치게 된다. 이 과정에서 피루브산이 산화되고 NAD^+ 와 FAD가 환원되어 CO_2 , NADH, FADH_2 가 생성된다.



(3) 산화적 인산화

1) 전자전달계

해당과정, 피루브산의 산화와 TCA 회로에서 생성된 NADH와 FADH_2 는 미토콘드리아 내막에 존재하는 전자전달계에 고에너지 전자를 전달한다. 고에너지 전자가 전자 전달계를 따라 이동하면서 산화 환원 과정을 통해 에너지를 단계적으로 방출한다. 이 과정에서 NADH, FADH_2 가 산화되어 NAD^+ , FAD를 형성하고, 에너지 수준이 낮아진 전자는 산소에 전달되어 산소가 환원되어 H_2O 를 형성한다.

2) 화학삼투

전자전달계를 거치는 과정에서 미토콘드리아 기질에서 막사이 공간으로 이동한 H^+ 이온으로 인해 막사이 공간이 높은 H^+ 이온 농도를 형성하여 화학삼투를 유발하게 된다. H^+ 이온이 미토콘드리아 기질로 다시 들어오는 과정에서 내막에 존재하는 ATP 합성 효소에 의해 ATP가 생성된다.



(1-3)

육상 선수 중 단거리 선수와 마라톤 선수 모두 근육 운동에 필요한 에너지를 ATP 형태로 공급받아야 한다.

단거리 선수는 숨을 거의 쉬지 않고 달리면서 짧은 시간 동안 골격근 수축과 이완에 많은 ATP를 필요로 하므로 산소에 의존적이지 않은 해당과정과 젖산 발효를 통해 주로 ATP를 생산하게 될 것이다. 따라서, 산소가 많지 않은 환경의 근육 세포는 미토콘드리아를 많이 가지고

있지 않으며, 대신 해당과정과 젖산발효에 필요한 효소가 많이 존재할 것이다.

마라톤 선수는 장시간 동안 골격근 수축과 이완을 위해 ATP가 필요하므로 산소를 이용하는 세포호흡이 일어날 것이다. 따라서, 근육 세포는 산소를 충분히 활용하여 에너지를 생산할 수 있도록 미토콘드리아를 많이 가지고 있어 TCA 회로 및 산화적 인산화 과정을 통해 많은 양의 ATP를 생산할 수 있게 될 것이다. 상대적으로 해당과정에 필요한 효소는 적게 존재할 것이다.

단거리 선수와 장거리 선수의 근육 발달 특성을 비교하여 볼 때 단거리 선수의 근육 세포는 미토콘드리아와 공생관계를 형성하기 이전의 숙주 세포와 비슷한 특성을 보이고, 장거리 선수의 근육 세포는 미토콘드리아와 공생관계를 형성한 이후의 숙주세포와 비슷한 특성을 보인다고 할 수 있다.

■ 논술우수자 전형(창의인재-의예과) 생명과학문제1에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사)

<문제 1-1>

생명과학 I의 '항상성과 몸의 조절'과 생명과학 II의 '유전자 발현과 조절'에 대한 내용을 이해하고 있어야 풀이가 가능한 문항입니다. 교과서 확인 결과 생명과학 I 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)과 생명과학 II 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)에 모두 기재된 내용입니다. 고등학교 교육과정 수준에 적합하며 용어, 기호, 문항 해설에서 교육과정을 넘어서는 요소는 없었습니다.

진핵세포의 세포 분화과정에서 전사인자에 의해 근육 모세포가 근육세포로 분화된다는 것과 MyoD와 같은 핵심 조절 유전자에 의해 어떤 전사 인자가 합성되어 전사를 조절하는 지, 근육 세포에 근육 원섬유가 발달하여 액틴과 마이오신의 상호작용에 의해 근수축이 진행된다는 것을 모두 서술하는 것이 관건인 문제입니다.

수험생들이 제시문을 참고하여 세포 분화 과정에 대한 대략적인 내용의 답안작성은 가능하지만 핵심 조절 유전자와 전사인자에 의한 전사조절에 대한 서술은 실력에 따라 답안 수준의 차이가 발생할 것으로 예상됩니다. 난이도는 '중'으로 판단합니다.

<문제 1-2>

생명과학 II의 '세포 호흡과 광합성'의 내용 중 세포 호흡에 대한 내용을 이해하고 있어야 풀이가 가능한 문항입니다. 교과서 확인 결과 생명과학 II 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)에 모두 기재된 내용입니다. 고등학교 교육과정 수준에 적합하며 용어, 기호, 문항 해설에서 교육과정을 넘어서는 요소는 없었습니다.

세포 호흡의 전 과정을 해당과정, 피루브산의 산화, TCA 회로, 산화적 인산화의 과정으로 설명하고 각 단계에서 일어나는 물질의 산화 환원 과정을 모두 서술하는 것이 관건인 문제입니다.

수험생들이 세포 호흡의 전반적인 내용에 대해서는 답안을 작성할 수 있지만 각 단계에서 진행되는 물질의 변화와 함께 산화 환원 과정을 서술해야 하므로 실력에 따라 답안 수준의 차이가 발생할 것으로 예상됩니다. 난이도는 '중'으로 판단됩니다.

<문제 1-3>

생명과학 I의 '사람의 물질대사', '항상성과 몸의 조절'과 생명과학 II의 '세포 호흡과 광합성', '생물의 진화와 다양성'에 대한 내용을 이해하고 있어야 풀이가 가능한 문항입니다. 교과서 확인 결과 생명과학 I 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)과 생명과학 II 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)에 모두 기재된 내용입니다. 고등학교 교육과정 수준에 적합하며 용어, 기호, 문항 해설에서 교육과정을 넘어서는 요소는 없었습니다.

단거리 선수와 마라톤 선수가 주로 사용하는 호흡 방법의 차이와 그로 인해 발생하는 근육 발달의 차이, 산소 호흡에 관여하는 미토콘드리아 발달 정도의 차이, 산소 공급 방법의 차이를 모두 서술하는 것이 관건인 문제입니다.

많은 수험생들이 단거리 선수는 주로 무산소 호흡을, 마라톤 선수는 산소 호흡을 이용하여 이로 인해 세포 내 미토콘드리아의 수 차이와 해당과정에 필요한 효소의 차이가 있다고 서술할 것으로 예상됩니다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사)

<문제 1-1>

생명과학 I 의 3단원 항상성과 몸의 조절, 생명과학II의 4단원 유전자 발현과 조절에 대한 내용을 이해하고 있는지를 묻는 문항이다. 이 내용은 생명과학 I 교과서(교학사, 비상교육, 미래엔, 천재교육, 지학사), 생명과학II 교과서(교학사, 비상교육, 미래엔, 천재교육, 지학사)에 자세히 소개되어 있다.

근육을 구성하는 세포에는 근육원섬유가 발달되어 있어 근육의 수축과 이완에 관여한다는 것과 진핵생물에서 세포 분화 조절에는 핵심조절유전자가 관여한다는 것을 이해하고 있다면 문제를 해결할 수 있을 것으로 본다. 동일한 유전자를 가지고 있지만, 근육원섬유를 구성하는 마이오신 단백질이나 액틴단백질이 발현 유무에 따라 신경세포와 근육세포의 차이가 발생하게 된다고 생각해낼 수 있다.

<문제 1-2>

생명과학II의 3단원 세포호흡과 광합성 중에서 세포호흡과정을 이해하고 있는지를 묻는 문항이다. 이 내용은 생명과학II 교과서(교학사, 비상교육, 미래엔, 천재교육, 지학사)에 자세히 소개되어 있다. 세포 호흡 과정에서 포도당이 산화되는 각 단계별로 일어나는 화학 변화 과정을 이해하고 있다면 문제를 해결할 수 있을 것으로 본다.

<문제 1-3>

생명과학 I 의 2단원 사람의 물질대사, 3단원 항상성과 몸의 조절, 생명과학II의 3단원 세포호흡과 광합성, 5단원 생물의 진화와 다양성에 대한 내용을 이해하고 있는지를 묻는 문항이다.

이 내용은 생명과학 I 교과서(교학사, 비상교육, 미래엔, 천재교육, 지학사), 생명과학II 교과서(교학사, 비상교육, 미래엔, 천재교육, 지학사)에 자세히 소개되어 있다.

단거리 선수의 경우, 산소 호흡보다는 짧은 시간에 다량의 ATP가 필요하므로 젖산 발효에 의해 생성되는 ATP량이 많아지는 방향으로 발달하게 되고, 마라톤 선수의 경우, 긴 시간 동안 달리기에는 지속적으로 ATP가 공급되어야하므로 미토콘드리아가 많이 발달하는 방향으로 근육세포가 발달하게 됨을 생각해 낼 수 있다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사)

<문제 1-1>

생명과학 I의 '항상성과 몸의 조절' 단원의 근육 섬유의 구조에 대해 이해하고, 이를 생명과학 II의 '유전자 발현과 조절'의 내용 요소를 바탕으로 설명할 수 있어야 풀이가 가능한 문항입니다. 생명과학 I 5종 교과서(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)와 생명과학 II 5종 교과서(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)에 기재된 내용입니다. 용어, 기호, 문항 해설이 고등학교 교육과정 수준에 적합하며, 교육과정을 넘어서는 요소는 없었습니다.

다세포 생물의 발생 과정에서 세포의 분화가 전사인자의 차이에 다르게 진행됨을 이해하고, 진핵세포의 유전자 발현 조절에 관여하는 MyoD와 같은 핵심조절인자의 기능에 대하여 서술하는 것이 핵심입니다. 난이도는 '중'으로 판단합니다.

<문제 1-2>

생명과학 II의 '세포 호흡과 광합성'의 내용 중 세포 호흡에 대한 내용을 이해하고 있어야 풀이가 가능한 문항입니다. 교과서 확인 결과 생명과학 II 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)에 모두 기재된 내용입니다. 고등학교 교육과정 수준에 적합하며 용어, 기호, 문항 해설에서 교육과정을 넘어서는 요소는 없었습니다. 세포 호흡의 전 과정을 해당과정, 피루브산의 산화 및 TCA 회로, 전자전달계와 산화적 인산화 단계로 구분하고, 각 과정의 물질대사를 산화 환원 과정으로 명확히 설명하는 것이 핵심인 문항입니다. 변화하는 물질의 이름을 암기하고 답하는 것은 가능할 것으로 보입니다. 난이도는 '중'으로 판단합니다.

<문제 1-3>

생명과학 I의 '사람의 물질대사', '항상성과 몸의 조절' 내용 요소에 대한 이해를 바탕으로 생명과학 II의 '세포 호흡과 광합성', '생물의 진화와 다양성'의 내용을 이해해야 풀이가 가능한 문항입니다. 교과서 확인 결과 생명과학 I 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)과 생명과학 II 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)에 모두 기재된 내용입니다. 고등학교 교육과정 수준에 적합하며 용어, 기호, 문항 해설에서 교육과정을 넘어서는 요소는 없었습니다.

단거리 선수와 마라톤 선수의 운동 시간 및 운동 형태의 차이를 통해 ATP 공급 방식에 대한 차이를 추론하고, 이를 바탕으로 두 선수 사이의 근육 발달 차이 및, 미토콘드리아의 발달 정도 차이를 미토콘드리아 공생 전·후의 진핵세포와 비교하는 것이 핵심인 문항입니다. 단거리 선수는 주로 무산소 호흡을 사용하며, 마라톤 선수는 산소 호흡을 주로 사용한다는 사실을 바탕으로 미토콘드리아 수 발달을 추론하는 것은 일반적인 수험생에게도 가능할 것으로 보입니다.

[문항카드 10-2]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☒ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의예과(생명과학)/ 2	
출제 범위	교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학II
	핵심개념 및 용어	생명 과학 연구 방법, 연역적 탐구 방법, 제한 효소, 유전체, 핵치환
예상 소요 시간	15분	

2. 문항 및 제시문

(가) 생명과학의 탐구 방법에는 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법이 있는데, 귀납적 탐구 방법은 여러 가지 관찰 결과를 종합하고 분석하여 일반적인 원리나 법칙을 이끌어 내는 탐구 과정이고, 연역적 탐구 방법은 문제에 대한 해답으로써 가설을 세우고 이를 실험으로 검증하는 탐구 과정이다.

(나) 제한 효소는 세균이 자기 세포 안으로 침입한 외부 DNA를 제거할 때 사용하는 효소로, 대장균을 연구하는 과정에서 발견되었다. 제한 효소는 특정 염기 서열을 인식하여 그 부위의 DNA를 자른다. 제한 효소마다 인식하는 염기 서열이 다르므로 다양한 제한 효소를 골라서 사용하면 원하는 DNA 부위를 자를 수 있다.

(다) 사람 유전체 사업을 통해 얻어진 유전체 DNA 서열을 각 개인의 유전체 DNA 서열과 비교하면 여러 부분의 DNA 염기 서열에서 차이가 있음이 발견된다. 또한, 사람 유전체에는 특정 염기 서열이 반복적으로 나타나는 부위가 있는데, 이러한 반복 서열의 반복 횟수는 사람마다 달라 유전체 분석에 많이 활용된다.

(라) 복제양 돌리는 면양 A로부터 젖샘세포를 채취하고, 면양 B에서 얻어진 난자에서 핵을 제거한 후 젖샘 세포와 무핵 난자를 전기 자극으로 세포 융합시켜 핵치환된 복제란을 얻은 다음, 복제란을 대리모 면양 C에 이식하여 출생하게 되었다.

[문제 2] 김연세 연구원은 자신이 키우는 고양이 '사랑이'를 제시문 (라)에서 적용한 방법과 동일한 방식으로 고양이 체세포 복제를 수행하여 새끼 고양이 '새사랑이'를 얻었다. 그는 '새사랑이'가 실제 체세포 복제를 통해 태어났는지를 입증하기 위해 제시문 (나) - (라)에 나와 있는 내용을 바탕으로 수행할 연구를 계획하였다. 김 연구원이 제시문 (가)의 연역적 탐구 방법으로 연구를 수행할 때, 그에 따른 연구 과정을 서술하시오. [단, 제시문 (다)의 사람 유전체 특성이 다른 포유동물에서도 같다고 가정함]

3. 출제 의도

1. 생명 과학의 탐구 방법인 귀납적 탐구 방법과 연역적 탐구 방법을 이해하는지를 평가한다.
2. 생명 공학적 방법을 이해하고 연역적 탐구 방법에 맞춰 연구 과정을 적절하게 설명할 수 있는지를 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호[별책 9] “과학과 교육과정”	
관련 성취기준	영역별 내용	
	제시문	(가) [12생과 I 01-03] 생명과학 탐구 방법을 이해하고 생명과학에서 활용되고 있는 다양한 탐구 방법을 비교할 수 있다.
		(나) [12생과 II 06-01] DNA 재조합 기술의 원리를 이해하고, 활용 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
		(다) [12생과 II 01-02] 생명과학 발달에 기여한 주요 발견들에 사용된 연구 방법들을 조사하여 발표할 수 있다.
		(라) [12생과 II 06-02] 핵치환, 조직 배양, 세포 융합의 원리를 이해하고, 활용 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
	하위문항 2	[12생과 II 01-02] 생명과학 발달에 기여한 주요 발견들에 사용된 연구 방법들을 조사하여 발표할 수 있다. [12생과 I 01-03] 생명과학 탐구 방법을 이해하고 생명과학에서 활용되고 있는 다양한 탐구 방법을 비교할 수 있다. [12생과 II 06-01] DNA 재조합 기술의 원리를 이해하고, 활용 사례를 조사하여 발표할 수 있다. [12생과 II 06-02] 핵치환, 조직 배양, 세포 융합의 원리를 이해하고, 활용 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

2. 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 생명과학 I	권혁빈 외	교학사	2020	22~25
	고등학교 생명과학 I	오현선 외	미래엔	2020	26~29
	고등학교 생명과학 I	심규철 외	비상교육	2020	15~18
	고등학교 생명과학 I	전상학 외	지학사	2019	22~25
	고등학교 생명과학 I	이준규 외	천재교육	2020	19~22
	고등학교 생명과학 II	권혁빈 외	교학사	2020	19, 181~190
	고등학교 생명과학 II	오현선 외	미래엔	2020	20, 194~199
	고등학교 생명과학 II	심규철 외	비상교육	2020	15, 195~199
	고등학교 생명과학 II	전상학 외	지학사	2020	15, 192~194, 202~204
	고등학교 생명과학 II	이준규 외	천재교육	2020	15, 189~194, 199

5. 문항해설

생명 과학의 탐구 방법 중에서 연역적 탐구 방법은 문제에 대한 가설을 설정하고 실험 설계 및 수행을 하게 되는데, 이때 실험 결과의 타당성을 높이기 위해 대조군을 정하고 실험군과 비교하는 실험을 수행한다. 이후 실험 결과 정리와 분석, 결론 도출 및 일반화하는 과정을 거치게 된다. 다양한 생명 공학 방법 중 핵치환 기술을 이해하고 핵치환 과정을 연역적 연구 방법으로 실험 과정을 이해하고 적절하게 설명할 수 있는지를 평가한다.

6. 채점기준

하위 문항	채점 기준	배점
2	생명 과학의 탐구 방법인 연역적 탐구 방법을 이해하고 이에 따라 서술하였음: 5점 생명공학 방법을 이해하고 연역적 탐구 방법에 맞춰 적절한 용어를 사용하여 논리적으로 기술하였음: 5점	10

7. 예시답안

연역적 탐구 방법은 문제에 대한 가설을 설정하고 실험 설계 및 수행을 하게 되는데, 이때 실험 결과의 타당성을 높이기 위해 대조군을 정하고 실험군과 비교하는 실험을 수행한다. 이후 실험 결과 정리와 분석, 결론 도출 및 일반화하는 과정을 거치게 된다.

(1) 가설 설정

복제 고양이 입증을 위한 연구에서 체세포 복제가 정상적으로 이루어졌다면 개체별로 다르게 나타나는 유전체 부위가 복제된 고양이와 체세포를 제공한 고양이에서는 동일하고, 난자를 제공한 고양이 및 대리모 고양이에서는 다르게 나타나야 한다. 따라서, 가설은 '새로 태어난 복제 고양이(새사랑이)의 유전체는 체세포를 제공한 고양이(사랑이)의 유전체와 동일하다'라고 설정할 수 있다.

(2) 실험 설계 및 수행

제시문에 나와 있는 정보를 바탕으로 한 실험 방법은 각각의 고양이로부터 유전체를 얻고 이 유전체에서 유전 정보 차이를 제한 효소 처리를 통해 비교하는 것이다.

1. 유전체 분석을 위해 체세포를 제공한 고양이(사랑이), 난자를 제공한 고양이, 대리모 고양이, 태어난 복제 고양이(새사랑이)로부터 유전체를 확보한다.
2. 체세포를 제공한 고양이(사랑이) 또는 복제 고양이(새사랑이)로부터 얻은 유전체 정보를 대조군으로 설정한다.
3. 확보한 유전체를 개체별로 차이를 보이는 유전자 서열 부위를 제한 효소 처리를 통해 비교한다.

(3) 결과 분석 및 해석

각 고양이 유전체로부터 얻어진 제한 효소 처리 결과가 개체별로 어떻게 나타나는지를 확인한다.

1. 제한 효소 처리 결과 복제 고양이(새사랑이)의 유전체가 체세포를 제공한 고양이(사랑이) 유전체와 동일하고 난자를 제공한 고양이 및 대리모 고양이와 다르다면 정상적으로 복제를 통해 태어난 고양이라고 판단한다.
2. 복제 고양이(새사랑이)의 유전체가 체세포를 제공한 고양이(사랑이)의 유전체와 다르다면 복제를 통해 태어난 고양이가 아니라고 판단한다.

(4) 결론 도출

새로 태어난 복제 고양이(새사랑이)의 유전체가 체세포를 제공한 고양이(사랑이)의 유전체와 동일하므로 복제 고양이(새사랑이)는 체세포 핵치환 복제를 통해 태어난 것이 맞다고 결론을 내린다.

■ 논술우수자 전형(창의인재-의예과) 생명과학문제2에 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사)

<문제 2>

생명과학 I의 '생명과학의 탐구 방법'과 생명과학 II의 '생명공학 기술과 인간생활'에 대한 내용을 이해하고 있어야 풀이가 가능한 문항입니다. 교과서 확인 결과 생명과학 I 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)과 생명과학 II 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)에 모두 기재된 내용입니다. 고등학교 교육과정 수준에 적합하며 용어, 기호, 문항 해설에서 교육과정을 넘어서는 요소는 없었습니다.

체세포 복제 여부를 확인할 수 있는 가설 설정 및 탐구과정 설계, 제한효소를 이용하여 고양이마다 차이가 나는 특정 염기서열의 반복 횟수를 확인하는 실험 과정을 모두 서술하는 것이 관건인 문제입니다.

수험생들이 체세포 복제 과정에 대한 설명과 복제 고양이와 체세포 제공 고양이의 유전정보가 동일하며 이를 제한효소를 이용하여 확인할 수 있다는 내용에 대해 답안을 작성할 수 있다고 예상됩니다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사)

<문제 2>

생명과학 I의 1단원 생명과학의 탐구 방법, 생명과학 II의 6단원 생명공학기술에 대한 내용을 이해하고 있는지를 묻는 문항이다.

이 내용은 생명과학 I 교과서(교학사, 비상교육, 미래엔, 천재교육, 지학사), 생명과학 II 교과서(교학사, 비상교육, 미래엔, 천재교육, 지학사)에 자세히 소개되어 있다.

연역적 탐구 과정에 따라 고양이 체세포 복제를 통해 태어난 새끼 고양이의 DNA가 체세포를 제공한 고양이의 DNA와 일치하는지를 알아보는 연구를 계획할 수 있다.

각 고양이에서 추출한 DNA를 특정 염기 서열이 반복되는 부위를 제한효소를 이용하여 절단했을 때, 동일한 DNA라면 이 반복횟수 동일하게 되므로 DNA를 분석한 결과가 동일하게 나타나게 될 것이라고 연구과정을 어렵지 않게 서술할 수 있을 것이다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사)

<문제 2>

생명과학 I의 '생명과학의 탐구 방법'과 생명과학Ⅱ의 '생명공학 기술과 인간생활'에 대한 내용을 이해하고 있어야 풀이가 가능한 문항입니다. 교과서 확인 결과 생명과학 I 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)과 생명과학Ⅱ 교과서 5종(교학사, 미래엔, 비상교육, 지학사, 천재교육)에 모두 기재된 내용입니다. 고등학교 교육과정 수준에 적합하며 용어, 기호, 문항 해설에서 교육과정을 넘어서는 요소는 없었습니다.

체세포 복제 여부를 확인할 수 있는 적절한 탐구과정을 설계하며, 이 과정에서 제한 효소를 활용한 특정 반복서열의 차이를 비교하는 실험 방법을 서술하는 것이 핵심인 문제입니다.

대부분의 수험생이 체세포 복제 과정 서술 및 세포 공여자와 수여자 사이의 관계를 반복서열 비교를 통해 검증할 수 있음을 설명할 수 있을 것이라 생각합니다.

2022학년도 학생부종합 전형 면접문제

[문항카드 11]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☐ 논술고사 ☒ 면접 및 구술고사	
전형명	학생부종합 활동우수자/SW창의인재 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	동아시아국제학부, 글로벌엘리트학부, 소프트웨어학부, 디지털헬스케어학부, 디자인예술학부 / 문항번호[1] 영문/국문	
출제 범위	고등학교 과목명	사회문화, 윤리와사상, 영어I, 영어II
	핵심개념 및 용어	현대의 사회변동, 개인과 사회, 공존의 세계
예상 소요 시간	10분 숙지 / 면접 5분 (총 숙지시간 20분 / 면접시간 10분 중)	

2. 문항 및 제시문

[영문지문]

【Question 1】

[A]

As I passed my neighborhood Walgreens*, I paused momentarily, peering in the large storefront window hoping to catch a glimpse of people getting their COVID vaccinations. After more than a year of masking, quarantining, and social distancing, I was finally eligible for mine and yet, I kept putting it off. I wondered why I was hesitant to receive this life-saving vaccine. Everyone I knew was already fully vaccinated. I was waiting, but for what? I have always fancied myself a pragmatist who trusted science and believed in facts. My reluctance was becoming an existential crisis. I began questioning my values, beliefs and how I would look in a tinfoil hat**. No one is immune to the unique challenge pandemics pose. Scientists estimate that 70 to 90 % of the total population must acquire resistance to the virus to reach herd immunity. One night, I came across a letter my mother sent me during a particularly rough period in my life. It said simply: "Courage isn't the absence of fear. It's having the fear and doing it anyway." Not long after I found myself back at Walgreens, but this time on the other side of the window—waiting to be vaccinated.

* Walgreens: a drugstore in the US, where people can schedule for and take vaccine shots.

**A tinfoil hat: an expression to refer to people who have paranoia or a belief in conspiracy theories, especially involving government surveillance or paranormal beings.

[B]

As Korea tries to reach its target vaccination rate of 70 % by October, 2021, some people who received their first doses are giving up on getting their second shots, thus failing to achieve full vaccination. Especially, those who suffered from side effects of the

first shots and heard of stronger side effects of the second doses have declined to receive their follow-up injections. A number of petitioners posted on the Cheong Wa Dae website claiming that their family members or friends have died or became seriously ill after COVID-19 vaccination, especially after their second shots, increasing fears among the public.

(Question 1-1) Summarize the passage [A] and explain the meaning of the phrase underlined.

(Question 1-2) Explain the different positions taken about COVID-19 vaccination in the passages [A] and [B], and try to persuade the counterpart from the stance you would take.

[국문지문]

[문제 1] 다음의 각 제시문을 읽고 질문에 답하십시오.

[A]

우리 동네 보건소를 지나다 사람들이 코로나 예방 접종을 받는 모습이 궁금해 발 걸음을 멈추고 건물 앞 큰 유리창 안 들여다보았다. 1년이 넘게 마스크 착용, 자가격리, 사회적 거리두기를 한 끝에 드디어 내게도 접종자격이 주어졌지만 여전히 난 차일피일 접종을 미루고 있던 참이었다. 난 왜 이 생명을 구하는 백신 접종을 주저하고 있는 것일까. 주위 모든 사람들은 이미 두 번의 예방 접종을 모두 완료했다는 데 말이다. 그 동안 난 스스로에 대해 과학을 신봉하고 사실에 입각해 행동하는 실용주의적인 사람이라 생각해 왔다. 즉 나의 망설임은 곧 내 실존의 위기가 돼버리고 있었다. 그 동안 지켜온 나의 가치와 신념에도 불구하고 막연한 두려움과 불신에 사로잡힌 지금의 나는 과연 어떤 모습인지에 대해 진지하게 의문을 품기 시작했다. 사실 어느 누구도 이 팬데믹이 야기한 전례 없는 도전에 예외일 수 없다. 과학자들이 추정하길, 전체 인구의 70~90%가 바이러스에 대한 내성을 획득해야만 집단 면역에 이를 수 있다고 한다. 그러다 우연히 과거 힘든 시기를 보내고 있을 때 내게 엄마가 보내준 편지를 읽게 되었다. “용기란 두려움이 없다는 것이 아니라, 두려워도 해내는 거란다.” 얼마 지나지 않아 보건소에 와 있는 나를 발견했다. 이번엔 유리창 건너편에서 백신 접종을 기다리며.

[B]

한국 정부는 2021년 10월까지 예방접종 목표치인 70% 달성을 목표로 하고 있는 가운데 1차 접종을 받은 일부 사람들이 2차 접종을 포기해 접종률의 목표치 달성에 빨간불이 켜졌다. 특히 1차 접종 시 부작용을 경험한 후 2차接种의 부작용이 더 심하다는 소문을 들은 사람들이 후속 접종을 거부하는 사례가 많았다. 청와대 홈페이지에는 코로나19 예방접종 후 가족이나 친지들이 사망하거나 심각한 후유증에 시달리고 있다는 청원글이 다수 게시돼 국민들의 공포를 증폭시키고 있다.

(문제 1-1) [A] 지문의 내용을 요약하고, 밑줄 친 표현에 대한 의미를 설명하시오.

(문제 1-2) [B] 지문의 내용을 요약하고, 위의 두 지문에 나타난 백신 접종자와 접종 기피자의 견해의 장단점을 설명하고, 어느 한 쪽의 입장에서 다른 쪽의 입장을 이해하고 설득해 보시오.

3. 출제 의도 (Purpose of Test)

- This question tests students' English and their opinions on possible choices.

4. 출제 근거 (References)

1. 교육과정 근거 (Reference in the National Curriculum)

적용 교육과정	교육부고시 제2018-162호[별책 7] 사회과 교육과정 교육부 고시 제2015-74호[별책6] 도덕과 교육과정 교육부고시 제2020-255호[별책 14] 영어과 교육과정
관련 성취기준	1. 사회문화 [12사문02-01]개인과 사회의 관계를 바라보는 여러 관점을 비교하고 인간의 사회화 과정을 설명한다. [12사문05-04] 전 지구적 수준의 문제와 그 해결방안을 탐색하고 세계시민으로서 지속가능한 사회를 위해 노력하는 태도를 가진다. 2. 윤리와사상 [12윤사02-01] 동양과 한국의 연원적 윤리사상들을 탐구하고, 이를 인간의 행복 및 사회적 질서와 관련시켜 토론할 수 있다. [12윤사02-07] 근대 격변기의 상황에 대처해 나타난 한국 전통윤리사상들의 다양한 대응 노력을 탐구하여 그 의의와 한계를 설명할 수 있고, 동양의 이상적 인간상이 현대사회에서 갖는 의의에 대해 토론할 수 있다. [12윤사03-06] 의무론과 칸트의 정언명령, 결과론과 공리주의의 특징을 비교하여 각각의 윤리사상이 갖는 장점과 문제점을 파악할 수 있다. [12윤사03-07] 현대의 실존주의, 실용주의가 주장하는 윤리적 입장들을 이해하고, 우리의 도덕적 삶에 기여하는 바를 설명할 수 있다. 3. 영어I [12영 I 03-01] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 세부 정보를 파악할 수 있다. [12영 I 03-02] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 주제 및 요지를 파악할 수 있다. [12영 I 03-03] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 내용의 논리적 관계를 파악할 수 있다. [12영 I 03-04] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 필자의 의도나 글의 목적을 파악할 수 있다. [12영 I 03-05] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 필자의 심정이나 태도를 추론할 수 있다. [12영 I 03-06] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 함축적 의미를 추론할 수 있다. 4. 영어II [12영II02-01] 비교적 다양한 주제에 관하여 듣거나 읽고 세부 정보를 설명할 수 있다.

[12영II02-02] 비교적 다양한 주제에 관하여 듣거나 읽고 중심 내용을 말할 수 있다.
 [12영II02-03] 비교적 다양한 주제에 관해 자신의 의견이나 감정을 표현할 수 있다.

2. 자료 출처 (Sources)

[A]: Jacobs, Babara. “The Covid-19 Vaccine: To Fear or Not to Fear.” *Women’s eNews*. 2021. 04. 22.
 [B]: Kwon, Mee-yoo. “0.6% of People Fail to Get Second COVID-19 Vaccine Shot.” *The Korea Times*. 2021. 10. 04.

5. 문항 해설 (Guideline)

- This question asks students to summarize the contents and express their opinions on possible choices. important issues regarding coronavirus.

6. 채점 기준 (Evaluation)

Sub-Question	Assessment Criteria	Breakdown
(1-1)	How much does the student understand and describe the contents? How much his/her opinions are logical and persuasive?	25
(1-2)	How much does the student understand and describe the contents? How much his/her opinions are logical and persuasive?	25

7. 예시 답안 (Answer Keys)

Question 1-1 and Question 1-2

Translation:

[A]: Jacobs, Babara. “The Covid-19 Vaccine: To Fear or Not to Fear.” *Women’s eNews*. 2021. 04. 22.

우리 동네 보건소를 지나다 사람들이 코로나 예방 접종을 받는 모습이 궁금해 발걸음을 멈추고 건물 앞 큰 유리창 안 들여다보았다. 1년이 넘게 마스크 착용, 자가 격리, 사회적 거리두기를 한 끝에 드디어 내게도 접종 자격이 주어졌지만, 여전히 난 차일피일 접종을 미루고 있던 참이었다. 난 왜 이 생명을 구하는 백신 접종을 주저하고 있는 것일까. 주위 모든 사람은 이미 두 번의 예방 접종을 모두 완료했 다는데 말이다. 그동안 난 스스로에 대해 과학을 신봉하고 사실에 근거해 행동하는 실용주의적인 사람 이라 생각해 왔다. 즉 나의 망설임은 곧 내 실존의 위기가 돼버리고 있었다. 그동안 지켜온 나의 가치 와 신념에도 불구하고 막연한 두려움과 불신에 사로잡힌 지금의 나는 과연 어떤 모습인지에 대해 진지 하게 의문을 품기 시작했다. 사실 어느 사람도 이 팬데믹이 야기한 전례 없는 도전에 열외일 수 없다. 과학자들이 추정하길, 전체 인구의 70~90%가 바이러스에 대한 내성을 획득해야만 집단 면역에 이를 수 있다고 한다. 어느 날 우연찮게 과거 힘든 시기를 보내고 있을 때 내게 엄마가 쓴 편지를 보게 되 었다. “용기란 두려움이 없다는 게 아니란다. 두려워도 해 내는 거지.” 얼마 지나지 않아 보건소에 와 있는 나를 발견했다. 백신 접종을 기다리며.

[B]: Kwon, Mee-yoo. "0.6% of People Fail to Get Second COVID-19 Vaccine Shot." *The Korea Times*. 2021. 10. 04.

한국 정부는 2021년 10월까지 예방접종 목표치인 70% 달성을 목표로 하고 있는 가운데 1차 접종을 받은 일부 사람들이 2차 접종을 포기해 접종률의 목표치 달성에 빨간불이 켜졌다. 특히 1차 접종 시 부작용을 경험한 후 2차 접종의 부작용이 더 심하다는 소문을 들은 사람들이 후속 접종을 거부하는 사례가 많았다. 청와대 홈페이지에는 코로나19 예방접종 후 가족이나 친지들이 사망하거나 심각한 후유증에 시달리고 있다는 청원글이 다수 게시돼 국민들의 공포를 증폭시키고 있다.

(질문 1-1) [A] 지문의 내용을 요약하고, 밑줄 친 표현에 대한 의미를 설명하시오.

(질문 1-2) [B] 지문의 내용을 요약하고, 위의 두 지문에 나타난 백신 접종자와 접종 기피자의 서로 다른 견해의 장단점을 설명하고, 어느 한쪽의 입장에서 다른 쪽의 입장을 이해하고 설득해 보시오.

[1번 문제풀이]

[A] 지문은 미국에서 코로나 백신에 대한 두려움으로 접종을 차일피일 미루고 있던 화자가 용기를 내 백신 접종을 하게 된다는 내용의 글이다. 코로나바이러스가 창궐한 가운데 백신 접종은 사람들에게 팬데믹의 공포로부터 해방될 기회를 제공한다. 하지만, 동시에 낮은 확률이지만 백신 접종에 대한 심각한 부작용의 발생 역시 사회적 공포가 되고 있다. 이러한 상황에서 화자는 평소 이성적이며 과학적인 사람으로 자신을 생각하고 있었지만, 막연한, 혹은 낮은 확률의 부작용에 대한 공포로 백신 접종을 두려워하는 자신을 발견하게 된다. 밑줄 친 “실존적 위기”는 자신의 신념과 믿음이 팬데믹이 아닌 백신에 대한 공포로 무너지는 것을 의미한다. 하지만 화자는 진정한 용기는 두려움 속에서도 할 것은 해내고 마는 것이라는 어머니의 편지 내용에 힘입어 접종받을 용기를 낸다. 근본적으로 그녀의 용기는 팬데믹에 맞서 집단면역 달성이라는 사회적 공익을 위해 개인의 두려움을 이겨내야 한다는 실존적 위기에 대한 그녀의 극복의 의지에서 나온 것이라 할 수 있다.

[B] 지문은 백신 접종에 대한 부작용이 알려지고 접종을 거부하는 사람이 늘어나면서 한국 사회의 집단 면역 달성이 실패할 위기에 놓여 있음을 보도하는 신문 기사이다. [A] 지문이 집단 면역을 위해 두려움을 떨치고 접종을 받음으로써 사회적 공익을 실천하는 개인의 성장서사라면, [B] 지문은 백신 접종으로 인해 만에 하나 있을지 모를 치명적 부작용에 따른 공포와 실제 보도된 죽음의 사례와 함께 국가적 차원에서 접종을 강요하는 사회적 분위기에 반기를 드는 여론을 담고 있다. 즉, 앞의 글이 개인의 용기에 찬사를 보낼 만한 글이라면, 뒤의 글은 공익을 위해 강요되는 개인의 희생을 환기시키고 있다.

(질문 1-1 평가기준)

상: 위에 언급된 문제풀이에 따라 화자의 심리적 상태(두려움, 주저함)와 이를 극복하려는 의지와 행동의 변화를 제대로 파악하고 설명하고, 자신에 대한 과거의 믿음과 현재의 모습의 모순과 불일치로 인해 표출되는 화자의 심리적 갈등을 밑줄 친 “실존적 위기”와 관련해 설명을 잘 하는 경우.

중: 전반적으로 화자의 심리적 상태와 행동의 변화를 이해하고는 있지만, 구체적으로 화자가 용기를 갖게 되는 이유나 계기를 제대로 파악하지 못하고, 따라서 밑줄 친 내용을 제대로 설명하지 못하는 경우.

하: 지문의 내용을 제대로 이해하지 못하고 따라서 밑줄 친 내용을 설명하지 못하는 경우.

(질문 1-2 평가기준)

상: 첫째, 두 지문의 내용을 제대로 이해하여 백신 접종과 관련된 대립적인 견해를 제시하고 비교할 수 있는 경우. 둘째, 어느 한 쪽의 관점에서 다른 쪽의 관점에 대해 논리적이고 합리적인 이유를 들어 문제점을 지적하고 학생이 선택한 견해를 상대방이 수용할 수 있도록 논리적인 설득을 진행하는 경우. 셋째, 대립적인 견해가 제시되었음에도 불구하고 상대방의 입장을 이해하고 공감하는 자세를 보이는 경우.

중: 위의 좋은 답에서 제시된 3가지 중 2가지 이상을 제대로 설명하지 못하거나, 두 지문의 내용을 대체적으로 이해하고 있으나 논리적으로 비교하여 적절하게 두 견해의 장단점을 제대로 설명하지 못하는 경우.

하: 두 지문의 내용을 제대로 이해하지 못하여 지문 속 상반된 견해를 제대로 제시하지 못하는 경우

Question 1 Guideline:

The passage [A] is an essay of a woman who delays her Covid-19 vaccination in fear of its alleged side effects and later comes to have the courage to get vaccinated. Amid the coronavirus pandemic, vaccination offers people a chance to deliver themselves from the fears of the pandemic. However, the collective fear of vaccination, albeit with a low probability, is also becoming a social one. In this situation, this first-person narrator reflects upon herself with mixed feelings about her putting it off. She has long thought of herself as a rational and scientific person but finds herself afraid of getting the vaccination due to a vague fear of the side effects. It explains the underlined phrase, “an existential crisis,” which refers to the collapse of her belief in herself due to her fear of the vaccine rather than the pandemic. However, thanks to her mother’s letter that writes, “Courage isn’t the absence of fear. It’s having the fear and doing it anyway,” she regains her confidence and musters up the courage to get vaccinated. Fundamentally, the narrator’s courage comes from overcoming the existential crisis for the public interest of achieving herd immunity against the pandemic.

The passage [B] is a newspaper article reporting that the achievement of herd immunity in Korea is in danger of failure as side effects of vaccination become known. Accordingly, the number of people who refuse to be vaccinated increases. Whereas the first passage is of a narrative of personal growth where the narrator shakes off her fears, carrying out her social obligation to achieve herd immunity, the second one reports actual cases of fatalities because of the government’s vaccine mandate and the deterioration of public opinion as a consequence. If the passage [A] is a tribute to an individual’s courage for vaccination, the latter reminds us of the personal sacrifice enforced for the public good.

(Question 1-1 Answers)

Good answer: Students clearly understand the contents and fully describe the story, focusing on the complex spectrum of the narrator’s psychological state (fear, hesitancy, ambivalence, and shame) and how she musters up her courage to overcome them. In

addition, students can explain what the underlined phrase, “an existential crisis,” means, which triggers her sense of guilt due to the discrepancy between her former beliefs in herself and the present state of her cowardice.

Mediocre Answer: Students generally understand the narrator’s changing mind and behaviors, but do not fully understand the specific reasons of what motivates her courage and what triggers her fear not only of the vaccination but also of her self-deception concerning the underlined phrase.

Bad answer: The student fails to understand or describe the contents, including the underlined.

(Question 1-2 Answers)

Good answer: Students clearly understand the contents and fully describe the story. Specifically, students can answer with the following three points. First, they fully understand the contents of the two passages, so that they present the opposing views of COVID-19 vaccination and suggest its pros and cons in relation to the government’s vaccine mandate. Second, students can point out the problems of each stance by logically reasoning with the counterpart about their different points of view. And last, students can show a considerate attitude of understanding and sympathize with the counterpart’s opinion despite their different stance.

Mediocre answer: Students can present two or more of the points mentioned above but cannot logically explain the pros and cons of the two views in comparison.

Bad answer: Students fail to understand the contents of the two passages nor present the opposing views in the passages.

■ 학생부종합 활동우수자 전형 (동아시아국제학부, 글로벌엘리트학부) 면접문제 1번에
대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사/영어과)

<문제 1-1~2>

두 제시문 및 질문의 목적과 범위, 수준은 고등학교 영어I, II의 성취기준을 바탕으로 하고 있어 2015 개정 교육과정에 준하며, 1인칭 시점에서 자신의 일상과 심리를 서술한 제시문 [A]와 같은 글과 제시문 [B]와 같은 코로나19 관련 뉴스기사는 영어I, II 학습자가 접해본 형식의 글이기에 고등학교 교육과정 내 영어 과목을 충실히 이수한 학생이라면 수월하게 독해하고 자신의 의견을 제시할 수 있는 수준이라 할 수 있다.

제시문 및 질문에 사용된 어휘는 2015 개정 교육과정에 제시된 기본 어휘 목록 수준에 부합하며, 글에 제시된 정보를 통해 유추 가능한 수준이라 판단된다. 'pandemic', 'social distancing'과 같이 현 코로나19 상황에서 우리 사회에서도 흔히 사용되고 있는 표현들은 글의 소재 및 주제를 통해 그 의미를 유추해 볼 수 있다. 'eligible', 'pragmatist'와 같은 사용빈도가 다소 낮은 어휘 또한 해당 어휘가 포함된 문장의 내용, 구조 및 문맥을 근거로 충분히 유추 가능한 수준이다. 의미 파악을 위해서는 사회문화적 배경지식이 필요한 'Walgreens'나 'A tinfoil hat'과 같은 표현은 주석을 통해 설명하였기에 이해에 어려움이 없을 것으로 여겨진다.

두 제시문 및 질문에 사용된 문장구조는 복잡하지 않고, 고등학교 영어I, II 교과서의 본문에 빈번하게 등장하는 수준이기에 수월하게 이해 가능할 것이라 판단된다.

전형에 따라 반드시 영어로 답변해야 하는 경우에는 질문에서 요구하는 내용을 핵심 단어를 포함하여 글의 내용과 자신의 생각을 논리적으로 제시하는지 여부와 함께, 영어 정확성(발음의 이해가능성, 어휘 적절성, 정확한 문장 구조 사용, 어법 정확성) 및 유창성 또한 평가에 영향을 미칠 수 있을 것이다. 우리말로 답변하는 전형 응시자의 경우 영어 지문을 독해한 후 내용과 자신의 생각을 제한된 시간 내에 우리말로 재구성하는 능력이 평가에 영향을 줄 것이다.

1번 문항은 제시문 [A]의 중심내용을 요약하고 글 속에서 밑줄 친 부분의 맥락적 의미를 파악하는 문제이다. 'an existential crisis'로 함축된 제시문 [A]의 화자가 겪고 있는 코로나19 백신 접종으로 인해 야기된 내면의 갈등상황은 글 전체의 내용을 파악하고 중심 내용을 요약하여 제시하는 과정에서 자연스럽게 추론 가능한 개념이므로 고등학교 교육과정을 충실히 수행한 학생이라면 답해낼 수 있는 수준의 질문이다. 영어 독해력을 기반으로 '실존의 위기'라는 윤리적 주제를 주어진 상황을 바탕으로 사고하고 추론하는 능력을 요하는 종합적 평가 문항이라는 점에서 그 변별력이 있을 것이다.

2번 문항은 각 제시문의 요지와 논리적 관계 및 필자의 태도를 파악하여 대답할 수 있다. 고등학교 교육과정 영어 과목을 충실히 이수한 학생이라면 수필의 형식을 취한 다소 주관적인 글인 [A]와 뉴스기사의 형식으로 사실 전달을 목적으로 하는 객관적인 글인 [B]를 비교하여 이해하며 글의 논리구조를 파악하고, 그 속에 등장하는 각 인물들의 코로나19 백신접종에 대한 태도를 제시문 속 구체적 근거를 들어 설명할 수 있을 것이다. 코로나19 백신접종에 대하여 상충되고 있는 두 입장을 모두 이해하고, 이 중 하나의 입장을 택하여 논리적으로 자신의 의견의 타당성 뿐 아니라 한계점도 언급하며 설득력 있게 제시해야 하므로, 영어 독해력을 기반으로 하여 상황을 균형적으로 이해하는 능력, 분석적 사고력 및 논리력, 공동체의 일원으로서 개인의 자유와 의무에 대한 다면적 사고를 요하는 종합적 평가 문항이며 응시자들은 모든 능력을 고루 갖추었는지 여부로 단계적 변별이 될 것이다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사/사회과)

<문제 1-1>

자신과 공동체를 위하여 어떤 선택이 가장 바람직한 선택인지 알면서도, 그 문제가 자신의 문제가 되었을 때, 주체적으로 결단하지 못하는 특성을 정확하게 파악해 내고, 그 문제의 원인을 보편적 인식과 주체적 결단의 모순으로 제시할 수 있다면 매우 높은 수준의 사고력을 보이는 학생이라 판단된다. 단순한 이익 수준을 넘어서 선택과 책임, 의지의 문제를 함께 제시 할 수 있는 사고력이 필요하다.

중간 수준의 학생들은 이 문제를 아는 것과 실천하는 것의 차이로, 자신의 입장과 보편적 이익(사회적 이익)의 대립 문제로 제시할 것이다.

하위 수준의 학생들은 개인이 갈등하는 원인을 정확하게 파악하지 못할 것이며 아는 것과 실천하는 것이 일치하지 못하는 이유를 합리적으로 설명하지 못할 것이다.

실존의 위기라는 어휘는 학생들에게 분명하고 명확한 개념어로 이해되기 어렵지만, 교육과정에서 충분히 설명되었기에 개념의 이해를 묻는 문제로 출제 가능하다고 판단된다. 윤리 과목을 학습하지 않은 학생이나 독서를 충분히 하지 않은 학생에게는 개념이 어렵게 느껴질 수 있을 것이다.

<문제 1-2>

제시문 A의 경우 개인적인 두려움을 이겨내고 공동체적 가치를 실현해 내는 결단을 한 개인과 소문으로 들은 내용 때문에 결단을 내리지 못하는 시민들의 모습이 대립된다. 결단을 한 사람이 옳고 결단을 하지 못하는 사람이 잘못되었다는 이분법적 사고가 아니라 결단을 선택한 사람이 결단을 어떤 이유로 선택하고 실행하였는지? 결단을 하지 못하는 사람은 왜 결단을 하지 못하고 있는지에 대해, '옳다', '그르다'의 이분법적 사고가 아니라 개인 권리 및 사회적 책임 등의 다양한 관점에서 분석하도록 제시하고 있다. 또한 한 입장을 선택하고, 선택하지 않은 입장에 대해 논리적으로 설득하게 함으로써 상대방의 입장을 정확하게 분석하는 능력과 공감하는 능력을 함께 평가하도록 제작되었다.

우수한 학생들은 기본적으로 이러한 사회 문제에 대한 의견차이가 선악의 이분법적 대립 구조로 파악될 수 없다는 것을 제시할 것이며, 각각의 주장이 가지는 의미와 한계를 개인적 차원과 공동체적 차원에서 제시할 것이다.

중간 수준의 학생들은 개인의 이익을 먼저 고려하는 것이 바람직한지? 사회 전체의 이익을 먼저 고려하는 것이 바람직한지? 의 관점으로 이 문제를 분석할 것이며 어느 한 가지 주장을 선택하게 되었을 경우 자신의 주장에 대한 한계를 부정하고 상대방 주장의 문제를 일방적으로 주장할 가능성이 매우 높다고 판단된다.

하위 수준의 학생들은 두 의견의 주장 차이를 구분하지 못하고, 주장의 근거를 논리적으로 제시하지 못할 것이다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사/영어과)

<문항 1-1~2>

두 제시문 [A]와 [B]는 코로나19 백신 접종을 바라보는 상반된 시각을 1인칭 시점의 에세이 형식과 뉴스 기사 형식의 글로 각각 제시하고 있다. 백신 접종을 주저하던 필자가 어머니의 편지 내용을 상기하고 백신 접종을 하게 되었다는 제시문 [A]와 백신 접종 부작용에 대한 우려도 접종을 거부하는 사례가 증가하고 있다는 제시문 [B]의 내용은 코로나 팬더믹 상황에서 일반적으로 접할 수 있는 주제에 관한 글로써 영어 I 과목의 읽기 성취기준 가운데 필자의 심정이나 태도를 파악[12영 I 03-05]하거나 주제나 요지를 파악[12영 I 03-06]하는 기준에 부합된다.

사용된 어휘와 문장 구조는 영어 I 및 영어 II 과목의 학습을 통해 이해할 수 있는 수준으로 고교교육을 충실히 이수한 학생이라면 전체적인 내용을 파악하고 문장 간의 맥락을 유추하여 정보를 확인하는데 어려움이 없는 내용이다.

질문에 사용된 영어 표현과 내용 역시 고등학교 교육과정의 범위를 벗어나지 않는다. 질문 1-1의 제시문 [A]를 요약하는 것은 영어 II 말하기 성취기준 가운데 비교적 다양한 주제에 관하여 듣거나 읽고 중심 내용을 말할 수 있는 기준[12영 II 02-02]에 해당하며 밑줄 친 부분의 의미를 설명하는 것은 영어 II

말하기 성취기준 가운데 일반적 주제에 관한 글을 읽고 함축적 의미를 추론[12영 I 03-06]하는 것에 해당된다. 이는 고등학교 수준의 학력평가 및 수능 문항에서 기본적으로 출제되는 유형이므로 학생들에게 익숙하며 제시문 해석과 추론을 통해 답변이 가능한 문항이다.

질문 1-2는 두 개의 제시문 가운데 하나의 입장을 선택하고 반대 입장을 설득하는 것으로 비교적 다양한 주제에 관해 자신의 의견이나 감정을 표현[12영 II 02-03]하는 성취기준에 부합하며 백신 접종의 선택은 학생들의 개인적 경험과도 직접적인 관련이 있으므로 충분히 답변이 가능한 문항이다.

4. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(D교사/사회과)

<문제 1-1>

COVID-19와 관련하여 집단면역을 위해 예방접종을 하는 것과 개인의 선택으로 예방접종을 하지 않는 것에 대한 지문을 요약하고 밑줄친 부분 (an existential crisis – 실존의 위기)을 해석하는 문항이다.

사회적 이슈인 COVID-19와 관련된 영어 지문을 제시한 것이기 때문에 지문의 수준과 난이도는 적절하였다고 판단한다.

1-1은 제시된 지문(백신접종 찬성)을 요약하고 핵심이 되는 개념의 의미를 설명하는 문항이다. 개인에 따라서 해석에 약간의 차이는 발생할 수 있으며, 실존의 위기라는 문구를 해석하는데 있어서 약간의 어려움을 겪을 수는 있겠지만, 영어 및 윤리와 사상의 교육과정을 충실히 이행한 학생이라면 시간 내에 충분히 요약 및 의미 설명이 가능한 수준의 난이도라고 판단하였다.

<문제 1-2>

[A]의 지문은 백신접종 찬성자의 입장을 뒷받침 할 수 있는 지문이며, [B]는 백신 접종 반대론자의 주장을 뒷받침 할 수 있는 지문이다.

1-1에서는 백신접종 찬성의 입장을 요약한다면 1-2에서는 백신접종 반대의 입장을 요약한 후 1-1과의 비교를 통해 각각의 견해의 장단점을 비교하고 근거를 들어 설득하도록 하고 있다.

어떤 입장이던지 충분한 근거를 들어 상대방을 설득할 수 있으며, 이때 근거로 들 수 있는 것이 서양윤리사상과 동양 및 한국 윤리 사상을 아우를 수 있다고 판단하였다.

이 과정에서 상대를 설득하거나 상대방의 의견에 공감할 수 있는 근거는 다양하게 제시될 수 있는데, 공동체 사회를 근간으로 하는 동양사회 및 사상의 특징, 이를 바탕으로 동양적 가치의 조화로운 삶으로 연결시킬 수 있다는 점, 결과론과 공리주의적 관점을 바탕으로 현대의 윤리적인 삶으로 연결시켜 해답을 제시할 수 있다는 점을 통해 다양한 답이 도출될 수 있다고 생각된다.

학생들의 다양한 성취수준을 판단할 수 있으며, 해당 교육과정을 충실히 이행한 학생이라면 자신의 의견을 정리하고 제시하는데 충분한 수준의 난이도라고 판단하였다.

5. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(E교사/사회과)

<문제 1-1~2>

코로나 19와 관련하여 백신접종을 둘러싼 개인의 선택이 사회에 미치는 영향을 중심으로 논제가 제시되어 있다. 사회현상에 관한 관심과 이에 대한 가치 판단을 확인하는 문항으로 적절한 주제를 선정하고 있다. 응시생이 일상생활에서 쉽게 접할 수 있는 소재를 활용하여 문항이 구성되어 있으며, 답안으로 요구하는 내용 또한 고교 교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 답변할 수 있는 수준으로 판단한다.

[문항카드 12]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☐ 논술고사 ☒ 면접 및 구술고사	
전형명	학생부종합 활동우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	동아시아국제학부, 글로벌엘리트학부 / 문항번호[2] 영문	
출제 범위	고등학교 과목명	통합사회, 사회문화, 윤리와사상, 세계지리, 영어I, 영어II
	핵심개념 및 용어	현대의 사회변동, 개인과 사회, 공존의 세계
예상 소요 시간	숙지시간 10분 / 면접 5분 (총 숙지시간 20분 / 면접 10분 중)	

2. 문항 및 자료

【Question 2】

The following paragraphs were excerpted and edited from Financial Times articles:
 “Electric vehicles: the revolution is finally here (October 4, 2021)” and “Sunak faces the brutal maths of electric vehicles (October 1, 2021)”

[A]

Until recently for many drivers, electric vehicles seemed a subject for the future: but now it is commonplace to imagine their next car being electric. Many of the world’s biggest carmakers, from Ford to BMW, are now betting their future on electric cars. Why is this happening now? Part of the explanation comes from politics. While carmakers have talked for years about expanding electric models, political pressure has forced them to make real efforts to boost electric cars in significant numbers. Emissions rules* across Europe led to a big wave of electric car sales in 2020. Some 734,000 electric models were sold across Europe in that year, doubling up the sales in 2019. Governments have also carried out other active policies to promote electric car sales. For instance, the UK has already announced plans to end the sale of petrol cars altogether by 2035, with Norway setting out a more ambitious target year of 2025.

[B]

While buying electric cars no longer costs more in the UK, this great news comes with higher costs to the government. Take, for example, two similar popular models from Volkswagen — a petrol-powered ‘Golf’ and an electric ‘ID.3’. Compared to a ‘Golf’ driver, the ‘ID.3’ owner benefits from a £2,500 government grant for the new car, no fuel tax and no annual property tax**. For a buyer choosing an ‘ID.3’ over a ‘Golf’, the government is expected to lose roughly £1,250 a year in revenues. Driving petrol cars is unsustainable for the environment, but this level of subsidy*** is just as unsustainable for the public budget. Unless the government persuades taxpayers to bear more financial burdens, which is likely a tough sell, the subsidy should not last.

* emissions rules: government policies to control air pollution produced by cars
** property tax: a tax collected for something that is owned by a person, business, etc.
*** subsidy: financial support provided by the government.

(Question 2-1) Summarize the main contents of [A] and [B].

(Question 2-2) Do you agree the government should continue the subsidy to promote electric car sales, despite the rising costs to the public budget and, ultimately, to taxpayers? What is your answer, and why do you think so?

[국문지문]

【문제 2】 다음의 각 제시문을 읽고 질문에 답하십시오.

[A]

최근에 이르기까지, 전기자동차는 먼 미래에나 생각해 볼 수 있는 것으로 여겨져 왔다. 하지만 이제 많은 운전자들이 당장 자신의 다음 차로 전기자동차를 고려하는 상황이 되었다. 포드에서 BMW까지, 세계의 커다란 자동차업체들이 회사의 미래를 전기자동차 사업에 걸고 있다. 왜 이러한 일이 발생하고 있는 것일까? 이에 대한 답변은 상당부분 정부와 정치에서 찾을 수 있다. 사실 자동차 업체들이 전기자동차 모델을 확대하는 것에 대해 오랜 기간 논의해왔지만, 이를 가시적이고 실질적인 노력으로 전환시킨 것은 정부의 정치적 압력이다. 가령, 2020년 유럽에서 전기자동차의 판매가 급증한 것은 정부의 배기가스 규제에 따른 것이었다. 그 해 유럽 전역에서 734,000대의 전기자동차가 판매되었는데, 이는 2019년 판매량의 두 배에 해당하는 규모였다. 이 외에도 유럽의 각국 정부는 전기자동차의 판매를 촉진하기 위해 여러 적극적인 정책을 시행해 왔다. 가령, 영국은 2035년까지 모든 휘발유 차량의 판매를 금지할 것을 공표하였고, 노르웨이는 이보다 10년 빠른 2025년을 그 목표연도로 설정하였다.

[B]

이제 영국에서 전기자동차는 휘발유 자동차에 비해 더 이상 비싸지 않게 되었다. 하지만, 이러한 변화는 정부가 전기자동차의 판매를 지원하기 위해 많은 비용을 지불함으로써 가능해진 것이다. 가령 폭스바겐의 중소형 인기 모델 중에서, 휘발유로 구동되는 ‘골프’와 전기로 구동되는 ‘ID.3’의 경우를 생각해 보자. ‘골프’ 운전자에 비해, ‘ID.3’의 운전자는 2,500파운드의 정부지원금, 연료세 면제, 매년 재산세 면제 등의 다양한 경제적 혜택을 받는다. 이로 인해 영국 정부는 ‘ID.3’을 구매하는 소비자 1인당 매년 1,250파운드 상당의 세입의 손실을 입을 것으로 예상된다. 환경보호의 차원에서 더 이상 휘발유 차량을 현재의 규모로 유지할 수 없는 것처럼,

지나치게 높은 수준의 정부보조금 또한 정부 재정의 안정적 운영의 차원에서 더 이상 지속될 수 없는 것이다. 정부가 납세자들에게 더 많은 재정 부담을 감내하도록 설득하지 못한다면 (더구나 이러한 정부의 설득 시도가 성공하기 어렵다면), 현재의 정부보조금 정책은 마땅히 폐지되어야 한다.

(문제 2-1) [A]와 [B]의 주요 내용을 요약하시오.

(문제 2-2) 이렇게 높은 재정부담 그리고 궁극적인 납세부담에도 불구하고, 정부는 전 기자동차의 판매를 촉진하기 위한 보조금 정책을 계속 유지해야 하는가? 이에 대한 자신의 견해를 밝히고 그 이유를 설명하시오.

3. 출제 의도 (Purpose of Test)

- This question tests interviewees' command on English, as well as their analytic skills on socio-political and economic issues.

4. 출제 근거 (References)

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부고시 제2018-162호[별책 7] 사회과 교육과정 교육부 고시 제2015-74호[별책 6] 도덕과 교육과정 교육부고시 제2020-255호[별책 14] 영어과 교육과정	
관련 성취기준	과목명: 통합사회, 사회문화, 윤리와사상, 세계지리	관련
	성취기준 [10통사02-03] 환경문제 해결을 위한 정부, 시민사회, 기업 등의 다양한 노력을 조사하고, 개인적 차원의 실천방안을 모색한다. [12사문05-04] 전 지구적 수준의 문제와 그 해결 방안을 탐색하고 세계시민으로서 지속가능한 사회를 위해 노력하는 태도를 가진다. [12윤사04-02] 국가의 개념과 존재 근거에 대한 주요 사상가들의 주장을 탐구하여 다양한 국가관의 특징을 이해하고, 국가의 역할과 정당성에 대한 비판적이고 체계적인 관점을 제시할 수 있다. [12세지08-02] 지구적환경문제에 대처하기 위한 국제적 노력이나 생태발자국, 가뭄지수 등의 지표들을 조사하고, 우리가 일상에서 실천할 수 있는 방안들을 제시한다.	하위문제
2.영어I [12영 I 03-01] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 세부 정보를 파악할 수 있다. [12영 I 03-02] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 주제 및 요지를 파악할 수 있다. [12영 I 03-03] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 내용의 논리적 관계를 파악할 수 있다. [12영 I 03-04] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 필자의 의도나 글의 목적을 파악할 수 있다. [12영 I 03-05] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 필자의 심정이나 태도를 추론할 수 있다.		

	[12영 I 03-06] 일반적 주제에 관한 글을 읽고 함축적 의미를 추론할 수 있다.
	3.영어II
	[12영II02-01] 비교적 다양한 주제에 관하여 듣거나 읽고 세부 정보를 설명할 수 있다.
	[12영II02-02] 비교적 다양한 주제에 관하여 듣거나 읽고 중심 내용을 말할 수 있다.
	[12영II02-03] 비교적 다양한 주제에 관해 자신의 의견이나 감정을 표현할 수 있다.

2. 자료 출처

[A] and [B]: Financial Times: “Electric vehicles: the revolution is finally here (October 4, 2021)” and “Sunak faces the brutal maths of electric vehicles (October 1, 2021)”

5. 문항 해설 (Guideline)

- This question asks interviewees to summarize the main contents of each paragraph and formulate their own opinions about possible choice situations.

6. 채점 기준 (Evaluation)

Sub-Question	Assessment Criteria	Breakdown
(2-1)	How much does the interviewee understand and describe the main contents of each paragraph?	25
(2-2)	How much does the interviewee articulate a clear answer to the choice question? How much is his/her position logical and persuasive?	25

7. 예시 답안 (Answer Keys)

[A]: 최근에 이르기까지, 전기자동차는 먼 미래에나 생각해 볼 수 있는 것으로 여겨져 왔다. 하지만 이제 많은 운전자들이 당장 자신의 다음 차로 전기자동차를 고려하는 상황이 되었다. 포드에서 BMW까지, 세계의 커다란 자동차업체들이 회사의 미래를 전기자동차 사업에 걸고 있다. 왜 이러한 일이 발생하고 있는 것일까? 이에 대한 답변은 상당부분 정부와 정치에서 찾을 수 있다. 사실 자동차 업체들이 전기자동차 모델을 확대하는 것에 대해 오랜 기간 논의해왔지만, 이를 가시적이고 실질적인 노력으로 전환시킨 것은 정부의 정치적 압력이다. 가령, 2020년 유럽에서 전기자동차의 판매가 급증한 것은 정부의 배기가스 규제에 따른 것이었다. 그 해 유럽 전역에서 734,000대의 전기자동차가 판매되었는데, 이는 2019년 판매량의 두 배에 해당하는 규모였다. 이 외에도 유럽의 각국 정부는 전기자동차의 판매를 촉진하기 위해 여러 적극적인 정책을 시행해 왔다. 가령, 영국은 2035년 까지 모든 휘발유 차량의 판매를 금지할 것을 공표하였고, 노르웨이는 이보다 10년 빠른 2025년을 그 목표연도로 설정하였다.

[B]: 이제 영국에서 전기자동차는 휘발유 자동차에 비해 더 이상 비싸지 않게 되었다. 하지만, 이러한 변화는 정부가 전기자동차의 판매를 지원하기 위해 많은 비용을 지불함으로써 가능해진 것이다. 가령 폭스바겐의 중소형 인기모델 중에서, 휘발유로 구동되는 '골프'와 전기로 구동되는 'ID.3'의 경우를 생각해보자. '골프' 운전자에 비해, 'ID.3'의 운전자는 2,500파운드의 정부지원금, 연료세 면제, 매년 재산세 면제 등의 다양한 경제적 혜택을 받는다. 이로 인해 영국정부는 'ID.3'을 구매하는 소비자 1인당 매년 1,250파운드 상당의 세입의 손실을 입을 것으로 예상된다. 환경보호의 차원에서 더 이상 휘발유 차량을 현재의 규모로 유지할 수 없는 것처럼, 지나치게 높은 수준의 정부보조금 또한 정부재정의 안정적 운영의 차원에서 더 이상 지속될 수 없는 것이다. 정부가 납세자들에게 더 많은 재정 부담을 감내하도록 설득하지 못한다면 (더구나 이러한 정부의 설득 시도가 성공하기 어렵다면), 현재의 정부보조금 정책은 마땅히 폐지되어야 한다.

Question 2-1 guideline:

Good answers: A+ to A-

Interviewees clearly understand the contents of each paragraph and fully explain them. For the first paragraph, they should clearly point out the role of government's political pressure in expediting electric car sales, along with a good explanation of how the emission rules and the target year to end petrol cars work for promoting the policy goal. For the second paragraph, interviewees should highlight the rising financial costs to the government and eventually taxpayers that are driven by such an environment-friendly policy initiative. They should also exhibit a comfortable understanding of specific examples, such as a 'Golf' buyer vs. a 'ID.3' buyer, which illustrate the actual costs of incentivizing electric car sales.

Mediocre answers: B+ to B-

Interviewees do not fully understand or describe the contents of the paragraphs. Their discussion on the role of the political pressure as well as the financial costs of promoting electric car sales is not complete and lacks details.

Bad answers: C or below

Interviewees fail to understand or describe most parts of the paragraphs, or they discuss topics and issues that are not relevant to the contents of the paragraphs.

Question 2-2 guideline:

Good answers: A+ to A-

Resting on an accurate understanding of the conflicting features between the two paragraphs, interviewees present clearly-articulated answers to Question 2-2. They fully understand how important it is to reduce petrol-powered cars to protect the environment, but at the same time they also appreciate the rising financial costs of promoting electric car sales which will certainly add considerable burdens to the public finances and taxation. Whether or not they support the government's subsidy to incentivize electric car sales, interviewees need to exhibit a good command of dealing with the tensions between long-term environmental goal and short-term economic costs.

Mediocre answers: B+ to B-

Interviewees do not fully articulate their answer to this question. Their understanding of the question in general, as well as their analysis of the tensions between the long-term environmental goal and short-term economic costs, is rather limited and lacks details.

Bad answers: C or below

Interviewees mostly fails to understand the question. Their answers also lack in logic and empirical contents, or they discuss topics or issues that are not relevant to the question.

■ 학생부종합 활동우수자 전형 (동아시아국제학부, 글로벌엘리트학부) 면접문제 2번에
대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사/영어과)

<문제 2-1~2>

두 제시문 및 질문의 목적과 범위, 수준은 고등학교 영어I, II의 성취기준을 바탕으로 하고 있어 2015 개정 교육과정에 준하며, 기술 발전과 환경문제, 이를 해결하기 위한 정부의 노력은 영어I, II 학습자에게 낯설지 않은 주제이기에 고등학교 교육과정 내 영어 과목을 충실히 이수한 학생이라면 수월하게 독해하고 자신의 의견을 제시할 수 있는 수준이라 할 수 있다.

제시문 및 질문에 사용된 어휘는 2015 개정 교육과정에 제시된 기본 어휘 목록 수준에 부합하며, 글에 제시된 정보를 통해 유추 가능한 수준이라 판단된다. 'emissions rule'이나 'property tax'와 같은 법, 경제 분야 관련 용어나 'subsidy'와 같은 내용 이해와 문제 풀이에 중요하지만 고등학교 수준에서 사용 빈도가 낮은 어휘는 주석을 통해 설명하여 난이도를 적절하게 조절하였다. 사용빈도가 다소 낮은 어휘인 'ambitious'나 'revenue'의 경우 그 어휘가 포함된 문장의 내용 및 글 전체의 주제와 핵심 어휘를 연결해 생각해 보면 충분히 그 의미를 유추해낼 수 있으므로 글 전체 내용 파악에 무리가 없을 것으로 여겨진다.

제시문 및 질문에 사용된 문장구조는 복잡하지 않고, 고등학교 영어 I, II 교과서 본문에 빈번하게 등장하는 수준이기에 수월하게 이해 가능할 것이라 판단된다.

영어로 제시문을 읽되 우리말 또는 영어 중 선택하여 답변할 수 있는 전형의 경우 영어를 선택했을 때 가산점이 따로 주어지는 것은 아니고, 우리말로 번역하기 까다로운 내용이나 개념이 제시된 상황도 아니기에 대부분의 응시자들은 우리말로 대답하는 것이 다소 수월하다고 여길 수 있을 것이다. 하지만 어느 언어를 선택하든 단순히 답변의 유창성 보다는 질문에서 요구하는 핵심 내용을 포함했는지 여부와 자신의 의견을 논리적으로 개진하는 능력이 더 중요한 평가요소가 될 것이므로 이 문항에서 영어 말하기 능력은 그 자체로서 평가의 대상이 되기보다는 생각을 표현하는 도구로서의 의미를 갖게 될 것이다. 제시문을 영문과 우리말 중 선택 가능하고, 우리말로 답변하는 전형에서는 영문 제시문을 선택하고 우리말로 답변할 경우 영어로 이해한 정보를 제한된 시간 내에 우리말로 논리에 맞게 자연스럽게 정리하는 능력 또한 요구된다.

1번 문항은 제시문 [A]와 [B]의 주요 내용을 요약하는 문제이다. [A]의 경우 현 전기자동차 사업 현황 현황과 인과관계를 주어진 다양한 수치자료를 활용해 객관적으로 설명할 수 있는지, 제시문 [B]의 경우 전기차에 대한 정부보조금의 현황과 영향, 한계점을 예시로 제시된 휘발유 차와 전기차를 비교해 언급하며 논리적으로 설명할 수 있는지 여부를 평가한다. 주어진 지문의 주제와 세부 정보를 정확히 파악하는 영어 독해력과 핵심 어휘와 구체적 예시를 포함하여 조리 있게 설명하는 말하기 능력을 모두 요하는 종합적 평가 문항으로서 변별력을 가질 것이다.

2번 문항은 주어진 영어 명제를 제시문을 바탕으로 정확히 이해한 후, 이에 대한 자신의 입장을 논하는 문제이다. 찬성하는 입장을 택하든 반대를 택하든 그 이유를 경제, 사회, 환경 등 다각적 관점으로 파악하고 예상 반론 또한 언급하며 주장에 대한 근거를 설득력 있게 제시하는 능력이 평가의 척도가 될 것이며, 영어 독해력을 도구로 하는 논리적 사고의 견고함에서 변별이 생길 것이다.

2. 출제입실 점검 고교교사 의견(B교사/사회과)

<문제 2-1>

2-1 문항의 경우 제시문에서 주장하는 바를 명확하게 이해하고 표현해 내는 능력을 평가하고 있다. 제시문의 내용이 다양한 교과에서 종합적으로 다루어지고 있는 내용이며 두 글의 논지가 명확하게 표현되어 있어 두 글의 내용을 정리하는 것은 크게 어렵지 않을 것이라고 판단된다.

우수한 학생들은 현상을 지문 그대로 제시하는 것이 아니라 그 현상이 발생한 궁극적 원인을 인과 관계의 개념으로 논리적으로 제시할 것이다.

중간 수준의 학생들은 A글의 요지로 정부의 정책이 중요하다 정도를 제시할 것이며, B글에 대해서도 세 금 우대 정책이 한계에 직면해 있다고 제시된 상황을 정리하여 발표할 것이다.

하위 수준의 학생들은 두 글의 차이를 구분하지 못할 것이며 글의 일부분을 그대로 발표할 것이다.

<문제 2-2>

2-2 문항은 글을 통해 전기 자동차 정책의 바람직한 방향을 묻는 질문으로 학생들이 찬성과 반대보다 어떤 논리적 기준을 제시하는지가 평가의 기준이 될 것이다.

우수한 학생들은 전기 자동차의 필요성이 대두된 이유를 개인적, 국가적, 세계적, 미래적 차원에서 분석하고 대안을 제시할 것이다. 국가의 정책의 목표가 국민의 안전과 행복이라고 할 때, 환경 보조금이 거시적으로 그 목적에 부합할 수 있다고 제시할 것이다. 반대로 반대할 경우 국가 주도의 정책이 가지는 한계와 환경 문제가 가지는 근본적 한계를 바탕으로 자신의 주장을 제시할 수 있을 것이다.

중간 수준의 학생들은 정부의 정책의 효용성과 예산의 현실성 측면에서 대립적 관점으로 문제를 파악할 것이며 주장을 할 것이다.

하위 수준의 학생들은 두 글의 주장 차이를 정확하게 이해하지 못할 것이며, 주장에 대한 합리적 근거를 제시하지 못할 것이다.

3. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(C교사/영어과)

<문항 2-1~2>

제시문 [A]와 [B]는 전기자동차의 사용을 장려하려는 정부의 노력과 이와 같은 목적을 이루기 위해 시행되는 정부보조금 정책의 부정적 측면을 각각 제시하고 있다. 배기가스 규제를 포함한 다양한 정책을 통해 전기자동차 판매를 증가시킨 정부의 정치적 압력과 판매 촉진을 위한 정부보조금 정책으로 인해 발생하는 세입 손실, 지속 불가능한 정부재정, 납세자 부담의 상반된 상황에 대한 제시문은 기술 진보와 환경 문제 등을 주제로 많이 다루는 영어 I, II 과목 학습자에게는 일반적이고 친숙한 주제이며 일반적 주제에 관한 글을 읽고 주제 및 요지를 파악[12영 I 03-02]하는 영어 I 과목의 읽기 성취기준에 부합한다.

특히, 두 제시문은 간결하고 명료한 문장들과 2015 개정 교육과정 어휘 목록 수준에 부합하는 어휘, 주제와 관련된 구체적 정보의 제공을 통해 학생들의 사실적 이해 능력을 확인하고 있으므로 일반적 주제에 관한 글을 읽고 세부 정보를 파악[12영 I 03-01]하는 영어 I 과목의 읽기 성취기준을 충족하고 있으며 고등학교 교육과정의 영어 교과를 충실히 이수한 학습자라면 어려움 없이 내용을 파악할 수 있다.

제시문 [A]와 [B]의 중심 내용을 요약하도록 제시된 질문 2-1은 고등학교 교육과정의 기본 어휘 수준으로 기술되었으며 비교적 다양한 주제에 관하여 듣거나 읽고 중심 내용을 말할 수 있다[12영 II 02-02]라는 영어 II 말하기 성취기준에 부합한다.

4. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(D교사/사회과)

<문제 2-1>

[A]는 전기차를 보급하고자 하는 정부의 정책적 노력, [B]는 전기차 보급을 위해 지급되는 보조금을 폐지해야 한다는 내용의 영어 지문이다.

사회적 이슈로 떠오르고 있는 전기차 보급과 관련된 영어 지문으로서 지문의 수준과 난이도는 적절하다고 판단한다.

2-1은 제시된 지문(전기차 보급과 관련된 규제 및 보조금 지급 반대의견)을 요약하고 핵심 내용을 이해하는 문항이다. 개인에 따라서 해석에 약간의 차이는 발생할 수 있으나 전기차의 보급과 관련된 내용적 측면은 현대 사회에서 중요한 이슈 중 하나이며, 영어 및 통합사회의 교육과정을 충실히 이행한 학생이라면 시간 내에 충분히 요약하고 해당 내용의 의미를 파악하는 것이 가능한 수준의 난이도라고 판단하였다.

<문제 2-2>

[A]는 전기차를 보급하고자 하는 정부의 정책적 노력, [B]는 전기차 보급을 위해 지급되는 보조금을 폐지해야 한다는 내용의 영어 지문이다.

해당 지문을 통해 2-2에서 묻고자 하는 바는 '공공예산과 납세자의 세금으로 정부가 전기차를 구매하는 일부 소비자에게 예산을 소모하는 것에 동의하는가?'에 대한 자신의 의견과 그렇게 주장하는 이유이다. 학생의 학습 수준에 따라 약간의 차이를 보일 수는 있으나 어떤 입장이던지 시장경제와 경제주체의 기본적인 역할에 대한 이해가 충분하다면 자신의 의견을 정리하여 말할 수 있고, 교육과정을 충실히 이행했다면 이에 대한 근거도 충분히 제시할 수 있다고 판단된다.

이 과정에서 경제주체에 대해서 조정자 적 역할을 하는 정부와 정부의 노력을 통해 지속 가능한 발전이 이루어질 수도, 이루어지지 않을 수도 있다는 점이 근거로 제시될 수 있으며, 이는 교육과정을 충실히 이행한 학생이라면 누구나 생각할 수 있는 범위라고 판단된다.

학생들의 다양한 성취수준을 판단하는데 문제없는 수준의 난이도라고 판단하였다.

5. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(E교사/사회과)

<문제 2-1~2>

전기 자동차가 환경에 미치는 영향을 둘러싸고 상반된 견해가 직접적으로 사회·문화 또는 세계지리 과목의 내용 요소는 아니나 환경오염과 같은 지구적 환경 문제에 대한 해결 방안 및 탐구 과정 등의 내용은 사회과 교육과정의 내용 요소와 직결되므로 내용적인 측면에서 고교 교육과정 범위를 벗어나지 않는다. 또한 내용 요소로 활용되고 있는 재정 건전성, 한정된 사회적 자원의 활용 및 바람직한 환경 보호를 위한 정책 등은 고교 교육과정을 정상적으로 이수한 학생이라면 충분히 답변할 수 있는 수준이다.

[문항카드 13]

[연세대학교 미래캠퍼스 문항정보]

1. 일반정보

유형	☐ 논술고사 ☒ 면접 및 구술고사	
전형명	학생부종합 전형 SW창의인재 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	소프트웨어, 디지털헬스케어학부 문제[2번]	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 I, 수학 II, 미적분
	핵심개념 및 용어	지수와 로그, 수열의 극한, 수열의 성질, 사잇값정리
예상 소요 시간	숙지시간 15분/ 면접7분(총 숙지시간 30분/면접 15분)	

2. 문항 및 제시문

【문제 2】 다음의 제시문을 읽고 질문에 답하시오.

1. 두 수열 $\{a_n\}, \{b_n\}$ 에 대하여 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} b_n = \alpha$ (α 는 상수)일 때,

수열 $\{c_n\}$ 이 모든 자연수 n 에 대하여 $a_n \leq c_n \leq b_n$ 이면, $\lim_{n \rightarrow \infty} c_n = \alpha$ 이다.

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

【문제 2】 연속인 함수 $f(x)$ 에 대하여, 방정식 $f(x) = 0$ 의 실근 p 가 구간 $[a, b]$ 안에 한 개만 존재한다고 하자. 이때 실근 p 를 구하기 위하여 다음과 같은 방법을 생각해 보자.

먼저 $a_0 = a, b_0 = b$ 라고 하고, 구간 $[a_0, b_0]$ 을 같은 길이로 이등분하면, 사잇값정리에 의하여, 두 구간 중 한 곳에 반드시 실근이 존재한다. 이때 실근이 존재하는 구간을 $[a_1, b_1]$ 라고 하고, 이 구간의 중점을 $p_1 = \frac{a_1 + b_1}{2}$ 이라고 하자. 같은 방법으로 구간 $[a_1, b_1]$ 을 같은 길이로 이등분하면, 사잇값정리에 의하여, 두 구간 중 한 곳에 실근이 존재한다. 이때 실근이 존재하는 구간을 $[a_2, b_2]$ 라고 하고, 이 구간의 중점을 $p_2 = \frac{a_2 + b_2}{2}$ 라고 하자. (단, 위 과정 중에 중점이 실근이면 과정을 멈추고, 실근이 아니면 과정은 계속 진행하기로 한다.)

이와 같은 과정을 반복하면 수열 $\{p_n\}$ 은 실근 p 로 수렴한다.

(문제 2-1) 위의 설명에서 수열 $\{p_n\}$ 이 p 로 수렴하게 되는 이유를 수식을 이용하여 설명하시오.

(문제 2-2) 구간을 $[a, b] = [0, 2]$ 라고 가정할 때, 위에서 $|p_n - p| < \frac{1}{10^{10}}$ 을 만족하려면 몇 번째 p_n 을 구해야 하는지 최소한의 반복횟수 n 을 구하시오. (단, $\log_{10} 2 = 0.3010$, $\log_{10} 3 = 0.4771$)

3. 출제 의도

방정식의 근을 구하는 과정을 반복되는 규칙성을 파악하여 관계식을 세우는 수식화(이해력)와 수열의 성질을 이용한 부등식을 해결하는 문제풀이능력을 평가하고자 하였다.

4. 출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-236호[별책8] “수학과 교육과정”
성취기준	[12수학Ⅰ01-05] 상용로그를 이해하고 이를 활용할 수 있다. [12수학Ⅱ01-04] 연속함수의 성질을 이해하고 이를 활용할 수 있다. (사잇값정리) [12미적분01-02] 수열의 극한에 대한 기본성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다. [12미적분01-03] 등비수열의 극한값을 구할 수 있다.

2. 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학Ⅱ	홍성복외10	지학사	2020	39-40
	수학Ⅱ	김원경외14	비상	2020	38-39
	미적분	류희찬외9	천재교과서	2020	22-23
	미적분	이준열외7	천재교육	2020	19-21, 22-23
	수학Ⅰ	김원경외14	비상	2020	17-18, 51

5. 문항 해설 및 답안

(문제 2-1) 위의 설명에서 수열 $\{p_n\}$ 이 p 로 수렴하게 되는 이유를 수식을 이용하여 설명하시오.

(문제 2-2) 구간을 $[a, b] = [0, 2]$ 라고 가정할 때, 위에서 $|p_n - p| < \frac{1}{10^{10}}$ 을 만족하려면 몇 번째 p_n 을 구해야 하는지 최소한의 반복횟수 n 을 구하시오.
(단, $\log_{10} 2 = 0.3010$, $\log_{10} 3 = 0.4771$)

(문제 2-1 해설 ①)

위의 설명으로부터 $a_n \leq p_n = \frac{a_n + b_n}{2} \leq b_n$ 이고,

$$|p_n - p| \leq (b_n - a_n) = \frac{1}{2}(b_{n-1} - a_{n-1}) = \cdots = \left(\frac{1}{2}\right)^n (b_0 - a_0) \text{ 이므로,}$$

$$0 \leq |p_n - p| \leq \frac{1}{2^n} (b_0 - a_0) \text{ 이 성립하고, 또한}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2^n} (b_0 - a_0) = 0 \text{ 이므로 수열 } \{p_n\} \text{이 } p \text{로 수렴한다.}$$

(문제 2-2 해설 ①)

구간이 $[a, b] = [0, 2]$ 이므로,

$$|p_n - p| < \frac{1}{10^{10}}$$

$$\Leftrightarrow |p_n - p| \leq \left(\frac{1}{2}\right)^n \times (2 - 0) = \frac{1}{2^{n-1}} < \frac{1}{10^{10}}$$

을 만족하는 n 을 구한다.

양변에 상용로그를 취하여 계산하면,

$$2^{-(n-1)} < 10^{-10} \Leftrightarrow (n-1) \log_{10} 2 > 10 \Leftrightarrow n-1 > \frac{10}{\log_{10} 2}$$

$$n-1 > 33.2 \times \times \times \text{ 이므로 } n=35 \text{ 이다.}$$

(문제 2-1 해설 ②)

위의 설명으로부터 $a_n \leq p_n = \frac{a_n + b_n}{2} \leq b_n$ 이며,

$$0 \leq |p_n - p| \leq \frac{1}{2}(b_n - a_n) = \cdots = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^n (b_0 - a_0) \text{ 이 성립하고,}$$

$$\text{또한 } \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} (b_0 - a_0) = 0 \text{ 이므로,}$$

제시문(수열의 성질)에 의하여 수열 $\{p_n\}$ 이 p 로 수렴한다.

(문제 2-2 해설 ②)

구간이 $[a, b] = [0, 2]$ 이므로,

$$|p_n - p| < \frac{1}{10^{10}}$$

$$\Leftrightarrow |p_n - p| \leq \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} \times (2 - 0) = \frac{1}{2^n} < \frac{1}{10^{10}}$$

을 만족하는 n 을 구한다.

양변에 상용로그를 취하여 계산하면,

$$2^{-n} < 10^{-10} \quad \Leftrightarrow \quad n \log_{10} 2 > 10 \quad \Leftrightarrow \quad n > \frac{10}{\log_{10} 2}$$

$n > 33.2$ xxx 이므로 $n = 34$ 이다.

6. 채점 기준

하위 문항	평가 기준	배점
[2]	두 문항의 정답을 구하고, 설명을 잘한 경우	A+
	두 문항의 정답은 구했으나 설명이 부족한 경우	A0
	두 문항 중 한 문항만 정답을 구하고, 한 문항은 계산에 사소한 오류가 있는 경우	A-
	두 문항 중 한 문항만 정답을 구하고, 한 문항은 계산에 중대한 오류가 있는 경우	B+
	한 문항만 정답을 구하고, 한 문항은 제대로 시도도 못한 경우	B0
	두 문항 모두 답과 설명이 틀린 경우	B-
	전혀 엉뚱한 답변이나 문제파악이 어려운 경우	C

■ 학생부종합 전형 SW창의인재 전형 면접문제 2번 대한 고교교사 검토 의견

1. 출제입실 점검 고교교사 의견(A교사)

<문항 2-1>

주어진 설명을 읽고 수열 p_n 과 실근 p 의 거리 관계를 등비수열로 표현할 수 있음을 묻는 문제이다.

$0 \leq |p_n - p| \leq \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} (b_0 - a_0)$ 라는 식을 바탕으로 수열의 극한값의 대소 관계식을 이용하여

$\lim_{n \rightarrow \infty} |p_n - p| = 0$ 임을 밝히는 문제이다. 즉, 수열 $\{p_n\}$ 이 실근 p 로 수렴함을 설명해야하는 문제이다.

학생들의 창의적 접근과 논리적 사고력을 묻는 문제로 보인다. 풀이에 대한 과정을 생각하는 것은 쉬우나 이를 수식을 이용하여 정리, 설명해야하는 점을 고려할 때 난이도는 중간 수준으로 생각한다.

고등학교 교육과정 수준에 적합하여 고등학교 3학년까지 배운 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 수준의 문제이다.

<문항 2-2>

'2-1' 문제를 해결했다면 상용로그를 이용하여 $|p_n - p| \leq \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} (b_0 - a_0) = \left(\frac{1}{2}\right)^n < \frac{1}{10^{10}}$

해당 부등식을 해결하는 문제이다.

논리적으로 $\left(\frac{1}{2}\right)^n < \frac{1}{10^{10}}$ 임을 생각해야하고 체계적으로 문제를 해결하는 과정을 살펴보는 문제이다.

위의 부등식을 생각할 수 있다면 개념자체에는 어려운 내용이 없다. 학생들이 부등식 계산, 소수의 나눗셈에서 계산 실수를 할 경우를 제외하고는 풀이 상에 어려워 할 부분이 없는 수준의 문제로서 난이도는 쉬운 수준으로 보인다.

고등학교 교육과정 수준에 적합하여 고등학교 3학년까지 배운 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 수준의 문제이다.

2. 선행학습 영향평가 위원회 고교교사 의견(B교사)

<문항 2-1>

문제를 읽고 $\lim_{n \rightarrow \infty} |p_n - p| = 0$ 임을 밝히는 문제로 수열 p_n 과 실근 p 의 거리 관계를 등비수열로 표현하는 문제이다.

$0 \leq |p_n - p| \leq \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} (b_0 - a_0)$ 라는 부등식을 논리적으로 추론하고 수열의 극한값의 대소관계를 이용하여 수열 $\{p_n\}$ 이 실근 p 로 수렴함을 설명하는 문제이다.

논리적인 사고와 추론능력을 바탕으로 해결하는 문제로 풀이 과정에 대한 접근은 용이하나 등비수열로 표현해 내는 부분에서 조금 어려움을 느낄 수 있어서 중간 정도 수준이라고 판단된다.

고등학교 정규교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 수준의 문제이다.

<문항 2-2>

'2-1'문제를 해결하였다면 문제에서 요구하는 지수부등식

$|p_n - p| \leq \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} (2-0) = \left(\frac{1}{2}\right)^n < \frac{1}{10^{10}}$ 을 쉽게 얻을 수 있으며, 상용로그를 이용하여 부등식을 해결하는 문제이다.

상용로그를 활용하여 지수부등식의 문제를 해결하는 과정은 계산상의 실수를 제외하고는 어려움이 없는 수준의 문제이므로 난이도는 쉬움 수준으로 보인다.

고등학교 정규 교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 수준의 문제이다.