



경희대학교 논술가이드북 2022

KYUNG HEE

UNIVERSITY



경희대학교



CONTENTS

모집단위 및 모집인원	02
2022학년도 논술고사 가이드	03
2021학년도 논술고사	
1. 인문·체육계	08
2. 사회계 I	16
3. 사회계 II	24
4. 자연계 I	32
5. 자연계 II	52
6. 의학계 I	72
7. 의학계 II	94
논술고사 성적반영 방법	114
캠퍼스 및 교통 안내	116



KYUNG HEE UNIVERSITY

모집단위 및 모집인원

대학	모집단위	모집 인원	계열	캠퍼스	대학	모집단위	모집 인원	계열	캠퍼스	
문과대학	국어국문학과	7	인문	서울	공과대학	기계공학과	32	자연	국제	
	사학과	4				산업경영공학과	8			
	철학과	7				원자력공학과	8			
	영어영문학과	5				화학공학과	12			
	응용영어통번역학과	5				정보전자신소재공학과	9			
외국어대학	프랑스어학과	3		사회기반시스템공학과		9				
	스페인어학과	3		건축공학과		8				
	러시아어학과	4		환경학및환경공학과		4				
	중국어학과	4		건축학과(5년제)[자연]		4				
	일본어학과	3		전자정보대학	전자공학과	40				
	한국어학과	2			생체의공학과	4				
	글로벌커뮤니케이션학부	4		소프트웨어 융합대학	컴퓨터공학부	10				
자율전공학부	9	인공지능학과			4					
	정경대학	정치외교학과		4	소프트웨어융합학과	5	응용과학대학			응용수학과
행정학과		7		응용물리학과	4					
사회학과		4		응용화학과	5					
경제학과		9		우주과학과	4					
무역학과		8		생명과학대학	유전생명공학과	9				
미디어학과		7			식품생명공학과	6				
경영대학	경영학과	24			한방생명공학과	4				
	회계 · 세무학과	7			식물 · 환경신소재공학과	4				
	빅데이터응용학과	4			스마트팜과학과	4				
호텔관광대학	Hospitality경영학부	9		의과대학	의예과	15	서울			
	관광학부	6			한의학대학	한의학예과(자연)		16		
생활과학대학	아동가족학과	4		치과대학		치의예과		11		
	주거환경학과	4	약학대학		약학과	8				
	의상학과	4		한약학과	6					
이과대학	지리학과(인문)	3	약과학과	5	간호과학대학	간호학과(자연)		4		
공과대학	건축학과(5년제)[인문]	3		체육대학		체육학과	6			
한의학대학	한의학예과(인문)	5	스포츠의학과			4				
간호과학대학	간호학과(인문)	4	골프산업학과			2				
생활과학대학	식품영양학과	6	자연	서울	태권도학과	3	체육	국제		
이과대학	수학과	7			합계	501				
	물리학과	8								
	화학과	6								
	생물학과	7								
	지리학과(자연)	4								
	정보디스플레이학과	6								



2022학년도 논술고사 가이드

- 2022학년도 경희대학교 논술고사는 “인문·체육계열[인문·체육계, 사회계], 자연계열[자연계, 의학계]”로 구분하여 시행됩니다.
- 고등학교 교육과정의 범위와 수준 내에서 출제되며, 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 쉽게 접근할 수 있는 수준입니다.
- 단순 암기나 전문 지식이 아닌 논리적인 사고력을 평가합니다.
- 기출 논술문제, 예시답안, 출제개요, 모의논술 특강 동영상은 본교 입학처 홈페이지(iphak.khu.ac.kr)에 항상 공개됩니다.

모집인원 **501명**

계열별 해당 문제유형 및 해당 모집단위

계열	문제유형	모집단위	
		서울캠퍼스	국제캠퍼스
인문·체육	인문·체육계	문과대학, 생활과학대학[식품영양학과 제외]	외국어대학, 건축학과(5년제)[인문], 체육대학
	사회계	자율전공학부, 정경대학, 경영대학, 호텔관광대학, 지리학과(인문), 한의예과(인문), 간호학과(인문)	—
자연	자연계	식품영양학과, 이과대학[지리학과(인문) 제외], 약학대학, 간호학과(자연)	공과대학[건축학과(5년제)(인문) 제외], 전자정보대학, 소프트웨어융합대학, 응용과학대학, 생명과학대학
	의학계	의예과, 한의예과(자연), 치의예과	—

전형 방법

사정 방법	구분	전형 요소별 반영 비율		
		논술고사 성적	학생부 교과 및 비교과 (출결·봉사) 성적	계
일괄 합산	비율	70%	30%	100%
	배점	700점	300점	1,000점

계열별 출제 개요

구분	인문·체육계열 [인문·체육계, 사회계]	자연계열 [자연계]	자연계열 [의학계]
문항 수	— 각 2 ~ 3 문항	— 수학 4 ~ 6문항	— 수학, 과학 각 4문항 내외
형식	— 1,500 ~ 1,800자 (원고지 형식)	— 문항별 지정된 답안란에 작성 (노트 형식)	— 문항별 지정된 답안란에 작성 (노트 형식)
시간	— 120분	— 120분	— 120분
특징	— 인문·체육계 : 1,200자 내외의 논술 답안을 요구하는 문제 — 사회계 : 수리논술 출제	— 수리논술	— 수리논술, 과학논술 출제 수학은 필수 과학은 물리학, 화학, 생명과학 중 1 과목 선택

수능 최저학력기준 충족 조건

계열/모집단위	수능 최저학력 기준
인문[한의학예과(인문) 제외]	국어, 수학, 영어, 사회/과학탐구(1과목) 중 2개 영역 등급 합이 5이내이고, 한국사 5등급 이내
인문[한의학예과(인문)]	국어, 수학, 영어, 사회/과학탐구(1과목) 중 3개 영역 등급 합이 4이내이고, 한국사 5등급 이내
자연[의학계 모집단위 제외]	국어, 수학, 영어, 과학탐구(1과목) 중 2개 영역 등급 합이 5이내이고, 한국사 5등급 이내
자연[의예과·한의학예과(자연)·치의예과]	국어, 수학, 영어, 과학탐구(1과목) 중 3개 영역 등급 합이 4이내이고, 한국사 5등급 이내
체육	국어, 영어 중 1개영역 이상이 3등급 이내

※ 각 계열별 또는 모집단위별 최저학력기준은 2021년 11월에 실시되는 대학수학능력시험 성적으로 충족해야 함

※ 수학 선택과목은 인문계열 확률과 통계, 미적분, 기하 중 1개 과목, 자연계열 미적분, 기하 중 1개 과목을 반영함

※ 탐구영역은 상위 1개 과목을 반영함

※ 한국사는 본교 대학수학능력시험 최저학력기준 충족 조건과 상관없이 필수 응시해야 함

논술우수자전형 알아보기

고등학교 교육과정 내에서 지원 계열의 교과 영역을 충실히 이수한 학생이라면, 큰 어려움 없이 문제를 풀 수 있도록 교육과정 내에서 논술 출제

- 인문/사회/자연/의학계의 경우 탐구영역을 1과목 반영하여 수능 최저학력기준에 대한 부담 완화
- 수능 자연계 응시자에게 인문/사회 논술고사 교차지원 허용
- 의학 지원 시, 과학 과목 선택(물리, 화학, 생명과학 중 1 과목 선택)
- 논술연구위원회 및 논술교사 교사 자문단을 운영하여, 고교 교육과정 범위 내 출제 여부 검토

계열별 논술 성격

인문·체육계열[인문·체육계, 사회계]	자연계열[자연계, 의학계]
<ul style="list-style-type: none"> - 통합교과형 논술로 수험생의 통합적이고 다면적인 사고 및 표현 능력 측정 - 고등학교 교육과정의 지식을 통합하여 종합적 분석 및 문제해결 과정을 논리적이고 창의적으로 서술하는 능력 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 자연계는 수학, 의학계는 수학과 과학(물리학, 화학, 생명과학 중 한 과목 선택)에 관한 학생의 자연과학적 분석 능력 측정 - 제시문과 문제에 대한 정확한 이해를 기반으로 한 응용력과 분석 능력 평가 - 의학계 논술에서는 특정 과학지식 뿐만 아니라, 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 종합적으로 평가

출제 유형 및 범위

유형



제시문과 논제로 구성된 자료 제시형

범위



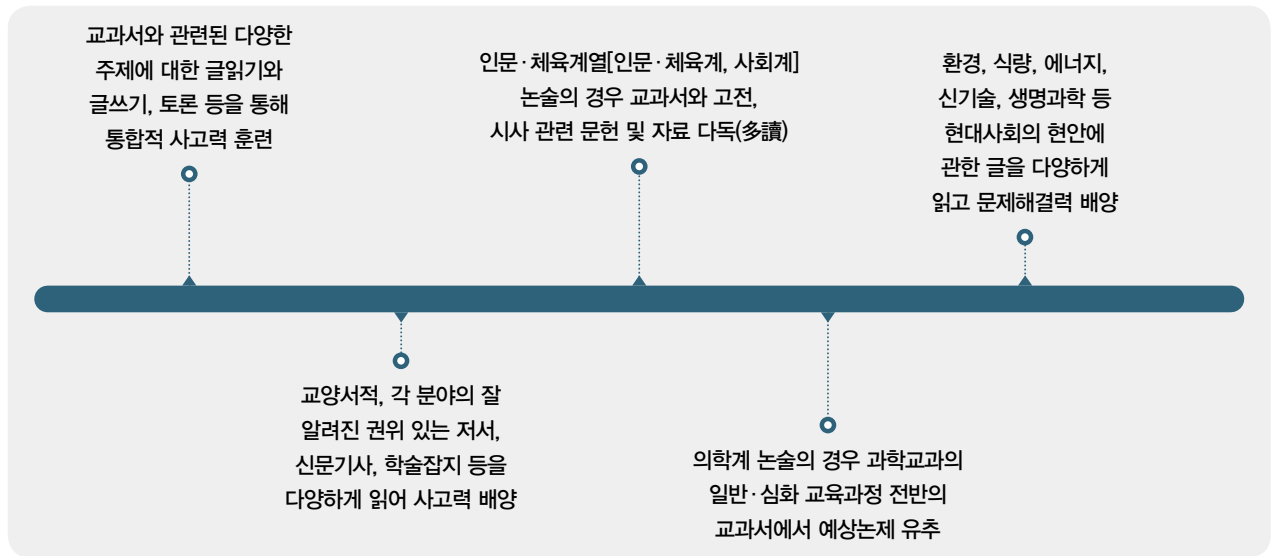
고등학교 교육과정 범위 안에서 출제

- 사회계 논술에는 수리논술 문항이 포함되며, 수리논술 문항은 사회·경제에 관한 도표, 통계자료 등이 포함된 제시문을 해석하여 논술하거나, 논제를 수학적 개념과 풀이 방법을 이용하여 논술하는 유형으로 출제
- 자연계는 수학(수학, 수학 I, 수학 II, 확률과 통계, 미적분, 기하)
- 의학계는 수학(수학, 수학 I, 수학 II, 확률과 통계, 미적분, 기하)과 과학(물리학 I·II, 화학 I·II, 생명과학 I·II)의 기본 개념에 대한 이해도와 응용력을 기반으로, 다양한 자연현상을 해석하고 논리적으로 설명하는 문제 출제
- 의학계 논술고사의 경우, 수학은 필수이고 과학은 물리학, 화학, 생명과학 중 한 과목 선택(물리학, 화학, 생명과학 과목은 고등학교 교육과정의 물리학 I·II, 화학 I·II, 생명과학 I·II 범위 안에서 출제)
- 의학계 논술의 경우 자연과학적 기초 소양을 바탕으로 과학 연구의 인문·사회·철학적 이해를 필요로 하는 통합형 논술 지향

출제방향

인문·체육계열[인문·체육계, 사회계]	자연계열[자연계, 의학계]
<ul style="list-style-type: none"> - 쟁점에 대한 찬반 의견보다 쟁점에 담긴 인간·사회의 근원적인 문제를 통찰하는 성찰적 사고력 요구 - 특정 주제를 하나의 방향으로 이해하지 않고 다양한 각도에서 접근하는 다면적 사고력 요구 - 텍스트 해석 능력 및 제시문 간의 공통점과 차이점을 비교·분석하는 통합적 사고력 요구 - 사회계 수리논술은 문제풀이에 필요한 식을 논리적으로 추론하는 수리 능력 	<ul style="list-style-type: none"> - 기본 개념에 대한 이해 및 응용력, 문제풀이 과정을 논리적으로 설명하는 논증 능력 요구 - 제시문 및 질문에 대한 정확한 이해를 바탕으로 기본적 소양의 적절한 활용 및 창의적인 논리 전개 요구

논술준비



TIP 논술작성 및 유의점

1. 출제 의도를 파악하여 자신의 주장과 논리를 창의적으로 전개
2. 논제에 관해 자신이 알고 있는 지식을 서술하기보다는, 제시문의 내용과 관점을 근거로 논제가 요구하는 답안 작성
3. 차별성 있는 논거와 참신한 사례를 바탕으로 독창적인 답안 작성
4. 요구한 답안 분량을 반드시 준수해야 하며, 분량이 초과되거나 부족하면 감점
5. 문제지와 답안지에 표기된 논술작성 유의 사항을 철저히 준수

비대면(온라인) 모의논술고사 일정(예정)



2021.6.24.(목)~27.(일)

비대면(온라인) 모의논술고사 신청 접수 일정 및 방법은 6월 중 본교 입학처 홈페이지에 공지 예정임



인문 · 체육계

출제문제	08
예시답안	10
출제개요	11



1. 인문 · 체육계

다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

가

개인은 흔히 정부나 기업의 감시 대상이고, 역학 관계에서 그들에게 속절없이 밀리기 십상이다. 자신의 정보가 불법 수집, 분석, 저장, 공유되고 있다고 하더라도 그 사실 자체를 모르거나 알게 된다고 해도 속수무책이다. 우리는 권력 기관이 감시의 수준을 높여도 그것이 직접 체감할 수 있는 침해의 형태로 나타나지 않는다면 별로 문제 삼지 않는다. ‘정부든 누구든 감시하면 어때? 나는 아무것도 잘못된 게 없으니 괜찮아.’라는 반응을 보일 것이다. 그러나 IT 보안 전문가 브루스 슈나이어는 다른 관점을 제시한다. 화장실에 갈 때, 샤워를 하며 노래를 부를 때, 우리는 무슨 잘못을 저지르는 게 아니다. 직장 상사 모르게 다른 일자리를 찾거나, 홀로 명상을 위해 은밀한 장소를 찾는 행위도 잘못이라고 볼 수 없다. 죄를 짓는 것은 더더욱 아니다. 프라이버시는 주어진 장소와 상황, 맥락에 맞는 페르소나¹를 발현할 수 있게 해 준다. 페르소나는 가정에서, 일터에서, 공공장소에서 저마다 다르게 나타난다. 만나는 사람에 따라 변별적으로 작동된다. 그렇다면 프라이버시는 우리 각자의 인격과 사회적 얼굴을 보장하는 ‘인권’이다.

그런데 누군가가 우리를 지켜보고 있다는 것을 깨닫는 순간, 주변에 설치된 감시 카메라를 인식하는 순간, 우리는 다른 사람이 된다. 우리 자신이 아닌 다른 사람으로 가장하고 연기한다. 말과 행동에 의도적 제약을 가하게 된다. 표현의 자유를 간접적으로 위축시키는 이른바 ‘냉각 효과(chilling effect)’이다. 프라이버시의 참뜻을 이해한다면, 잘못된 게 없어도 프라이버시의 필요성을 깨닫게 된다. 이 지점에서 일상의 디지털 환경에 대한 새로운 시각이 요구된다. 우리는 지금도 인터넷과 스마트폰, 소셜 미디어를 통해, 웨어러블 컴퓨터와 집 안의 ‘사물인터넷’을 통해 온갖 정보를 공유하며 또 공개하고 있다.

나

푸코는 원형 감옥 파놉티콘(panopticon) 모델을 한 사람의 권력자가 만인을 감시하는 현대 정보사회의 상징으로 읽는다. 파놉티콘에는 바깥쪽으로 원주를 따라 죄수를 가두는 방이 있다. 중앙의 원형 공간에는 간수가 위치하는데, 그는 죄수의 일거수일투족을 감시할 수 있다. 파놉티콘의 구조적 특징으로 인해 죄수는 자신을 감시할 수 있는 간수의 시선을 의식하고, 그 시선 규율을 벗어나는 행동을 자제하게 된다. 그런데 사회학자 보인은 최근 사회적 질서가 바뀌었다고 말한다. 감시보다는 대비와 예방에 초점을 둔 사회, 감시의 쌍방향성이 나타나는 탈파놉티즘 사회가 되었다는 것이다.

오늘날 인터넷과 같은 쌍방향 분산 네트워크는 큰 변화를 야기하고 있다. 이제 “빅 브라더가 당신을 감시하고 있다.”라는 전통적인 주장은 “바로 당신이 감시하는 빅 브라더이다.”라는 말로 대체된다. 시민과 다양한 NGO들에 의한 정부 권력 감시, 기업의 개인 정보 유출에 대한 감시, 의정과 언론에 대한 감시, 그리고 정보 공개권의 확보 등이 가능해지면서 역감시 기제의 작동이 활발해지고 있다. 기업의 소비자 정보 수집도 피감시자의 자발적인 실천과 협조를 거치곤 한다. 특히 쌍방향 네트워크의 발전으로 정보 공개도 투명해지고 있다. 이로써 다수의 보통 사람들이 소수의 권력자를 감시하는 시놉티콘(synopticon) 모델이 나타나고 있다. 시놉티콘은 권력자와 대중이 동시에 서로를 감시하는 체계다. 사회학자 라이언이 지적했듯이, 감시는 ‘야누스의 두 얼굴’을 가지고 있다.

1 페르소나(persona): 우리가 외부로 표현하는 개인의 이상적 측면. 개인이 자신의 역할을 안전하게 수행하면서 주변 세계와 상호 관계를 맺는 데 요충됨.

다

장작불 찾아들고
 몇 걸음씩 뒤로 물러나 있던
 어둠이 성큼 다가와 있다
 잣나무숲에 닿아 멈춘
 어둠의 끝은 은하 저쪽 끝까지
 곧바로 연결되어 있다

잣나무숲 속에는
 전원이 없다
 핸드폰을 끄고

침낭 속으로 들어가
 얼굴을 내민다
 내 얼굴과 어둠 사이에
 아무것도 없다

마침내 언플러그드
 빈틈없는 어둠
 꿈 없는 잠
 나는 탈주에 성공한 것이다

라

인공지능의 미래에 대해 활발한 논의를 펼치온 로봇공학자 한스 모라벡은 1988년 『마음의 아이들(Mind Children)』이란 책을 펴낸다. 이 책에서 모라벡은 2040년까지 사람처럼 보고 말하고 행동하는 로봇이 개발된다고 전망한다. 이런 로봇이 출현하면 놀라운 속도로 인간의 능력을 추월하기 시작할 것이다. 결국 2050년 이후 지구의 주인은 인류에서 로봇으로 바뀌게 될 것이다. 이 로봇은 소프트웨어로 만든 인류의 정신적 자산, 이를테면 지식·문화·가치관을 모두 물려받아 다음 세대로 넘겨줄 것이므로 자식이라 할 수 있다. 모라벡은 인류의 미래가 사람 몸에서 태어난 혈육보다는 사람 마음을 물려받은 기계, 곧 마음의 아이들에 의해 계승되고 발전되며 진화할 것이라고 주장한다. 궁극적으로 모라벡은 마음 업로딩(mind uploading) 시나리오를 제시한다. 뇌 속에 들어 있는 사람 마음을 로봇과 같은 기계 장치로 옮기는 것을 마음 업로딩이라고 한다. 사람 마음이 로봇 속으로 몽땅 이식되면, 사람은 말 그대로 로봇이 될 것이다. 로봇 안에서 사람 마음은 사멸하지 않게 되므로 디지털 불멸(digital immortality)이 가능해진다.

마



린 켈넬, <실험실, 혹은 양코마우스의 수난>, 1994

양코마우스™²는 생득적인 인간의 몸 안에 발생한 문제를 극복하기 위해 고안된 존재다. 그/그녀는 포유동물이면서 유방암을 야기하는 인간의 종양 유전자, 양코진(oncogene)의 거처다. 그/그녀는 우리의 희생양이며, 우리가 겪어야 할 고통을 견뎌야 한다. 일방적 특권을 가진 우리에게 '암 치료'를 약속하는 존재로 살아가야 한다. 그/그녀의 존재에 찬성하든 안 하든 간에 그/그녀는 인간의 생명 연장을 위해 계속 육체를 내줘야 한다. 그리하여 그/그녀의 인생은 실험 무대다. '암 치료'를 위한 탐구라는 우리의 수십억 달러짜리 프로젝트를 운명적으로 수용해야만 한다. 우리 중 누군가는 언젠가 양코마우스™나 그/그녀의 후속 모델 설치류에게 큰 빛을 지게 될 것이다. 양코마우스™는 고유성을 가진 단일 개체로 호명되기 어렵다. 다양한 상품의 이식 유전자 연구 생쥐 중 한 부류일 뿐이다. 그/그녀는 질병, 즉 미국 여성 1이 걸린다는 유방암의 살아 있는 동물 모델이다. 양코마우스™는 초국가적 자본의 교환 회로에서 평범한 상품으로 흘러 다닐 것이다.

유래 없는 특허품인 그/그녀는 거대한 비유, 그 자체이기도 하다. 그/그녀는 흡혈귀처럼 혈통의 순수성, 종 구분의 확실성, 성과 젠더의 선명성 등을 즉각적으로 교란하는 존재다. 일차적으로 그/그녀의 가치와 활용에 대한 판단은 유방암에 걸린 이들의 몫일 것이다. 그러나 그/그녀가 던지는 질문은 훨씬 더 광범위한 성찰을 요한다. 우리는 그/그녀를 이용하려는 욕망의 이면에서 공포를 느껴야 한다. 그/그녀가 비약적인 개선의 가능성에 대한 비유라는 것은 사실이다. 그러나 그만큼 심대한 침해에 관한 비유라는 점도 직시해야 한다.

2 TM: 상표(trademark)를 가리키는 기호. 사업자가 자신이 취급하는 상품을 타인의 상품과 식별하기 위하여 상품에 사용하는 표시.

바

인간향상(human enhancement)은 과학기술을 이용하여 인간의 건강 수명 연장이나 노화의 완화를 비롯하여 지적, 신체적, 정서적, 심리적 능력의 개선 혹은 강화를 꾀하는 것을 의미한다. 향상이라는 표현 자체만을 본다면, 마치 인간 존재의 나아짐으로 귀결되는 것처럼 보인다. 그러나 과학기술을 통해 향상되는 것은 인간의 부분적인 능력이다. 더 똑똑하고 신체적으로 강건한 사람이라고 해서 반드시 더 나은 사람인 것은 아니다. 인간 존재의 나아짐은 개인뿐 아니라 사회 실천적 차원에서 지금보다 더 윤리적인 삶을 살게 되는 것이며, 윤리는 나와 타인 사이의 관계에 관한 것이다. 더 많은 사람들이 자신의 가치 지향에 맞춘 삶을 살면서 동시에 타자와의 윤리적 관계를 지속해야 인류가 더 나아진다고 말할 수 있다.

생명보수주의자는 인간의 가치를 위협한다고 생각해 향상기술을 거부한다. 하지만 인류가 기술 문명과 함께 인간의 가치를 증진시켜 왔다는 사실은 부인하기 어렵다. 그래서 중요한 것은 인간 존재의 나아짐을 위해 향상기술을 사용하는 태도다. 이에 대해서는 큰 틀에서 두 가지 방향으로 생각해 볼 수 있다. 먼저 개인적 자율성을 중시하는 이들은 인간향상이 도덕적 개인의 합리적 선택을 통해 결정되어야 할 문제라고 주장할 것이다. 그들은 향상기술 안에 존재하는 위험이 시장의 자율적 기능에 의해 조정되고 해소될 것이라고 믿을 것이다. 두 번째로 사회적 공공성을 중시하는 이들은 향상기술의 안전한 관리와 윤리적 공유를 위해 시민, 국가, 인류 공동체의 노력이 필요하다는 태도를 취할 것이다. 만약 인간향상을 개인과 시장에 맡긴다면, 활용과 접근의 측면에서 새로운 불평등이 초래될 수도 있다. 통제되지 않는 방향으로 비약적인 변화가 나타날 가능성도 배제하기 어렵다.

향상기술은 그 자체로 더 나은 인간을 만들어 주지도, 더 나은 사회나 삶을 보장해 주지도 않는다. 관건은 삶의 가치와 인류 공동체의 행복 증진을 위해 기술을 활용하려는 의지다. 그런 점에서 정부나 사회단체, 개별 시민 모두가 민주적 공론장을 열어 가야 한다. 그곳에서 새로운 향상기술과 함께 출현할 수 있는 윤리적 논점을 공유하며 인간향상의 방향을 모색해 갈 필요가 있다.

논제 I 제시문 [가]와 [나]의 내용을 요약하고, 논지의 차이를 서술하시오.
[601자 이상~700자 이하 : 배점 40점]

논제 II 제시문 [바]의 관점을 서술하고, 이를 바탕으로 제시문 [다], [라], [마]에 나타난 상황이나 입장을 평가하시오.
[1,001자 이상~1,100자 이하 : 배점 60점]

예시답안

논제 I 제시문 [가]와 [나]는 정보사회 속 기술적 도구를 통해 실천되는 ‘감시’ 문제를 다루고 있다. [가]는 디지털 기술 문명 속에서 벌어지는 권력 기관의 시민을 향한 감시가 심대한 문제를 야기할 수 있다고 주장한다. 상황과 장소, 만나는 사람에 따라 변별적으로 작동하는 페르소나의 특징을 설명하며, 디지털 감시 환경이 인권적 가치를 갖는 프라이버시를 훼손할 수 있다고 말한다. [나]는 현대 정보사회가 권력자의 만인에 대한 감시 모델을 벗어나 탈파놉티시즘 질서로 전환되고 있다고 본다. 인터넷과 같은 쌍방향 분산 네트워크의 발달로 시민의 역감시 기제가 작동함으로써 권력자와 대중이 서로를 감시하는 사회의 출현을 진단한다.

[가]와 [나]는 감시의 양상과 성격에 대한 관점에서 명확한 차이를 보이고 있다. [가]는 디지털 기술에 의한 감시가 시민들의 일상을 향해 작동되는 측면만 다룬다. 그에 반해 [나]는 디지털 기술의 발달로 인해 권력 기관과 시민들의 감시 가능성이 쌍방향으로 실현될 수 있음을 시사한다. 한편 [가]는 감시의 부정적 성격을 부각하면서 디지털 기술에 기반을 둔 일상생활의 위험성을 직시해야 한다고 주장한다. [나]는 시민의 참여와 실천에 따라 권력 기관, 기업의 개인 정보 유출 문제를 예방할 수 있고 역 감시도 가능하다는 입장이다. (645자)

논제 II 제시문 [바]는 인간향상에 관한 세 가지 논점을 드러낸다. 첫째, 향상기술이 인간 존재와 인류 사회의 나아짐을 보장하진 않는다. 기술이 이끄는 향상은 인간의 부분적인 능력 개선에 국한된다. 둘째, 인류는 기술 문명 속에서 인간의 가치를 증진시켜 왔

기에, 향상기술이 인간 가치를 위협한다는 일부 주장에는 동의하지 않는다. 셋째, 중요한 것은 인간 존재의 나아짐을 위해 향상기술을 사용하는 태도다. 이에 대해서는 개인과 시장의 자율성을 존중하는 태도와 사회적 공공성을 위해 공동체적 관리를 중시하는 태도의 조화가 필요하다.

[다], [라], [마]의 상황과 입장은 다음과 같이 평가될 수 있다. [다]는 기술 문명에서 탈주해 자연에 귀속되는 순간을 누리는 시적 화자가 등장한다. 그는 핸드폰 등으로부터 ‘언플러그드’되면서 행복과 만족을 경험하고 있다. [바]의 관점에서 [다]의 상황은 개인의 도피적이고 일회적인 행위로 규정될 여지가 있다. 시적 화자의 상황에 대한 공감 여부를 떠나서 향상기술의 바람직한 사용에 대한 개인 및 사회의 고민이 더 중요하다.

[라]는 2040년까지 인간에 근접한 로봇이 개발되고, 2050년이 지나면 지구의 주인이 인간에서 로봇으로 바뀔 것이라고 전망한다. 사람의 마음을 물려받은 로봇, ‘마음의 아이들’에 의해 인류의 미래가 새롭게 발전할 것이라고 본다. 이는 과학기술을 통한 향상이 곧바로 인류 사회의 나아짐이 아니라는 [바]의 주장과 대치된다. [바]에 따르면, 마음 업로딩 기술 등은 당위적으로 수용할 대상이 아니라 그 활용 방향을 숙고해야 하는 문제이다.

[마]에 등장하는 앙코마우스™는 유방암 치료를 위해 개발된 실험쥐이자 하나의 상품이다. 그것은 인간 신체를 개선시켜주는 긍정의 이미지만을 갖지 않는다. 인간향상의 기능성과 윤리 침해의 이중적 비유로서 생명과 상품, 인간과 동물, 암수의 경계를 교란하는 등 다양한 문제를 야기한다. 앙코마우스™는 유방암에 걸린 여성이 자유롭게 선택하고 활용하는 대상일 수 있지만 공동체 차원의 논의와 관리가 필요한 대상이기도 하다. [바]의 관점처럼 민주적 담론장에서 개인의 자율성과 사회적 공공성의 조화를 위해 그 활용 방향의 모색이 요구된다. (1080자)

출제개요

2021학년도 경희대학교 인문·체육계열 수시모집 논술고사는 총 두 문제를 출제하였다. 고등학교 학력 수준에 맞추어 범교과적인 문제에 대한 이해력, 논리적·분석적 추론 능력, 비판 능력 등을 기반으로 한 종합적 사고 능력 및 서술 능력을 평가하는데 초점을 두었다.

본 논술고사는 현행 고등학교 교과서 『국어』, 『문학』, 『통합사회』의 ‘사회 변화와 공존’ 영역, 『사회·문화』의 ‘현대의 사회 변동’ 영역, 『생활과 윤리』의 ‘과학과 윤리’ 영역, 『윤리와 사상』의 ‘인간과 윤리사상 및 사회사상’ 영역 등에 등장하는 내용을 바탕으로 출제하였다. ‘과학기술 발전에 따른 인류사회의 변화’를 성찰해 보는 데 목표를 두었다.

[가]에서 [바]에 이르는 제시문들은 디지털 시대 ‘감시’를 둘러싼 다른 논점을 확인할 수 있도록 선별되었다. 또한 생명공학에서 인공지능에 이르는 오늘날의 첨단 과학기술이 인간에게 미치는 영향을 탐색할 수 있도록 배치되었다. 특히 향상기술이 인간 존재와 인류 공동체의 나아짐을 건인하는가에 대한 비판적 사고를 하도록 의도하였다.

본 논술고사에서는 첫째, 디지털 사회 감시 문화를 바라보는 다른 태도, 즉 디지털 기술이 권력의 일방적 감시에 의해 인권 침해의 부작용을 낳는다는 입장(제시문 [가])과 정보사회의 감시에 대한 대응으로 시민참여를 통한 역감시 기제가 함께 작동할 수 있다는 입장(제시문 [나])을 제시하였다. 이들 제시문은 정보사회 속 디지털 감시 체제에 대한 해석적 입장을 요청하기 위해 선별되었다.

둘째, 제시문 [다]에서 [바]는 과학기술 문명과 인간 삶의 관계에 대한 입체적 사유를 이끌어 내기 위해 선별되었다. 제시문 [바]는 인간향상을 유도하는 향상기술을 둘러싼 다양한 논점을 제시하고 있다. 두 번째 논제를 풀기 위해서는 이에 대한 종합적 독해를 해내는 것이 우선적으로 필요하다. 이후 제시문은 각각 기술 문명으로부터 탈주하여 자연에서 만족을 느끼는 개인의 실천 행위(제시문 [다]), 향상기술을 전면적으로 수용해 로봇으로 진화해 가야 한다는 주장(제시문 [라]), 인간을 위해 도구화된 생명의 한 사례인 앙코마우스™를 통한 윤리적 질문(제시문 [마])이 제시되어 있다. 궁극적으로는 민주적 담론장에서 향상기술의 활용과 제기되는 각종 윤리적 문제 대응을 위해 개인의 자율성과 사회적 공공성의 조화를 모색해 나가야 한다는 입장(제시문 [바])에서 종합적인 사고를 하는 것이 중요하다.

본 논술고사는 응시생들이 다양한 제시문들의 핵심을 파악한 후 논리정연하게 답안을 서술하는 것을 요구한다. 특히, 각 텍스트를 개별적이며 고립적으로 이해하기보다는, 다른 텍스트와의 관계와 맥락 속에서 그 의미를 입체적으로 해석할 수 있는지 확인하고자 하였다. 따라서 본 논술고사는 성격이 다른 텍스트들을 관통하는 공통의 주제를 파악하고, 차이를 발견하는 능력

을 갖추었는지 판단하고자 하였다. 또한 수행생이 특정 주제에 대한 사전 지식을 논술 답안에 그대로 옮겨 쓰는 것이 아니라, 주어진 제시문의 관점을 다른 제시문의 내용에 비판적으로 적용할 수 있는지를 살펴보고자 하였다.

본 논술고사에서는 경희대학교 수시모집 논술고사의 정형적 패턴에 따라 총 두 문제를 출제하였다. 문제는 현 고등학교 교과서 『국어』, 『문학』, 『통합사회』의 '사회 변화와 공존' 영역, 『사회·문화』의 '현대의 사회 변동' 영역, 『생활과 윤리』의 '과학과 윤리' 영역, 『윤리와 사상』의 '인간과 윤리사상 및 사회사상' 영역 등에 등장하는 내용을 바탕으로 출제되었다. '과학기술 발전에 따른 인류사회의 변화'를 성찰해 보는 데 목표를 두었다. 각각의 제시문의 출전은 다음과 같다.

제시문	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	재구성여부
[가]	『디지털 프라이버시』	김상현	커뮤니케이션 북스	2018	xiv~xvii	○
[나]	『파놉티콘 - 정보사회 정보감옥』	홍성욱	책세상	2002	10~13, 115~128	○
[다]	『제국호텔』	이문재	문학동네	2004	110~111	×
[라]	『매일경제』 (『알파고가 궁금한 당신에게』)	이인식	매일경제	2016 (4월15일)	컬럼 기사	○
[마]	『검소한_목격자@제2의_천년.여성인간@_앙코마 우스™를_만나다』	다나 J. 해러웨이	갈무리	2007	175~177	○
[바]	『일본비평』 (『트랜스휴머니즘과 인간향상의 생명정치학』)	신상규	서울대학교 일본연구소	2017	72~95	○

각 제시문의 내용을 정리하면 다음과 같다.

제시문 [가]는 『디지털 프라이버시』에서 발췌하였다. 제시문은 현대인의 평범한 생활 속에 도사리고 있는 디지털 감시체제의 위험성을 경고한다. 별다른 저항 없이 활용하고 있는 디지털 기술 도구들이 현대인의 프라이버시를 침해하고 있다는 사실을 강조한다. 특히 제시문은 개인의 프라이버시가 인격과 사회적 정체성을 동질적으로 유지시켜 가는 데 매우 중요하다고 말한다. 따라서 현대인은 디지털 기술 문명을 무조건적으로 수용하는 생활에서 탈피할 필요가 있다.

제시문 [나]는 『파놉티콘 - 정보사회 정보감옥』에서 발췌하였다. 제시문은 기존 벤담의 파놉티콘에 구현된 감시의 원리가 현대 정보사회에 스며들어 '규율 사회'의 기본 원리인 파놉티시즘으로 탈바꿈하고 있다는 푸코의 주장에 비판적인 입장을 나타낸다. 제시문은 푸코의 주장에서 한 걸음 더 나아가 현대 정보사회가 탈파놉티시즘 질서로 전환되고 있다고 주장한다. 현대 디지털 사회가 만인이 권력자를 감시할 수 있는 쌍방향 감시 체제를 보장한다는 것이다. 이러한 역감시 기제의 동시적 작동을 두고, 제시문은 시놉티콘(synopticon) 모델의 실현을 주장한다.

제시문 [다]는 이문재의 시집 『제국호텔』에 등장하는 시 「비박」 전문이다. 시적 화자는 깊은 밤, 잣나무 숲에서 핸드폰을 끄고 자연에 귀속된다. 그는 기술 문명의 이기로부터 완전한 해방감을 누리면서 디지털 네트워크 사회에 속박되어 있는 현대인의 현실을 반성적으로 성찰하게 한다.

제시문 [라]는 2050년이 지나면 지구의 주인이 로봇일 것이라고 전망한다. 인간의 마음을 물려받은 로봇, 즉 '마음 업로딩 기술'이 적용된 새로운 로봇이 새로운 인류사회를 구성할 것이라는 게 제시문의 주장이다.

제시문 [마]는 인간향상의 가능성과 윤리 침해의 가능성을 동시에 가진 앙코마우스™의 활용 및 여러 윤리적 문제를 민주적 공론장에서 논의해야 한다는 입장이다. 암 치료를 위해 개발된 실험쥐이면서 상품이고, 동물이지만 인간의 일부를 가진 앙코마우스™은 향상기술의 수용 과정에서 현대인이 취해야 할 태도를 상기시킨다.

제시문 [바]는 『일본비평』에 게재된 논문, 『트랜스휴머니즘과 인간향상의 생명정치학』에서 발췌하여 재구성하였다. 이 제시문을 요약하면 다음과 같다. 첫째, 향상기술이 인간 존재와 인류 사회의 나아짐을 보장하진 않는다. 기술이 이끄는 향상은 인간의 부분적인 능력 개선에 국한된다. 둘째, 인류는 기술 문명 속에서 인간의 가치를 증진시켜 왔기에, 향상기술이 인간 가치를 위협한다는 일부 주장에는 동의하지 않는다. 셋째, 중요한 것은 인간 존재의 나아짐을 위해 향상기술을 사용하는 태도다. 이에 대해서는 개인과 시장의 자율성을 존중하는 태도와 사회적 공공성을 위해 공동체적 관리를 중시하는 태도의 조화가 필요함을 나타낸다.

본 논술고사 문항은 경희대학교 수시 논술의 전통적인 논제 유형을 수용했다.

논제 I

〈논제 I〉은 제시문 [가]와 [나]의 내용을 요약하고, 논지의 차이를 비교하는 것으로 자료에 대한 독해력과 비교·분석 및 서술 능력을 평가하기 위해 출제하였다.

논제 II

〈논제 II〉는 제시문 [바]의 내용이 제시하는 관점을 파악하고 이를 바탕으로 제시문 [다], [라], [마]에서 제시한 상황 또는 입장을 평가하는 문제로, 현실의 문제를 해결하기 위한 다양한 태도를 인문학적 시각에서 성찰하는 능력을 평가하기 위해 출제하였다.



사회계 I

출제문제	16
예시답안	19
출제개요	20



2. 사회계 I

다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

가

사회 갈등은 구성원 간 충돌을 일으키고, 이를 해결하기 위한 사회적 비용을 발생시킨다. 사회 갈등을 해결하고 통합에 이르기 위해서는 다른 가치들의 충돌을 합리적으로 조정하고 서로 간의 자발적 합의를 추구해야 한다. 이에 따라 담론 윤리의 필요성이 대두되었다.

담론 윤리의 대표적 연구자인 하버마스(Habermas)는 현대 사회의 다양한 문제를 해결하기 위한 공정한 담론 절차를 강조하면서 자유로운 대화를 통한 상호 합의가 있어야 한다고 주장하였다. 이를 위해 하버마스는 올바른 대화의 기준으로, 서로 무슨 뜻인지 이해할 수 있고, 그 내용이 참이어야 하며, 상대방이 성실히 지킬 것을 믿을 수 있고, 말하는 사람들의 관계가 평등하고 수평적이어야 함을 제시한다. 이렇게 이루어진 담론을 통해 우리는 보편적 도덕 규범에 합의할 수 있고, 그 도덕 규범에 따라 갈등을 바람직한 방향으로 해결할 수 있다.

인간은 고립되어 살아가지 않으며 사회의 일부로서 공동체의 일에 참여하고 서로 긴밀하게 연결되어 있다. 사회 구성원들 간에 담론 윤리를 바탕으로 한 소통과 연대가 필요한 이유이다. 국가는 이들의 자유로운 담론 교환을 보장하고 그 결과를 정책에 반영해야 한다. 사회 구성원들이 도덕 규범에 따라 대화에 참여하고 합의를 지향하는 열린 태도를 가져야 사회 갈등을 극복하고 통합에 이를 수 있다.

나

통일은 기적처럼, 또는 폭풍우처럼 밀어닥쳤다. 우리는 전혀 준비되어 있지 않았고, 질서 있는 통일 과정을 위해 우리 자신을 추스를 시간적 여유도 없었다. 베를린 장벽 붕괴 이후 처음 몇 달 동안은 매우 혼란스러웠다. 동독 주민들은 헌법과 법률에 따라 서독 주민들과 같은 사회적 권리(연금, 건강 보험, 장기 요양 보험, 실업 수당, 공공 보조 등)를 보장받게 되었다. 그러나 동독 경제의 붕괴에 따라 발생하는 사회적 비용을 주로 서독이 부담해야 한다는 부작용이 발생했다. 동독과 서독의 통합 방식은 대부분 일방적이었다. 서독이 거의 모든 통제권을 가지고 통일 과정을 조율하고 이끌었다. 따라서 동독인은 자신들의 요구가 모두 수용되지 않았음에도 서독인과 지도자들을 따를 수밖에 없었다. 그러나 이제 독일인에게 전쟁의 저주와 고통의 가능성은 현저히 줄어들었다. 동독 주민들은 정치적 자유와 선거의 자유를 누리게 되었다. 동독 지역은 서독 주민들과 크게 다르지 않은 생활 수준을 누릴 수 있는 매력적인 지역으로 탈바꿈하고 있다.

다

최근 정부는 국민연금의 소득 대체율¹을 50%로 상향 조정한다고 전격 발표하였다. 국민연금은 세대 간 연대에서 비롯되는 사회 보장 제도이기 때문에 미래 세대가 현 세대를 부양하는 부담을 짊어져야 한다. 보험료 부담이 높아질 수밖에 없는 청년층은 이번 개정안에 대해 반발하는 반면, 국민연금을 받고 있거나 수급을 코앞에 둔 50대 이상 장·노년층은 개정안을 반기고 있다. 연금 개혁에 참여한 한 국회의원은 “출산율이 떨어지고 평균 수명은 늘어나는 등 인구 구조가 변하는 상황에서 소득 대체율의 상향 조정은 현재 청년 실업 등을 겪고 있는 미래 세대에게 부담을 준다.”라며 세대 갈등의 가능성을 지적하였다. 이에 반해 노년 빈곤층이 급격히 증가하고 있어서 노후의 삶을 보장해 줄 수 있는 국민연금의 혜택을 더욱 확대해야 한다는 주장도 있다. 청년층도 언젠가는 노년층으로 진입하게 될 것이기 때문에, 장기적으로 보면 연금 제도로 인한 혜택을 전 세대가 고루 나눌 수 있다는 것이다. 정부 관계자는 “현재 정부 안에 대한 강한 반발이 있지만, 이 방안이 국가 통합과 장기 발전을 위한 가장 현실적 대책”이라며 “정부를 믿고 지지해 달라.”고 말했다.

1 소득 대체율: 본인의 평균 소득을 기준으로 해서 퇴직 후에 어느 정도의 연금을 받을 수 있는지를 나타내는 비율

라

단층선 분쟁은 서로 다른 문명에 속한 국가나 무리 사이의 집단 분쟁이다. 단층선 분쟁은 폭력을 동반한 전쟁으로 비화하기도 한다. 이 전쟁은 나라들 사이에서, 비정부 집단들 사이에서, 혹은 나라와 비정부 집단 사이에서 일어날 수 있다. 나라 안의 단층선 분쟁은 지리적으로 명확히 구분된 지역에 다수의 인구가 거주하는 집단들 간에 벌어지는 충돌이다. 이는 지리적으로 혼재되어 있는 집단들 사이에서도 발생한다. 인도의 힌두교도와 이슬람교도, 말레이시아의 이슬람교도와 화교처럼 지속적인 긴장 관계가 폭력으로 분출되거나, 신생국이 들어서면서 국경선이 확정되고 주민들을 강제로 이주시키려는 시도가 강행되어 전면전으로 치닫기도 한다. 단층선 분쟁은 때로는 주민들을 장악하려는 투쟁의 양상으로 나타나지만 대개는 영토 분쟁의 양상을 띤다. 당사자들 중에서 최소한 한 진영의 목표는 그 지역의 통합을 위해 영토를 점령한 뒤 다른 진영 사람들을 내쫓거나 죽이거나 둘 다를 감행함으로써, 다시 말해서 '민족 청소'를 함으로써 이 지역에서 다른 진영 사람들이 뿌리내리지 못하도록 만드는 데 있다. 갈등을 빚는 영토는 한 진영에게 또는 양 진영 모두에게 자신들의 역사나 정체성과 관계가 있는, 고도의 상징성이 깃든 지역이다. 그 성스러운 땅은 신성 불가침의 권리를 가진다고 그들은 믿는다. 요르단 강 서안, 캐슈미르, 나고르노-카라바흐 드리나 계곡, 코소보가 그런 곳들이다.

마

'도심 속의 거리 박물관'으로 불리는 북촌도 관광 명소로 주목받으며 개발과 보존을 둘러싼 갈등을 빚어갈 수 없었다. 일부 주민들은 관광객 안내소 건립에 대해 "북촌 고유의 모습을 훼손하는 일"이라며 반대하고 나섰다. 반면, 지자체와 다른 주민들은 적극적 개발을 통해 지역 사회 발전의 기회로 삼아야 한다고 목소리를 높였다. 안내소는 계획대로 건립됐다. 결과만 놓고 보면 주무 기관인 구청과 건립을 찬성하는 주민들의 일방적 승리처럼 보이지만, 그 과정을 살펴보면 그렇게만 볼 게 아니다. 구청은 갈등 해결 과정에서 과거처럼 일방적으로 결정하고 강하게 밀어붙이는 행정 방식을 탈피했다. 주민 정서와 의견을 반영해 이해 당사자들 간의 대화와 협의를 시도했다. 전문가 설명회, 주민 간담회, 지역 단체 회의 등 주민들과의 대화가 여러 차례 열렸다. 그 결과 설계안이 변경됐고, 완공도 당초 계획보다 지연됐다. 이런 과정을 거쳐 다양한 의견을 통합한 최종안이 나왔고, 일부 반대 의견은 찾아들었다. 한 주민은 "주민들 사이에 갈등이 있었는데, 모두 최종 합의에 따라주었다."라며 "상호 합의한 뒤에는 추가 이견 없이 안내소 건립이 신속히 진행될 수 있었다."라고 전했다.

바

유럽 통합은 그 자체가 목적이 아니라 민족 공동체의 발전과 번영을 위한 수단이라는 시각이 유럽 내에 널리 확산되어 있다. 유럽의 다양한 민족이 평화롭게 공존하기 위해 통합이 필요하다는 주장은 유럽 통합의 역사에서 가장 공식적으로 통용된다. 서유럽이 두 차례의 세계 대전 등 대규모 민족 간 전쟁으로 비참한 결과를 경험한 20세기 중반은 평화주의적이고 국제주의적인 사상적 조류가 강한 시기였다. 특히 프랑스와 독일의 화해는 유럽 전역에 평화를 가져올 것으로 기대되었고 유럽 통합은 프랑스와 독일의 공동 보조 아래 추진되었다. 역사적으로 19세기 유럽에서는 국민국가 간 크고 작은 전쟁이 이어졌고, 20세기에는 제국주의적 민족주의의 충돌이라고 할 수 있는 제1차 세계 대전 등 전쟁이 반복되었다. 이런 상황을 딛고 장기적인 평화가 가능하였던 것은 유럽 통합의 제도적 형식을 취한 프랑스와 독일의 화해가 중요한 역할을 하였기 때문이다. 프랑스와 독일의 제도화된 협력이 양국에게 평화 공존과 경제 번영이라는 혜택을 가져왔다면, 주변의 크고 작은 국가에게도 평화로운 환경을 제공해 주었다. 자국의 정책이나 결정과 상관없이 전쟁에 휘말려야 하였던 베네룩스 3국이 유럽 통합에 적극적이었던 이유를 여기서 찾을 수 있을 것이다. 유럽 연합은 회원국이 27개국에 달할 정도로 확장되었다. 오랜 대립과 반목의 관계를 겪었던 국가들이 자발적인 합의로 작은 분야부터 통합을 시도하여 마침내 경제뿐만 아니라 정치와 외교 분야까지 통합을 시도하고 있다는 사실은 실로 놀라운 일이다.

사

역동적인 사회에서는 언제나 적대가 종횡으로 교차한다. 이곳에는 각 진영이 자신의 관점을 활발하게 제시하며 서로 대립하는 헤게모니²적 기획들 간의 갈등이 항상 존재한다. 이러한 갈등을 사회 발전의 장애로 보고 완벽하게 해결하려는 시도는 가능하지 않다. 오히려 사회가 제대로 기능하기 위해서는 서로 다른 입장들 사이의 갈등이 필요하다. 갈등을 혐오하면서 조화를 지나치게 강조하면 사회 참여에 대한 무관심과 불만을 야기할 뿐이다. 특히 민주주의 사회에서 갈등 이슈에 대한 다양한 대안들을 놓고 서로 논쟁하기를 권장하는 것은 이 때문이다.

생동감 있는 사회를 위해서는 단순한 갈등을 넘어선 '경합'이 필요하다. 적대적 진영들이 각자의 관점을 가지고 열정적으로 대립하면서도, 상대 진영의 싸움 권리를 인정해야 한다. 적대 진영을 싸움의 상대로 존중하는 토대 위에서 활발한 의견 대립을 펼치는 '경합적 투쟁'이 요구된다. 통합을 통해 완벽한 사회가 만들어질 수 있다는 것은 환상이다. 반대의 여지를 남겨두고 그것이 지속적으로 표출될 수 있는 제도를 마련해야 한다.

논제 I 제시문 [가]~[바]를 비슷한 관점을 가진 것끼리 분류하고, 각 제시문을 요약하시오.
[401자 이상~500자 이하 : 배점 30점]

논제 II 제시문 [사]가 말하고자 하는 바를 서술하고, 이를 근거로 제시문 [라], [마]를 평가하시오.
[601자 이상~700자 이하 : 배점 40점]

논제 III H구청은 관광객 안내소를 건립하고자 한다. H구청은 1번부터 6번까지의 안내소 위치를 제안하였고, 구민들은 그 중 하나를 선택하여야 한다. H구에서는 안내소 위치를 둘러싼 구민들의 의견을 반영하고자 간담회가 계속 열리고 있다. H구의 갈등지수는 안내소 위치에 대한 구민들 간의 갈등 정도를 수치로 나타낸 것으로, 0부터 10까지의 값을 갖는 실수이다. 갈등지수가 0이면 구민들 간 대립이 없다는 것을 의미하고, 값이 커질수록 대립이 심화된다는 것을 뜻한다. H구의 갈등지수를 x 라 하고, H구 구민의 간담회 참여율(%)을 y 라 하자. 간담회 참여율은 갈등지수의 함수이며, 갈등지수가 1일 경우 간담회 참여율은 27%이다.
간담회 참여율 함수의 도함수(y')는 일차함수이며, 다음과 같은 두 가지 조건을 만족한다.

- (ㄱ) 갈등지수가 3.7일 경우, 도함수의 값은 5번 제안이 탈락되었을 때 1번, 3번, 6번 중 하나가 선택될 확률이다.
(단, 각 제안이 선택될 확률은 동일하다.)
(ㄴ) 도함수의 x 절편 값은 4이다.

(1) H구 구민의 간담회 참여율(%) 함수를 구하고, 이를 X-Y평면을 이용하여 닫힌구간 $[0, 10]$ 에 대해 x 절편, y 절편 값을 표시하여 그리시오.

(2) 갈등지수가 5일 경우 간담회 참여율(%)을 구하고, 그 결과 값과 (1)에서 구한 x 절편, y 절편 값을 이용하여 제시문 [사]의 관점을 평가하시오.

[수식과 그래프를 사용하여 주어진 답안지 양식 범위 내에서 자유롭게 쓰시오.: 배점 30점]

예시답안

논제 I

제시문 [가]~[바]는 사회 갈등을 해결하기 위해 통합을 이루는 두 가지 방식을 보여준다. [가], [마], [바]는 통합이 참여자의 합의와 소통을 통하여 이루어지는 경우이다. 반면, [나], [다], [라]는 통합이 강제나 어느 한 세력에 의해 일방적으로 이루어지는 경우이다.

[가]는 사회 통합을 위한 자유롭고 합리적인 대화와 합의를 강조한다. [마]는 북촌 안내소 건립이 주무기관의 일방적 결정이 아니라 이해당사자들 간의 합의를 통해 건립된 사례를 보여준다. [바]는 대립과 반목의 관계를 겪었던 유럽의 다수 국가들이 자발적인 합의를 통해 지역 통합을 시도하고 있는 사례이다.

반면, [나]는 준비 없이 시작된 독일의 통일 과정에서 나타난 서독 주도의 일방적 국가 통합 방식을 보여준다. [다]는 국가가 국민 연금과 관련된 세대 갈등을 무시하고 일방적으로 정책을 결정한 사례를 보여준다. [라]는 단층선 분쟁에서 흔히 목격되는 강제적 민족 통합의 양상을 묘사한다. (487자)

논제 II

제시문 [사]는 사회 통합을 통해 갈등을 해결해야 한다는 주장에 대해 문제를 제기한다. 갈등을 사회 발전을 가로막는 부정적 요소로 보지 않고, 역동적 사회를 유지하기 위한 긍정적 요소로 간주하고 있다. 이런 전제를 토대로 반대 진영의 의견 표출 권리를 상호 인정하고, 활발하게 의견 표출과 대립에 나서는 '경합적 투쟁'을 대안으로 제시하고 있다. 또한 역동적 사회를 위해서는 반대 의견이 끊임없이 표출되는 제도가 필요함을 주장하고 있다.

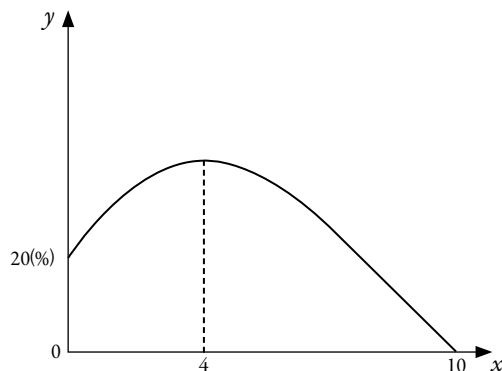
이런 관점에서 제시문 [라], [마]를 평가할 수 있다. 제시문 [라]는 지역 내 소수 민족을 폭력을 통해 강제 통합한 사례를 제시한다. 제시문 [사]에 따르면, 이런 통합을 통해 민족 갈등을 해결하는 것은 불가능하며, 반대 의견이 계속 표출되도록 기회가 제공되어야 한다. 갈등 상대의 의견 표출 권리는 물론 실질적 의견 표출의 기회조차 처음부터 봉쇄했다는 점에서 제시문 [라]는 비판받을 수 있다.

제시문 [마]는 주민 간 갈등을 합리적 소통을 통해 해결한 지역사회 통합의 사례를 보여준다. 제시문 [사]에 따르면, 합의에 의한 통합에 의해서도 갈등은 완벽하게 해결될 수 없다. 이 경우에는 갈등 상대에 대한 인정과 일시적 의견 교환이 허용되지만, 결과적으로 지속적 갈등 표출과 대립의 기회가 봉합돼 버린다는 점에서 비판받을 수 있다. (656자)

논제 III

(1) 6개의 제안 중 5번이 탈락되는 사건을 A, 1번, 3번, 또는 6번이 선택될 사건을 B라 하자. 이때 도함수 조건 (7)을 만족하는 확률 값은 $P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{3/6}{5/6} = 0.6$ 이다. 따라서 도함수는 갈등지수가 3.7일 경우 0.6의 값을 갖고, x절편 값이 40이므로,

$y' = -2x + 8$ 가 된다. 따라서 닫힌구간 [0, 10]에 대한 간담회 참여율 함수 $y = \int (-2x + 8) dx = -x^2 + 8x + C$ 로 나타낼 수 있다. 갈등지수가 1일 경우 간담회 참여율이 27%이므로 $y = -x^2 + 8x + 20$ 이 되고, 그래프는 다음과 같다.



(2) 갈등지수가 5일 경우 H구 구민의 간담회 참여율 값은 35%이다. 이때의 간담회 참여율은 갈등지수가 0일 경우의 20%(y절편)보다 높다. 이러한 결과는 일정 정도의 집단 내 갈등 상승이 간담회 참여율을 높일 수 있음을 보여준다. 이는 갈등을 통합

으로 해결하려는 시도가 바람직하지 않다는 제시문 [사]의 관점과 부합한다. 반면, 갈등지수가 매우 높은 구간에서는 간담회 참여율이 매우 저조하게 나타난다. 예를 들어, 갈등지수가 10(x 절편)에 가까울 때에는 간담회 참여율이 0%에 가깝다. 이 경우에는 제시문 [사]의 관점과 달리 갈등이 사회 참여의 장애로 작용하므로, 대립을 해결하여 갈등지수를 낮추는 것이 필요하다.

출제개요

2021학년도 경희대학교 사회계 (오전) 논술고사의 주제는 사회과학에서 가장 중요한 주제 중 하나인 사회 갈등과 통합의 관계에 대한 비판적 이해이다. 이 문제를 통해 협력적이고 합의에 의한 통합과 강제적이고 일방적인 통합을 구별할 수 있는 능력을 평가한다. 또한 이 문제는 사회 통합을 통해 갈등을 해결해야 한다는 주장에 대해 문제를 제기하고, 갈등은 어떤 방식의 통합에 의해서도 완벽하게 해결할 수 없으며, 오히려 역동적 사회를 위해 활발하게 표출되어야 한다는 점을 서술할 수 있는지 평가한다. 이 주제는 고등학교 교과 과정에 광범위하게 언급되고 있다. 본 논술고사는 고등학교 교육과정 내용과 성취 기준을 바탕으로 지문과 논제를 구성하였다. 또한 논술고사가 학생들의 통합 논술 능력을 평가하기 위한 것이라는 취지를 살리기 위해 고등학교 교과서 내용을 중심으로 일부 서적과 수리 계산 등 다양한 성격의 지문을 활용해 출제했다. 특히 사회 갈등 해결과 통합에 관한 제시문 구성을 위해 <고등학교 생활과 윤리> 중 ‘평화와 공존의 윤리’에 나타난 내용을 발췌했으며, 이 주제는 여러 출판사의 교과서에서 공통적으로 다루고 있다.

도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 생활과 윤리	변순용 외	천재교과서	2018	188-189	제시문 [가]	○
고등학교 생활과 윤리	차우규	금성출판사	2018	190	제시문 [가]	○
고등학교 생활과 윤리	정창우 외	미래엔	2018	202	제시문 [나]	○
고등학교 생활과 윤리	변순용 외	천재교과서	2018	187	제시문 [다]	○
고등학교 사회 문화	신형민 외	비상교육	2018	152-153	제시문 [다]	○
문명의 충돌	새뮤얼 헌팅턴 저, 이희재 역	김영사	1996	342-343	제시문 [라]	○
고등학교 생활과 윤리	정창우 외	미래엔	2018	205	제시문 [라]	○
공정사회와 갈등관리(V): 갈등해결 역량강화 교육을 위한 사례연구	한국행정연구원	한국행정연구원	2016	6	제시문 [마]	○
고등학교 정치와 법	서범석 외	지학사	2019	85-88	제시문 [마]	○
유럽 통합과 민족의 미래	조흥식	푸른길	2006	58-59	제시문 [바]	○
고등학교 세계사	이병인 외	비상교육	2018	204-205	제시문 [바]	○
경합들: 갈등과 적대의 세계를 정치적으로 사유하기	상탈 무페 저, 서정연 역	난장	2020	38-39, 130	제시문 [사]	○

* 재구성 및 윤문은 지문의 논지를 명확히 함으로써 교과과정에 충실했던 수험생들의 이해를 돕는 취지로 이루어졌음.

제시문 [가]는 갈등 해소를 위한 통합을 위해 자유롭고 합리적인 대화와 합의를 강조한다. [나]는 준비 없이 시작된 독일의 통일 과정에서 나타난 서독 주도의 일방적 국가 통합 방식을 보여준다. [다]는 국가가 국민 연금과 관련된 세대 갈등을 무시하고 일방적으로 정책을 결정한 사례를 보여준다. [라]는 단층선 분쟁에서 흔히 목격되는 강제적 민족 통합의 양상을 묘사한다. [마]는 북촌 안내소 건립이 주무기관의 일방적 결정이 아니라 이해당사자들 간의 합의를 통해 건립된 사례를 보여준다. [바]는 대립과 반목의 관계를 겪었던 유럽의 다수 국가들이 자발적인 합의를 통해 지역 통합을 시도하고 있는 사례이다. [사]는 사회 통합을 통해 갈등을 해결해야 한다는 주장에 대해 문제를 제기하며, 갈등을 사회 발전을 가로막는 부정적 요소

로 보지 않고, 역동적 사회를 유지하기 위한 긍정적 요소로 간주하고 있다.

논술고사의 논제는 일반논술 2문제, 수리논술 1문제 총 3문제를 출제하였다. 일반논술 문제는 주제에 대한 학생들의 이해력, 논리적 추론 능력, 비판 능력, 통합적 사고 능력, 창의적 사고 능력, 논술 작성 능력 등을 종합적으로 평가하고자 한다.

논제 I

[논제 I]은 사회 갈등을 해결하기 위해 통합을 달성하는 두 가지 방식, 즉 협력적이고 합의에 의한 통합과 강제적이고 일방적인 통합을 구별할 수 있는 능력을 평가하고자 했다. 첫 번째 방식은 통합이 참여자의 합의와 소통을 통하여 이루어지는 경우이고, 두 번째 방식은 통합이 강제나 어느 한 세력에 의해 일방적으로 이루어지는 경우이다. 수험생들은 주어진 제시문들을 협력적이고 합의적인 통합 방식과 강제적이고 일방적인 통합 방식으로 분류하고, 각 제시문의 핵심 내용을 요약할 수 있는 능력이 필요하다.

논제 II

[논제 II]는 활발한 반대 의견 표출과 지속적 경합의 필요성을 이해하고, 사회 갈등을 통합으로 해결하는 사례를 비판적으로 평가하는 문제이다. 문제를 풀기 위해서는 제시문 [사]가 앞선 제시문들과 달리 갈등이 해결 불가능하며 역동적 사회를 위해 필요한 요소라고 주장하는 점을 이해해야 한다. 또한 제시문 [라]와 제시문 [마]가 통합을 지향하는 공통점을 가지며, 동시에 강제와 합의라는 통합 방식의 차이점을 보여주고 있음을 이해해야 한다. 이를 토대로 제시문 [라]에 대해서는 지역 내 소수민족의 강제 통합은 완벽한 갈등 해결이라고 할 수 없으며, 소수 민족의 반대 의견 표출 권리는 물론 실질적 의견 표출의 기회조차 제공되지 않았다는 점을 지적할 수 있어야 한다. 제시문 [마]에 대해서는 반대 의견에 대한 인정과 소통이 일시적으로 허락됐지만, 갈등이 최종적으로 해결될 수 없으며 지속적으로 표출되어야 한다는 점을 서술해야 한다.

논제 III

[논제 III]은 고등학교 수학, 확률과 통계 및 수학 II 교과과정에 나오는 함수, 조건부 확률, 도함수 및 부정적분을 활용하는 능력을 평가하는 문제이다. 특히, 현실에서 발생할 수 있는 사회 현상을 수식 및 그래프로 표현하고, 논제와 질문에 대한 정확한 이해를 바탕으로 이를 해석할 수 있는 능력을 요구한다. 수험생들은 문제 풀이를 통해 도출한 다양한 결과를 비교 분석하여, 사회 갈등은 부정적인 효과를 낳기도 하지만, 통합으로 갈등을 완전히 해결하려는 시도가 바람직한 것만은 아니라는 것을 논리적으로 설명하고 추론해야 한다.



사회계 II

출제문제	24
예시답안	27
출제개요	28



3. 사회계 II

다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

가

오늘날 디지털 경제에서는 산업 간 경계가 무의미해짐에 따라 기업들은 업종 사이의 융합 없이는 경쟁력을 유지할 수 없게 되었다. 이제는 한 분야만 잘해서는 지속 가능한 성장을 기대하기 어렵다. 예를 들어 아마존, 이베이, 카카오, 페이스북, 네이버 등의 업종 경계가 거의 없다. IT 업체인지, 금융 회사인지, 유통 업체인지 해당 기업들도 스스로의 업종을 명확하게 구분하기가 어려울 것이다. 한국인이 가장 많이 사용하는 토종 소프트웨어의 상징인 '한글'을 만든 한컴그룹은 블록체인, 인공지능, 로봇, 드론, 모빌리티 등을 포함한 15개 계열사와 함께 빠른 속도로 성장하고 있다. '한글'만 고집했다면 이루지 못할 일이었고, 디지털 시대에 맞는 첨단 업종을 융합하여 가능한 일이었다. 농촌에서도 산업 간 융합을 통해 새로운 활로를 모색하고 있다. 농촌 융·복합 산업은 농촌의 유·무형 자원(1차 산업)을 바탕으로 식품, 특산물 제조 가공(2차 산업) 및 유통·판매, 체험, 관광(3차 산업) 등을 연계하여 새로운 부가 가치를 창출하는 활동으로 6차 산업이라고 불린다. 이는 농업 생산물에 창의력과 상상력을 더하여 다양한 형태의 가공 상품(건강식품, 생활용품 등)과 관광 체험 서비스 상품 등을 개발하는 것으로 지역 경제 활성화에 도움이 될 것이다. 대관령 양떼 목장은 지금은 누구나 다 아는 명소이지만 알고 보면 6차 산업 시스템을 도입해 더 성공한 사례이다.

나

이민자들이 낯선 문화적 환경을 이기고 새로운 삶을 성공적으로 살아나가는 것은 쉬운 일이 아니다. 특히 이민자들은 사회·문화적 동화의 요구에 직면할 수밖에 없다. 자민족 중심주의(ethnocentrism)에 맞닥뜨리게 되는 것 또한 이민자들의 현실이다. 자민족 중심주의란 다른 문화를 판단하거나 규정할 때 자신의 민족적 정체성과 가치 판단을 기준으로 한다는 것이다. 누구나 세계를 바라볼 때 어느 정도는 자기중심적인 사고를 할 수밖에 없다. 그래서 이민자들을 자신들의 세계와 전혀 다른 집단으로 인식하게 된다. 이민자들도 이에 대응하기 위해 같은 국가·민족별로 유대를 형성하고 공동 주거지인 민족 집단거주지(ethnic enclave)를 만들어 그들만의 문화 공동체를 형성함으로써 타국에서 받는 스트레스를 해소하고 문화적 평안을 찾는다. 민족 공동체 자체가 하나의 생산과 소비의 시장 역할을 동시에 하므로 이민자들은 민족 공동체 안에서 일자리를 구할 수도 있다. 또한 이민자들이 민족적 집단으로 독자적인 영역을 구축함으로써 정치적인 영향력을 행사할 수 있다.

다

국민 참여 경선 제도는 정당의 공직 후보자 선출 시 당원뿐만 아니라 일반 국민도 후보자 선출에 참여하도록 하는 제도이다. 국민 참여 경선 제도의 대표적 사례로 미국의 개방형 예비 선거(open primary)를 들 수 있다. 개방형 예비 선거에서는 정당의 공직 후보자 선출 시 당원 여부와 관계없이 모든 유권자에게 투표권을 주기도 한다. 우리나라 정당들도 대통령 또는 국회의원 후보자를 대의원, 당원, 일반 국민의 투표와 여론 조사 방식으로 선출하는 방향으로 점차 나아가고 있다. 그러나 국민 참여 경선 제도는 긍정적 취지에도 불구하고 여러 한계를 지닌다. 학자, 언론인, 정치인 중에는 그 제도의 단점을 들어 더 이상의 확대를 반대하는 사람들도 있다. 그들이 지적하는 가장 큰 문제는 일반 국민이 공천 과정에 참여함으로써 정당의 정체성이 약해진다는 것이다. 정당의 색채가 불분명해진다면 경쟁 관계에 있는 정당들 상호 간에는 차별성이 뚜렷하게 드러날 수 없다. 그렇게 될 경우 정당은 정치적 견해를 같이하는 사람들이 정권을 획득하여 자신들의 정당을 실현하기 위해 조직한 단체라는 대전제가 흔들리게 된다. 정체성과 노선이 불분명한 정당이 어떻게 국민에게 명확한 공약을 제시해 선택 받고, 어떻게 일관된 방향으로 국정 운영을 할 수 있으며, 어떻게 국정 결과에 대해 정치적 책임을 질 수 있겠는가. 국민 참여 경선 제도는 민주적 성격을 띠는 듯이 보이지만, 자칫하면 민주주의의 핵심 요소인 정당의 존재 가치를 희석시키고 정당 정치를 위축시켜 민주주의에 타격을 가할 수도 있다는 점을 주지할 필요가 있다.

라

무굴 제국은 16세기 초부터 19세기 중반까지 오늘날의 인도 북부부터 파키스탄, 아프가니스탄에 이르는 지역을 지배한 이슬람 왕조이다. 무굴 제국의 3대 황제인 아크바르(Akbar)는 활발한 정복 활동으로 대제국을 건설하였다. 아크바르는 거대한 제국의 영토를 소수의 이슬람교도로만 통치하는 것이 불가능하다는 것을 깨닫고, 다른 종교를 존중하는 정책을 펼쳤다. 이에 따라 힌두교도에게 거두어 오던 인두세를 폐지하고, 관직과 군대를 힌두교도에게도 개방하였다. 또한 아크바르 자신도 힌두교도와 결혼하는 등 적극적으로 비이슬람교와의 화합을 추진하여 사회 안정을 도모하였다. 그리고 아크바르는 여러 종교인뿐만 아니라 무신론자, 학자, 성자들까지 초대하여 종교와 사상에 관한 토론을 벌였다. 이러한 종교의 장벽을 뛰어넘으려는 노력 덕분에 무굴 제국 초기는 인도 역사에서 황금기라고 불린다. 특히 힌두 문화와 이슬람 문화의 융합으로 발달한 건축, 문학, 음악 등은 오늘날에도 인도에 상당한 영향을 미치고 있다. 무굴 제국의 대표적 건축물인 타지마할에는 힌두 문화와 이슬람 문화가 잘 어우러져 있다.

마

코로나19는 국가 간 교역을 크게 위축시키고 있다. 유엔 무역투자개발회의(UNCTAD)가 발표한 '2020 무역 개발 보고서'에 따르면 올해 1~5월 세계 수출은 지난해 같은 기간과 비교해 8.8% 감소했다. 이처럼 세계 무역이 위축된 것은 글로벌 경제 성장 둔화와 코로나19에 따른 각국의 봉쇄 정책 및 교역 비용 증가 등에 의한 것으로 풀이된다. 국경 폐쇄로 인한 국제 무역의 감소는 각국의 경제에도 부정적인 영향을 미치고 있다. 그러나 과연 그게 전부일까. 만약 사람들이 느끼는 공포가 과장되거나 조작된다면 세계는 무역 장벽 등과 같은 거대한 장애물로 점철된 길을 따라 나아갈 것이다. 일부 정치인들은 벌써부터 코로나19의 책임을 구명 뚫린 국경과 이민자 탓으로 돌리려 하고 있다. 이탈리아, 프랑스, 독일 그리고 스페인의 극우 정당들 역시 경쟁적으로 공포를 조장하며 국경 통제 강화를 촉구하고 나섰다. 코로나19에 제대로 대처하는 방법은 국경을 폐쇄하거나 무역 장벽을 높이는 것보다 지구촌 차원의 정보 및 의사소통의 개선과 협력을 강화하는 것이다. 실제로 미·중 무역 분쟁으로 높아진 무역 장벽이 코로나19에 대한 대응을 어렵게 했다. 미국 정부가 중국산 제품에 부과한 높은 관세는 코로나19 대응에 필요한 방역복, 개인보호장비, 컴퓨터 단층 촬영시스템 등 의약품의 부족 현상을 심화시켰다.

바

'타다'. 탄생부터 찬반이 팽팽했던 이 서비스를 둘러싼 갈등 양상이 최근 정부·업계·시민단체가 한꺼번에 얹힐 정도로 복잡해졌다. 한편에선 타다 대표의 기소와 타다금지법이 상정되고, 다른 한편에선 혁신 기업에 대한 억압이라며 반발한다. 타다 측은 '기사를 포함한 렌터카 대여서비스'로 택시와 다르다고 주장한다. 하지만 경제 문제는 수사(修辭)가 아닌 시장으로 판단해야 한다. 타다의 시장은 택시 시장과 딱 겹친다. 우리가 혁신 기업을 지지하는 이유는 새 기술 때문이 아니라 새로운 일터와 수익원을 창출하고 삶의 질을 높여줄 것이라는 기대 때문이다. 그런데 타다는 새 시장을 개척한 게 아니라 새 기술로 영세한 서민의 생계를 공격하는 형태의 비즈니스 모델이다. 현재의 1,000여 대는 실험적이라 쳐도, 내년까지 1만 대로 늘린다고 한다. 이는 상생이나 시장 혼란에 따른 사회적 비용 같은 건 패념치 않는 발상이다. 결국 타다는 택시 업계의 영역을 침범하면서 택시 시장의 매출을 감소시킬 것이다. 우버·에어비앤비 같은, 기존 업종과 겹치는 공유 경제 모델로 인해 다른 나라들에서도 대립 양상이 전개되고 있다. 새로운 서비스의 위협으로부터 기존 산업을 보호하기 위한 각종 정부 규제를 마련해야 한다. 정부 규제란 정책적 목표의 실행 수단으로, 시장 거래가 비효율적이고 불공평한 결과를 초래하는 경우 반드시 필요하다.

사

영호남 연극제는 영호남 지역의 특성을 살리면서 서로 교류하는 과정을 통해 연극의 발전과 영호남 지역의 단합을 도모하는 행사이다. 연극 협회장은 “다른 축제들과 다르게 영호남 연극제는 지역 갈등에서 벗어나 동서 화합과 지역 연극의 발전을 위해 개최된 것이니 더욱 의미가 있다.”라고 강조한다. 영호남 화합 줄다리기는 영호남을 연결하는 최초의 다리인 섬진교 개통 80주년을 맞아 2016년부터 매년 봄꽃 개화 시기에 맞춰 광양시, 하동군, 구례군의 교류 행사로 정례화되었다. ○○군수는 “이 행사를 통해 이웃사촌의 상생 발전과 동서 화합을 염원한다.”라고 말한다. 영호남을 잇는 이러한 행사들을 여러 지방 자치 단체가 주요 공공 사업으로 격상시키고 예산으로 뒷받침하고 있어 고무적이다. 지방 자치 제도가 자기 지역의 발전뿐 아니라 지역 간의 화합이라는 취지도 포함한다는 데에 이견이 있을 수 없다. 그 동안 우리나라는 특히 영호남 간의 지역 갈등으로 불필요한 정치적·사회적·경제적 비용을 지불해 왔다. 이제는 중앙 정부도 지역 간 화합을 지방 자치 단체나 민간 단체에게만 맡기지 말고 적극적으로 나서 인재 등용, 균형 개발 등 제도적 차원에서 구체적인 정책을 강구해야 한다. 지역에 따른 배타적 장벽이 낮아져야 정치 안정과 경제 번영을 누릴 수 있다. 인종 갈등에 관련된 외국의 사례이지만, 미국 연방 정부가 인종 간 분리를 없애고 인종 화합을 도모하기 위해 교육·주거·도시개발 등의 정책 분야에서 기울인 노력과 성과로부터 교훈을 얻을 필요가 있다.

아

정치철학자 구딘(R. Goodin)은 민주주의에 대한 당위적 이상론을 제시한다. 그의 논의는 민주주의 사회의 시민은 성찰할 수 있어야 한다는 대전제로부터 출발한다. 즉, 다른 사람들의 생각과 이익에 대해 내 마음속에서 성찰하는 내재화 과정을 거쳐야 한다는 것이다. 구딘은 성찰 과정에서 가장 핵심이 감정이입(empathy)이라고 주장한다. 우리는 다른 사람들의 입장에 감정이입을 하고 마음속 상상의 세계에서 그들과 나 자신 사이의 민주적 대화를 진행해야 한다. 감정이입과 마음속 대화의 과정은 자유롭고 신축적이다. 그것은 필요하다면 우리 공동체의 사람들과 마음속에서 연결되어 유대감이나 일체감을 키울 수 있게 해 준다. 또 필요하다면, 다른 공동체의 사람들과도 마음속에서 연결되어 이해와 관용의 분위기를 가꿀 수 있게 해 준다. 시간, 공간, 계층, 조직, 역할 등에 의한 각종 구분과 경계를 나 혼자 인식의 세계에서 설정할 수도 있고 아니면 상황에 따라 뛰어넘을 수도 있게 해 주는 것이다. 내가 남들의 입장을 고려해 성찰하겠다는 동기가 있는 한, 모든 유형의 사람, 이익, 의견을 전면적으로 포용할 수 있고 각종 갈등을 극복할 수 있다. 감정이입과 마음속 대화를 성찰의 요체로 삼는 구딘의 이상론을 실천할 수 있다면 집단 내에서는 집단 간에서는 여러 이익 충돌이 조화롭게 조정되고 소외 집단들뿐 아니라 후대 사람들의 이익까지도 존중될 수 있을 것이다.

논제 I 제시문 [가]~[사]를 비슷한 관점을 가진 것끼리 분류하고, 각 제시문을 요약하시오.
[401자 이상~500자 이하 : 배점 30점]

논제 II 제시문 [아]가 말하고자 하는 바를 서술하고, 이를 바탕으로 제시문 [바], [사]에 나오는 대처 방안을 평가하시오. 또한 이러한 평가에 대해 제시문 [바], [사]의 입장에서는 어떻게 반박할지 서술하시오.
[601자 이상~700자 이하 : 배점 40점]

논제 III 2020년 1월 코로나19가 전 세계적으로 확산되기 시작했다. A국은 코로나19 확산을 억제하기 위해 국경을 폐쇄했으나, B국은 경제에 미치는 부정적 영향을 고려하여 국경을 폐쇄하지 않았다. 각 개인이 코로나19에 감염될 확률은 A국에서 0.1이고, B국에서 $p(0 \leq p \leq 1)$ 이다. 개인의 코로나19 감염은 독립적으로 발생한다. 양국 모두 코로나19에 감염된 개인은 1년간 수입 없이 치료 비용 10만원을 지출해야 한다. 코로나19에 감염되지 않을 경우, A국의 개인은 연간 30만원의 수입을 얻으며, B국의 개인은 연간 40만원의 수입을 얻는다. A국과 B국의 인구는 100명으로 동일하고 다른 조건들도 같다. A국과 B국의 차이는 오직 국경 폐쇄 여부에 의해 발생한다.

- (1) A국에서 2명, B국에서 1명을 무작위로 뽑을 때, 선발된 3명 중 감염자 수가 2명일 확률은 0.0440이다. 이를 이용하여 B국에서 각 개인이 코로나19에 감염될 확률 p 를 구하시오.
- (2) A국에서는 36명을 임의로 추출하여 수입을 조사했다. 조사에 포함된 36명의 수입의 평균이 25만원 이상 28만원 이하일 확률을 아래의 표준정규분포표를 이용하여 구하시오(참고: 코로나19 감염자는 치료 비용만 지출하므로 수입은 -10만원이다.).

- (3) A국과 B국 각각에 대해 국민 전체의 순수입(비감염자들의 총수입 - 감염자들의 치료비 총지출)의 기댓값을 구하시오. 이를 바탕으로 제시문 [마]의 관점을 평가하시오.
[수식을 사용하여 주어진 답안지 양식 범위 내에서 자유롭게 쓰시오.: 배점 30점]

표준정규분포표: $P(0 \leq Z \leq z)$

z	0.00
0.0	0.000
0.5	0.192
1.0	0.341
1.5	0.433
2.0	0.477
2.5	0.494

예시답안

논제 I

제시문 [나], [다], [바]는 사회·국가와 관련하여 경계(구분)를 중시하는 관점을, [가], [라], [마], [사]는 경계를 넘어 융합을 강조하는 관점을 제시한다.

[나]는 이민자들이 자민족 중심주의에 대응하여 민족집단거주지와 같은 독자적인 경계를 설정하는 사례를 보여준다. [다]는 국민 참여 경선 제도가 정당의 정체성을 약화시켜 민주주의를 훼손시킬 수 있음을 논한다. [바]는 '타다'가 택시업계 영역을 침범하지 못하도록 기존 산업을 보호하는 정부 규제가 필요함을 강조한다.

반면 [가]는 디지털 경제에서 산업 간 경계를 허물고 융합을 통해 시너지를 창출할 수 있음을 보여준다. [라]는 무굴제국이 이슬람과 힌두의 종교적 화합과 융합을 통해 발전한 사례를 제시한다. [마]는 각국이 국경 폐쇄보다는 국가 간의 개방적 소통과 협력으로 코로나19에 대처해야 함을 주장한다. [사]는 영호남 지역의 상생과 화합을 위해 지자체 및 정부 차원의 정책방안이 필요함을 강조한다. (495자)

논제 II

제시문 [아]는 구단의 당위적 이상론을 소개한다. 구단에 따르면, 시민은 남들의 생각과 이익에 대해 성찰할 수 있어야 한다. 성찰의 요체는 감정이입과 마음속 대화로서, 기존의 사회적 경계 내에서 유대감과 일체감을 키우거나 혹은 각종 경계의 바깥에 있는 사람들에게 대한 이해와 관용의 가치를 실천할 수 있게 해준다.

구단의 관점에서는 제시문 [바]와 [사]가 경계를 중시하거나 혹은 융합을 강조하는 논지상의 차이에도 불구하고 공통되게 정부의 정책·제도 차원에서만 대처 방안을 찾는다고 비판할 수 있다. [바]에서는 택시 업계의 기존 이익을 외부의 '타다' 영업으로부터 보호하기 위한 정부 규제를 강조하는 가운데 양측 간의 성찰적 자세를 통한 문제 해결을 고려하지 않는다. [사]에서는 영호남 간의 지역 장벽을 넘어 화합을 도모하기 위한 방안으로 지자체와 중앙 정부의 적극적 정책을 주문하나 주민 스스로의 감정이입과 마음속 대화를 통한 근본적 방안을 간과한다.

그러나 [바]와 [사]의 관점에서는 구단의 주장이 너무 현실성이 떨어진 이상론으로 비쳐진다. 택시 업계와 타다 업계의 이익이 첨예하게 부딪치는 상황에서, 또한 영호남 간의 지역 갈등이 오랜 기간 고착되어 온 현실에서 감정이입과 마음속 대화를 요체로 하는 성찰만으로는 문제 해결이 가능하지 않다고 반박할 수 있다. (659자)

논제 III

- (1) 선발된 3명 중 2명이 감염자인 경우는 ① A국에서 감염자 2명, B국에서 감염자 0명이거나 ② A국에서 감염자 1명, B국에서 감염자 1명인 경우이다.

- ① A국에서 2명의 감염자, B국에서 0명의 감염자가 선발될 확률

$${}_2C_2(0.1)^2(0.9)^0 \times {}_1C_0p^0(1-p)^1 = 0.01 \times (1-p) = 0.01 - 0.01p$$

② A국에서 1명의 감염자, B국에서 1명의 감염자가 선발될 확률

$${}_2C_1(0.1)^1(0.9)^1 \times {}_1C_1p^1(1-p)^0 = 0.18 \times p = 0.18p$$

선발된 3명 중 2명이 감염자일 확률은 $0.01 - 0.01p + 0.18p = 0.044$

따라서 $0.17p = 0.034$ 이고 $p = 0.2$

(2) A국 사람들의 수입의 평균은 $0.9 \times 30 + 0.1 \times (-10) = 26$

A국 사람들의 수입의 분산은 $0.9 \times 30^2 + 0.1 \times 10^2 - 26^2 = 144$

추출된 36명의 사람들의 평균 수입은 근사적으로 정규분포 $N(26, \frac{144}{36})$ 을 따른다.

따라서 추출된 36명의 사람들의 수입의 평균 \bar{X} 가 25 이상 28 이하일 확률은

$$P(25 \leq \bar{X} \leq 28) = P\left(\frac{25-26}{\sqrt{\frac{144}{36}}} \leq Z \leq \frac{28-26}{\sqrt{\frac{144}{36}}}\right) = P(-0.5 \leq Z \leq 1) = 0.192 + 0.341 = 0.533$$

(3) A국에서 순수입의 기댓값 = $90\text{명} \times 30\text{냥} - 10\text{명} \times 10\text{냥} = 2,600\text{냥}$

B국에서 순수입의 기댓값 = $80\text{명} \times 40\text{냥} - 20\text{명} \times 10\text{냥} = 3,000\text{냥}$

위의 결과에 따르면 국경을 폐쇄한 A국보다 국경을 폐쇄하지 않은 B국에서 국민들의 순수입의 기댓값이 크다. 따라서 제시문 [마]에서 주장한 바와 같이 국경을 폐쇄하지 않을 때 코로나19로 인한 경제 피해가 작을 것으로 예상된다.

출제개요

2021학년도 경희대학교 사회계열 (오후) 수시모집 논술고사는 사회적 현상·관계와 관련한 경계(구분)와 융합이라는 주제를 다루었다. 대비되는 개념인 폐쇄적 경계(구분)와 개방적 융합은 사회과학의 핵심적 주제로서, 이에 대한 이해는 대학에서 사회과학 분야의 공부를 함에 있어서 중요한 부분을 차지한다. 이 주제에 대해 응시생이 얼마만큼의 기초적 소양을 갖추어 얼마나 명확히 이해하고 비판적·종합적 시각으로 볼 수 있는지 논술고사를 통해 평가한다. 또한 경계를 중시하는지 혹은 융합을 강조하는지의 관점과는 다른 차원에서, 그 실천 방안을 정부의 제도·정책 차원에서 찾는 현실론과 각 개인의 마음속 성찰에서 찾는 이상론을 대비시켜 이해할 수 있는지도 평가한다. 나아가, 코로나19 사례와 관련하여 폐쇄적 경계(국경)를 강화할지 혹은 개방적 융합이나 연계(국가 간 협력)를 추구할지 수리적 추론을 통해 판단하는 능력도 평가한다.

경계(구분), 융합, 폐쇄, 개방, 현실론, 이상론 등의 개념은 고등학교 교과 과정에 광범위하게 언급되고 있다. 본 논술고사는 고등학교 교과 과정의 내용과 성취 기준을 바탕으로 제시문과 논제를 구성하였다. 또한 응시생의 통합 논술 능력을 평가하기 위한 것이라는 취지를 살리기 위해 고등학교 교과서 내용을 중심으로 일부 서적, 언론 기사도 이용하여 다양한 성격의 제시문을 출제하였다. 논제의 취지를 살리고 고등학교 교과 과정의 범위에 충실하기 위해 원문에 상당한 수준의 첨언과 윤문을 가해 재구성 작업을 했음을 밝힌다. 각 제시문의 출처는 아래와 같다.

제시문	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	재구성여부
[가]	『고등학교 한국지리』	박철웅 외	미래엔	2020	146	○
	『포스트 코로나 기회, 플랫폼과 융합의 디지털 경제』, 『한국경제신문』	박대석	한국경제신문사	2020. 9. 28		○
	『농촌서 진행중인 '1+2+3=6'차 산업혁명에 올라타라』, 『중앙일보』	김성주	중앙일보사	2018. 5. 24		○
[나]	『세계화와 사회문제』	김정규	에듀컨텐츠휴피아	2017	109~110	○

제시문	도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수	재구성여부
[다]	『고등학교 정치와 법』	이경호 외	미래엔	2019	96~97	○
[라]	『고등학교 통합사회』	구정화 외	천재교육	2019	212	○
[마]	「대중주의 우파의 '코로나' 활용법」, 『한국일보』	파리드 자카리아	한국일보사	2020. 3. 9		○
	「전 세계 수출 8.8% 감소... 코로나19 봉쇄로 무역 위축」, KBS 방송기사	옥유정	KBS	2020. 9. 27		○
[바]	「타다, 공유경제의 불편한 이면」, 『중앙선데이』	양선희	중앙일보사	2019. 12. 21		○
[사]	『고등학교 생활과 윤리』	변순용 외	천재교과서	2019	188	○
[아]	Reflective Democracy	Robert E. Goodin	Oxford Univ. Press	2003		○
	「지구화 시대의 탈경계 정치과정을 위한 이론토대」, 『한국정치연구』	임성호	서울대 한국정치 연구소	2011	223~227	○

제시문 [가]는 디지털 경제에서 산업 간 경계를 허물고 융합을 통해 시너지를 창출할 수 있음을 보여준다. [나]는 이민자들이 자민족 중심주의에 대응하여 민족집단거주지와 같은 독자적인 경계를 설정하는 사례를 보여준다. [다]는 국민 참여 경선 제도가 정당의 정체성을 약화시켜 민주주의를 훼손시킬 수 있음을 논한다. [라]는 무굴제국이 이슬람과 힌두의 종교적 화합과 융합을 통해 발전한 사례를 제시한다. [마]는 각국이 국경 폐쇄보다는 국가 간의 개방적 소통과 협력으로 코로나19에 대처해야 함을 주장한다. [바]는 '타다'가 택시업계 영역을 침범하지 못하도록 기존 산업을 보호하는 정부 규제가 필요함을 강조한다. [사]는 영호남 지역의 상생과 화합을 위해 지자체뿐 아니라 정부 차원의 정책방안이 필요함을 강조한다. [아]는 시민은 남들의 생각과 이익에 대해 성찰할 수 있어야 하고 이를 위해 감정이입과 마음속 대화를 추구해야 한다는 구딘의 이상론을 소개한다. 논술고사의 논제는 일반논술 2문제, 수리논술 1문제 총 3문제로 구성되었다. 일반논술 문제는 응시생의 이해력, 논리적 추론 능력, 비판 능력, 통합적 사고 능력, 창의적 사고 능력, 논술 작성 능력을 종합적으로 평가하기 위한 것이다. 수리논술 문제는 응시생의 수리적 문제풀이 능력과 수리적 추론 전개 능력을 평가하기 위한 것이다.

논제 I

[논제 I]은 사회적 현상·관계와 관련해서 두 가지 관점, 즉, 명확한 경계(구분)를 중시하는 관점과 경계를 넘어 융합을 강조하는 관점을 구분하고 대비할 수 있는 능력을 평가하는 취지를 지닌다. 전자의 관점은 각각 민족, 정당, 업계의 경계를 보여주는 사례를 통해, 후자의 관점은 각각 산업, 종교, 국경, 지역의 경계를 넘어 융합·연계되는 사례를 통해 뒷받침된다. 응시생은 주어진 제시문들을 이 두 가지 관점에 따라 분류하고 각 제시문의 핵심 내용을 요약할 수 있는 능력이 필요하다.

논제 II

[논제 II]는 사회적 경계를 중시하는지 혹은 융합을 강조하는지의 관점과는 다른 차원에서, 그 실천 방안을 정부의 제도·정책 차원에서 찾는 현실론과 각 개인의 마음속 성찰에서 찾는 이상론을 대비시켜 이해할 수 있는지 평가하는 문제이다. 문제를 풀기 위해서는 제시문 [아]가 다른 제시문들과 달리 경계 혹은 융합 중 어느 한쪽을 선호하는 것이 아니라 감정이입과 마음속 대화를 통해 사회적 유대감과 일체감을 키울 수도 있고 이해와 관용의 가치를 실천할 수도 있음을 이상적으로 주장한다는 점을 주목해야 한다. 또한 제시문 [바]와 [사]가 경계나 융합이냐의 관점에서는 차이점이 있으나 대처 방안을 정부의 정책·제도 차원에서 현실적으로 찾는다는 데서 공통점을 지닌다는 점을 이해해야 한다. 응시생은 이상론과 현실론 간의 차이를 인지해 서술할 필요가 있다.

논제 III

[논제 III]은 고등학교 확률과 통계 교과서에 나오는 이항분포, 사건의 독립, 확률의 곱셈정리, 표본평균의 분포, 정규분포, 기댓값을 이용하여 사회 현상을 수리적으로 분석하고 이해하는 능력을 평가하는 문제이다. 문제의 답을 도출하고 해석하는 과정을 통해 수험생들은 실제 현상을 분석하고 정책을 도출하는 과정에 확률과 통계 교과서에 나오는 개념들이 중요하게 응용될 수 있음을 이해할 수 있다.



NEO-RENAISSA

자연계 I

출제문제	32
예시답안	39
출제개요	45



4. 자연계 I

수학

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하십시오. (60점)

가

점 (x_1, y_1) 을 지나고 기울기가 m 인 직선의 방정식은

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

나

함수 $f(x)$ 가 임의의 세 실수 a, b, c 를 포함하는 닫힌구간에서 연속일 때,

$$\int_a^c f(x)dx + \int_c^b f(x)dx = \int_a^b f(x)dx$$

다

삼각함수의 도함수

$$(\sin x)' = \cos x,$$

$$(\cos x)' = -\sin x,$$

$$(\tan x)' = \sec^2 x,$$

$$(\csc x)' = -\csc x \cot x,$$

$$(\sec x)' = \sec x \tan x,$$

$$(\cot x)' = -\csc^2 x$$

라

삼각함수의 덧셈정리

$$(1) \sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta, \sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta$$

$$(2) \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta, \cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

$$(3) \tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta}, \tan(\alpha - \beta) = \frac{\tan \alpha - \tan \beta}{1 + \tan \alpha \tan \beta}$$

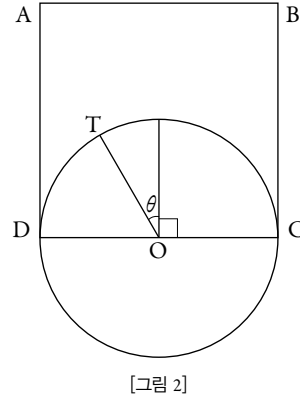
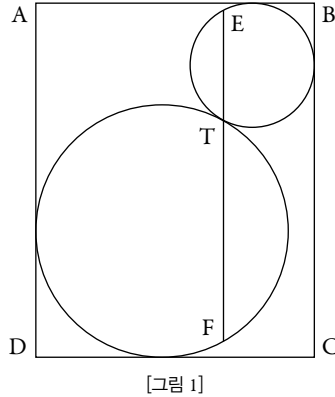
마

함수 $f(x)$ 가 어떤 구간에 속하는 임의의 두 수 x_1, x_2 에 대하여 $x_1 < x_2$ 일 때 $f(x_1) < f(x_2)$ 이면 함수 $f(x)$ 는 그 구간에서 증가한다고 한다. 또, $x_1 < x_2$ 일 때 $f(x_1) > f(x_2)$ 이면 $f(x)$ 는 그 구간에서 감소한다고 한다. 함수 $f(x)$ 가 어떤 열린구간에서 미분가능할 때, 그 열린구간에 속하는 모든 x 에 대하여

(1) $f'(x) > 0$ 이면 $f(x)$ 는 그 열린구간에서 증가한다.

(2) $f'(x) < 0$ 이면 $f(x)$ 는 그 열린구간에서 감소한다.

문제 1 제시문 [가]~[마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.



문제 1-1 [그림 1]과 같이 직사각형 ABCD의 내부에 원 S_1 과 원 S_2 가 있다. 원 S_1 은 선분 AB와 BC에 동시에 접하고 원 S_2 는 선분 CD와 AD에 동시에 접하며, 원 S_1 과 원 S_2 는 한 점 T에서 만난다. 점 T를 지나고 선분 AD에 평행한 직선이 원 S_1 , 원 S_2 와 만나는 T가 아닌 점들을 각각 E, F라 하자. 선분 AB의 길이가 100이고 선분 EF의 길이가 120일 때, 다음 물음에 답하시오.

- (1) 직사각형 ABCD의 넓이를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)
- (2) 두 원의 넓이의 합의 최댓값과 최솟값을 구하시오. 이때 두 원의 반지름의 길이를 각각 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

문제 1-2 넓이가 4인 정사각형 ABCD와 변 CD의 중점 O를 중심으로 하고 반지름의 길이가 1인 원이 있다. [그림 2]와 같이 사각형 ABCD의 내부에 있는 원 위의 한 점을 T라 하자. 점 O에서 시작하고 선분 AB의 중점을 지나는 반직선으로부터 반시계방향으로 선분 OT까지의 각을 θ 라 하고, 점 T에서 원에 접하는 직선을 l 이라 할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$)

- (1) 직선 l 이 점 B를 지날 때, $\sin \theta$, $\cos \theta$, $\tan \theta$ 를 각각 구하고, 그 근거를 논술하시오. (5점)
- (2) 직선 l 이 정사각형 ABCD와 만나는 두 점 사이의 거리를 θ 에 관한 함수 $f(\theta)$ 로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (15점)
- (3) [문제 1-2] (2)에서의 $f(\theta)$ 에 대하여

$$J = \int_0^{\frac{\pi}{4}} (f(\theta) \sin \theta \cos \theta - \cos \theta) d\theta$$

일 때, $\sin J$ 의 값을 계산하고, 그 과정을 논술하시오. (10점)

물리

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

가

지하철이나 백화점에 설치되어 있는 에스컬레이터는 속력과 방향이 일정한 운동을 한다. 이러한 운동을 등속 직선 운동이라고 한다. 한편 물체의 운동에는 속력이나 운동 방향이 변하는 경우가 있다. 속력이나 운동 방향이 변하는 운동을 가속도 운동이라고 한다. 공기 저항을 무시하면 지면 가까이에서 낙하하는 물체는 시간에 따른 속력 변화와 운동 방향이 일정한 운동을 한다. 이처럼 운동 방향의 변화 없이 직선 상에서 물체의 속력이 일정하게 빨라지거나 느려지는 운동을 등가속도 직선 운동이라고 한다.

나

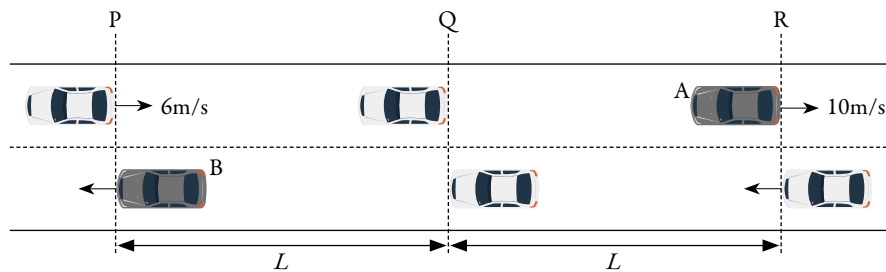
전류가 흐르는 직선 도선 주위에 나침반을 놓을 때 자침이 회전하는 것은 도선 주위에 자기장이 만들어졌기 때문이다. 이처럼 전류가 흐르면 그 주위에 자기장이 만들어지는데, 이런 현상을 전류에 의한 자기 작용이라고 한다.

다

직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 오른손 엄지손가락이 전류의 방향을 가리키도록 했을 때, 나머지 네 손가락이 도선을 감아쥐는 방향이다. 직선 도선에 흐르는 전류의 세기가 클수록 나침반의 자침이 크게 회전하고, 직선 도선으로부터의 거리가 멀수록 나침반의 자침이 작게 회전한다. 이것은 자기장의 세기가 도선에 흐르는 전류의 세기에 비례하고, 직선 도선으로부터의 거리에 반비례하기 때문이다.

논제 II-1

[그림 1]과 같이 자동차 A, B가 직선 도로를 따라 서로 반대 방향으로 운동하고 있다. $t=0$ 초일 때 A와 B는 각각 P와 R지점을 통과한 후, A는 등가속도 운동을 하고 B는 등속 운동을 한다. $t=6$ 초일 때 A, B는 동시에 Q지점을 통과한다. 이후 A는 이전과 다른 가속도로 등가속도 운동을 하고 B는 등가속도 운동을 하여, $t=11$ 초일 때 A, B는 각각 R와 P를 통과한다. A가 P와 R를 통과할 때의 속력은 각각 6m/s 와 10m/s 이다. P에서 Q 사이의 거리와 Q에서 R 사이의 거리는 L 로 같다.



[그림 1]

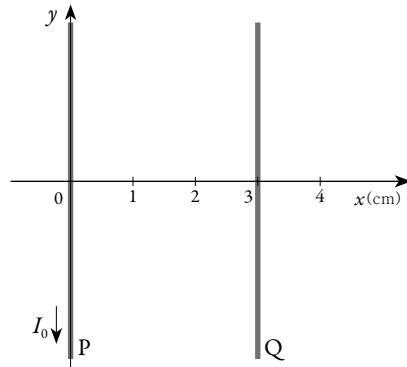
(1) A가 Q를 통과하는 순간 A의 속력 v_A 와 L 을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (8점)

(2) B가 Q에서 P까지 이동하는 동안 B의 가속도 크기를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

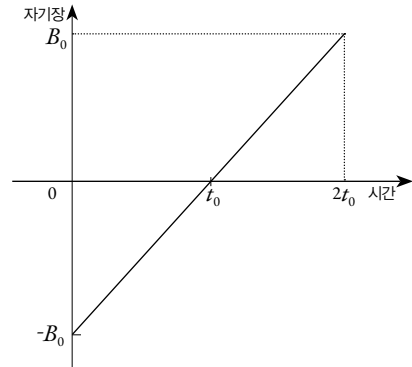
논제 II-2

[그림 2]와 같이 xy 평면에 무한히 길고 가는 직선 도선 P, Q가 $x=0\text{cm}$, $x=3\text{cm}$ 에 각각 y 축과 나란하게 고정되어 있다. P에는 $-y$ 방향으로 세기가 I_0 로 일정한 전류가 흐르고 있다. [그림 3]은 Q에 흐르는 전류가 변함에 따라 $x=2\text{cm}$ 에서 측정된 자기장을 시간에 관한 그래프로 나타낸 것이다. $t=t_0$ 일 때, $x=1\text{cm}$ 에서 측정된 자기장은 $\frac{3}{2}B_0$ 이다. (단, 종이면에서 수직으로 나오는

자기장의 방향을 +, 종이면에서 수직으로 들어가는 자기장의 방향을 -로 한다.)



[그림 2]



[그림 3]

- (1) Q에 흐르는 전류의 세기를 시간에 관한 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (단, +y 방향으로 흐르는 전류의 방향을 +, -y 방향으로 흐르는 전류의 방향은 -로 한다.) (12점)
- (2) $x=4\text{cm}$ 에서의 자기장을 시간에 관한 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

화학

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

가

자연계에 존재하는 대부분의 원소에는 동위 원소가 존재하고, 그 존재 비율은 원소마다 일정하다. 우리가 이용하는 각 원소의 원자량은 동위 원소의 존재 비율에 따른 원자량의 평균값으로 나타내는데, 이것을 평균 원자량이라고 한다. 주기율표에서 여러 가지 원소의 원자 반지름을 비교하면 대체로 규칙적으로 변화함을 알 수 있는데, 같은 주기 원소의 원자 반지름은 원자 번호가 증가할수록 작아진다. 이것은 유효 핵전하의 증가로 최외각 전자가 원자핵 쪽으로 더 끌리기 때문이다. 같은 족 원소에서는 원자 번호가 증가할수록 전자 껍질 수가 증가하므로 원자 반지름이 커진다. 그리고 중성 원자가 전자를 잃고 양이온이 되면 원자인 경우보다 반지름이 작아진다. 반대로 전자를 얻어 음이온이 되면 최외각 껍질에 전자 수가 많아져 전자 사이의 반발력이 증가하므로 원자일 때보다 반지름이 커진다.

나

원자 내부에서 전자와 원자핵 사이에 인력이 작용하고 있으므로 원자에서 전자를 떼어 내려면 외부에서 에너지를 공급해 주어야 한다. 기체 상태의 원자(M)로부터 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지를 제1 이온화 에너지라고 하는데, 원자핵과 전자 사이에 작용하는 인력이 강할수록 더 큰 이온화 에너지가 필요하다.



다

양성자와 중성자로 이루어진 원자핵은 원자의 중심에 위치하고, 전자는 원자핵 주위를 운동하고 있다. 이때 전자가 존재할 확률 분포를 나타낸 것을 오비탈이라고 하는데, 오비탈의 주 양자수는 전자 껍질 순서와 같다. 주 양자수가 커질수록 전자와 원자핵 사이의 거리가 멀어져 에너지가 높아지고, 주 양자수가 같은 오비탈은 방위 양자수가 커질수록 에너지 준위가 높아진다. 따라서 다전자 원자에서 오비탈의 에너지 준위 순서는 다음과 같다.

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < \dots$$

원자 안에서 전자는 다양하게 배치될 수 있지만, 에너지 준위가 가장 낮게 배치될 때 안정한 상태가 된다. 이때의 전자 배치를 바닥상태 전자 배치라고 한다. 바닥상태의 원자에서는 에너지가 가장 낮은 오비탈부터 차례대로 전자가 채워지는데, 이것을 쌓음 원리라고 한다. 전자 배치를 표시할 때에는 오비탈 기호의 오른쪽 위에 전자 수를 작은 숫자로 나타내거나, 상자로 표현한 오비탈 안에 전자의 스핀 방향을 화살표로 나타낸다. 파울리 배타 원리에 따라 각 오비탈에 채워진 2개의 전자는 스핀 방향이 다르므로 화살표로 나타낼 때 방향이 반대가 되도록 한다. 예를 들면, 1족인 나트륨의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이고 17족인 염소의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 이다. 한편, 분자 또는 이온에서 중심 원자의 전자쌍들이 모두 (-)전하를 띠고 있으므로 정전기적 반발력을 최소화하기 위해 가능한 멀리 떨어져 있으려 하는데, 이를 전자쌍 반발 이론이라고 한다. 공유 결합 화합물의 극성은 각 결합을 형성하고 있는 원자들의 전기 음성도 차이에 의해서만 결정된다. 전기 음성도는 분자에서 각 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 정도를 상대적으로 비교하여 정한 값이다. 2개 이상의 원자로 이루어진 분자는 각 결합을 이루고 있는 원자들의 전기 음성도가 다르면 결합은 쌍극자 모멘트를 가지게 되고 각 결합의 쌍극자 모멘트의 합이 분자의 쌍극자 모멘트의 크기와 방향을 결정하게 된다.

라

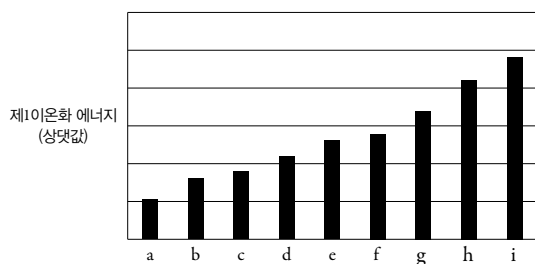
화학 반응은 본래의 물질과 성질이 전혀 다른 새로운 물질이 생성되는 현상이다. 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식과 기호를 사용해 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식으로 알 수 있는 다양한 정보 가운데 반응물과 생성물 사이의 양적 관계가 중요하다. 화학 반응식에서 각 물질의 계수비는 몰비와 같으므로 반응물의 양만으로도 생성물이 얼마나 생길지 예상할 수 있고, 생성물의 양으로 얼마만큼의 물질이 반응에 사용되었는지 알 수 있다.

마

기체 상태에서는 분자를 구성하는 원자의 수가 다르더라도 온도와 압력이 같은 조건에서 같은 부피에 같은 양(몰)의 분자가 포함되어 있다. 이를 아보가드로 법칙이라고 하며 0℃, 1기압에서 기체 분자 1몰, 즉 6.02×10^{23} 개의 분자가 차지하는 부피는 기체의 종류와 관계없이 22.4 L로 일정하다.

문제 II-1 제시문 [가]~[다]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

a~i는 각각 원자 번호 2~10의 원소 중 하나이다. 아래 그림은 a~i의 제1 이온화 에너지를 나타낸 것이다.



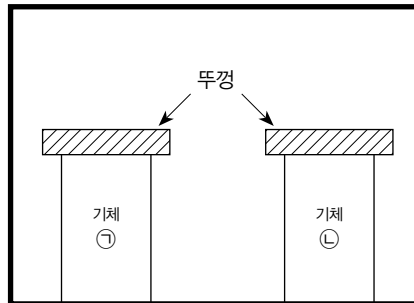
(1) 원소 a~i를 평균 원자량의 순서로 나열하시오. (4점)

- (2) 원소 b와 d는 각각 원소 g와 안정한 화합물인 bg_x 와 dg_y 를 형성한다. bg_x 와 dg_y 의 분자식을 각각 실제 원소 기호를 사용하여 제시하시오. (단, x 와 y 는 정수이다.) 전자쌍 반발 이론을 고려하여 이들 화합물의 분자 구조를 그림으로 나타내고 분자 극성에 대해서도 논술하시오. (8점)
- (3) 원소 e, g, h가 비활성 기체의 바닥상태 전자 배치를 가질 때 입자의 크기를 비교하시오. 바닥상태의 원소 h가 에너지를 흡수해서 3s 오비탈에 전자쌍이 존재할 때의 가장 안정한 전자 배치를 적고 홀전자의 개수에 대해 논술하시오. (8점)

문제 II-2 제시문 [라]와 [마]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

미지의 행성에는 원소 C, H, O, N, F, Cl, Br, I만이 존재한다. 0℃, 1기압에서 부피가 5.6 L인 용기에 채취한 기체 ㉠과 ㉡은 안정하며 이때의 질량은 각각 4.25 g과 20.25 g이다. (단, H, C, N, O, F, Cl, Br, I의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16, 19, 35.5, 80, 127이다.)

- (1) ㉠과 ㉡의 화학식을 결정하고 그 이유를 논술하시오. (7점)
- (2) 두 기체 ㉠과 ㉡을 혼합하면 고체 ㉢이 생성된다. 이 반응의 화학 반응식에 대해 논술하시오. (4점)
- (3) 아래 그림과 같이, 진공 상태의 밀폐된 용기 안에 8.5 g의 기체 ㉠과 32.4 g의 기체 ㉡이 담긴 용기가 있다. ㉠과 ㉡이 담긴 용기의 뚜껑을 열고 반응을 완결시켰다. 밀폐된 용기에 존재하는 ㉠, ㉡과 ㉢의 몰수와 질량에 대해 각각 논술하시오. (9점)



생명과과학

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

가

생명과과학은 생명체의 특성을 연구하는 학문 분야이다. 생명의 기원으로부터 구조와 기능, 생식과 유전, 분류 및 분포 등의 다양한 생명 현상과 생물과 환경의 상호 관계를 연구한다. 보편적이고 객관적인 생명 현상의 원리를 규명하기 위한 방법으로 연역적 탐구 방법과 귀납적 탐구 방법이 주로 이용된다.

나

모든 생물은 세포라는 단위 구조를 가지며, 스스로 물질대사와 자기 복제를 한다. 원핵생물인 박테리아로부터 진핵생물인 동·식물에 이르기까지 세포의 구조는 조금씩 다르지만, 모든 세포는 인지질로 구성된 세포막으로 싸여 있다. 단세포 생물 또는 다세포 생물은 생명 현상을 유지하기 위해 지속적으로 외부와 물질 교환을 하고 물질대사를 수행하며 자신의 유전자를 물려받은 자손을 생성한다.

다

생물은 물질대사, 항상성, 발생과 성장, 생식과 유전, 진화라는 특성을 가진다. 물질대사는 생명체에서 일어나는 화학 반응으로 물질을 분해하는 이화 작용과 물질을 합성하는 동화 작용으로 구분된다. 항상성 조절, 면역 반응도 물질대사를 통해 일어난다. 인체는 물질대사, 항상성, 방어 작용 등을 통하여 유전적 요인이나 환경적 요인으로 유발된 비감염성 질병과 병원체(세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이 등)로 인한 감염성 질병에 대응하고 있다.

라

질병과 항상성은 밀접한 상관관계가 있다. 질병에 의하여 항상성이 무너질 수 있으며, 역으로 항상성 불균형이 질병을 유발시킬 수도 있다. 사람은 탄수화물, 지방, 단백질 등의 영양소 섭취를 통하여 생명 현상에 필요한 에너지를 얻는데, 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형이 건강 유지에 중요하다. 에너지 섭취량과 소비량 불균형의 한 예로 에너지 과잉이 지속되면 비만, 당뇨병, 고혈압, 심장병 등의 대사성 질환이 유발될 수 있다.

마

상동 염색체의 같은 위치에는 같은 형질을 결정하는 대립유전자가 있다. 이들 대립유전자가 다를 경우(Aa) 그 중 한 가지 대립유전자의 형질만 표현될 때 겉으로 표현되는 형질을 우성이라 하고, 이 형질을 결정하는 대립유전자를 우성 대립유전자(A)라 한다. 반면 겉으로 표현되지 않는 형질을 열성이라 하고, 이 형질을 결정하는 대립유전자를 열성 대립유전자(a)라 한다.

바

일정 지역의 생태계에서 시간의 흐름에 따라 생물 군집이 점진적으로 변화해가는 과정을 천이라 한다. 천이 과정은 지역의 수분, 토양 등의 비생물적 요소와 생물적 요소에 따라 단계적으로 변화해가며, 최종적으로 종의 구성과 수가 가장 안정적인 상태인 극상에 이른다.

사

천이는 생물이 없던 불모지에서 시작하는 1차 천이와 산불, 홍수, 산사태 등에 의해 기존 생물이 제거되거나 또는 버려진 경작지 등에서 시작하는 2차 천이로 구분한다. 1차 천이는 수분이 적은 곳에서 시작되는 건성 천이와, 호수나 연못과 같은 습지에서 시작되는 습성 천이가 있다.

문제 11-1 제시문 [가]와 [나]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

- (1) 연역적 탐구 방법과 귀납적 탐구 방법을 정의하고, 두 방법의 차이에 대하여 논술하시오. (4점)
- (2) 귀납적 탐구 방법과 관련지어 바이러스가 생물이 아님을 논술하시오. (4점)

문제 11-2 제시문 [다]와 [라]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

유전적으로 동일하며 같은 시기에 태어난 수컷 생쥐 100마리를 각각 50마리씩 집단 A와 B로 나누었다. 집단 A는 일반 사료를 섭취시키고, 집단 B는 고탄수화물·고지방 사료를 섭취시키며 사육한 결과, 집단 B의 생쥐는 집단 A에 비해 체중과 혈당량이 현저하게 증가하였다. 집단 B의 체내 에너지 대사와 항상성 유지 및 호르몬 분비 변화에 대하여 논술하시오. (단, 이자성 β 세포의 손상은 고려하지 않으며, 사료 외 모든 사육 조건은 동일하다.) (10점)

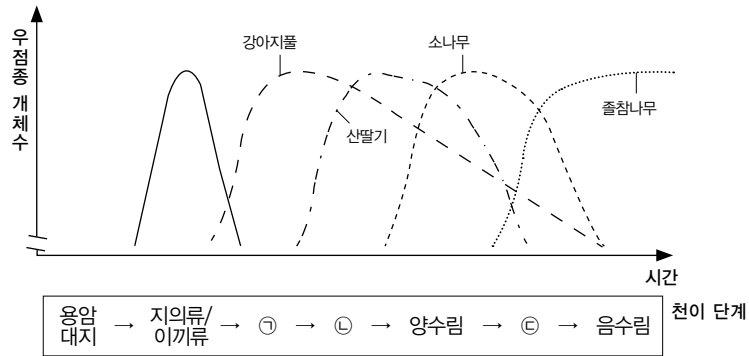
문제 11-3 제시문 [마]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

영양소 ①은 물질대사를 통해 분해된다. 영양소 ①은 효소 A에 의해 분해되기도 하고, 독립적인 방법으로 효소 B에 의해 분해될 수도 있다. 두 효소는 각각 한 쌍의 대립유전자에 의해 생성되며 각 대립유전자의 우열 관계는 분명하다. 우성 형질은 영양소 ①을 분해할 수 있고, 열성 형질은 영양소 ①을 분해하지 못한다. 효소 A의 대립유전자는 상염색체에 존재하고, 효소 B의 대립유전자는 X 염색체에 존재한다. 효소 A와 효소 B에 대해 각각 우성 대립유전자만 가진 수컷과 열성 대립유전자만

가진 암컷을 교배하여 잡종 1세대를 만든다. 이 잡종 1세대에 속한 수컷과 암컷을 교배 했을 때, 영양소 ①을 분해하지 못하는 자손이 생겨날 확률에 대하여 논술하시오. (단, 교차와 돌연변이는 고려하지 않으며, 성염색체의 구성은 사람과 같다.) (12점)

문제 II-4 제시문 [바]와 [사]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

그림은 식물의 1차 건성 천이 과정에서 단계별 식물 우점종의 개체 수 변화를 나타낸 것이다. 생물이 없는 용암대지에서 극상에 이르기까지 비생물적 요소와 생물들의 상호 관계는 천이 단계별로 그 지역에서의 종의 구성과 수를 변화시킨다. (단, 그림의 우점종 개체 수는 각 식물종의 최대 개체 수에 대한 상대값이다.)



- ㉠, ㉡에 해당하는 천이 단계는 무엇이며, 천이 단계 ㉢의 우점종 식물의 변화에 대하여 논술하시오. (3점)
- 1차 건성 천이가 진행되는 동안 지표면에 도달하는 빛의 세기와 토양에 포함된 양분의 양적 변화에 대하여 논술하시오. (3점)
- 산불이 발생하여 일어나는 2차 천이는 1차 천이보다 극상에 이르는 속도가 빠르다. 2차 천이 과정에서 초기 단계의 우점종은 주로 무엇이며, 2차 천이가 1차 천이에 비해 빠르게 진행되는 이유에 대하여 논술하시오. (4점)

예시답안

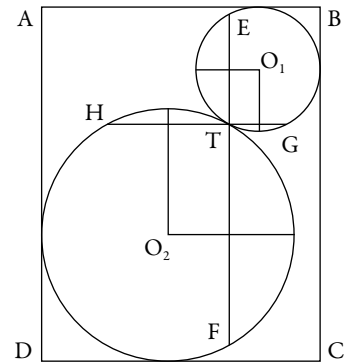
수학

- 문제 I-1** (1) 오른쪽 그림처럼 원 S_1 과 원 S_2 의 중심을 각각 O_1 과 O_2 라 하고, 점 T를 지나고 선분 AB에 평행한 직선이 원 S_1 과 S_2 와 만나는 점을 각각 G와 H라 하자.

삼각형 O_1ET 는 선분 O_1E 와 O_1T 의 길이가 같은 이등변 삼각형이다. 따라서 O_1 을 지나고 선분 AB에 평행한 직선은 선분 ET를 이등분한다. 마찬가지로 O_1 을 지나고 선분 BC에 평행한 직선은 선분 GT를 이등분하고, O_2 을 지나고 선분 AB에 평행한 직선은 선분 FT를 이등분하며, O_2 을 지나고 선분 BC에 평행한 직선은 선분 HT를 이등분한다.

원 S_1 과 원 S_2 의 반지름을 각각 r_1 과 r_2 라 하고, $\frac{\overline{GH}}{2} = k$ 라 하면,

$$\overline{AB} = r_1 + r_2 + \frac{\overline{GH}}{2} \text{이므로}$$



$$100=r_1+r_2+k \cdots \cdots \textcircled{1}$$

이고,

$$\overline{BC}=r_1+r_2+\frac{\overline{EF}}{2}=r_1+r_2+60 \cdots \cdots \textcircled{2}$$

이다.

①에 의해 두 원의 중심사이의 거리는 $\overline{O_1O_2}=r_1+r_2=100-k$ 이고, $\overline{O_1O_2}^2=\left(\frac{\overline{GH}}{2}\right)^2+\left(\frac{\overline{EF}}{2}\right)^2$ 이므로, $(100-k)^2=k^2+60^2$ 이다.

따라서

$$\frac{\overline{GH}}{2}=k=32 \cdots \cdots \textcircled{3}$$

이다. ①과 ③으로부터 $r_1+r_2=68$ 이므로, ②에 의해 $\overline{BC}=r_1+r_2+60=128$ 이다. 따라서 사각형 ABCD의 넓이는 12800이다.

(2) 원 S_1 과 원 S_2 가 사각형 ABCD의 내부에 있으므로, $0 \leq r_1 \leq 50$ 이고 $0 \leq r_2 \leq 50$ 이다. 또한 [문제 I-1] (1)에서 $r_1+r_2=68$ 이므로 $18 \leq r_1 \leq 50$ 이고 $18 \leq r_2 \leq 50$ 이다.

두 원의 넓이의 합은 $\pi(r_1^2+r_2^2)=\pi[r_1^2+(68-r_1)^2]=\pi(2r_1^2-136r_1+4624)$ 이므로, 이의 최댓값과 최솟값은 $18 \leq r_1 \leq 50$ 에서 함수 $f(r_1)=\pi(2r_1^2-136r_1+4624)$ 의 최댓값과 최솟값이다.

$f'(r_1)=\pi(4r_1-136)$ 이므로, $f'(34)=0$ 이다.

$18 < r_1 < 34$ 일 때 $f'(r_1) < 0$ 이고, $34 < r_1 < 50$ 일 때 $f'(r_1) > 0$ 이므로, $f(r_1)$ 일 때 최솟값 $f(34)=2312\pi$ 을 가진다. 따라서 두 원의 넓이의 합의 최솟값은 2312π 이며, 이때 두 원의 반지름은 34로 서로 같다.

$f'(r_1)$ 는 $f(18)=f(50)=2824\pi$ 일 때 최대이므로, 두 원의 넓이의 합의 최댓값은 2824π 이며, 이때 두 원의 반지름은 각각 18과 50이다.

문제 I-2

(1) 오른쪽 그림과 같이 좌표평면의 원점에 원의 중심 O가 위치하고,

네 점 A(-1, 2), B(1, 2), C(1, 0), D(-1, 0)인 상황을 생각하면, 점 T는

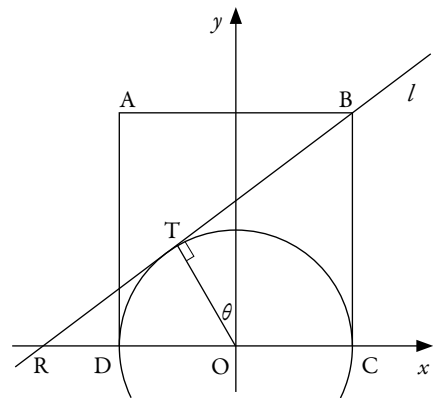
$T(-\sin\theta, \cos\theta)$ 이다.

T에서 원에 접하는 직선 l이 x축과 만나는 점을 R이라 하면,

$\angle ROT = \frac{\pi}{2} - \theta$ 이므로 $\angle ORT = \theta$ 이다. 따라서 직선 l의 방정식은

$$l: y = (\tan\theta)x + \sec\theta \cdots \cdots \textcircled{1}$$

이다.



직선 l이 B(1, 2)를 지날 때의 θ 를 α ($0 \leq \alpha < \frac{\pi}{2}$)라 하면, ①에 의해 $2 = \tan\alpha + \sec\alpha$ 이므로 $2\cos\alpha = \sin\alpha + 1$ 이다.

$2\sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sin\alpha + 1$ 에 의해 $\sin\alpha = \frac{3}{5}$, $\cos\alpha = \frac{4}{5}$, $\tan\alpha = \frac{3}{4}$ 이다.

(2) 직선 l 이 정사각형 ABCD와 만나는 두 점 중에서 선분 AD와 만나는 점을 P라 하고, 나머지 한 점을 Q라 하자.

i) 직선 l 이 선분 BC와 만날 때, [문제 1-2] (1)의 결과에 의해 θ 의 범위는 $0 \leq \theta \leq \alpha$ 이다.

오른쪽 그림과 같이 점 P를 지나고 선분 AB에 평행한 직선이 선분 BC와 만나는 점을 S라 하면, 삼각형 PQS는 선분 PS의 길이가 2이고 $\angle QPS$ 가 θ 이며 $\angle PSQ$ 가 $\frac{\pi}{2}$ 인 직각삼각형이다.

$$\cos \theta = \frac{2}{PQ} \text{이므로, 선분 PQ의 길이는 } 2 \sec \theta \text{이다.}$$

ii) 직선 l 이 선분 AB와 만날 때, [문제 1-2] (1)의 결과에 의해 θ 의

범위는 $\alpha \leq \theta < \frac{\pi}{2}$ 이다.

T에서 원에 접하는 직선 l 의 방정식 $y = (\tan \theta)x + \sec \theta$ 에 의해 직선 l 이

x 축과 만나는 점 R의 좌표는 $(-\csc \theta, 0)$ 이다.

점 Q를 지나고 선분 BC에 평행한 직선이 선분 CD와 만나는 점을 S

라 하면, 삼각형 QRS는 선분 QS의 길이가 2이고

$\angle QRS$ 가 θ 이며 $\angle QSR$ 이 $\frac{\pi}{2}$ 인 직각삼각형이다.

$$\text{따라서 } \sin \theta = \frac{QS}{QR} = \frac{2}{QR} \text{로부터}$$

$$QR = 2 \csc \theta \cdots \cdots ①$$

이다.

삼각형 RPD는 선분 DR의 길이가 $\csc \theta - 1$ 이고

$\angle PRD$ 가 θ 이며 $\angle RDP$ 가 $\frac{\pi}{2}$ 인

직각삼각형이다. 따라서 $\cos \theta = \frac{DR}{PR} = \frac{\csc \theta - 1}{PR}$ 로부터

$$PR = \csc \theta \sec \theta - \sec \theta \cdots \cdots ②$$

이며, ①과 ②에 의해 $PQ = QR - PR = 2 \csc \theta + \sec \theta - \csc \theta \sec \theta$ 이다.

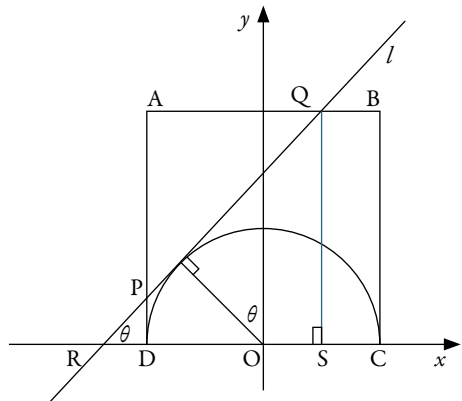
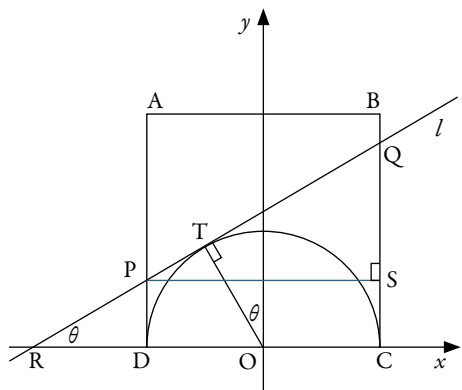
i)과 ii)에 의해, 함수 $f(\theta)$ 는

$$f(\theta) = \begin{cases} 2 \sec \theta & (0 \leq \theta \leq \alpha) \\ 2 \csc \theta + \sec \theta - \csc \theta \sec \theta & (\alpha \leq \theta < \frac{\pi}{2}) \end{cases}$$

이다.

(3) $\tan \theta$ 는 $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$ 에서 증가함수이고, [문제 1-2]의 (1)에 의해 $\tan \alpha = \frac{3}{4}$, $\tan \frac{\pi}{4} = 1$ 이므로 $0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{4}$ 이다. 따라서

$$J = \int_0^{\frac{\pi}{4}} (f(\theta) \sin \theta \cos \theta - \cos \theta) d\theta = \int_0^{\alpha} (f(\theta) \sin \theta \cos \theta - \cos \theta) d\theta + \int_{\alpha}^{\frac{\pi}{4}} (f(\theta) \sin \theta \cos \theta - \cos \theta) d\theta$$



$$\begin{aligned}
 &= \int_0^\alpha (2\sin\theta - \cos\theta) d\theta + \int_\alpha^{\frac{\pi}{4}} (\cos\theta + \sin\theta - 1) d\theta \\
 &= 2 - \cos\alpha - 2\sin\alpha + \alpha - \frac{\pi}{4}
 \end{aligned}$$

이다.

[문제 I-2] (1)에서 $\sin\alpha = \frac{3}{5}$, $\cos\alpha = \frac{4}{5}$ 이므로 $J = \alpha - \frac{\pi}{4}$ 이고, 따라서

$$\sin J = \sin\left(\alpha - \frac{\pi}{4}\right) = \sin\alpha \cos \frac{\pi}{4} - \cos\alpha \sin \frac{\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{10} \text{ 이다.}$$

물리

문제 II-1

(1) A가 Q를 통과할 때의 속력을 v_A 라고 하면, A가 P에서 Q까지 이동한 거리 $L = \frac{1}{2}(v_A + 6)60$ 이고 Q에서 R까지 이동한 거리

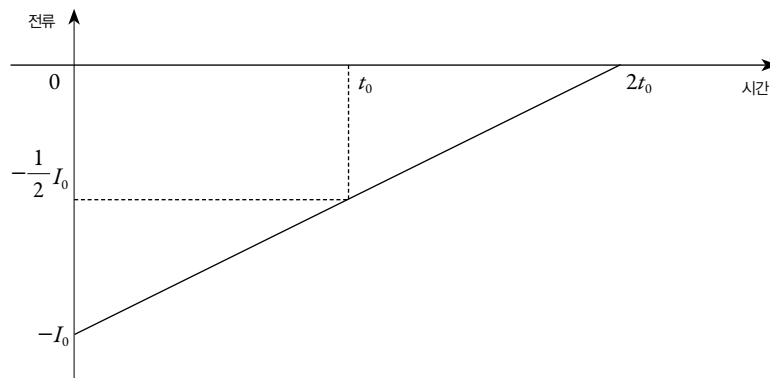
$L = \frac{1}{2}(v_A + 10)50$ 이다. 따라서 두 식을 연립하여 풀면 $v_A = 14\text{m/s}$, $L = 60\text{m}$ 이다.

(2) B는 R에서 60m거리를 등속도 운동을 하여 6초 만에 Q를 통과하므로, Q에서 B의 속력은 10m/s 이다. 또한 B가 Q에서 60m거리를 등가속도 운동을 하여 5초 만에 P를 통과하는 동안 B의 평균 속력 12m/s 이다. B가 P를 통과할 때의 속력을 v_B 라고 하면, $\frac{1}{2}(10 + v_B) = 12\text{m/s}$ 이므로 $v_B = 14\text{m/s}$ 이다. B가 5초 만에 Q에서 P까지 이동하는 동안 4m/s 의 속력이 증가하였으므로

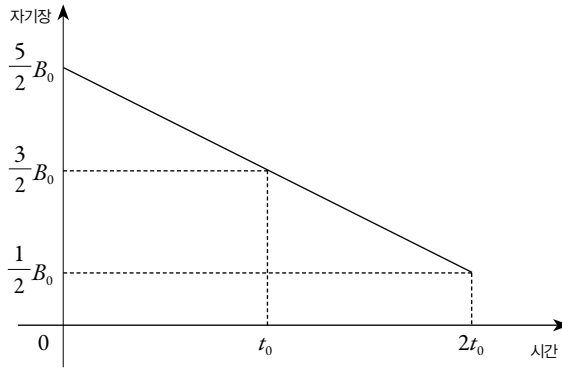
B의 가속도 크기는 $\frac{4}{5} = 0.8\text{m/s}^2$ 이다.

문제 II-2

(1) 자기장의 세기 B 는 직선 도선으로부터의 거리 r 에 반비례하고, 전류의 세기 I 에 비례하므로 $B \propto \frac{I}{r}$ ($= k \frac{I}{r}$)이다. Q에 흐르는 전류의 세기를 I_Q 라고 하면 $t = t_0$ 일 때, $x = 2\text{cm}$ 에서 자기장은 0이므로 $0 = k \frac{I_0}{2} - k \frac{I_Q}{1}$ 이다. 따라서 Q에는 $-y$ 방향으로 $\frac{1}{2} I_0$ 의 전류가 흐른다. $t = t_0$ 일 때, $x = 1\text{cm}$ 에서 $\frac{3}{2} B_0 = k \frac{I_0}{1} - k \frac{I_Q}{\frac{1}{2}}$ 이므로 $B_0 = k \frac{I_0}{2}$ 이다. $t = 0$ 일 때, $x = 2\text{cm}$ 에서 $-B_0 = -k \frac{I_0}{2} = k \frac{I_0}{2} - k \frac{I_Q}{1}$ 이므로 Q에는 $-y$ 방향으로 I_0 의 전류가 흐른다. $t = 2t_0$ 일 때, $x = 2\text{cm}$ 에서 $B_0 = k \frac{I_0}{2}$ 이므로 Q에 흐르는 전류는 0이다. 따라서 Q에 흐르는 전류의 세기를 시간에 관한 그래프로 나타내면 다음과 같다.



(2) $x=4\text{cm}$ 에서 P, Q에 흐르는 전류에 의한 자기장을 구하면 $t=0$ 일 때 $k\frac{I_0}{4}+k\frac{I_0}{1}=k\frac{5I_0}{4}=\frac{5}{2}B_0$ 이고, $t=t_0$ 일 때 $k\frac{I_0}{4}+k\frac{I_0}{2}=k\frac{3I_0}{4}=\frac{3}{2}B_0$ 이고, $t=2t_0$ 일 때 $k\frac{I_0}{4}=\frac{1}{2}B_0$ 이다. 따라서 $x=4\text{cm}$ 에서 P, Q에 흐르는 전류에 의한 자기장을 시간에 관한 그래프로 나타내면 다음과 같다.

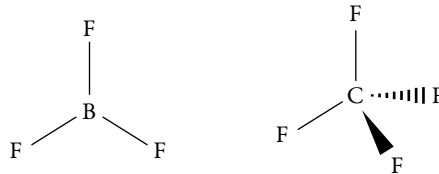


화학

문제 II-1

(1) 원자 번호 2인 He과 2주기 원소들 중에서 He의 제1 이온화 에너지가 가장 높고, 2주기 원소 중에서는 Be와 B, N과 O에서 제1 이온화 에너지 크기의 순서가 바뀐다.
즉, 원자 번호 2-10의 원소의 평균 원자량 크기는, $\text{He} < \text{Li} < \text{Be} < \text{B} < \text{C} < \text{N} < \text{O} < \text{F} < \text{Ne}$ 이므로, $i < a < c < b < d < f < e < g < h$ 이다. (i, a, c, b, d, f, e, g, h 또는 h, g, e, f, d, b, c, a, i도 정답)

(2) 원소 b와 d, 그리고 g는 각각 B, C, F이므로, 안정한 화합물은 BF_3 와 CF_4 이다.
분자 구조는 각각 평면삼각형(또는 정삼각형)과 정사면체이다.



BF_3 와 CF_4 둘 모두 무극성

(3) 원소 e, g, h는 각각 O, F, Ne이며, 이온화되지 않는 비활성 기체를 포함한 입자는 순서대로 O^{2-} , F^- , Ne이다.
비금속 원소의 원자가 안정한 음이온이 되면 전자 수가 증가하여 전자 사이의 반발력이 증가하고 유효 핵전하가 감소하므로 반지름이 커진다. 따라서 입자 크기를 비교하면 $\text{O}^{2-} > \text{F}^- > \text{Ne}$ 이다.
Ne의 두 개의 전자가 3s 오비탈로 옮겨진 가장 안정한 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2$ 이다. 따라서 홀전자의 개수는 2p 오비탈의 전자 2개이다.

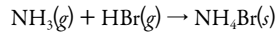
문제 II-2

(1) 0°C , 1기압에서의 기체의 부피가 5.6 L이므로 기체의 몰수는 $\frac{5.6\text{L}}{22.4\text{L/mol}}=0.25\text{몰}$ 이다.

㉠ 기체 4.25 g이 0.25몰이고 기체 ㉠의 몰 질량은 $\frac{4.25\text{g}}{0.25\text{mol}}=17\text{g/mol}$ 이므로 기체 ㉠은 NH_3 임을 알 수 있다.

㉡ 기체 20.25 g이 0.25몰이고 기체 ㉡의 몰 질량은 $\frac{20.25\text{g}}{0.25\text{mol}}=81\text{g/mol}$ 이므로 기체 ㉡은 HBr 임을 알 수 있다.

(2) 두 기체가 혼합되어 일어나는 반응은 아래와 같다. (상태 표시는 필수 아님)



(3) 8.5 g의 기체 ㉠의 몰수는 $\frac{8.5\text{g}}{17\text{g/mol}}=0.5\text{몰}$ 이고 32.4 g의 기체 ㉡의 몰수는 $\frac{32.4\text{g}}{81\text{g/mol}}=0.4\text{몰}$ 이다.

1몰의 기체 ㉠은 1몰의 기체 ㉡과 반응하여 1몰의 고체 ㉢을 생성한다. 0.4몰의 기체 ㉡은 0.4몰의 기체 ㉠과 반응하여 0.4몰의 고체 ㉢을 생성하므로 혼합 용액에는 0.1몰의 기체 ㉠과 0.4몰의 고체 ㉢이 존재하고 기체 ㉡은 모두 소모되어 존재하지 않는다. NH_4Br 의 몰 질량은 98 g/mol이므로 용기 내에 존재하는 ㉠, ㉡과 ㉢ 각각의 몰수와 질량은 아래와 같다.

기체 ㉠ : 0.1몰, 1.7 g

기체 ㉡ : 0.0몰, 0.0 g

고체 ㉢ : 0.4몰, 39.2 g

생명과학

문제 II-1

(1) 연역적 탐구 방법은 관찰로부터 제기된 문제에 대한 잠정적 결론(가설)을 세우고, 적절한 탐구를 설계하고 수행하여 얻은 반복된 결과를 분석함으로써 보편적이고 객관적인 생명의 법칙을 규명하는 방법이다. 귀납적 탐구방법은 많은 관찰과 탐색 활동 그리고 자료의 분석을 통해 규칙성을 발견하고 결론을 이끌어 내는 방법이다. 이들 방법의 차이는 문제에 대한 잠정적 결론인 가설의 유무이다. 연역적 탐구 방법에는 가설을 설정하고 설계된 탐구 수행의 결과가 가설과 맞지 않을 경우 가설을 수정하고 설계와 수행을 다시 하며 생명의 법칙을 규명하지만, 귀납적 탐구 방법은 가설 설정과 가설을 검증하는 탐구 방법을 포함하지 않는다.

(2) 귀납적 탐구 방법을 통해 바이러스가 생물이 아님을 주장하기 위해서는 많은 관찰과 탐색 활동을 통해 생물 특성의 보편적이고 객관적인 법칙을 일반화 하고 바이러스의 특성과 비교하여 다름을 가지고 생물이 아님을 주장하면 된다. 하지만 생물의 특성은 이미 오랜 기간과 학자들에 의해 연역적 방법으로 정의되어 있고 바이러스의 특성들도 이미 일반화되어 있다. 그러므로 일반화된 생물의 특성과 바이러스의 특성을 비교하고 바이러스가 그 생물의 특성과 일치하지 않음을 도출해 냄으로써 아래와 같이 귀납적으로 결론을 이끌어 낼 수 있다.

일반화된 생물의 특성에 대한 일반적인 정의는 세포로 구성되어 있으며, 자기 복제 능력과 활발한 물질대사를 할 수 있어야 한다. 하지만 바이러스는 세포 구조를 가지지 않으며, 숙주 생물이 없이는 복제나 물질대사를 할 수 없다. 그러므로 바이러스는 생물이 아니다.

문제 II-2

동물은 탄수화물 등의 음식물 섭취를 통하여 에너지를 ATP로 저장하여 생명 활동에 이용한다. 그러나 탄수화물과 지방을 과하게 섭취하면 에너지의 과잉으로 인하여 대사과 에너지의 불균형으로 항상성이 무너진다. 일반사료를 섭취시키며 사육한 집단 A는 혈액 내 인슐린과 글루카곤의 길항작용을 통해 혈당을 일정하게 유지하며, 이화와 동화작용 대사를 통해 에너지의 생산과 소비를 적절하게 조절한다. 반면 집단 B의 생쥐는 탄수화물과 지방이 많은 사료를 섭취하여 체중과 혈당이 증가하였다. 혈당이 증가하면 이자섬의 β 세포에서 인슐린이 분비된다. 인슐린은 간에 작용하여 포도당이 글리코젠으로 합성되는 작용을 촉진시키고, 세포에 작용하여 포도당의 흡수를 촉진함으로써 혈당량을 낮춘다. 고탄수화물, 고지방 사료를 지속적으로 섭취하는 경우 에너지 과잉으로 항상성 불균형을 야기할 수 있으며 그로인해 체중과 혈당이 증가했을 것이다.

문제 II-3 부모 세대 우성 수컷의 유전자형은 AAx^bY 이고 부모 세대 열성 암컷의 유전자형은 aaX^bX^b 이므로 이들의 자손인 잡종 1세대는 AaX^bY (수컷)와 AaX^bX^b (암컷)만 태어날 수 있다. 잡종 1세대 간 교배를 한 경우 총 16가지의 유전자형 자손이 태어날 수 있고 이들 중 모두 열성 대립유전자를 가져 영양소 ①을 분해하지 못하는 자손의 유전자형(aaX^bX^b , aaX^bY)가 태어날 확률은 $2/16 (=0.125)$ 이다.

문제 II-4 (1) ①은 강아지풀과 같은 초본류가 우점종으로 자리하는 초원이 형성되는 단계이며, ②은 키가 작은 산딸기 같은 관목들이 우점종으로 자리하는 관목림 단계이며, ③은 혼합림 단계로 소나무와 졸참나무가 함께 공존하는 단계이지만, 초기에는 이전 단계(양수림) 우점종인 소나무가 많이 자리하다 그 개체 수가 점점 줄어들며 다음 단계(음수림) 우점종인 졸참나무의 개체 수가 점점 많아져 우점종으로 자리하게 되는 개체 수 변화를 갖는다.

(2) 초원, 관목과 같이 키 작은 식물이 우점종인 단계에 지표면에 도달하는 빛의 세기는 양수가 우점종으로 자리하면서부터 줄어들어 그늘진 환경에서도 잘 자랄 수 있는 음수림이 성장한다. 그러므로 1차 건성 천이 단계가 일어나는 동안 지표면에 도달하는 빛의 세기는 높은 용암대지로부터 극상으로 갈수록 점점 줄어든다. 천이 초기 단계에서 토양이 형성되면 식물이나 동물의 사체가 세균이나 균류에 의해 분해되고 축적되어 토양의 양분을 풍부하게 만든다. 즉, 천이 단계가 진행되는 동안 토양에 포함된 양분의 양은 점점 많아진다.

(3) 2차 천이 초기에 정착하는 우점종은 초본류 식물이며, 땅속에 뿌리가 살아남은 관목이 있다면 빠르게 관목림으로 전환된다. 산불의 발생으로 지상부에 존재하는 식물은 화재로 모두 죽을 수 있으나, 토양은 이미 형성되어져 있으며 식물의 성장에 적합한 조건을 갖추고 있다. 이런 이유로 다른 지역으로부터 옮겨온 식물의 씨앗이나 지하에 죽지 않고 살아남은 뿌리에 의해 식물이 빠르게 성장할 수 있어 1차 천이보다 훨씬 빠른 속도로 진행된다.

출제개요

수학

문제 I 문제 I-1 수학에서는 고등학교 수학 교육과정인 삼각함수의 정의와 그 도함수를 활용하여 함수가 최댓값과 최솟값을 가질 때의 조건을 수학적으로 추론하고 그 근거를 논리적으로 사고하는 문제를 출제였다. 문제 I-2 수학에서는 주어진 도형들 사이의 관계와 삼각함수를 이용하여 제시된 조건을 만족시키는 각에 대한 삼각비를 구하고 선분의 길이를 함수로 표현하고, 적분을 계산하기 위한 관계식을 정확히 추론하고 근거를 논술하는 능력을 평가하고자 하였다. 단편적인 수학지식의 직접적인 적용능력 보다는 주어진 상황을 종합적으로 이해하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

문제 I-1의 첫 번째 문제에서는 도형들 사이의 관계와 삼각함수의 성질을 이용하여 주어진 길이를 논리적으로 제시할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 문제 I-1의 두 번째 문제에서는 첫 번째 문제에서 도출한 조건을 만족하는 두 원의 반지름 사이의 관계식을 이용하여 원의 넓이의 합의 최댓값과 최솟값을 논리적으로 제시할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 문제 I-2의 첫 번째 문제에서는 삼각함수를 이용하여 제시된 조건을 만족시키는 각에 대한 삼각비를 논리적으로 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였으며, 두 번째 문제에서는 주어진 도형들 사이의 관계에 기반하여 제시된 조건을 만족시키는 각각의 구간에서 선분의 길이를 함수로 표현할 수 있는 논리적 사고를 평가하고자 하였으며, 세 번째 문제에서는 제시된 구간에서의 적분을 논리적으로 표현하고, 조건을 만족시키는 각에 대한 삼각비를 이용하여 적분의 계산과정을 정확히 논술할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	비고	재구성여부
고등학교 교과서	수학	박교식 외 19인	동아출판	2020	114	제시문 [가]	×
	수학Ⅱ	배종숙 외 6인	금성출판	2019	127	제시문 [나]	×
	미적분	김원경 외 14인	비상	2020	68, 78	제시문 [다]	×
	미적분	황선욱 외 8인	미래엔	2020	67	제시문 [라]	×
	수학Ⅱ	권오남 외 14인	교학사	2020	90	제시문 [마]	×

물리

논제 Ⅱ

논제 Ⅱ 과학-물리 논제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 기본적인 과학적 소양을 바탕으로, 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 평가하고자 하였다. 논제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 등속도 운동, 등가속도 운동, 전류에 의한 자기 작용, 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향과 세기 등의 기본적 물리적 개념을 제시하였다. 논제에서 주어진 구체적인 상황에 대해, 제시문의 정보를 적절히 이용하고, 논리적 과정으로 추론하여, 논제에 대한 과학적이고 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

구체적으로 제시문 [가]는 등속도 운동과 등가속도 운동을 설명하며, 제시문 [나]는 전류가 흐르는 직선 도선에 의한 자기 작용 설명하고 있다. 제시문 [다]는 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향과 세기를 설명한다.

제시문 [가]~[다]는 두 종류의 물리 교과서에 모두 다루고 있는 내용이며, 그 출처는 아래와 같다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리 Ⅰ	강남화 외 5인	천재교육	2018	25	제시문 [가]	○
고등학교 물리 Ⅰ	곽영직 외 3인	와이비엠	2018	16,17	제시문 [가]	○
고등학교 물리 Ⅰ	김성원 외 5인	지학사	2019	16,24	제시문 [가]	○
수능완성 물리 Ⅰ	강태욱 외 5인	EBS	2020	4,5	제시문 [가]	○
고등학교 물리 Ⅰ	곽영직 외 3인	와이비엠	2018	134	제시문 [나]	○
고등학교 물리 Ⅰ	송진웅 외 4인	동아출판	2018	115	제시문 [나]	○
고등학교 물리 Ⅰ	강남화 외 5인	천재교육	2018	120	제시문 [다]	○
고등학교 물리 Ⅰ	곽영직 외 3인	와이비엠	2018	134	제시문 [다]	○
고등학교 물리 Ⅰ	강태욱 외 5인	EBS	2020	74	제시문 [다]	○

화학

논제 Ⅱ

각 제시문은 고등학교 교과서를 기본으로 하여 제시하였고 교육 과정을 충실히 따르고 제시문을 정확하게 이해할 수 있는 학생들을 대상으로 출제하였다. 각 영역에 대한 단편적인 지식의 습득 유무보다는 각 영역에 대한 기본적인 개념의 이해를 바탕으로 한 통합적인 사고 및 활용 능력을 파악하고자 하였다.

논제 Ⅱ-1은 고등학교 화학 Ⅰ의 교육 과정에서 다루는 원자의 전자 배치를 통한 원소의 주기적 성질을 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 주기율표의 주기적 성질과 현대적 원자 모형인 오비탈의 개념을 정확하게 이해하고 다전자 원자의 전자 배치 및 분자의 입체적인 구조를 이해하고 있는 지를 종합적으로 평가하고자 하였다.

문제 II-2는 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 화학 반응에서의 반응물과 생성물의 양적 관계를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 기체 분자의 양과 부피의 관계를 이해하고 화학 반응식을 완성할 수 있는지와 반응물과 생성물 간의 양적 관계에 대한 이해를 종합적으로 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
화학 I	이상권 외	지학사	2018	60, 87-89	제시문 [가]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	58-61, 78-85		
	강대훈 외	와이비엠	2018	71-73, 94-104		
	황성용 외	동아출판	2018	62-63, 82-93		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	64-66, 91-95		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	89-92	제시문 [나]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	85-87		
	강대훈 외	와이비엠	2018	105-109		
	황성용 외	동아출판	2018	94-97		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	95-98		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	62-70	제시문 [다]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	66-73		
	강대훈 외	와이비엠	2018	80-87		
	황성용 외	동아출판	2018	66, 70-71, 146		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	71-79		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	34-39	제시문 [라]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	34-39		
	강대훈 외	와이비엠	2018	50-56		
	황성용 외	동아출판	2018	39-44		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	40-47		
	박종석 외	비상교육	2018	34-39		
	노태희 외	천재교육	2018	30-39		
	홍훈기 외	교학사	2018	39-44		
	최미화 외	미래엔	2018	36-41		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	31-33	제시문 [마]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	32		
	강대훈 외	와이비엠	2018	38-40		
	황성용 외	동아출판	2018	31-33		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	35		
	박종석 외	비상교육	2018	31		
	노태희 외	천재교육	2018	28		
	홍훈기 외	교학사	2018	33		
	최미화 외	미래엔	2018	32-33		

생명과학

논제 II

논제 II 과학-생명 과학에서는 코로나 바이러스 확산으로 인해 다른 해보다 많은 고통과 제한 속에서 입시를 준비해온 수험생들에게 논술을 통해 자신의 노력에 대한 충분한 보상을 받을 수 있도록 교과서에 충실하고 기본적인지만 생명과학도로서 가져야 할 충분한 지식의 이해와 응용력을 평가할 수 있는 문제의 출제를 위해 노력했다. 2021학년도 수시모집을 위한 논제 II 과학-생명과학의 논제들은 가까운 미래, 국가 생명과학을 선도할 생명과학자로서 가져야 할 생명에 대한 필수적인 지식, 탐구방법, 현대과학에서 추구하는 세포 내 다양한 물질들의 반응과 조절기작에 대한 논술, 생식이라는 생물의 독특한 특성을 통해 전달되는 유전법칙에 대한 논술, 생태계 내 생물의 지위와 역할에 대한 이해와 자연과의 상호관계를 통한 생태계 형성에 대한 논술을 요구한다.

논제 II 과학-생명과학의 논제 II-1에서는 예비 생명과학도로서 탐구대상인 생물의 특성에 대한 이해와 생명현상의 규명을 위한 대표적인 탐구방법에 대해 알고 있으며 응용할 수 있는지를 평가하고자 하였으며, 생명 유지를 위해 체내에서 일어나는 필수적인 생명활동과 조절에 대한 이해도를 논제 II-2를 통하여 평가하고자 하였다. 더불어 생명의 생식과정을 통해 일어나는 유전현상을 다양한 유전자 변이 과정을 통해 해석하고 분석할 기본적인 능력을 논제 II-3을 통하여 평가하고, 논제 II-4를 통해 생태계 안에서 생물이 가지는 역할과 주변 환경과의 상호관계를 이해를 바탕으로 지속 가능한 지구 생태계를 위해 예비 생명과학자로서의 기본적인 지식과 자질을 평가하고자 하였다.

제시문 [가]~[사]와 [논제 II-1]~[논제 II-4]에서 제시된 자료와 정보는 고등학교 <생명과학 I>과 <생명과학 II> 교과서에 근거하고 있음.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 생명과학	오현선외	미래N	2020	22-28	제시문 [가]	○
고등학교 생명과학	권혁빈외	교학사	2020	20-24	제시문 [가]	○
고등학교 생명과학	김윤택외	동아출판	2020	18-25	제시문 [가]	○
고등학교 생명과학	이준규외	천재교육	2020	16-22	제시문 [가]	○
고등학교 생명과학	심재호외	금성출판	2019	22-33	제시문 [가]	○
고등학교 생명과학	오현선외	미래N	2020	14-19	제시문 [나]	○
고등학교 생명과학	권혁빈외	교학사	2020	12-19	제시문 [나]	○
고등학교 생명과학	김윤택외	동아출판	2020	12-17	제시문 [나]	○
고등학교 생명과학	이준규외	천재교육	2020	11-15	제시문 [나]	○
고등학교 생명과학	심재호외	금성출판	2019	14-21	제시문 [나]	○
고등학교 생명과학	오현선외	미래N	2020	38-57, 96-111	제시문 [다]	○
고등학교 생명과학	권혁빈외	교학사	2020	33-49, 96-102	제시문 [다]	○
고등학교 생명과학	김윤택외	동아출판	2020	35-47, 93-101	제시문 [다]	○
고등학교 생명과학	이준규외	천재교육	2020	33-46, 95-103	제시문 [다]	○
고등학교 생명과학	심재호외	금성출판	2019	53-62, 110-117	제시문 [다]	○
고등학교 생명과학	오현선외	미래N	2020	54-57, 96-99	제시문 [라]	○
고등학교 생명과학	권혁빈외	교학사	2020	46-47, 86-93	제시문 [라]	○
고등학교 생명과학	김윤택외	동아출판	2020	46-47, 83-87	제시문 [라]	○
고등학교 생명과학	이준규외	천재교육	2020	44-46, 87-90	제시문 [라]	○
고등학교 생명과학	심재호외	금성출판	2019	52-62, 101-105	제시문 [라]	○
고등학교 생명과학	오현선외	미래N	2020	140-145	제시문 [마]	○

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 생명과학	권혁빈외	교학사	2020	121-132	제시문 [마]	○
고등학교 생명과학	김윤택외	동아출판	2020	117-122	제시문 [마]	○
고등학교 생명과학	이준규외	천재교육	2020	119-139	제시문 [마]	○
고등학교 생명과학	심재호외	금성출판	2019	132-140	제시문 [마]	○
고등학교 생명과학	오현선외	미래N	2020	182-187	제시문 [바]	○
고등학교 생명과학	권혁빈외	교학사	2020	171-176	제시문 [바]	○
고등학교 생명과학	김윤택외	동아출판	2020	180-181	제시문 [바]	○
고등학교 생명과학	이준규외	천재교육	2020	170-171	제시문 [바]	○
고등학교 생명과학	심재호외	금성출판	2019	186-187	제시문 [바]	○



자연계 II

출제문제	52
예시답안	59
출제개요	65



5. 자연계 II

수학

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

가

n 번의 독립시행에서 사건 A 가 일어나는 횟수를 X 라고 하면 X 는 $0, 1, \dots, n$ 의 값을 갖는 확률변수이다. 한 번의 시행에서 사건 A 가 일어날 확률을 p 라고 하면 X 의 확률질량함수는 독립시행의 확률에 의하여

$$P(X=k) = {}_n C_k p^k q^{n-k} \quad (q=1-p, k=0, 1, \dots, n)$$

이다.

나

미분가능한 두 함수 $y=f(u)$ 와 $u=g(x)$ 에 대하여 합성함수 $y=f(g(x))$ 의 도함수는

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \times \frac{du}{dx} \text{ 또는 } \{f(g(x))\}' = f'(g(x))g'(x)$$

이다.

다

미분가능한 함수 $f(x)$ 의 도함수는

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

라

두 함수 $f(x), g(x)$ 가 미분가능하고 $f'(x), g'(x)$ 가 닫힌구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때,

$$\int_a^b f(x)g'(x)dx = [f(x)g(x)]_a^b - \int_a^b f'(x)g(x)dx$$

마

함수 $f(t)$ 가 닫힌구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때,

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(t)dt = f(x) \quad (\text{단, } a < x < b)$$

문제 1 제시문 [가]~[마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

문제 1-1 자연수 n 과 확률 p 에 대하여 이산확률변수 X 가 가질 수 있는 값은 0부터 n 까지 음이 아닌 정수이며, X 의 확률질량함수는

$$P(X=k) = {}_n C_k p^k q^{n-k} \quad (q=1-p, k=0, 1, \dots, n)$$

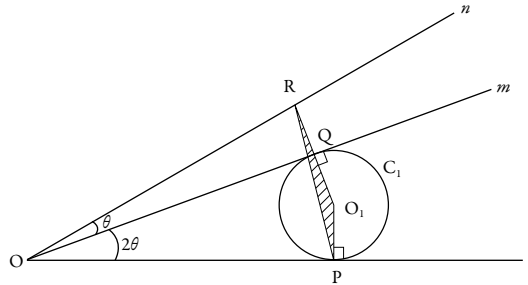
이다. X 의 평균과 표준편차를 각각 m 과 σ 라 할 때, 다음 조건들이 성립한다.

$$(\neg) n \geq 60, 0.1 \leq p \leq 0.5 \quad (\neg) m\sigma = 80 \quad (\neg) P\left(|X-m| \geq \frac{2}{5}m\right) = 0.0456$$

이때, n 과 p 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (단, Z 가 표준정규분포를 따르는 확률변수일 때, $P(0 \leq Z \leq 1) = 0.3413$,

$P(0 \leq Z \leq 2) = 0.4772$, $P(0 \leq Z \leq 3) = 0.4987$ 로 계산한다.) (10점)

문제 1-2 [그림 1]과 같이 점 O 에서 시작하는 세 반직선 l, m, n 이 있다. 두 반직선 m 과 n 이 이루는 각의 크기는 θ , 두 반직선 l 과 m 이 이루는 각의 크기는 2θ , 두 반직선 l 과 n 이 이루는 각의 크기는 3θ 이다. 원 C_1 은 반직선 l 과 점 P 에서 접하고 반직선 m 과 점 Q 에서 접한다. 선분 OP 의 길이는 1이며 원 C_1 의 중심 O_1 과 점 Q 를 지나는 직선은 반직선 n 과 점 R 에서 만난다. 삼각형 O_1PR 의 넓이를 $S(\theta)$ 라 할 때, $\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{3}} S(\theta) d\theta$ 의 값을 구하고, 그 과정을 논술하시오. (단, $0 < \theta < \frac{\pi}{3}$) (15점)



[그림 1]

문제 1-3 실수 전체의 집합에서 미분가능하며 양의 값을 가지는 함수 $f(x)$ 가 모든 실수 x, y 에 대하여

$$f(x+y) = f(x)f(y)e^{2xy}, f'(0) = 0$$

를 만족시킬 때, 다음 물음에 답하시오.

(1) $f(x)$ 을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(2) 양의 실수 전체의 집합에서 미분가능한 함수 $g(x)$ 가 모든 실수 x 에 대하여

$$g'(f(x))f'(x) = 2x(1+2x^2)f(\sqrt{2}x), g(1) = 0$$

를 만족시킨다. 이때 $g(e)$ 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(3) 실수 전체의 집합에서 연속인 함수 $h(x)$ 가

$\int_0^x tf(x-t)h(x-t)dt = f(x) - 1$ 을 만족시킨다. 곡선 $y = h(x)$ 위의 점 $(a, h(a))$ 에서의 접선과 수직이며 점 $(a, h(a))$ 를 지나는 직선이 x 축과 만나는 점을 $(49, 0)$ 라 할 때 a 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

물리

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

가 지면 가까이에서 연직 아래로 낙하하는 물체나 연직 위로 던져 올린 물체는 공기 저항을 무시하면 시간에 따른 속도 변화가 일정한 등가속도 직선 운동을 한다.

나 처음 속도가 v_0 인 물체가 가속도 a 로 시간 t 동안 등가속도 직선 운동을 할 때 물체의 변위 s 는 다음과 같다.

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

다 코일에 연결된 회로에 전지를 연결하지 않아도 코일에 막대자석을 넣었다 뺐다 하면 전류가 흐른다. 이와 같이 회로에 전류가 흐르게 된 이유는 코일 양단에 기전력이 생겼기 때문이고, 이를 유도 기전력이라고 한다. 유도 기전력의 크기는 코일을 통과하는 자기 선속의 시간 변화율에 비례한다.

라 빛이 진동수 f 에 비례하는 에너지 E 를 갖는 입자인 광자로 이루어졌다고 생각할 때, 광자의 에너지 E 와 진동수 f 의 관계는 $E = hf$ 이고, h 는 플랑크 상수이다.

마 모든 파동은 한 번 진동하는 동안 한 파장의 거리를 진행한다. 속력은 단위 시간 동안 이동한 거리이므로, 파동의 진동수를 f , 파장을 λ 라고 할 때, 파동의 속력 v 는 다음과 같다.

$$v = f\lambda$$

바 다이오드는 p형 반도체와 n형 반도체가 접합된 구조로 되어 있다. 다이오드의 p형 반도체를 전원의 (+)극에, n형 반도체를 전원의 (-)극에 연결하면 양공과 전자는 p-n 접합면으로 이동하게 되어 전류가 흐르게 된다. 이때의 전압을 순방향 전압이라고 한다. 다이오드는 순방향으로 걸어준 전압에 대해서 전류가 잘 흐른다.

사 발광 다이오드는 어떤 화합물을 반도체 재료로 사용하는지에 따라 p형 반도체와 n형 반도체 사이의 에너지 차이를 다양하게 만들 수 있다. 이 에너지 차이에 의해 전자가 전이할 때 방출하는 빛의 색깔이 달라진다.

논제 II-1 제시문 [가], [나]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

질량 m_A 인 공 A를 지면에서 속력 v_A 로 연직 위로 던지고 난 뒤, 시간 t_0 가 지난 후 질량 m_B 인 공 B를 지면의 다른 수평 위치에서 속력 v_B 로 연직 위로 던진다. 단, A가 지면에 처음 닿기 전에 B를 던지고, 중력 가속도는 g 이다.

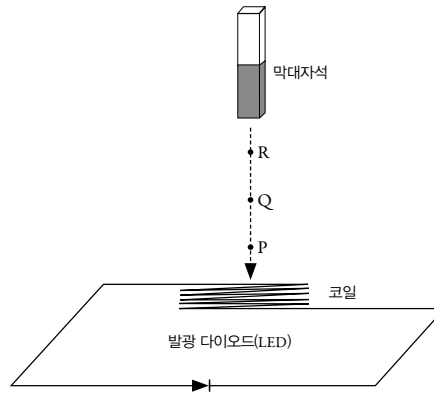
(1) A가 지면에 처음 닿을 때까지 A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 두 번 이상 있을 수 없음을 보이고, 그 근거를 논술하시오. (5점)

(2) A가 지면에 처음 닿기 전 공중에 떠 있는 동안 A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 한 번 있을 때, 반드시 B가 A보다 늦게 지면에 닿음을 보이고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(3) A가 지면에 처음 닿기 전 공중에 떠 있는 동안 A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 없을 때, 속력 v_B 의 최댓값을 문제에서 주어진 변수를 이용하여 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

문제 II-2 제시문 [다], [라], [마], [바], [사]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

그림과 같이 발광 다이오드(LED)가 연결된 코일 위에서 막대자석을 가만히 놓는 높이를 P, Q, R로 변화시킬 때마다 LED에 불이 켜지는지를 확인한다. 각 높이마다 청색, 녹색, 적색 LED를 하나씩 바꾸어 연결한 후 실험한다. 모든 실험에서 막대자석은 같은 직선 경로를 따라 코일을 통과한다.



(1) 막대자석의 높이가 P일 때는 적색 LED만, Q일 때는 적색과 녹색 LED에, R일 때는 적색, 녹색, 청색 LED에 모두 불이 켜졌다. 이러한 현상이 관찰되는 이유를 논술하시오. 단, 빛의 파장은 청색, 녹색, 적색의 순서대로 커진다. (10점)

(2) (1)번 문제의 실험에서, 막대자석이 낙하할 때 막대자석의 아래쪽이 N극인지 S극인지에 상관없이 같은 현상이 관찰되었다. 이러한 결과가 나타나는 이유를 논술하시오. (5점)

화학

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

가

원자들이 모여 분자를 만들 때, 분자를 이루는 원자들의 원자량을 합한 값을 분자량이라고 한다. 원소의 종류는 원자를 구성하는 입자들 중 양성자수에 따라 달라진다. 원소는 화학 반응 과정에서 전자 수가 변하여도 달라지지 않고, 양성자수에 의해서만 원소가 구별되므로 양성자수를 기준으로 원자 번호를 부여한다. 전기적으로 중성인 원자는 양성자수와 전자 수가 같다.

나

원자의 오비탈은 양자수에 의해 구별되며 여러 개의 전자를 가진 원자 오비탈의 에너지 준위는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < \dots$$

원자 안에서 전자는 다양하게 배치될 수 있지만, 에너지 준위가 가장 낮게 배치될 때 안정한 상태가 된다. 이때의 전자 배치를 바닥상태 전자 배치라고 한다. 바닥상태의 원자에서는 에너지가 가장 낮은 오비탈부터 차례대로 전자가 채워지는데, 이것을 쌓음 원리라고 한다.

다

화학 결합을 이룰 때 비금속 원소들은 홀전자를 서로 내놓아 전자쌍을 만들고, 이 전자쌍을 서로 공유함으로써 18족 원소와 같은 안정한 전자 배치를 가진다. 즉 옥텟 규칙을 만족한다. 루이스 전자점식으로 표현한 공유 결합 분자의 전자 배치를 간단하게 나타내려면 공유 전자쌍 1개를 결합선(-) 1개로 나타내고 비공유 전자쌍은 생략하기도 하는데, 이것을 루이스 구조식이라고 한다. 두 원자 사이에 공유 전자쌍이 1개인 공유 결합을 단일 결합이라고 하며, 결합선 1개로 나타낸다. 두 원자 사이에 공유 전자쌍이 2개와 3개인 공유 결합을 2중 결합과 3중 결합이라고 하며, 각각 결합선 2개와 3개로 나타낸다.

라

공유 결합 분자에서 중심 원자 주위의 가장 바깥 전자껍질의 전자쌍들은 반발력을 최소화하기 위해 가능한 한 멀리 떨어져 있으려고 한다. 이를 전자쌍 반발 이론이라고 한다. 공유 결합 화합물의 극성은 각 결합을 형성하고 있는 원자들의 전기 음성도 차이에 의해서만 결정된다. 전기 음성도는 분자에서 각 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 정도를 상대적으로 비교하여 정한 값이다. 2개 이상의 원자로 이루어진 분자의 각 결합을 이루고 있는 원자들의 전기 음성도가 다르면 결합은 쌍극자 모멘트를 가지게 되고 각 결합의 쌍극자 모멘트의 합이 분자의 쌍극자 모멘트의 크기와 방향을 결정하게 된다.

마

용액의 농도는 화학 반응에서의 양적 관계를 다룰 때 중요하다. 화학 반응은 수용액에서 많이 일어나며, 물질들은 일정한 입자 수의 비로 반응하므로 화학에서는 용액의 농도를 단위 부피의 용액 속에 포함된 용질의 양(mol)으로 표현하기도 한다. 용액 1 L에 녹아 있는 용질의 양(mol)을 몰 농도라고 하며, 단위는 M이나 mol/L를 사용한다.

바

수용액에서 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질은 산이고 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질은 염기이다. 산의 H^+ 과 염기의 OH^- 이 만나서 물(H_2O)이 생성되는 반응을 중화 반응이라고 한다. 중화 반응에서 H^+ 과 OH^- 은 같은 몰수만큼 반응한다. H^+ 과 OH^- 의 반응한 몰수가 같아 모두 반응한 지점을 중화점이라고 한다.

문제 II-1 제시문 [가]~[라]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

다음은 미지의 원소 X와 Y 및 수소(H)로 이루어진 화합물 ㉠에 관한 설명이다.

- I. ㉠의 화학식은 XYH_n 이다. (단, n은 정수이다.)
- II. 1 mol의 ㉠을 완전히 연소시켜 얻어진 물(H_2O)의 양은 18 g이다.
- III. 하나의 ㉠ 분자에 존재하는 양성자의 총 개수는 16개이다.
- IV. 1 mol의 원자 Y에는 바닥상태에서 p 오비탈에 4 mol의 전자가 존재한다.

(1) ㉠의 화학식을 구하고 전자쌍 반발 이론을 이용하여 ㉠의 분자 구조에 대해 논술하시오. (14점)

(2) ㉠에 존재하는 각 공유 결합의 쌍극자 모멘트와 분자 극성에 대해 논술하시오. (6점)

문제 II-2 제시문 [마]~[바]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

경희는 일정 농도의 수산화 나트륨 수용액(NaOH(aq))에 농도가 서로 다른 염산(HCl(aq))과 브로민산(HBr(aq))을 아래 표의 부피만큼 각각 혼합하여 (ㄱ)~(ㄴ)을 제조하였다.

혼합 용액	NaOH(aq) 의 부피(mL)	HCl(aq) 의 부피(mL)	HBr(aq) 의 부피(mL)
(ㄱ)	0.3	0	0.3
(ㄴ)	0.6	0.2	0.4
(ㄷ)	0.9	0.6	0.3
(ㄹ)	1.2	1.2	0

이때 각 혼합 용액에서 생성된 물 분자 수의 비는 3 : 8 : 15 : 20으로 측정되었다. (단, NaOH , HCl , HBr 은 수용액에서 모두 이온화한다.)

(1) 경희는 위 혼합 용액 (ㄱ)~(ㄹ)에 물을 더해 부피를 각각 5 mL로 맞추었다. 이때 각 혼합 용액에 존재하는 이온들의 농도(M) 합의 비에 대해 논술하시오. (10점)

(2) 위 실험에서 사용한 염산과 브로민산의 농도(M) 비에 대해 논술하시오. (10점)

생명과학

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

가

생명과학은 생명체의 특성을 연구하는 학문의 분야이며 생명의 기원과 분류, 생명체의 구조와 기능, 생식과 유전 등의 다양한 생명 현상 뿐만 아니라 적응과 진화 등 생물과 환경의 상호 관계를 연구한다. 보편적이고 객관적인 생명 현상을 규명하기 위한 생명과학의 탐구 방법으로 연역적 탐구 방법과 귀납적 탐구 방법이 주로 사용된다.

나

생물은 다양하고 활발한 생명 활동을 위해 에너지를 필요로 한다. 사람은 섭취한 음식물에 함유되어 있는 포도당을 이용하거나 저장성 다당류인 글리코겐 등으로부터 분해한 포도당에서 얻은 에너지의 일부를 ATP에 저장하여 생명 활동에 사용한다. 포도당과 산소를 이용하여 ATP를 생산하고 이산화 탄소와 물이 발생하는 물질대사를 세포 호흡이라 한다. 세포 호흡 과정에는 포도당과 같은 탄수화물이 주로 이용되지만 지방과 단백질이 이용되기도 한다.

다

호흡계로 흡수된 산소가 혈액을 통해 근육 세포로 이동하게 되면, 근육 세포의 미토콘드리아는 산소를 이용하여 세포 호흡을 하게 된다. 한편, 격렬한 운동을 하게 되면 근육에 공급되는 산소의 양이 부족하게 되어 미토콘드리아에 의한 세포 호흡량이 감소된다.

라

생명 현상의 특성 중 생식은 개체 생존에는 필수적이지 않지만 생물은 다양한 방식의 생식을 통해 개체군을 유지한다. 생물의 생식 방법은 크게 두 가지로 구분되는데, 아메바와 같은 단세포 생물은 암수 생식 세포의 결합 없이 새로운 개체가 어버이 개체로부터 만들어져 분리되고, 사람을 비롯한 대부분의 동물은 암수 개체로부터 감수 분열에 의해 형성된 생식 세포가 결합하는 방식으로 자손을 만든다. 이 과정에서 어버이의 유전자가 자손에게 전달되는데 이를 유전이라 한다.

마

생물 다양성은 같은 종으로 구성된 개체군에서도 나타난다. 예를 들어, 사람의 피부색, 키, 몸무게 등의 형질은 두 가지 이상의 유전자가 관여하는 다인자 유전 형질로 한 개체군에서 점진적인 연속 변이를 나타낸다. 개체들 사이에 다양한 유전적 변이가 있을 때 유전적 다양성이 높다고 한다. 유전적 다양성은 군집의 종 다양성을 유지하는데 중요한 역할을 하고, 군집의 종 다양성은 생태계의 다양성과 안정성을 유지하는 원천이 된다.

바

개체군 내의 상호 작용에는 텃세, 순위제, 리더제 등이 있어 질서를 유지하고 있다. 개체군이 모여 군집을 형성하게 되고 군집을 이루는 개체군과 개체군 사이에는 경쟁, 분서, 포식과 피식, 공생과 기생 등의 상호 작용이 일어나고 있다.

문제 II-1 제시문 [가]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

다음은 바이러스 A에 의한 돼지 전염병의 치료제 개발 과정이다.

바이러스 A에 의한 돼지 전염병이 발생하여 전국적으로 확산되기 시작하였다. 대부분의 농장에서는 감염으로 인해 돼지가 죽었으나, 특이하게도 두 농장에서는 바이러스 A에 의한 감염률이 현저히 낮았고 감염된 돼지는 가벼운 증상 발현 후 회복되었다. 과학자들은 두 농장의 돼지가 바이러스 A에 대한 항체를 가지고 있다고 가설을 설정하였다. 가설을 기반으로 두 농장의 돼지로부터 얻은 혈액에서 혈장을 분리하여 감염된 돼지에 주사하였더니 빠른 속도로 회복되는 결과를 얻었으나, ㉠ 같은 혈액에서 항체를 제거한 혈장을 주사한 돼지는 회복되지 않고 죽었다. 수차례의 반복 실험을 수행한 결과 항체를 함유한 혈장을 주사한 돼지가 회복되는 결과가 일관되게 나타나서 두 농장의 돼지로부터 얻은 혈장이 치료제로 사용될 수 있다는 결론을 도출하였다.

(1) 이 치료제 개발 과정에서 사용된 생명과학의 탐구 방법이 무엇인지 논술하시오. (5점)

(2) ㉠에서 항체를 제거한 혈장을 주사한 이유에 대하여 논술하시오. (5점)

문제 II-2 제시문 [나]와 [다]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

사람 A는 근육 세포 내 미토콘드리아의 생성 기능이 저하되어 정상인보다 현저히 적은 수의 미토콘드리아를 가지고 있다. 정상인과 비교하여 사람 A는 운동 능력이 현저하게 저하되었다. 그 이유에 대해 논술하시오. (단, 미토콘드리아 수를 제외한 다른 조건은 동일하다.) (10점)

문제 II-3 제시문 [라]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

다음은 무성 생식 중 이분법으로 증식하는 개체군 A와 유성 생식으로 증식하는 개체군 B에 대한 가상의 자료이다.

- 각 개체군의 최초 부모 세대의 개체 수는 N으로 동일하다.
- 개체군 B는 암수의 개체 수가 같다.
- 각 개체군의 한 어버이는 두 개체의 자손만 만든다.
- 개체군 B의 경우, 자손은 항상 암컷 한 개체와 수컷 한 개체로 구성된다.
- 3세대에 걸쳐 생성되는 자손의 개체 수는 아래 표와 같다.

세대	개체군 A	개체군 B
자손 1세대	2 N	N
자손 2세대	2 ² N	N
자손 3세대	2 ³ N	N

위 표와 같이, 개체군 A에 비해 자손의 개체 수 증가 측면에서는 불리하지만 개체군 B의 생식 방법이 가지는 장점에 대해 논술하시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (10점)

문제 II-4 제시문 [마]와 [바]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

노란색 개구리와 초록색 개구리가 집단으로 서식하는 지역에서 어느 날 노란색 개구리의 개체 수가 급격하게 줄어들기 시작하였다. 이 지역의 풀숲은 초록색 개구리의 색깔과 유사하였다. 또한 노란색 개구리와 초록색 개구리 모두 체내에서 병원성 곰팡이 A가 발견되었다. 노란색 개구리들은 곤충을 잘 잡아먹지 못하는 등의 건강 이상이 나타난 반면, 초록색 개구리들은 건강 상태가 양호하였다. 어떤 과학자는 노란색 개구리의 개체 수가 급격하게 줄어든 원인을 다음과 같이 분석하였다.

초록색 개구리는 곰팡이 A에 감염되지 않는 방어 기능을 가지고 있거나 곰팡이 A에 대한 항체가 형성되어 있어 사망하지 않은 것으로 분석된다. 또한 ㉠ 노란색 개구리가 오랜 시간 동안 점진적 변이를 통하여 초록색 개구리로 진화하였으며, ㉡ 초록색 개구리는 노란색 개구리에 대해 텃세를 가지고 있는 것으로 분석된다.

밑줄 친 ㉠과 ㉡이 타당한 분석인지 논술하시오. (단, 제시된 자료 외에 다른 요인은 고려하지 않는다.) (10점)

예시답안

수학

문제 I-1 (1) 주어진 이산확률변수 X 의 확률질량함수로부터 X 는 이항분포 $B(n, p)$ 를 따른다. 따라서 X 의 평균은 $m=np$ 이고 표준편차는

$$\sigma = \sqrt{np(1-p)} \text{이다.}$$

$n \geq 60$, $0.1 \leq p \leq 0.5$ 에서 $np \geq 5$, $np(1-p) \geq 5$ 이므로 X 는 근사적으로 정규분포 $N(np, np(1-p))$ 를 따른다. 따라서

$$P\left(|X-m| \geq \frac{2}{5}m\right) = P\left(\frac{|X-m|}{\sigma} \geq \frac{2m}{5\sigma}\right) = P(|Z| \geq \frac{2m}{5\sigma}) = 0.0456 \text{이고}$$

$$P(|Z| \geq 2) = 1 - 2P(0 \leq Z \leq 2) = 0.0456 \text{에서 } \frac{2m}{5\sigma} = 2 \text{이다. 따라서 } m = 5\sigma \text{이고 } m\sigma = 80 \text{에서}$$

$$m = 20, \sigma = 4 \text{이므로 } np = 20, np(1-p) = 16 \text{이다. 따라서, } n = 100, p = 0.2 \text{이다.}$$

문제 I-2 $\triangle OO_1P$ 와 $\triangle OO_1Q$ 는 합동이므로 $\angle O_1OP = \angle O_1OQ = \theta$ 이고 $\overline{PO_1} = \overline{QO_1} = \tan \theta$ 이다.

또한, $\triangle OO_1Q$ 와 $\triangle ORQ$ 는 선분 OQ 를 공유하고 $\angle O_1OQ = \angle ROQ = \theta$, $\angle OQO_1 = \angle OQR = \frac{\pi}{2}$ 이므로

합동이다. $\overline{O_1Q} = \overline{RQ} = \tan\theta$ 에서 $\overline{O_1R} = 2\tan\theta$ 이고 $\angle OO_1P = \angle OO_1Q = \frac{\pi}{2} - \theta$ 이다. 즉, $\angle PO_1R = \pi - 2\theta$ 이다.

사인법칙에 의해 삼각형 O_1PR 의 넓이는 $S(\theta) = \frac{1}{2} \overline{O_1P} \cdot \overline{O_1R} \cdot \sin(\angle PO_1R) = \tan^2\theta \sin 2\theta$ 이고
 $\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$, $\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$ 이므로,

$$\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} S(\theta) d\theta = \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} \tan^2\theta \sin 2\theta d\theta = 2 \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} \frac{\sin^2\theta}{\cos^2\theta} \sin\theta\cos\theta d\theta = 2 \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} \frac{1 - \cos^2\theta}{\cos\theta} \sin\theta d\theta \text{이다.}$$

$t = \cos\theta$ 로 치환하면

$$\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} S(\theta) d\theta = -2 \int_{\frac{\sqrt{3}}{2}}^{\frac{\sqrt{2}}{2}} \frac{1-t^2}{t} dt = -2 \left[\ln t - \frac{t^2}{2} \right]_{\frac{\sqrt{3}}{2}}^{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \ln 3 - \ln 2 - \frac{1}{4} = \ln \frac{3}{2} - \frac{1}{4} \text{이다.}$$

문제 1-3

(1) $f(x)$ 가 양의 값을 가지므로 $x=y=0$ 을 대입하면 $f(0)=1$ 이다.

식 $f(x+y) = f(x)f(y)e^{2xy}$ 양변에 \ln 을 취하고 $P(x) = \ln f(x)$ 라고 하면 $P(x)$ 는

$$P(x+y) = P(x) + P(y) + 2xy \dots\dots ①$$

과 $P'(0) = \frac{f'(0)}{f(0)} = 0$, $P(0) = \ln f(0) = 0$ 을 만족한다. ①식에 $y=h$ 을 대입하면 $\frac{P(x+h)-P(x)}{h} = 2x + \frac{P(h)}{h}$ 에서 $P(x)$ 가 미분가능하고

$P'(0)=0$ 이므로 h 가 0으로 가는 극한을 생각하면 $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{P(x+h)-P(x)}{h} = 2x + \lim_{h \rightarrow 0} \frac{P(h)}{h} = 2x + \lim_{h \rightarrow 0} \frac{P(h)-P(0)}{h-0} = 2x + P'(0) = 2x$ 에

서 $P'(x)=2x$ 이고 $P(0)=0$ 이므로 $P(x) = \ln f(x) = x^2$ 이 된다. 따라서 $f(x) = e^{x^2}$ 이다.

(2) $f(x) = e^{x^2}$ 이므로 $g'(f(x))f'(x) = 2x(1+2x^2)e^{2x^2}$ 이다. 치환적분을 이용한 정적분에 의해 $f(0)=1$, $g(1)=0$ 에서

$$g(f(x)) = g(f(x)) - g(f(0)) = \int_0^x g'(f(t))f'(t) dt = 2 \int_0^x t(1+2t^2)e^{2t^2} dt$$

이다. $f(1)=e$ 이므로 $g(e) = 2 \int_0^1 t(1+2t^2)e^{2t^2} dt$ 이다.

$y=f(t)=e^{t^2}$ 으로 치환하면 $1+2t^2 = 1+2\ln y$, $\frac{dy}{dt} = 2te^{t^2}$ 이므로

$$g(e) = 2 \int_0^1 t(1+2t^2)e^{2t^2} dt = \int_0^1 e^{t^2}(1+2t^2)2te^{t^2} dt = \int_1^e y(1+2\ln y) dy$$

을 얻는다.

정적분에 대한 부분적분법에 의해서 $\int_1^e y \ln y dy = \left[\frac{y^2}{2} \ln y \right]_1^e - \int_1^e \frac{y}{2} dy$ 이므로

$$g(e) = 2 \int_1^e y \ln y dy + \int_1^e y dy = 2 \left[\frac{y^2}{2} \ln y \right]_1^e = e^2 \text{이다.}$$

(3) $s=x-t$ 라고 하면 $\int_0^x t f(x-t) h(x-t) dt = \int_0^x (x-s) f(s) h(s) ds = f(x) - 1$ 에서 $f(x) = e^{x^2}$ 이므로

$$\int_0^x (x-t)e^{t^2} h(t) dt = e^{x^2} - 1 \dots\dots ②$$

이다. $\int_0^x (x-t)e^t h(t) dt = x \int_0^x e^t h(t) dt - \int_0^x t e^t h(t) dt$ 에서 ②의 양변을 x 로 미분하면

$\int_0^x e^t h(t) dt = 2xe^{x^2}$ 이고, 이 식을 다시 x 로 미분하면 $e^x h(x) = (4x^2 + 2)e^{x^2}$ 에서 $h(x) = 4x^2 + 2$ 이다.

$y = h(x)$ 위의 점 $(a, h(a))$ 에서 접선의 기울기는 $h'(a) = 8a$ 이므로 이 접선에 수직인 직선의 기울기는 $-\frac{1}{8a}$ 이다. 기울기가 $-\frac{1}{8a}$ 이며 점 $(a, h(a)) = (a, 4a^2 + 2)$ 을 지나는 직선의 방정식은 $y = -\frac{1}{8a}(x-a) + 4a^2 + 2 = -\frac{1}{8a}x + 4a^2 + \frac{17}{8}$ 이고 이 직선이 x 축과 만나는 점이 $(49, 0)$ 이므로 a 는 $32a^3 + 17a - 49 = 0$ 을 만족한다. 따라서

$$32a^3 + 17a - 49 = (a-1)(32a^2 + 32a + 49), \quad 32a^2 + 32a + 49 = 32\left(a + \frac{1}{2}\right)^2 + 41 > 0$$

에서 $a = 1$ 이다.

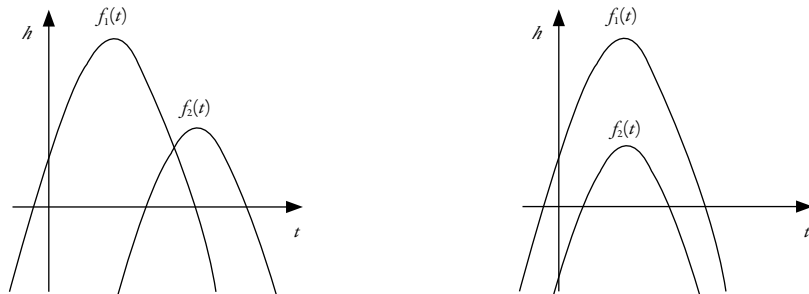
물리

문제 II-1

(1) 공을 속력 v 로 연직 위로 던질 때 시간 t 에 따른 공의 높이 h 는 공의 질량과 관계없이 다음과 같다.

$$h = vt - \frac{1}{2}gt^2$$

즉, h 는 매개 변수 t 에 대해 위로 볼록한 2차 함수이고, 볼록한 정도는 오직 g 에 의해서만 결정된다. 문제에서 물체 A와 B의 높이는 시간에 대한 2차 함수로 표현되고, 볼록한 정도가 서로 같다. 다음 그래프와 같이 볼록한 정도가 같은 임의의 2차 함수 $h = f_1(t)$ 와 $h = f_2(t)$ 는 $h > 0$ 인 조건에서 한 번 만나거나 (왼쪽) 만나지 않는 (오른쪽) 경우만 가능하다.



위의 결론을 문제의 상황에 대입하면 ($h > 0$ 인 조건은 공이 공중에 떠 있는 상황을 의미), A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 두 번 이상 존재하지 않음을 알 수 있다.

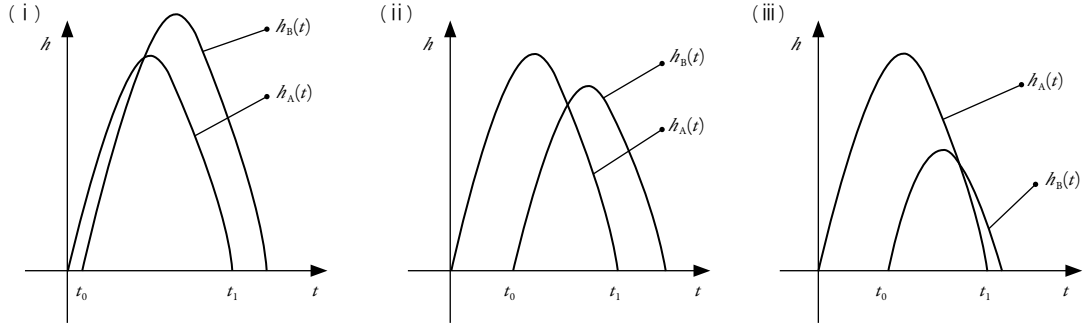
(2) A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 한 번 존재하는 상황은 다음과 같이 구분된다.

(i) A가 최고점에 도달하기 전 & B가 최고점에 도달하기 전: A와 B가 같은 높이에 위치할 때 B의 순간 속력이 A의 순간 속력보다 크다는 뜻이고, 이후 B는 A보다 더 높은 위치까지 올라가므로 B는 A보다 늦게 바닥에 닿는다.

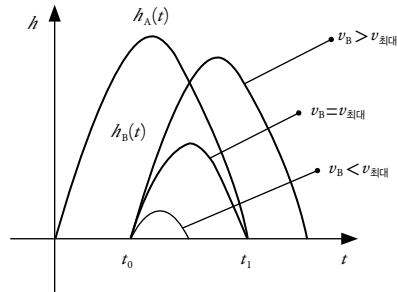
(ii) A가 최고점에 도달한 후 & B가 최고점에 도달하기 전: A와 B가 같은 높이에 위치한 뒤 B가 최고점에 도달하는 동안 A는 더 낮은 위치까지 내려가므로 B는 A보다 늦게 바닥에 닿는다.

(iii) A가 최고점에 도달한 후 & B가 최고점에 도달한 후: A와 B가 같은 높이에 위치할 때 A의 순간 속력이 B의 순간 속력보다 크다는 뜻이므로 B는 A보다 늦게 바닥에 닿는다.

이를 그래프로 나타내면 다음과 같고, 모든 상황 (i), (ii), (iii)에 대해 B는 A보다 늦게 바닥에 닿음을 알 수 있다. 그래프에서 $h_A(t)$ 는 시간에 따른 A의 높이, $h_B(t)$ 는 시간에 따른 B의 높이를 나타낸다.



(3) 시간에 따른 A의 높이를 $h_A(t)$, B의 높이를 $h_B(t)$ 라고 하자. $h_A(t) > 0$ 인 조건에서 v_B 가 최댓값 $v_{\text{최대}}$ 를 가지면서 $h_A(t)$, $h_B(t)$ 가 서로 만나지 않는다면, $h_B(t)$ 는 다음 그래프와 같은 개형을 따른다.



즉, $v_B = v_{\text{최대}}$ 일 때 $h_A(t_1) = h_B(t_1) = 0$ 이므로, 다음과 같은 식이 성립한다.

$$2v_{\text{최대}} = g(t_1 - t_0)$$

여기서 t_1 은 A가 바닥에 닿을 때까지 걸리는 시간이고, $t_1 = \frac{2v_A}{g}$ 이다. $\therefore v_{\text{최대}} = v_A - \frac{1}{2}gt_0$

문제 11-2

(1) 막대자석이 낙하를 시작하는 처음 위치가 높아짐에 따라 막대자석이 코일을 통과할 때 일어나는 자기 선속의 시간 변화율이 증가하므로 보다 큰 유도 기전력이 형성된다. 한편, 발광 다이오드에서 방출되는 빛의 파장(또는 색깔)은 발광 다이오드를 이루는 반도체의 띠 간격에 의해 결정된다. 청색, 녹색, 적색의 순서대로 빛의 파장은 커지고, 진동수는 작아진다. 따라서 광자의 에너지 E 와 진동수 f 의 관계 $E = hf$ 에 의해 청색, 녹색, 적색의 순서대로 발광 다이오드를 이루는 반도체의 띠 간격은 줄어든다. 이를 종합하면, 막대자석의 처음 위치가 높아짐에 따라 발생된 유도 기전력 또한 커지므로, 가장 낮은 위치 P에서는 적색 발광 다이오드만이 켜질 수 있다. 하지만 중간 높이인 위치 Q에서는 적색과 녹색 발광 다이오드가 같이 켜질 수 있고, 가장 높은 위치 R에서는 모든 발광 다이오드가 같이 켜질 수 있다.

(2) 다이오드는 순방향의 전압이 걸릴 때만 전류가 잘 흐를 수 있다. 한편, 렌츠의 법칙에 따르면, 막대자석이 낙하하며 코일을 통과하기 전에 코일에 가까워지는 상황과 코일을 통과한 후에 코일에서 멀어지는 상황에 대해 서로 반대 방향의 유도 기전력이 코일에 형성된다. 따라서 막대자석이 코일을 통과하면서 발광 다이오드에는 순방향의 전압이 반드시 한 번 걸리게 되므로, 코일을 먼저 통과하는 막대자석의 극에 관계없이 (1)번 문제의 실험에서 관측된 현상이 나타날 수 있다.

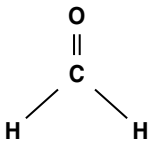
화학

문제 II-1

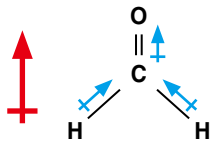
(1) 18 g의 H_2O 에는 H가 2 mol 존재하므로 1 mol의 ㉠ 분자에 2 mol의 H가 존재.
바닥상태에서 p 오비탈에 4 mol의 전자를 가지고 있는 1 mol의 원자는 O.
 XYH_n 화학식을 가지는 하나의 분자가 가지고 있는 양성자의 개수는 16. H는 양성자 1개, O는 양성자 8개.
 $16 - 8 - 2 \times 1 = 6$, 양성자가 6개인 원소는 C.
그러므로 X는 C, Y는 O, n 은 2, ㉠의 화학식은 COH_2 .
(루이스 점자점식에 따라 다음과 같은 구조를 유추 가능.)



전자쌍 반발 이론에 따르면 센터 원자는 중심 원자 (C)의 주위에 3개의 공유 전자쌍(다중 결합은 단일 결합과 같이 1개의 공유 전자쌍으로 취급)이 존재하며, 공유 전자쌍 3개가 서로 최대한 멀리 떨어지려고 하므로 ㉠은 평면삼각형(또는 삼각형) 모양이라는 것을 유추 가능.



(2) 전기음성도는 $O > C > H$, 따라서 H에서 C로, C에서 O로 쌍극자 모멘트가 존재.
분자 구조를 고려할 때 쌍극자 모멘트의 합이 0이 아니므로 극성 분자.



문제 II-2

(1) 혼합 용액 (ㄱ)에서 $HBr(aq)$ 의 H^+ 가 모두 반응하게 되고 이 때 생성된 물 분자수(상대값)가 30이므로 0.3 mL $HBr(aq)$ 에 들어 있는 H^+ 의 개수(상대값)는 30이다. 혼합 용액 (ㄴ)의 경우, $NaOH(aq)$ 가 0.3 mL이 사용되었다고 가정하면, 0.2 mL $HBr(aq)$ 에 들어 있는 H^+ 의 개수(상대값)는 20이고, 생성된 물 분자수(상대값)가 40이므로, 0.1 mL $HCl(aq)$ 에 들어 있는 H^+ 의 개수(상대값)는 20이다. 혼합 용액 (ㄱ)과 (ㄴ)의 결과로 볼 때, 5 mL로 희석하기 전 각 용액 속에 존재하는 이온의 수(상대값)는 다음과 같다.

혼합 용액을 만들기 전 각 혼합 용액에 들어 있는 이온의 개수(상대값)

혼합용액	Na ⁺ 의 개수	OH ⁻ 의 개수	H ⁺ 의 개수	Cl ⁻ 의 개수	H ⁺ 의 개수	Br ⁻ 의 개수	생성된 물분자 개수
(ㄱ)	5	5	—	—	3	3	3
(ㄴ)	10	10	4	4	4	4	8
(ㄷ)	15	15	12	12	3	3	15
(ㄹ)	20	20	24	24	—	—	20

혼합 용액을 만든 후 용액에 들어 있는 이온의 개수(상대값)

혼합용액	Na ⁺ 의 개수	OH ⁻ 의 개수	H ⁺ 의 개수	Cl ⁻ 의 개수	H ⁺ 의 개수	Br ⁻ 의 개수	총 이온 개수
(ㄱ)	5	2	—	—	0	3	10
(ㄴ)	10	2	0	4	0	4	20
(ㄷ)	15	0	0	12	0	3	30
(ㄹ)	20	0	4	24	—	—	48

5 mL로 희석되어 혼합 용액의 총 부피가 모두 같으므로 이온들의 농도 합의 비는 각 혼합 용액에 있는 이온 개수비와 같으므로, 이온들의 농도 합의 비는 10 : 20 : 30 : 48(또는 5 : 10 : 15 : 24)이다.

(2) NaOH(aq) 1.2mL 속에 들어 있는 OH⁻의 개수(상대값)는 20이다.

그리고, HCl(aq) 0.2 mL에 있는 H⁺의 개수(상대값)는 4이다. 즉, 1.2mL의 수산화 나트륨 수용액이 완전 중화되기 위해서는 HCl(aq) 1 mL가 필요함을 알 수 있다.

따라서, NaOH(aq)의 농도가 x M이라고 하고 중화 반응에서의 양적 관계($nMV = n'M'V'$)를 이용하면 HCl(aq)의 농도는 1.2x M임을 알 수 있다.

NaOH(aq) 1.8mL 속에 들어 있는 OH⁻의 개수(상대값)는 30이다.

그리고, HBr(aq) 0.3 mL에 있는 H⁺의 개수(상대값)는 3이다. 즉, 1.8mL의 수산화 나트륨 수용액이 완전 중화되기 위해서는 HBr(aq) 3 mL가 필요함을 알 수 있다.

따라서, NaOH(aq)의 농도가 x M이라고 하고 중화 반응에서의 양적 관계($nMV = n'M'V'$)를 이용하면 HBr(aq)의 농도는 0.6x M임을 알 수 있다.

∴ 염산과 브로민산의 농도비는 2 : 1이다.

생명과학

논제 II-1

(1) 위의 탐구 방법은 바이러스 A가 전국으로 확산된 가운데 두 농장의 돼지가 감염률이 현저히 낮다는 관찰로부터 두 농장의 돼지는 이미 바이러스 A에 대한 항체를 가진 돼지이므로 이 돼지로부터 항체를 분리하여 바이러스에 감염된 돼지를 치료할 수 있을 것이라는 가설을 설정하였다. 이 가설을 바탕으로 두 돼지로부터 항체를 가진 혈장을 분리하여 주사하겠다는 연구 계획을 설정하였으며, 실험을 수행하여 나온 결과를 바탕으로 가설을 입증하였다. 이처럼 가설을 세우고 이를 검증해 나가는 것은 연역적 탐구 방법이다.

(2) 연역적 탐구 방법에서 수행하는 탐구는 결과에 대한 타당성을 높이기 위해서는 대조군을 설정하여 실험군과 비교하는 대조 실험을 실시해야 한다. 위 실험에서 바이러스 감염을 억제한 인자가 두 농장에서 키우는 돼지가 가진 항체라는 가설을 검증하고 결과에 대한 타당성을 높이기 위해 같은 혈액으로부터 항체만을 제거한 혈장을 대조군으로 사용된 것이다.

문제 II-2 척추동물의 운동은 근육의 수축과 이완을 필요로 하며, 근육이 수축하는 동안 ATP를 사용한다. ATP는 세포 호흡 과정을 통해 합성되어지며, 세포 호흡 과정의 대부분은 미토콘드리아에서 일어난다. A는 근육 운동 능력이 정상인에 비해 현저히 떨어진다. 이유는 근육 세포 내 미토콘드리아의 수가 적어 근육 운동을 위해 필요한 ATP를 충분히 생산하지 못하기 때문이다.

문제 II-3 동물의 생식 방법은 암컷과 수컷으로부터 만들어지는 각각의 생식 세포의 결합을 통해 1개체의 자손을 만드는 유성 생식이다. 무성 생식에 비해 수컷으로 생산 효율은 매우 떨어지지만 자손들이 가지는 유전적 다양성은 아메바와 비교하여 매우 크다. 표에서와 같이 아메바 3세대 자손은 최초 어버이 세대와 100% 동일한 유전자형을 가지나, 사람의 경우 3세대 자손은 최초 어버이의 유전자형과 다른 유전적 다양성을 가진다. 생식 세포 분열 과정 중 감수 1분열에서 상동 염색체가 세포 중앙에 나란히 정렬되었다가 분리되어 무작위로 각각 다른 딸세포로 들어간다. 그 결과 자손은 어버이와 다른 새로운 조합의 염색체를 가짐으로서 다양성이 나타난다. 그리고 생식 세포간의 수정을 통해 만들어지는 자손의 유전적 다양성도 더욱 증가하게 된다. 유전적 다양성을 가진 자손은 주변 환경의 변화, 질병 등에 대한 저항력을 가질 수 있어 개체군의 높은 생존력 가질 수 있는 장점을 가진다.

문제 II-4 곰팡이에 의해 급격하게 개체 수가 줄어든 현상은 점진적 변화가 아닌 급격한 변화이므로 진화와 상관없다. 또한 텃세는 개체군내에서의 질서 유지를 위한 상호 작용이며, 곰팡이 발생이라는 환경과의 상호 작용으로 인한 노란색 개구리의 개체수가 줄어든 이유는 텃세와 관련이 없다. 따라서 ㉠의 분석에서 노란색 개구리가 초록색 개구리로 진화되었다는 분석은 타당하지 않으며, ㉡에서 초록색 개구리에 의한 텃세로 그 지역에서 노란색 개구리의 개체 수가 줄어들었다는 분석 또한 타당하지 않다.

출제개요

수학

문제 I 문제 I 수학에서는 고등학교 교육과정의 이산확률변수, 이항분포와 정규분포의 관계, 도함수의 정의 및 활용, 치환적분과 부분적분을 포함한 정적분의 활용 등의 기본 개념을 종합적으로 잘 이해하고 응용할 수 있는지를 파악할 수 있는 문제를 출제하였다. 주어진 조건으로부터 수학적으로 추론하고 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 수학적으로 표현하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

문제 I 수학의 첫 번째 문제 I-1에서는 이항분포를 따르는 이산확률변수의 평균과 분산을 구하고, n 이 충분히 클 때 이항분포를 정규분포로 근사됨을 이해하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 문제 I-2에서는 삼각형의 합동, 삼각비 및 사인법칙을 이용하여 구하려는 삼각형의 넓이를 논리적으로 제시하고 주어진 정적분을 치환적분을 이용하여 계산할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 문제 I-3 (1)에서는 도함수의 정의를 이용하여 주어진 함수방정식을 풀 수 있는 능력을 평가하고자 하였으며 문제 I-3 (2)에서는 정적분에 대한 치환적분과 부분적분을 이용하여 원하는 값을 계산할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 문제 I-3 (3)에서는 적분과 미분의 관계를 이해하여 함수 $f(x)$ 와 접선의 방정식을 구할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	비고	재구성여부
고등학교 교과서	확률과 통계	이준열 외 7인	천재교육	2020	98	제시문 [가]	×
	미적분	김원경 외 14인	비상	2020	80	제시문 [나]	×
	수학 II	배종숙 외 6인	금성	2019	64	제시문 [다]	×
	미적분	황선욱 외 8인	미래엔	2020	153	제시문 [라]	×
	수학 II	권오남 외 14인	교학사	2020	133	제시문 [마]	×

물리

논제 II

논제 II 과학-물리에서는 고등학교 물리학에서 다루는 ‘힘과 운동’, ‘전자기 유도’, ‘반도체와 에너지띠’, ‘다이오드의 원리’ 등의 내용을 바탕으로 실생활에서 경험 가능한 여러 상황을 제시하고, 문제에 대한 답을 고등학교 물리학의 범주 내에서 찾는 능력을 시험한다. 물리 법칙 또는 공식을 기계적으로 대입하여 수치를 얻는 종래의 평가 방법을 벗어나고자 제시문과 문제에서 주어진 정보를 토대로 논리적이고, 효율적으로 문제의 해결책을 탐색하는 과정을 평가할 수 있는 문항을 출제하였다. 논제 II-1에서는 연직 위로 던진 공의 높이와 시간이 포물선 형태의 2차 함수로 표현된다는 기초 사실에 입각하여 수식 활용 없이 그래프를 통해 각 문항에서 요구하는 답을 손쉽게 구할 수 있다. 결과를 그래프로 표현하거나 그래프를 이용하여 문제의 답에 접근하는 전략은 물리 사고 능력에 있어 핵심적인 요소이다. 논제 II-2에서는 ‘전자기 유도’, ‘에너지띠’, ‘다이오드’ 등 현대 과학기술의 발전에 있어 가장 중요한 물리 개념에 대한 이해를 통합적으로 평가하는 문항이다. 논제 II-1과 같이 수식 활용보다는 수험생이 알고 있는 각 물리 개념의 논리적 서술 능력에 중점을 둔다.

논제 II 과학-물리의 논제 II-1에서는 시간 간격을 두고 연직 위로 던진 두 개의 공이 겪을 수 있는 여러 상황을 세부 문항으로 출제하였다. 높이와 시간이 포물선 형태의 2차 함수로 표현된다는 기초 사실에 입각하여 그래프를 통해 각 문항에서 요구하는 문제를 해결할 수 있다. 각 상황에 대해 논리적 서술 또는 수식을 통해서도 동일한 답을 구할 수 있으므로 수험생의 사고 체계에 따라 다양한 풀이가 가능한 문항이다.

논제 II-2에서는 ‘전자기 유도’, ‘에너지띠’, ‘다이오드’ 등의 이해를 바탕으로 문항에서 설명된 실험 결과를 설명한다. 첫 번째 세부 문항에서는 막대자석이 낙하를 시작하는 높이가 증가하면 발생하는 유도 기전력이 커진다는 점과 발광 다이오드가 켜지기 위해 적색, 녹색, 청색의 순서대로 더 큰 유도 기전력이 필요하다는 점에 대한 이해가 필요하다. 두 번째 세부 문항에서는 막대자석이 코일 통과 전 코일에 가까워지는 상황과 코일 통과 후 코일에서 멀어지는 상황에 대해 렌츠의 법칙에 따라 서로 반대 방향의 유도 기전력이 코일에 형성되므로, 막대자석이 코일을 통과하면서 발광 다이오드에는 순방향의 전압이 반드시 한 번 걸린다는 점에 대한 이해가 필요하다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리학	곽영직 외 3인	와이비엠	2018	17	제시문 [가]	○
고등학교 물리학	곽영직 외 3인	와이비엠	2018	17	제시문 [나]	○
고등학교 물리학	김영민 외 7인	교학사	2019	142	제시문 [다]	○
고등학교 물리학	김영민 외 7인	교학사	2019	144	제시문 [다]	○
고등학교 물리학	강남화 외 5인	천재	2018	176	제시문 [라]	○
고등학교 물리학	강남화 외 5인	천재	2018	150	제시문 [마]	○
고등학교 물리학	이상연 외 4인	금성	2018	103	제시문 [바]	○
고등학교 물리학	강남화 외 5인	천재	2018	112	제시문 [사]	○

화학

논제 II

논제 II-1는 고등학교 화학 I의 교육과정에서 다루는 원자의 전자배치 및 양성자의 특성을 통한 원소의 종류를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 화학식량과 현대적 원자 모형인 양성자, 오비탈의 개념을 정확하게 이해하고 다전자 원자의 전자 배치 및 분자의 입체적인 구조를 이해하고 있는지를 종합적으로 평가하고자 하였다. 또한 전자 친화도를 기반으로 한 쌍극자 모멘트의 개념과 각각의 공유결합의 쌍극자 모멘트의 합으로 나타내어지는 분자의 극성 유무를 유추하는 능력을 파악하고자 하였다.

논제 II-2는 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 산염기의 중화반응을 이용하여 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 설명하는 능력을 파악하고자 하였으며 산염기의 중화반응으로 생성되는 물분자수 등을 통해 평가하고자 하였다.

각 제시문은 고등학교 교과서를 기본으로 하여 제시하였고 교육 과정을 충실히 따르고 제시문을 정확하게 이해할 수 있는 학생들을 대상으로 출제하였다. 각 영역에 대한 단편적인 지식의 습득 유무보다는 각 영역에 대한 기본적인 개념의 이해를 바탕으로 한 통합적인 사고 및 활용 능력을 파악하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
화학 I	이상권 외	지학사	2018	30,58	제시문 [가]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	30,59		
	강대훈 외	와이비엠	2018	36,72		
	황성용 외	동아출판	2018	30,60		
	홍훈기 외	교학사	2018	28,59		
	박종석 외	비상교육	2018	28,58		
	노태희 외	천재교육	2018	26,61		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	32,64		
	최미화 외	미래엔	2018	30,64		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	62-70	제시문 [나]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	66-73		
	강대훈 외	와이비엠	2018	80-87		
	황성용 외	동아출판	2018	66, 70-71, 146		
	홍훈기 외	교학사	2018	66-77		
	박종석 외	비상교육	2018	60-67		
	노태희 외	천재교육	2018	68-74		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	72-76		
	최미화 외	미래엔	2018	72-77		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	120-122	제시문 [다]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	121-124		
	강대훈 외	와이비엠	2018	145-147		
	황성용 외	동아출판	2018	142-145		
	홍훈기 외	교학사	2018	120-124		
	박종석 외	비상교육	2018	115-116		
	노태희 외	천재교육	2018	132-136		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	130-135		
	최미화 외	미래엔	2018	130-131		

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
화학 I	이상권 외	지학사	2018	133-139	제시문 [라]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	125-130		
	강대훈 외	와이비엠	2018	148-156		
	황성용 외	동아출판	2018	146-151		
	홍훈기 외	교학사	2018	128-135		
	박종석 외	비상교육	2018	123-128		
	노태희 외	천재교육	2018	138-143		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	139-148		
	최미화 외	미래앤	2018	134-141		
화학 I	이상권 외	지학사	2019	27-42	제시문 [마]	○
	하윤경 외	금성출판사	2019	29-43		
	강대훈 외	와이비엠	2019	35-57		
	황성용 외	동아출판	2019	29-38		
	장낙한 외	상상아카데미	2019	31-50		
화학 I	이상권 외	지학사	2019	168-174	제시문 [바]	○
	하윤경 외	금성출판사	2019	149-165		
	강대훈 외	와이비엠	2019	174-187		
	황성용 외	동아출판	2019	172-183		
	장낙한 외	상상아카데미	2019	167-178		

생명과학

2021학년도 경희대학교 논술고사 중 생명과학은 고교 생명과학 I, II의 기본 개념들을 이해하고 있으며, 이를 기반으로 통합적 사고를 안에서 학생들의 이해능력, 논리적 사고능력과 해석력 그리고 설명 능력을 측정할 수 있도록 출제되었다. 특히, 고등학교 고교 생명과학 I 교과 중심으로 제시문을 구성하고, 이에 대해 교육을 충실히 이수한 학생 중 기본 개념을 잘 이해하고 있는 학생이라면 누구든지 풀 수 있는 문제들로 구성하였다.

논제 II-1 논제 II-1은 생명의 특성과 생명현상에 대한 과학적 탐구방법을 설명할 수 있는지와 연역적 탐구방법에서 가설로부터 결과를 도출하는 과정에서 대조군의 중요성을 논리적으로 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다.

논제 II-2 논제 II-2는 생명활동에 필요한 에너지의 이용의 이용측면에서 조직세포 내의 미토콘드리아의 산소호흡량을 이해하여 근육 세포를 예시로 제시함으로써 학생들이 이를 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

논제 II-3 논제 II-3은 생명현상의 특성 중 유성생식과 무성생식의 차이를 이해하고 있는지와 이러한 생식의 방법을 유전 다양성과 연계하여 논제를 논리적으로 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다.

논제 II-4 논제 II-4는 개체군내의 상호작용과 진화를 구분하여 이해하고 설명할 수 있는지를 평가하기 위하여 급격하게 변화한 개체군 변이 현상을 예시로 제시하여 학생들이 급격한 변화와 점진적 변화에 의한 진화의 특성 및 개체군내의 질서유지를 위한 상호작용을 이해하고 자연의 현상을 타당하게 분석하여 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

제시문 [가]~[마]와 [논제 II-1]~[논제 II-4]에서 제시된 자료와 정보는 고등학교 <생명과학 I> 교과서에 근거하고 있음.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 생명과학	전상학 외	지학사	2018	22-25	제시문 [가]	○
고등학교 생명과학	오현선 외	미래N	2018	26-28	제시문 [가]	○
고등학교 생명과학	권혁빈 외	교학사	2018	22-24	제시문 [가]	○
고등학교 생명과학	심규철 외	비상	2018	15-18	제시문 [가]	○
고등학교 생명과학	오현선 외	미래N	2018	28-45	제시문 [나], [다]	○
고등학교 생명과학	권혁빈 외	교학사	2018	33-36, 38	제시문 [나], [다]	○
고등학교 생명과학	심규철 외	비상	2018	35-40	제시문 [나], [다]	○
고등학교 생명과학	전상학 외	지학사	2018	34-40, 44	제시문 [나], [다]	○
고등학교 생명과학	오현선 외	미래N	2018	132-137	제시문 [라]	○
고등학교 생명과학	권혁빈 외	교학사	2018	128-133	제시문 [라]	○
고등학교 생명과학	심규철 외	비상	2018	126-129	제시문 [라]	○
고등학교 생명과학	전상학 외	지학사	2018	124-125	제시문 [라]	○
고등학교 생명과학	오현선 외	미래N	2018	174-175, 195	제시문 [마], [바]	○
고등학교 생명과학	권혁빈 외	교학사	2018	167, 184-185	제시문 [마], [바]	○
고등학교 생명과학	심규철 외	비상	2018	137, 176-177	제시문 [마], [바]	○
고등학교 생명과학	전상학 외	지학사	2018	131, 168-171	제시문 [마], [바]	○



의학계 I

출제문제	72
예시답안	79
출제개요	87



수학

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하십시오. (60점)

가

이차함수 $y=ax^2+bx+c(a>0)$ 의 그래프가 x 축과 한 점에서 만나면 이차방정식 $ax^2+bx+c=0$ 은 중근을 갖는다. 이때 중근을 α 라고 하면 이차부등식의 해는 다음과 같다.

- (1) $ax^2+bx+c>0$ 의 해는 $x\neq\alpha$ 인 모든 실수 (2) $ax^2+bx+c<0$ 의 해는 없다.
 (3) $ax^2+bx+c\geq 0$ 의 해는 모든 실수 (4) $ax^2+bx+c\leq 0$ 의 해는 $x=\alpha$

나

삼각함수의 덧셈정리

$$\begin{aligned} (1) \sin(\alpha+\beta) &= \sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta & \sin(\alpha-\beta) &= \sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta \\ (2) \cos(\alpha+\beta) &= \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta & \cos(\alpha-\beta) &= \cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta \\ (3) \tan(\alpha+\beta) &= \frac{\tan\alpha + \tan\beta}{1 - \tan\alpha\tan\beta} & \tan(\alpha-\beta) &= \frac{\tan\alpha - \tan\beta}{1 + \tan\alpha\tan\beta} \end{aligned}$$

다

두 변수 x, y 사이의 관계가 변수 t 를 매개로 하여

$$x=f(t), y=g(t)$$

와 같이 나타내어질 때, 변수 t 를 x, y 의 매개변수라 하고, 두 함수 $x=f(t), y=g(t)$ 를 매개변수로 나타낸 함수라고 한다.

라

첫째항부터 차례대로 일정한 수를 곱하여 만든 수열을 등비수열이라 하고, 곱하는 일정한 수를 공비라고 한다.
 공비가 r 인 등비수열 $\{a_n\}$ 에서 제 n 항에 공비 r 을 곱하면 제 $(n+1)$ 항이 되므로

$$a_{n+1}=ra_n(n=1, 2, 3, \dots)$$

이 성립한다.

마

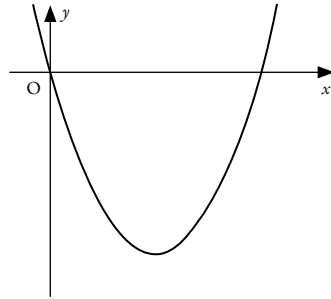
등비급수 $\sum_{n=1}^{\infty} ar^{n-1}=a+ar+ar^2+\dots+ar^{n-1}+\dots$ ($a\neq 0$)은

- (1) $|r|<1$ 일 때, 수렴하고 그 합은 $\frac{a}{1-r}$ 이다.
 (2) $|r|\geq 1$ 일 때, 발산한다.

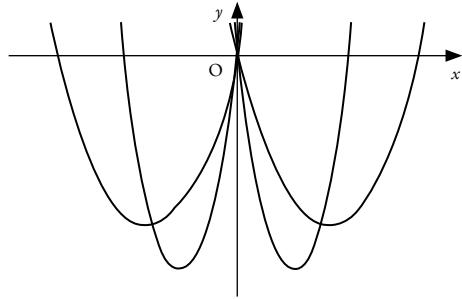
문제 1 제시문 [가]~[마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

문제 1-1 두 실수 θ 와 k 에 대하여 아래와 같이 매개변수 t 로 나타낸 함수를 생각하자.

$$x = (\cos \theta)t, y = t^2 - (\sin(\theta + k))t \cdots \cdots \textcircled{1}$$



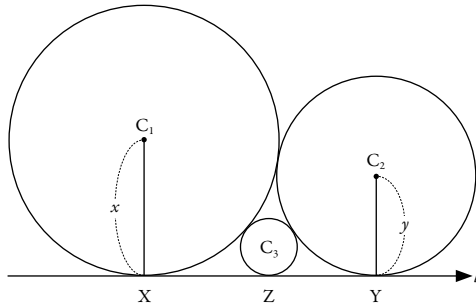
[그림 1]



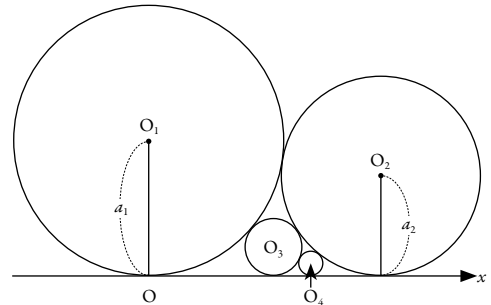
[그림 2]

- (1) k 를 $\frac{\pi}{5}$ 라 할 때, $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ 인 θ 에 대하여 함수 ①은 [그림 1]과 같이 x 축과 만난다. 이때 원점이 아닌 교점의 x 좌표를 θ 에 대한 함수 $g(\theta)$ 로 나타낸 다음, $g(\theta)$ 가 최댓값을 가지는 θ 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)
- (2) k 를 0이라 할 때, 다음 두 조건을 만족하는 두 실수 a, c 를 구하고, 이 두 조건이 성립함을 논술하시오. (20점)
- (ㄱ) $0 \leq \theta \leq \pi$ 인 모든 θ 에 대하여 함수 ① 위의 점 (x, y) 가 $y \geq ax^2 + c$ 를 만족한다.
- (ㄴ) $q \geq ap^2 + c$ 인 점 (p, q) 마다 $0 \leq \theta \leq \pi$ 인 어떤 θ 가 존재하여 점 (p, q) 가 함수 ①의 한 점이 된다.

문제 1-2 각 원의 중심은 다른 원의 내부에 포함되지 않는다고 할 때, 다음 질문에 답하시오.



[그림 3]



[그림 4]

- (1) [그림 3]과 같이 반지름의 길이가 각각 x 와 y 인 원 C_1 과 원 C_2 가 서로 한 점에서 만나고, 동시에 직선 l 에 점 X 와 점 Y 에서 각각 접한다. 반지름의 길이가 z 인 원 C_3 가 원 C_1 과 원 C_2 에 각각 한 점에서 만나고, 동시에 점 Z 에서 직선 l 에 접한다. 이때 선분 YZ 의 길이와 원 C_3 의 반지름의 길이를 x 와 y 에 관한 식으로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (단, $x > y > z$) (15점)
- (2) 좌표평면에서 원 O_1 은 반지름의 길이가 1이고 원점 O 에서 x 축에 접한다. [그림 4]와 같이 반지름의 길이가 $\frac{(\sqrt{5}-1)^2}{4}$ 인 원 O_2 는 원 O_1 과 한 점에서 만나고 동시에 x 축에 접한다. 원 O_3 는 원 O_1 , 원 O_2 와 각각 한 점에서 만나고 동시에 x 축에 접한다. 원 O_4 는 원 O_2 , 원 O_3 와 각각 한 점에서 만나고 동시에 x 축에 접한다. 이와 같은 과정을 계속하여 n 번째로 얻은 원 O_n 의 반지름의 길이를 a_n , 중심의 x 좌표를 x_n 이라 하자. 이때 a_n 과 $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n$ 을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (단, $x_n \geq 0$ 이고 $a_1 > a_2 > a_3 > \cdots > a_n > \cdots$) (15점)

물리

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

가

케플러의 제1법칙은 모든 행성이 태양을 한 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 운동한다는 것이다. 케플러의 제2법칙은 행성이 타원 궤도를 돌면서 일정한 시간 동안 태양과 행성을 잇는 선분이 쓸고 간 면적이 항상 같다는 것이다. 케플러의 제3법칙은 행성의 공전 주기의 제곱이 타원 궤도의 긴반지름의 세제곱에 비례한다는 것이다.

나

처음 위치와 처음 속도가 각각 x_0, v_0 인 물체가 가속도 a 로 시간 t 동안 등가속도 직선 운동을 할 때 물체의 위치 x 와 속도 v 는 다음 관계를 만족한다.

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2, \quad v = v_0 + a t, \quad v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

다

질량이 m 이고, 처음 속력이 v_0 인 물체에 알짜힘 F 가 작용하여, F 와 같은 방향으로 물체가 거리 s 만큼 이동한 경우, 물체의 나중 속력 v 는 $Fs = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$ 를 만족하고, 이를 일 · 운동 에너지 정리라고 한다.

라

전기장 \vec{E} 는 단위 양전하(+1C)가 받는 전기력이므로, 전하량 q 의 전하가 받는 전기력이 \vec{F} 라면 그곳에서의 전기장은 $\frac{\vec{F}}{q}$ 이다.

마

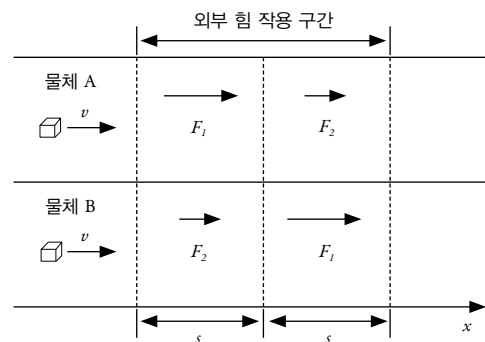
물체에 알짜힘 F 가 작용하면 알짜힘의 방향으로 가속도 a 가 생긴다. 그 가속도의 크기는 물체에 작용하는 알짜힘의 크기에 비례하고 물체의 질량 m 에 반비례해서, $F = ma$ 의 관계가 얻어진다.

논제 II-1

지표면으로부터 높이 h 인 곳에 위치한 물체 O, A, B, C가 서로 다른 속력 v_0, v_A, v_B, v_C 으로 각각 수평 방향 운동을 시작하였다(단, $v_0 < v_A < v_B < v_C$). 물체 O는 지표면으로부터 높이 h 를 유지하면서 지구 주위의 원 궤도를 따라 운동하고, 물체 A, B, C는 지구의 중심을 타원의 한 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 운동하고 있다. A, B, C가 만드는 각각의 타원 궤도에서 지구와 가장 먼 위치의 가속도 크기에 대한 가장 가까운 위치의 가속도 크기 비율은 각각 4, 9, 16이다. O, A, B, C에 의한 궤도 운동의 주기를 각각 T_0, T_A, T_B, T_C 라고 할 때, $T_0 : T_A : T_B : T_C$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (6점)

논제 II-2

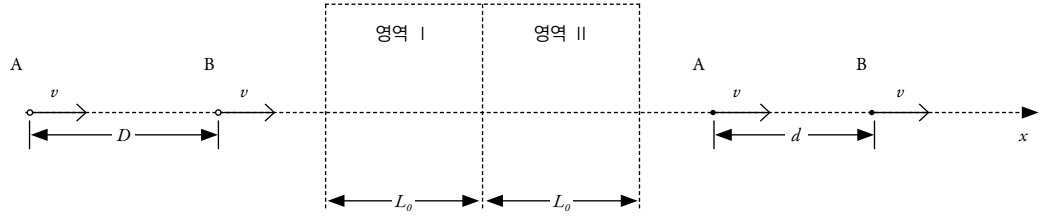
[그림 1]과 같이 질량이 같은 물체 A, B가 x 축과 평행하게 같은 속력 v 로 직선 운동하다가 '외부 힘 작용 구간'에 동시에 각각 진입한다. 각 구간에는 같은 거리 s 에 대해 일정한 힘 F_1 과 F_2 가 x 축과 평행하게 오른쪽 방향으로 작용하고, 크기는 $F_1 > F_2$ 이다. A, B가 '외부 힘 작용 구간'에 진입하는 순간부터 빠져나올 때까지 걸리는 시간을 각각 t_A, t_B 라고 할 때, t_A 와 t_B 의 대소 관계를 비교하고, 그 근거를 논술하시오. 단, 물체의 크기는 무시한다. (8점)



[그림 1]

문제 II-3

[그림 2]는 전자 A, B가 거리 D 를 유지하면서 속력 v 로 등속도 운동을 하다가 영역 I, II를 통과한 후, 거리 d 를 유지하면서 같은 속력 v 로 등속도 운동하는 것을 나타내며, $D > d$ 이다. 각각의 영역 I, II에는 전자가 해당 영역 안에 있을 때에만 전기장이 가해진다. 가해진 전기장의 방향은 각 영역 안에 있는 A, B에 따라 $+x$ 방향 또는 $-x$ 방향 중 한 방향만 될 수 있으며, 전기장의 세기는 E_0 로 일정하다. I, II의 x 방향 길이는 L_0 로 같고, B가 II를 빠져나오기 전에는 A가 I에 진입하지 않는다. 전자의 질량은 m , 전자의 전하량은 $q = -e$ 로 표시하고, $E_0 < \frac{mv^2}{2eL_0}$ 이다. 단, A와 B는 I과 II의 전기장에 의해서만 힘을 받고, 상대론적 효과와 전자기파의 발생은 무시한다.



[그림 1]

(1) A와 B가 I에 진입하는 순간부터 빠져나올 때까지 걸리는 시간을 각각 $t_{A,I}$, $t_{B,I}$, A와 B가 II에 진입하는 순간부터 빠져나올 때까지 걸리는 시간을 각각 $t_{A,II}$, $t_{B,II}$ 라고 하자. $t_{A,I}$, $t_{A,II}$, $t_{B,I}$, $t_{B,II}$ 사이의 대소 관계를 비교하고, I, II에서의 전기장 E 를 시간 t 에 대한 그래프로 각각 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (12점)

(2) $E_0 = \frac{mv^2}{4eL_0}$ 인 경우, $\frac{D-d}{D}$ 의 최댓값을 소숫점 둘째 자리까지 구하고, 그 근거를 논술하시오. 단, $\sqrt{2} = 1.414$, $\sqrt{3} = 1.732$ 로 계산한다. (14점)

화학

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

가

원자량이나 분자량을 이용하면 물질의 질량으로부터 입자의 수를 알 수 있다. 그러나 기체의 경우에는 질량보다 부피를 측정하기 쉬우며, 기체의 부피와 몰의 관계로부터 기체의 입자 수를 알 수 있다. 기체의 종류와 관계없이 0℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 항상 22.4 L로 일정하다.

나

화학 반응은 본래의 물질과 성질이 전혀 다른 새로운 물질이 생성되는 현상이다. 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식과 기호를 사용해 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식으로 알 수 있는 다양한 정보 가운데 반응물과 생성물 사이의 양적 관계가 중요하다. 화학 반응식에서 각 물질의 계수비는 몰비와 같다. 이를 이용하면 반응물의 양만으로도 생성물이 얼마나 생길지 예상할 수 있고, 생성물의 양으로 얼마만큼의 물질이 반응에 사용되었는지 알 수 있다.

다

두 종류 이상의 순물질이 균일하게 섞여 있는 혼합물을 용액이라고 한다. 일상생활에서 가장 많이 사용하는 농도는 용액 100 g에 녹아 있는 용질의 질량(g)을 나타내는 질량 퍼센트 농도(%)이다. 화학에서는 용질의 입자 수를 이용하여 농도를 나타내는 몰 농도를 주로 사용한다. 몰 농도는 용액 1 L에 녹아 있는 용질의 양(mol)을 의미하며 단위는 M 또는 mol/L를 사용한다. 용액의 부피는 온도에 따라 변하므로 몰 농도는 온도에 따라 달라진다. 온도 변화와 관계없이 일정한 농도 값이 필요할 때에는 몰 농도 대신 몰랄 농도를 사용한다. 몰랄 농도는 용매 1 kg에 녹아 있는 용질의 양을 나타내며, 단위는 m 또는 mol/kg을 사용한다.

라

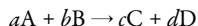
산의 수용액에는 수소 이온(H^+)과 음이온이 들어 있고, 염기의 수용액에는 수산화 이온(OH^-)과 양이온이 들어 있다. 산 수용액과 염기 수용액을 혼합하면 H^+ 과 OH^- 이 반응하여 물(H_2O)을 생성하고, 산의 음이온과 염기의 양이온이 반응하여 염을 생성한다. 묽은 암모니아수에 날숨을 불어 넣으면, 날숨 속에 들어 있는 이산화 탄소가 물에 녹으면서 탄산(H_2CO_3)이 만들어진다. 염기성 물질인 암모니아수와 산성 물질인 탄산이 반응하면 산과 염기의 성질이 사라지는데, 이러한 반응을 중화 반응이라고 한다. 속이 쓰릴 때 수산화 마그네슘 성분의 제산제를 먹는 것과 생선 비린내를 없애기 위해 생선에 레몬즙을 뿌리는 것도 중화 반응을 이용한 예이다.

마

물질을 구성하는 원자의 산화수를 알면 화학 반응에서 산화되는 물질과 환원되는 물질을 판단할 수 있다. 산화수가 증가하는 것은 전자를 잃는 것(산화)을 뜻하고, 산화수가 감소하는 것은 전자를 얻는 것(환원)을 뜻한다. 산화 환원 반응은 전자를 주고받는 반응이고 산화와 환원은 항상 동시에 일어나므로 한 반응에서 전자를 잃는 물질이 있으면 반드시 전자를 얻는 물질이 있어야 한다. 산화 반응에서 잃는 전체 전자 수와 환원 반응에서 얻는 전체 전자 수가 같으므로, 산화 환원 반응 전후에 증가한 산화수와 감소한 산화수는 항상 같아야 한다.

바

반응 속도는 반응물의 농도에 따라 달라진다. 다음과 같은 일반적인 반응을 예로 들어 보자.



이 반응에서 반응 속도(v)는 반응물 A와 B의 농도에 의존하므로 비례 상수 k 를 사용하여 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$v = k[A]^m[B]^n$$

반응 속도가 반응물의 농도에 얼마나 의존하고 있는지를 나타낸 식을 반응 속도식 또는 반응 속도 법칙이라고 한다. 반응 속도식에서 비례 상수 k 는 반응 속도 상수로 반응에 따라 고유한 값을 가지며, 온도에 의해서만 변한다.

문제 II-1 제시문 [가]~[라]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

X는 화학식이 $C_nH_{2n+2}O_n$ 인 탄소 화합물이다.

(1) 25℃, 1기압에서 같은 분자 수의 순수한 에탄올(C_2H_5OH)과 X를 완전 연소시킬 때 필요한 산소의 부피비는 6 : 70이다. X의 분자량에 대해 논술하시오. (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.) (7점)

(2) 일정량의 X가 녹아 있는 400 mL 수용액 A의 밀도는 1.15 g/cm^3 이다. 수용액 A에 1.0 M 에탄올 600 mL를 혼합하면 X의 농도는 0.2 M이다. 수용액 A의 농도를 X의 질량 퍼센트로 나타내시오. (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 용액의 부피의 합과 같다.) (5점)

(3) 경희는 일정량의 X를 완전 연소시켰을 때 생성된 이산화 탄소를 과량의 수산화 나트륨 수용액과 중화 반응시켜 제거하였다. 연소와 중화 반응으로 얻은 물의 양은 총 12.6 g이다. 같은 양의 X를 완전 연소시켜 얻은 이산화 탄소를 0.3 M 수산화 칼

숨 수용액을 이용하여 제거할 때, 필요한 0.3 M 수산화 칼슘 수용액의 최소 부피에 대해 논술하시오. (8점)

논제 II-2 제시문 [나], [다], [마], [바]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

산성 조건에서 KI 수용액과 KMnO_4 수용액을 혼합하면 I_2 , $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 과 Mn^{2+} 이 생성된다.

(1) 이 반응의 완성된 화학 반응식에 대해 논술하시오. (6점)

(2) 산성 조건에서 41.5 g의 KI이 용해된 수용액 100 mL(밀도 1.215 g/cm^3)와 3.16 g의 KMnO_4 이 용해된 수용액 100 mL(밀도 1.0316 g/cm^3)를 혼합했을 때 생성되는 I_2 의 질량과 혼합 용액에 존재하는 I^- 과 K^+ 의 몰 농도(M)와 몰랄 농도(m)에 대해 각각 논술하시오. (단, O, K, Mn, I의 원자량은 각각 16, 39, 55, 127이다. 혼합 용액의 부피는 혼합 전 용액의 부피의 합과 같고 반응 전후의 용액의 온도는 같다. 각 값은 소수점 셋째 자리를 반올림한다.) (10점)

(3) 아래의 표는 25°C 에서 $\text{KI}(\text{aq})$ 과 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8(\text{aq})$ 의 초기 농도를 변화시키면서 초기 반응 속도를 측정하여 얻은 결과이다.

실험	반응물의 초기 농도(M)		초기 반응 속도(M/s)
	$[\text{I}^-]$	$[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$	
1	0.04	0.04	8.4×10^{-6}
2	0.04	0.02	4.2×10^{-6}
3	0.02	0.04	4.2×10^{-6}

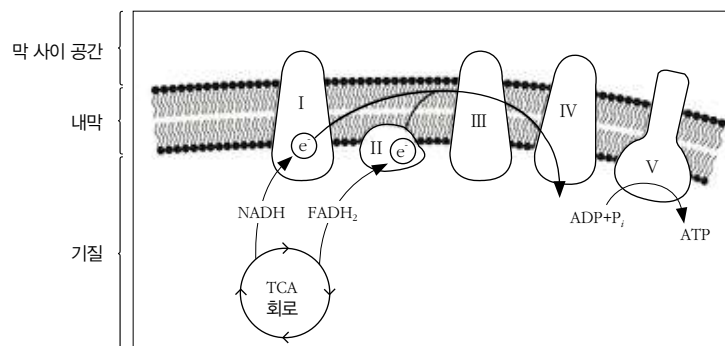
이 반응의 반응 속도식(v)과 반응 속도 상수(k)에 대해 논술하시오. (4점)

생명과과학

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

가

사람의 생명 유지를 위해서는 영양소와 산소가 지속적으로 공급되어야 한다. 소화계로 흡수된 영양소와 호흡계로 흡수된 산소는 혈액을 통해 온몸의 조직 세포로 운반된다. 조직 세포로 흡수된 포도당은 세포 호흡을 통해 산화되어 이산화 탄소와 물로 분해된다. 이때 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지로 전환된다. 아래 그림은 미토콘드리아에서 일어나는 TCA 회로와 산화적 인산화 과정을 나타낸 것이다. 전자 전달계(I~IV)는 전자(e^-)를 운반하고 그 중 일부는 내막을 통과하여 H^+ 을 운반한다. 미토콘드리아 내막의 전자 전달 과정에서 발생한 에너지는 ATP 합성 효소(V)에 의해 ATP 합성 과정에 이용되고 이 과정에는 화학 삼투가 관여한다.



나

인간 유전체 사업(Human Genome Project)을 통해 사람 DNA의 염기 서열이 밝혀졌다. 한 사람의 체세포 핵에서 분리한 DNA의 염기 서열은 어느 조직 세포에서나 동일하다. 한편, 유전자 발현은 전사 단계에서의 조절이 매우 중요한데, 그 조절 방식은 원핵세포보다 진핵세포에서 특히 더 복잡하고 다양하다.

다

우리 몸에 이물질이나 병원체가 침입하면 이에 대항하는 방어 작용이 일어나서 우리 몸을 보호한다. 외부에서 침입한 병원체를 항원이라 하고 항원과 특이적으로 결합하여 항원을 무력화시키는 단백질을 항체라 한다. 우리 몸에서는 이전에 감염되었던 항원과 동일한 항원에 다시 감염되었을 때 더 강력한 방어 작용이 일어난다. 이러한 방어 작용의 특성을 이용하는 것이 백신이다. 코로나19(COVID-19)를 일으키는 코로나 바이러스(SARS-CoV-2)는 항원으로 인식될 수 있는 표면 단백질의 변이가 심하다. 최근 세계 각국의 과학자들의 노력으로 다양한 종류의 백신이 개발되었다는 반가운 뉴스가 보도되었다.

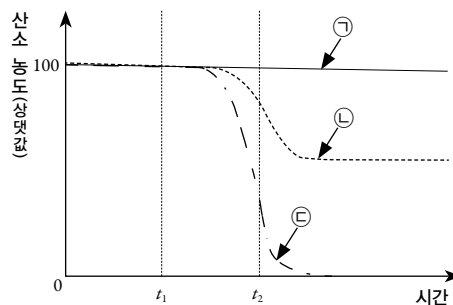
라

단일 인자 유전에 의한 사람의 유전병은 주로 열성 대립 유전자에 의해 나타나지만 우성 대립 유전자에 의해 나타나는 경우도 있다. 질병을 일으키는 대립 유전자와 정상 대립 유전자 사이의 우열 관계는 가계도 분석을 통해 파악될 수 있다.

문제 II-1 제시문 [가]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

다음은 미토콘드리아의 ATP 합성에 관한 실험이다.

TCA 회로의 중간 산물인 4탄소 화합물과 P_i 이 충분히 들어 있는 시험관 ①~③에 같은 수의 미토콘드리아를 각각 넣은 후, 시간에 따라 시험관 내 산소 농도를 측정하였다. 시점 t_1 일 때 시험관 ①에는 ADP를, ②에는 ADP와 저해제 X를, ③에는 ADP와 저해제 Y를 첨가한 후 시간에 따라 산소 농도를 측정하였다. 저해제 X는 전자 전달계의 전자 흐름을 차단하는 물질이고, 저해제 Y는 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H^+ 이 새어나가게 하는 물질이다. 아래 그래프는 시험관 ①~③에서 시간에 따라 측정한 산소 농도를 나타낸 것이다. 곡선 ㉠~㉢은 각각 시험관 ①~③ 중 하나에서 측정된 산소 농도 곡선이다. 시점 t_2 에서 산소 농도 곡선 ㉢의 시험관에서만 ATP가 검출되었다. (단, 시험관 ①~③은 밀폐되어 있고, 주어진 조건 외에 다른 조건은 모두 동일하였다.)



(1) 시험관 ①의 경우 시점 t_2 에서 미토콘드리아의 막 사이 공간과 기질의 pH 차이 및 전자가 최종적으로 수용되는 과정에 대해 각각 논술하시오. (4점)

(2) 산소 농도 곡선 ㉠과 ㉢이 각각 시험관 ①~③ 중 어느 것에서 측정된 것인지를 논술하시오. (4점)

(3) 시점 t_2 에서 산소 농도 곡선 ㉢의 시험관에서 ATP가 검출되지 않은 이유를 논술하시오. (4점)

문제 II-2 제시문 [나]를 읽고 다음 문제에 답하십시오.

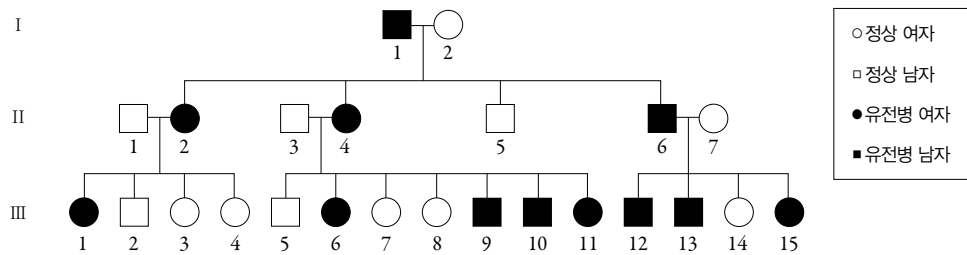
인체는 다양한 기관의 유기적인 작용으로 생명을 유지한다. 뇌, 폐, 심장, 위 등을 구성하는 조직 세포가 동일한 DNA를 가지고 있음에도 각 기관이 고유한 형태와 기능을 나타내는 이유를 유전자 발현과 관련지어 논술하십시오. (10점)

문제 II-3 제시문 [다]를 읽고 다음 문제에 답하십시오.

SARS-CoV-2에 대한 백신 개발이 완성되고 사용이 최종 승인된 후 경희가 이 백신을 접종받았다. 백신 접종 1~2주 후 면역 반응과 백신 접종 2달 후 SARS-CoV-2에 감염되었을 때의 면역 반응을 비교하여 논술하십시오. (단, 경희는 면역 기능이 정상이고 백신 접종 전 SARS-CoV-2에 감염된 적이 없다.) (8점)

문제 II-4 제시문 [라]를 읽고 다음 문제에 답하십시오.

아래 그림은 단일 인자 유전에 의해 발생하는 어떤 유전병을 가진 집안의 가계도이다.



(1) 위 가계도를 통해 이 유전병이 우성 또는 열성 형질인지를 판단할 수 있는지 논술하십시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (6점)

(2) 이 유전병의 유전자가 성염색체와 상염색체 중 어디에 위치하는지 논술하십시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (4점)

예시답안

수학

문제 I-1 (1) 매개변수 t 로 나타낸 함수 $x = (\cos \theta)t$, $y = t^2 - \left(\sin \left(\theta + \frac{\pi}{5} \right) \right)t$ 가 x 축을 만날 때,

$y=0$, 즉, $0 = t^2 - \left(\sin \left(\theta + \frac{\pi}{5} \right) \right)t$ 이므로, $t=0$ 또는 $t = \sin \left(\theta + \frac{\pi}{5} \right)$ 이다.

$t=0$ 일 때, $x = (\cos \theta)t = 0$ 으로 원점이 교점이므로, $t \neq 0$ 이다.

그래서 $t = \sin \left(\theta + \frac{\pi}{5} \right)$ 일 때, $g(\theta) = x = \cos \theta \sin \left(\theta + \frac{\pi}{5} \right)$ 이다.

이를 미분하면, $g'(\theta) = (-\sin\theta)\sin\left(\theta + \frac{\pi}{5}\right) + \cos\theta\cos\left(\theta + \frac{\pi}{5}\right) = \cos\left(2\theta + \frac{\pi}{5}\right)$ 이다.

$0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ 이므로 $\frac{\pi}{5} < 2\theta + \frac{\pi}{5} < \frac{6\pi}{5}$ 이고, $\theta = \frac{3\pi}{20}$ 에서만 $g'(\theta) = 0$ 이다.

$\theta = \frac{3\pi}{20}$ 에서 $g'(\theta)$ 의 부호가 양에서 음으로 바뀌어 $g(\theta)$ 가 극댓값을 가지므로,

$g(\theta)$ 는 $\theta = \frac{3\pi}{20}$ 에서 최댓값을 가진다.

(2) 조건 (ㄱ)을 만족하는 두 실수 a 와 c 를 찾기 위하여, 먼저 $\theta \neq \frac{\pi}{2}$ 라 하자. 이때 $\cos\theta \neq 0$ 이다. 매개변수 함수

$$x = (\cos\theta)t, y = t^2 - (\sin\theta)t \cdots \cdots ①$$

에서 $t = \frac{x}{\cos\theta}$ 이고, $y = t^2 - (\sin\theta)t = \left(\frac{x}{\cos\theta}\right)^2 - (\sin\theta)\frac{x}{\cos\theta} = (\sec^2\theta)x^2 - (\tan\theta)x$ 이다.

따라서 매개변수 함수의 점 (x, y) 는 $y = (\sec^2\theta)x^2 - (\tan\theta)x$ 를 만족한다.

이 점 (x, y) 가 부등식 $y \geq ax^2 + c$ 를 만족해야 하므로 모든 실수 x 에 대하여

$$y = (\sec^2\theta)x^2 - (\tan\theta)x \geq ax^2 + c, \text{ 즉}$$

$$(\sec^2\theta - a)x^2 - (\tan\theta)x - c \geq 0 \cdots \cdots ②$$

이어야 한다. 만약 $\sec^2\theta - a \leq 0$ 이면, 부등식 ②가 성립하지 않는 x 가 항상 있기에, a 는 $0 \leq \theta < \pi$ 이고 $\theta \neq \frac{\pi}{2}$ 인 모든 θ 에 대하여 $\sec^2\theta - a > 0$ 를 만족해야 한다.

이때 방정식 $(\sec^2\theta - a)x^2 - (\tan\theta)x - c = 0$ 이 중근을 가지면 부등식 ②가 성립하므로,

$$\text{판별식 } (\tan\theta)^2 + 4c(\sec^2\theta - a) = \tan^2\theta + 4c(\tan^2\theta + 1) - 4ac = (4c + 1)\tan^2\theta + 4c(1 - a) = 0 \text{ 이 되는 } a, c \text{를 찾는다.}$$

여기서 $\tan\theta$ 에 대한 계수가 모두 0이면 이 조건을 항상 만족시킨다. $a = 1, c = -\frac{1}{4}$ 이라 하자.

이때 계수가 0이 되어 위에서 고려된 $\theta = \frac{\pi}{2}$ 또는 $\sec^2\theta - a \leq 0$ 인 경우를 제외하면 부등식 $y \geq x^2 - \frac{1}{4}$ 이 항상 성립한다.

$\theta = \frac{\pi}{2}$ 일 때, $x = 0, y = t^2 - t \geq -\frac{1}{4}$ 가 되어 부등식 $y \geq x^2 - \frac{1}{4}$ 을 만족한다.

$\sec^2\theta \leq 1$ 일 때, $\theta = 0$ 또는 $\theta = \pi$ 이고, $\tan\theta = 0$ 이다. 부등식 ②가 $\frac{1}{4} = -c \geq 0$, 즉, 부등식 $y \geq x^2 - \frac{1}{4}$ 를 만족한다.

결론적으로, 모든 $\theta (0 \leq \theta < \pi)$ 에 대하여 매개변수 함수 ①은 부등식 $y \geq x^2 - \frac{1}{4}$ 를 만족함을 알 수 있다.

(ㄴ) 조건이 성립함을 보이기 위하여

$$q \geq p^2 - \frac{1}{4} \cdots \cdots ③$$

인 점 (p, q) 를 생각하자.

만약 $p = 0$ 이면, $q \geq -\frac{1}{4}$ 이므로, 이차방정식 $t^2 - t - q = 0$ 의 해 $t = \alpha$ 가 존재한다. 이때 $\theta = \frac{\pi}{2}, t = \alpha$ 로 하면 점 (p, q) 는 매개변수 함수의 점이 된다.

이제, $p \neq 0$ 라 하자. 변수 z 에 대한 이차방정식 $p^2 z^2 - pz + p^2 - q = 0$ 은 부등식 ③에 의하여 판별식

$$p^2 - 4p^2(p^2 - q) = 4p^2\left(\frac{1}{4} - p^2 + q\right) \geq 0 \text{이 되어 해 } z = \beta \text{를 가진다.}$$

방정식 $\tan \theta = \beta$ 의 해인 $\theta = \alpha$ 가 구간 $0 \leq \theta \leq \pi$ 에 존재한다. 이로부터 $p^2 \tan^2 \alpha - p \tan \alpha + p^2 - q = 0$ 이고

$$q = p^2(\tan^2 \alpha + 1) - p \tan \alpha = p^2 \sec^2 \alpha - p \tan \alpha = \left(\frac{p}{\cos \alpha}\right)^2 - \sin \alpha \left(\frac{p}{\cos \alpha}\right) \text{이다.}$$

이로부터 $t = \frac{p}{\cos \alpha}$ 라 할 때, $p = (\cos \alpha)t$, $q = t^2 - (\sin \alpha)t$ 가 성립되므로 점 (p, q) 가 어떤 $\theta = \alpha$ 에 대하여 함수 ①의 한 점이 된다.

그래서 $a = 1$, $c = -\frac{1}{4}$ 일 때, 조건 (L)이 성립함을 알 수 있다.

문제 1-2

(1) 오른쪽 그림에서 C_2 에서 직선 C_1X 에 내린 수선

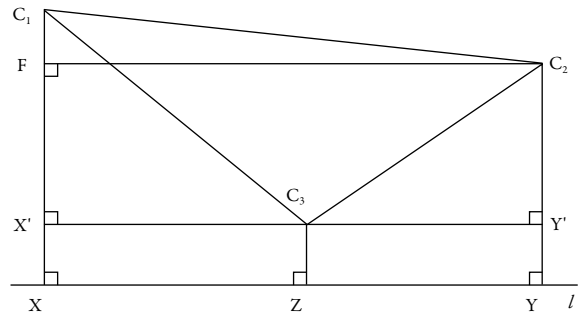
의 발을 F라 할 때, 사각형 YXFC₂는 직사각형, 삼각

형 C_1FC_2 는 직각삼각형이므로, 피타고라스 정리에

의하여

$$\overline{XY} = \overline{FC_2} = \sqrt{\overline{C_1C_2}^2 - \overline{C_1F}^2} = \sqrt{(x+y)^2 - (x-y)^2} = 2\sqrt{xy}$$

이다.



사각형 ZXC₃X', 사각형 YZC₃Y'이 모두 직사각형이고, 삼각형 $C_3X'C_1$, 삼각형 $C_2Y'C_3$ 가 모두 직각삼각형이므로

$$\overline{XZ} = \overline{X'C_3} = \sqrt{\overline{C_1C_3}^2 - \overline{C_1X'}^2} = \sqrt{(x+z)^2 - (x-z)^2} = 2\sqrt{xz} \text{이고}$$

$$\overline{YZ} = \overline{Y'C_3} = \sqrt{\overline{C_2C_3}^2 - \overline{C_2Y'}^2} = \sqrt{(y+z)^2 - (y-z)^2} = 2\sqrt{yz} \text{이다.}$$

이로부터 $2\sqrt{xy} = \overline{XY} = \overline{XZ} + \overline{YZ} = 2\sqrt{xz} + 2\sqrt{yz} = 2\sqrt{z}(\sqrt{x} + \sqrt{y})$ 을 얻는다.

이를 z 에 대하여 풀면 원 C_3 의 반지름 $z = \frac{xy}{(\sqrt{x} + \sqrt{y})^2}$ 이고, $\overline{YZ} = 2\sqrt{yz} = \frac{2y\sqrt{x}}{\sqrt{x} + \sqrt{y}}$ 이다.

(2) 주어진 조건으로부터 $a_1 = 1$, $a_2 = r$ 이다. 여기서 $r = \frac{(\sqrt{5}-1)^2}{4}$ 이라 하자.

(1)의 결과를 적용하여

$$a_3 = \frac{1 \cdot r}{\left(1 + \frac{\sqrt{5}-1}{2}\right)^2} = \frac{\frac{(\sqrt{5}-1)^2}{4}}{\left(1 + \frac{\sqrt{5}-1}{2}\right)^2} = \frac{(\sqrt{5}-1)^2}{(\sqrt{5}+1)^2} = \left(\frac{(\sqrt{5}-1)(\sqrt{5}-1)}{(\sqrt{5}+1)(\sqrt{5}-1)}\right)^2 = \left(\frac{(\sqrt{5}-1)^2}{4}\right)^2 = r^2$$

임을 알 수 있다.

원 O_3 와 원 O_2 의 반지름의 길이의 비 $\frac{a_3}{a_2}$ 는 원 O_2 와 원 O_1 의 반지름의 길이의 비 $\frac{a_2}{a_1}$ 와 r 로 서로 같다. 원 O_2 와 원 O_3 가 서로 한 점에서 만나고 동시에 x 축에 접하는 관계는 원 O_1 와 원 O_2 가 서로 한 점에서 만나고 동시에 x 축에 접하는 관계와 닮았고 그 닮음비가 r 이다. 그래서 원 O_2 와 원 O_3 사이 관계에서 만들어진 원 O_4 와 원 O_1 와 원 O_2 사이 관계에서 만들어진 원 O_3 의 닮음비가 r 이 되고, 원 O_4 의 반지름의 길이 a_4 는 원 O_3 의 반지름의 길이 a_3 의 r 배가 된다. 즉, $a_4 = ra_3 = r^3$ 이다.

이와 같은 닮은 관계가 계속되므로 $a_{n+1} = ra_n$ 이 되어 a_n 은 등비 r 을 가지는 등비수열이다.

그래서 $a_n = r^{n-1} = \frac{(\sqrt{5}-1)^{2n-2}}{4^{n-1}}$ 이다.

모든 자연수 n 에 대하여 원 O_n 과 x 축과의 교점을 X_n 이라 하자.

원 O_{n+1} 은, n 이 짝수일 때, 원 O_n 의 왼쪽, n 이 홀수일 때, 원 O_n

의 오른쪽에 위치하므로,

$$x_{n+1} = x_n + (-1)^{n-1} \overline{X_n X_{n+1}}$$

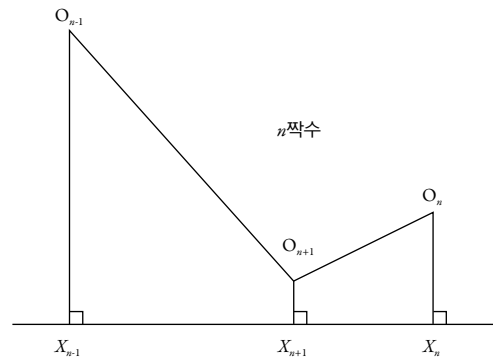
이다.

그래서 $\overline{X_n X_{n+1}}$ 은 (1)의 결과로부터

$$\overline{X_n X_{n+1}} = \frac{2r^{n-1} \cdot \sqrt{r^{n-2}}}{\sqrt{r^{n-2}} + \sqrt{r^{n-1}}} = \frac{2r^{n-1}}{1 + \sqrt{r}} = \frac{2}{1 + \sqrt{r}} r^{n-1} = \frac{4}{\sqrt{5} + 1} r^{n-1} = (\sqrt{5} - 1)r^{n-1} \text{이다.}$$

$$x_1 = 0 \text{이므로 } x_{n+1} = \sum_{i=1}^n (-1)^{i-1} \overline{X_i X_{i+1}} = \sum_{i=1}^n (\sqrt{5} - 1)(-r)^{i-1} \text{이다.}$$

$$\text{그래서 } \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \frac{\sqrt{5} - 1}{1 - (-r)} = \frac{\sqrt{5} - 1}{1 + \frac{3 - \sqrt{5}}{2}} = \frac{2(\sqrt{5} - 1)}{5 - \sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{이다.}$$



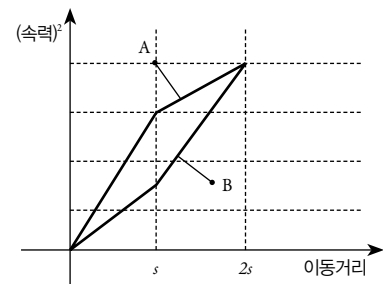
물리

문제 II-1

타원 궤도에서 지구와 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 지구까지의 거리를 R_m , R_M 이라 하자. A, B, C가 만드는 각각의 궤도에서 지구와 가장 먼 위치의 가속도 크기에 대한 가장 가까운 위치의 가속도 크기의 비율이 4, 9, 16이라는 조건으로부터 A, B, C에 대한 $R_m : R_M$ 는 각각 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4이다. 타원의 긴 반지름은 $\frac{R_m + R_M}{2}$ 이고, 각 궤도에 대한 R_m 은 같으므로 O, A, B, C에 대한 긴 반지름의 비는 2 : 3 : 4 : 5이고, 케플러의 제3법칙으로부터 주기의 제곱은 긴 반지름의 세제곱에 비례하므로, $T_O : T_A : T_B : T_C = 2\sqrt{2} : 3\sqrt{3} : 8 : 5\sqrt{5}$ 이다.

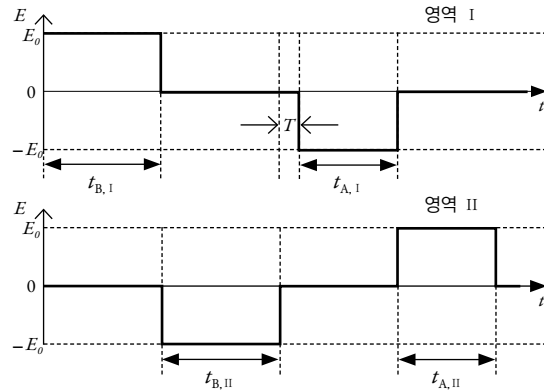
문제 II-2

일 · 운동 에너지 정리에 의해 물체 A, B가 각 구간을 빠져나온 직후의 속력은 같다. 또한, 각 물체가 구간의 반(힘의 크기가 바뀌는 경계)에 도달할 때 물체의 속력은 A가 B보다 크다. 따라서 이동 거리에 따른 각 물체에 대한 속력의 제곱은 다음 그래프와 같은 개형을 따른다. 그래프에서 알 수 있듯이, 구간 내 모든 위치에서 A의 순간 속력이 B의 순간 속력보다 크므로 $t_A < t_B$ 이다.



문제 II-3

(1) 영역을 통과하기 전과 후에 전자의 속도가 같다는 조건으로부터 전자가 I, II를 지날 때 전기장의 방향이 두 영역에서 모두 $-x$ 방향이거나, $+x$ 방향일 수 없고, 방향이 바뀌어야 한다. 또한 $D > d$ 라는 조건으로부터 B가 I, II를 지날 때 각각 $E_{B,I} = E_o$, $E_{B,II} = -E_o$ 이 되도록 하고(단, 전기장이 +일 때 전기장의 방향은 $+x$ 방향이고, -일 때 전기장의 방향은 $-x$ 방향), A가 I, II를 지날 때 각각 $E_{A,I} = -E_o$, $E_{A,II} = E_o$ 가 되어야 한다. 또한, B가 II를 빠져나오기 전에는 A가 I에 진입하지 않는다는 조건으로부터 $T > 0$ 이어야 하고, [문제 II-2]의 결과로부터 $t_{B,I} = t_{B,II} > t_{A,I} = t_{A,II}$ 이므로, 각 영역에서 전기장의 세기를 시간에 대한 그래프로 그리면 다음과 같다.



(2) B가 I, II를 통과할 때 $E_{B,I} = E_0 = \frac{mv^2}{eL_0}\alpha$, $E_{B,II} = -E_0 = -\frac{mv^2}{eL_0}\alpha$ (단, $\alpha > 0$)라고 하면, B가 I, II를 통과할 때 가속도를 각각 $a_{B,I}$, $a_{B,II}$ 라고 하면 $a_{B,I} = -\frac{eE_{B,I}}{m} = -\frac{v^2}{L_0}\alpha$, $a_{B,II} = -\frac{eE_{B,II}}{m} = \frac{v^2}{L_0}\alpha$ 이다. 등가속도 운동 공식으로부터 B가 II에 진입할 때의 속도는 $v_B = \sqrt{v^2 + 2a_{B,I}L_0} = v\sqrt{1-2\alpha}$ 이고, II를 통과한 후 속도는 $v_f = \sqrt{v_B^2 + 2a_{B,II}L_0} = \sqrt{v^2(1-2\alpha) + 2\alpha v^2} = v$, B가 I에 진입하는 순간부터 빠져나올 때까지 걸리는 시간은 $t_{B,I} = \frac{\sqrt{v^2 + 2a_{B,I}L_0} - v}{a_{B,I}} = \frac{L_0}{v} \frac{(1-\sqrt{1-2\alpha})}{\alpha} = t_{B,II}$ 이고, $t_{B,I} + t_{B,II} = \frac{2L_0}{v\alpha}(1-\sqrt{1-2\alpha})$. 마찬가지로 계산하면 $t_{A,I} = \frac{L_0}{v} \frac{(\sqrt{1+2\alpha}-1)}{\alpha} = t_{A,II}$, 이고, $t_{A,I} + t_{A,II} = \frac{2L_0}{v\alpha}(\sqrt{1+2\alpha}-1)$ 이다.

따라서 $(t_{B,I} + t_{B,II}) - (t_{A,I} + t_{A,II}) = \frac{2L_0}{v\alpha}(2-\sqrt{1-2\alpha}-\sqrt{1+2\alpha})$. 한편 B가 II를 빠져 나간 순간부터 A가 I에 진입하는 순간까지의 시간이 T 이므로 $D = v(T + t_{B,I} + t_{B,II})$ 로부터 $T = \frac{D}{v} - (t_{B,I} + t_{B,II})$ 이고, $d = v(T + t_{A,I} + t_{A,II}) = v\left(\frac{D}{v} - (t_{B,I} + t_{B,II}) + (t_{A,I} + t_{A,II})\right)$ 이므로,

$$\frac{D-d}{D} = \frac{v}{D}(t_{B,I} + t_{B,II} - t_{A,I} - t_{A,II}) = \frac{2L_0}{D\alpha}(2-\sqrt{1-2\alpha}-\sqrt{1+2\alpha}).$$

한편 B가 II를 빠져 나오기 전에 A는 I에 진입하지 않는다는 조건으로부터 $T = \frac{D}{v} - (t_{B,I} + t_{B,II}) \geq 0$ 을 만족해야 하므로 $T = \frac{D}{v} - (t_{B,I} + t_{B,II}) = \frac{D}{v} - \frac{2L_0}{v\alpha}(1-\sqrt{1-2\alpha}) = \frac{D}{v}\left(1 - \frac{2L_0}{\alpha D}(1-\sqrt{1-2\alpha})\right) \geq 0$ 이고,

$$\frac{D}{L_0} \geq \frac{2}{\alpha}(1-\sqrt{1-2\alpha}) \text{ 이므로 } \frac{L_0}{D} \leq \frac{\alpha}{2(1-\sqrt{1-2\alpha})} \text{ 이다. 따라서, } \frac{D-d}{D} = \frac{2L_0}{D\alpha}(2-\sqrt{1-2\alpha}-\sqrt{1+2\alpha}) \leq \frac{2-\sqrt{1-2\alpha}-\sqrt{1+2\alpha}}{1-\sqrt{1-2\alpha}} \text{ 이며,}$$

주어진 조건 $\alpha = \frac{1}{4}$ 를 이용하면 $\left(\frac{D-d}{D}\right)_{Max} = \frac{2-\sqrt{2}/2-\sqrt{6}/2}{1-\sqrt{2}/2} \simeq 0.23$ 이다.

화학

문제 II-1

(1) 에탄올의 연소 반응식; $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$

탄소 화합물 X의 연소 반응식; $C_nH_{2n+2}O_n + aO_2(g) \rightarrow nCO_2(g) + (n+1)H_2O(g)$

(상태 표시는 필수 아님)

i) 탄소 화합물 X의 연소 반응식에서 산소의 계수비를 이용하여 (질량보존의 법칙),

$$n + 2a = 2n + (n+1) \cdots \textcircled{1}$$

ii) 같은 분자 수(같은 몰수)의 두 물질이 완전히 연소할 때 필요한 산소의 비는 반응식의 계수와 비례하므로,

$$6:7 = 3:a \cdots \textcircled{2}$$

①과 ②를 통해 $n = 3$, $a = \frac{7}{2}$ 이다.

\therefore 탄소 화합물 X의 분자식은 $C_3H_8O_3$ 이고, 분자량은 92 g/mol이다.

(2) 수용액 A에 들어있는 화합물 X의 몰수를 x mol이라고 하면,

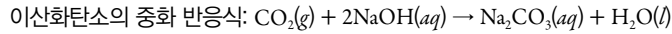
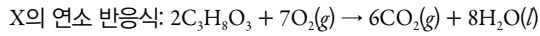
$$\text{혼합 용액의 농도 } 0.2 = \frac{x(\text{mol})}{0.4(\text{L}) + 0.6(\text{L})} \Rightarrow x = 0.2 \text{ (mol)}$$

$$\text{수용액 A에 들어있는 X의 질량} = 0.2 \text{ mol} \times 92 \text{ g/mol} = 18.4 \text{ g}$$

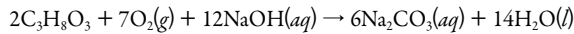
$$\text{수용액 A의 퍼센트 농도} = \frac{\text{X의 질량}}{\text{수용액 A의 질량}} \times 100 = \frac{18.4}{400 \times 1.15} \times 100 = 4(\%)$$

∴ 수용액 A의 질량 퍼센트 농도는 4%이다.

(3) (상태 표시는 필수 아님)

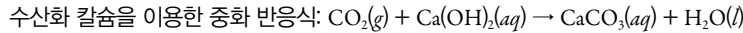


연소와 중화 반응을 종합하면 다음과 같은 화학 반응식을 쓸 수 있다.



위의 반응식에서, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 : \text{NaOH} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 7$ 이고 12.6 g (0.7 mol)의 H_2O 이 생성되었으므로
반응에 참여한 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 의 양은 0.1 mol이다.

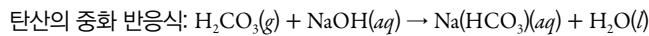
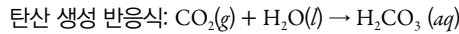
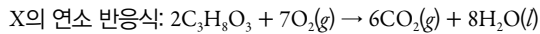
∴ 0.1 mol의 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 를 완전 연소시켜 얻은 CO_2 는 0.3 mol이다.



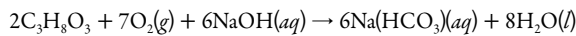
중화 반응에서 $\text{CO}_2 : \text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 몰수비가 1 : 1이므로, 0.3 mol의 수산화 칼슘이 필요하다.

$$\therefore \text{필요한 0.3 M의 수산화 칼슘의 부피} = 0.3 \text{ mol} \times \frac{1}{0.3(\text{mol/L})} = 1.0 \text{ L}$$

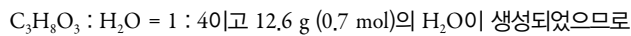
※ 탄산이 생성되는 반응을 고려해 아래와 같이 논술할 수도 있다.



연소와 중화 반응을 종합하면 다음과 같은 화학 반응식을 쓸 수 있다.

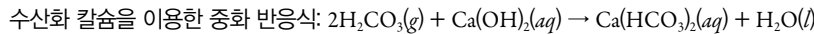
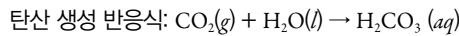


위의 반응식에서,



반응에 참여한 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 의 양은 0.175 mol이다.

∴ 0.175 mol의 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 를 완전 연소시켜 얻은 CO_2 는 0.525 mol이다.

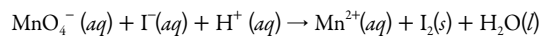


$\text{CO}_2 : \text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 몰수비가 2 : 1이므로, 0.2625 mol의 수산화 칼슘이 필요하다.

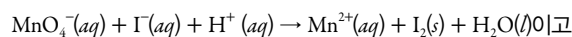
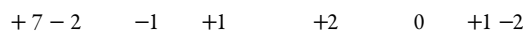
$$\therefore \text{필요한 0.3 M의 수산화 칼슘의 부피} = 0.2625 \text{ mol} \times \frac{1}{0.3(\text{mol/L})} = 0.875 \text{ L}$$

문제 11-2

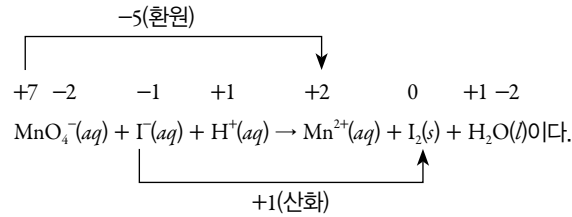
(1) 산성 용액이므로 반응물과 생성물의 관계는 아래와 같다. (상태 표시는 필수 아님)



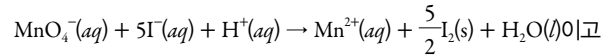
반응에 관여하는 모든 원자의 산화수를 표시하면



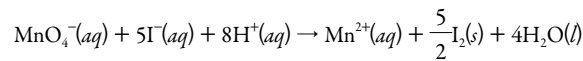
산화수가 증가하거나 감소한 원자의 산화수 변화를 표시하면



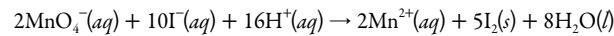
증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 계수를 조정하면



반응 전후의 원자 수가 같아지도록 계수를 확인하여 조정하면 아래와 같은 완성된 화학 반응식(알짜 이온 반응식)을 얻게 된다.

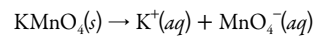
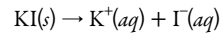


또는

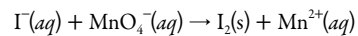


※ 산화 환원 반쪽 반응을 고려해 아래와 같이 논술할 수도 있다.

KI와 KMnO₄는 물에 녹아 아래와 같이 해리된다.



두 용액이 혼합되면 I⁻가 산화되어 I₂가 생성되고 MnO₄⁻가 환원되어 Mn²⁺가 생성되고(K⁺ 이온은 반응에 참여하지 않는 구경꾼 이온이)므로 아래와 같이 정리할 수 있다.



산화 반쪽 반응 : $2\text{I}^-(aq) \rightarrow \text{I}_2(s) + 2e^-$

환원 반쪽 반응 : $\text{MnO}_4^-(aq) + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(aq) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$

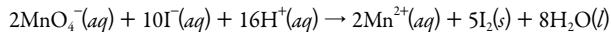
산성 용액이므로 수소 개수를 맞추면 $\text{MnO}_4^-(aq) + 5e^- + 8\text{H}^+(aq) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(aq) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$ 이다.

산화 반쪽 반응과 환원 반쪽 반응의 전자 수를 같게 하면

산화 반쪽 반응 : $10\text{I}^-(aq) \rightarrow 5\text{I}_2(s) + 10e^-$

환원 반쪽 반응 : $2\text{MnO}_4^-(aq) + 10e^- + 16\text{H}^+(aq) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(aq) + 8\text{H}_2\text{O}(l)$ 이다.

두 반쪽 반응을 합하면 아래와 같은 화학 반응식(알짜 이온 반응식)을 얻게 된다.



(2) KI의 몰 질량은 166 g/mol이고 KMnO₄는 158 g/mol, I₂는 254 g/mol이다.

41.5 g의 KI의 몰수는 0.25몰이고 3.16 g의 KMnO₄는 0.02몰이다.

KI와 KMnO₄는 5:1의 비로 반응한다.

KMnO₄와 반응하여 산화되는 KI의 몰수는 0.1몰이고 생성되는 I₂의 몰수는 0.05몰이므로 반응을 통해 생성되는 I₂의 질량은 $254 \times 0.05 = 12.7$ g이다.

혼합 용액 중 반응하지 않고 남아 있는 I⁻의 몰수는 0.15몰이고 K⁺의 총 몰수는 0.27몰이다.

혼합 용액의 부피는 200 mL이므로 I⁻와 K⁺의 몰 농도는 아래와 같다.

$$\text{I}^- : \frac{0.15 \text{ 몰}}{0.2 \text{ L}} = 0.75\text{M}$$

$$K^+ : \frac{0.27 \text{ 몰}}{0.2 \text{ L}} = 1.35M$$

KI 수용액의 밀도가 1.215 g/mL이므로 KI 수용액의 질량은 121.5 g이고 용매인 물의 질량은 80 g이다. KMnO₄ 수용액의 밀도가 1.0316 g/mL이므로 KMnO₄ 수용액의 질량은 103.16 g이고 용매인 물의 질량은 100 g이다. 반응을 통해 0.08몰의 물이 생성되므로 생성된 물의 질량은 1.44 g이다.

혼합 용액의 용매인 물의 총 질량은 181.44 g이므로 I⁻와 K⁺의 몰랄 농도는 아래와 같다.

$$I^- : \frac{0.15 \text{ mol}}{0.18144 \text{ kg}} = 0.83m$$

$$K^+ : \frac{0.27 \text{ mol}}{0.18144 \text{ kg}} = 1.49m$$

(3) 반응 속도식을 $v = k[I^-]^m[S_2O_8^{2-}]^n$ 으로 나타낸 후 반응 차수를 구한다.

실험 1과 2에서는 [I⁻]는 일정하고 [S₂O₈²⁻]가 절반으로 감소할 때 반응 속도가 절반으로 감소했으므로 $n = 1$ 이다.

실험 1과 3에서는 [S₂O₈²⁻]가 일정하고 [I⁻]는 절반으로 감소할 때 반응 속도가 절반으로 감소했으므로 $m = 1$ 이다.

따라서 반응 속도식은 $v = k[I^-][S_2O_8^{2-}]$ 이다.

실험 1의 값을 반응 속도식에 대입하여 k를 구하면

$$k = \frac{v}{[I^-][S_2O_8^{2-}]} = \frac{8.4 \times 10^{-6} \text{ Ms}^{-1}}{(0.04M)(0.04M)} = 5.25 \times 10^{-3} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{이다.}$$

생명과학

문제 II-1

(1) 전자 전달계는 해당과정, 피루브산의 산화, TCA 회로에서 공급되는 NADH와 FADH₂로부터 고에너지 전자를 제공받아 전달한다. 전자 전달계는 고에너지 전자가 전달될 때 방출되는 에너지를 이용하여 미토콘드리아 기질에서 막 사이 공간으로 H⁺을 능동 수송한다. 그 결과 미토콘드리아 막 사이 공간은 H⁺ 농도가 증가하고 기질은 H⁺ 농도가 감소한다. 따라서 미토콘드리아가 정상적으로 작동하는 시험관 ①의 경우 시점 t₂에서 막 사이 공간이 pH가 더 낮다. 전자 전달계에서 전자는 최종적으로 산소에 전달되고, 산소는 전자와 H⁺를 받아 물로 환원된다.

(2) 시험관 ②의 경우 저해제 X를 첨가하였으므로 전자 전달계의 전자 흐름이 차단되어 산소가 소모되지 않으므로 시험관 내 산소 농도가 변화가 없다. 따라서 산소 농도 곡선 ㉠은 시험관 ②에서 측정된 것이다. 이 때 H⁺의 농도 차이가 생성되지 않아서 ATP는 합성되지 않는다. 시험관 ①의 경우 저해제를 첨가하지 않았으므로 전자 전달계와 ATP 합성 효소가 모두 정상적으로 작동하므로 ATP가 합성될 수 있다. 따라서 산소 반응 곡선 ㉡에서 측정된 것이다.

(3) ATP 합성 효소에 의한 ATP 합성은 막 사이 공간과 기질 사이의 H⁺의 농도 차이에 의한 화학 삼투가 필요하다. 저해제 Y는 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해 H⁺이 새어나가게 하는 물질이므로 전자 전달계에 의해 미토콘드리아 내막을 사이에 두고 막 사이 공간과 기질사이에 형성되었던 H⁺의 농도 차이를 없애지게 한다. 따라서 화학 삼투를 통한 H⁺의 이동이 일어나지 못하므로 ATP가 합성되지 않는다.

문제 II-2

서로 다른 조직으로 분화된 세포에서는 발현되는 유전자들이 달라진다. 유전자 발현에는 핵심 조절 유전자뿐만 아니라 여러 전사 인자가 중요한 역할을 한다. 유전자는 다양한 조절 부위가 있어서 유전자가 특정 조직 세포에서 또는 발생의 특정 시기에 발현되도록 조절하는 기능을 가진다. 각기 다른 조직 세포들은 각각 다른 종류의 전사 인자들을 발현하고, 이들이 서로 다른 조합으로 유전자 발현 조절 부위에 결합하여 다른 종류의 RNA와 단백질들을 합성한다. 따라서, 뇌, 폐, 심장, 위 등을 구성하는 조직 세포가 동일한 DNA를 가지고 있음에도 서로 다른 종류의 RNA와 단백질들을 합성하게 됨으로써 각 기관이 고유한 형태와 기능을 나타내게 된다.

문제 II-3

백신 접종 1주일 후에는 1차 면역 반응이 일어난다. 백신 접종으로 항원이 처음 도입되면 대식 세포가 항원을 세포 표면에 제시한다. 항원을 인식한 보조 T 림프구가 B 림프구를 활성화한다. 활성화된 B 림프구는 형질 세포와 기억 세포로 분화하고 형질 세포가 소량의 항체를 형성하는 1차 면역 반응이 일어난다.

백신 접종 2달 후에는 2차 면역 반응이 일어난다. 1차 면역 반응으로 형성된 기억 세포는 백신의 항원이 제거된 후에도 남아 있다가 같은 종류의 항원이 재침입하면 더 많은 형질 세포로 분화한다. 따라서 짧은 시간 내에 다량의 항체를 생성하는 2차 면역 반응이 일어난다.

문제 II-4

(1) 이 유전병이 우성이라면 부모 중 한 사람에서만 유전병이 나타나도 유전병을 가진 자녀가 나타날 수 있다. 또 이 유전병이 열성이라면 부모가 유전병 여부와 관계없이 부모가 모두 열성 대립유전자를 가지고 있으면 유전병을 가진 자녀가 나타날 수 있다. 즉 유전병이 발병한 환자의 배우자(I-2, II-1, II-3, II-7)가 모두 보인자일 경우 열성 유전도 가능하다. 따라서 이 가계도만으로 이 유전병이 우성 또는 열성 형질인지 판단할 수 없다.

(2) 이 유전병은 여성에게도 발병했으므로 Y 염색체에 의한 유전은 아니다. 그리고 X 염색체에 의한 열성 형질을 가정하면 II-3은 우성 대립유전자(정상 대립유전자)가 X 염색체에 있고 해당 X 염색체를 딸에게 유전하게 되는데, III-6은 유전병 여자이므로 모순된다. 또한 X 염색체에 의한 우성 형질을 가정하면 II-6은 우성 대립유전자(유전병 대립유전자)가 X 염색체에 있으므로 모든 딸은 유전병을 가져야 하는데 III-14는 정상이므로 이 가정도 모순됨을 알 수 있다. 따라서 이 유전병 유전자는 상염색체에 위치함을 알 수 있다.

출제개요

수학

문제 I

문제 I 수학 문제에서는 고등학교 수학 교육과정의 방정식과 부등식을 활용하여 이차방정식과 이차부등식의 해를 찾는 문제와 고등학교 수학 교육과정의 등비급수를 활용하여 도형의 위치를 찾는 문제를 출제하였다. 이차함수가 바뀔 때 그 해가 어떻게 변화하는지와 도형의 넓음 관계로부터 어떤 점의 위치가 등비수열로 표현됨을 논리적으로 사고하고 수학적으로 추론할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 단편적인 수학의 공식의 활용 능력보다는 주어진 조건을 종합적으로 이해하여 주어진 상황을 수학적 문제로 해석하고, 그 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖고 있는지를 평가하고자 하였다.

문제 I-1에서는 '수학'의 '방정식과 부등식' 단원에서 학습하는 이차방정식의 해를 구하고 그 해가 최댓값을 갖는 때를 찾는 문제와 이차부등식의 해의 표현과 그 의미를 잘 이해하고 활용할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 문제 I-2에서는 좌표평면에서 연속되는 두 원들이 한 점에서 서로 만나고 동시에 x -축에 접하는 상황에서 '수학'의 '등비수열' 단원과 '미적분'의 '등비급수'단원에서 학습하는 내용을 잘 이해하고 활용하여 이 원들의 중심의 좌표를 등비수열로 표현할 수 있고 그 극한을 계산할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	비고	재구성여부
고등학교 교과서	수학	고성은 외 6인	신사고	2019	88	제시문 [가]	×
	미적분	이준열 외 7인	천재교육	2019	66	제시문 [나]	×
	미적분	홍성복 외 10인	지학사	2019	95	제시문 [다]	×
	수학 I	김원경 외 14인	비상교육	2018	127	제시문 [라]	×
	미적분	황선욱 외 8인	미래엔	2019	35	제시문 [마]	×

물리

논제 II

논제 II 과학-물리 논제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 기본적인 과학적 소양을 바탕으로, 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 평가하고자 하였다. 논제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 케플러 법칙, 등가속도 운동, 일-에너지 정리, 전기장에서의 힘, 뉴턴 운동법칙 등의 기본적 물리적 개념을 제시하였다. 논제에서 주어진 구체적인 상황에 대해, 제시문의 정보를 적절히 이용하고, 논리적 과정으로 추론하여, 논제에 대한 과학적이고 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

제시문들에 관해 좀 더 구체적으로 설명하면 제시문 [가]는 케플러 법칙을 설명하며, 제시문 [나]는 등가속도 운동을 설명하고 있다. 제시문 [다]는 일-에너지 정리, [라]는 전기장에서의 힘, [마]는 뉴턴 운동법칙을 설명한다. 제시문 [가]~[마]는 다섯 종류의 물리II 및 여덟 종의 물리I 교과서에서 모두 다루고 있는 내용이며, 출처는 위와 같다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	41,42	제시문 [가]	○
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	48	제시문 [가]	○
고등학교 물리 II	손정우 외 5인	비상교육	2020	39	제시문 [가]	○
고등학교 물리 II	김성원 외 5인	지학사	2020	50,51	제시문 [가]	○
고등학교 물리 II	강남화 외 5인	천재교육	2020	40,41	제시문 [가]	○
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	33	제시문 [나]	○
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	29	제시문 [나]	○
고등학교 물리 II	손정우 외 5인	비상교육	2020	22~27	제시문 [나]	○
고등학교 물리 II	김성원 외 5인	지학사	2020	27~30	제시문 [나]	○
고등학교 물리 II	강남화 외 5인	천재교육	2020	27~28	제시문 [나]	○
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	70	제시문 [다]	○
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	70~72	제시문 [다]	○
고등학교 물리 II	손정우 외 5인	비상교육	2020	62~63	제시문 [다]	○
고등학교 물리 II	김성원 외 5인	지학사	2020	72~73	제시문 [다]	○
고등학교 물리 II	강남화 외 5인	천재교육	2020	63	제시문 [다]	○
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	98	제시문 [라]	○
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	95	제시문 [라]	○
고등학교 물리 II	손정우 외 5인	비상교육	2020	87	제시문 [라]	○
고등학교 물리 II	김성원 외 5인	지학사	2020	100	제시문 [라]	○
고등학교 물리 II	강남화 외 5인	천재교육	2020	88	제시문 [라]	○
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2020	27	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	이상연 외 4인	금성출판사	2020	21	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	곽영직 외 3인	와이비엠	2020	23~25	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	김성원 외 5인	지학사	2020	23	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	강남화 외 5인	천재교육	2020	24	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	송진웅 외 4인	동아출판	2020	20	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	김성진 외 6인	미래엔	2020	24	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	손정우 외 5인	비상교육	2020	24	제시문 [마]	○

화학

논제 II

논제 II-1은 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 연소 반응과 산 염기 중화 반응에서의 양적 관계를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 다양한 농도의 개념을 정확하게 이해하고 반응물과 생성물 간의 양적 관계를 정확히 이해하고 있는지를 종합적으로 평가하고자 하였다.

논제 II-2는 고등학교 화학 I과 II의 교육 과정에서 다루는 산화 환원 반응에서의 반응물과 생성물의 양적 관계를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 산화 환원 반응의 화학 반응식을 완성하고 반응물과 생성물 간의 양적 관계에 대한 이해와 농도에 따른 반응 속도의 변화를 이해하고 있는 지를 종합적으로 평가하고자 하였다.

각 제시문은 고등학교 교과서를 기본으로 하여 제시하였고 교육 과정을 충실히 따르고 제시문을 정확하게 이해할 수 있는 학생들을 대상으로 출제하였다. 각 영역에 대한 단편적인 지식의 습득 유무보다는 각 영역에 대한 기본적인 개념의 이해를 바탕으로 한 통합적인 사고 및 활용 능력을 파악하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
화학 I	노태희 외	천재교육	2018	26-28	제시문 [가]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	32-35		
	홍훈기 외	교학사	2018	30-33		
	강대훈 외	와이비엠	2018	36-38		
	최미화 외	미래엔	2018	30-32		
	박종석 외	비상교육	2018	31		
	이상권 외	지학사	2018	31-33		
	하윤경 외	금성출판사	2018	32		
	황성용 외	동아출판	2018	31-33		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	34-39	제시문 [나]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	34-39		
	강대훈 외	와이비엠	2018	50-56		
	황성용 외	동아출판	2018	39-44		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	40-47		
	박종석 외	비상교육	2018	34-39		
	노태희 외	천재교육	2018	30-39		
	홍훈기 외	교학사	2018	39-44		
	최미화 외	미래엔	2018	36-41		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	40-42	제시문 [다]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	40-43		
	강대훈 외	와이비엠	2018	41-43		
	황성용 외	동아출판	2018	36-37		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	48-50		
	박종석 외	비상교육	2018	40-42		
	노태희 외	천재교육	2018	40-43		
	홍훈기 외	교학사	2018	43-44		
	최미화 외	미래엔	2018	44-45		
화학 I	노태희 외	천재교육	2018	173-174	제시문 [라]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	175		
	홍훈기 외	교학사	2018	161		
	강대훈 외	와이비엠	2018	185-186		
	최미화 외	미래엔	2018	167		
	박종석 외	비상교육	2018	148-159		
	이상권 외	지학사	2018	168-171		
	하윤경 외	금성출판사	2018	158-163		
	황성용 외	동아출판	2018	175-177		

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
화학 I	이상권 외	지학사	2018	175-180	제시문 [마]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	168-173		
	강대훈 외	와이비엠	2018	193-199		
	황성용 외	동아출판	2018	188-196		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	182-189		
	박종석 외	비상교육	2018	166-171		
	노태희 외	천재교육	2018	184-196		
	홍훈기 외	교학사	2018	174-181		
화학 II	최미화 외	미래엔	2018	176-186	제시문 [다]	○
	이상권 외	지학사	2018	49-52		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	55-57		
	박종석 외	비상교육	2018	39-41		
	노태희 외	천재교육	2018	49-52		
	홍훈기 외	교학사	2018	53-57		
화학 II	최미화 외	미래엔	2018	52-57	제시문 [바]	○
	이상권 외	지학사	2018	150-151		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	151-152		
	박종석 외	비상교육	2018	123-124		
	노태희 외	천재교육	2018	142-144		
	홍훈기 외	교학사	2018	136-138		
화학 II	최미화 외	미래엔	2018	144-145		

생명과학

논제 II

논제 II 과학-생명 과학-의학계에서는 고등학교 교육 과정 생명과학 I 과 생명과학 II에서 다루고 있는 생물의 특성과 생명 현상 전반에 관한 핵심 개념을 통합적으로 이해하고 있는지, 또 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다. [논제 II-1]에서는 생명과학 II의 '세포 호흡' 영역에서 과학적 실험 방법에 의해 도출된 결과를 이해하고, 세포 호흡을 통한 에너지 전환 과정과 산소의 중요성에 대한 정확한 개념을 논리적으로 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. [논제 II-2]에서는 생명과학 I의 '유전'과 생명과학 II의 '유전자의 발현과 조절' 영역을 연계하여 진핵세포가 동일한 DNA에서 세포나 조직에 따라 다른 전사 조절 인자들의 발현으로 다른 종류의 RNA와 단백질을 발현함을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. [논제 II-3]에서는 생명과학 I의 '항상성과 방어 작용', '방어작용' 영역에서 백신에 의해 나타나는 1차, 2차 면역반응의 원리를 이해하고, 이를 현 코로나19 방역에 대한 시사와 연결하여 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. [논제 II-4]에서는 생명과학 I의 '사람의 유전' 영역에서 가계도를 이해하고 이에 대한 분석을 통해 유전의 우열 관계 및 성염색체 또는 상염색체에 의한 유전을 구분할 수 있는 지 평가하고자 하였다.

제시문 [가]~[라]와 [논제 II-1]~[논제 II-4]에서 제시된 자료와 정보는 고등학교 <생명과학 I>과 <생명과학 II> 교과서에 근거하고 있음.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
생명과학I	오현선 외	미래엔	2018	38-53	제시문 [가]	○
생명과학I	이준규 외	천재교육	2018	33-43	제시문 [가]	○
생명과학I	김윤택 외	동아출판	2018	40-47	제시문 [가]	○
생명과학I	이용철 외	와이비엠	2019	31-38	제시문 [가]	○
생명과학I	심재호 외	금성출판사	2018	49-54	제시문 [가]	○

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
생명과학	권혁빈 외	교학사	2018	33-40	제시문 [가]	○
생명과학II	전상학 외	지학사	2018	72-80	제시문 [가]	○
생명과학III	권혁빈 외	교학사	2018	69-77	제시문 [가]	○
생명과학III	심규철 외	비상교육	2018	78-84	제시문 [가]	○
생명과학III	오현선 외	미래엔	2018	78-90	제시문 [가]	○
생명과학III	이준규 외	천재교육	2018	70-79	제시문 [가]	○
생명과학	오현선 외	미래엔	2018	126-127	제시문 [나]	○
생명과학	전상학 외	지학사	2018	112-142	제시문 [나]	○
생명과학	김윤택 외	동아출판	2018	116-124	제시문 [나]	○
생명과학	이용철 외	와이비엠	2019	125-127	제시문 [나]	○
생명과학	심재호 외	금성출판사	2018	132-138	제시문 [나]	○
생명과학	권혁빈 외	교학사	2018	120-124	제시문 [나]	○
생명과학II	전상학 외	지학사	2018	112-124	제시문 [나]	○
생명과학III	권혁빈 외	교학사	2018	123-129	제시문 [나]	○
생명과학III	심규철 외	비상교육	2018	136-141	제시문 [나]	○
생명과학III	오현선 외	미래엔	2018	136-140	제시문 [나]	○
생명과학III	이준규 외	천재교육	2018	131-136	제시문 [나]	○
생명과학	오현선 외	미래엔	2018	105-109	제시문 [다]	○
생명과학	전상학 외	지학사	2018	92-100	제시문 [다]	○
생명과학	김윤택 외	동아출판	2018	98-102	제시문 [다]	○
생명과학	이용철 외	와이비엠	2019	98-112	제시문 [다]	○
생명과학	심재호 외	금성출판사	2018	114-121	제시문 [다]	○
생명과학	권혁빈 외	교학사	2018	105-109	제시문 [다]	○
생명과학	오현선 외	미래엔	2018	140-144	제시문 [라]	○
생명과학	전상학 외	지학사	2018	112-142	제시문 [라]	○
생명과학	김윤택 외	동아출판	2018	134-150	제시문 [라]	○
생명과학	이용철 외	와이비엠	2019	140-153	제시문 [라]	○
생명과학	심재호 외	금성출판사	2018	146-158	제시문 [라]	○
생명과학	권혁빈 외	교학사	2018	134-143	제시문 [라]	○



의학계 II

출제문제	94
예시답안	101
출제개요	108



수학

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

가

두 수열 $\{a_n\}$ 과 $\{b_n\}$ 이 수렴하고 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$, $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = \beta$ (α, β 는 실수)일 때,

(1) 모든 자연수 n 에 대하여 $a_n \leq b_n$ 이면 $\alpha \leq \beta$ 이다.

(2) 수열 $\{c_n\}$ 이 모든 자연수 n 에 대하여 $a_n \leq c_n \leq b_n$ 이고 $\alpha = \beta$ 이면, 수열 $\{c_n\}$ 은 수렴하고 $\lim_{n \rightarrow \infty} c_n = \alpha$ 이다.

나

좌표평면 위의 두 점 $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$ 사이의 거리는

$$AB = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

다

점 (x_1, y_1) 과 직선 $ax + by + c = 0$ 사이의 거리 d 는

$$d = \frac{|ax_1 + by_1 + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

라

함수 $f(x)$ 가 닫힌구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때, 곡선 $y = f(x)$ 와 x 축 및 두 직선 $x = a$, $x = b$ 로 둘러싸인 도형의 넓이 S 는

$$S = \int_a^b |f(x)| dx$$

마

닫힌구간 $[a, b]$ 에서 x 좌표가 x 인 점을 지나고 x 축에 수직인 평면으로 자른 단면의 넓이가 $S(x)$ 인 입체도형의 부피 V 는

$$V = \int_a^b S(x) dx$$

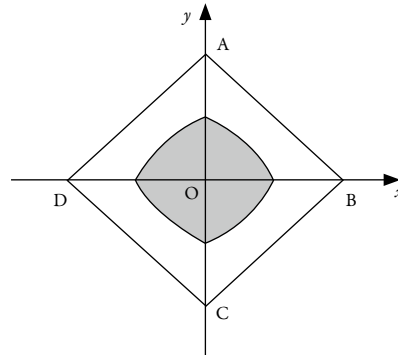
바

두 함수 $f(x)$ 와 $g(x)$ 가 미분가능하고, $f'(x)$ 와 $g'(x)$ 가 닫힌구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때,

$$\int_a^b f(x)g'(x)dx = [f(x)g(x)]_a^b - \int_a^b f'(x)g(x)dx$$

문제 1 제시문 [가]~[바]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

문제 1-1 [그림 1]과 같이 좌표평면 위에 네 점 $A(0, 1)$, $B(1, 0)$, $C(0, -1)$, $D(-1, 0)$ 을 꼭짓점으로 하는 마름모가 있다. 이 마름모 내부의 점들 중에서, 그 점과 원점 O 사이의 거리가 그 점과 가장 가까운 마름모의 변까지 거리의 $\sqrt{2}$ 배가 되는 점들이 나타내는 곡선으로 둘러싸인 도형을 R 이라 하자.



[그림 1]

- (1) R 의 넓이를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)
- (2) R 을 밑면으로 하고, x 축에 수직인 평면으로 자른 단면이 반원이 되는 입체도형이 있다. 이 입체도형의 부피를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

문제 1-2 실수 $k(0 \leq k \leq 2)$ 와 자연수 n 에 대하여 아래와 같은 수열 $\{a_n\}$ 이 있다.

$$a_n = \int_0^k \frac{x^n (x-k)^n}{n!} e^x dx$$

(단, $n! = n(n-1)(n-2) \times \cdots \times 3 \times 2 \times 1$)

- (1) 극한 $\lim_{n \rightarrow \infty} |a_n|$ 을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)
- (2) a_1, a_2, a_3, a_4 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (20점)

물리

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

가

직선상에서 속력이 일정하게 증가하거나 감소하는 물체의 운동을 등가속도 직선 운동이라고 한다. 등가속도 직선 운동을 하는 물체의 속도-시간 그래프는 기울기가 일정한 직선을 나타내고, 위치-시간 그래프는 이차함수, 즉 포물선 모양을 나타낸다.

나

질량이 m 이고 처음 속력이 v_0 인 물체에 알짜힘이 작용하여 나중 속력이 v 가 되었을 때 물체에 한 일은 $W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ 이다. 이는 물체에 해 준 일이 물체의 운동 에너지의 변화량과 같다는 것을 의미한다. 이때 일의 단위는 J(줄)이며, 1J은 1N의 힘으로 물체를 1m이동시킨 일을 나타낸다.

다

전기장 내에 단위 양전하가 갖는 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지를 그 지점의 전위라고 하고, 전기장 내 두 지점 사이의 전위의 차를 전위차 또는 전압이라고 한다. 두 평행판 사이의 전위차가 V 일 때, 전하량이 $+q$ 인 전하를 전기력에 거슬러 옮기기 위해서는 $W=qV$ 만큼의 일을 해 주어야 한다. 예를 들어 전자 하나를 전위차가 1V인 두 점 사이에서 전기력에 거슬러 옮기는 데 필요한 일은 $1.6 \times 10^{-19} \text{J}$ 또는 1eV(전자볼트)이다.

라

아인슈타인은 빛을 연속적인 파동의 흐름이 아니라 진동수에 비례하는 에너지를 갖는 불연속적인 에너지 입자의 흐름으로 가정함으로써 광전 효과의 실험 결과를 모두 설명할 수 있었다. 그 불연속적인 에너지 입자를 광자라고 한다. 진공 속에서 빛의 속력을 c , 빛의 파장을 λ 라고 하면, 광자 하나의 에너지는 $E = \frac{hc}{\lambda}$ 와 같고, 여기서 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ 로 플랑크 상수이다.

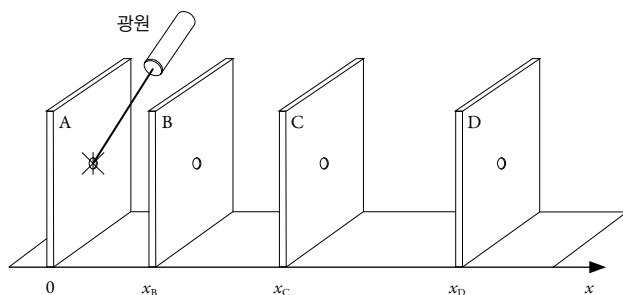
마

광전효과에 의해 금속 표면에서 전자가 튀어나오게 할 때 필요한 최소한의 에너지를 일함수라고 하며 W_0 으로 나타낸다. 광자의 에너지값이 W_0 보다 클 때 금속판으로부터 나오는 전자의 최대 운동 에너지는 $E_k = \frac{hc}{\lambda} - W_0$ 이며, 광자의 에너지값이 W_0 보다 작을 때는 전자가 방출되지 않는다.

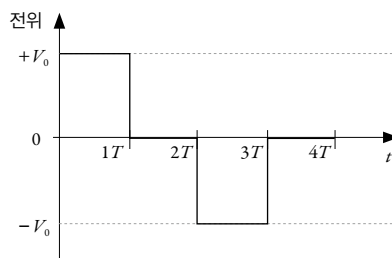
문제 II

제시문 [가]~[마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

[그림 1]은 평행한 금속판 사이의 전기장을 이용해 전자를 가속시키는 장치를 나타낸 것이다. 금속판 A, B, C, D를 x 축과 수직으로 서로 평행하게 각각 $x=0, x_B, x_C, x_D$ 에 배치하였고, 광원을 설치하여 A에 빛을 쏘일 수 있게 하였다. A를 제외한 나머지 B, C, D의 중앙에는 전자가 통과할 수 있는 작은 구멍이 있다. A, D, $x > x_D$ 인 영역의 전위는 0V로 유지하고, B와 C의 전위를 [그림 2]와 같이 시간 t 에 따라 변화시켰다. 단, 각 금속판의 두께는 무시하고, 구멍에서의 전위는 금속판의 전위와 같으며, 금속판 사이의 전기장은 균일하다. 장치 전체는 진공상태이고, 전자기파의 발생이나 상대론적 효과는 무시한다.



[그림 1]



[그림 2]

(1) $t=0$ 부터 $t=4T$ 까지 위치 x 에 대한 전위 V 의 그래프를 시간 구간 $0T \sim 1T, 1T \sim 2T, 2T \sim 3T, 3T \sim 4T$ 로 각각 구분하여 그리고, 그 근거를 논술하시오. (6점)

(2) A의 중앙에 짧은 시간 동안 파장 250nm인 빛을 쏘았다. 이때 A에서 전자가 튀어나온다면 이 순간 전자의 최대 운동 에너지 E_k 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. 만약 전자가 튀어나오지 않는다면 그 이유에 대해 논술하시오. 단, A를 이루는 금속의 일함수 W_0 은 4.50eV이고, 플랑크 상수 h 는 $6.63 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ 또는 $4.14 \times 10^{-15} \text{eV} \cdot \text{s}$ 이다. (7점)

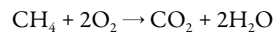
- (3) A의 중앙에 파장이 λ 인 빛을 쏘아 $t=0$ 일 때 질량 m , 전하량 q 인 광전자가 최대 운동 에너지로 튀어나왔다. 이 전자가 시간 $t=1T, 2T, 3T$ 일 때 B, C, D의 구멍을 각각 v_B, v_C, v_D 의 속도로 통과하였다. 시간 $0 \leq t \leq 4T$ 범위에서 전자의 위치 x 와 속도 v 를 시간 t 에 대한 그래프로 각각 그리고, 그 근거를 논술하시오. (7점)
- (4) 문제 (3)의 상황에서 A부터 D까지 거리 x_D 를 변수 T, λ, V_0 을 이용하여 구하고, D에서 전자의 운동 에너지 E_D 는 변수 λ, V_0 을 이용하여 구하고, 그 근거를 논술하시오. 단, 전자의 질량은 m , 전하량은 q , 금속의 일함수는 W_0 , 플랑크 상수는 h , 진공에서 빛의 속력은 c 로 한다. (13점)
- (5) 전자의 운동 에너지 E_D 를 높이기 위해 V_0 을 바꾸려 한다. V_0 을 증가시킴에 따라 장치의 전체 길이 x_D 에 미치는 영향을 문제 (4)의 결과를 근거로 논술하시오. (7점)

화학

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

가

화학 반응식은 화학식과 기호를 사용하여 화학 반응을 나타낸 식이다. 화살표의 왼쪽에 반응물을, 오른쪽에 생성물을 표기한다. 아래는 화학 반응식의 예이다.



화학 반응식을 통해 반응물과 생성물의 종류를 알 수 있으며, 물질의 양(mol), 분자 수, 질량, 기체의 부피 등의 양적 관계도 파악할 수 있다.

나

기체 상태에서는 분자를 구성하는 원자의 수가 다르더라도 온도와 압력이 같은 조건에서 같은 부피에 같은 양(mol)의 분자가 포함되어 있다. 이를 아보가드로 법칙이라고 하며 0°C , 1기압에서 기체 분자 1몰, 즉 6.02×10^{23} 개의 분자가 차지하는 부피는 기체의 종류와 관계없이 22.4 L로 일정하다.

다

용액의 농도는 화학 반응에서의 양적 관계를 다룰 때 중요하다. 화학 반응은 수용액에서 많이 일어나며, 물질들은 일정한 입자 수의 비로 반응하므로 화학에서는 용액의 농도를 단위 부피의 용액 속에 포함된 용질의 양(mol)으로 표현하기도 한다. 용액 1 L에 녹아 있는 용질의 양(mol)을 몰 농도라고 하며, 단위는 M이나 mol/L를 사용한다. 용액의 부피는 온도에 따라 변하므로 몰 농도는 온도에 따라 달라진다. 온도 변화와 관계없이 일정한 농도 값이 필요할 때에는 몰 농도 대신 몰랄 농도를 사용한다. 몰랄 농도는 용매 1 kg에 녹아 있는 용질의 양을 나타내며, 단위는 m 또는 mol/kg을 사용한다.

라

산화수란 공유 결합 물질에서 전기 음성도가 더 큰 원자로 공유 전자쌍이 완전히 이동한다고 가정할 때 각 원자가 갖게 되는 가상의 전하이다. 전자를 잃은 상태는 (+)부호를 사용하고 전자를 얻은 상태는 (-)부호를 사용하여 나타낸다. 예를 들어 물 분자에서 산소는 수소보다 전기 음성도가 더 크므로 공유 전자쌍이 모두 산소로 이동한다고 가정하면 산소는 2개의 수소로부터 각각 전자 1개씩 얻는 것이고 수소는 전자 1개를 잃은 것이다. 따라서 산소의 산화수는 -2이고 수소의 산화수는 +1이다. 화학 반응에서 전자를 잃는 것은 산화이고 전자를 얻는 것은 환원이다. 산화와 환원은 전자를 주고받는 반응이기 때문에 항상 동시에 일어나므로 한 원자의 산화수가 증가하면 다른 원자의 산화수가 감소한다. 따라서 환원되는 물질은 다른 물질을 산화시키므로 산화제라고 하고, 반대로 산화가 되는 물질은 다른 물질을 환원시키므로 환원제라 한다.

마

기체의 부피는 기체의 몰수와 절대 온도에 비례하고 압력에 반비례한다. 이를 비례 상수(R)를 이용하여 정리하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있고, 이 식을 이상 기체 방정식이라고 한다.

$$PV = nRT \quad (R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$$

기체 1몰은 0℃, 1기압에서 22.4 L의 부피를 가지므로 이를 대입하면 R값을 구할 수 있다. 이 R을 기체 상수라고 한다.

바

비휘발성, 비전해질 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 증기 압력 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투압은 용질의 종류에는 관계없이 용액에 녹아 있는 용질의 입자 수로 결정된다. 이러한 묽은 용액의 성질을 용액의 총괄성이라고 한다. 예를 들어, 반투막을 사이에 두고 농도가 묽은 용액의 용매 분자가 농도가 더 진한 용액 쪽으로 이동하는 현상을 삼투 현상이라고 하고 외부에서 진한 용액 쪽에 압력을 가하면 삼투 현상을 막을 수 있다. 삼투 현상을 막는 데 필요한 압력을 삼투압이라고 하며, 기호 Π 로 나타낸다.

$$\Pi = CRT$$

문제 II-1 제시문 [가]~[라]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

H_2SO_4 를 포함하는 수용액에서 KMnO_4 과 H_2O_2 가 반응하면 MnSO_4 , O_2 , K_2SO_4 과 H_2O 이 생성된다. (단, H_2O_2 는 KMnO_4 과만 반응한다.)

(1) 이 반응의 화학 반응식을 완성하고 산화제 및 환원제가 무엇인지에 대해 논술하시오. (12점)

(2) 0℃, 1기압에서 H_2O_2 와 H_2SO_4 를 포함하는 200 mL의 용액에 31.6 g의 KMnO_4 을 넣어서 반응시켰다. 이 용액의 H_2O_2 와 H_2SO_4 의 몰 농도는 각각 0.25 M와 0.5 M이다. 반응이 완료될 때까지 발생하는 산소(O_2)의 부피에 대해 논술하시오. (단, H, O, S, K, Mn의 원자량은 각각 1, 16, 32, 39, 55이다.) (8점)

문제 II-2 제시문 [가]~[다], [마]와 [바]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

㉠은 $\text{C}_n\text{H}_{3n}\text{O}_n$ 의 분자식을 갖는 화합물이다. 15.5 g의 ㉠이 용해된 수용액 500 mL는 27℃에서 아래와 같은 묽은 용액의 성질을 갖는다. (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이고 0℃는 273 K이다.)

순수한 물의 어는점(℃)	0.0
순수한 물의 끓는점(℃)	100.0
K_f (℃/m)	1.86
K_b (℃/m)	0.51
수용액의 밀도(g/cm ³)	1.031
수용액의 삼투압(기압)	12.3

(1) 위의 표를 이용해 ㉠의 분자식에 대해 논술하시오. (6점)

(2) 1기압에서 용액의 어는점과 끓는점에 대해 논술하시오. (단, 각 값은 소수점 셋째 자리를 반올림한다.) (6점)

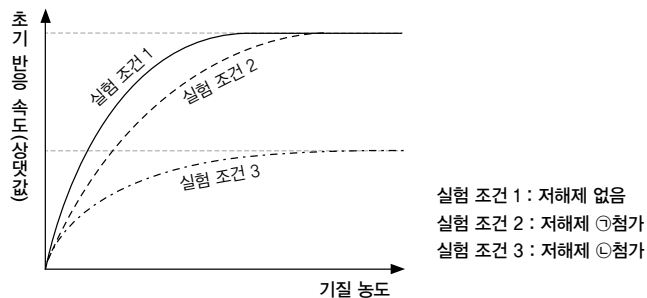
(3) 40 L의 부피를 갖는 밀폐된 용기에 6.2 g의 ㉠과 17.6 g의 O_2 가 채워져 있다. ㉠을 완전히 연소시킨 후 용기 내부의 온도를 127℃로 유지하였다. 밀폐된 용기 내에 존재하는 각 기체의 분압에 대해 논술하시오. (8점)

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

- 가** 효소의 입체 구조와 활성은 온도, pH, 저해제 등의 영향을 받아 변화될 수 있다. 저해제는 효소의 활성 부위에 기질과 서로 경쟁적으로 결합하거나, 활성 부위 이외의 다른 부분에 결합해서 활성 부위의 구조를 변화시키는 방식으로 효소의 활성을 저해한다. 또한 효소의 농도가 일정한 경우, 기질의 농도가 증가할수록 초기 반응 속도가 증가한다. 그러나 기질의 농도가 일정 수준에 도달하면 모든 효소가 기질과 결합하여 포화 상태가 되기 때문에 초기 반응 속도가 더 이상 증가하지 않는다.
- 나** 식물의 광합성은 물과 이산화 탄소로부터 포도당을 합성하는 과정으로 엽록체에서 일어나며, 명반응과 캘빈 회로(암반응)의 두 단계로 진행된다. 명반응은 틸라코이드 막에 있는 광계, 전자 전달계, ATP 합성 효소에 의해 일어나며, 빛에너지를 이용하여 H^+ 의 농도 기울기를 형성하고 이를 통해 ATP를 합성한다.
- 다** 멘델 집단은 ①교배가 무작위로 일어나며 ②돌연변이가 발생하지 않고 ③자연 선택이 일어나지 않으며 ④개체군의 크기가 충분히 크고 ⑤개체군에서 개체의 이입과 이출이 일어나지 않는 조건을 충족한다. 이러한 멘델 집단은 세대를 거듭하여도 대립유전자의 빈도와 유전자형의 빈도가 변하지 않는 하디-바인베르크 평형 상태를 유지한다.
- 라** DNA는 세포가 분열하기 전 간기에 복제된다. 세포 분열 전기의 염색체는 두 가닥으로 이루어져 있는데, 각각의 가닥을 염색 분체라 한다. 하나의 염색체를 이루고 있는 2개의 염색 분체는 같은 DNA로부터 복제되어 동일한 유전 정보를 가지고 있다. 감수 분열 과정은 상동 염색체가 분리되는 감수 1분열과 염색 분체가 분리되는 감수 2분열로 구성된다.
- 마** 정상인의 공복 혈당량은 약 90 mg/dL의 농도로 유지된다. 혈당량이 정상치보다 낮으면 조직 세포가 생명 활동에 필요한 에너지를 충분히 생산할 수 없고, 혈당량이 정상치보다 높으면 당뇨병이 유발될 수 있다. 혈당량은 인슐린과 글루카곤의 길항 작용 등에 의해 일정하게 유지된다.

논제 II-1 제시문 [가]를 읽고 다음 논제에 답하시오.

아래 그래프는 세 가지 실험 조건 1~3에서 기질 농도에 따른 효소 A의 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. (단, 각 실험 조건에서 첨가하는 효소 A의 농도와 저해제의 농도는 각각 일정하다.)



(1) 저해제 ㉠과 저해제 ㉡이 효소 A의 활성을 저해하는 방법의 차이를 논술하시오. (6점)

(2) 실험 조건 2에서 첨가하는 효소 A의 농도를 $\frac{1}{2}$ 로 줄일 경우 초기 반응 속도가 어떻게 변화할지 그래프로 나타내고 그렇게 예측한 이유에 대해 논술하시오. (4점)

문제 II-2 제시문 [나]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

햇빛 아래에 놓여 있던 식물을 암실로 옮겼더니, 틸라코이드 내부의 pH가 시간에 따라 증가하다가 일정 수준으로 유지되었다. 틸라코이드 내부의 pH가 이와 같이 변화된 이유를 ATP 생성량과 관련지어 논술하시오. (5점)

문제 II-3 제시문 [다]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

멘델 집단 A의 남자 중에서 적록 색맹인 사람의 비율은 2%이다. 집단 A의 여자 중 적록 색맹 보인자의 빈도에 대해 논술하시오. (단, 적록 색맹은 X 염색체에 존재하는 열성 대립유전자에 의해 발현된다.) (6점)

문제 II-4 제시문 [라]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

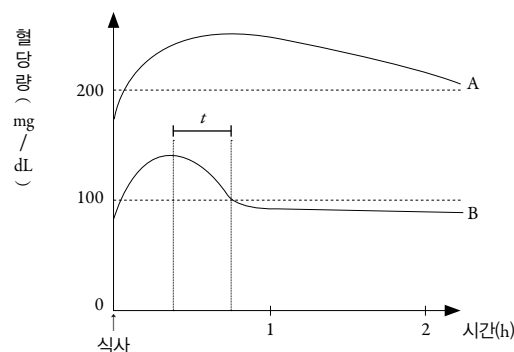
상염색체에 존재하는 3개의 유전자에 대한 유전자형이 DDeEff인 어떤 대학생이 있다. 아래 표는 이 학생의 생식 세포 분열 과정에서 나타나는 세포 ㉠~㉢에 존재하는 대립유전자 D, e, F의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.

세포	D	e	F
㉠	2	1	1
㉡	2	2	0
㉢	1	0	1

세포 ㉠~㉢의 핵상과 염색체 수 및 생식 세포 분열 단계에 대해 논술하시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (9점)

문제 II-5 제시문 [마]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

아래 그림은 당뇨병 환자 A와 정상인 B가 공복 상태에서 식사를 한 후 혈당량의 변화를 시간에 따라 측정한 결과이다.



(1) 구간 t에서의 정상인 B의 혈당량 변화를 호르몬과 관련지어 논술하시오. (6점)

(2) 정상인 B에 비해 당뇨병 환자 A가 항상 높은 혈당량을 나타내는 모든 가능한 이유에 대해 논술하시오. (4점)

예시답안

수학

문제 1-1

(1) 세 점 $O(0, 0)$, $A(0, 1)$, $B(1, 0)$ 을 꼭짓점으로 하는 삼각형을 생각하자. 한 점 P 가 삼각형 OAB 내부에 있으면 P 에서 선분 AB 까지 거리는 다른 세 변들까지의 거리보다 짧거나 같다. 삼각형 내부의 점들 중 원점까지 거리가 선분 AB 까지 거리의 $\sqrt{2}$ 배가 되는 점들의 집합을 S 라고 하고 곡선 S 와 x 축, y 축으로 둘러싸인 도형을 T 라고 하자. 그러면 T 는 도형 R 이 1사분면에 속하는 부분이 된다. 삼각형 OAB 의 내부의 한 점 (x, y) 에서 원점까지 거리와 그 점에서 선분 AB 까지 거리는 각각

$$\sqrt{x^2+y^2}, \frac{|x+y-1|}{\sqrt{2}} \text{ 이므로, } S \text{는}$$

$$\sqrt{x^2+y^2} = \frac{|x+y-1|}{\sqrt{2}} \text{ 를 만족하는 점들의 집합이다.}$$

양변을 제곱하면 $x^2+y^2 = x^2+y^2 + 2xy - 2x - 2y + 1$ 이고,

정리하면 $2xy - 2x - 2y + 1 = 0$ 를 얻는다. $x \neq 1$ 이므로, 위 식을 y 에 관하여 정리하면,

$$y = \frac{1}{2(x-1)} + 1 \text{ 을 얻는다. 따라서 } T \text{는 유리함수의 그래프 } y = \frac{1}{2(x-1)} + 1 \text{ 와 } x \text{축, } y \text{축으로 둘러싸인 도형이고,}$$

$$\text{그 넓이는 } \int_0^{\frac{1}{2}} \left(\frac{1}{2(x-1)} + 1 \right) dx = \left[\frac{1}{2} \ln|x-1| + x \right]_0^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} (1 - \ln 2) \text{ 이다.}$$

구하고자 하는 R 의 넓이는 T 의 넓이의 4배이므로, $2(1 - \ln 2)$ 이다.

(2) x 가 0보다 크고 $\frac{1}{2}$ 보다 작을 때, x 를 지나고 y 축과 나란한 직선이 S 와 만나는 점의 y 좌표가 $y = \frac{1}{2(x-1)} + 1$ 이다.

따라서 문제의 입체도형을 x 축에 수직인 평면으로 잘랐을 때 그 단면의 넓이는 $\frac{\pi}{2} \left(\frac{1}{2(x-1)} + 1 \right)^2$ 이다.

R 이 y 축에 대하여 대칭이므로, 구하는 입체의 부피는

$$2 \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{\pi}{2} \left(\frac{1}{2(x-1)} + 1 \right)^2 dx = \pi \left[-\frac{1}{4} \frac{1}{(x-1)} + \ln|x-1| + x \right]_0^{\frac{1}{2}} = \pi \left(\frac{3}{4} - \ln 2 \right) \text{ 이다.}$$

문제 1-2

(1) 구간 $[0, k]$ 에 속하는 x 에 대하여 $(x-k)^n = (-1)^n(k-x)^n$ 이므로,

$$|a_n| = \left| (-1)^n \int_0^k \frac{x^n(k-x)^n}{n!} e^x dx \right| = \int_0^k \frac{x^n(k-x)^n}{n!} e^x dx \text{ 이다.}$$

이차함수 $y = x(k-x)$ 는 최댓값 $\frac{k^2}{4}$ 을 가지므로 $(x(k-x))^n \leq \left(\frac{k^2}{4}\right)^n \leq 1$ 이다. 따라서 구간 $[0, k]$ 에 속하는 모든 x 에 대해

$$\left(1 - \frac{x^n(k-x)^n}{n!} \right) \frac{e^x}{n!} = \left(\frac{1}{n!} \right) e^x - \frac{x^n(k-x)^n}{n!} e^x \text{ 은 0보다 크거나 같다. 그러므로 이 함수를 구간 } [0, k] \text{에서 } x \text{에 대하여 적분하면,}$$

함수의 그래프와 x 축 및 두 직선 $x=0$, $x=k$ 로 둘러싸인 도형의 넓이가 되어 그 값이 0보다 크거나 같게 된다.

$$\text{이제 } \int_0^k \left(\frac{1}{n!} \right) e^x - \frac{x^n(k-x)^n}{n!} e^x dx = \frac{1}{n!} \int_0^k e^x dx - \int_0^k \frac{x^n(k-x)^n}{n!} e^x dx = \frac{1}{n!} (e^k - 1) - |a_n| \text{ 이므로 } 0 \leq |a_n| \leq \frac{1}{n!} (e^k - 1) \text{ 이다.}$$

$$0 \leq k \leq 2 \text{ 이고, } e^2 - 1 \leq 8 \text{ 이므로 } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n!} (e^k - 1) \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{8}{n!} = 0 \text{ 이다. 그러므로 } \lim_{n \rightarrow \infty} |a_n| = 0 \text{ 이다.}$$

(2) a_1 에서 $f(x) = x(x-k)$, $g'(x) = e^x$ 로 놓으면 $f'(x) = 2x-k$, $g(x) = e^x$ 이므로 부분적분법을 적용하면

$$a_1 = \int_0^k x(x-k)e^x dx = \left[x(x-k)e^x \right]_0^k - \int_0^k (2x-k)e^x dx = - \int_0^k (2x-k)e^x dx \text{ 이다.}$$

이 식에서 $f(x) = 2x - k$, $g'(x) = e^x$ 로 놓고 다시 부분적분법을 적용하면

$$a_1 = -\int_0^k (2x-k)e^x dx = \left[-(2x-k)e^x \right]_0^k + \int_0^k 2e^x dx = (-k+2)e^k - (k+2) \text{ 를 얻는다.}$$

a_2 에서 $f(x) = \frac{x^2(x-k)^2}{2}$, $g'(x) = e^x$ 로 놓으면 $f'(x) = (2x-k)x(x-k)$, $g(x) = e^x$ 이므로 부분적분법을 적용하면

$$a_2 = \left[\frac{x^2(x-k)^2}{2} e^x \right]_0^k - \int_0^k (2x-k)x(x-k)e^x dx = -\int_0^k (2x-k)x(x-k)e^x dx \text{ 를 얻는다.}$$

이 식에서 $f(x) = (2x-k)x(x-k)$, $g(x) = e^x$ 로 놓고 다시 부분적분법을 적용하면

$$a_2 = \left[-2(x-k)x(x-k)e^x \right]_0^k + \int_0^k (2x(x-k) + (2x-k)^2)e^x dx = \int_0^k (2x(x-k) + 4x(x-k) + k^2)e^x dx \text{ 이고, 이를 정리하면}$$

$$a_2 = 6 \int_0^k x(x-k)e^x dx + k^2 \int_0^k e^x dx = 6a_1 + k^2(e-1) = (k^2 - 6k + 12)e^k - (k^2 + 6k + 12) \text{ 이다.}$$

이제 3보다 크거나 같은 n 에 대하여 $u_n(x) = \frac{x^n(x-k)^n}{n!}$ 이라고 하자. 이 함수를 x 에 대하여 미분하면

$$u_n'(x) = (2x-k) \frac{x^{n-1}(x-k)^{n-1}}{(n-1)!} \text{ 이고, 한 번 더 미분하면}$$

$$u_n''(x) = 2 \frac{x^{n-1}(x-k)^{n-1}}{(n-1)!} + (2x-k)^2 \frac{x^{n-2}(x-k)^{n-2}}{(n-2)!} \text{ 이다.}$$

이 때, $(2x-k)^2 = 4x(x-k)^2 + k^2$ 이고,

$$(4x(x-k) + k^2) \frac{x^{n-2}(x-k)^{n-2}}{(n-2)!} = (4n-4) \frac{x^{n-1}(x-k)^{n-1}}{(n-1)!} + k^2 \frac{x^{n-2}(x-k)^{n-2}}{(n-2)!} \text{ 이므로,}$$

$$u_n''(x) = (4n-2) \frac{x^{n-1}(x-k)^{n-1}}{(n-1)!} + k^2 \frac{x^{n-2}(x-k)^{n-2}}{(n-2)!} \text{ 이다.}$$

a_n 에서 $f(x) = u_n(x)$, $g'(x) = e^x$ 로 놓고 부분적분법을 적용하면, $u_n(0) = u_n(k) = 0$ 이므로,

$$a_n = \int_0^k u_n(x)e^x dx = \left[u_n(x)e^x \right]_0^k - \int_0^k u_n'(x)e^x dx = -\int_0^k u_n'(x)e^x dx \text{ 이다. 이 식에서 } f(x) = u_n'(x), g'(x) = e^x \text{ 로 놓고}$$

부분적분법을 적용하면, $u_n'(0) = u_n'(k) = 0$ 이므로,

$$a_n = -\int_0^k u_n'(x)e^x dx = \left[-u_n'(x)e^x \right]_0^k + \int_0^k u_n''(x)e^x dx = \int_0^k u_n''(x)e^x dx \text{ 이다. 이제 앞서 구한 } u_n''(x) \text{ 을 대입하면,}$$

$$a_n = \int_0^k u_n''(x)e^x dx = (4n-2) \int_0^k u_{n-1}(x)e^x dx + k^2 \int_0^k u_{n-2}(x)e^x dx = (4n-2)a_{n-1} + k^2 a_{n-2} \cdots \cdots \textcircled{1}$$

를 얻는다. 이제 앞서 구한 a_1, a_2 에 ①을 차례대로 적용하면,

$$a_3 = 10a_2 + k^2 a_1 = (-k^3 + 12k^2 - 60k + 120)e^k - (k^3 + 12k^2 + 60k + 120),$$

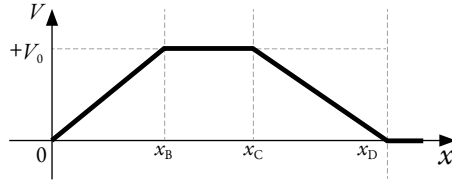
$$a_4 = 14a_3 + k^2 a_2 = (k^4 - 20k^3 + 180k^2 - 840k + 1680)e^k - (k^4 + 20k^3 + 180k^2 + 840k + 1680) \text{ 을 얻는다.}$$

물리

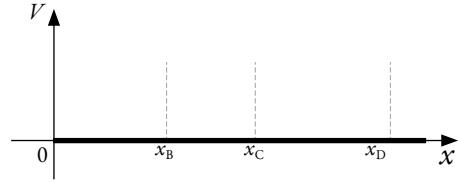
문제 II

(1) B와 C에는 같은 전위를 갖고 이 안에서 전위는 같은 시간 구간 내에서 일정하다. 한편, A, B사이와 C, D사이에서는 평행한 금속판 사이에 전위차가 있어, 이 안에서 전위가 일정하게 증가하거나 감소하는 형태를 갖는다. 이를 그래프로 표시하면 다음과 같다.

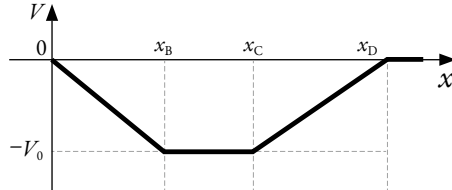
0T ~ 1T 구간



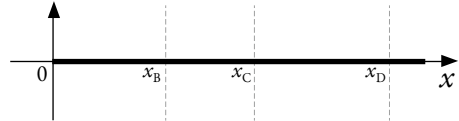
1T ~ 2T 구간



2T ~ 3T 구간



3T ~ 4T 구간



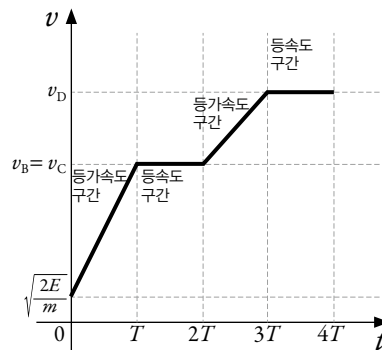
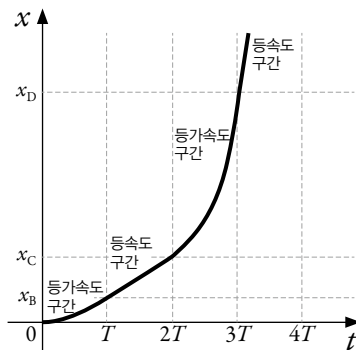
(2) 금속의 일함수보다 높은 에너지에 해당하는 짧은 파장의 빛을 쏘았을 때만 광전효과에 의해 전자가 튀어나올 수 있다. 제시문에서 주어진 상수값을 활용하여 파장이 250nm 인 광자의 에너지를 계산하면,

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(4.14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}) \times (3 \times 10^8 \text{ m/s})}{250 \times 10^{-9} \text{ m}} = 4.97 \text{ eV} \text{ 이다. 문제에서 일함수는 } W_0 = 4.5 \text{ eV} \text{ 으로 주어졌고,}$$

빛의 에너지가 일함수보다 크므로 전자가 튀어나올 수 있다. 이때 전자의 최대 운동 에너지는

$$E = \frac{hc}{\lambda} - W_0 = 4.97 \text{ eV} - 4.5 \text{ eV} = 0.47 \text{ eV} \text{ (또는 } 7.52 \times 10^{-20} \text{ J) 이다.}$$

(3) 전자는 음의 전하량을 갖기 때문에 평행판 사이에서 전위차가 있으면 발생하는 균일한 전기장에 의해 전위가 높은 쪽 방향으로 일정한 힘을 받는다. 따라서 전자는 A, B사이에서 시간 0T ~ 1T 동안 등가속도 운동을 하고, B, C사이에서 시간 1T ~ 2T 동안 등속도 운동을, 그리고 C, D사이에서는 시간 2T ~ 3T 동안 다시 등가속도 운동을 한다. 따라서 전자의 위치-시간 그래프를 그렸을 때 시간 0T ~ 1T와 2T ~ 3T 동안은 아래로 볼록한 이차함수, 1T ~ 2T와 3T ~ 4T 동안은 직선으로 부드럽게 연결한 형태로 나타난다. 속도-시간 그래프에는 등가속도 구간인 0T ~ 1T, 2T ~ 3T 동안 속도가 일정하게 증가하고, 등속도 구간인 1T ~ 2T, 3T ~ 4T 동안은 속도가 변하지 않아 t축에 수평한 직선 형태로 나타난다.



(4) 시간 $0T \sim 1T$ 일 때 전자가 A, B 사이에 있다고 하면, 전하량이 q 인 전자에 가해지는

힘의 크기는 $F = qE \frac{qV_0}{x_B - 0}$ 이고, 전자는 음의 전하량을 갖기 때문에 등가속도 운동에 따라 오른쪽 방향으로

속도가 증가한다. 시간 t 에 대해 처음 속도 v_0 , 가속도 a 일 때 등가속도 운동의 변위는 $s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$ 로 주어지므로,

$$x_B = \frac{qV_0}{2mx_B} T^2 + v_0 T \text{ 이다.}$$

이 식을 이차방정식의 근의 공식을 이용하여 풀면, $x_B = \frac{v_0 T}{2} \pm \sqrt{\frac{qV_0}{2m} T^2 + \frac{v_0^2 T^2}{4}}$ 이다.

x_B 는 항상 0보다 커야 하므로, 양의 부호를 포함하는 해만 선택하여 정리하여,

$$x_B = \frac{v_0 T}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{mv_0^2}} \right) \text{을 얻는다. 편의상 } R = \frac{2qV_0}{mv_0^2} \text{ 이라 적으면, } x_B = \frac{v_0 T}{2} (1 + \sqrt{1 + R}) \text{ 이다.}$$

이 때 금속판 B에 도달한 전자의 속력 v_B 는, 일 · 에너지 정리로부터 $\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + qV_0$ 이므로,

$$v_B = v_0 \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{mv_0^2}} = v_0 \sqrt{1 + R} \text{ 이다.}$$

다음으로 전자는 시간 $1T \sim 2T$ 동안 B, C사이에서 등속도 운동을 한다.

따라서 금속판 C에 도달한 전자의 속력 v_C 는 v_B 와 같으므로, $v_C = v_0 \sqrt{1 + R}$ 이다.

시간 T 동안의 변위는 $x_C - x_B = v_B T = v_0 T \sqrt{1 + R}$ 이다.

마지막으로, 시간 $2T \sim 3T$ 동안 전자가 C, D사이에 진입하였을 때는 금속판 C의 전위가 $-V_0$ 로 바뀌어 전자는 $0T \sim 1T$ 동안과 같은 식으로 등가속도 운동을 하며, 오른쪽 방향으로 속도가 증가한다.

시간 $0T \sim 1T$ 에 대한 전자의 변위 결과를 활용하여 x_B 대신 $x_D - x_C$ 를, v_0 대신 v_C 를 대입하면,

$$x_D - x_C = \frac{v_C T}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{mv_C^2}} \right) \text{ 이고, } v_C \text{에 대해 구한 결과 식을 대입해 정리하면}$$

$$x_D - x_C = \frac{v_0 T \sqrt{1 + R}}{2} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{mv_0^2(1 + R)}} \right) \text{ 이다. 즉, } x_D - x_C = \frac{v_0 T}{2} (\sqrt{1 + R} + \sqrt{1 + 2R}) \text{ 이다.}$$

D에서 전자의 운동 에너지는 전자의 처음 운동 에너지에 전기장이 전자에 해준 일을 모두 더한 것과 같으므로,

$$E_D = E_k + 2qV_0 = hc/\lambda - W_0 + 2qV_0 \text{ 이다. 위에서 구한 구간별 변위를 모두 더하면,}$$

$$x_D = \frac{v_0 T}{2} (1 + 3\sqrt{1 + R}) + \frac{v_0 T}{2} (\sqrt{1 + R} + \sqrt{1 + 2R}) \text{ 이므로,}$$

$$x_D = \frac{v_0 T}{2} (1 + 4\sqrt{1 + R} + \sqrt{1 + 2R}), \text{ 단 } R = \frac{2qV_0}{mv_0^2} = \frac{qV_0}{hc/\lambda - W_0} \text{ 이다.}$$

문제에서 제시한 변수들과 상수들을 이용해 정리하면,

-A에서 D까지 총 거리인 x_D 는

$$x_D = \frac{T}{2} \sqrt{\frac{2}{m} (hc/\lambda - W_0)} \left(1 + 4\sqrt{1 + \frac{qV_0}{hc/\lambda - W_0}} + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{hc/\lambda - W_0}} \right),$$

$$\text{-D에서 전자의 운동 에너지 } E_D = \frac{hc}{\lambda} - W_0 + 2qV_0 \text{ 이다.}$$

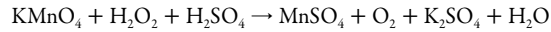
(5) D에서 전자의 운동 에너지는 $E_D = \frac{hc}{\lambda} - W_0 + 2qV_0$ 이므로, 금속판에 가해지는 전위의 크기 V_0 을 크게 하면 E_D 가 일정하게 증가시킬 수 있다.

반면, (4)의 결과인, $x_D = \frac{T}{2} \sqrt{\frac{2}{m} (hc/\lambda - W_0)} \left(1 + 4 \sqrt{1 + \frac{qV_0}{hc/\lambda - W_0}} + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{hc/\lambda - W_0}} \right)$ 에서 볼 수 있듯, V_0 에 따라 장치의 길이도 점점 늘어나야 한다.

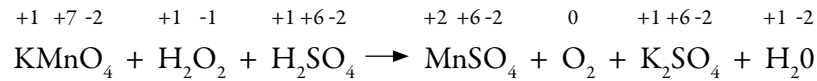
화학

문제 II-1

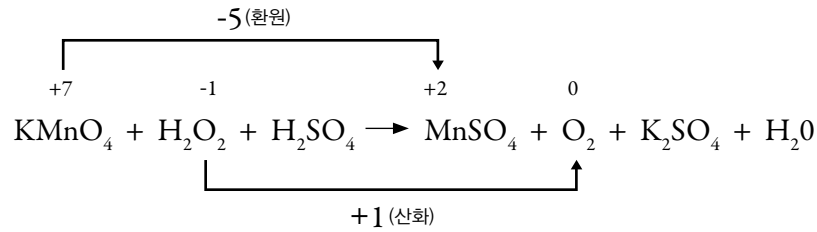
(1) H_2SO_4 , $KMnO_4$ 와 H_2O_2 의 반응을 통해 $MnSO_4$, O_2 , K_2SO_4 와 H_2O 이 생성되는 반응을 식으로 나타내면 아래와 같다.



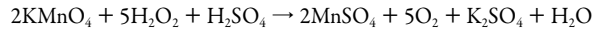
반응에 관여하는 모든 원자의 산화수를 표시하면



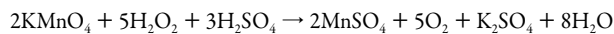
산화수가 증가하거나 감소한 원자의 산화수 변화를 표시하면



증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 계수를 조정하면



반응 전후의 원자 수가 같아지도록 계수를 확인하여 조정하면 아래와 같은 완성된 화학 반응식을 얻게 된다.



이 반응에서 $KMnO_4$ 는 산화제로, H_2O_2 는 환원제로 작용한다.

(2) $KMnO_4$, H_2O_2 와 H_2SO_4 의 몰 질량은 각각 158 g/mol, 34 g/mol와 98 g/mol 이다.

$$KMnO_4 \text{의 몰수: } \frac{31.6 \text{ g}}{158 \text{ g/mol}} = 0.2 \text{ mol}$$

$$H_2O_2 \text{의 몰수: } \frac{0.25 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} \times 200 \text{ mL} = 0.05 \text{ mol}$$

$$H_2SO_4 \text{의 몰수: } \frac{0.5 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} \times 200 \text{ mL} = 0.1 \text{ mol}$$

$KMnO_4$, H_2O_2 와 H_2SO_4 는 2:5:3의 비로 반응하므로 0.02 mol의 $KMnO_4$, 0.05 mol의 H_2O_2 와 0.03 mol의 H_2SO_4 가 반응하여 0.05 mol의 O_2 를 생성한다.

0°C, 1기압에서 0.05 mol의 O_2 의 부피는 1.12 L이다.

문제 II-2

(1) 수용액의 삼투압은 $\Pi = 12.3$ 기압 $= C \cdot R \cdot T = C \times 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}$ 이므로 몰 농도는 0.5 M이다.
용액의 부피가 500 mL이므로 수용액에 용해되어 있는 ①의 몰수는 $0.5 \text{ M} \times 0.5 \text{ L} = 0.25 \text{ mol}$ 이고

수용액에 존재하는 용질의 몰질량은 $\frac{15.5 \text{ g}}{0.25 \text{ mol}} = 62 \text{ g/mol}$ 이다.

$\text{C}_n\text{H}_{3n}\text{O}_n$ 의 몰질량은 $12n + 3n + 16n = 31n = 62$ 이므로 n 은 2이다.

따라서 ①의 분자식은 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ 이다.

(2) 용액의 부피가 500 mL이고 밀도는 1.031 g/mL이므로 용액의 질량은 515.5 g이다.

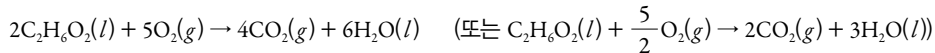
용액 중 포함된 ①의 질량이 15.5 g이므로 용매인 물의 질량은 500 g이다.

따라서 ①의 몰랄 농도는 $\frac{0.25 \text{ mol}}{0.5 \text{ kg}} = 0.5 \text{ m}$ 이므로

수용액의 어는점 내림은 $\Delta T_f = K_f \cdot m = 1.86 \times 0.5 = 0.93$ 이 되어 녹는점은 -0.93°C 이고

끓는점 오름은 $\Delta T_b = K_b \cdot m = 0.51 \times 0.5 = 0.255 \approx 0.26$ 이 되어 끓는점은 100.26°C 이다.

(3) ①의 연소 반응에 대한 화학 반응식은 아래와 같다. (상태 표시는 필수 아님)



6.2 g의 ①($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$)은 0.1mol이고 17.6 g의 O_2 는 0.55mol이다.

①은 O_2 와 2:5의 몰비로 반응하므로 연소 반응을 통해 ①은 모두 소모되고 0.3mol의 O_2 가 용기 내에 남는다.

따라서 용기 내에는 생성된 0.2mol의 CO_2 와 0.3mol의 H_2O 및 0.3mol의 O_2 가 용기 내에 존재한다.

127°C 의 온도에서 용기 내에 존재하는 각 기체의 분압은 아래와 같다.

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{0.2 \times 0.082 \times 400}{40} = 0.164 \text{ 기압}$$

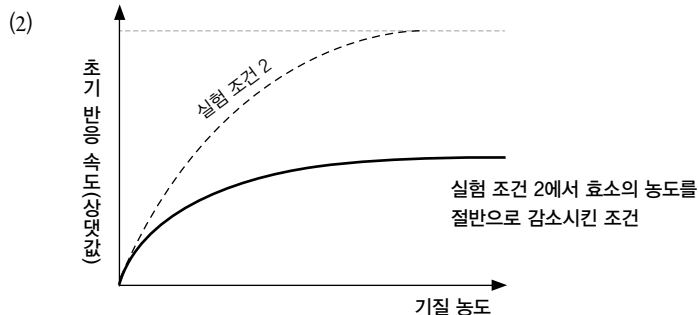
$$P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{0.3 \times 0.082 \times 400}{40} = 0.246 \text{ 기압}$$

$$P_{\text{O}_2} = \frac{0.3 \times 0.082 \times 400}{40} = 0.246 \text{ 기압}$$

생명과학

문제 II-1

(1) 저해제 ①이 있으면(실험 조건 2), 저해제가 없는 조건(실험 조건 1)보다 초기 반응 속도가 느리지만 기질의 농도가 충분하면 저해제 ①의 효과가 사라지므로 기질과 경쟁적으로 효소의 활성 부위에 결합하는 경쟁적 저해제라 추정할 수 있다. 반면, 저해제 ①이 존재하는 경우(실험 조건 3), 기질의 농도가 아주 높은 경우에도 저해제 ①의 효과가 사라지지 않는 것으로 보아, 기질과 경쟁하지 않고 효소의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합하여 효소의 활성을 저해하는 비경쟁적 저해제임을 추정할 수 있다.



실험 조건 2에서 첨가하는 효소 A의 농도를 절반으로 줄이면, 기질과 결합할 수 있는 효소가 감소되고 동시에 저해제 ①에 의해 저해되는 효소 A의 비율이 높아지기 때문에 실험 조건 2에 비해 초기 반응 속도가 감소된다. 기질의 농도가 증가하면 저해제 ①의 효과는 사라지지만 기질과 결합 할 수 있는 효소 A의 양은 실험 조건 2에 비해 절반이므로 초기 반응 속도의 최댓값은 실험 조건 2에서 관찰한 속도보다 낮다.

문제 II-2

햇볕 아래에 놓여 있던 식물의 틸라코이드 막에 존재하는 전자 전달계는 빛에너지를 이용하여 전자를 이동시키면서 방출되는 에너지로 H^+ 을 스트로마에서 틸라코이드 내부로 능동 수송한다. 그로 인해 형성된 H^+ 의 농도 기울기에 따라 H^+ 이 ATP 합성 효소를 통해 틸라코이드 내부에서 스트로마로 확산해 빠져나가면서 ATP가 생성된다. 그런데 암실로 식물을 옮기면 빛 에너지에 의한 H^+ 의 능동 수송이 일어나지 않고, 이미 있는 H^+ 농도 기울기에 의한 ATP 생성 과정만 일어난다. 틸라코이드 내부에서 스트로마로 H^+ 이 빠져나가는 과정만 있으므로 틸라코이드 내부의 pH는 상승하게 되고, 스트로마와 틸라코이드 내부 사이의 농도 기울기가 없어질 때까지 틸라코이드 내부의 pH가 상승한 후 평형 상태를 유지하게 된다. 그러므로 ATP 생성량은 점차 감소하다가 H^+ 의 농도 기울기가 완전히 없어지면서 더 이상 ATP를 생성되지 않는다.

문제 II-3

적록 색맹 대립유전자가 포함된 X 염색체(X^c)가 멘델 집단 내에서 무작위로 유전되기 때문에 남자와 여자에게서 적록 색맹 대립유전자의 빈도는 같다. 예를 들면, XX^c 의 유전자형을 가진 여자의 X 염색체가 다음 세대로 유전 될 때 자녀의 성별에 상관없이 무작위로 한 개의 X 염색체가 유전된다. 그러므로 적록 색맹 대립유전자의 빈도는 2%이고 정상 대립유전자 빈도는 98%임을 알 수 있다. 또한 보인자 여성의 유전형 빈도는 하디-바인베르크 평형 이론을 기반으로 3.92% 정도임을 추정할 수 있다 [$2 \times 98\%$ (정상 대립유전자 빈도) \times 2% (적록 색맹 대립유전자 빈도) = 3.92%]

문제 II-4

문제에서 제시된 대학생의 유전형은 DDEeFf이다. DNA 복제 전 2n의 핵상과 46개의 염색체를 가진 세포에서 대립유전자 D, e, F의 DNA의 상대량은 각각 2, 1, 1이다. DNA 복제 후에는 핵상과 염색체의 수의 변화는 없으나, D, e, F의 DNA의 상대량은 두 배로 많아져 각각 4, 2, 2가 된다. 감수 분열의 경우, 감수 1분열시 상동 염색체가 분리되므로 감수 1분열 후의 핵상과 염색체의 수는 각각 n과 23개이며 복제된 염색체(동일한 염색 분체가 2개 존재)인 상태이기 때문에 세포에 따라서 각 대립유전자의 DNA 상대량은 0 또는 2로만 나타난다. 그리고 감수 2분열 시 염색 분체가 분리되기 때문에 핵상과 염색체의 수는 각각 n과 23개로 변화가 없으나 세포에 따라서 각 대립유전자의 DNA 상대량은 0 또는 1로만 나타난다. 그러므로 해당 대학생의 생식 세포 분열 과정에서 나타나는 세포 ①, ②, ③에 존재하는 대립유전자 D, e, F의 DNA 상대량을 볼 때, 세포 ①은 감수 분열 전 DNA 복제가 안 된 세포로 핵상과 염색체수는 각각 2n과 46개이다. 세포 ②은 감수 1분열이 끝난 세포로 핵상과 염색체수는 각각 n과 23개이다. 세포 ③은 감수 2분열이 끝난 세포로 핵상과 염색체수는 각각 n과 23개이다.

문제 II-5

- (1) 혈당량이 높아지면 이자섬의 β 세포에서 인슐린이 분비된다. 인슐린은 간에 작용하여 포도당이 글리코젠으로 합성되는 작용을 촉진시키고, 세포에 작용하여 포도당의 흡수를 촉진함으로써 혈당량을 낮춘다.
- (2) 혈당량이 정상보다 높게 유지되는 것으로 보아, 이 환자는 인슐린을 생성하지 못하는 상태(제1형 당뇨병)이거나 분비된 인슐린에 반응하지 못하는 상태(제2형 당뇨병)로 추정할 수 있다.

출제개요

수학

문제 I

문제 I-1 수학 문제에서는 고등학교 수학 교육과정의 두 점 사이의 거리 및 점과 직선 사이의 거리를 활용하여 주어진 도형을 파악하고, 입체도형의 부피를 단면의 넓이를 적분하여 찾는 문제를 출제하였다. 좌표평면의 한 도형이 다른 두 도형들과의 거리가 만족하여야 하는 조건으로 주어졌을 때 이를 논리적으로 추론할 수 있는지, 그리고 함수의 정적분을 주어진 상황에 활용할 수 있는지를 평가하였다. 문제 I-2 수학 문제에서는 고등학교 교과과정의 정적분과 수열의 귀납적 정의를 활용하여 적분으로 주어진 수열의 극한값과 처음 몇 개의 항을 구하는 문제를 출제하였다. 적분으로 주어진 수열의 정의를 이해하여 극한값을 계산할 수 있는지, 부분적분을 활용하여 수열의 이웃하는 여러 항 사이의 관계식을 찾아낼 수 있는지를 평가하였다. 단편적인 공식의 활용 능력보다는 상황을 종합적으로 이해하여 수학적 문제로 해석하고, 그 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖고 있는지를 평가하고자 하였다.

문제 I-1에서는 수학의 '도형의 방정식' 단원에서 학습하는 내용인 좌표평면 위에서 두 점 사이의 거리 및 점과 직선 사이의 거리를 구하는 법을 잘 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 그리고 x -좌표가 x 이고 x -축에 수직인 평면으로 자른 단면의 넓이가 연속인 함수일 때, 그 입체도형의 부피를 정적분으로 구할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 문제 I-2에서는 미적분의 '수열의 극한' 단원에서 학습하는 수열의 극한의 대소 관계를 이해하고 활용할 수 있는지, 그리고 수학II의 '정적분의 활용' 단원에서 학습하는 닫힌구간에서 연속이고 음이 아닌 함수를 적분하면 함수의 그래프와 x -축 및 y -축에 나란한 두 직선으로 둘러싸인 도형의 넓이가 된다는 내용을 잘 이해하여 주어진 상황에 적용할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 그리고 미적분학 '여러 가지 적분법' 단원에서 학습하는 정적분의 부분적분법과에 대한 이해와 적용 능력을 평가하고자 하였다.

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	비고	재구성 여부
고등학교 교과서	미적분	황선욱 외 8인	미래엔	2019	20	제시문 [가]	×
	수학	고성은 외 6인	신사고	2019	106	제시문 [나]	×
	수학	박교식 외 19인	동아출판	2018	123	제시문 [다]	×
	수학 II	류희찬 외 10인	천재교과서	2019	133	제시문 [라]	×
	미적분	권오남 외 14인	교학사	2019	177	제시문 [마]	×
	미적분	홍성복 외 10인	지학사	2019	149	제시문 [바]	×

물리

문제 II

문제 II 과학-물리 문제에서는 고등학교 교과과정 범위 안에서 다루어진 내용 전반에 대한 종합적 이해를 바탕으로, 제시문과 문제에서 주어진 정보를 활용하여 물리적 개념을 대응시키고 그래프와 수식 유도 과정을 통해 논리를 전개하고 합리적인 결론을 유도할 수 있는지 평가하고자 하였다. 문제의 제시문은 고등학교 물리학 교과서의 내용을 바탕으로 힘과 물체의 등가속도 운동과 등속도 운동, 일과 에너지, 전위와 전기장의 형성, 광전효과에 따른 광전자의 발생 등 주요 개념들을 제시하였고, 고등학교 교과 과정의 학습 내용과 제시문의 정보를 바탕으로 질문에 대한 답을 도출할 수 있도록 하였다. 문제에서는 전자를 가속하는 가상의 장치를 바탕으로, 물리학 개념에 대한 단순 암기나, 공식을 단순 적용하는 수준을 넘어, 문제에 따른 질문에 대한 답을 도출하기까지 논리적 단계를 차근차근 밟아나가고, 도출된 수식으로부터 물리적 상황에 대하여 각 변수들의 관계와 영향을 이해할 수 있는지 평가하고자 하였다.

제시문에 대하여 구체적으로 설명하면, 제시문 [가]는 등가속도 직선 운동에서 위치, 속도, 시간에 대한 관계를, 제시문 [나]는 일과 물체의 운동 에너지의 관계를 설명하였다. 제시문 [다]는 전기장과 전위, 전위차에 따른 일 그리고 전기장 내에서 전자에 가해주는 일을 설명하였다. 제시문 [라], [마]는 광전효과에서 빛의 입자성과 함께 광전자의 발생에 대하여 설명하였다. 각 제시문은 5종의 물리 교과서의 내용을 기반으로 하고 있으며 그 출처는 아래와 같다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리 Ⅱ	김영민 외 7인	교학사	2020	32	제시문 [가]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김성진 외 6인	미래엔	2020	29	제시문 [가]	○
고등학교 물리 Ⅱ	손정우 외 7인	비상교육	2020	24	제시문 [가]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김성원 외 7인	지학사	2020	27~29	제시문 [가]	○
고등학교 물리 Ⅱ	강남화 외 7인	천재교육	2020	27	제시문 [가]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김영민 외 7인	교학사	2020	70~71	제시문 [나]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김성진 외 6인	미래엔	2020	72	제시문 [나]	○
고등학교 물리 Ⅱ	손정우 외 7인	비상교육	2020	63	제시문 [나]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김성원 외 7인	지학사	2020	68,73	제시문 [나]	○
고등학교 물리 Ⅱ	강남화 외 7인	천재교육	2020	61~63	제시문 [나]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김영민 외 7인	교학사	2020	108	제시문 [다]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김성진 외 6인	미래엔	2020	97,199	제시문 [다]	○
고등학교 물리 Ⅱ	손정우 외 7인	비상교육	2020	96,97	제시문 [다]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김성원 외 7인	지학사	2020	112,201	제시문 [다]	○
고등학교 물리 Ⅱ	강남화 외 7인	천재교육	2020	92,181	제시문 [다]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김영민 외 7인	교학사	2020	200	제시문 [라]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김성진 외 6인	미래엔	2020	199	제시문 [라]	○
고등학교 물리 Ⅱ	손정우 외 7인	비상교육	2020	174	제시문 [라]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김성원 외 7인	지학사	2020	201	제시문 [라]	○
고등학교 물리 Ⅱ	강남화 외 7인	천재교육	2020	177,181	제시문 [라]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김영민 외 7인	교학사	2020	201,202	제시문 [마]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김성진 외 6인	미래엔	2020	200	제시문 [마]	○
고등학교 물리 Ⅱ	손정우 외 7인	비상교육	2020	174	제시문 [마]	○
고등학교 물리 Ⅱ	김성원 외 7인	지학사	2020	201	제시문 [마]	○
고등학교 물리 Ⅱ	강남화 외 7인	천재교육	2020	181	제시문 [마]	○

화학

논제 II

논제 II-1은 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 산화 환원 반응에서의 반응물과 생성물의 양적 관계를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 산화 환원 반응의 화학 반응식을 완성하고 반응물과 생성물 간의 양적 관계에 대한 이해와 산화수 변화를 통한 산화제와 환원제의 이해 등을 종합적으로 평가하고자 하였다.

논제 II-2는 고등학교 화학 I과 II의 교육 과정에서 다루는 농도와 화학 반응에서의 양적 관계 및 용액의 총괄성 등을 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 몰 농도와 몰랄 농도 등 다양한 농도를 이용해 추론할 수 있는지와 기체의 분압 관계 등을 종합적으로 평가하고자 하였다.

각 제시문은 고등학교 교과서를 기본으로 하여 제시하였고 교육 과정을 충실히 따르고 제시문을 정확하게 이해할 수 있는 학생들을 대상으로 출제하였다. 각 영역에 대한 단편적인 지식의 습득 유무보다는 각 영역에 대한 기본적인 개념의 이해를 바탕으로 한 통합적인 사고 및 활용 능력을 파악하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
화학 I	이상권 외	지학사	2018	34-39	제시문 [가]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	34-39		
	강대훈 외	와이비엠	2018	50-56		
	황성용 외	동아출판	2018	39-44		
	홍훈기 외	교학사	2018	39-44		
	박종석 외	비상교육	2018	34-39		
	노태희 외	천재교육	2018	30-39		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	40-47		
	최미화 외	미래엔	2018	36-41		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	31-33	제시문 [나]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	32		
	강대훈 외	와이비엠	2018	38-40		
	황성용 외	동아출판	2018	31-33		
	홍훈기 외	교학사	2018	33		
	박종석 외	비상교육	2018	31		
	노태희 외	천재교육	2018	28		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	35		
	최미화 외	미래엔	2018	32-33		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	40-42	제시문 [다]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	40-43		
	강대훈 외	와이비엠	2018	41-43		
	황성용 외	동아출판	2018	36-37		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	48-50		
	박종석 외	비상교육	2018	40-42		
	노태희 외	천재교육	2018	40-43		
	홍훈기 외	교학사	2018	43-44		
	최미화 외	미래엔	2018	44-45		

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
화학 I	이상권 외	지학사	2018	175-180	제시문 [라]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	168-173		
	강대훈 외	와이비엠	2018	193-199		
	황성용 외	동아출판	2018	188-196		
	홍훈기 외	교학사	2018	174-181		
	박종석 외	비상교육	2018	166-141		
	노태희 외	천재교육	2018	184-196		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	182-189		
	최미화 외	미래엔	2018	176-186		
화학 II	이상권 외	지학사	2018	17-18	제시문 [마]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	21-23		
	박종석 외	비상교육	2018	15-16		
	노태희 외	천재교육	2018	18		
	홍훈기 외	교학사	2018	19-21		
	최미화 외	미래엔	2018	20-21		
화학 II	이상권 외	지학사	2018	49-52	제시문 [다]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	55-57		
	박종석 외	비상교육	2018	39-41		
	노태희 외	천재교육	2018	49-52		
	홍훈기 외	교학사	2018	53-57		
	최미화 외	미래엔	2018	52-57		
화학 II	이상권 외	지학사	2018	53-60	제시문 [바]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	62-70		
	박종석 외	비상교육	2018	42-48		
	노태희 외	천재교육	2018	53-62		
	홍훈기 외	교학사	2018	59-69		
	최미화 외	미래엔	2018	58-67		

생명과학

논제 II

논제 II 과학-생명과학에서는 고등학교 교과 과정 생명과학 I 과 II에서 다루고 있는 개념에 관한 단편적인 지식의 유무를 평가하기보다는 통합적으로 이해하고 있는지, 논리적으로 설명할 수 있는지, 특정 현상에 적용하여 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 논제 II-1에서는 저해제와 효소의 농도가 효소의 초기 반응 속도에 미치는 영향에 관한 종합적 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-2에서는 빛에너지를 이용하여 포도당 합성에 필요한 ATP를 합성하는 과정인 광인산화의 원리를 기반으로 논제에서 서술된 현상의 이유를 논리적으로 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-3에서는 멘델 집 단으로 가정된 개체군 내 유전적 평형 상태를 하디-바인베르크 법칙으로 논리적으로 추론할 수 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-4에서는 DNA를 복제와 감수 분열 과정을 염색체와 대립유전자의 개수를 기반으로 이해하고 추론할 수 있는 능력이 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-5에서는 혈당량 조절을 낮추어 혈당량을 유지하는 과정에 관한 종합적 이해를 평가하고

자 하였다.

제시문 [가]~[마]와 [논제 Ⅱ-1]~[논제 Ⅱ-5]에서 제시된 자료와 정보는 고등학교 <생명과학 Ⅰ>과 <생명과학 Ⅱ> 교과서에 근거하고 있음.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
생명과학 Ⅱ	권혁빈외	교학사	2018	53-56	제시문 [가]	○
생명과학 Ⅱ	오현선외	미래엔	2018	58-61	제시문 [가]	○
생명과학 Ⅱ	심규철외	비상교육	2018	57-59	제시문 [가]	○
생명과학 Ⅱ	전상학외	지학사	2018	57-69	제시문 [가]	○
생명과학 Ⅱ	이준규외	천재교육	2018	57-58	제시문 [가]	○
생명과학 Ⅱ	권혁빈외	교학사	2018	82,87-88	제시문 [나]	○
생명과학 Ⅱ	오현선외	미래엔	2018	97-99	제시문 [나]	○
생명과학 Ⅱ	심규철외	비상교육	2018	92-97	제시문 [나]	○
생명과학 Ⅱ	전상학외	지학사	2018	84-87	제시문 [나]	○
생명과학 Ⅱ	이준규외	천재교육	2018	90-91	제시문 [나]	○
생명과학 Ⅱ	권혁빈외	교학사	2018	165	제시문 [다]	○
생명과학 Ⅱ	오현선외	미래엔	2018	175	제시문 [다]	○
생명과학 Ⅱ	심규철외	비상교육	2018	178-179	제시문 [다]	○
생명과학 Ⅱ	전상학외	지학사	2018	175	제시문 [다]	○
생명과학 Ⅱ	이준규외	천재교육	2018	175-177	제시문 [다]	○
생명과학 Ⅱ	권혁빈외	교학사	2018	130	제시문 [라]	○
생명과학 Ⅱ	심재호외	금성출판사	2018	137,139	제시문 [라]	○
생명과학 Ⅱ	김윤택외	동아출판	2018	122-124	제시문 [라]	○
생명과학 Ⅱ	이용철외	와이비엠	2019	132-135	제시문 [라]	○
생명과학 Ⅱ	전상학외	지학사	2018	120-121	제시문 [라]	○
생명과학 Ⅱ	권혁빈외	교학사	2018	90-91	제시문 [마]	○
생명과학 Ⅱ	심재호외	금성출판사	2018	104	제시문 [마]	○
생명과학 Ⅱ	김윤택외	동아출판	2018	84-85	제시문 [마]	○
생명과학 Ⅱ	이용철외	와이비엠	2019	94	제시문 [마]	○
생명과학 Ⅱ	전상학외	지학사	2018	86-88	제시문 [마]	○



논술고사 성적반영 방법

※ 본 대학입학전형계획(안)에 있는 내용은 대교협 심의결과 등의 이유로 추후 변경될 수 있으므로, 원서접수 전 본교 홈페이지에서 모집요강을 반드시 확인하기 바랍니다.

1. 학교생활기록부 교과 성적 반영 방법

- 학교생활기록부 성적반영 비율 : 교과영역 70%, 비교과(출결·봉사)영역 30%
- 학교생활기록부 성적반영 대상 : 2020년 2월~2022년 2월 국내 고등학교 졸업(예정)자
- 계열별 반영 교과·과목 및 교과영역 활용척도

계열	공통과목, 일반선택과목		진로선택과목	
	반영 과목	교과성적 활용척도	반영과목	교과성적 활용척도
인문	국어, 영어, 수학, 사회 교과별 전체 과목	석차등급	국어, 영어, 수학, 사회 교과 중 상위 2개 과목	성취도
자연	국어, 영어, 수학, 과학 교과별 전체 과목		국어, 영어, 수학, 과학 교과 중 상위 4개 과목	
예술·체육	국어, 영어 교과별 전체 과목		국어, 영어, 예술, 체육 교과 중 상위 2개 과목	
반영 비율	80%		20%	

- 성적 반영 방법
 - 공통과목 및 일반 선택과목(80%) : 전학년 반영교과에 해당하는 전체 세부과목의 석차등급을 본교의 환산표에 따라 교과이수 단위를 가중평균 하여 반영
 - 진로 선택과목(20%) : 전학년 반영교과에 해당하는 전체 세부과목 중 성적이 높은(성취도를 본교 환산표에 따라 교과이수 단위를 가중평균한 성적기준) 상위 2개(인문·예술·체육 계열) 또는 상위 4개(자연계열) 과목을 반영
- 성적 반영 범위
 - 졸업자 : 전학년
 - 졸업예정자 : 3학년 1학기(조기졸업 예정자 및 상급학교 조기입학 부여자는 2학년 1학기)까지
- 교과 분류 방법
 - 학교생활기록부 반영 교과는 해당 고등학교에서 분류한 교과 분류 체계를 따르며, 교과 분류가 본교의 반영 교과분류 체계와 상이한 경우는 교육 부의 교과 분류체계를 준용하거나 본교의 판단에 의해 반영합니다.
- 교과 영역 성적
 - 1) 교과 영역 석차등급 점수표

전형	석차 등급									성취도(성취평가 등급)		
	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	6등급	7등급	8등급	9등급	A	B	C
논술우수자전형	100점	99점	97점	94점	90점	85점	73점	49점	0점	100점	50점	0점

2) 성적 산출법

$$\text{학교부 교과 성적(A)} = [(\text{공통과목 및 일반선택과목 점수}) + (\text{진로선택과목 점수})] \times \text{학생부 교과성적 반영 비율}$$

- 진로선택과목의 “성취평가 등급”이 있는 경우 적용사항

공통과목, 일반선택과목		진로선택과목	
〈본교 성적 반영 방법〉	〈비율〉	〈본교 성적 반영 방법〉	〈비율〉
(반영교과 과목별 석차등급 점수×과목별 이수단위)의 합 반영교과 전체 과목 이수단위 총합	×0.8	(반영교과 과목별 성취평가등급 점수×과목별 이수단위)의 합 반영교과 전체 과목 이수단위 총합	×0.2

※ 단, 지원자 이수 진로선택과목의 수가 본교에서 지정한 계열별 반영과목 수보다 적을 경우는 지원자가 이수한 진로선택과목 수만 반영함

- 진로선택과목의 “성취평가 등급”이 1개 과목도 없는 경우 적용사항

공통과목, 일반선택과목	
〈본교 성적 반영 방법〉	〈비율〉
(반영교과 과목별 석차등급 점수×과목별 이수단위)의 합 반영교과 전체 과목 이수단위 총합	×1.0

2. 학교생활기록부 비교과 성적 반영 방법

- 코로나19에 따른 상황을 고려하여 일괄 만점 처리함

3. 비교내신 적용 대상자의 학교생활기록부 반영 방법

- 비교내신 적용 대상자
 - 2019년 2월 및 이전 고교졸업자, 고등학교 졸업과 동등 이상의 학력인정자[고등학교 졸업학력 검정고시 합격자, 국외 고등학교 졸업(예정)자 등], 기타 석차등급 산출이 불가능한 경우
- 학교생활기록부 성적 산출 방법
 - 지원자가 취득한 논술고사 성적(700점 만점)을 학교생활기록부 점수로 환산하여 반영
- 비교내신 적용 대상자의 학교생활기록부 성적 반영 점수표

논술 점수						
배점 300	700~686 이상	300	497 미만~462 이상	276	217 미만~182 이상	161
	686 미만~665 이상	299	462 미만~427 이상	269	182 미만~147 이상	137
	665 미만~644 이상	297	427 미만~392 이상	260	147 미만~112 이상	111
	644 미만~616 이상	294	392 미만~357 이상	249	112 미만~77 이상	83
	616 미만~588 이상	291	357 미만~322 이상	236	77 미만~42 이상	53
	588 미만~560 이상	288	322 미만~287 이상	221	42 미만~7 이상	27
	560 미만~532 이상	284	287 미만~252 이상	203	7 미만	0
	532 미만~497 이상	280	252 미만~217 이상	183	–	–

(예시) 지원자가 취득한 논술고사 점수가 630점인 경우, 학교생활기록부 반영 점수 = 294점

4. 대학수학능력시험 최저학력기준 충족 조건

계열/모집단위	수능 최저학력 기준
인문 [한의예과(인문) 제외]	국어, 수학, 영어, 사회/과학탐구(1과목) 중 2개 영역 등급 합이 5이내이고, 한국사 5등급 이내
인문 [한의예과(인문)]	국어, 수학, 영어, 사회/과학탐구(1과목) 중 3개 영역 등급 합이 4이내이고, 한국사 5등급 이내
자연 [의학계 모집단위 제외]	국어, 수학, 영어, 과학탐구(1과목) 중 2개 영역 등급 합이 5이내이고, 한국사 5등급 이내
자연 [의예과·한의예과(자연)·치의예과]	국어, 수학, 영어, 과학탐구(1과목) 중 3개 영역 등급 합이 4이내이고, 한국사 5등급 이내
체육	국어, 영어 중 1개영역 이상이 3등급 이내

※ 각 계열별 또는 모집단위별 최저학력기준은 2021년 11월에 실시되는 대학수학능력시험 성적으로 충족해야 함

※ 수학 선택과목은 인문계열 확률과 통계, 미적분, 기하 중 1개 과목, 자연계열 미적분, 기하 중 1개 과목을 반영함

※ 탐구영역은 상위 1개 과목을 반영함

※ 한국사는 본교 대학수학능력시험 최저학력기준 충족 조건과 상관없이 필수 응시해야 함

5. 전형요소 및 반영비율

- 수능 최저학력기준을 충족한 자 중에서 논술고사 성적과 학생부 교과 및 비교과(출결·봉사)영역 성적을 합산하여 총점 순으로 선발

사정 방법	구분	전형 요소별 반영 비율		계
		논술고사 성적	학생부 교과 및 비교과(출결·봉사) 성적	
일괄 합산	비율	70%	30%	100%
	배점	700점	300점	1,000점

서울캠퍼스

SEOUL CAMPUS



- 01. 정문(등용문)
- 02. 경희의료원
- 03. 치과병원
- 04. 치과대학
- 05. 의과대학
- 06. 의학계열 전문도서관
- 07. 약학대학
- 08. 행복기숙사(여자동)
- 09. 세진원(법학전문대학 기숙사)
- 10. 세화원(기숙사)
- 11. [지하]푸른솔 문화관/지하주차장
[지상]경희남중 · 고 운동장

- 12. 경희남중 · 고등학교
- 13. 아름원(행복기숙사)
- 14. 한의과대학/이과대학/간호과학대학
- 15. 대운동장
- 16. 네오르네상스관/경희사이버대학교
- 17. 교시탑
- 18. 청운관
- 19. 호텔관광대학
- 20. 경희여중 · 고등학교
- 21. 경희초등학교
- 22. 선동호
- 23. 미술대학/경희미술관

- 24. 국제교육원
- 25. 생활과학대학
- 26. 신문방송국/대학주보사
- 27. 미원관
- 28. 본관
- 29. 중앙도서관/중앙박물관
- 30. 노천극장
- 31. 크라운관(음악대학)
- 32. 학생회관
- 33. 경희유치원
- 34. 무용학부관
- 35. 오비스홀(경영대학)

- 36. 정경대학
- 37. 문과대학
- 38. 교수회관
- 39. 평화의 전당
- 40. 법과대학
- 41. 제2법학관
- 42. 법학부속관
- 43. 후문/(구)한의과대학
- 44. 자연사박물관
- 45. 삼익원(기숙사)

국제캠퍼스

GLOBAL CAMPUS



01. 정문(새천년기념탑:네오르네상스문)

02. 애지원

03. 르네상스공원

04. 우정원

05. 인조잔디구장/지하주차장

06. 공학관

07. 원자로센터

08. 실습공장동

09. 체육대학관

10. 외국어대학관

11. 경희공원

12. 멀티미디어교육관 · 글로벌관

13. 제2기숙사

14. 대운동장

15. 도예관

16. 원예생명공학 온실

17. 선승관

18. 생명과학대학관

19. 실습농장동

20. 실험연구동

21. 예술 · 디자인대학관

22. 국제 · 경영대학관

23. 학생회관

24. 중앙도서관(대학본부)

25. 사색의 광장

26. 주차장/노선버스종점

27. 종합운동장

28. 야구경기장

29. 평화노천극장

30. 연못

31. 전자정보/응용과학대학관

32. 국제학관

33. 우주과학교육관(천문대)

교통 안내

버 스 강남역 : 1550-1, 5100 잠실역 · 강변역 : 1112 사당역 : 7000 서울역환승센터 : M5107

지하철 분당선 영통역(경희대) 하차(9번 버스 환승 또는 도보 20분)



경희대학교 KYUNG HEE UNIVERSITY

서울캠퍼스 입학처

Web iphak.khu.ac.kr
Tel 1544-2828
Fax 02-961-0049
E-mail khsa0035@khu.ac.kr
Address 02447 서울특별시 동대문구 경희대로 26(회기동)

국제캠퍼스 입학처

Web iphak.khu.ac.kr
Tel 1544-2828
Fax 031-204-8105
E-mail khwa5034@khu.ac.kr
Address 17104 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732(서천동)

