

논술 지도의

원리와 실제

자연계



논술 지도의 우선순위와 실천 자연계

한국대학교육협의회 논술연구회

연구위원

강영기(남주고등학교)
김평원(마포고등학교)
김흥규(광신고등학교)
서정인(서울고등학교)
이명수(대광고등학교)
이효근(보인고등학교)
정형식(송실고등학교)
조석연(진명여자고등학교)
최병기(영등포여자고등학교)
최진규(서령고등학교)
황충일(서도고등학교)

자문위원

윤희원(서울대학교)
조완영(충북대학교)

연구협력관

김규환(입학전형지원실장)
김경미(입학전형지원실 선임행정원)

논술 학습 프로그램을 내면서...

초기에는 상당히 낮설게 느껴지던 통합교과논술이, 이제는, 수능시험만으로 우수 학생을 변별할 수 없는 상위권 대학의 수시 전형의 도구로 자리를 잡았습니다. 수능 성적과 내신을 중심으로 학생을 선발하는 정시 전형과 내신과 통합교과논술을 중심으로 학생을 선발하는 수시 전형이 50:50의 비중으로 정착된 것입니다.

일부 대학에서 2010학년도 입시에서 정시 논술을 폐지하고, 일부 언론이 이에 편승하면서 학생들은 물론 일선 현장의 교사들도 '논술은 이제 필요 없다'는 식의 생각을 하기도 합니다. 하지만 정시, 수시, 학생의 수준 등을 고려하지 않고 필요 이상으로 가열된 논술 열풍이 식었을 뿐이지 논술이 필요 없어진 것은 아닙니다.

통합교과논술은 변화하는 사회에 능동적으로 대응할 수 있는 문제 해결 능력을 함양시키고, 그 결과로 학생의 문제해결능력을 평가할 수 있기 때문에 학생 선발의 도구로 사용되는 것이지, 오로지 입학시험에서 학생들을 성적순으로 줄 세우기 위해서 만들어낸 절차가 아님을 명심해야 합니다. 다시 말해 선택형 문항이 대부분인 수능으로 측정하는 데 한계가 있는 논리적인 사고와 뛰어난 문제 해결력을 갖춘 학생을 수시 전형을 통해 선발하려고 통합교과논술 시험을 보는 것입니다.

고교와 대학 간의 상호 협력을 지향하는 한국대학교육협의회 논술연구회에서는 공교육이 주도하는 논술 교육만이 논술을 둘러싼 문제들을 해결할 수 있다는 신념 하에 각 대학교에서 제공한 분석 자료를 토대로 이에 대한 대비책을 상세하게 제시한 <논술길라잡이>를 해마다 발간하였습니다. 이 책에서는, 통합교과논술에 대해 막연한 두려움을 가지고 있었던 학생, 지도 교사, 그리고 학부모님들에게 통합교과논술 대비 방법에 대해 어느 정도 공신력 있는 지름길을 제시하고자 하였습니다.

이제 여기에 더하여 <논술 학습 프로그램>을 발간합니다. 이 책에서는 통합교과논술고사를 부과하는 대학이 요구하는 방향을 점검하면서 정직하게 학생의 실력을 키워줄 수 있는 프로그램을 예시하였습니다. 각 학교 상황에 맞게 재구성해서 논술 프로그램을 운영할 수 있음은 물론 대학 입시를 담당하는 기관과 현장 논술 지도 교사의 다양한 의사소통과정을 반영하여 공신력 있는 학습 자료로 거듭나고자 노력한 점이 이 책의 가장 큰 장점이라 하겠습니다.

앞으로 한국대학교육협의회의 <논술길라잡이> 시리즈는 논술 문제를 출제한 대학과 고교 논술 지도 교사들이 함께 모여 만든 공신력 있는 안내서로 거듭날 것입니다. 이 책을 통해 논술 지도 교사와 학생 모두 통합교과논술 교육의 의의에 공감하고, 사고력과 문제해결능력을 함양할 수 있기를 바랍니다.

2009. 5
한국대학교육협의회 논술연구회

Contents

수리 논술

01 수리논술의 기초

수리논술의 기초	3
수리논술의 기초 답안 작성	4

02 수리논술의 기본

수리논술의 기본	14
함수	18
행렬	22
수열과 극한	30
확률	34
통계	38
미분	43
적분	49

03 수리논술의 응용

수리논술의 응용	55
정수론	55
삼각함수	64
극한	71
미분	77
적분	91
확률과 적분	97

과학 논술

01 과학논술 지도의 원리

과학논술 개념과 특성	109
과학논술 지도 전략	110
협동수업 모형을 활용한 과학 논술 프로그램	113

02 과학논술 해결의 과정

개요	119
논제 분석	120
제시문 분석	124
개요 작성	129
답안 기술	134

03 영역별 논술 지도 자료

단일 교과형 논제	137
교과 통합형 논제	172
에세이형 논제	211

I. 수리논술

■ 수리논술의 기초

■ 수리논술의 기본

함수
행렬
수열과 극한
확률
통계
미분
적분

■ 수리논술의 응용

정수론
삼각함수
극한
미분
통계
적분
확률과 적분

01 수리논술의 기초

1. 수리논술의 기초

01 | 2009학년도 수리논술의 단위별 경향

대학교	수학 + 수학 I	수학 II	미분적분	심화내용
고려대학교(수시)	행렬과 극한	공간도형	회전체의 부피	
서강대학교(수시)	연립부동식 기하학적 확률		삼각함수의 적분	
서울대학교(정시)			삼각함수의 미분	미분방정식, 카오스 이론
아주대학교(모의논술)			공간도형의 부피	삼각함수의 극한
연세대학교(수시)	연산과 평면도형		삼각함수	
인하대학교(수시)			볼록렌즈와 미분 구분구적법	
한양대학교(수시)				Modulo 연산

02 | 수리논술 대비

수리논술은 수리적 사고를 강조한 글쓰기이다. 여기서 수리적 사고란 수학적 사고를 포괄한 용어로 수학교과를 중심으로 다른 교과와 통합되어 제시문과 논제에 대한 이해와 활용을 요구한 경우가 있다. 제시문과 논제의 경우 고교 교육과정의 내용을 바탕으로 보충, 확장되어 출제되기도 한다.

이와 관련하여 세 가지 관점에서 수리논술 대비책에 대해 간략히 살펴본다.

■ 수리논술 대비책

● 무엇을 질문하고 있는지 파악하라.

먼저 논제(논술문제)에 어떤 질문이 있는지 파악한다. 문제에서 요구하는 조건을 잘 읽고 물어 보는 것에 빠짐없이 답변해야 한다. 이 때 문제 속에 숨겨진 질문이 있는 지 파악하는 것이 필요하다. 다시 말하면 문제 속에서 직접적으로 묻은 것은 아니지만 주어진 문제에 대한 답변을 위해 사용한 사실이나 가정이 있는지 파악해야 한다. 더 나아가 고교 교육과정의 어느 부분과 관련이 있는지 파악하면 답안 작성에 도움이 될 수 있다. 수리논술의 경우 주어진 논제에서 묻고 있는 내용을 교육과정의 단위와 관련하여 정리하는 것이 필요하다. 특히, 이 부분을 공부할 때 어떤 가정에서 어떤 결론이 얻었는지 그 과정을 생각하면 수리논술 문제를 더욱 용이하게 해결

할 수 있다.

● **답안작성을 어떻게 할 지 단계별 연결고리를 생각하라.**

논술의 기본 취지중 하나는 교과내용을 충실히 이해하고 있느냐는 것이다. 따라서 제시문과 논제가 교과와 어떤 부분과 관련이 있는지 각 단계별 연결고리를 생각해야 한다. 논제와 관련한 답안을 작성할 때 수학적 질문(정량화 또는 수식을 요구하는 질문)과 논술적 질문을 요구하는 부분으로 나눈다. 수학적 질문의 경우 수식을 유도하여 문제를 풀어나가고, 논술적 질문의 경우 타당한 근거에 맞추어 서론, 본론, 결론 형식에 맞추어 서술한다. 수학적 문제를 무시한 채 단순한 논술로 두루뭉술하게 넘어가지 않아야 한다.

답안 작성할 때 주의해야 할 것은, 수학적 계산 부분은 계산을 통해 한 단계 한 단계 넘어가야 하고, 논술부분은 적절한 논리에 맞추어 서론, 본론, 결론에 맞추어 서술해야 한다. 수학적 계산 부분에서 어설픈 논리로 전개하거나 논술 부분에서 비약적인 가설을 세워 주장하는 것은 바람직하지 못하다. 논술은 적절한 계산이나 주장을 통해 남에게 설명하고 남을 이해시키는 것임을 기억하자.

● **평소에 교과서에 나온 수학적 개념이나 원리를 이해하라.**

수학은 단원별 연계가 강한 과목으로 공식을 단순히 암기하여 풀 수 있는 과목이 아니다. 교과서의 내용을 정확히 이해하고 있는지 점검하고 이해하지 못한 것에 대한 대비가 필요하다. 또한 자신이 없는 몇몇 특정 단원을 포기하고 자신이 있는 특정 단원만 공부하는 것은 바람직하지 못하다. 특히, 통합적 성격의 수리논술 문항을 다룰 때는 더더욱 좋지 않은 습관이다.

통합적 수리논술의 경우 다른 교과목과의 연계성을 연구하는 것이 필요하다. 과학교과서를 공부할 때 수학적 또는 수리적 계산이 필요할 경우 수학교과서에서 관련 내용을 찾아 해결하는 것이 중요하다. 예를 들어, 물리 교과서에서 이동 거리와 속도, 가속도 부분은 수학교과서의 미분과 적분 개념과 관련이 있고, 화학교과서에서 수소이온농도는 수학교과서의 상용로그와 관련이 있고, 지구과학 교과서의 지진이나 별의 등급은 수학교과서의 로그개념과 관련이 있고, 생물교과서의 유전에서 확률계산은 수학교과서의 경우의 수와 확률 개념과 관련이 있다.

03 | 수리논술의 기초 답안 작성

몇 가지 예를 통해 수리논술 답안 작성에 대해 생각해 보자.

 [예 1] 2008학년도 인하대학교 수시

[제시문]

[가] 빗방울이 지상 수 킬로미터에서 떨어질 때, 공기의 마찰력이 없다면 굉장히 큰 낙하속도를 갖게 될 것이다. 예를 들어 공기에 의한 마찰력이 없다면 5km 상공에서 떨어지는 빗방울이 지

면에 도달할 때의 속력은 약 313m/s가 된다. 이것은 거의 음속에 가까운 속도로, 작은 빗방울이지만 큰 파괴력을 갖게 된다. 그렇지만 다행스럽게도 대기권에는 공기에 의한 마찰력이 존재하므로 이런 문제가 생기지 않는다. 실제로 공기 중에서 운동하는 빗방울의 경우 마찰력은 근사적으로 속도에 비례하는 것으로 알려져 있다. 그러므로 빗방울에 작용하는 전체 힘은 [그림 1]과 같이 중력과 마찰력의 합 $mg - bv$ 가 된다. 여기서 m 은 빗방울의 질량, g 는 중력가속도의 크기이고, $b(b > 0)$ 는 마찰력의 크기를 결정하는 비례상수로 물체 형태나 공기의 밀도 등에 의해 결정된다. 처음 정지 상태에 있던 빗방울이 떨어지면서 빗방울의 속력이 점점 커져 마찰력이 증가하다가 마찰력과 중력의 크기가 같아지면 빗방울에 작용하는 전체 힘이 0이 된다. 이때 빗방울의 가속도가 0이 되므로 더 이상 속도가 변하지 않게 되는데, 이때의 속도를 종단속도라고 한다. 그리고 그 크기인 종단속력을 v_T 하면 $v_T = \frac{mg}{b}$ 가 된다는 것을 알 수 있다.

한편, 뉴턴의 운동법칙을 이용하여 시간 t 에서 빗방울의 속력 $v(t)$ 를 구하면

$$v(t) = \frac{mg}{b} (1 - e^{-\frac{b}{m}t})$$

이 된다. $v(t)$ 는 t 가 커짐에 따라 $\frac{mg}{b}$ 로 수렴하고, 이 값은 위에서 구한 종단속력과 일치한다.

여기서 상수 e 는 $e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ 정의되는 무리수이며 근사적으로 2.7182...의 값을 갖는다.

또한, 함수 $y = e^x$ 는 x 가 무한대로 커짐에 따라 y 도 무한대로 증가하고, 역함수는 $x = \log_e y$ 가 되며 이를 흔히 $x = \ln y$ 로 표시하기도 한다.



[그림 1] 떨어지는 빗방울에 작용하는 힘

[나] 자동차는 엔진에 의한 추진력으로 움직인다. 자동차에 작용하는 추진력 F 가 일정한 경우를 생각해 보자. 공기의 마찰 등에 의한 저항력이 없다면, 자동차의 속도는 무한히 증가할 것이다. 그러나 움직이는 자동차에는 [그림 2]와 같이 진행방향의 반대방향으로 저항력이 작용한다. 일반적으로 저항력의 크기는 자동차의 속력이 커질수록 증가하는데, 여기서는 저항력의 크기가 속력의 제곱에 비례한다고 가정하자. 그러면 적당한 비례상수 $k(k > 0)$ 를 사용하여 저항력의 크기를 kv^2 으로 표현할 수 있다. k 는 자동차의 모양, 공기의 밀도 등에 따라 달라진다. 이 때 자동차에 작용하는 전체 힘은 $F - kv^2$ 이다.

자동차가 정지 상태에서부터 출발하여 일정한 추진력 F 로 움직일 때에, 뉴턴의 운동법칙을 이용하여 시간 t 에서의 속력 $v(t)$ 를 구해보면

$$v(t) = \sqrt{\frac{F}{k}} \frac{e^u - e^{-u}}{e^u + e^{-u}}, \quad u = \frac{\sqrt{Fk}}{m} t$$



[그림 2] 달리는 자동차에 작용하는 힘

 **[문제]** 제시문 [가]에는 빗방울의 종단속력을 구하는 방법이 두 가지로 설명되어 있다. 이것을 참조하고 제시문 [나]에 주어진 수식들을 이용하여 자동차의 종단속력을 두 가지 방법으로 구하시오. 그리고 제시문 [나]에 주어진 $v(t)$ 의 함수식을 이용하여 자동차의 속력이 종단속력의 99%에 도달하게 되는 시간을 구하시오. (20점)

 문제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	제시문 [나]의 수식을 이용하여 두 가지 방법으로 종단속력 구하기	
	조 건	제시문 [가]에는 빗방울의 종단속력을 구하는 방법을 참조하기 제시문 [나]에 주어진 수식들을 이용하기
요 구 2	자동차의 속력이 종단속력의 99%에 도달하게 되는 시간을 구하기	
	조 건	제시문 [나]에 주어진 $v(t)$ 의 함수식을 이용
출 제 의 도	① 종단속도와 뉴턴의 운동방정식의 의미를 빗방울의 경우로부터 자동차의 경우로 올바르게 추론할 수 있는가를 평가 ② 지수, 로그의 정의를 올바르게 이해하고 있고 이를 이용한 계산을 수행할 수 있는가를 평가	

 제시문 분석

	분 류	내 용
제 시 문	핵심어 (수식)	전체 힘, 중력과 마찰력의 합, 빗방울의 속력, 종단속력
	핵심문장 (내용)	① 빗방울의 가속도가 0 이 되므로 더 이상 속도가 변하지 않게 되는데, 이때의 속도를 종단속도라고 한다. ② t 가 커짐에 따라 $v(t)$ 는 수렴하고, 이 값은 위에서 구한 종단속력과 일치한다.
	관련지식	지수함수, 자연로그, 극한
	제시문 [가]	종단속도 개념을 소개하기 위하여 빗방울이 낙하할 때에 빗방울의 낙하속력에 비례하는 공기저항으로 인하여 일정시간이 지나면 빗방울의 낙하속력이 일정하게 유지되는 현상을 뉴턴의 운동방정식을 이용하여 설명하였다.
	제시문 [나]	빗방울이 낙하할 때와 같이, 자동차가 주행할 때에도 도로면 및 공기 저항으로 인하여 자동차의 주행속력의 제곱에 비례하는 저항력이 발생하고 이로부터 뉴턴의 운동방정식을 이용하여 일정시간 후에 자동차의 주행속력은 종단속력에 도달하게 됨을 설명하였다.

 개요 작성 및 답안 설계

- 제시문 [가]에서는 빗방울의 종단속력을 구하는 방법이 두 가지로 제시되어 있다. 한 가지 방법은 종단속도에서는 가속도가 0 이 된다는 사실을 이용하여 뉴턴의 운동방정식으로부터 직접 구하는 것이고, 또 다른 방법은 빗방울의 낙하속력을 구한 다음에 시간에 대한 극한값을 취하여 종단속력을 구하는 것이다.
- [문제 1]에서는 제시문 [나]에서 주어진 수식을 사용하여, 빗방울의 경우에서와 같이 자동차의 종단속력을 두 가지 방법으로 구하는 문제이다.
- 시간에 따른 자동차의 주행속력 함수식으로부터 종단속력의 99%에 도달하게 되는 시간을 구하는 문제이다.

 답안작성을 위한 답안개요

제시문 [나]의 수식 $F - kv^2 = 0$ 로부터 종단속력은 $v = \sqrt{\frac{F}{k}}$ 가 된다.
또, 시간에 따른 속력함수 $v(t) = \sqrt{\frac{F}{k}} \frac{e^{\sqrt{Fk/m}t} - e^{-\sqrt{Fk/m}t}}{e^{\sqrt{Fk/m}t} + e^{-\sqrt{Fk/m}t}} = \sqrt{\frac{F}{k}} \frac{1 - e^{-2\sqrt{Fk/m}t}}{1 + e^{-2\sqrt{Fk/m}t}}$ 에서
 $t \rightarrow \infty$ 일 때에 $e^{-2\sqrt{Fk/m}t} \rightarrow 0$ 이므로 $v(t) \rightarrow \sqrt{\frac{F}{k}}$ 이다.
종단속력의 99%에 도달하는 데 걸리는 시간은 다음과 같이 구할 수 있다.
$$v(t) = \sqrt{\frac{F}{k}} \frac{e^{\sqrt{Fk/m}t} - e^{-\sqrt{Fk/m}t}}{e^{\sqrt{Fk/m}t} + e^{-\sqrt{Fk/m}t}} = 0.99 \sqrt{\frac{F}{k}}$$

에서 t 에 대해 풀면 $t = \frac{m}{\sqrt{2Fk}} \ln 199$ 이다.



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉		〈첨삭〉
------	--	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

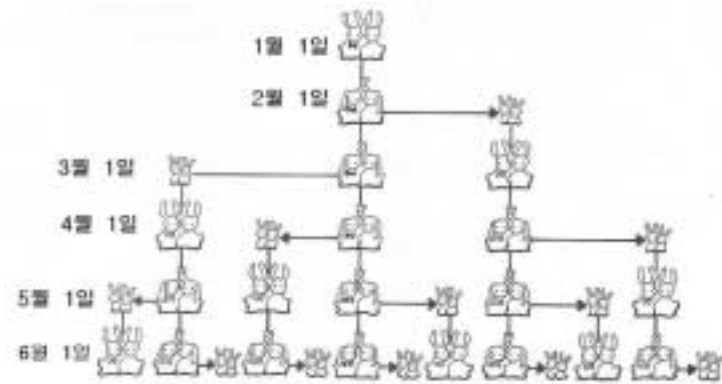
[예 2] 피보나치 수열 문제

[제시문]

[가] 약 800여 년 전 피사의 레오나르도라고 불리는 똑똑한 수학자가 한 명 살았다. 그는 피사의 사탑이 위치해 있는 피사에 살았기 때문에 이런 이름이 붙었다. 그는 수학에 관한 책을 쓸 때, 필명으로 '피보나치(Fibonacci)'를 사용했다. 그는 피보나치란 이름으로 수학책 〈Liber Abaci〉를 썼는데 이 책은 계산하는 방법을 다룬 책으로 아라비아의 숫자 (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)를 유럽에 전하는데 중요한 역할을 했다. 잘 알려진 이야기 중 하나는 울타리를 치고 기르는 토끼의 쌍에 관한 문제이다.

“여기 암수 한 쌍의 어른 토끼가 있다. 이 토끼는 매달 암수 한 쌍의 새끼를 낳으며, 새로 태어난 토끼도 태어난 지 두 달 후면 어른 토끼가 되어 꼭 한 쌍씩의 새끼를 낳는다고 한다. 어느 해 1월 1일부터 어른 토끼가 매달 한 쌍의 새끼를 낳는다고 가정하면, 1년 후 토끼는 몇 쌍이 될까? 물론 중간에 토끼가 죽는 경우는 없다고 가정한다.”

먼저 그림을 그려 생각해보자. 1월 1일엔 토끼는 암수 한 쌍이다. 1개월이 지난 후인 2월 1일엔 토끼는 암수 한 쌍의 새끼 토끼를 낳는다. 1개월이 지난 후인 3월 1(M)일엔 다시 암수 한 쌍의 토끼가 태어나고 새끼토끼는 성인 토끼가 된다. 1개월이 또 지난 4월 1일엔 두 쌍의 토끼가 태어나고 한 쌍의 새끼토끼는 어른 토끼가 된다. 1개월이 또 지난 5월 1일엔 모두 세 쌍의 새끼가 태어나며 두 쌍의 새끼토끼는 어른토끼가 된다. 1개월이 지난 6월 1일엔 모두 5쌍의 토끼가 태어나며 세 쌍의 새끼 토끼는 어른 토끼가 된다[그림 1].



[그림 1]

이런 과정을 계속하면 1년 후의 토끼의 쌍을 표로 정리할 수 있다[그림 2].

월 일	새끼 토끼의 쌍 수	어른 토끼의 쌍 수	모든 토끼의 쌍 수
1월 1일	0	1	1
2월 1일	0	1	2
3월 1일	0	2	3
4월 1일	2	3	5
5월 1일	3	5	8
6월 1일	5	8	13
7월 1일	8	13	21
8월 1일	13	21	34
9월 1일	21	34	55
10월 1일	34	55	89
11월 1일	55	89	144
12월 1일	89	144	233
1월 1일	144	233	377

[그림 2]

이 표를 통해 1년 후 새끼 토끼의 쌍 수는 144, 어른 토끼의 쌍의 수는 233, 모든 토끼의 쌍 수는 377임을 알 수 있다. 이 과정에서 얻어진 수를 나열하면 다음과 같은 수열을 얻는다.

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377

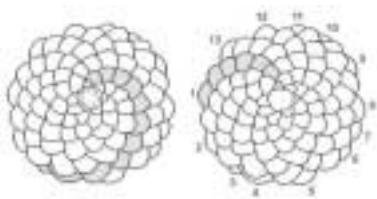
보통 수학에선 이런 특징이 끝없이 계속된다고 가정하여 다음과 같이 나타내고 피보나치수열(Fibonacci sequence)이라고 부른다.

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...

여기서 수열의 제 n 항을 $f(n)$ 이라 하면 이 수열을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$f(1)=1, f(2)=1, f(n+2)=f(n)+f(n+1)(n=1, 2, 3, \dots)$$

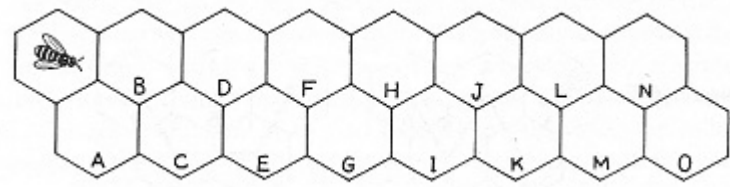
[나] 피보나치수열을 이루는 각 수들은 자연의 여러 사물들의 배열에서 발견된다. 예를 들어 솔방울의 씨앗배열을 나선방향을 기준으로 살펴보면 그 방향으로 따라 나선에 번호를 붙여 세어 보면 나선의 개수가 8개, 13임을 알 수 있다[그림 3].



[그림 3]



[문제 1] 아래 그림은 벌집의 일부이다. 벌이 각 방에서 오른쪽 또는 오른쪽 위, 오른쪽 아래의 방향으로 이동할 수 있다고 하자. 벌 한 마리가 현재의 위치에서 출발하여 방 K에 도달할 수 있는 경로의 가지 수는 몇 가지인지 설명하시오.



[문제 2] 한 사람이 계단을 오를 때 매 걸음마다 한 계단 또는 두 계단씩 올라간다고 한다. n 개의 계단을 올라가는 모든 가능한 방법의 수를 이라 할 때, 세 개의 수

$$f(n), f(n+1), f(n+2) \quad (\text{단, } n=1, 2, 3, \dots)$$

사이의 관계를 구하고 극한 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f(n+1)}{f(n)}$ 의 값이 양수라고 가정하여 그 값을 구하시오.



문제 분석

구 분	문제의 요구사항 및 조건	
문 제 1		
	조 건	
문 제 2		
	조 건	
출제 의도		

개요 작성 및 답안 설계

	분 류	내 용
제시문 (가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제시문 (나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	연계개념	

답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉	[논제 1]	〈첨삭〉
	[논제 2]	

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

02 수리논술의 기본 (수학, 수학 I, 수학 II)

고교 수학교과와 기본적인 교과 내용을 바탕으로 논리적 사고에 근거하여 문제를 해결할 수 있다.
이 분야에서 다룰 내용을 간략히 정리하면 다음과 같다.

- ☑ **합 수** 2008학년도 한양대 수시
- ☑ **행 렬** 2008학년도 서울대 모의 논술
- ☑ **수열과 극한** 2009학년도 서울시립대 모의논술
- ☑ **확 률** 2008학년도 고려대 수시
- ☑ **통 계** 2008학년도 이화여대 수시
- ☑ **미 분** 2009학년도 인하대 수시
- ☑ **적 분** 2009학년도 인하대 수시

📖 [예시] 암호와 행렬 - 2006학년도 이화여자대학교 모의논술

[제시문]

4개의 알파벳으로 된 메시지 “ $P_1P_2P_3P_4$ ”를 아래 주어진 알파벳 코드표에 의하여 숫자로 바꾼 (m_1, m_2, m_3, m_4) 를 평문이라 한다. 평문의 네 숫자들을 1열부터 차례로 배열하여 만든 행렬 $M = \begin{pmatrix} m_1 & m_3 \\ m_2 & m_4 \end{pmatrix}$ 과 암호화 행렬 K 를 사용하여 얻어지는 행렬의 곱 $KM = \begin{pmatrix} n_1 & n_3 \\ n_2 & n_4 \end{pmatrix}$ 을 순차적으로 나열한 (n_1, n_2, n_3, n_4) 를 암호문이라 한다.

P_i	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
m_i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

 **[문제 1]** “GAME”이라는 메시지에 암호화 행렬 K 를 사용하면, 암호문(12, 6, 44, 24)를 얻을 수 있었다고 한다. 이때 사용된 암호화 행렬 K 를 구하고, 이 암호화 행렬을 사용하여 “BEST”라는 메시지를 보냈을 때 받게 되는 암호문을 구하시오.

 **[문제 2]** 평문 (m_1, m_2, m_3, m_4) 와 그에 대응하는 암호문 (n_1, n_2, n_3, n_4) 한 쌍으로부터, 암호화 행렬 K 를 찾아낼 수 있는 경우와 그렇지 못한 경우에 대해 논하시오.

🔍 문제1 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	암호화 행렬 K 를 구하기	
	조 건	암호화 행렬 K 를 사용하면, “GAME”이란 메시지는 암호문 (12, 6, 44, 24)이 된다.
요 구 2	“BEST”라는 메시지를 보냈을 때 받게 되는 암호문 구하기	
	조 건	암호화 행렬 K 를 활용하기
출 제 의 도	제시문에 주어진 평문, 암호화 행렬, 암호문에 대해 이해하고 적용하여 문제를 해결하기	

🔍 문제2 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	주어진 평문과 암호문을 바탕으로 암호화 행렬 K 이 있는 경우에 대해 논하기	
	조 건	평문 (m_1, m_2, m_3, m_4) 와 그에 대응하는 암호문 (n_1, n_2, n_3, n_4) 한 쌍을 활용하여 암호화 행렬 K 이 있는 경우 생각하기
요 구 2	주어진 평문과 암호문을 바탕으로 암호화 행렬 K 이 있는 경우에 대해 논하기	
	조 건	평문 (m_1, m_2, m_3, m_4) 와 그에 대응하는 암호문 (n_1, n_2, n_3, n_4) 한 쌍을 활용하여 암호화 행렬 K 이 없는 경우 생각하기
출 제 의 도	제시문에 주어진 평문, 암호화 행렬, 암호문에 대해 이해하고 적용하여 문제를 해결하기	

제시문 분석

	분 류	내 용
제시문	핵심어(수식)	메시지, 행렬, 알파벳 코드표, 암호화행렬, 암호문
	핵심문장(내용)	(m_1, m_2, m_3, m_4) 를 평문, (n_1, n_2, n_3, n_4) 를 암호문이라 할 때 $M = \begin{pmatrix} m_1 & m_3 \\ m_2 & m_4 \end{pmatrix}$ 에 $KM = \begin{pmatrix} n_1 & n_3 \\ n_2 & n_4 \end{pmatrix}$ 대해 이다. 이 때 행렬 K는 암호화 행렬이다.
	관련지식	□ 행렬의 곱셈 □ 역행렬의 존재조건 $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_1 & m_3 \\ m_2 & m_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n_1 & n_3 \\ n_2 & n_4 \end{pmatrix}$ 에서 행렬 $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ 가 존재하기 위한 조건
확장	문제 1 연계개념	암호 만들기
	문제 2 연계개념	암호 해독

개요 작성 및 답안 설계

[문제 1]

- 주어진 평문과 암호문을 2×2 행렬로 표현하여 식을 세운다.
- 암호화 행렬을 구한다.
- “BEST”라는 메시지를 평문으로 고친 후 암호화행렬을 이용하여 받게 되는 암호문을 구한다.

[문제 2]

- 주어진 조건을 정리하여 식을 세운다.
- 암호화 행렬을 찾아낼 수 있는 경우와 그렇지 못한 경우를 판단한다.

답안 작성 학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[문제 1] 먼저 알파벳 코드표를 이용하여 메시지 “GAME”를 평문으로 작성하면 $m_1=6, m_2=0, m_3=12, m_4=4$이다. 구한 평문 (6, 0, 12, 4)과 주어진 암호문 (12, 6, 44, 24)을 행렬로 나타내면 평문은 $M = \begin{pmatrix} 6 & 12 \\ 0 & 4 \end{pmatrix}$이고, 암호문은 $\begin{pmatrix} 12 & 44 \\ 6 & 24 \end{pmatrix}$이다. $KM = \begin{pmatrix} 12 & 44 \\ 6 & 24 \end{pmatrix}$에서 $K \begin{pmatrix} 6 & 12 \\ 0 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 & 44 \\ 6 & 24 \end{pmatrix}$이고 $K = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$를 얻는다. 따라서 암호화행렬은 $K = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$이다. 이번에는 알파벳 코드표에 이용하여 메시지 “BEST”를 평문으로 작성하면 $m_1=1, m_2=4, m_3=18, m_4=19$이다. 암호화행렬을 이용하여 행렬의 곱을 구하면 $\begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 18 \\ 4 & 19 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 22 & 131 \\ 13 & 75 \end{pmatrix} \text{ 이다.}$ 따라서 “BEST”라는 메시지를 보냈을 때 받게 되는 암호문은 (2, 13, 131, 75)이다.	〈첨삭〉
	[문제 2] 주어진 조건을 행렬로 나타내면 다음과 같다. $K \begin{pmatrix} m_1 & m_3 \\ m_2 & m_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n_1 & n_3 \\ n_2 & n_4 \end{pmatrix}$ $m_1m_4 - m_2m_3 \neq 0$ 이면 암호화 행렬 K를 구할 수 있고 $K = \begin{pmatrix} n_1 & n_3 \\ n_2 & n_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_1 & m_3 \\ m_2 & m_4 \end{pmatrix}^{-1} \text{ 이다.}$ 그런데 $m_1m_4 - m_2m_3 = 0$ 이면 암호화 행렬 K를 구할 수 없다. 따라서 평문 (m_1, m_2, m_3, m_4)와 암호문 (n_1, n_2, n_3, n_4)으로부터 암호화 행렬 K를 찾아낼 수 있는 경우는 $m_1m_4 - m_2m_3 \neq 0$일 때이고, 그렇지 못한 경우는 $m_1m_4 - m_2m_3 = 0$ 일 때이다.	

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

1. 함수

핵심어 및 개념 정리

① 일대일 대응

함수 $f: X \rightarrow Y$ 에서

(i) 치역이 공역과 같고,

(ii) X 의 임의의 원소 x_1, x_2 에 대하여 $x_1 \neq x_2$ 이면 $f(x_1) \neq f(x_2)$ 일 때, 함수 f 를 일대일 대응이라 한다.

② 두 무한집합의 비교

공집합이 아닌 두 집합 A, B 사이에 일대일 대응이 존재하면 두 집합의 크기는 같다. 이 때, 두 집합 A, B 는 모두 유한집합이거나 모두 무한 집합으로서 두 집합 A, B 사이에 일대일 대응은 함수식으로 나타낼 수 있다.

③ 항등원과 역원

집합 S 가 연산 $\circ$ 에 관하여 닫혀 있을 때,

- S 의 임의의 원소 a 에 대하여 $a \circ e = e \circ a = a$ 인 S 의 원소 e 를 연산 $\circ$ 에 대한 항등원라 한다.
- 또, e 가 항등원일 때 S 의 한 원소 a 에 대하여 $a \circ x = x \circ a = e$ 인 S 의 원소 x 를 연산 $\circ$ 에 대한 a 의 역원이라 한다.

④ 짝수, 홀수 그리고 7의 배수

자연수 n 에 대하여 $2n$ 은 짝수, $2n-1$ 은 홀수, $7n$ 은 7의 배수이다.

2008학년도 한양대학교 수시 2-2

[제시문]

다음 제시문으로부터 논리적 근거를 도출하여 물음에 구체적으로 답하시오.

[가] 저 밤하늘을 수놓고 있는 별들의 수효를 헤아릴 수 있는지요? 저희 묵동들에게 전해오는 은밀한 이야기에 의하면, 이 땅에 살아 숨 쉬는 모든 생명체는 자신만의 별을 하나씩 가지고 있다

니다. 개개의 별과 생명체는 그 생사를 같이 하는 것이지요.

[나] 자연수 집합과 짝수 집합 사이에는 일대일 대응이 존재한다. 이런 의미에서 두 집합의 크기는 같다.

[다] 내게 사물이 가진 이름 따위는 무의미하네. 오직 그것이 존재하는가, 하지 않는가 여부만이 의미 있을 뿐이지. 따라서 어떤 사물들의 모임인 소위 그 집합이란 것도 그것을 구성하는 원소의 개수가 얼마인가 하는 것만이 중요하단 말이야. 다시 말해, 두 집합의 크기가 같다면, 그 둘은 내게 동일한 집합으로 인지되는 것일세.

[라] 하나의 구조를 구성하는 요소들 간의 관계는 그 구조의 특성을 결정하는 중요한 인자이다. 예를 들어 덧셈에서 '항등원', 혹은 '역원'의 유무를 생각하면, 정수 집합과 자연수 집합은 동일하다고 할 수 없다.



[문제 1] 정수 집합과 자연수 집합은 어떤 측면에서 동일시할 수 있겠는가?



[문제 2] 집합의 크기 측면에서 홀수 집합과 7의 배수의 집합은 동일시할 수 있겠는가?



[문제 3] 곱셈의 측면에서 홀수 집합과 7의 배수의 집합은 동일시할 수 있겠는가?



문제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
논 제 1	조 건	
논 제 2	조 건	
논 제 3	조 건	
출제의도		

개요 작성 및 답안 설계

	분 류	내 용
제시문 (가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제시문 (나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제시문 (다)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	연계개념	

〈참삭〉

[논제 1]

〈침삭〉

〈첨삭〉	[논제 1]	〈첨삭〉
	[논제 2]	
	[논제 3]	

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

2. 행렬

핵심어 및 개념 정리

① 행렬(Matrix)의 정의

몇 개의 수 또는 문자를 직사각형의 꼴로 배열하여 괄호로 묶은 것으로 행의 수가 m , 열의 수가 n 인 행렬을 $m \times n$ 행렬이라 한다. 특히, 행의 수와 열의 수가 같은 행렬은 정사각 행렬이라 부른다.

예를 들어, 행렬 $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ 은 3×3 행렬이고 행렬 $\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ 은 4×4 행렬이다.

② 인간의 염색체와 박테리아의 염색체의 차이점

인간의 염색체는 한 개의 선형 DNA로 구성되어 있는 반면 박테리아의 염색체는 한 개의 원형 DNA로 구성되어 있다.

③ 잘려진 DNA 조각으로 염기서열 분석하기

동일한 염색체 DNA 여러 개를 각각 적절한 길이로 무작위로 잘라낸 다음, 염기서열분석기(DNA Sequencer)를 이용하여 잘라낸 DNA 조각의 양 끝의 염기 서열을 읽어낸다. 이렇게 읽어낸 DNA 조각들의 염기서열을 비교하여 서로 염기서열이 일치하는 부분을 찾고, 이를 바탕으로 DNA 조각들을 배열하여 유전체의 염기서열을 재구성한다. 예를 들어 S_1, S_2, S_3 에 대하여, S_i 와 S_j 의 염기서열 끝부분이 서로 일치한다면 행렬의 (i, j) 성분을 1, 일치하지 않는다면 0으로 표시하여 만들어진 행렬로 표현할 수 있다.

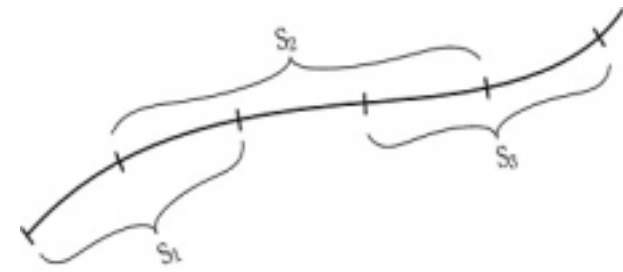
성되어있다.

유전체 DNA의 염기서열을 알아내는 것은 생명 현상의 이해를 위해서 매우 중요한 일이다. 유전체 DNA의 염기 서열을 알아내기 위하여 인간 유전체사업(Human Genome Project)에서 사용한 방법은 다음과 같다.

먼저 동일한 염색체 DNA 여러 개를 각각 적절한 길이로 무작위로 잘라낸 다음, 염기서열분석기(DNA Sequencer)를 이용하여 잘라낸 DNA 조각의 양 끝의 염기 서열을 읽어낸다. 이렇게 읽어낸 DNA 조각들의 염기서열을 비교하여 서로 염기서열이 일치하는 부분을 찾고, 이를 바탕으로 DNA 조각들을 배열하여 유전체의 염기서열을 재구성한다. 예를 들어, 잘려진 DNA 조각 S_1, S_2, S_3 에 대하여, S_i 와 S_j 의 염기서열 끝부분이 서로 일치한다면 행렬의 (i, j) 성분을 1, 일치하지 않는다면 0으로 표시하여 만들어진 행렬이 다음과 같다고 하자.

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

위의 내용으로부터 S_1, S_2, S_3 이 다음과 같이 배열되어 있음을 알 수 있다.



이 배열은 $\begin{array}{c} S_1 \\ \hline S_2 \\ \hline S_3 \end{array}$ 의 형태로도 표현 할 수 있다.

2008학년도 서울대학교 모의 논술

[제시문]

어떤 생명체의 유전정보의 총체를 유전체(genome)라고 부른다. 인간의 유전체는 23개의 염색체로 이루어져 있으며 그 안의 유전정보는 DNA의 염기서열(base sequence)로 기록된다. 인간의 염색체는 한 개의 선형 DNA로 구성되어 있는 반면 박테리아의 염색체는 한 개의 원형 DNA로 구



[문제 1] 인간의 같은 염색체에서 얻어진 DNA 조각을 S_1, S_2, S_3, S_4 이라고 하자. S_1, S_2, S_3, S_4 의 염기서열 일치 여부에 관한 정보로부터 다음 행렬이 만들어질 수 없음을 설명하시오.

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 1]	〈첨삭〉
------	--------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 2]	〈첨삭〉
------	--------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 3]	〈첨삭〉
------	----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 4]	〈첨삭〉
------	----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

3. 수열과 극한

핵심어 및 개념 정리

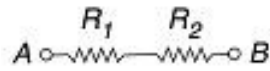
① 전류, 전압, 저항 사이의 관계

도선에 흐르는 전류 I , 전압 V , 저항 R 사이의 관계는 다음과 같다.

② 직렬연결과 저항의 크기

크기가 R_1 과 R_2 인 두 개의 저항을 직렬 연결할 때, 합성 저항 R 은 각 저항의 합과 같다.

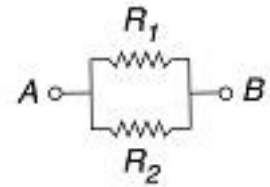
$$R = R_1 + R_2$$



③ 병렬연결과 저항의 크기

크기가 R_1 과 R_2 인 두 개의 저항을 병렬 연결할 때, 합성 저항의 역수는 각 저항의 역수의 합과 같다.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{즉,} \quad R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



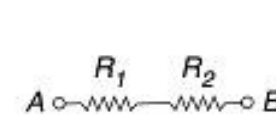
④ 수열 $\{a_n\}$ 에서 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = x$ 이면 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_{n+1} = x$ 이다.

점화식 $a_{n+1} = 1 + \frac{1}{a_n}$ 에서 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = x$ 이라 놓아 x 값을 구하면 $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ 이다.

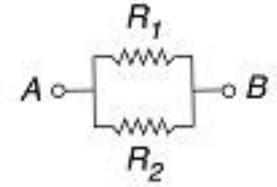
2009학년도 서울시립대학교 모의논술

[제시문]

두 개의 저항을 [그림 1]과 같이 연결하는 방법을 직렬연결이라 하고, [그림 2]와 같이 연결하는 방법을 병렬연결이라 한다. 크기가 R_1 과 R_2 인 두 개의 저항을 직렬 연결할 때, 합성 저항 R 은 각 저항의 합과 같다 ($R = R_1 + R_2$). 그리고 크기가 R_1 과 R_2 인 두 개의 저항을 병렬 연결할 때, 합성 저항의 역수는 각 저항의 역수의 합과 같다 ($\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$).

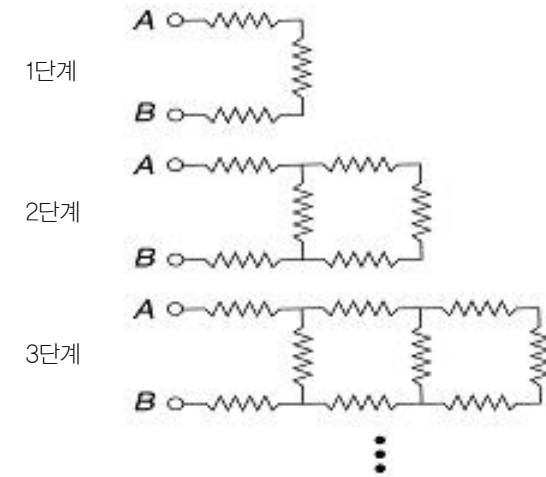


[그림 1]



[그림 2]

[논제] [그림 3]과 같이 1Ω 의 저항을 각 단계마다 계속해서 세 개씩 붙여 나갈 때, 수학적 귀납법을 이용하여 A 와 B 사이의 합성 저항이 감소함을 설명하고, 합성 저항의 극한값에 대하여 서술하시오



[그림 3]

논제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
논 제		
	조 건	
출제의도		

제시문 분석

	분 류	내 용
제시문	핵심어(수식)	
	핵심문장(내용)	
	관련지식	
전체	연계개념	



개요 작성 및 답안 설계



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉		〈첨삭〉
------	--	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

4. 확률

핵심어 및 개념 정리

① 표본공간과 수학적 확률

어떤 시행의 표본공간 S 가 n 개의 근원사건으로 이루어져 있고 각 근원사건이 일어날 가능성이 모두 같은 정도로 기대될 때, 사건 A 가 r 개의 근원사건으로 이루어져 있으면 사건 A 가 일어날 확률 $P(A)$ 를 다음과 같이 정의하고, 그것을 수학적 확률이라고 한다.

$$P(A) = \frac{r}{n}$$

② 조건부 확률

‘사건 A 가 일어났을 때, 사건 B 가 일어날 확률’을 사건 A 가 일어났을 때의 사건 B 의 조건부 확률이라 한다.

$$P(A) > 0 \text{ 일 때, } P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$$

마찬가지로, ‘사건 B 가 일어났을 때, 사건 A 가 일어날 확률’을 사건 B 가 일어났을 때의 사건 A 의 조건부 확률이라 한다.

$$P(B) > 0 \text{ 일 때, } P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

2008학년도 고려대학교 수시2

[제시문]

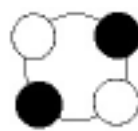
[가] 어떤 시행의 표본공간 S 가 n 개의 근원사건으로 이루어져 있고 각 근원사건이 일어날 가능성이 모두 같은 정도로 기대될 때, 사건 A 가 r 개의 근원사건으로 이루어져 있으면 사건 A 가 일어날 확률 $P(A)$ 를 다음과 같이 정의하고, 그것을 수학적 확률이라고 한다.

$$P(A) = \frac{r}{n}$$

예를 들어 검은 구슬 두 개와 흰 구슬 두 개를 꿰어 염주를 만드는 경우를 생각해 보자. 구슬 색의 배치에 따라 다음과 같이 두 가지 종류의 염주를 만들 수 있다.



[a형 염주]



[b형 염주]

구슬의 색을 보지 않고 임의로 구슬을 배치할 때 a형 염주가 만들어지는 사건을 A 라 하자. 표본공간 S 가 두 개의 근원사건으로 이루어져 있으며 사건 A 는 한 개의 근원사건으로 이루어져 있으므로 사건 A 가 일어날 확률 $P(A)$ 는

$$P(A) = \frac{1}{2}$$

이다.

[나] 어느 제약회사에서 1만 정의 알약을 생산하였다. 그런데 1정의 알약이 모조 알약으로 바뀌는 일이 발생하였다. 알약이 진품인가 모조품인가를 구별하는 기술을 이용할 경우 진품 알약은 90%의 확률로 진품으로 판정되고 10%의 확률로 모조품으로 판정된다. 그리고 모조품 알약은 90%의 확률로 모조품으로 판정되고 10%의 확률로 진품으로 판정된다.

임의의 알약 1정을 검사한 결과 모조품이라는 판정이 나왔다. 이 때 그 알약이 모조품일 확률은 90%이다.



[논제] 제시문 [가]와 [나]에서 올바르게 서술되지 않은 부분이 있으면 바르게 고치고, 그 과정을 설명하시오.



논제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
출제의도		

개요 작성 및 답안 설계

	분 류	내 용
제시문 (가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제시문 (나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	연계개념	

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉		〈첨삭〉
------	--	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

5. 통계

핵심어 및 개념 정리

① 기대여명 (Life expectancy)

어느 연령에 도달한 사람이 그 이후 몇 년 동안이나 생존할 수 있는가를 계산한 평균 생존 년 수를 말한다. 현재와 같은 연령별 사망률이 유지된다고 가정하고 그 연령대의 사람들 중 몇 명이 몇 살까지 살 것인지를 사망률에 의해 계산한 후 이들의 평균을 구한 것이다. 그러므로 기대여명이라는 용어의 정확한 사용을 위해서는 반드시 몇 살인 사람의 기대여명인지를 밝혀야 한다. 기대여명은 잔여평균수명을 예측하고 있는 지표이므로 보험회사의 보험금 산정, 연금 산출, 노후 설계 등을 위해 법률적으로나 경제적으로 매우 중요한 역할을 한다.

② 기대수명 (Life expectancy at birth)

어느 해에 출생한 사람, 즉 0세인 사람의 기대여명을 뜻하며 평균수명이라고도 한다. 그러므로 기대수명은 몇 년도의 기대수명인지 기준 연도를 밝혀야 한다.

③ 기대수명과 기대여명은 모두 연령별 사망률이 현재 수준으로 지속된다는 가정 하에 계산한 값이다. 기대수명은 기준 연도에 태어난 아이의 수명의 기댓값을 말하고, 기대여명은 각 연령별로 동일연령 사람들의 수명의 기댓값에서 현재 나이를 뺀 값이다.

2008학년도 이화여자대학교 수시

[제시문]

최근 통계청은 2005년 기준 한국인의 기대수명이 남자는 75세, 여자는 82세라고 발표하였다. 이를 위한 계산에는 기준 연도에 각 연령별로 조사한 인구 수, 사망자 수, 사망률 $\left(= \frac{\text{연령별 사망자수}}{\text{연령별 인구수}} \right)$ 을 정리한 표가 활용된다. 기대수명과 기대여명은 모두 연령별 사망률이 현재 수준으로 지속된다는 가정 하에 계산한 값이다. 기대수명은 기준 연도에 태어난 아이의 수명의 기댓값을 말하고, 기대여명은 각 연령별로 동일연령 사람들의 수명의 기댓값에서 현재 나이를 뺀 값이다.

역사 자료에 의하면, 1930년 기준 한국인의 기대수명은 남자 32세, 여자 35세였다고 한다. 1930년에 비해 오늘날 기대수명이 크게 늘어난 데에는 영양 상태와 위생, 보건, 의료 등의 환경 개선이 주요하게 작용했을 것이다. 특히 영아 사망률이 낮아진 것이 빼놓을 수 없는 요인이다. 1930년에는 0세(생후 12개월 미만)의 남녀별 사망률이 약 25%에 달했다.



[논제 1] 1930년 당시 1세 여아의 기대여명을 위의 주어진 자료로부터 구하는 방법을 설명하고, 이 방법을 바탕으로 2005년 현재 62세인 한국인 여성은 평균 20년보다 더 오래 생존할 수 있음을 설명하시오.



[논제 2] 1930년 기준 남성의 기대수명이 32세였던 것으로 보아, 조선시대 남성의 평균 수명이 30세를 크게 웃돌았다고 보기는 어려울 것이다. 그런데 조선시대 27명의 임금들의 평균 수명은 약 45세였고, 장기간 관직에 머물며 2품 이상의 높은 벼슬까지 오른 관리 중에서 청렴결백한 이들을 뽑은 '청백리'들의 경우 평균 수명이 68세에 달했다고 전해진다. 이와 같은 역사 자료로부터 유추한 아래의 주장을 기대수명과 기대여명의 개념에 의거하여 비판적으로 검토하시오.

* 주장 : 조선시대에는 평민이나 임금에 비해, 청백리들이 훨씬 더 장수하였다. 이는 평민이나 임금에 비해 청백리들이 오래 살기에 더 좋은 환경에서 살았기 때문이다.



논제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
논 제 1		
	조 건	
논 제 2		
	조 건	
출제의도		



제시문 분석

	분 류	내 용
제시문	핵심어(수식)	
	핵심문장(내용)	
	관련지식	
전체	연계개념	



개요 작성 및 답안 설계



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉	[논제 1]	〈첨삭〉
------	--------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

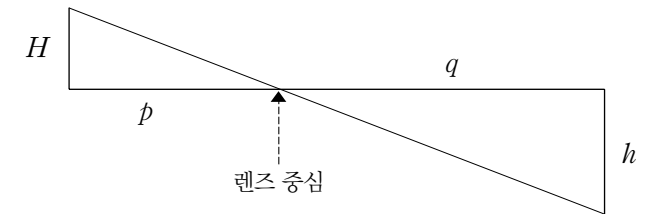
〈첨삭〉	[문제 2]	〈첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

6. 미분

핵심어 및 개념 정리

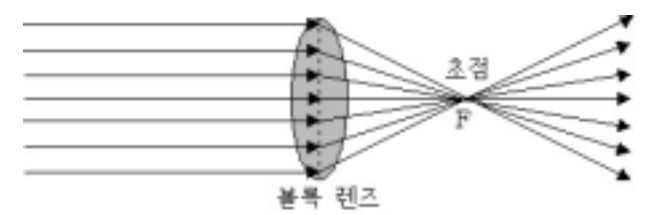
- ① 볼록 렌즈와 초점
광선이 볼록 렌즈의 축에 나란히 입사하면 렌즈에 의해 굴절한 후 한 점 F에 모이는데, 이 점을 초점이라고 한다. 초점은 렌즈의 양쪽에 있고, 렌즈의 중심에 대하여 대칭이다
- ② 초점 거리, 물체 거리, 상거리
렌즈의 중심에서 초점 F 까지의 거리를 초점거리, 물체에서 렌즈의 중심까지의 거리를 물체거리, 렌즈의 중심에서 상까지의 거리를 상거리라고 한다.
- ③ 삼각형의 닮은 비
다음 그림의 두 닮은 삼각형에서 $H:h=p:q$ 이다.



2008학년도 인하대학교 수시2

[제시문]

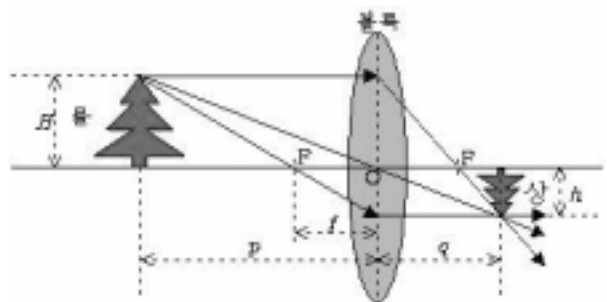
렌즈는 빛의 굴절 현상을 이용하는 것으로, 중앙이 양 끝보다 두꺼운 볼록 렌즈와 얇은 오목 렌즈가 있다. [그림 1]과 같이 광선이 볼록 렌즈의 축에 나란히 입사하면 렌즈에 의해 굴절한 후 한 점 F에 모이는데, 이 점을 초점이라고 한다. 초점은 렌즈의 양쪽에 있고, 렌즈의 중심에 대하여 대칭이다



[그림 1]

[그림 2]와 같이 렌즈의 중심에서 초점 F 까지의 거리를 초점거리, 물체에서 렌즈의 중심까지의 거리를 물체거리, 렌즈의 중심에서 상까지의 거리를 상거리라고 한다. 물체거리가 무한대인 경우 상거리는 초점거리와 같아지며, 반대로 물체거리가 초점거리와 동일한 경우 상거리는 무한대가 된다. 또한 볼록 렌즈에 의한 상은 물체가 초점 밖에 있으면 도립 실상이 생기고 물체가 초점 안에 있을 때에는 실물보다 큰 정립 허상이 생긴다. 볼록 렌즈에서 물체거리를 p , 상거리를 q , 초점거리 f 를 라고 할 때, 위의 현상을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$



[그림 2]

【문제 1】 [그림 2]에서 물체의 크기 H 와 상의 크기 h 의 비가 $H:h = 1:3$ 일 때, p 와 q 를 f 를 이용하여 표현하시오.

【문제 2】 초점거리가 f 인 볼록 렌즈에서 물체에서 도립 실상까지의 거리가 최소가 될 때, 물체 거리 p 와 상거리 q 를 f 를 이용하여 표현하시오.

문제 분석

구 분	문제의 요구사항 및 조건	
문 제 1		
	조 건	
문 제 2		
	조 건	
출제의도		

제시문 분석

	분 류	내 용
제 시 문	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	연계개념	



개요 작성 및 답안 설계



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉	[논 제 1]	〈첨삭〉
------	-----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[문제 2]	〈첨삭〉
------	----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

7. 적분

핵심어 및 개념 정리

- ① 구분구적법
어떤 도형의 넓이나 부피를 구할 때 그 도형을 여러 개의 간단한 도형으로 세분하여 이들 도형의 넓이나 부피의 합을 구한 후, 이 합의 극한값으로 원래 도형의 넓이나 부피를 구하는 방법이다.
- ② 무한급수와 정적분의 관계
$$\int_a^b f(x)dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(x_k) \Delta x \quad (\Delta x = \frac{b-a}{n}, x_k = a + k \Delta x)$$
- ③ 도선의 저항, 길이, 단면적의 관계
도선의 저항은 도선의 길이가 길수록 커지며 단면적이 클수록 작아진다. 이것은 도선의 길이가 길수록 자유 전자와 금속 원자의 충돌 횟수가 많아져서 저항이 커지고, 도선의 단면이 클수록 단면을 통과하는 자유 전자의 수가 많아져서 전류가 잘 흐르기 때문이다. 같은 도선의 저항 R 은 도선의 길이 l 에 비례하고 단면적 S 에 반비례한다.

📖 2009학년도 인하대학교 수시

[제시문]

[가] 구분구적법은 적분의 기본 원리로서, 어떤 도형의 넓이나 부피를 구할 때 그 도형을 여러 개의 간단한 도형으로 세분하여 이들 도형의 넓이나 부피의 합을 구한 후, 이 합의 극한값으로 원래 도형의 넓이나 부피를 구하는 방법이다. 폐구간 $[a, b]$ 에서 연속인 함수 $f(x)$ 의 정적분을 구분구적법을 이용하여 다음과 같이 정의할 수 있다.

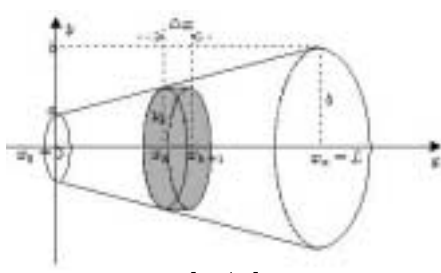
$$\int_a^b f(x)dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(x_k) \Delta x \quad (\Delta x = \frac{b-a}{n}, x_k = a + k \Delta x)$$

[나] 도선의 저항은 도선의 길이가 길수록 커지며 단면적이 클수록 작아진다. 이것은 도선의 길이가 길수록 자유 전자와 금속 원자의 충돌 횟수가 많아져서 저항이 커지고, 도선의 단면이 클수록 단면을 통과하는 자유 전자의 수가 많아져서 전류가 잘 흐르기 때문이다. 따라서 [그림 1]과 같은 도선의 저항 R 은 도선의 길이 l 에 비례하고 단면적 S 에 반비례한다. 비례상수를 p 라 하면 $R = p \frac{l}{S}$ 이다. 여기서 p 는 물질의 종류에 따라 정해지는 상수로서 물질의 비저항이라고 한다.



[그림 1]

[다] [그림 2]와 같이 잘려진 원뿔형 도선의 저항은 잘게 세분한 원기둥 도선의 저항의 합을 구한 후, 이것의 극한으로 구할 수 있다. 즉, 작은 원기둥을 이용한 구분구적법을 이용하여 구할 수 있다.



[그림 2]

잘려진 원뿔형 도선의 중심 길이를 L 이라 하고 이것을 n 등분하여 작은 원기둥의 합으로 근사시키자. $\Delta x = \frac{1}{n}$, $x_k = k \Delta x$ ($0 \leq k \leq n$)라 놓고, x_k 지점에서 단면의 반지름을 y_k , 단면적을 S_k , 두께가 Δx 인 원기둥 조각의 저항을 ΔR_k 라고 하면, ΔR_k 는 $p \frac{\Delta x}{S_k}$ 가 된다. 그러면 잘려진 원뿔형 도선의 전체 저항은 구분구적법에 의해서 $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n p \frac{\Delta x}{S_k}$ 로 주어진다. 여기에서 p 는 도선을 이루는 물질의 비저항이다.



- [논제] 제시문 [가], [나], [다]에 주어진 내용을 바탕으로 다음을 기술하시오.
- (1) 제시문 [다]의 [그림 2]에서 주어진 원기둥 조각의 저항 ΔR_k 를 구하시오.
 - (2) 제시문 [다]의 [그림 2]에서 주어진 중심 길이가 L 인 잘려진 원뿔형 도선의 전체 저항을 구하시오.

논제 분석

구 분			논제의 요구사항 및 조건
논 제 1	조 건		
논 제 2	조 건		
출제의도			

제시문 분석

	분 류	내 용
제 시 문 (가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제 시 문 (나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제 시 문 (다)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	연계개념	



개요 작성 및 답안 설계



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉	[논 제 1]	〈첨삭〉
------	-----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

<첨삭>

[논제 2]

<첨삭>

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

03 수리논술의 응용 (미분과 적분, 심화된 확장내용)

고교 수학교과와 심화된 내용을 바탕으로 논리적 사고에 근거하여 문제를 해결할 수 있다. 이 분야에서 다룬 내용을 간략히 정리하면 다음과 같다.

- ☒ 정수론2009학년도 한양대 수시
- ☒ 삼각함수2009학년도 연세대 수시
- ☒ 극한2009학년도 아주대 모의논술
- ☒ 미분2009학년도 서울대 정시
- ☒ 통계2008학년도 이화여대 수시
- ☒ 적분2009학년도 고려대 수시
- ☒ 확률과 적분2009학년도 서강대 수시

1. 정수론

핵심어 및 개념 정리

- ① 암호, key, 통신문, 암호문

암호란 통신문의 내용을 제삼자가 관독할 수 없도록 글자, 숫자, 부호 등으로 변형시킨 것인데 주로 군사적 목적이나 외교통신, 전자상거래 등에 많이 이용된다.
원래의 단어나 문장을 통신문, 이것을 변환규칙에 따라 암호화한 것을 암호문이라 한다.
- ② 합동식의 성질

두 정수 a, b 와 양의 정수 m 에 대해, $a - b$ 가 m 의 배수(즉, $a - b = mq$ 인 정수 q 가 존재)일 때, a 와 b 는 법 m 에 대해 합동이라고 하고 $a \equiv b \pmod{m}$ 으로 표기한다. 일반 등식에서와 같

 2009학년도 한양대학교 수시

[제시문]

다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오. (40점)

[가] 암호란 통신문의 내용을 제삼자가 판독할 수 없도록 글자, 숫자, 부호 등으로 변형시킨 것인데 주로 군사적 목적이나 외교통신, 정자상거래 등에 많이 이용된다.

다음과 같은 방식으로 만들어지는 암호를 생각해보자. 먼저 알파벳 A부터 Z와 !, ?에 다음과 같이 숫자를 대응시킨다.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	!	?
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

이제 key를 고정된 양의 정수 k 라 하고, 다음과 같은 변환규칙에 의해 암호화한다.

* 변환규칙 : 숫자 n 에 대응하는 문자 $\rightarrow n^k$ 을 29로 나눈 나머지에 대응하는 문자

예를 들어 key가 3인 경우, D에 대응하는 숫자가 4이므로 4^3 을 29로 나눈 나머지는 6이 된다. 따라서 D는 6에 대응하는 문자 F로 변환된다.

[나] 두 정수 a , b 와 양의 정수 m 에 대해, $a-b$ 가 m 의 배수(즉, $a-b=mq$ 인 정수 q 가 존재)일 때, a 와 b 는 법 m 에 대해 합동이라고 하고 $a \equiv b \pmod{m}$ 으로 표기한다. 일반 등식에 서와 같이 합동식에서도 다음의 법칙들이 성립한다.

- (i) $a \equiv a \pmod{m}$
- (ii) $a \equiv b \pmod{m}$ 이면, $b \equiv a \pmod{m}$
- (iii) $a \equiv b \pmod{m}$ 이고 $b \equiv c \pmod{m}$ 이면, $a \equiv c \pmod{m}$
- (iv) $a \equiv b \pmod{m}$ 이고 $c \equiv d \pmod{m}$ 이면, $a+c \equiv b+d \pmod{m}$ 이고 $ac \equiv bd \pmod{m}$
- (v) $ac \equiv bc \pmod{m}$ 이고 c 와 m 이 서로 소이면, $a \equiv b \pmod{m}$



[문제 1] key가 3일 때와 key가 2일 때, 통신문 'HUNT'를 변환하여 얻어진 암호문을 비교하고 발생하는 문제에 대하여 논하시오.

[문제 2] 아래 표와 [나]의 법칙들을 이용하여 4^x 을 29로 나눈 나머지가 1임을 설명하고, 임의의 정수 a 가 의 29배수가 아닐 때 a^x 을 29로 나눈 나머지에 대하여 설명하시오.

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$4x \pmod{29}$	4	8	12	16	20	24	28	3	7	11	15	19	23	27	2	6	10	14	18	22	26	1	5	9	13	17	21	25

*여기서 $4x \pmod{29}$ 는 $4x$ 를 29로 나눈 나머지를 뜻함.

[문제 3] 암호문을 정확하게 해독하기 위해 key가 가져야 할 조건을 논하시오.



문제 1 분석

구 분	문제의 요구사항 및 조건	
문 제 1		
	조 건	
문 제 2		
	조 건	
출제의도		

논제 2 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
논 제 1		
	조 건	
논 제 2		
	조 건	
출제의도		

논제 3 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
논 제 1		
	조 건	
출제의도		

제시문 분석

	분 류	내 용
제 시 문 (가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제 시 문 (나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체		



개요 작성 및 답안 설계



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉	[논 제 1]	〈첨삭〉
------	-----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 2]	〈첨삭〉
------	--------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 3]	〈첨삭〉
------	--------	------

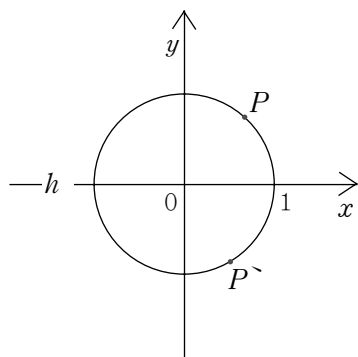
평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

2. 삼각함수

핵심어 및 개념 정리

① 단위원과 호의 길이

XY -평면 위에 중심이 원점이고 반지름이 1인 단위원 C 가 있다. 고정점 $A(-1, 0)$ 부터 시계 방향으로 원 C 위의 한 점 P 까지의 호의 길이를 $l(P)$ 라 놓는다.



② 연산 $\oplus$ 의 정의와 성질

원 C 위의 임의의 두 점 P_1 과 P_2 에 대하여 연산 $P_1 \oplus P_2$ 를 점 P_1 부터 원 C 를 따라 시계 방향으로 $l(P_2)$ 만큼 더 이동하여 얻어지는 점으로 정의하자. 이 때, 연산 $\oplus$ 에 대하여 교환법칙과 결합법칙이 성립한다. 또한 연산 $\oplus$ 에 대한 항등원과 역원이 존재한다.

2009학년도 연세대학교 수시

[제시문]

XY -평면 위에 중심이 원점이고 반지름이 1인 단위원 C 가 있다. 고정점 $A(-1, 0)$ 부터 시계 방향으로 원 C 위의 한 점 P 까지의 호의 길이를 $l(P)$ 라고 하자. 원 C 위의 임의의 두 점 P_1 과 P_2 에 대하여 연산 $P_1 \oplus P_2$ 를 점 P_1 부터 원 C 를 따라 시계 방향으로 $l(P_2)$ 만큼 더 이동하여 얻어지는 점으로 정의하자. 그러면 이 연산은 교환법칙과 결합법칙을 만족함을 쉽게 알 수 있다.



[문제 1] 점 P 가 원 C 위의 임의의 한 점이라고 할 때, 연산 $\oplus$ 에 대하여 P 의 항등원과 역원을 나타내는 점은 어떠한 점인지 각각 설명하시오.



[문제 2] 원 C 위의 점으로 이루어진 수열 $\{P_n\}$ 이 $P_0, P_1, P_n = P_{n-1} \oplus P_{n-2}$ (단, $n=2, 3, 4, \dots$)로 정의된다.

(a) $P_0 = A$ 이고, P_1 은 $l(P_1) = \frac{\pi}{3}$ 인 원 C 위의 점일 때, $P_n = A$ 를 만족하는 자연수 n 의 최솟값을 구하시오.

(b) k 가 임의의 자연수이고, $P_0 = A$ 이며, P_1 은 $l(P_1) = \frac{2\pi}{k}$ 인 원 C 위의 점일 때, $P_n = A$ 를 만족하는 자연수 n 의 최솟값을 구하는 방법에 대하여 논하시오.



[문제 3] 원 C 위의 서로 다른 네 점 P_1, P_2, Q_1, Q_2 가 관계식 $P_1 \oplus P_2 = Q_1 \oplus Q_2$ 를 만족한다면, 두 점 P_1 과 P_2 를 지나는 직선과 두 점 Q_1 과 Q_2 를 지나는 직선이 평행임을 논리적으로 설명하시오.



문제 1 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
출제의도		



문제 2 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
출제의도		



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 1]	〈첨삭〉
------	----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 2]	〈첨삭〉
------	----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉	[논제 3]	〈첨삭〉
-------------	---------------	-------------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

3. 극한

핵심어 및 개념 정리

- ① 반지름 r 인 원에 내접하는 정 n 각형의 넓이를 S_n 이라 하면,

$$S_n = nr^2 \cos \frac{\pi}{n} \sin \frac{\pi}{n} \text{ 이다.}$$

- ② 반지름 r 인 원에 외접하는 정 n 각형의 넓이를 T_n 이라 하면,

$$T_n = nr^2 \tan \frac{\pi}{n} \text{ 이다.}$$



 2009학년도 아주대학교 모의논술

[제시문 1-1]

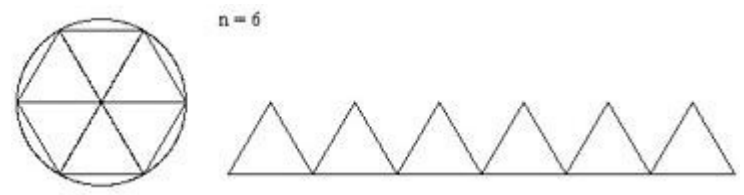
고대 그리스 최대의 수학자이며, 물리학자였던 아르키메데스는 고대 그리스의 식민지 시칠리아의 시라쿠사에서 천문학자인 피디아스의 아들로 태어났다. 당시 학문의 중심지였던 이집트의 알렉산드리아에 있는 왕립학교에서 공부한 그는 특히 이론과 실험 모두에 능했다고 한다. 지중해의 패권을 둘러싼 3차에 걸친 로마와 카르타고의 전쟁 중 제 2차 포에니 전쟁 때 시라쿠사는 카르타고의 편을 들어 로마군의 공격을 정면으로 받게 되었다. 이 때, 아르키메데스는 이미 70세를 넘은 고령이었지만, 투석기와 기중기 등 지렛대를 응용한 신형무기를 고안하여 로마의 대군을 크게 괴롭혔다. 시라쿠사가 함락되던 날, 그는 죽는 순간까지도 단순한 기술자가 아닌 기하학자로서의 면모를 보여 주었다. 그날 아르키메데스는 뜰의 모래 위에 도형을 그리며 기하학의 연구에 몰두하고 있던 중, 다가오는 사람 그림자가 로마 병사인 줄도 모르고 “물러서거라, 내 도형이 망가진다”고 외쳤다. 그러나 로마병사는 그를 몰라보고 그의 목을 내리침으로써 그는 생을 마감하게 된다. 생전 아르키메데스는 기하학의 증명, 특히 원과 구에 대한 문제를 좋아했다고 하며, 그의 비석에는 구와 원기둥 모양이 새겨져 있다. 아르키메데스는 구와 원기둥의 부피와 넓이에 관한 발견을 가장 중요하고 아름다운 업적으로 여겼다고 한다. 아르키메데스가 구와 원기둥을 좋아한 이유는 무엇일까?

[제시문 1-2]

잘 알려진 바와 같이 수 π 는 “원의 둘레/지름”으로 정의된다. 따라서 반지름 r 인 원의 둘레 C 에 대한 공식 $C=2\pi r$ 이 성립한다. 원의 넓이는 어떻게 구할 수 있을까? 원의 넓이를 표현하기 위하여 새로운 수를 정의할 필요는 있을까? 아르키메데스는 이 질문에 능숙하게 접근하였다. 원주

와 반지름을 이용하여 원의 넓이에 대한 적당한 부등식을 얻고 이를 통하여 원의 넓이를 구한 것이다.

반지름 r 인 원의 넓이에 대한 한 부등식은 원에 내접하는 정 n 각형으로부터 얻어진다. 이 다각형은 원의 중심에서 만나는 n 개의 합동인 삼각형들로 분해할 수 있다. 아래 그림은 $n=6$ 인 경우를 보여주고 있다.



이 삼각형들의 바깥쪽 선분들은 원의 둘레를 근사하게 된다. 선분은 주어진 두 점을 잇는 가장 짧은 곡선이므로 이 바깥쪽 선분들의 합은 원의 둘레보다 작다. 바깥쪽 선분을 밑변으로 한 삼각형들의 높이는 원의 반지름보다 짧다. n 이 점점 커짐에 따라 바깥쪽 선분들의 길이의 합은 원의 둘레에 한없이 가까워지며 높이는 반지름에 한없이 가까워진다. 삼각형의 넓이는 $\frac{1}{2} \cdot (\text{밑변}) \cdot (\text{높이})$ 이므로 다각형의 넓이는 $\frac{1}{2} \cdot (\text{밑변의 길이의 합}) \cdot (\text{높이})$ 이다. 넓이가 $\frac{1}{2}rC$ 에 한없이 가까운 원에 내접하는 정 n 각형을 고려하면 원의 넓이가 $\frac{1}{2}rC$ 보다 작을 수 없음을 알 수 있다. 내접하는 정 n 각형 대신 외접하는 정 n 각형을 고려하면 비슷한 방법으로 원의 넓이가 $\frac{1}{2}rC$ 보다 클 수 없음을 알 수 있다.

이로부터 원의 넓이는 $\frac{1}{2}rC$ 가 됨을 알 수 있다. 원주의 길이에 대한 공식 $C=2\pi r$ 로부터 원의 넓이 A 에 대한 공식 $A=\pi r^2$ 을 얻는다.



[문제 1] 반지름 r 인 원에 내접하는 정 n 각형과 외접하는 정 n 각형의 넓이를 각각 구하라.



[문제 2] 제시문의 내용을 이용하여 다음 식이 성립함을 보여라.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} n \sin \frac{\pi}{n} = \lim_{n \rightarrow \infty} n \tan \frac{\pi}{n} = \pi$$



문제 1 분석

구 분	문제의 요구사항 및 조건	
문 제 1		
	조 건	
문 제 2		
	조 건	
출제의도		



문제 2 분석

구 분	문제의 요구사항 및 조건	
문 제 1		
	조 건	
출제의도		



제시문 분석

	분 류	내 용
제시문 (가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제시문 (나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	연계개념	



개요 작성 및 답안 설계



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉	[논제 1]	〈첨삭〉
------	--------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[문제 2]	〈첨삭〉
------	----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

4. 미분

핵심어 및 개념 정리

- ① 미분방정식과 해
시간에 따라 변하는 양과 이의 도함수들 사이의 관계를 설정한 등식을 총칭하여 **미분방정식**이라 부른다. ‘주어진 미분방정식을 만족시키는 함수’를 그 **미분방정식의 해**라고 부른다.
예를 들면, 함수 $y=e^{at}$ 는 미분방정식 $\frac{dy}{dt}-y=0$ 의 해이다.
- ② 해의 유일성
미분방정식의 해가 초기 조건에 의해 유일하게 결정되는 것을 통칭하여 미분방정식의 **해의 유일성**이라 한다.
- ③ 거미줄 그림
미분방정식 연구는 점화식 연구와 밀접한 관계가 있다. 우선 함수 $H(x)$ 를 이용하여 정의한 점화식 $x_{n+1}=H(x_n)$ 을 살펴보자. 초깃값 x_0 에 대해 차례로 $x_0, x_1, x_2, \dots$ 의 값을 구하여 이들의 움직임에 관한 정보를 화살표들로 그린 것을 x_0 에서 시작하는 **거미줄그림**이라 부른다.
- ④ 부동점 (fixed point)
만약 x^* 가 $H(x^*)=x^*$ 만족하면 이 x^* 를 점화식 $x_{n+1}=H(x_n)$ 의 **부동점**이라 부른다. 여기서 x^* 는 $y=H(x)$ 의 그래프와 직선 $y=x$ 가 만나는 점의 x 좌표이다. x^* 가 점화식 $x_{n+1}=H(x_n)$ 의 부동점일 때, x^* 를 포함하는 적절한 개구간을 잡아서 그 개구간에 속하는 모든 c 에 대하여, $x_0=c, x_{n+1}=H(x_n)$ 으로 정의된 수열 $\{x_n\}$ 이 x^* 로 수렴하도록 할 수 있으면, x^* 를 안정성을 가진 부동점 또는 줄여서 **안정부동점**이라 부른다. 안정부동점이 아닌 부동점을 **불안정부동점**이라 부른다.

📖 2009학년도 서울대학교 정시

[제시문]

[가] 여러 가지 자연현상 및 사회현상은 시간에 따라 변화하는 적절한 양과 그 양의 순간변화율(도함수) 등의 관계식으로 표현할 수 있다. 예를 들어, 마찰이 없는 수평면 위에서 용수철에 의해 진동하는 질량 m 인 물체의 운동을 기술해보자. y 를 용수철 평형점으로부터의 변위(길이)라 하고 용수철 상수를 k 라 하면 후크의 법칙에 의해 용수철이 물체에 가하는 힘은 $F=-ky$ 가 된다. 뉴턴의 운동방정식은 $F=ma$ 로 표시되는데 가속도 a 는 속도 v 의 도함수이고, 속도 v 는 위치 y 의 도함수이므로 $a=\frac{dv}{dt}=\frac{d}{dt}(\frac{dy}{dt})$ 이고, y 를 두 번 미분한 결과 $\frac{d}{dt}(\frac{dy}{dt})$, 즉 y 의 이차 도함수를

$$\frac{d^2y}{dt^2} \text{로 나타내면, 관계식} \quad m \frac{d^2y}{dt^2} + ky = 0 \quad \dots (1)$$

을 얻는다($y=f(t)$ 인 경우 $\frac{d^2y}{dt^2}$ 를 $f''(t)$ 로 쓰기도 한다). 이와 같이 시간에 따라 변하는 양과 이의 도함수들 사이의 관계를 설정한 등식을 총칭하여 미분방정식이라 부른다.

상수 a 에 대해

$$\frac{d \sin at}{dt} = a \cos at, \quad \frac{d \cos at}{dt} = -a \sin at$$

라는 사실을 이용하면, 함수 $y = \sin \sqrt{\frac{k}{m}}t$ 를 미분방정식 (1)에 대입했을 때 모든 t 에 대해서 등호가 성립함을 쉽게 확인할 수 있다. 이 때, $y = \sin \sqrt{\frac{k}{m}}t$ 가 미분방정식 (1)을 '만족'시킨다고 말한다. 이와 같이 '주어진 미분방정식을 만족시키는 함수'를 그 미분방정식의 해라고 부른다. 논의를 진행하기 위하여 몇 가지 수학적 사실이 더 필요하다. 우선 수열 $\left\{\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n\right\}$ 이 수렴하며 그 극한값을 e 로 나타내는데 약 2.71828이다. e 를 밑으로 하는 지수함수 e^t 은 모든 실수 t 에서 미분 가능하며, 임의의 상수 a 에 대하여 $\frac{d e^{at}}{dt} = a e^{at}$ 이 성립한다.

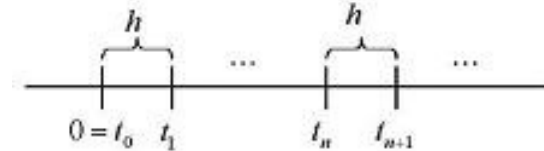
자연현상을 설명하는 미분방정식은 그 해가 초기 조건(한 시점에서의 함수값, 도함수값 등)에 의하여 유일하게 결정된다. 구체적인 예를 들기 위해 아래 미분방정식을 살펴보기로 하자.

$$\frac{dy}{dt} = ay + b \quad \dots (2)$$

여기서 a 와 b 는 상수이다. 이 미분방정식의 해 $y=f(t)$ 가 초깃값 $f(0)$ 에 의해 유일하게 결정됨을 확인해보자. 이를 위하여 $f_1(t)$ 와 $f_2(t)$ 가 미분방정식 (2)의 해이고, 또한 f_1 의 초깃값 $f_1(0)$ 과 f_2 의 초깃값 $f_2(0)$ 이 같다고 하자. 이 때 함수 $g(t)$ 를 $g(t)=f_2(t)-f_1(t)$ 로 정의하면 $f_1(t)$ 와 $f_2(t)$ 가 미분방정식 (2)의 해라는 사실로부터 $g'(t)=ag(t)$ 가 성립함을 알 수 있다. 보조함수 $h(t)$ 를 $h(t)=e^{-at}g(t)$ 로 정의하면 모든 실수 t 에 대하여 $h'(t)=0$ 임을 확인할 수 있다. 따라서 $h(t)$ 는 상수함수가 되고, $g(0)=f_1(0)-f_2(0)=0$ 이므로 모든 t 에 대하여 $h(t)=0$ 이 된다. 모든 실수 t 에 대하여 e^{-at} 은 항상 양수이므로, $h(t)$ 의 정의로부터 $g(t)=0$ 이 모든 t 에 대하여 성립하게 된다. 따라서 두 함수 $f_1(t)$ 와 $f_2(t)$ 는 같은 함수이다.

비슷한 방법으로 미분방정식 $\frac{d^2y}{dt^2} + y = 0$ 의 해 $y=f(t)$ 가 $f(0), f'(0)$ 에 의해서 유일하게 결정됨도 보일 수 있다. 이와 같이 미분방정식의 해가 초기 조건에 의해 유일하게 결정되는 것을 통칭하여 미분방정식의 해의 유일성이라 한다.

[나] 컴퓨터를 이용하여 미분방정식의 해를 근사적으로 구할 수 있는데, 가장 간단한 방법은 다음과 같다. 우선 h 를 충분히 작은 양수로 택하고, $t_0=0$ 으로부터 일정한 간격으로 떨어진 $t_0=0, t_1=h, t_2=2h, \dots, t_n=n h, \dots$ 을 고정하자. 이 $t_0, t_1, \dots, t_n, \dots$ 을 격자점이라 부르는데, 우리는 이들 격자점 위에서 미분방정식의 해 $f(t)$ 의 값을 근사적으로 구하고자 한다.



h 가 충분히 작으므로 도함수의 정의 $f'(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{f(t+\Delta t) - f(t)}{\Delta t}$ 에 의하여 $\frac{f(t+h) - f(t)}{h}$

를 $f'(t)$ 의 근삿값으로 사용할 수 있다.

이제 미분방정식

$$(2) \quad \frac{dy}{dt} = ay + b$$

의 근사적 해법에 대하여 알아보자. 함수 $y=f(t)$ 가 초기조건 $f(0)=y_0$ 을 만족시키는 미분방정식 (2)의 해라 하자.

위의 관찰로부터 $\frac{f(t_{n+1}) - f(t_n)}{h}$ 이 $f'(t_n)$ 의 근삿값이고 $f'(t_n) = af(t_n) + b$ 이므로 $\frac{f(t_{n+1}) - f(t_n)}{h}$ 이 $af(t_n) + b$ 근삿값이 된다. 따라서 $f(t_{n+1})$ 을 $(1+ah)f(t_n) + bh$ 로 근사시킬 수 있다. 그러므로 $y_1, y_2, \dots$ 을 점화식 $y_{n+1} = (1+ah)y_n + bh$ 및 초기 조건 $y_0 = f(0)$ 을 이용하여 귀납적으로 정의하면, $n=1, 2, 3, \dots$ 에 대하여 y_n 은 $f(t_n)$ 의 근삿값이 된다. 비슷한 방법으로 미분방정식

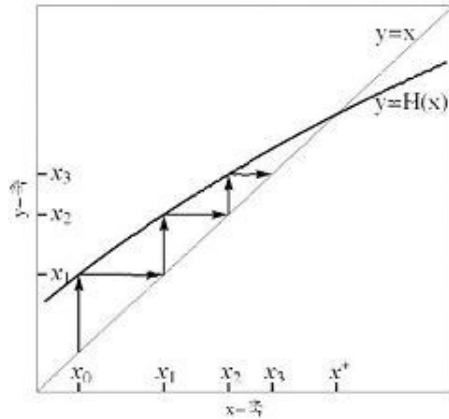
$$(3) \quad \frac{d^2y}{dt^2} + y = 0$$

의 해의 근삿값을 구할 수 있다. 이 때 $f''(t_n)$ 의 근삿값으로 $\frac{f(t_{n+1}) - 2f(t_n) + f(t_{n-1}))}{h^2}$ 을 사용하는데, 그 이유는 다음 공식이 성립하기 때문이다.

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{f(t+\Delta t) - 2f(t) + f(t-\Delta t))}{(\Delta t)^2} = f''(t)$$

[다] 위에서 본 바와 같이 미분방정식이 주어지면 그 해를 근사하는 적절한 점화식을 항상 찾을 수 있기 때문에 미분방정식 연구는 점화식 연구와 밀접한 관계가 있다. 우선 함수 $H(x)$ 를 이용하여 정의한 점화식 $x_{n+1} = H(x_n)$ 을 살펴보자. 초깃값 x_0 이 [예시그림 1]에 표시된 바와 같고 하자. 다음 값 x_1 은 $x_1 = H(x_0)$ 이 되는데 이 값이 [예시그림 1]의 y 축에 표시되어 있다.

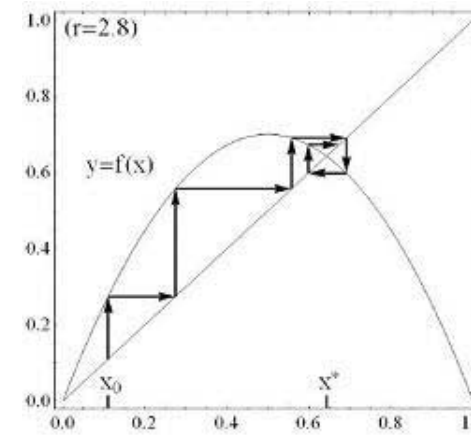
이 점으로부터 수평선을 직선 $y=x$ 와 만날 때까지 그으면 그 교점의 x 좌표는 당연히 x_1 이 되며, 이 값이 x 축에 표시되어 있다. 이 x_1 을 새로운 초깃값으로 점화식을 다시 적용하면 다음 값 x_2 는 $x_2=H(x_1)$ 이 되며 이 값이 y 축에 x_2 로 표시되어 있다. 이 과정을 반복해서 [예시그림 1]에서와 같이 굵게 표시한 화살표들을 그릴 수 있다. 이와 같이 $x_0, x_1, x_2, \dots$ 의 움직임에 관한 정보를 화살표들로 그린 것을 x_0 에서 시작하는 거미줄그림이라 부른다.



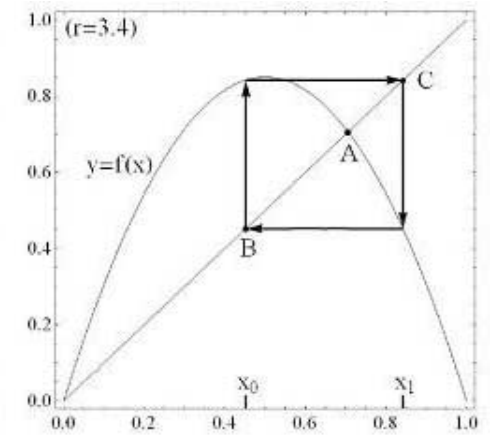
[예시 그림 1]

만약 x^* 가 $H(x^*)=x^*$ 를 만족하면 이 x^* 를 점화식 $x_{n+1}=H(x_n)$ 의 부동점이라 부른다. [예시 그림 1]에서 볼 수 있듯이 x^* 는 $y=H(x)$ 의 그래프와 직선 $y=x$ 가 만나는 점의 x 좌표이다. x^* 가 점화식 $x_{n+1}=H(x_n)$ 의 부동점일 때, x^* 를 포함하는 적절한 개구간을 잡아서 그 개구간에 속하는 모든 c 에 대하여, $x_0=c, x_{n+1}=H(x_n)$ 으로 정의된 수열 $\{x_n\}$ 이 x^* 로 수렴하도록 할 수 있으면, x^* 를 안정성을 가진 부동점 또는 줄여서 안정부동점이라 부른다. [예시그림 1]의 경우 x^* 는 안정부동점이다. 안정부동점이 아닌 부동점을 불안정부동점이라 부른다.

[라] r 을 양의 상수라 하고 $f(x)=rx(1-x)$ 라 하자. 그리고 $0 < c < 1$ 에 대하여 점화식 $x_{n+1}=f(x_n)=rx_n(1-x_n)$ 및 초깃값 $x_0=c$ 로 정의된 수열 $\{x_n\}$ 의 행동을 살펴보기로 하자. 앞으로 이 수열을 c 에서 출발한 수열이라 부르자. 또한 c 를 $\{x_n\}$ 의 출발점이라 하자. [예시그림 2]는 $r=2.8$ 일 때 거미줄그림의 예를 보여주고 있다. 이 그림을 통하여 0과 1 사이에 있는 모든 c 에 대해서 c 에서 출발한 수열이 부동점 x^* 로 수렴함을 볼 수 있다. [예시그림 3]은 $r=3.4$ 인 경우를 보여주고 있는데, 그 특징은 특별한 점 x_0 와 x_1 이 존재해서 x_0 에서 출발한 수열이 x_1 으로 간 후 다시 x_0 으로 돌아오는 주기 2의 주기적 패턴을 보이고 있다는 것이다.



[예시 그림 2]



[예시 그림 3]

이제 상수 r 의 값을 3.4에서 점차 증가시키면 4, 8, 16, 32 등의 2^n ($n=2, 3, \dots$)을 주기로 갖는 주기점들이 점차적으로 출현한다. 그리고 r 이 약 3.57을 넘게 되면, 소위 카오스 현상이 나타난다. 아래의 <예시표 1>은 이 카오스 현상에 대한 이해를 돕기 위한 것으로 상수 r 값을 3.79, 3.80, 3.81로 주고 이 각각의 경우에 대하여 0.2999, 0.3000, 0.3001에서 출발한 수열의 x_{600} 값을 컴퓨터로 계산한 결과이다.

<예시표 1> 상수 r 과 초깃값 x_0 에 따른 x_{600} 값

$r \backslash x_0$	0.2999	0.3000	0.3001
3.79	0.697998	0.630530	0.271574
3.80	0.882534	0.545618	0.687939
3.81	0.634374	0.700818	0.927301

이 표에서 출발점의 미소한 변화가 시간이 흐른 후에는 큰 차이를 가져옴을 관찰할 수 있다. 또한 상수 r 을 근소하게 변화시켜도 결과값에 큰 차이가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이와 같이 출발점의 미소한 차이에 대해 큰 변화를 보이는 것이 카오스 현상의 주요한 특징이다. 또한 카오스 현상은 대부분의 출발점 c 에 대해 c 에서 출발한 수열이 매우 불규칙해진다는 특징을 가진다. 이러한 카오스 현상은 점화식으로 주어진 수열 뿐만 아니라 자연 현상에서 도출된 많은 미분방정식들에서도 나타나는데 이 현상은 흥미로움을 넘어 자연현상의 이해에 새로운 도전의 장을 열어주고 있다.



[문제 1] c_1 과 c_2 가 임의로 주어진 상수라 하자.

보조함수 $g(t) = (\cos t)f(t) - (\sin t)f'(t)$ 를 이용하여 미분방정식 $h(t) = (\sin t)f(t) - (\cos t)f'(t)$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + y = 0 \quad \dots (3) \text{ 의}$$

해 $y=f(t)$ 가 초기 조건 $f(0)=c_1, f'(0)=c_2$ 에 의해 유일하게 결정됨을 보이시오.



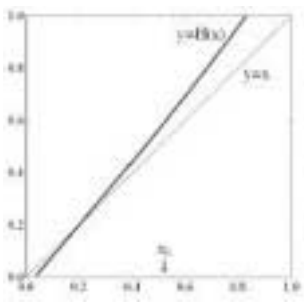
[문제 2] $h=0.10$ 이라고 하고, $t_0, t_1, t_2, \dots$ 을 위에서 정의한 격자점이라고 하자.

미분방정식 (3) $\frac{d^2y}{dt^2} + y = 0$ 의 해 $y=f(t)$ 가 초기 조건 $f(t_0)=3, f'(t_0)=2$ 를 만족시킨

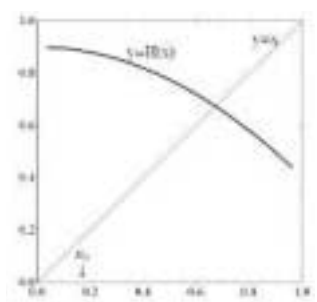
다고 하자. $f(t_n)$ 의 근삿값 y_n 을 귀납적으로 정의하는 점화식과 y_1, y_2 의 값을 구하시오.



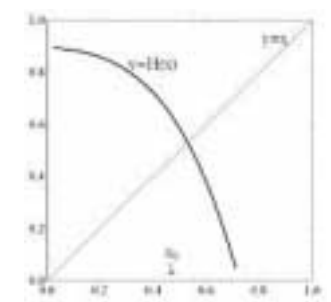
[문제 3] 아래에 주어진 [문제 3: 그림 1], [문제 3: 그림 2], [문제 3: 그림 3]에서 함수 $y=H(x)$ 의 그래프는 굵은 선으로, $y=x$ 의 그래프는 가는 선으로 표시되어 있다. [문제 3: 그림 1~3]의 경우에 각 그림에 표시된 x_0 에서 시작하는 거미줄그림의 개형을 답안지에 그리시오. 이를 기반으로 부동점의 안정성 여부를 일반적인 경우에 대하여 곡선 $y=H(x)$ 의 기울기와 관련해서 논하시오 (단, 함수 $H(x)$ 가 미분가능하고 도함수가 연속이며, 부동점 x^* 에서 곡선 $y=H(x)$ 의 기울기는 0이 아니라고 가정한다).



[문제 3 그림 1]



[문제 3 그림 2]



[문제 3 그림 3]



[문제 4]

(1) [예시그림 3]에서 출발점이 임의의 점일 때, n 이 증가함에 따라 수열 $\{x_n\}$ 이 어떻게 행동하는지 추정하고 그 이유를 설명하시오.

(2) 자연법칙이 미분방정식으로 기술되고 이 미분방정식의 해는 초기조건에 의해 유일하게 결정된다는 사실은 “어느 한 시점의 상태가 미래를 완벽하게 결정한다”는 결정론적 세계관에 지대한 영향을 주었다. 그러나 이러한 결정론적 자연법칙의 지배를 받는 자연현상이라도 만약 그것이 카오스 성질을 가지고 있다면, 초기 조건이 미래를 유일하게 결정한다는 사실에도 불구하고 미래 시점의 상태를 정확하게 예단하는 일은 실질적으로 불가능하게 된다. 그 이유에 대해 위에서 제시한 사실들을 기반으로 설명하고, 이 사실이 결정론적 세계관에 미치는 영향에 대해 논하시오.



문제 1 분석

구 분	문제의 요구사항 및 조건	
문 제 1	조 건	
	출제의도	



문제 2 분석

구 분	문제의 요구사항 및 조건	
문 제 2	조 건	
	출제의도	

🔍 논제 3 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
논 제 3		
	조 건	
출제의도		

🔍 논제 4 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
논 제 4		
	조 건	
출제의도		

🔍 제시문 분석

	분 류	내 용
제 시 문 (가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제 시 문 (나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제 시 문 (다)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제 시 문 (라)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체		



개요 작성 및 답안 설계



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉	[논 제 1]	〈첨삭〉
------	-----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 2]	〈첨삭〉
------	--------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 3]	〈첨삭〉
------	--------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

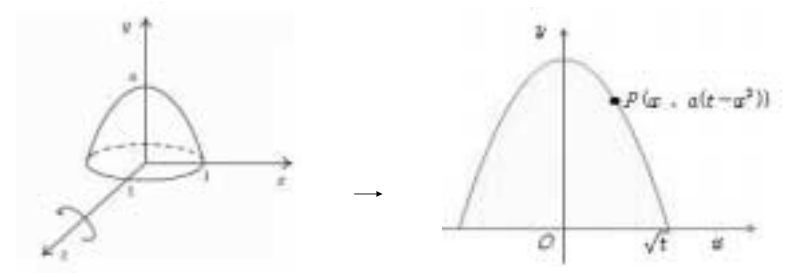
〈첨삭〉	[문제 4-1]	〈첨삭〉
	[문제 4-2]	

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

5. 적분

핵심어 및 개념 정리

- ① 연속함수와 최대, 최소
함수 $y=f(x)$ 가 폐구간 $[a, b]$ 에서 연속이면, 이 구간에서 $f(x)$ 는 “극댓값, 극솟값, $f(a)$, $f(b)$ ” 중 가장 큰 값이 최댓값이고 가장 작은 값이 최솟값이다.
- ② 회전체의 단면과 xy -평면
아래 그림과 같이 좌표공간에서 축의 둘레로 회전시킬 때 생기는 회전체를 나타낸다.



이 회전체를 z 축에 수직인 평면 $z=k$ ($-1 \leq k \leq 1$)로 자른 단면을 R_k 라고 할 때, R_k 는 평면 $z=k$ 에서 $0 \leq y \leq a(a-k^2-x^2)$ 을 만족하는 영역임을 알 수 있다. R_k 의 경계 위에 있는 점 $P(x, a(1-k^2-x^2))$ 에 대해 $1-k^2=t$ 로 치환하면 $0 \leq t \leq 1$ 이다.

2009학년도 고려대학교 수시

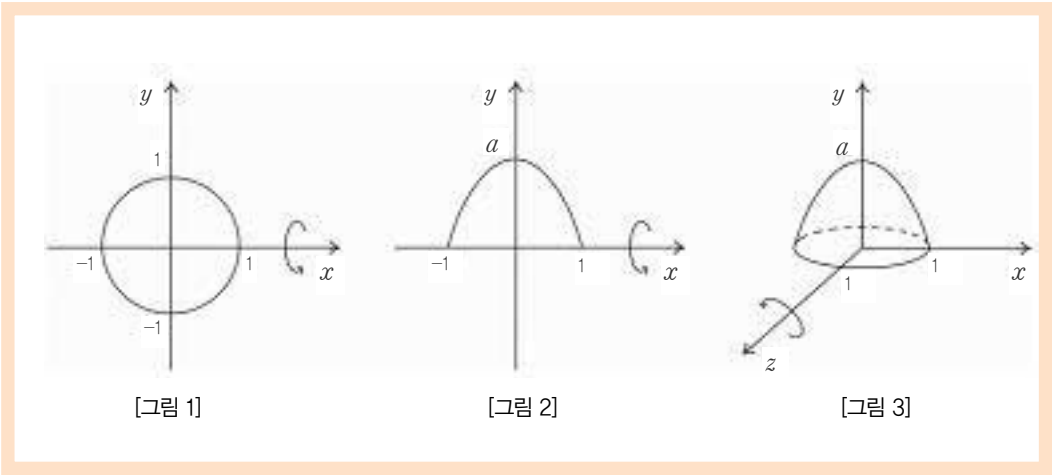
[제시문]

[그림 1]에서 평면 위의 $x^2 + y^2 \leq 1$ 을 만족하는 영역을 x 축의 둘레로 회전시킬 때 생기는 회전체의 부피를 A 라고 한다.

[그림 2]에서 xy 평면 위의 $0 \leq y \leq a(1-x^2)$ 을 만족하는 영역을 x 축의 둘레로 회전시킬 때 생기는 회전체의 부피를 B 라고 한다. 단, a 는 양의 실수이다.

[그림 3]은 [그림 2]에 표시된 영역을 y 축의 둘레로 회전시킬 때 생기는 회전체를 나타낸다. 이 회전체를 z 축에 수직인 평면 $z=k$ ($-1 \leq k \leq 1$)로 자른 단면을 R_k 라고 할 때, R_k 는 평면 $z=k$ 에서 $0 \leq y \leq a(a-k^2-x^2)$ 을 만족하는 영역임을 알 수 있다.

[그림 3]에 나타난 회전체를 다시 z 축의 둘레로 회전시킬 때 생기는 회전체의 부피를 C 라고 한다.



[문제]

- (a) 점 $(0, 0, k)$ 에서 R_k 위의 점까지 거리의 최댓값을 구하시오.
(b) $\max\{A, B\} < C$ 를 만족하는 a 의 조건을 찾으시오. 단, $\max\{A, B\}$ 는 A 와 B 의 최댓값을 나타낸다.



문제 분석

구 분	문제의 요구사항 및 조건	
문 제 (a)	조 건	
문 제 (b)	조 건	
출제의도		



제시문 분석

	분 류	내 용
제 시 문	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전 체	연계개념	



개요 작성 및 답안 설계



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈첨삭〉	[논제 (a)]	〈첨삭〉
------	----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

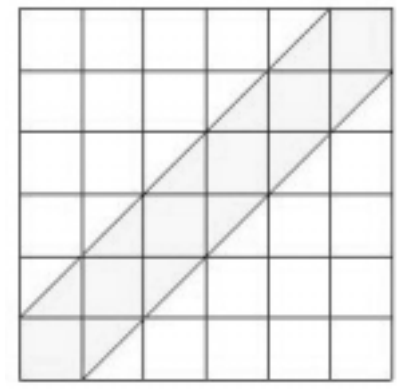
〈첨삭〉	[논제 (b)]	〈첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

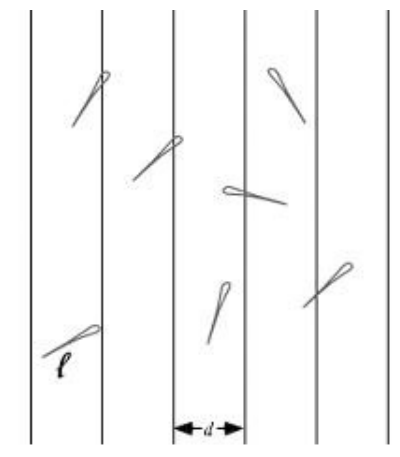
6. 확률과 적분

핵심어 및 개념 정리

- ① 표본공간과 사건
표본공간 S 좌표평면 위의 한 영역일 때 사건 A 가 일어날 확률은 기하학적 확률로 해석할 수 있다.
예를 들어, $S = \{(x, y) | 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1\}$, $A = \{(x, y) | y - x \leq \frac{1}{6}\}$ 일 때
사건 A 가 일어날 확률은 도형의 넓이를 이용하여 계산된다.



② 뷔퐁과 바늘



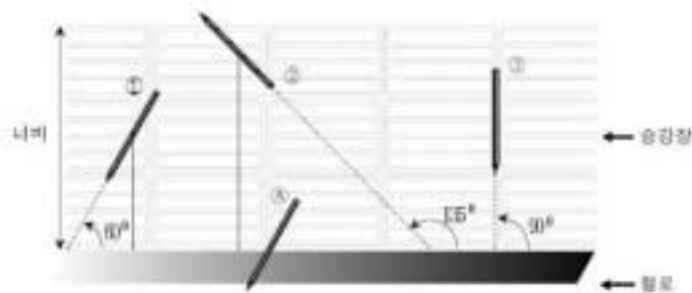
[뷔퐁과 바늘]

[제시문]

[가] 우리는 대부분의 경우 사람들과 사회적 관계 속에서 일어나는 여러 가지 사건(현상)을 경험하며 살고 있다. 이러한 관계는 구성원간의 약속을 통하여 만들어지곤 한다. 약속의 연속이 매일을 이룬다고 하여도 무방할 것이다. 다음에 제시되는 이야기는 흔히 우리가 경험하는 것인데, 이를 과학적으로 접근하여, 호기심을 가질 만한 수치를 얻고 그 의미를 찾아보기로 하자.

진우와 서희는 친구 사이로 서울의 다른 지역에 거주한다. 일요일인 오늘 진우는 서희에게 전화를 하여 지하철 신촌역 근처에 있는 서점에 들러 미분적분학 교재를 사기로 약속한다. 그들은 만남의 편리함 때문에 자주 이용하던 신촌역에서 만나기로 정한다.

[나] 두 사람은 정오부터 오후 1시 사이에 신촌역 앞에서 만나 같이 서점에 가기로 하였다. 지하철 도착시각표를 모두 잘 알고 있는 그들은 기다리는 시간을 줄이기 위하여 먼저 도착한 사람이 도착한 직후부터 정확히 10분만 기다린 후 서점으로 향하기로 하였다. 서희는 약속장소인 신촌역으로 가기 위하여 집 근처 역에서 지하철을 기다리다가 아래 그림 ①와 같이 철로변 승강장 가장 자리에 걸쳐있는 연필 한 자루를 발견하였다.



[다] 얼마 후 신촌역에서 만난 두 사람은 그들이 만날 수 있다는 사실에 놀랐다. 왜냐하면 서로 10분만 기다리기로 하였고 때문에 역에서 만날 가능성이 낮을 것이라고 생각하였기 때문이다. 두 사람은 그들이 실제로 만날 수 있을 확률을 계산해 보기로 하였다. 그들은 x -축, y -축을 진우, 서희가 각각 도착 가능한 시간 축으로 하는 표본 공간을 구성하고 둘이 만날 수 있는 경우를 생각해 보았다.

[라] 서희가 승강장의 연필 모양을 진우에게 자세히 설명하자, 두 사람은 모양 ㉠처럼 연필이 철로 변 승강장 가장자리에 걸쳐 있을 가능성을 조사해 보기로 하였다. 이 경우 연필은 부피가 없는 길이 L 인 단순 선분이라 하고, 승강장의 너비를 D 라 하고, 철로 변 승강장 가장자리 직선을 시초선으로 정하였다. ①, ②, ③의 예처럼, 연필의 중심으로부터 시초선까지의 거리와 연필과 시초선이 이루는 각으로 이루어진 좌표들을 표본 공간으로 고려하였다. 단, 연필의 중심은 항상 승강장에 놓인다고 가정한다.



*문제 1: 35%, 글자 수 제한 없음

[논제 1] 제시문 [다]를 이용하여, 두 사람이 실제로 만날 수 있는 확률 값에 대하여 논술하라.

[논제 2] 제시문 [라]를 이용하여 표본 공간을 구성하고, 연필이 승강장 가장자리에 걸쳐 있을 확률 값에 대하여 논술하라.

[논제 3] 만약 제시문들의 내용을 서로 다른 곳에 살고 있는 세 친구의 만남으로 바꾸어 좀 더 일반적인 경우로 확장하면, 그들 모두가 역에서 만날 수 있는 확률 값이 어떻게 달라지는지 적절한 표본 공간을 사용하여 구체적으로 논술하라.

논제 1 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구		
	조 건	
출제의도		

논제 2 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1		
	조 건	
요 구 2		
	조 건	
출제의도		

논제 3 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구		
	조 건	
출제의도		

개요 작성 및 답안 설계

분 류		내 용
제 시 문 (가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제 시 문 (나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제 시 문 (다)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
제 시 문 (라)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체		



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 1]	〈첨삭〉
------	----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논제 2]	〈첨삭〉
------	----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

학년 반 번 성명 :

〈첨삭〉	[논 제 3]	〈첨삭〉
------	-----------	------

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

Ⅱ. 과학논술

■ 과학논술 지도의 원리

과학논술 개념과 특성

과학논술 지도 전략

협동수업 모형을 활용한 과학 논술프로그램

■ 과학 논술 해결의 과정

개요

논제 분석

제시문 분석

개요 작성

답안 기술

■ 영역별 논술 지도 자료

단일 교과형 논제

교과 통합형 논제

에세이형 논제

01 과학논술 지도의 원리

1. 과학논술 개념과 특성

과학 논술은 과학 교과 안팎의 다양한 과학적 지식에 대한 정확한 이해를 요구할 뿐만 아니라 이를 기반으로 과학기술에 대한 폭넓은 시사적, 철학적 관심사까지를 모두 포함한다.

2008학년도 각 대학에서 실시한 통합교과논술 자연계 경향을 보면 자연계 논술은 풀이 과정과 답이 어느 정도 정해져 있는 단순한 본고사 방식이 아니라 추론의 논리성이나 과학적 타당성을 중심으로 한 문제 해결 능력을 평가하는 유형으로 전형화 되고 있다. 비록 출제의 어려움으로 인해 일부 대학의 문제는 본고사 논란을 일으키기도 하지만 과학 논술이 추구하는 본질은 사회적 합의를 이루었다고 볼 수 있다. 서울대학교 측은 자연계열의 논술시험에 대해 다음과 같이 언급하였다.

- 자연계열에서는 단순 지식의 암기가 아니라 수리적, 과학적 사고력을 묻는 문항을 출제하며, 문항에 따라 필요한 경우 관련된 공식이나 참고 자료를 제시함. 관련된 공식이나 참고 자료를 제시한 것은 지식의 유무가 아니라 개념과 원리를 적용하고 스스로 문제를 해결할 수 있는 사고력을 평가하기 위함임.
- 과학적 사고력은 자연 현상을 과학적 원리에 근거하여 해석하고 유추하는 논증 과정을 의미하며, 주어진 문항과 관련된 여러 자료를 제시하여 이를 토대로 주변 사물과 현상에 대한 의문을 합리적으로 해결하도록 함.
- 우리가 경험하는 대부분의 자연현상은 물리, 화학, 생물, 지구과학 등 전통적인 과학 중 어느 한 분야로 명확히 나눌 수 있는 것이 아니며, 각 학문 분야가 복합적으로 얽혀 있으므로 가능한 통합적인 사고력을 필요로 하는 문항을 출제함.

이처럼 자연계열 논술이 교과와 관련된 심화된 지식을 묻는 유형이 아니라 교과와 원리를 토대로 창의적으로 사고할 수 있는 능력을 묻는 유형으로 변화한다면 학생들도 새로운 방법으로 논술 시험을 준비해야 한다. 즉 더 이상 논술 형태로 치르는 수학이나 과학 과목 방식으로 접근해서는 곤란하다. 따라서 과학 논술 지도는 심화된 교과 지식 위주의 학습보다는 문제 해결 방식이나 절차적 지식에 대한 학습이 중심이 되어야 한다.

과학논술은 그 유형에 따라 ‘교과지식형’, ‘응답제한 서술형’, ‘에세이형’으로 구분할 수 있다. 2008학년도 이후 자연계열 논술시험은 기본적으로 ‘응답제한 서술형’의 형식을 취하면서 일부 문항은 불가피하게 전통적인 ‘교과지식형’에 해당하는 문항을 출제하고 있다. ‘에세이형’에 해당하는 과학논술은 과학논술의 가장 이상적인 형태로서 객관적인 채점 기준과 출제 시스템이 갖추어진다면 향후 과학논술 전형으로 자리 잡을 전망이다. 각각의 특징을 정리하면 다음과 같다.

[표] 과학논술의 세가지 유형

구분	교과 지식형 과학논술	응답 제한 서술형 과학논술	에세이형 과학논술
특징	물리, 화학, 생물, 지구 과학 교과의 심화된 교과 지식을 묻음	과학적 사고력을 기반으로 주어진 문제를 해결할 수 있는 능력을 묻음	교과의 벽을 넘어 과학 철학과 같은 큰 문제에 대한 견해를 묻음
정답의 용인성	출제자가 요구하는 정답이 어느 정도 정해져 있음	수험생의 시각에 따라 다양한 정답이 가능	정답의 개념이 모호함. 수험생의 사고의 깊이에 따라 다양한 답안이 가능
우수 답안	문제가 요구하는 교과지식을 정확하게 언급한 답안	자신의 견해를 뒷받침하는 논거가 과학적인 타당성을 가지고 있는 답안	과학적 사고력에 기반 한 창의적이고 논리적인 답안

‘과학 논술’이라는 용어가 낯설지 않은 요즘 과학 논술은 과학 교과의 지식을 서술형으로 평가하는 전통적인 교과 지식형 문제에서 빠르게 변화하고 있다. 서울대학교를 비롯한 상위권 대학의 과학 논술 문제를 분석해 보면 과학논술은 정답이 어느 정도 정해져 있는 ‘교과 지식형’에서 생각을 이끌어 내는 과정을 중시하는 ‘응답제한 서술형’으로 바뀌고 있음을 알 수 있다.

2. 과학논술 지도 전략

아래에 정리한 내용은 과학 논술 답안에 대한 다양한 추수지도 내용 중에서 대표적인 사항을 분류하여 학생 답안과 함께 정리한 것이다.^①

01 | 유추보다는 과학적인 논거 사용하기

과학논술 답안에서 가장 치명적인 것은 비유적인 표현을 논거로 활용하는 것이다. 이러한 문제점은 학생 답안에서 그리 어렵지 않게 발견할 수 있다. 논술은 궁극적으로 창의적인 능력을 평가하는 것이지만, 논거를 마음대로 창조하라는 말은 아니다. 많은 학생들이 비유적인 표현에 집착하여 본질을 간과하는 실수를 범하고 있다. 다음 학생 답안을 보면 ‘영구기관은 ‘무(無에)’ 서 ‘유(有)’를 창조하는 것’이라는 식의 비유적 표현을 열역학 제1법칙에 위배된다는 주장의 논거로 삼고 있다.

[학생 답안]

발명품 A는 지구의 중력에너지를 이용하여 에너지를 무한히 생성해 낼 수 있는 구조이다. 이는 일종의 영구 운동 장치로서 무에서 유를 창조하려는 기계이다. 그러나 이것은 열역학 제1법칙에너지는 생성되지 않으며 소멸되지 않는다는 것에 위배된다. 뿐만 아니라 쇠망치가 떨어지는 힘에 의

해 바퀴가 회전할 때 공기와의 마찰력이 발생하여 에너지의 손실이 일어날 수 있고, 회전을 하면서 소리에너지나 열에너지의 발산으로 에너지 손실이 추가로 일어날 수 있다.

교사는 유추적 글쓰기는 개인의 생각을 자유롭게 풀어가는 수필에 적합한 방식이지 과학적 엄밀성을 요구하는 논의의 장에서는 재고해야 할 글쓰기 전략임을 주의해서 지도해야 한다. 유추적인 표현은 표현을 아름답게 만들어 줄 수 있지만 학생의 주장을 뒷받침하는 과학적인 논거로 사용해서는 안 된다.

02 | ‘나의 이야기’ 숨기기

일상에서 겪은 에피소드를 소개하거나 이를 근거로 과학적인 논증을 시도하는 경우를 학생 답안에서 흔히 찾아볼 수 있다. 이 역시 유추적 표현을 논거로 사용하는 것과 마찬가지로 과학논술에서는 치명적임을 주의해서 지도해야 한다. 다음 학생 답안을 보면 자신의 감정을 그대로 드러내면서 수필을 적듯이 답안을 작성하고 있거나, 자신의 느낌과 생각을 논거로 과학적 논리를 펼치는 잘못된 접근을 하고 있음을 알 수 있다.

[학생 답안]

과학자 분들 중에서는 과학의 정도를 걸으시는 자신의 분야에 대한 연구에만 충실하신 분들도 많다. 하지만 가끔 사회적으로 불거지는 비윤리적인 연구를 하거나 연구에 있어 그 과정이나 결과를 자신의 목적대로 조작하는 행태가 드러날 때마다 참으로 안타깝지 않을 수 없다.

[학생 답안]

작년 인터넷에서 흥미로운 글을 보았다. 동경대에서 투명 인간을 만들어냈다는 것이다. 믿을 수 없는 일이다. 장난삼아 글을 읽어갔다. 간단한 설명과 함께 동경대 홈페이지에 연결된 동영상에 있었는데, 놀랍게도 그것은 정말 투명인간이었다. 희뿌연 망토 비슷한 것을 두르고 있었는데 완전한 투명은 아니었지만 얼핏 봐서 그곳에 사람이 있다는 것을 알아채지 못할 정도는 되었다. 알고 보니 간단한 원리였다. 동경대의 Susumu Tachi 교수팀이 개발한 발명품으로, 물체의 뒷부분에 장착된 카메라가 촬영하는 영상을 앞쪽에 투사해 그 물체가 투명한 것처럼 보이게 하는 것이었다.

03 | ‘용두사미(龍頭蛇尾)’와 ‘사족(蛇足)’ 피하기

출제자가 요구하는 분량에 현저하게 미달되었을 때는 치명적인 감점을 당한다. 하지만 논술에 익숙하지 않은 자연계 학생들은 분량을 채우는 것 자체가 큰 고통이다. 이 때문인지 많은 학생들은 제시문의 내용을 상당 부분 다시 인용하면서 거창하게 전반부를 작성하다가 정작 본인의 생각을 한 줄에 불과한 ‘용두사미(龍頭蛇尾)’식 답안을 작성하거나, 분량을 채우기 위해 고심하다가 결국은 후반부에 엉뚱한 ‘사족(蛇足)’을 다는 경우가 많다.

① 이 자료는 2006년 3월부터 12월까지 서울 마포고와 부천 원종고 학생들이 제출한 논술 답안을 첨삭 지도한 다음 귀납적으로 정리된 것이다. - 자료출처 : 김평원 외, 『아우라 과학논술』, 해나무

다음 학생 답안을 보면 미토콘드리아 DNA의 염기 서열을 분석하는 과정을 기술하면서 뜬금없이 지층의 연대를 추정하는 반감기를 언급하였다. 생명체의 유전자를 분석하는 내용 속에 지층의 연대를 측정하는 방법이 튀어나온 답안을 본 채점자가 좋은 점수를 줄 리 없다.

[학생 답안]

가설 : 인류는 어느 한 여인에 의해 출현했다.

탐구 설계 : 무작위로 미토콘드리아 DNA 150개를 추출한다. 그 개개의 미토콘드리아 DNA 염기서열을 분석해본다. 어느 한 여인으로부터 비롯되었다면 그 150명의 미토콘드리아 DNA 염기서열이 일정한 규칙을 가질 것이다. 그것의 가장 시초가 되는 염기가 바로 처음 인류의 조상일 것이다. 따라서 그 염기를 추출하여 방사성 동위원소를 추적하여 연대를 알아낸다.

이처럼 문제에서 요구하는 것과 관련이 없는 배경지식을 나열하는 것은 도움을 주기는커녕 오히려 감점의 빌미를 제공하는 사족임을 지도해야 한다.

04 | 개념과 용어를 명확하게 사용하기

과학 논술에서는 과학적 개념과 용어 등을 자의적으로 해석하면서 논리를 펴는 답안은 높은 점수를 받을 수 없다. 자연계 학생들을 대상으로 첨삭지도를 해보면 과학 논술은 주어진 제시문을 부담 없이 읽고 그 쟁점에 대한 자신의 생각을 자유롭게 적으면 된다고 착각하고 있는 학생들이 너무나도 많다는 것을 발견하게 된다.

다음 학생 답안을 보면 ‘에너지 보존’을 ‘두 물질이 충돌을 일으켰다고 했을 때 생기는 마찰력이나 열손실을 모두 더한 값’으로 정의하면서 새로운 ‘학설’을 펴고 있다. 특정 개념의 정의를 내리려면 그 개념의 내포, 즉 그 개념에 반영되는 대상의 본질적 속성을 밝혀야 한다. 이 답안을 작성한 학생의 의도는 ‘에너지가 보존되려면 열손실이나 마찰력이 없어야 가능하다’는 것을 표현하려고 했던 것 같은데, 이를 개념을 정의하는 문장 형식에 담아 오해를 사버리고 말았다.

[학생 답안]

첫째로, 물리학에서의 에너지 보존은 두 물질이 충돌을 일으켰다고 했을 때 생기는 마찰력이나 열손실을 모두 더한 값을 의미한다. 즉 제2법칙에 의해 에너지의 변환이 이루어 졌을 때, 변환전과 후의 값을 모두 더한 값을 의미하는 것이다.

똑같은 교재와 수업을 받아도 학생들은 내름대로 과학적 개념을 이해하고 넘어가는 경우가 많다. 나름대로 지식을 재구성한다는 측면에서 이러한 과정은 바람직한 것이지만 문제는 이 중 상당 부분은 과학적 오개념이라는 점이다. 과학적 오개념은 엉뚱한 논술답안을 작성하게 만드는 원인이기 때문에 반드시 교정되어야 한다.

05 | 과학적 사고과정 드러내기

드러내지 않으면 속내를 모른다. 글을 너무 압축적으로 크게 쓰다보면 분량을 못 채워 감점을 당할 수 있으며 동시에 학생의 실제 과학적 사고 능력에 비해 낮게 평가되는 억울함을 당할 수 있다. 따라서 과학논술 답안을 작성하는 학생이 과학적으로 사고하고 있다는 것을 어느 정도 드러내는 테크닉이 필요하다.

실제로 학생들은 제시문에 많은 데이터를 주었음에도 불구하고 데이터를 활용해서 논증하는 모든 과정을 생략하고 결론만 언급하는 경우가 많다. 강화 지역의 <조석 예보표>를 주고 만조나 간조의 발생 시간이 전날에 차이가 생기는 이유를 설명하라는 문제에 대한 다음 학생의 답안을 보면 이러한 양상이 잘 나타난다.

[학생 답안]

이는 지구와 달이 공통질량중심의 둘레를 공전하는 데에 걸리는 시간 때문에 발생하는 것이다. 우리는 한 달을 30일을 기준으로 하고 있지만, 지구와 달의 공전 주기는 27.3일로 채 한 달이 되지 않는다. 이 때문에 달의 남중 시간이 하루에 일정 시간만큼 늦춰진다. 이것은 (가)에서 매일 만조가 되는 시간을 보면 알 수 있다. 달의 남중은 현재 나의 위치와 가장 가까운 거리가 되는 것으로 이 때 달과의 기조력이 최대라서 만조가 된다.

이 문제는 교과 지식에 해당하는 문제이기 때문에 정답은 비교적 쉽게 적을 수 있다. 하지만 과학 논술은 제시문에 주어진 데이터를 기술하면서 논증하는 과정 자체도 평가하기 때문에 밑줄 친 부분을 구체적으로 풀어서 자료를 기술하는 것이 중요하다. 제시문에 구체적인 수치를 정리한 데이터가 있으면 이를 적극 활용하여 기술해야 한다. 구체적인 데이터가 제공되었는데 막연하게 ‘일정시간’이라고 할 이유가 없다.

3. 협동수업 모형을 활용한 과학 논술 프로그램

현장에서 긴 준비 기간 없이 바로 실천 가능한 통합교과논술 교육의 형태는 국어교사와 교과교사가 하나의 팀을 이루어 수업을 운영하는 느슨한 형태의 ‘협동수업(Team teaching)’이다. 서울의 한 고등학교에서는 지난 3년 간 국어-과학과, 국어-사회과의 협동수업으로 통합논술 프로그램을 운영하였고, 그 결과 논술문에 문장 대한 지도(국어)와 교과의 개념 및 원리에 대한 지도(교과)가 동시에 이루어질 때 수준 높은 통합논술 지도가 가능함을 확인할 수 있었다.

통합교과논술에 적응하기 위해서는 평소에 독서로 내공 쌓고 이를 바탕으로 토론과 실제 글쓰기를 병행해야 한다. 다음은 국어교사와 과학교사가 함께 운영하는 과학논술 프로그램으로 출제, 첨삭, 면담, 토론 전반에 국어교사와 과학교사가 동시에 참여하는 협동 수업 방식이 핵심이다. 교사들도 프로그램을 진행할수록 신바람이 났으며 학원이 아닌 공교육 현장에서 색다른 프로그램을 경험한 학생들의 열의 또한 대단하였다. 논술에 전혀 신경을 쓰지 않았던 일반고 자연계 학생들이 한 학기동안

다음과 같은 6단계 프로그램을 통해 점차 과학논술에 익숙해지게 되었으며, 대부분의 학생들이 상당한 수준의 성취도를 보이게 되었다.

◆ 제1단계 : 논술 문제 풀이

제시문과 출제 의도를 강의식으로 미리 해설한 다음, 학생들로 하여금 직접 논술 답안을 작성하게 하는 전통적인 방식이 아니라, 처음부터 교과서와 다양한 참고 자료에서 발췌한 자료를 토대로 출제된 논술 문제를 직접 풀게 한다. 과학교사와 국어교사는 함께 학생들의 문제 해결 과정을 관찰한다.



[사진 1] 과학 논술 프로그램 수업

◆ 제2단계 : 답안 첨삭 지도 및 면담

학생들의 답안을 일일이 첨삭하여 되돌려 준 다음, 직접 학생을 대면하여 답안을 평가해준다. 먼저 제시문을 읽고 답안의 개요를 작성하기까지의 과정을 거슬러 회상하면서 ‘쓰기 전 단계’를 점검한다. 이때는 제시문을 올바르게 이해했는지를 점검하고 출제 의도를 어떻게 파악하고 답안을 작성했는가를 파악하는 것이 핵심이다.

이때 국어교사는 답안의 논리 전개 방식과 구성을 중점적으로 분석해 주어야 하며, 과학교사는 과학적 오개념을 집중적으로 교정해 주어야 한다. 학생들은 교사와 대화하면서 개요를 짜고 답안을 완성하는 동안 머릿속에 일어나는 모든 과정을 솔직하게 표현해야만 한다.



[사진 2] 첨삭 답안지를 돌려받아 자신의 답안을 분석하는 학생들



[사진 3] 개인 별 면담



학생

이 실험에서 미토콘드리아 ①DNA는 어머니와 아버지에게서 골고루 전달되었을 것이라는 가설을 세울 수 있다. 그 다음에 ②무작위로 150명을 선택하여 각각의 미토콘드리아 DNA를 채취한다. 선택한 150명의 아버지와 어머니의 미토콘드리아 DNA가 일치하는지 조사한다. 실험결과 150명의 미토콘드리아 DNA는 각각의 어머니의 미토콘드리아 DNA와 일치함을 알 수 있다. 여기서 처음에 세운 가설이 틀렸다는 것을 알고, ③미토콘드리아 DNA는 어머니의 것과 일치한다고 가설을 수정한다. ④실험결과와는 다시 해도 같을 것이므로 미토콘드리아 DNA는 모체로부터 유전되었다고 결론을 내린다. 그 후 ⑤미토콘드리아 DNA는 모체로부터 유전되었다고 결론을 내린다. 그 후 ⑥미토콘드리아 DNA를 가지고 어느 모체로부터 유전되었는지 조상을 거꾸로 추적해 나간다.



국어교사

문제의 특성상 이 답안은 ‘과정’을 기술하는 답안을 작성해야 합니다. 학생의 답안은 일련의 실험 절차에 대해 거의 완벽에 가까운 기술을 하고 있습니다. 과정은 어떤 특정의 결말이나 결과를 가져오는 일련의 행동, 변화, 기능 또는 단계들을 밝히는 내용이 추가 되는 글의 전개방식입니다. 따라서 과정의 방식으로 글을 전개할 때는 ‘무엇이’보다 ‘어떻게’가 중시됩니다.

하지만 학생의 답안은 실험을 다 마친 과학자가 자신의 실험을 회고하는 형식을 취하고 있습니다. 과학적 시뮬레이션과 회고는 다릅니다. 이 점에 대해 좀 더 깊이 생각해보기 바랍니다. ‘무엇이 어찌하다’라는 진술보다 중요한 것은 바로 ‘어떻게’입니다.

염기서열을 비교하는 수행과정을 구체적으로 언급하는 것이 이 문제의 핵심입니다. 따라서 전반적인 수행절차는 간략하게 언급하고 염기서열을 분석해서 조상을 추적하는 메커니즘을 구체적으로 언급한 답안이 높은 평가를 받을 수 있음을 명심하기 바랍니다.



과학교사

①→③ : 가설을 설정하고 수정하는 일련의 과학적 탐구 절차를 잘 기술하였습니다. 과학 첫 단원인 <과학의 탐구>에서 기본적으로 다루는 내용을 주어진 상황에 잘 적용한 점이 돋보입니다. 특히 ②번 표본의 랜덤추출과 ④번 재현성을 언급한 내용이 아주 좋았습니다. 이는 과학적 검증의 신뢰도와 직결된 사항으로 이를 놓치지 않고 간결하게 언급한 점이 돋보입니다. 과학의 탐구에서 다루는 내용은 절차적 지식과 응용력이 복합된 지식입니다. 단순히 절차만 나열해서는 높은 사고력이 반영된 답안을 작성할 수 없습니다. 이 문제의 핵심은 ④번을 구체적으로 설명하라는 것입니다. 결국 학생의 답안은 변죽만 울리다가 급하게 끝을 맺었다는 아쉬움이 듭니다. 정작 중요한 내용은 대충 넘어가 버린 것입니다.

평가 항목	등급	총 평
이해·분석력	A	출제자의 의도를 정확히 파악하였습니다.
논증력	B	과학적 사고력이 잘 반영되었습니다.
창의력	C	독창적인 시각이 아쉽습니다.
표현력	D	자신의 생각을 구체적으로 진술해야 합니다.

◆ 제3단계 : 소감문 작성 및 수정 답안 작성

국어교사와 과학교사의 첨삭과 면담 지도를 받은 학생은 자신의 최초 답안에 대한 자평과 함께 수정 답안 작성에 대한 계획을 피력한 소감문을 작성해야 한다. 이러한 과정을 통해 학생들에게 자신의 문제 해결 능력과 논술 답안 작성 전략에 대해 고민할 수 있는 기회를 제공할 수 있으며, 교사 입장에서 이러한 소감문은 추후 수정 답안을 지도하는 데 중요한 진단 자료가 될 수 있다.



[사진 4] 첨삭 답안 수령, 면담 후 소감문을 작성하는 학생들

+ 첨삭지도 후 소감

이번 첨삭 지도를 통해 나의 문제점이 적나라하게 드러났다. 문장이 유기적으로 연결되지 못하고 따로 따로 놓고 있다는 것이 나의 결정적인 문제점이다. 문장으로 자연스럽게 구성하는 능력을 키워야겠다.

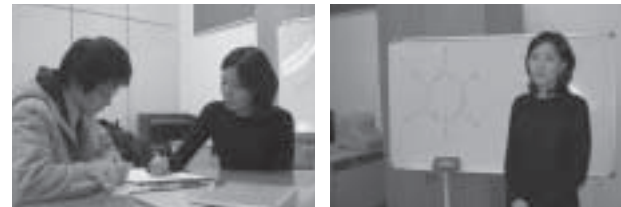
완벽한 과학지식을 바탕으로 출제자가 의도한 정확한 답안을 작성하는 사람은 거의 없다는 선생님의 말씀에 힘을 얻었다. 앞으로는 교과서에 없는 내용이라고 주눅이 들거나 소심하게 쓰지 않으리라 다짐해본다. 과감히 자신감 있게 답안을 작성하되 어설피게 아는 지식을 마치 다 알고 있는 것처럼 착각하지 말아야겠다.

과학적 용어의 뜻을 명확히 알고 지식과 나의 견해를 구분하여 쓰는 능력을 키워야겠다. 생명공학 분야의 지식을 충분히 소화하고 다양한 상황에 적용할 수 있도록 노력해야겠다. 이번 첨삭 지도를 통해 논술 답안을 작성하는 감각을 얻은 것 같아 보람을 느낀다.

M고등학교 홍길동

◆ 제4단계 : 수정 답안 평가 및 첨삭 지도

4단계에서는 특히 과학교사의 역할이 중요하다. 수정 답안을 작성한 다음에도 최초 답안의 과학적 오개념이 개선되지 않았다면 과학교사는 다시 한 번 완벽한 피드백을 제공해주어야 한다. 이미 한 번 첨삭과 면담을 끝낸 상태에서 과학적 오개념이 여전히 교정되지 않은 학생은 기초 개념부터 다시 정립해주어야 하기 때문이다.



[사진 5] 과학 교사의 오개념 지도

◆ 제5단계 : 토론 및 정리

5단계에 걸쳐 개별적으로 운영했던 첨삭 지도를 끝내고 한 강의실에 다른 학생들의 답안과 자신의 답안을 비교하면서 토론할 수 있는 기회를 제공한다. 정답의 개념이 없는 논술 시험의 특성상 다른 학생들의 답안을 살펴보고 자신의 답안과 비교해보면서 토론해보는 경험은 논술 주제와 관련된 과학 교과 내용을 다시 한 번 확실하게 정리할 수 있는 기회를 제공할 수 있다.



[사진 6] 국어와 토론(문단, 구성, 문장 표현)



[사진 7] 과학과 토론(오개념, 논거의 적합성)

02 과학논술 해결의 과정

1. 개요

01 | 과학논술의 해결과정

논술 문항에 대한 해결과정은 일반적으로 다음의 4단계를 통해 이루어진다.

- **논제의 요구사항 파악** : 논제와 제시문을 분석하여 답을 하기위한 요구사항을 파악한다. 이를 통해 개략적인 답안의 방향을 잡을 수 있다.
- **근거확보와 추론의 과정** : 논술은 논리적 서술이 중요하다. 논리적 서술은 근거를 통해 주장의 정당성을 확보하는 과정이다. 따라서 자신의 답안을 객관적으로 증명하기 위한 근거의 확보가 중요하다. 근거는 제시문이나 자신의 배경지식에서 확보한다. 아울러 올바른 추론의 과정을 통해 근거와 주장의 연결 과정이 필요하다.
- **답안의 개요잡기** : 요구사항을 파악하고 이에 대한 자신의 주장과 근거를 만들었다면, 어떻게 표현하여 이해시킬 것인지의 전략이 필요하다. 이를 설계하는 과정이 개요잡기이다.
- **답안 쓰기 및 퇴고** : 개요에 따라서 답안을 쓰고 최종적으로 답안을 수정하는 과정이다.

02 | 과학논술 수업을 위한 제언

대체로 논술 기초과정에서는 해결과정의 단계별로 교육과정이 이루어진다. 하지만, 구체적 수업 설계 과정에서는 학생들의 상황을 고려하는 것이 중요하다. 논술 수업을 통해 학생들이 어떻게 답안을 만들어야 하는지 전혀 감을 못 잡는 것은 대부분 다음의 3가지 중 하나 이상이 제대로 안된 경우이다.

- **논제의 분석이 안 되는 경우** : 논제에서 요구하는 내용이 무엇인지 모르는 경우이다. 이 경우 논제의 분석이 잘 안 되는 학생(이해분석력이 떨어지는 경우)과 모르는 단어에 의해 지식적으로 이해가 안 되는 학생(배경지식의 부족)이 있다.
- **배경지식의 부족** : 필요한 지식의 개념이 없거나 모호하여 답안으로 이끌어내지 못하는 경우이다. 이러한 경우 제시문과 논제의 핵심단어 또는 내용을 이해하지 못할 수 있으며, 이해되더라도 답안을 이끌어내는 지식의 한계를 갖게 된다.
- **추론 능력의 부족** : 학교 교육의 특성상 과목별 수업이 강한 우리 교육에서 학생들은 교과별로 배운 내용을 통합하는 능력이 매우 취약하다. 아울러 결과만이 강조된 암기된 지식을 갖는 경우가 많다. 여기에 추가적으로 표현하는 능력(글쓰기)이 매우 부족한데, 이는 강의 위주의 듣기 수업의 한계로 나타난다.

논술의 해결과정에는 이러한 문제를 해결하기 위한 수업모형제시가 필수이다. 구체적으로 논제와 제시문의 분석 및 답안의 개요잡기와 쓰기를 통해 알아보자.

1. 과학논술의 개념과 특성

과학 논술 지도는 심화된 교과 지식 위주의 학습보다는 문제 해결 방식이나 절차적 지식에 대한 학습이 중심이 되어야 한다.

2. 과학논술 지도 전략

- (1) 유추 보다는 과학적인 논거 사용하기
- (2) '나의 이야기' 숨기기
- (3) 용두사미와 사족 피하기
- (4) 개념과 용어를 명확하게 사용하기
- (5) 과학적 사고과정 드러내기

3. 협동수업 모형을 활용한 과학논술 프로그램

- 출제, 첨삭, 면담, 토론 프로그램을 국어교사와 과학교사가 교차적으로 운영
- 국어교사는 제시문 분석과 문장 지도, 과학교사는 교과 개념 및 원리 지도

2. 논제 분석

01 | 논제 분석 방법

논제는 문제를 해결하는 첫 단계이며 제시문에서 활용할 내용에 대한 지시와 답안을 구성해야 할 요구사항이 담겨져 있다. 논제의 분석을 다음의 3단계로 나누어 보자.

첫째, 논제를 큰 틀에서의 요구사항이나 부분(조건, 설명 등)으로 나눈다. 하나의 요구사항은 주어와 서술부분의 지시어로 구성되게 된다.(이 때, 지시어의 수를 확인하여 답안을 구성할 때 문단의 수와 일치시키면 좋다.) 각각의 요구내용에는 조건이나 설명이 따르게 되므로 이를 구분하여 표시하는 것도 중요하다.

[지시어 : 해야 할 서술부분의 명령어(예 : 설명하시오, 논술향시오 등)]

둘째, 문장으로 완성된 요구사항 이외에 숨겨진 의미나 분석이 가능한지 보아야 한다. 논제를 분석하다 보면 의미가 분명하지 않은 문장이나 단어가 들어가는 경우가 있다. 예를 들면, 과학적으로라는 요구사항은 과학적 방법을 요구하는 것인지 아니면 탐구 방법의 구체적 방법론을 요구하는지 아니면 단순히 객관적으로 증명 가능함을 나타내는지 분명하지 않다. 심지어 학생의 과학적 지식을 사용하라는 요구가 될 수도 있다. 따라서 논제에서 모호하거나 광범위한 의미로 사용되는 문장이나 단어는 나름대로 주어진 제시문이나 논제의 전후 문맥을 통하여 분석해 봐야 한다. 아울러, 주어진 수식이나 그래프는 반드시 그 의미를 해석하고 활용한다(주어진 수식과 그림, 그래프는 묻고자 하는 의도를 간접적으로 제시해주는 좋은 자료이다).

소논제가 포함된 경우 논제의 연관성을 보아야 한다. 논제의 해결과정 중 채점의 용이성을 위해 논제를 분화하여 소논제로 주는 경우가 많다. 따라서 논제의 연결성을 보고 출제의도를 파악한다.

셋째, 논제분석을 통한 요구사항의 순서를 정해 답안의 기본골격을 잡는다. 이는 논제에서 벗어나지 않고 답안을 구성하게 해준다. 답안의 순서는 다양하게 잡을 수 있다. 요구사항의 경중에 따라 순서를 잡는 것도 하나의 방법이 된다. 가장 중요한 요구사항은 전체 글의 중심이 되어야 한다.

02 | 논제 분석의 연습(예제)

다음 논제를 이용하여 요구사항을 분리하여 서술해 보자.

[예제 1] 제시문을 다섯 단락으로 나누고자 한다. 둘째, 셋째, 넷째, 다섯째 단락이 시작되는 글의 번호를 쓰고, 각 단락의 내용을 집약할 수 있는 제목을 각각 붙이고, 글 전체의 내용을 300~400자로 요약하라.

논제에 나타난 요구사항만을 정리하면 다음과 같다.

① 제시문을 다섯 단락으로 나눈다.

② 둘째, 셋째, 넷째, 다섯째 단락이 시작되는 글의 번호를 쓴다(또는 정한다).

③ 각 단락의 내용을 집약한다(또는 대표문장을 찾는다).

④ 각 단락의 내용이 집약된 제목을 정하여 쓴다.

⑤ 글 전체의 내용을 300~400자로 요약한다.

이는 논제에 나타난 요구사항만을 정리한 것으로 나타난 요구사항 이외에도 숨어있는 내용이 보인다. 전체 내용을 요약하기 전에 앞선 요구사항이 왜 필요했는지 생각해 볼 필요가 있다. 이는 글을 요약하기 위해 의미적으로 묶을 수 있는 문단의 집약된 내용과 제목을 이용하라는 숨은 요구사항이 있다. 즉, 각 문단을 요약한 내용을 연결하여 전체 글을 요약하라는 것이다. 그렇다면 각 단락의 집약된 내용을 연결하는 작업이 추가로 요구된다. 논제가 분석되었다면 이에 따른 답안의 개요는 다음과 같이 정리된다.

① 제시문을 다섯 단락으로 나눈다.

② 나눈 단락의 시작 번호를 적고 내용을 집약한 제목을 붙인다.

③ 집약된 내용을 서로 연결하여 300~400자의 내용으로 정리한다.

논제의 분석과 개략적인 답안의 방향을 정하였다면 이에 맞는 제시문의 분석이 필요하다.

03 | 기출문항의 논제 분석

다음의 논제를 위 분석과정에 의해 의도를 파악해 보자.

| 2008 서울대 정시 문항 3번 |

우리 몸에 있는 대동맥의 총 단면적은 3cm^2 정도이고 대동맥에서의 혈류 속도는 30cm/s 정도이다. 모세혈관들의 총 단면적 합이 900cm^2 일 때 모세혈관 안에서의 혈류 속도를 구하고, 대동맥과 모세혈관 각각에서 보존되는 양은 무엇인지 설명하시오. 모세혈관에서 이 정도의 혈류 속도가 가지는 의미를 생물학적 관점에서 기술하시오.

첫째, 묻고자 하는 지시어는 3가지이다.

① 모세혈관에서의 혈류속도를 구한다.

② 대동맥과 모세혈관에서 보존되는 양이 무엇인지 설명한다

③ 모세혈관의 혈류 속도가 가지는 의미를 기술한다.

둘째, 각각의 답안은 다음의 조건을 활용해야 한다.

① 혈류속도를 구하기 위해서는 세 가지 조건을 이용한다(조건에서 물리적 계산도 필요하다).

① 대동맥의 총 단면적이 3cm^2

② 대동맥에서의 혈류 속도는 30cm/s

③ 모세혈관들의 총 단면적 합이 900cm^2

- ① 대동맥이나 모세혈관에서 보존되는 양은 위에 혈류속도를 구하기 위한 전제조건이 된다. 따라서 혈류속도를 구하기 위한 전제조건을 제시하라는 요구이다.
- ② 모세혈관의 혈류 속도가 갖는 의미를 기술할 때, 반드시 생물학적 관점을 언급해야 한다.

셋째, 이 문제에서는 그래프가 직접 제시되지 않았지만 제시문에 동맥과 모세혈관의 구조와 혈액의 순환 그림이 제공되고 있어 조건에 필요한 폐쇄혈관이라는 근거와 모세혈관이 간단한 구조로 되어 있어 물질의 확산이 쉽게 일어날 수 있는 조건을 제시해 주고 있다(서울대 발표 자료를 보면 이를 활용한 학생이 매우 적어 보인다).

위 문제 분석을 통해 답안의 구성은 적어도 3가지 지시어에 대한 답안으로 문단을 구성해야 함을 알 수 있다. 혈류속도는 보존되는 양의 조건과 주어진 값에 의해 구해지고 생물학적으로 어떤 의미를 지니고 있음을 알 수 있다. 하나의 문제가 왜 이렇게 구성되었는지 이제 이해되는가? 아울러, 문제의 분석은 답안의 개요까지 구성할 수 있으므로 막연하게 답하기보다 묻는 의도에서 벗어나지 않는 답안을 구성할 수 있게 해준다.

04 | 문제 분석의 수업 활용

처음 문제분석을 하는 학생의 경우 매우 힘들어 할 수 있다. 따라서 다음과 같이 분석틀을 제시하고 문제에서 요구사항의 수를 미리 알려주고 연습시키는 방법도 있다. 출제의도는 학생들이 파악하기 어려우니 교사가 자료해석의 보조 자료로 미리 제공한다. 또는 익숙한 학생이라면 출제의도 파악까지 써보게 할 수 있다.

2009 고려대학교 모의논술(문제 4)

[a] 콜산과 타우린으로부터 타우로콜산이 형성되는 화학반응을 구조식을 이용하여 설명하고, 타우로콜산염이 지방의 소화를 돕는 원리를 제시문 (바)의 논리를 이용하여 설명하시오.

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	콜산과 타우린으로부터 타우로콜산이 형성되는 화학반응식을 설명한다.	
	조 건	(1) 화학반응식은 구조식으로 쓴다. (2) 반드시 이에 대한 설명이 필요하다.
요 구 2	타우로콜산염이 지방의 소화를 돕는 원리를 설명한다.	
	조 건	제시문 (바)의 논리를 이용한다(제시문 바를 요약한다).
출 제 의 도	비누의 미셀형성 원리를 이해하고 이를 우리 몸의 담즙산(쓸개즙) 성분인 타우로콜산의 형성원리와 유화작용에 적용할 수 있는지 본다. 제시문 (바)의 원리를 이해하기 위해 적극적으로 요약이 필요하고 제시문 (사)에서 타우로콜산 형성에 관한 내용을 찾아내고 그림을 이해해야 한다.	

[b] 휘발유와 물을 99대 1의 비율로 섞어 만든 혼합 용매가 비커 A와 B에 담겨 있다. 비커 A에만 제시문 (사)의 타우로콜산염을 첨가하였다. 비커 A와 B를 충분한 시간동안 흔들어 준 후 안정화될 때까지 기다렸다. 각각의 비커에서 일어난 상황을 제시문 (바)에 근거하여 기술하고, 제시문 (바)와 비커 A에서 일어난 현상의 차이점을 논술하시오.

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	비커 A와 비커 B에서 일어난 상황을 기술한다.	
	조 건	1. 휘발유와 물을 99대 1로 섞은 용매에 A는 타우로콜산을 첨가하였고 B는 그대로 두었다. 2. 흔들어 준 후 안정화될 때까지 기다렸다.(반응이 충분히 일어나도록 시간을 주었다) 3. 제시문 (바)를 근거로 사용한다.(미셀원리이용)
요 구 2	제시문 (바)와 비커 A에서 일어난 현상의 차이점을 논술한다.	
	조 건	1. 제시문 (바)의 현상을 이해하고 요약한다. 2. 비커 A의 현상과 차이를 알아야한다.
출 제 의 도	제시문 (바)의 미셀은 물이 주 용매인 반면, 비커 A와 B는 주 용매가 휘발유이고 물이 용질이 된다. 이 때 미셀형성의 차이를 이해하고 설명해야 한다.	

3. 제시문 분석

01 | 제시문의 성격

인문 논술에서 제시문은 이해분석력을 알아보기 위한 소재로 활용된다. 자연계 논술에서도 이와 같은 능력을 요구하지만 약간 성향이 다르다. 일단, 자연계 논술에서 제시문은 크게 두 가지 목적을 갖는다.

첫째는 발문을 위한 내용의 전개이다. 논제 자체가 갖는 함축적 의미가 크므로 이를 보강해주고 선개념이나 어떠한 내용이 필요한지 사전에 알려주는 역할이다. 또한, 그림이나 그래프 등의 자료해석형 문항에서 도표를 제시하고 이를 설명하는 자료로 제공되기도 한다.

둘째는 교육과정의 심화내용에 대한 근거 제시이다. 논술은 암기된 지식을 답안으로 쓰기를 요구하지 않는다. 사고과정과 답안을 전개하는 과정을 중요시 하며, 이를 측정하기 위한 시험이다. 따라서 고등학교 교육과정의 심화 지식을 사용할 수 있지만 모든 교육과정 내용의 암기를 원하지 않는다. 다만, 이러한 지식을 활용하거나 추론할 수 있는지의 능력을 측정하므로 심화내용을 찾아내어 활용하는 이해분석력이 중요하다.

따라서 자연계 제시문은 인문 논술같이 전체 내용을 파악하고 핵심 문장을 찾는 것보다 논제를 분석하여 무엇을 요구하는지 분명히 알고 이에 대한 활용으로 인용하는 것이 좋다. 위에 언급한 논제 분석에 따라 요구사항을 알게 되면 제시문에서 활용해야 될 부분이 분명해지고 답안의 일관성과 통일성을 유지하기 쉽다. 하지만 논제에서 요구하는 사항이 제시문에 나타나지 않는 경우에는 자신의 배경지식을 끌어와서 활용해야 한다. 이때 배경지식은 결국, 제시문과 연관된 교육과정내용에 있으므로 자신이 지금까지 배워왔던 기본적인 교육과정의 내용과 제시문의 내용을 연결하는 연습이 필요하다.

02 | 제시문 분석 방법

제시문의 분석은 논제의 요구사항과 연결하여 이루어져야 한다. 순서상 논제분석 후 제시문을 분석하지만, 대략 내용의 파악을 위해 제시문을 먼저 읽어 보고 자세한 분석을 논제분석 후 실시하는 것도 한 방법이 된다. 제시문 분석 방법은 다음과 같이 진행한다.

- **제시문의 읽기** : 제시문을 개략적으로 읽고 주요 내용을 인식한 후 논제분석이 이루어지면 더욱 효율적이다. 이때, 너무 많은 시간을 읽기에 빼앗기지 않도록 한다. 어차피 제시문은 여러 번 읽고 분석이 이루어져야 한다. 한 번에 많은 욕심을 부리기보다 필요한 단계의 내용만 처리하는 것이 효율적이다.
- **필요한 부분의 발췌** : 논제의 요구에 맞추어 필요한 근거 또는 내용을 추출하는 작업이다. 주요 용어나 수식은 그대로 발췌하여 사용하며, 인문논술과 같이 내용을 변형하는 독해작업은 중요하지 않다. 간단하게 밑줄을 그어 근거 또는 주장 등으로 분리해두는 작업도 좋다. 여러 번 읽어 놓치는 부분이 없도록 세심하게 보는 것이 중요하다. 아울러 답안의 윤곽을 생각하며 찾아본다.

- **배경지식과의 연결** : 논술문항에서 제시문의 내용은 답안에 필요한 지식을 제공하지만 전부 제공하지는 않는다. 교육과정을 통해 충분히 학습된 내용은 제공하지 않기 때문이다. 따라서 심화내용이 제공되었다면 이와 연관된 교과단원의 기본내용은 자신의 배경지식으로부터 활용하여 표기한다.

03 | 제시문 분석과 활용의 예

04의 논제분석에서 활용한 2009 고려대학교 모의논술 4번 문항을 이용하여 제시문의 분석을 해보자.

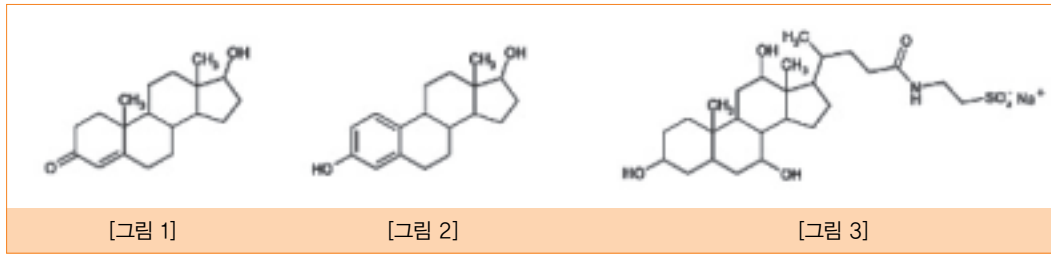
[제시문]

[바] 옛날 우리 조상들은 더럽혀진 옷들을 물에 적서 바위에 두드려 세탁을 하고, 창포를 삶은 물에 머리를 감았다. 그러나 지금은 많은 종류의 세제가 개발되어 우리 일상생활을 편하게 해주고 있다. 옷에 묻은 기름때를 비누로 세척하는 원리는 다음과 같다. 비누 분자는 물 분자와 친화력이 커서 물과 잘 섞이는 친수성기 부분과 물 분자와 친화력이 작아 물과는 잘 섞이지 않는 소수성기 부분으로 구성되어 있다. 비누가 물속에서 기름때와 만나면 소수성기 부분이 기름때가 있는 곳에 붙고 친수성기 부분은 물 쪽으로 향하여 기름때를 둥그렇게 둘러싸며 미셀을 형성한다. 비누 분자에 둘러싸여 있는 분산된 기름때는 다시 모여질 수 없으므로 물에 의해 씻겨 내려가게 된다.

[사] 생명체에서 중요한 역할을 담당하고 있는 물질 중의 하나인 스테로이드는 테르펜류 지질의 일종이며 일반적으로 탄소 고리 4개가 연결된 구조를 가지고 있다. 스테로이드는 고리부위에 부착되어 있는 가지의 형태와 고리부위의 산화상태에 따라 다양한 형태로 나뉘며, 이들이 생명체에서 수행하는 기능도 다양하다. 성 호르몬과 담즙산은 스테로이드의 대표적인 예이다.

성 호르몬은 생식과 관련된 여러 신체 활동을 야기한다. 유년기를 지나면서 나타나는 2차 성징 발현이 대표적인 성 호르몬의 기능이다. 성 호르몬은 당단백질 형태로 존재하는 호르몬에 의해 영향을 받는다. 남성 호르몬(안드로겐, 그림 1)과 여성 호르몬(에스트로겐, 그림 2)의 구조는 매우 비슷하지만 작은 차이로 인해 남성을 남성답게, 여성을 여성답게 만든다. 성 호르몬은 여성의 생식 주기를 조절하는 기능도 수행한다.

담즙(쓸개즙)은 음식물에 포함된 지방성분의 소화를 돕는 소화액으로서, 간에서 만들어져 쓸개에 보관되었다가 십이지장으로 분비된다. 담즙에는 콜산, 키노디옥시콜산, 타우로콜산, 글라이코콜산 등의 담즙산이 포함되어 있으며, 이 중 타우로콜산은 콜산과 타우린 사이에 아마이드 결합이 형성되면서 만들어 진다. 분비된 담즙산은 장 속의 약한 염기성 조건에서 담즙산염으로 변화하며, 타우로콜산으로부터 얻어지는 담즙산염의 화학구조는 [그림 3]과 같다.



[문제 4]

[a] 콜산과 타우린으로부터 타우로콜산이 형성되는 화학반응을 구조식을 이용하여 설명하고, 타우로콜산염이 지방의 소화를 돕는 원리를 제시문 (바)의 논리를 이용하여 설명하시오.

[b] 휘발유와 물을 99대 1의 비율로 섞어 만든 혼합 용매가 비커 A와 B에 담겨 있다. 비커 A에만 제시문 (사)의 타우로콜산염을 첨가하였다. 비커 A와 B를 충분한 시간동안 흔들어 준 후 안정화될 때까지 기다렸다. 각각의 비커에서 일어난 상황을 제시문 (바)에 근거하여 기술하고, 제시문 (바)와 비커 A에서 일어난 현상의 차이점을 논술하시오.

>> 문제 및 제시문 분석(출제의도 파악 및 근거 추출)

문제 4번의 [a]는 2가지 답안을 요구하고 있다. 첫째는 타우로콜산이 형성되는 화학반응을 구조식을 이용하여 설명하는 것이다. 이를 세분하면 타우로콜산이 형성되는 화학반응을 쓸 때, 구조식을 반드시 활용하라는 요구와 이를 설명하는 내용을 덧붙이는 2가지로 나눌 수 있다. 둘째는 타우로콜산염이 지방의 소화를 돕는 원리를 설명하는 것이다. 요구내용을 다시 세분하면 반드시 [제시문 바]에서 근거를 찾아야 하는 요구 하나와 이를 논리적으로 설명하라는 요구 2가지로 나눌 수 있다.

[b]는 주어진 조건에서 각각의 비커에서 일어난 상황을 기술하는 것 하나와 [제시문 바]와 비커 A에서 일어난 현상의 차이점을 기술하는 2가지를 답안에 포함해야 한다. 또한, 첫째 상황 기술에는 반드시 [제시문 바]에서 그 근거를 찾아야만 한다.

[제시문 바]는 비누의 세탁원리에 대한 설명으로 미셀 형성원리는 문제 [a]와 [b]에서 모두 근거로 활용된다.

[제시문 사]의 상단부는 스테로이드인 성 호르몬과 담즙산에 대해 소개하고 있으며 이는 다른 문항에 필요한 요소이다. 하단부(아래에서 6째줄)에는 담즙(이자액)의 일반적 기능과 담즙의 주요 성분인 담즙산의 종류와 특징을 서술하고 있어 문항 4번과 연관성이 큰 내용이다. 담즙의 일반적 기능은 문제 [b]와 연관되므로 근거로 활용해야 하며 담즙산의 특징은 문제 [a]의 지방 소화원리 설명에 필요한 문장이 된다. 담즙산은 쓸개즙이므로 생물1에서 배운 쓸개즙의 유화작용에 대한 배경지식을 연결하는 것이 필요하다. [그림 3]은 문제 [a]의 구조식으로 설명하기 위해 반드시 사용해야 한다. [그림 3]은 타우로콜산염의 구조식이므로 문제에서 요구한 생성물(타우로콜산)의 구조식을 알려준 것이다. 또한 제시문에서 타우린과 콜산의 아마이드결합에 의해 타우로콜산이 되므로 타우로콜산의 아마이드기

부분을 찾아 가수분해하면 타우린과 콜산의 구조식을 알 수 있다. 이때, 카르복시산과 아민기 사이에 일어나는 아마이드결합에 대한 배경지식이 필요하다. 따라서 카르복시기를 갖는 부분이 콜산이 되고 아민기를 갖는 것이 타우린이 됨을 추론하고 설명하면 된다.

04 | 제시문 분석의 수업활용

처음 제시문 분석을 하는 학생의 경우 무엇을 어떻게 해야 할지 방향을 잡기 어렵다. 따라서 다음과 같이 분석틀을 제시하고 제시문 분석의 방법을 훈련시킨다. 제공되는 분석틀은 수업대상 및 수업의 성격, 문제에 따라 자유롭게 변형하여 사용하면 된다. 핵심어나 핵심내용은 개인별 또는 모둠별로 찾게 한 후 관련지식과 관련하여 토론이나 자유롭게 발표하는 수업으로 진행하면 된다.

■ 분석틀

	분 류	내 용
(가)	핵심어 (수식)	제시문에 나타난 전문용어 및 수식을 찾아 기재한다.
	핵심문장 (내용)	문제 해결에 필요한 문장을 찾아 요약 또는 그대로 기재한다.
	관련지식	제시문과 연관성 있는 학습내용을 기재하되 제시문에 직접 제시되지 않는 단원명, 주요개념, 주요용어 등을 기재해본다. (브레인스토밍)
(나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전 체	문제 1 연계개념	문제 1 연계개념 문제1번과 연관된 제시문 내용을 따로 정리하되 주요 개념(용어) 위주로 정리한다.
	문제 2 연계개념	문제2번과 연관된 제시문 내용을 따로 정리하되 주요 개념(용어) 위주로 정리한다.
	문제 1 통합개념	문제1번과 연관된 제시문 내용에서 추가적인 배경지식이나 통합적으로 표현할 수 있는 개념을 정리한다.
	문제 2 통합개념	문제2번과 연관된 제시문 내용에서 추가적인 배경지식이나 통합적으로 표현할 수 있는 개념을 정리한다.

■ 분석틀을 활용한 제시문 분석의 예

 2009 고려대학교 모의논술 4번 문항

제시문은 위에 있으므로 이를 활용하여 본다.

	분 류	내 용
(바)	핵심어 (수식)	비누의 세척원리, 친수성기, 소수성기, 미셀
	핵심문장 (내용)	기름때를 비누로 세척하는 원리는 비누의 소수성기 부분은 기름때에 붙고 친수성기 부분은 물 쪽을 향하여 둥그렇게 싸는 미셀을 형성한다.
	관련지식	탄소화합물, 비누화작용, (무)극성분자, 표면적증가(반응속도증가)
(나)	핵심어 (수식)	스테로이드, 담즙(쓸개즙), 콜산, 타우린, 타우로콜산, 아미드 결합, 염기성, 타우로콜산염
	핵심문장 (내용)	스테로이드는 탄소 고리 4개가 연결된 구조로 담즙산은 스테로이드의 대표적인 예이다. 담즙(쓸개즙)은 음식물에 포함된 지방성분의 소화를 돕는 소화액으로서, 타우로콜산은 콜산과 타우린 사이에 아미드 결합이 형성되면서 만들어진 다. 담즙산은 약한 염기성 조건에서 담즙산염으로 변화하며 그림3은 타우로콜산염이다.
	관련지식	소화, 지방의 유화작용, 표면적의 증가(반응속도 증가), 화학반응식의 표현 (반응물 → 생성물), 구조식(그림), 카르복시기(COOH), 아민기(NH ₂) 탈수 반응
전 체	논제 a 연계개념	제시문 (바)의 타우린과 콜산은(반응물) 아미드결합(반응과정)에 의해 그림3의 타우로콜산(생성물) 생성됨. 그림3은 타우로콜산염.으로 염기성에서 생성된다.
	논제 a 통합개념	염은 전해질이 용매 속에서 이온화된 물질이다. 이온을 띠는 부분은 전기적인 극성을 가지므로 극성분자인 물과 친화력이 커 친수성기 부분이 된다. 콜산은 산이므로 카르복시기를 갖는 부분이고 타우린은 아민기를 갖는 부분이다. 아미드결합은 카르복시산과 아민기의 수소와 수산화기가 결합하여 물이 빠지는 결합이다. 타우로콜산을 가수분해하면 콜산과 타우린이 된다.
	논제 b 연계개념	휘발유와 물을 99대 1의 비율로 섞어 만든 혼합 용액에서 타우로콜산염을 넣으면 제시문 (바)와 같이 미셀을 형성한다. 물속의 기름때를 분해하는 비누와 위 혼합 용액에서 미셀은 용질과 용매가 다르다.
	논제 b 통합개념	휘발유와 물은 무극성분자와 극성분자로 서로 섞이지 않는다. 액체 용질과 용매가 섞이면 양이 많은 쪽이 용매가 된다. 물은 휘발유보다 밀도가 커 아래로 가라앉는다. 휘발유속에서 물은 서로 뭉쳐 있다. 물이 용질이므로 미셀 형성시 친수성기는 안쪽의 물을 향하고 소수성기는 바깥의 휘발유를 향하여 형성된다.

4. 개요 작성 (배경 지식을 활용한 논거 구성)

01 | 답안 채점기준의 이해

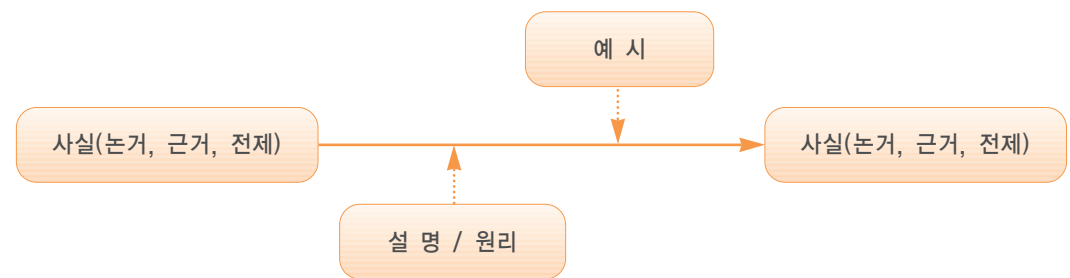
논술 답안에서 대부분의 대학들에게서 요구되는 채점의 기준은 다음과 같이 정리된다.

- ① 논제에서 묻고 있는 요구사항을 제대로 지키고 있는가(이해분석력)
- ② 제시문에서 필요한 내용을 이해하고 활용하였는가(이해분석력 + 추론능력)
- ③ 답안의 주장이 올바르게 구성되어 있으며 근거는 잘 갖추고 있는가 또한 일관성은 잘 유지되고 있는가 (배경지식 + 논리력)
- ④ 답안의 구성이나 내용이 남과 다른 독창성이 있는가(창의력)
- ⑤ 답안의 구성이나 표현이 이해가 잘 되도록 구성되어 있고 어휘구사가 적절한가(논리력 + 표현력)

이러한 채점의 기준은 답안을 구성할 때, 매우 중요한 기준이 된다. 좋은 답안은 결국 대학에서 요구하는 기준에 얼마나 적절히 대응했는가로 평가할 수 있다. 논제와 제시문의 분석이 주로 이해분석력에 맞추어져 있다면 개요작성은 이를 바탕으로 논리력과 창의력 그리고 추론능력이 필요하다. 또한 답안의 구성능력이 필요하게 된다.

02 | 논증과 추론 그리고 창의력

논증이란 무엇일까? 사전적으로는 옳고 그름을 그 이유를 들어 밝히는 행위를 말한다. 이때, 옳고 그름을 나타낼 명제를 결론이라 하고 그 이유를 논거라 한다. 이유는 누구나 인정할 수 있는 전제를 뜻하며 전제를 들어 결론의 옳고 그름을 주장하기 위해 추론형식을 취하게 된다. 논증의 구조는 일반적으로 근거(논거)와 주장으로 이루어진다. 인문논술에서는 주장에 대한 근거와 이를 연결하는 추론능력이 매우 중요한 반면, 자연계는 주장의 참과 근거의 정당성이 매우 중요한 채점 기준이 된다. 한마디로 답이 맞고 그 이유가 적절해야 한다는 것이다. 이러한 논증구조 중 유명한 것이 톨민의 논리구조이다. 이를 개략적인 설명과 구조를 나타내면 다음과 같다.



[그림 1] 톨민의 논리구조

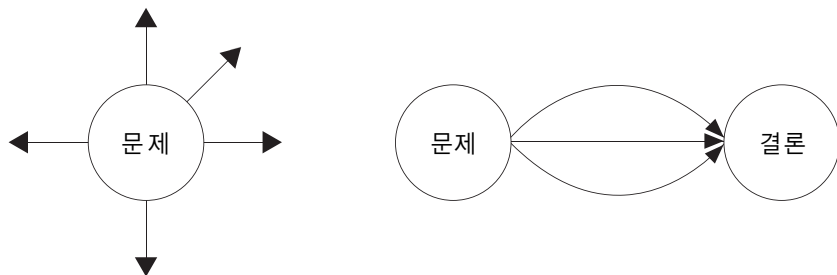
толмин의 논증구조에서 주장(결론)은 사실(논거, 근거, 전제)을 바탕으로 내세운다. 사실과 주장을 이어주는 원리 또는 설명을 제시하거나 '예시'를 덧붙여 주장을 강조하게 된다. 여기서 설명과 원리, 예시는 증거라 할 수 있다. 정리하면 논증구조는 주장과 근거를 기본골격으로 이를 뒷받침하는 증거로 구성된다.

추론이란 논리학에서 주어진 정보나 전제(前提)에서 출발하여 어떤 긍정할 만한 논의 형태를 통해 결론을 이끌어내는 것이다. 추론의 결과 이미 주어진 결론과 논리적으로 연결이 잘 이루어지면 논증의 절차가 이루어진 것으로 본다.

추론의 과정은 일반적으로 타당한 전제로부터 특정 결론을 이끌어내는 연역법과, 많은 사실들로부터 일반적 결론을 주장하는 귀납법, 이미 알려진 영역으로부터 분명하게 드러난 가능성을 결론짓는 확률, 그리고 실제집합의 몇 %가 일정한 조건을 만족하는가를 평균적으로 결론짓는 통계적 사고에 의하여 이끌어진다.

자연계열 논술에서는 다양한 사고와 결합한 통합적 추론 능력이 필요하게 된다. 통합적 추론 능력은 우선 과학적 결과를 도출하기 위한 수리적 과정의 적용, 수학과 과학의 서로 다른 영역에 속한 개념들을 연결하는 능력이 포함된다. 다음으로 주어진 자료와 변인을 고려한 설명 모형을 설계하거나 실험 설계에 나타나는 귀납적, 연역적 사고 과정이 중요하다. 또한 증거와 과학적 개념에 기초한 추론 과정 그리고 원인과 결과의 논리적 타당성 여부가 통합적 추론 능력을 측정하는 중요한 기준이 된다.

최근 자연계 논술의 특징 중 하나는 정해진 답안이 있다는 것이다. 그렇다면 풀이과정도 정해진 것일까? 만약에 풀이과정과 정답이 모두 하나로 정해져 있다면 본고사의 오해의 소지가 많을 것이다. 적어도 창의성은 전혀 없다는 이야기가 되기 때문이다. 창의성이라고 하면 대부분의 사람들이 독특하고 남과는 전혀 다른 것을 생각하게 된다. 고등 사고능력으로서의 창의력은 크게 '발산적 창의성'과 '수렴적 창의성'으로 구분된다. '발산적 창의성'은 사람들이 흔히 생각하는 창의성으로 예술적 맥락에서 필요한 독창적 능력이다. 이에 비해 '수렴적 창의성'은 수리 과학적 맥락에서 필요한 능력이며 문제해결 면에서 매우 중요한 능력이다. 좀 더 쉽게 이해하자면 [그림 2]과 같이 문제로부터 다양한 시도 끝에 다양한 결론에 이를 수 있는 것이 발산적이라면, 문제로부터 다양한 과정을 통해 같은 궁극적 결론에 이르는 것을 수렴적이라 할 수 있다.



[그림 2] 발산적 창의성과 수렴적 창의성의 모식도

03 | 개요 잡기 방법

답안의 개요는 답안의 구성을 한 눈에 알아볼 수 있으며 일관성 있게 답안을 쓰도록 도와준다. 생각을 글로 옮기는 과정에서 생각의 속도와 글속도가 달라 글을 일관성 있게 쓰기 어렵다. 이러한 문제를 방지하고 구성요소의 완성도를 높이는 절차가 개요잡기이다. 자연계 논술에서는 서론, 본론, 결론의 글의 구성을 요구하지 않지만 적어도 다음과 같은 요소를 고려한다.

첫째, 논제의 분석에 따라 요구사항이 반드시 반영되어야 한다. 이를 위해 문단의 수는 적어도 논제의 요구사항과 같거나 많아야 한다. 각 문단은 논제의 요구사항에 대한 답안으로 구성되어야 한다.

둘째, 글의 요지나 전개방식에 따라 답안의 핵심을 두괄식이나 미괄식 또는 양괄식 중 어떠한 형태로 진행할 지 결정한다.

셋째, 답안은 논리적으로 구성한다. 답안에 대한 나의 생각이 있다면 그렇게 생각하는 근거가 있을 것이다. 논제와 제시문의 분석과 배경지식을 활용하여 답안을 논리적인 구조가 되도록 구성한다. 처음에는 '(답안은)~이다(주장). 왜냐하면~때문이다.(근거)'와 같이 문장 구성으로 연습하면 좋다. 여기에 예시나 설명, 원리 등을 추가하는 연습도 해보자.

넷째, 남과는 다른 창의력 요소를 첨가해 보자. 여기서 창의력은 독특한 발상이나 자신이 알고 있는 배경지식을 많이 기술하는 것이 아니다. 한 두 줄 정도의 연관성이 높은 내용이나 추론된 사실을 추가하는 것이다(창의력에 너무 연연해 할 필요는 없다. 시간이 없다면 생각하는 게 좋다).

04 | 답안의 개요 잡기와 활용의 예

앞의 '04. 논제 분석의 수업활용', '03. 제시문 분석과 활용의 예'에서 활용한 2009 고려대학교 모의논술 4번 문항을 이용하여 답안의 개요를 잡아보자.

■ 논제 a

타우로콜산염이 형성되는 구조식을 그리고 설명하는 답안을 한 문단으로 구성하고 담즙산이 지방의 소화를 돕는 원리를 설명하면 된다. 제시문에서 구조식과 화학반응과정을 근거로 활용하고 [제시문 바]의 미셀형성원리를 이용한다. 배경지식으로는 비누의 원리와 아미드결합, 지방의 유화작용이 필요하다. 두괄식으로 개요를 잡으면 다음과 같다. 각 번호는 하나의 문단이 된다.

- ① 콜산+타우린 → 타우로콜산의 구조식을 그린다(구조식은 제시문의 [그림 3]으로부터 유도).
- ② [그림 3]에서 타우로콜산염에서 타우로콜산의 구조식을 유도하는 과정을 설명한다. 아미드기의 가수분해를 통해 콜산과 타우린을 분리됨을 설명한다. 카르복시기를 갖는 부분이 콜산, 아민기를 갖는 부분이 타우린이 됨을 설명한다.
- ③ [제시문 바]의 미셀형성원리를 요약한다.
- ④ 타우로콜산의 구조에서 친수성기와 소수성기로 구성되어 있음을 설명하고 미셀이 어떻게 형성될지 설명한다. 이를 통해 지방이 유화될 수 있음을 설명한다(작게 분리됨을 설명).
- ⑤ 지방의 유화작용이 물리적으로 표면적 증가되어 반응속도를 증가시킴을 설명한다(창의적 요소).

■ 논제 b

비커A와 B의 상황을 [제시문 바]를 근거로 기술하고, 비커 A와 [제시문 바]의 차이점을 기술해야 한다. 따라서 답안의 개요는 다음과 같이 구성한다.

- ① 기름이 용매가 되고 물이 용질이 됨을 설명하고, 비커 A는 타우로콜산에 의해 미셀이 형성되어(제시문 바의 활용 근거를 표시한다) 물이 섞여 들어가 하나의 액체같이 보임을 설명하고 비커 B는 물의 밀도가 커서 기름과 물이 분리되어 나타남을 설명한다.
- ② 비커 A는 미셀형성이 제시문 [바]의 비누와 달리 친수성부분과 소수성부분이 반대방향을 가지므로 다른 차이점을 강조한다. 미셀이 형성되어 작게 분리되어 녹아들어난 것과 같이 섞일 수 있는 점은 공통점으로 설명한다.(창의성요소) 혹은 미셀 형성된 모습을 각각 그림으로 표시한다(창의성요소).

05 | 답안 개요 잡기의 수업활용

■ 개요잡기틀

≫ 제목 :

≫ 서론 : (직접적인 해답만 적을 경우 생략해도 좋다. 에세이형은 반드시 어떻게 시작할 지 작성해 본다. 바로 본론으로 들어가기 어색하다면 논제의 분석을 간단히 서술하는 구성도 좋다. 두괄식이라면 서론에서 답안을 간략히 기술하는 방법도 있다.)

≫ 본론 (문단개수 : 문단의 수는 논제 요구사항의 수보다 같거나 많아야 한다.)

1. (논제 요구사항 1에 대한 주장과 근거)

2. (논제 요구사항 2에 대한 주장과 근거)

3. (예시나 관련 현상 서술)

≫ 결론 : (미괄식이라면 결론부분에 정답을 요약하거나 재강조하며 두괄식이라면 재강조보다는 활용이나 대안을 제시한다.)

TIP 자연계 논술의 경우 서론, 본론, 결론의 구성을 꼭 따를 필요가 없으므로 본론의 구성만으로도 개요를 작성할 수 있다. 또한, 앞의 예와 같이 자세한 기술전략을 짜도 된다. 개요를 작성하는 목적이 글의 구성에서 일관성과 통일성을 주기 위한 것임을 잊지 말고 자신의 개요잡기틀을 활용하되 간략하게라도 작성하는 습관을 갖는 것이 중요하다.

5. 답안 기술

논제와 제시문의 분석, 답안의 개요과정까지 잘 이루어지더라도 막상 답안을 쓸 때 위 과정과 별도로 답안을 쓰는 과정 중의 생각이 바뀌거나 엉뚱한 답안을 쓰는 경우가 많다. 사고의 과정은 분석과 개요잡기에서 충분히 이루어져 마무리되어야 한다. 따라서 답안쓰기에서는 개요에 맞추어 작성하는 훈련이 필요하다. 같은 개요를 잡고 답안을 써도 학생마다 답안의 차이가 많이 난다. 이는 개인의 어휘 선택과 표현방식의 차이에 기인한다. 아울러 글을 많이 써본 학생과 처음 접하는 학생의 경우에도 차이가 많이 나며, 같은 학생이더라도 처음 쓸 때와 다시 쓸 때에도 차이가 난다. 중요한 것은 많은 답안을 쓰기보다 하나를 쓰더라도 제대로 쓰는 것이다. 개인별로 표현의 차이가 나는 것은 어쩔 수 없지만 좋지 않은 습관을 배제하고 반드시 필요하는 부분을 알아두는 것은 중요하다.

01 | 답안 기술의 고려사항

답안을 기술할 때 적어도 다음의 사항은 반드시 고려하도록 한다.

첫째, 개요와 답안의 구성이 일치되도록 쓴다.

둘째, 어휘는 가급적 논제 또는 제시문의 내용을 그대로 사용하고 교육과정의 전문용어를 사용할 때는 정확히 사용한다. 아울러 기본적인 수식이라도 제시문과 논제에서 언급하지 않았다면 정의를 해주고 사용한다.

셋째, 설명하는 글은 어려운 말이나 글보다 이해하기 쉬운 용어를 사용하되 글의 표현에서 구어체 또는 흔히, 친구들끼리 사용하는 비속어를 사용하지 않는다. 이를 위해 정확한 언어의 사용과 표준말을 정확히 알아두는 것이 중요하다.

넷째, 문장은 가급적 짧고 명료하게 사용하며 중문이나 복문을 많이 늘리지 않도록 한다.

다섯째, 이중부정이나 중복을 피한다. 글이 길어지거나 같은 내용을 말만 바꾸어 중복하는 것은 지루하게 느껴지고 좋게 보이지 못한다. 하지만 짧고 간결하게 표현한다고 근거를 생각한 주장만 만드는 실수는 하지 말아야 한다. 제시문에 나오더라도 필요한 문장은 반드시 표현해야 한다.

여섯째, 수식의 전개과정은 기본 전제와 결론을 분명히 하여 나타내되, 중간 과정에서 간단한 수식 전개는 생략하고 주요점만을 강조하여 표현한다(교과서나 논문의 형식을 활용하면 좋다).

일곱째, 글을 다 쓰고 반드시 정독하여 틀린 부분이나 어색한 부분을 퇴고하는 과정을 거친다.

여덟째, 교사나 전문가한테 답안의 첨삭을 받고 재수정하여 답안을 다시 써본다. 좋은 답안을 완성하여 보관하고 본다(이는 연습 과정에서 필요).

■ 논제 a

<논제>

(가) 라우로늄은 금속과 라우로늄 시아미 카이도 결합이 형성되면서 인듐이나 루테튬 금속을 흡수한다. 라우로늄은 스테로이드의 메틸기에서 탄소로 치환된 인듐의 고리구조이다. 이 고리구조에서 라우로늄의 고리부와 인듐의 고리부가 인듐 스테로이드와 다양한 형태를 띠며 그 정도는 다양하다. 즉, 라우로늄은 인듐의 고리구조를 기본 구조로 가지고 가지에 -COOH(카복실기)가 들어 있는 형태를 띤다.

라우로늄은 인듐의 고리구조를 기본 구조로 가지고 가지에 -COOH(카복실기)가 들어 있는 형태를 띤다. 인듐은 루테튬과 라우로늄의 고리구조를 기본 구조로 가지고 가지에 -COOH(카복실기)가 들어 있는 형태를 띤다. 인듐은 루테튬과 라우로늄의 고리구조를 기본 구조로 가지고 가지에 -COOH(카복실기)가 들어 있는 형태를 띤다.

[그림 1] 라우로늄과 인듐의 고리구조를 비교하여 인듐의 고리구조를 기본 구조로 가지고 가지에 -COOH(카복실기)가 들어 있는 형태를 띤다. 인듐은 루테튬과 라우로늄의 고리구조를 기본 구조로 가지고 가지에 -COOH(카복실기)가 들어 있는 형태를 띤다.

[그림 2] 라우로늄과 인듐의 고리구조를 비교하여 인듐의 고리구조를 기본 구조로 가지고 가지에 -COOH(카복실기)가 들어 있는 형태를 띤다. 인듐은 루테튬과 라우로늄의 고리구조를 기본 구조로 가지고 가지에 -COOH(카복실기)가 들어 있는 형태를 띤다.

[그림 3] 라우로늄과 인듐의 고리구조를 비교하여 인듐의 고리구조를 기본 구조로 가지고 가지에 -COOH(카복실기)가 들어 있는 형태를 띤다. 인듐은 루테튬과 라우로늄의 고리구조를 기본 구조로 가지고 가지에 -COOH(카복실기)가 들어 있는 형태를 띤다.

02 | 답안 쓰기와 첨삭의 예

앞의 '04. 논제분석의 수업활용' 등에서 활용한 2009 고려대학교 모의논술 4번 문항의 학생답안과 첨삭의 예를 보자.

1. 단일 교과형 논제

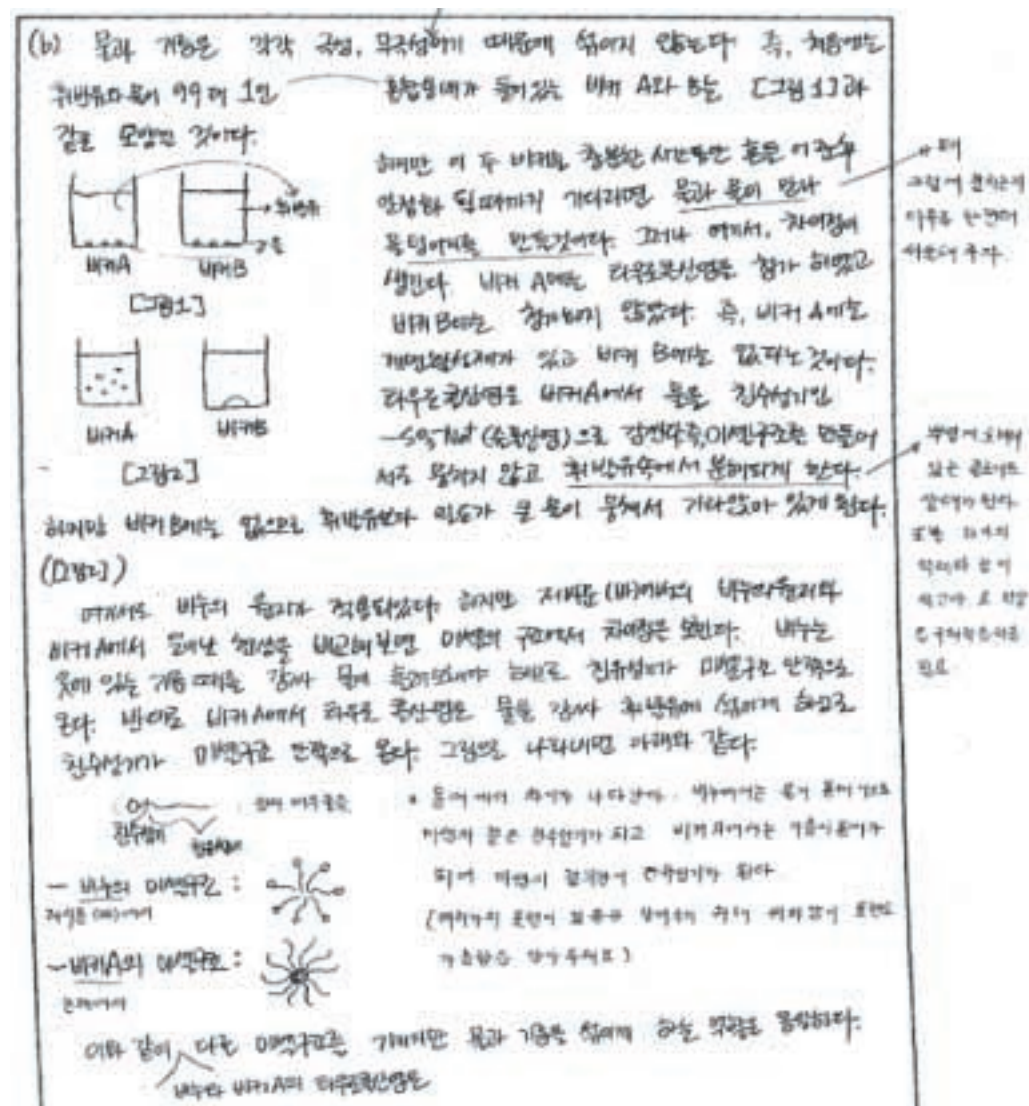
1. 물리

2009학년도 고려대학교 모의논술

[가] 자동차의 연료효율을 정량적으로 나타내는 개념이 연비이다. 연비란 어떤 자동차가 단위 에너지를 이용해 평지에서 달릴 수 있는 거리로 정의된다. 관성의 법칙에 의하면, 자동차가 평지에서 일정한 속도를 유지하는 데에는 힘이나 에너지가 필요하지 않으며, 이 경우 연비는 무한대가 될 것이다. 그러나 실제 상황에서는 다양한 형태의 마찰력과 저항력이 자동차의 운동을 방해하기 때문에, 엔진으로부터 이에 대응하는 추진력이 지속적으로 공급되지 않으면 자동차는 멈춰 버린다. 잘 정비된 자동차의 경우 엔진으로부터 바퀴축까지 추진력을 전달하는 내부 동력전달장치의 마찰은 매우 작으며, 적절한 압력을 유지하는 타이어와 외부 도로면 사이의 마찰은 굴림 운동으로 이어질 뿐 자동차의 운동을 방해하지 않는다. 결국 평지를 달리는 자동차의 운동을 방해하는 가장 큰 힘은 공기에 의한 저항력이다. 공기의 저항력은 공기 분자가 앞으로 나아가는 자동차와 충돌하며 전달하는 충격량 때문에 발생하며, $F = kv^2$ 의 형태로 자동차 속도 v 의 제곱에 비례한다. 여기서 k 는 자동차의 모양과 공기의 밀도에 의해 결정되는 상수이다.

한편, 공기저항에 대응하는 추진력과는 별도로 단순히 자동차의 엔진을 켜두기 위해서는 일정한 에너지를 지속적으로 소모해야 한다. 엔진을 켜두기 위해서 단위시간당 소모되는 에너지는 자동차의 속도와 상관없이 일을 P 로 일정하다.

이처럼 자동차의 연료소모는 공기의 저항력 F 와 엔진의 구동을 위한 기본출력 P 에 의해 결정된다. 자동차가 속도를 내기 어려운 도심에서는 기본출력에 의한 에너지 손실이, 시원하게 뚫린 고속도로에서는 공기에 의한 저항력이 각각 연비를 결정하는 중요한 요소이다. 엔진을 설계할 때에는 열효율의 극대화와 함께 기본출력의 최소화가 중요하며, 자동차의 외관을 설계할 때에는 멋과 함께 공기저항의 최소화라는 점이 고려된다. 운전자의 입장에서는, 연비가 최대가 되는 경제속도를 준수하는 것이 에너지 낭비와 환경오염을 줄일 수 있는 방법이다.





[문제] 공기의 저항력을 무시할 수 있는 낮은 속도로 주행 중인 경우와 기본출력에 의한 연료소모를 무시할 수 있는 높은 속도로 주행 중인 경우 각각에 대해서 연비를 구하시오.



문항 Guide

이 문제는 고등학교 물리 I 교과와 에너지 단원과 수학 I 교과와 다항함수의 미분 단원에서 배우는 기본적인 법칙이나 개념들을 유기적으로 연결하여 일상생활에 나타나는 현상을 논리적으로 설명할 수 있는가를 묻고 있다. 제시문 [가]에 의하면 자동차의 연비는 단위 에너지로 달릴 수 있는 거리를 말한다. 자동차가 소모하는 에너지는 엔진을 돌리는 기본 출력과 공기의 저항력을 이겨내는 데 사용된다. 이와 같은 조건을 이용하면 연비는 $v/(P+kv^3)$ 로 표현된다. 자동차 속도가 매우 느리거나 빠른 경우 연비는 각각 기본출력 P 와 상수 k 에 의해 전적으로 결정된다. 일반적인 경우 연비는 정지 시 0이고 속력이 증가하면서 증가하다가 공기의 저항에 의해 고속으로 갈수록 다시 감소하게 된다.



문제 분석

구 분	문제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
출제의도		



제시문 분석

	분 류	내 용
(가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	문제 연계개념	
	문제 통합개념	



개요 작성



답안작성

학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



2009학년도 성균관대학교 수시2

- 코일을 교류전원에 연결할 때 코일에 생기는 유도 기전력의 크기는 자체 유도 계수와 전류의 시간당 변화율의 곱으로 주어진다.
- 저항이 연결된 교류 회로 전류의 세기는 전압에 비례하고 저항에 반비례한다.
- 축전기에 대전된 전하량은 전기용량과 전압의 곱으로 주어진다.
- 축전기가 연결된 교류 회로에 흐르는 전류는 대전된 전하량의 시간당 변화율로 주어진다.



[논제] 홍길동은 오늘 다음과 같이 교류 회로 실험을 하였다. 실험준비물은 다음 다섯가지였다

: ① 저항값이 R 인 저항, ② 전기용량이 C 인 축전기, ③ 자체유도계수가 L 인 코일, ④ 주파수가 f 이고 전압이 $v = \sin(2\pi ft)$ 로 변하는 교류전원, ⑤ 시간에 따른 전류 $I(t)$ 변화가 측정 가능한 전류계

교류회로를 교류전원, 전류계, 회로상자를 직렬로 연결하여 만들고, 전류계로 $t=0$ 초부터 $t=2$ 초까지 시간에 따른 전류량을 측정하였다.

다음 세 가지 경우 측정될 것으로 예상되는 전류량을 제시문을 참조하여 논리적으로 추론하고, 시간의 함수로 그래프를 그리시오.

[문제 1] 회로상자가 한 개 저항으로만 구성되어 있는 경우

[문제 2] 회로상자가 한 개 축전기로만 구성되어 있는 경우

[문제 3] 회로상자가 한 개 코일로만 구성되어 있는 경우

논제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
문제1 요 구 1	조 건	
문제1 요 구 2	조 건	
문제2 요 구 1	조 건	
문제2 요 구 2	조 건	
문제3 요 구 1	조 건	
문제3 요 구 2	조 건	
출제의도		

제시문 분석

	분 류	내 용
(가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	문제 1 연계개념	
	문제 1 통합개념	
	문제 2 연계개념	
	문제 2 통합개념	
	문제 3 연계개념	
	문제 3 통합개념	

 개요 작성



답안작성

학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

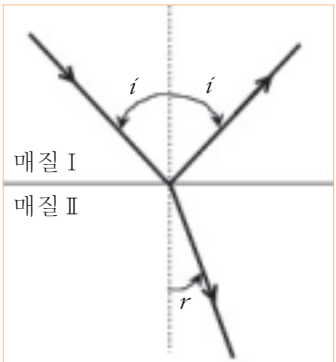


2008학년도 건국대학교 수시2

[제시문]

[가] 영국 임페리얼대학의 존 펜드리 교수는 최근 세계적인 과학저널 ‘사이언스’에 발표한 논문에서 “이론적으로는 해리 포터가 사용하는 투명망토를 제작할 수 있지만 엔지니어링 기술이 아직 미치지 못하는 상황”이라고 밝혀 화제가 됐다. 펜드리 교수가 밝힌 투명망토의 과학적 원리는 이렇다. 사람의 눈이나 레이더는 특정 물체가 가시광선이나 마이크로파 등을 대부분 반사시키는 성질을 이용해 그 물체를 인식한다. 따라서 어떤 물체가 마이크로파나 가시광선을 반사시키는 것을 차단하거나 왜곡시키면 그 물체가 보이지 않게 할 수 있다는 것이다. 펜드리 교수는 마이크로파나 가시광선 등을 어떤 방향에서도 굴절시킬 수 있는 ‘메타물질(metamaterial)’을 찾아내 이를 사용하면 투명망토를 제작할 수 있을 것이라고 설명했다. 메타물질이란 물질이 자연상태에서는 가지지 못하는 전자기학적인 특성을 인위적인 방법을 동원해 가지도록 만든 것을 말한다. 1960년대 말 러시아 물리학자가 가상적인 물질에 대한 논문을 쓴 이래 영국 과학자들이 2000년 음(-)의 굴절률을 가지는 물질을 만들면서 주목을 받기 시작했다. 펜드리 교수는 음의 굴절률을 가지는 메타물질은 빛이 보통 물질에서 꺾이는 것과 반대방향으로 꺾이도록 하기 때문에 메타물질 안에 구멍이 있다 해도 빛이 이 안에 도달할 수 없게 만들 수 있다는 것을 알아냈다.

[나] 빛이 나아가다가 새로운 매질을 만나면 빛의 일부는 반사된다. 빛이 반사되는 면에 수직인 선을 법선이라 부른다. 면에 도달하는 빛을 입사광, 반사되어 면을 떠나는 빛을 반사광이라 부르고, 입사광과 반사광이 법선과 이루는 각을 각각 입사각, 반사각이라 부른다. 반사가 일어날 때에는 아래 그림에서 입사각 i 와 반사각 r 이 같다. 빛이 투명한 매질에 입사하면, 반사도 일어나지만 일부는 굴절해서 매질 안으로 들어간다. 굴절되어 들어가는 빛을 굴절광이라 하고, 굴절광이 법선과 이루는 각을 굴절각(아래 그림에서 r)이라 한다. 빛이 굴절되는 정도는 매질의 굴절률이라는 물리량으로 표현할 수 있는데 진공에서의 굴절률은 1로 주어진다. 네덜란드의 과학자 스넬이 발견한 법칙을 이용하면 빛이 얼마나 꺾이는지 알 수 있다. 스넬의 법칙에 따르면 입사각과 굴절각의 사인값의 비는 굴절률의 비의 역수와 같다. 즉, 아래 그림에서 $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$ 이다. 여기서 n_1 은 매질 I의 굴절률이고 n_2 는 매질 II의 굴절률이다.





답안작성

학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



2. 화학



2009학년도 건국대학교 모의논술

[가] 기체의 여러 주요한 특성 중 하나는 기체들이 용기의 벽면에 대하여 측정 가능한 압력을 가한다는 것이다. 타이어에 바람을 넣거나 풍선에 바람을 불어넣으면 그 내부압력으로 인해 타이어나 풍선이 더 단단해지는 것을 잘 알고 있다. 압력은 단위 면적에 가해지는 힘으로 정의된다. 기체는 일정한 부피의 공간에서 불규칙하게 운동하는 많은 입자들의 모임으로서 용기의 벽면에 대한 기체 입자들의 불규칙 충돌이 단위면적 당 힘으로 나타난다. 즉, 기체 압력은 용기 내부의 기체 입자들이 용기의 단위면적에 충돌하는 횟수와 속도에 의해 결정된다.

[나] 고체나 액체와 달리 서로 다른 기체는 그들의 화학적 구성과 관계없이 매우 유사한 물리적 거동을 나타낸다. 예를 들면, 기체 헬륨과 플루오르는 화학적 특성이 매우 다르지만 대부분의 물리적 거동은 거의 동일하다. 1600년대 후반에 많은 관찰을 통해 기체의 물리적 성질을 네 가지 변수 즉, 압력(P), 온도(T), 부피(V), 몰수(n)로 규정할 수 있다고 제시했다. 이러한 네 가지 변수 사이의 특정한 관계를 기체 법칙이라 하고 이러한 법칙을 정확히 따르는 기체를 이상 기체라고 한다. 이들 기체 법칙에는 기체분자의 몰수와 온도가 일정할 때 기체의 부피는 압력에 반비례한다는 보일의 법칙, 기체의 몰수와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 절대온도에 비례한다는 샤를의 법칙, 그리고 모든 기체는 온도와 압력이 같을 때 같은 부피 속에 같은 수의 기체분자를 포함하고 기체의 부피는 일정한 온도와 압력에서 기체의 몰수에 비례한다는 아보가드로의 법칙 등이 있고 이 세 법칙을 하나의 식으로 묶어서 다음과 같은 이상 기체 상태 방정식을 얻어낼 수가 있다.

$$PV = nRT \text{ (R은 상수)}$$

실험에 의하면 모든 기체는 0°C(=273 K), 1기압에서 22.4 L의 부피 중에 1 몰의 분자를 포함한다는 것이 알려져 있으므로 이 결과를 이용하면 상수 R $\approx 0.082 \text{ L} \cdot (\text{기압}) / \text{K} \cdot (\text{몰})$ 의 값을 얻을 수가 있고 이 값을 기체상수라 한다.

[다] 과학자들은 기체의 물리적인 성질과 기체 분자의 움직임을 설명하기 위하여 기체 분자 운동론을 제시하였다. 기체 분자 운동론은 다음의 몇 가지 가정에 기반을 두고 있다.

1. 기체는 분자의 크기에 비하여 멀리 떨어져 있으며, 기체 분자의 부피는 전체 부피에 비해 무시할 수 있을 정도로 작다.
2. 기체 분자끼리 또는 기체 분자와 그릇의 벽에 대한 충돌은 완전 탄성 충돌이다. 완전 탄성 충돌은 에너지의 손실이 없다.
3. 기체 분자들은 무질서하게 빠른 속도로 끊임없이 직선 운동을 한다.
4. 기체 분자 사이의 인력이나 반발력은 작용하지 않는다.

 제시문 분석

	분 류	내 용
(가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
(나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
(나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	논제 1 연계개념	
	논제 1 통합개념	
	논제 2 연계개념	
	논제 2 통합개념	
	논제 3 연계개념	
	논제 3 통합개념	

 개요 작성



답안작성

학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



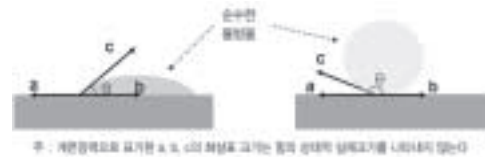
2008학년도 성균관대학교

[제시문1-가] 물 위의 소금쟁이는 발에 촘촘히 배열된 바늘물질과 표면을 코팅하고 있는 친유성 단백질의 조합 때문에 물 위를 걸어 다닐 수 있는 특성을 보인다. 매미의 날개도 이와 비슷한 특성이 있어 비가 와도 날개가 젖지 않으므로 잘 날아다닐 수 있다.

[제시문1-나] 표면장력은 액체의 표면적을 늘릴 때 극복해야 하는 내부로 향하는 힘을 말한다. 이러한 힘 때문에 물방울은 표면적을 최소화하는 것이 안정적이므로 면적이 최소화되는 구형을 형성한다.

[제시문1-다] 비누는 극성인 '머리부분'과 비극성인 '탄화수소 꼬리부분'을 갖고 있다. '머리부분'은 친수성의 특성을 보이고, '탄화수소 꼬리부분'은 친유성의 특성을 보여준다.

[제시문1-라] 물질이 친유성인지 친수성인지 알아보기 위해서는 아래에 제시된 그림 1처럼 물질의 표면위에 순수한 물방울을 떨어뜨려 물방울이 표면과 이루는 접촉각(θ)을 측정하여 결정한다. 일반적으로 접촉각이 90° 이하이면 친수성, 그 이상이면 친유성 물질로 판단한다.



[그림 1] 순수한 물방울을 이용한 접촉각 측정 실험 모식도



[문제 1] [그림 1]에 표기된 물방울의 접촉각과 세 방향으로 표기된 계면장력(a,b,c)들과의 관계를 힘의 균형의 법칙을 이용하여 나타낼 수 있다. 이 중 순수한 물방울과 바닥사이에 작용하는 계면장력 b와, 공기와 바닥사이의 계면장력 a 중 어느 것이 더 큰 값을 가질 지를 바닥물질이 친수성일 때와 친유성일 때로 각각 나누어 논하시오.



문제 1 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1		
	조 건	
출제의도		



[문제 2] 순수한 물방울 대신 비눗물방울을 사용하여 [제시문 1-라]의 실험을 매미날개 위에서 실행할 경우, 어떤 실험결과가 나올 지 예측하고 그 이유를 반드시 [제시문 1-나]와 [제시문 1-다]의 내용을 참조하여 기술하시오. 또한 예측 실험결과를 참고하여 소금쟁이가 비눗물 위를 걸어 다닐 수 있는 가능성에 대하여 논하시오.

 문제 2 분석

구 분			논제의 요구사항 및 조건
요 구 1	조 건		
요 구 2	조 건		
요 구 3	조 건		
출제의도			

 제시문 분석

	분 류	내 용
(가) (나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
(가) (나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	문제 1 연계개념	
	문제 1 통합개념	
	문제 2 연계개념	
	문제 2 통합개념	



개요 작성



답안작성

학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



3. 생물

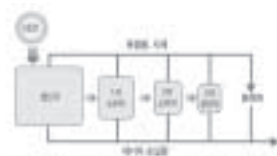


2008학년도 성균관대학교

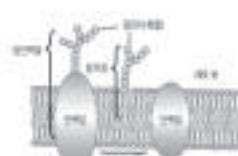
[문항 3]

[제시문 3-가] 태양 에너지는 광합성에 의해 녹색 식물에 저장된다. 에너지 일부는 생산자의 생명활동에 사용되고 일부는 먹이 연쇄를 따라 소비자로 전해진다[그림 2].

[제시문 3-나] 세포막을 구성하고 있는 주성분은 단백질과 인지질이다. 세포막의 수용체 성분으로 주로 쓰이는 당단백질은 당(탄수화물)과 단백질이 결합된 것이다[그림 3]. 생물계에는 세포막이라는 장벽을 깨고 침입하는 바이러스가 존재한다. 예를 들어, 인플루엔자 바이러스는 숙주 세포막의 당단백질에 존재하는 당(탄수화물)을 수용체로 인식하여 숙주 세포 안으로 침투한다.



[그림 2] 생태계 에너지 흐름도



[그림 3] 세포막 모식도



제시문 분석

	분 류	내 용
(가)	핵심어(수식)	
	핵심문장(내용)	
	관련지식	
(나)	핵심어(수식)	
	핵심문장(내용)	
	관련지식	
전체	논제 1 연계개념	
	논제 1 통합개념	
	논제 2 연계개념	
	논제 2 통합개념	



[문제 1] 생물체는 다양한 종류의 수용체를 갖도록 진화하여 왔다. 단백질, 지질, 그리고 당(탄수화물) 중에서 당(탄수화물)이 숙주세포의 다양성을 표현하는 요소가 되는 이유를 반드시 [제시문 3-가]와 [그림 2]를 이용하여 추론하시오.

 문제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
출제의도		

 개요 작성



답안 작성 학 년 반 번 성 명 :

〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



【문제 2】 감기 바이러스에 감염된 지역에는 감염된 사람들과 감염이 되지 않는 사람들이 공존한다. 이러한 예를 토대로 ABO식 혈액형과 관련된 다음 가상의 이야기를 생각해 보자. 옛날에 어떤 지역에서 A형 숙주에 감염되는 병이 발생하였다. 그 결과 A형 전원이 그리고 AB형의 절반이 사망하였다. 병은 자연히 사라지고 여러 세대가 지난 후, 이번에는 B형에 감염되는 병이 발생하여 B형 전원과 AB형 절반이 사망하였다. 다시 여러 세대가 지난 후 생존한 사람들의 혈액형 종류에 대하여 추론하고, ABO식 혈액형의 존재 가치에 대해서 논하시오.

 문제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
출제의도		

 개요 작성



답 안 작성

학 년 반 번 성 명 :

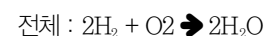
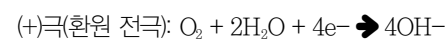
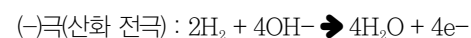
〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

[가] 대부분의 생물은 산소를 이용한 유기호흡을 통해 에너지를 얻는다. 유기호흡은 유기 양 분 속에 저장된 에너지를 ATP나 열에너지로 전환시키는 과정이다. 이 과정에서 포도당은 수소를 잃고 이산화탄소(CO₂)가 되며, 포도당에서 분리된 수소는 산소와 결합하여 물이 된다. 결과적으로 포도당이 산소에 의해 산화되면 CO₂와 물이 생성된다. 유기호흡은 크게 해당과정, TCA회로, 전자 전달계의 세 과정으로 진행된다. 음식으로 섭취되는 탄수화물이 분해된 포도당은 혈관 속으로 흡수되어 각 세포로 운반되지만 포도당 분자만으로는 에너지를 얻을 수 없기 때문에 포도당은 세포 내에서 더 잘게 분해된다. 해당과정은 세포질에서 당을 분해하는 과정으로 포도당을 반으로 잘라 두 개의 피루브산을 만드는데, 이때 ATP라는 물질과 NADH₂라는 물질도 2개씩 얻어진다. 해당과정에서 만들어진 피루브산이 TCA회로에 투입되어 6분자의 CO₂가 생성되고, 8개의 NADH₂와 2개의 FADH₂, 2개의 ATP가 함께 만들어진다. 이 과정은 미토콘드리아의 기질에서 일어난다. 해당과정과 TCA회로를 통해 만들어지는 물질 중 ATP가 바로 에너지원으로 사용된다. 그렇지만 직접적으로 만들어진 ATP만을 사용하면 에너지의 양이 너무 적기 때문에 NADH₂와 FADH₂를 이용하여 ATP를 만든다. NADH₂와 FADH₂로부터 ATP를 추가적으로 만들어내는 곳이 바로 전자전달계이며, 이때 전자운반체로서 산소가 필요하다. 전자전달계 과정은 미토콘드리아의 내막에서 일어난다. NADH₂와 FADH₂는 전자전달계로 건너와 각각 3개, 2개씩의 ATP를 만든다. 따라서 ATP는 해당과정에서 2개, TCA회로를 통해 2개, 전자전달계를 통해 34개가 만들어져 총 38개를 얻는다. 그런데 진핵세포의 경우, 해당과정에서 만들어진 2개의 NADH₂가 전자전달계에 투입되기 위해 세포질에서 미토콘드리아 내부로 들어갈 때 2개의 ATP를 소모한다. 따라서 총 36개의 ATP를 만들어낸다. 이는 포도당 한 분자로부터 만들어지는 양이며, 무기호흡이 포도당 한 분자를 이용해 2개의 ATP를 만든다는 점을 감안하면 매우 효율적인 에너지 생성 방법임을 알 수 있다.

[나] 녹색식물이 빛에너지를 이용하여 CO₂와 물로부터 유기물을 합성하는 과정을 광합성이라 한다. 광합성 과정은 녹색식물의 엽록체에서 진행되며, 명반응과 암반응 두 단계로 이루어진다. 빛이 있어야 진행되는 명반응은 엽록체 안의 틸라코이드의 막에서 일어나고 물의 광분해와 광인산화의 두 과정으로 나눌 수 있다. 물의 광분해 과정은 엽록소에 흡수된 빛에너지에 의해 물이 분해되는 것이며, 이 과정에서 전자(e⁻)와 수소이온(H⁺), 산소(O₂)가 만들어진다. 즉, 광합성의 최종 산물 중의 하나인 산소는 물에서 유래된 것임을 알 수 있다. 광인산화 과정은 엽록소가 흡수한 빛 에너지를 화학에너지로 전환시켜 ATP를 만들어내는 과정이다. 빛에너지가 엽록소에 흡수되면 엽록소가 흥분하여 전자를 방출하게 되는데, 이 전자가 전자전달계를 거치면서 ATP를 만들어내는 것이다. 또 광인산화 과정에서 NADH₂도 함께 만들어지는데 이들은 암반응에 쓰이게 된다. 즉, 명반응의 광인산화 과정은 암반응에 쓰일 물질을 만들어내는 과정이라고 볼 수 있다.

[다] 연료전지에서는 원료인 수소와 산소 기체가 외부 저장탱크로부터 연속적으로 공급된다. 수소-산소 연료전지의 알짜 전지 반응은 간단히 수소가 산화되어 물을 생성하는 것으로, 반응의 결과 발생한 에너지가 전류의 형태로 생성되도록 설계되었다. 수소 기체는 전지의 (-)극 쪽으로 공급되고, 산소 기체는 (+)극 쪽으로 공급된다. 연료전지 내의 (-)극과 (+)극 사이에는 K⁺와 OH⁻를 포함한 용액이 있어서 다음과 같은 반응이 일어난다.



산화 전극에서 수소 분자가 잃은 전자는 외부회로를 통해 환원 전극으로 이동한다. 이 환원 전극에서 산소가 환원된다.

[논제] 제시문 [가]와 [나]는 자연계에서 일어나는 서로 다른 두 현상의 반응과정에 대한 설명이다. 두 제시문 중 제시문 [다]의 반응과정과 유사한 반응과정에 대하여 설명한 것을 선택하여, 제시문 [다]의 반응과정과 선택된 제시문에 나타난 반응과정 사이의 공통점과 차이점을 설명하시오. [20점, 답지 8줄 이내]

논제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1		
	조 건	
출제의도		

[illegible]

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

[illegible]

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

2. 교과 통합형 문제

2009학년도 경희대학교 모의논술

[가] 천천히 날아오는 야구공보다 빠르게 날아오는 야구공을 받을 때 손에 미치는 충격이 더 큰 이유는 무엇일까? 또, 같은 속력으로 달리는 기차와 자동차를 정지시킬 경우 기차를 정지시키기가 더 어려운 이유는 무엇일까?

운동하고 있는 물체의 운동정도를 나타낼 수 있는 물리량은 운동량, 충격량 등 여러 가지가 있다. 또한 힘들이 물체에 작용할 때 물체의 운동 상태는 어떻게 변하는지를 설명하기 위해서는 운동의 법칙과 운동 및 위치 에너지에 관련된 여러 이론이 필요하게 된다.

이제 질량이 m 인 물체에 속도 v 가 시간 t 의 함수로서 $v(t)=2t^3-9t^2+12t-2$ ($0 < t \leq 3$)로 주어졌다고 하자.

[문제] 제시문 [가]를 참조하여 [가]에서 주어진 속도함수가 극소값을 가지는 점(시간)에서 질량이 m 인 물체의 운동에너지를 풀이과정을 명시하여 추정하시오.(18점)

문항 Guide

1. $v'(t) = 6(t-1)(t-2)$ 를 구하고 이로부터 $t=1, 2$ 의 경우를 조사해야 한다고 하였는가.
2. $t=2$ 에서 극소값 $v(2)=2$ 를 가진다는 것을 밝혔는가.
3. 운동에너지가 $(1/2) \times \text{질량} \times \text{속도}^2$ 임을 기술하였는가.
4. 물체의 운동에너지 $2m$ 을 구하였는가.
5. 다른 방법으로 풀어도 모순이 없으면 점수 부여 가능.

문제 분석

구분	논제의 요구사항 및 조건	
요구1	조건	
요구2	조건	
출제의도		

제시문 분석

	분류	내용
(가)	핵심어(수식)	
	핵심문장(내용)	
	관련지식	
전체	문제 연계개념	
	문제 통합개념	

개요 작성



답안작성

학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



2008학년도 서울대학교

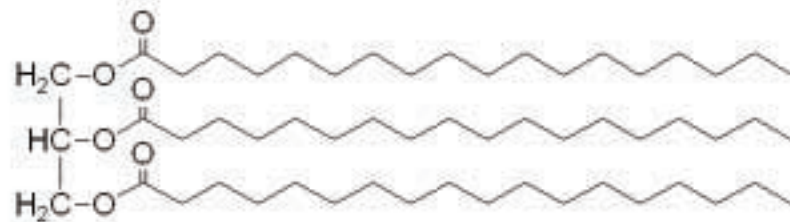
[문항 2번]

[가] 우리 몸은 수분, 단백질, 지방, 탄수화물 및 무기염류 등의 물질로 구성되어 있다. 요즘은 체지방이 주로 부정적인 의미로 언급되지만 사실 생명의 진화과정에서 지방(脂肪, lipid)은 흥미롭고 중요한 역할을 해왔다.

약 40억 년 전 바다에서 생명체가 처음 나타났을 때부터 지금까지 세포의 내부를 외부 환경으로부터 구분해 주는 소수성(疏水性, hydrophobic) 지방막(膜, membrane)은 세포의 주요 부분이었다.

약 4억 년 전 바다에서 척추동물의 조상인 어류가 등장하였다. 어류를 포함한 대부분 바다동물은 체밀도가 물의 밀도와 비슷해야 약간의 힘으로도 자유롭게 헤엄쳐 다닐 수 있다. 그래서 칼슘이나 인과 같이 원자량이 큰 원소가 많이 들어있는 뼈가 생기면 물보다 밀도가 낮은 지방 성분의 함량이 중요해진다. 지방은 체온 유지, 에너지 저장 이외에 체밀도 조절 역할도 하는 것이다.

[나] 지방은 글리세롤에 세 개의 지방산이 에스테르 결합을 이룬 분자량이 800~1000 정도인 화합물이다. 동물성 지방에 많이 들어있는 팔미트산은 탄소가 16개이고 스테아르산은 탄소가 18개인 포화지방산이다. 올리브 기름의 주성분인 올레산은 탄소가 18개이며 탄소-탄소 이중결합이 한 개 있는 불포화지방산이다. 지방이 물에 녹지 않는 이유, 밀도가 낮은 이유, 열량이 높은 이유는 모두 지방의 대부분을 차지하는 긴 탄소 사슬과 관계있다. 아래 그림에는 세 개의 지방산이 스테아르산인 경우를 나타냈다.

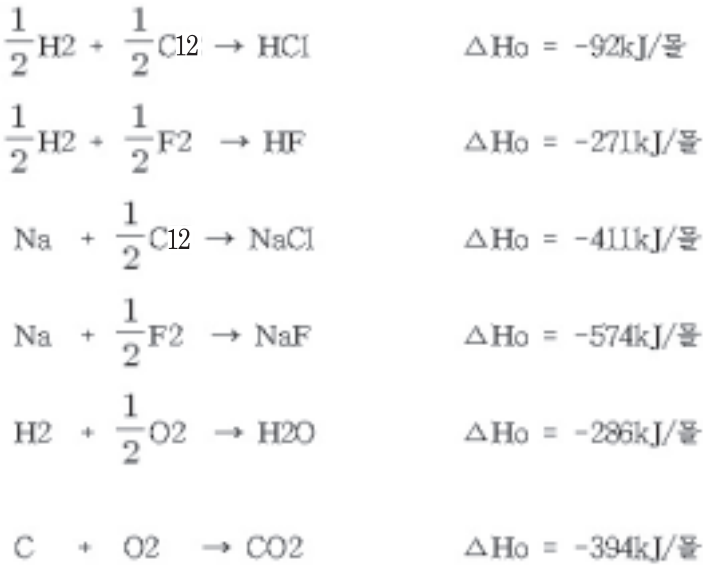


[그림 1]

[다] 식물은 태양에너지와 물을 사용하여 탄소가 산화되어 있는 상태의 이산화탄소를 탄수화물(炭水化合物, carbohydrate)로 환원시킨다. 탄수화물은 문자 그대로 탄소가 원자, 분자 단위로 나누어져서 물과 화합하고 있는 친수성 고에너지 물질이다. 우리 몸은 이러한 탄수화물이나 지방을 이산화탄소로 산화시키는 복잡한 일련의 반응을 통해 에너지를 생산하고 열을 내어 체온을 유지한다.

그런데 열이 나오는 이유는 생성물이 반응물보다 안정되기 때문이다. 일반적으로 전기음성도(어떤 원자가 다른 원자로부터 전자를 끌어당겨 전기적으로 음성이 되려고 하는 경향) 차이가 큰

원소들이 결합하면 안정화 효과가 크기 때문에 많은 열이 나온다. 전기음성도가 다른 몇 가지 원소들 사이의 반응열(25°C)은 다음과 같다. 음수의 반응열은 에너지가 낮아져 열이 나오는 것을 의미한다.



[라] 생명의 진화 방향에는 원소의 특성과 더불어 양도 중요했을 것이다. 우주에 있는 원소들의 개수 분포를 보면 수소를 1로 했을 때 탄소 5만, 산소 8만, 플루오르 80, 염소 420 정도이다.

[마] 보통 사람의 경우 체지방의 무게 비율은 12~20%인데, 여성의 경우 30% 이상, 남성의 경우 25% 이상이면 비만이라고 한다. 체밀도를 측정하면 체지방의 양을 측정할 수 있다. 체성분을 체지방과 나머지 조직으로 구분하면 체지방은 밀도가 0.9g/cm³이고 뼈, 혈액 및 근육을 포함한 나머지 조직의 평균 밀도는 1.1g/cm³이다. 따라서 체지방률이 높을수록 체밀도가 낮아지며, 체지방률이 낮고 근육형 체격일수록 체밀도가 높아진다는 점을 이용하여 체밀도를 측정할 수 있다.

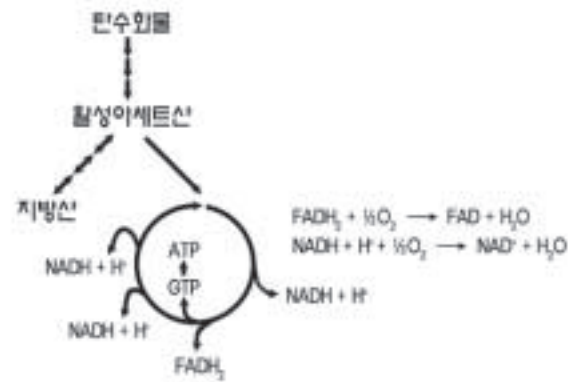
또한 몸에 낮은 교류전류를 통과시키면서 생체전기저항을 측정하여 체지방을 측정할 수도 있는데, 이는 세포의 지방 함량에 따라 전기전도성이 크게 다르기 때문이다. 몸 안의 세포 중 지방이 적고 수분이 많은 세포는 이온을 많이 포함하고 있어서 전기적 전도성이 높은 반면, 지방을 많이 포함하고 있는 세포는 전기적 전도성이 아주 낮다.

제시문 분석

	분 류	내 용
(가)	핵심어(수식)	
	핵심문장(내용)	
	관련지식	
(나)	핵심어(수식)	
	핵심문장(내용)	
	관련지식	
(다)	핵심어(수식)	
	핵심문장(내용)	
	관련지식	
(라)	핵심어(수식)	
	핵심문장(내용)	
	관련지식	
(마)	핵심어(수식)	
	핵심문장(내용)	
	관련지식	
전체	논제 1 연계개념	
	논제 1 통합개념	
	논제 2 연계개념	
	논제 2 통합개념	
	논제 3 연계개념	
	논제 3 통합개념	
	논제 4 연계개념	
	논제 4 통합개념	
	논제 5 연계개념	
	논제 5 통합개념	
	논제 6 연계개념	
	논제 6 통합개념	

 개요 작성

 **[문제 1]** 우리가 섭취한 탄수화물이 분해되어 만들어지는 활성아세트산의 대부분은 TCA회로를 거쳐 이산화탄소로 산화되면서 ATP를 생산하거나, 지방산 합성을 통해 에너지를 저장하는데 사용된다. [그림 2]를 고려하여 어떤 경우에 활성아세트산이 지방산을 합성하는 경로로 사용될지 추론하고, 유산소 운동이 체지방을 감소시키는 데 좋은 이유를 설명하시오.



[그림 2]

논제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구1		
	조 건	
요 구2		
	조 건	
출제의도		



답안작성

학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



[논제 2] [제시문 다]를 참고하여 아래 질문에 답하시오.
2-1. H, C1, F, O, Na, C의 전기음성도의 순서를 발열량으로부터 추론하시오.
2-2. 지구상의 생명체가 여러 원소 중에서 산소를 사용하여 에너지를 얻는 방향으로 진화된 이유를
설명하시오.
2-3. 에너지를 탄수화물보다 지방으로 저장하는 것이 유리한 이유를 설명하시오.



논제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
요 구 3	조 건	
출제의도		



개요 작성

 답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

[illegible]

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



【논제 3】 몸무게가 66kg인 A와 B 두 사람이 허파를 비롯한 몸속의 공기를 2ℓ 만 남기고 물속에서 체중을 측정하였더니 A는 0kg이었고, B는 2kg이었다. 두 사람의 체지방률을 각각 구하라. (단, 물의 비중은 1.00이라고 가정한다)



논제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1		
	조 건	
출제의도		



개요 작성



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

[illegible]

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



[논제 4] 물의 O-H와 지방의 C-H, C-C 부분의 차이가 물과 지방의 밀도 차이를 가져오는 분자의 내부적 요인이라면, 분자 간 상호작용의 차이는 외부적 요인이다. 지방이 물보다 밀도가 낮음을 원자량, 원자반경, 분자구조와 분자 간 상호작용을 고려하여 추론하시오.



논제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1		
	조 건	
출제의도		



개요 작성



답안 작성

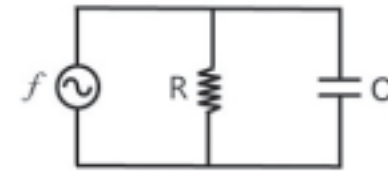
학 년 반 번 성 명 :

[illegible]

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



▶ [논제 5] 생체전기저항을 구하기 위해서는 일정한 교류전류를 몸에 흘리고 교류전압을 측정한다. 몸에 교류전류가 흐르는 것은 지방을 적게 포함하고 있는 세포를 통해서 흐르는 전류와 지방이 많이 포함하고 있는 세포를 통해서 흐르는 전류 두 가지로 나눈 병렬 회로로 생각할 수 있다고 한다. 이러한 모델을 [그림 3]과 같이 나타낸다면 지방이 적은 세포는 전기적으로 저항기(resistor) 같은 역할을 하고, 지방을 많이 포함하고 있는 세포는 축전기(capacitor) 같은 역할을 한다. 이때 체지방 측정은 왜 직류 대신 교류를 사용하는지 설명하고, 지방세포(축전기)쪽으로 전류를 많이 보내고 싶으면 주파수를 어떻게 바꾸어야 하는지 설명하시오. 만약 주파수가 아주 커지면 측정되는 교류전압에 어떤 현상이 일어나는지 추론하시오.



[그림 3]



논제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
요 구 3	조 건	
출제의도		

[illegible]

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



 **[문제 6]** 세포의 지방함량에 따른 생체전기저항의 차이가 우리 몸에서는 뉴런의 신경 전달 속도를 조절하는 데 이용되고 있다 (그림 4). 뉴런의 구조를 설명하고, 수초가 갖는 의의를 전기전도성과 관련하여 설명하시오.



[그림 4]



논제 분석

구 분		논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1			
	조 건		
요 구 2			
	조 건		
출제의도			



 개요 작성



답안작성

학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



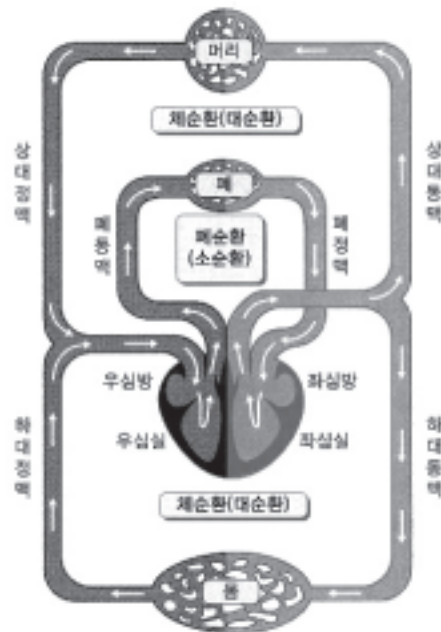
2008학년도 서울대학교

[문항 2번]

[가] 사람의 혈관은 총 길이가 약 16만km로 지구를 약 네 바퀴 도는 정도이며 인체를 구성하는 약 60조 개의 세포들에게 필요한 물질을 운반할 수 있도록 심장과 연결되어 있다. 이러한 심장과 혈관, 혈액을 통틀어 혈관계라고 한다. 혈관은 심장에서 나가는 혈액이 흐르는 동맥, 심장으로 들어오는 혈액이 흐르는 정맥, 그리고 동맥과 정맥을 이어주는 모세혈관으로 구분된다. [그림 1]은 동맥, 모세혈관, 정맥의 구조와 연관성을 나타낸 것이다.



[그림 1] 혈관의 구조

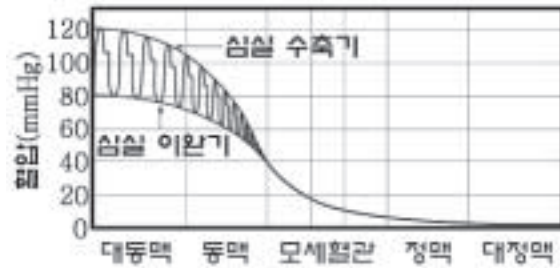


[그림 2] 혈액의 순환

모세혈관은 지름 10 μ m 정도의 가느다란 혈관이며 온몸에 그물처럼 퍼져 있다. 모세혈관 벽은 한 층의 세포로 이루어져 있으며, 혈액이 이곳을 흐르는 동안 혈관 벽을 통하여 영양분과 노폐물 및 기체의 교환이 이루어진다.

대동맥에서 온몸으로 나간 혈액은 모세혈관을 거쳐 정맥으로 모인 다음 대정맥에 합류하는 체순환을 한다. 폐순환은 폐를 돌아 심장으로 돌아오는 순환으로, 이 때 이산화탄소를 버리고 산소를 받아들이는 기체 교환이 이루어진다.

[나] 액체에도 기체와 마찬가지로 압력과 관련된 현상이 있다. 혈액은 혈관계에 압력을 가하는 데 이것을 혈압이라고 한다. 심장은 펌프와 같이 작동하면서 혈액을 내보내는 압력을 만들도록 수축과 이완 작용을 반복한다. 심장이 수축하는 동안의 혈압을 수축기 압력이라 하고, 심장이 이완하는 동안의 혈압을 이완기 압력이라 하며 mmHg(torr)단위로 나타낸다. 보통 혈압이 80~120mmHg일 때 정상이라고 한다. 이 수치에서 80mmHg는 심실 이완기 때의 혈압이고, 120mmHg는 심실 수축기 때의 혈압이다. 동맥은 심실의 강한 수축에 의해 밀려나오는 혈액의 압력을 견딜 수 있도록 굵고, 탄력성이 강한 두꺼운 근육층으로 이루어져 있다.



[그림 3] 혈관의 압력

[다] 혈액의 기본 작용은 물질의 운반이다. 모세혈관의 벽을 통하여 혈액 성분이 출입하기 때문에 어떤 조직에서 생긴 물질은 혈액을 통하여 다른 조직으로 이동할 수 있다. 소화기에서 흡수된 영양소는 혈장을 통하여 각 조직이나 장기로 운반되고, 폐를 통하여 들어온 산소도 적혈구를 통하여 몸의 각 조직 세포로 운반된다. 세포의 생명활동으로 발생한 이산화탄소나 요소 등의 노폐물은 적혈구와 혈장에 의해 폐와 신장과 같은 배설기관으로 운반되어 배출된다.

우리 몸에서 혈액의 양은 체중의 약 8%를 차지하고 있으며, 밀도가 1.06g/cm³이므로 체중 60kg인 사람의 혈액은 약 4.5ℓ 가 된다. 혈액의 약 45%는 고형 성분인 혈구이고 나머지 55%는 액체 성분인 혈장이다. 혈액의 pH는 약 7.4로서 약한 염기성이다. 혈액의 pH 변화는 세포내에 심각한 영향을 미치기 때문에 우리 몸은 다양한 방법으로 급격한 pH 변화를 줄이는 방향으로 진화되었다.

제시문 분석

	분 류	내 용
(가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
(나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
(다)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	논제 1 연계개념	
	논제 1 통합개념	
	논제 2 연계개념	
	논제 2 통합개념	
	논제 3 연계개념	
	논제 3 통합개념	
	논제 4 연계개념	
	논제 4 통합개념	
	논제 5 연계개념	
	논제 5 통합개념	



【문제 1】 심장이 체순환을 위해 한 번 박동할 때 약 90ml의 혈액을 펌프하고 1분에 60회 박동한다고 가정할 때, 심장의 펌프로서의 일률을 구해보시오. 또 우리 몸의 하루 평균 섭취 에너지를 2000kcal라고 하고 이 중 10%를 심장이 사용한다고 했을 때, 심장의 열기관으로서의 효율에 대하여 설명하시오. [참고: 1atm = 760mmHg = 10^5 Pascal(N/m²)]



문제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
요 구 3	조 건	
출제의도		



개요 작성



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



[문제 2] 심장에서 발생시키는 혈압의 평균값을 100mmHg라고 할 때, 이 혈압이 동맥을 통하여 혈액을 보낼 수 있는 높이를 구해보시오. 비행기가 급강하하다가 갑자기 수평으로 방향을 바꾸게 되면 뇌에 공급되는 혈액이 부족해져서 조종사가 정신을 잃을 수 있다. 뇌에 혈액 공급이 부족해질 수 있는 이유를 설명하시오.



문제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
요 구 3	조 건	
출제의도		



개요 작성



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



[문제 3] 우리 몸에 있는 대동맥의 총 단면적은 3cm^2 정도이고 대동맥에서의 혈류 속도는 30cm/s 정도이다. 모세혈관들의 총 단면적 합이 900cm^2 일 때 모세혈관 안에서의 혈류 속도를 구하고, 대동맥과 모세혈관 각각에서 보존되는 양은 무엇인지 설명하시오. 모세혈관에서 이 정도의 혈류 속도가 가지는 의미를 생물학적 관점에서 기술하시오.

문제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
요 구 3	조 건	
출제의도		

개요 작성



답 안 작 성

학 년 반 번 성 명 :

〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



【문제 4】 이산화탄소와 산소는 물에 대한 용해도가 낮기 때문에 단순히 혈장에 용해되어 운반되는 것으로는 원활한 배출과 공급이 어렵게 된다. 우리 몸은 적혈구 내에 존재하는 단백질들을 이용하여 이 문제를 효과적으로 극복하고 있다. 이러한 원리와 적혈구 내 pH 변화가 조직세포로의 산소 공급에 미치는 영향을 설명하시오.



문제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
출제의도		



개요 작성



답안 작성

학 년 반 번 성 명 :

〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



답안작성

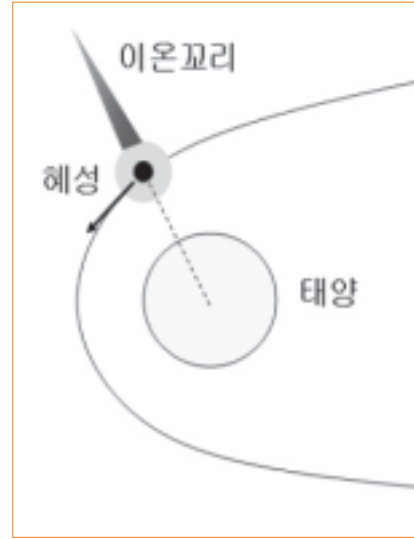
학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	



2009학년도 연세대학교 모의논술



[가] 혜성은 주로 먼지와 얼음 등으로 구성된 작은 천체를 말한다. 일반적으로 혜성은 장축과 단축의 비가 매우 큰 타원궤도로 태양을 공전하며, 원일점(태양으로부터 가장 멀리 떨어져 있는 위치)은 명왕성 궤도보다 훨씬 더 바깥쪽에 놓일 때도 있다. '더러운 얼음 덩어리' 라고도 불리는 혜성의 구조는 크게 핵, 코마, 꼬리로 이루어져 있다. 혜성이 근일점(태양에서 가장 가까운 위치)에 접근하면 태양으로부터 방출되는 복사열에 의하여 혜성의 바깥층을 형성하는 얼음 덩어리 등이 증발하여, 핵 주위에 먼지와 기체로 둘러싸인 코마를 형성하게 된다. 핵의 크기는 수 십 km 정도로 작은 데 비해, 핵을 에워싸며 밝게 빛나는 코

마는 태양에 가까워지면서 핵의 1만 배가 넘는 크기로 자라면서 지구에서 관측이 가능하게 된다. 이때 핵을 둘러싼 먼지와 기체는 태양풍과 태양으로부터의 복사압에 의해 뒤로 밀려나면서 혜성의 꼬리를 형성한다.

혜성의 꼬리는 이온꼬리와 먼지꼬리로 나누어진다. 이온꼬리는 푸른빛으로 그림과 같이 항상 태양의 반대 방향에 나타나고, 먼지꼬리는 노란색 또는 약한 붉은 색을 띄며 이온꼬리와는 다른 형태로 나타난다(그림에서 생략).

[나] 먼지꼬리를 구성하는 먼지에는 태양과 먼지 사이의 만유인력 F_G 와 태양의 복사압에 의한 밀치는 힘 F_R 이 작용한다. 예를 들어, 반지름이 a 이고 질량이 m 인 구형 먼지의 경우, 위의 두 힘은 다음과 같이 주어진다.

$$F_R = \frac{P_s A}{4\pi c r^2} \quad F_G = G \frac{M_s m}{r^2}$$

위 식에서 P_s 는 태양이 1초당 방출하는 전체 복사에너지의 양이며, $A = \pi a^2$ 는 먼지의 단면적, c 는 빛의 속도, G 는 만유인력 상수, M_s 는 태양의 질량, r 은 태양과 먼지 사이의 거리이다. 위의 두 힘이 먼지의 운동에 미치는 영향을 분석함으로써, 다양한 반지름을 갖는 먼지로 구성된 먼지꼬리의 형태를 이해할 수 있다. (단, 현상을 단순화하기 위하여 먼지꼬리를 구성하는 개별 먼지는 구형이며 밀도는 ρ 로 일정하고 반지름만 다양하다고 가정한다.)



답안작성

학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

3. 에세이형 문제



2008학년도 경희대학교

[가] 미국항공우주국(NASA)은 앞으로 실시할 달 유인 탐사 계획에서 미터법을 사용하기로 결정했다. NASA는 최근 모든 달 표면 탐사작업에서 종전의 마일, 야드, 파운드 대신 킬로미터와 미터, 킬로그램 등 국제 표준단위를 사용하기로 했다고 밝혔다. NASA 탐사시스템 이사회의 전략개발 책임자 제프 볼로신은 NASA와 전 세계 13개 우주기구들의 협의 끝에 이런 결정이 내려졌으며 “국제 우주기구 대표들로부터 환영을 받았다”고 전했다. NASA의 미터법 사용 결정에 따라 달 탐사 계획과 관련한 모든 부품과 장비들은 미터 단위로 규격화한다. 따라서 미국이 만든 우주인 거주지에서 공기가 쉐 경우 러시아제 스페너도 사용할 수 있을 것이다. NASA는 1990년께부터 형식적으로 미터법을 사용해 왔지만 일부 사업에서는 아직도 영국식 구형 도량형이 사용되고 있고 두 단위를 모두 사용하는 경우도 있다. 국제우주정거장(SS)이 좋은 예다. 지난 1999년 1억2천500만 달러가 투입된 NASA의 무인 화성기후궤도탐사선(MCO)이 화성에 도착한 직후 폭발해 버린 원인이 어이없게도 두 단위의 혼선 때문인 것으로 밝혀졌다. 이후 이 문제는 심각한 검토 대상이 됐다. 당시 사고는 제작사인 록히드마틴사가 탐사선의 제원을 야드 단위로 작성했으나 NASA 제트추진연구소(JPL) 조종팀이 이를 미터법으로 착각, 탐사선을 훨씬 낮은 궤도에 진입시켰다. 그 결과 대기권과의 마찰을 견디지 못한 탐사선이 폭발한 것이다. 단위는 크기와 양에 대한 의사소통 도구이다. 국가간 서로 크기를 인식하고 공감할 수 있는 단위로 표기하는 것은 매우 중요하다.

[나] 산업자원부가 ‘평’이나 ‘근’ 등 비법정 도량형 단위의 사용을 강력히 금지하기로 했다. 1961년 계량법의 시행 이래 45년간 ‘미터법’이라 불려 온 국제단위계(SI)를 법정계량단위로 삼아 왔으나 지금도 전통단위가 널리 쓰여 국민 불편이 크다는 이유에서다. 우리는 산업 현장의 능률 제고를 위한 규격 표준화와 그 근거인 단위 표준화의 필요성을 가볍게 여기지 않는다. 산업 표준화 요구가 궁극적으로 일상생활과 밀착하지 못할 때의 한계도 이해한다. 그러나 일상생활에서 쓰이는 도량형 단위는 단순한 생산·가공·판매의 기준이 아니다. 거기에는 사회집단의 독자적 문화 전통이 녹아 있으며, 언어와 사고의 다양성을 뒷받침하는 요소가 되기도 한다. 1795년 프랑스가 10진법에 기초해 만든 ‘미터법’이 보급되기 시작한 지 200여 년이 넘었고, 국내에서 법까지 만들어도 완전히 정착하지 못한 게 다 그 때문이다. 최근 야드나 마일, 파운드 등 영미 계통 단위까지 뒤섞여 쓰이는 것도 문화 유입과 떼어 보기 어렵다. 이런 측면을 도외시한 채 무조건 미터법으로만 표기하라는 것은 심하게 말해 ‘삼척동자’를 ‘91cm 동자’로 쓰라는 격이다.



[문제] 제시문 [가], [나]는 단위 표기법에 대한 상반된 입장을 나타낸 글이다. 제시문 [가], [나]의 단위 표기법에 대한 관점 상 차이를 비교 설명하고, 이를 토대로 국내 현재 실생활의 도량형 표기법 사례를 예로 들어 현대생활의 바람직한 단위 표기법에 대한 자신의 견해를 논술하시오. (901자 이상 - 1,000자 이내 : 30점)



문항 Guide

제시문 [가]는 도량형의 국제적 통일과 표준 단위의 설정을 긍정하는 입장이다. 단위라는 것은 크기와 양에 대한 의사소통의 도구이므로, 원활한 의사소통을 위해서는 크기, 부피, 무게를 나타낼 때 서로의 인식을 공유할 수 있는 단위로 표기하는 것이 매우 중요하다고 본 것이다. 반면에 제시문 [나]는 표준 단위의 설정에 부정적인 입장이다. 도량형의 단위에는 개별 사회집단의 독자적 문화전통이 녹아있고, 그것은 언어와 사고의 다양성을 뒷받침하는 요소가 된다는 점을 중시했다. 따라서 도량형 단위의 일방적 표준화는 문화의 다양성을 침해하는 행위라고 비판한다.

도량형의 표기법은 인류 역사와 함께 끊임없이 진화해왔고 거기에는 개별 문화의 역사적 전통이 녹아있다. 우리나라는 현재 동서양의 전통적인 단위 표기법과 표준화된 단위 표기법을 병용하고 있다. 문제는 이러한 표기법 사이에 통일성이 없다는 점이다. 아파트의 크기는 ‘평’, 고기와 야채의 무게는 ‘근’, 텔레비전이나 컴퓨터 모니터의 크기는 ‘인치’, 원유와 같은 액체의 부피는 ‘배럴’, 보석의 무게는 ‘캐럿’으로 표시하는 반면 법정단위는 ‘미터법’으로 규정하고 있다. 따라서 효율과 소통의 두 가지 측면에서 단위 표기법의 통일이 필요하다고 생각한다. 먼저 효율성의 측면에서 표준단위를 규격화하는 것이 좋다. 교통과 통신의 발달, 과학기술의 발전, 전세계적인 교역의 활성화는 도량형의 세계화를 요구하고 있으며, 이는 더 이상 거부할 수 없는 대세가 되고 있다. 그러므로 산업 현장에서 능률을 제고하기 위해 규격을 표준화하고 그 근거인 단위표준화를 추구하는 것은 매우 중요한 일이다. 아울러 경제생활의 정확성과 공정성을 위해서도 단위의 표준화는 필요하다. NASA의 무인 화성기후궤도탐사선이 폭발한 것은 단위 표기법이 통일되지 않았을 때 의사소통에 문제가 발생하고 그 결과 어떤 일이 벌어질 수 있는가를 보여준 극단적인 사례라 할 수 있다. 각국의 문화전통을 고려하는 것도 중요하지만 효율성과 소통성의 측면에서 단위 표기법을 통일하는 것이 필요하다고 생각한다.



문제 분석

구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
요 구 3	조 건	
출제의도		



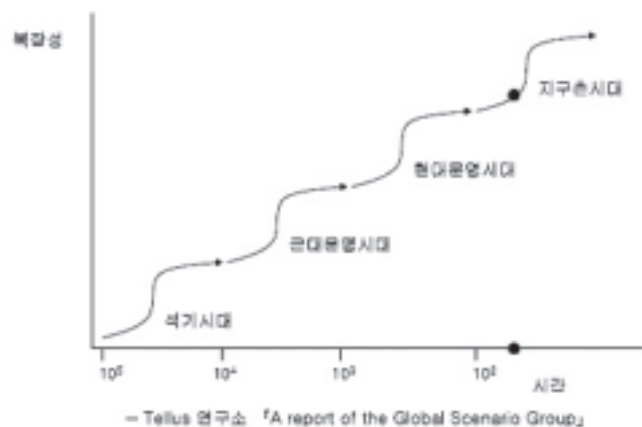
제시문 분석

	분 류	내 용
(가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
(나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	논제 연계개념	
	논제 통합개념	

〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

[가]



[나] 비생산적인 경제 문화는 가난한 나라들의 지식 및 개선 능력 부족으로 더욱 강화되었다. 국민들은 종종 소외되고 대체 행동이 있는지도 알지 못했다. 기술 변화의 속도는 너무 느려서 기술적 후진성 혹은 뒤늦은 채택의 비용은 오늘날처럼 그렇게 극적이지 않았다. 그렇게 하여 나쁜 정치를 더욱 부추겼다. 경제, 경영관리 지식은 비교적 천천히 확산되었고 해외 투자도 아주 부진했다. 기업 지식의 국제적 전파는 오늘날에 비해 훨씬 고비용이었고 오늘날처럼 효율적이지도 못했다. 그러나 오늘날 우리는 아주 다른 경제적 맥락과 대면하고 있다. 완만한 발전의 허용과 그에 대한 만족감은 세계 경제의 요구에 발맞춘 긴급한 움직임에 밀려나고 있다. 생산성 패러다임에 위배되는 개발 이론은 통하지 않게 되었다. 이러한 이론은 공개경쟁을 감당할 수 없고 또 기술 및 경영 관리 개선의 빠른 속도를 따라잡을 수도 없기 때문이다. 경제 성장의 기반과 적절한 정책 선택에 대한 의견 차이의 폭은 좁혀지고 있다. 생산적 경제 문화의 기본 요소에 대한 지식은 신속히 전파되어 국민들은 다른 지역에서의 성공적인 행태들을 자세히 알고 있다. 그리하여 경제적 변형을 이루려면 어떻게해야 한다는 문제에 대하여 세계적 의견 합치가 생겨나고 있다.

이런 생산성 패러다임에 대한 의견 합치는 아직 그 패러다임을 채택하지 않은 나라들에 강한 압력을 넣고 있다. 경제 정책과 행태는 이제 전 세계적으로 측정되고 또 비교되고 있다. 금융 시장은 건전한 정책을 외면하는 나라들을 징벌하고 있다. 국가가 생산적인 기업활동을 제공하지 않으면 외국의 투자 자금은 곧 말라 버린다. 노동자들은 훌륭한 직업윤리를 갖고 있지 않으면 실직한다. 정치 지도자들은 점점 더 경제적 힘을 체감하게 되었다. 기술의 급속한 발전은 국제 관행에서 벗어날 때 치러야 하는 비용을 더욱 높임으로써, 국제관행을 지키라는 압력에 더욱 힘을 불어넣는다.

- 마이클 E. 포터 「태도, 가치, 신념 그리고 변형의 미시경제학」

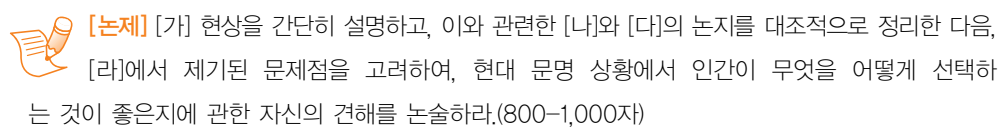
[다] 자본주의 및 사회주의 이론에 따르면 경제활동이란 쓸모없는 것을 가치 있는 것으로 바꾸는 과정이다. 자연계의 모든 것은 인간의 노력이 가미되어 사회 내에서 교환되고 소비될 수 있는 어떤 가치 있는 것으로 탈바꿈하기까지 쓰레기에 불과하다는 로크의 주장을 생각해보라. 그는 열역학의 제1법칙과 제2법칙을 뒤집어버림으로써 현대 경제이론의 모든 경제활동의 기반을 완전히 잘못 해석하는 오류를 범했다. 모든 물질과 에너지의 양은 고정되어 있고 창조되거나 파괴될 수 없으며, 오직 모습이 변할 뿐이라는 것이 제1법칙의 골자이다. 제2법칙은 모습이 변할 때 항상 한 방향, 그러니까 입수 가능한 쪽에서 불가능한 쪽으로, 유용한 쪽에서 무용한 쪽으로 변한다고 말한다. 에너지가 환경에서 추출되어 사회를 통해 처리될 때 그 중 일부는 각 단계마다 분산되고 소비되며 궁극에 가서는 만들어진 제품을 포함하여 모든 것이 다른 형태의 쓰레기로 변한다.

대부분의 경제학자들은 이 단순한 진리를 도저히 받아들이지 못한다. 이들은 인간의 노동이 자원과 결합되면 더 큰 가치가 창출되는 것이지 가치가 감소하는 것이 아니라는 생각에 너무 깊이 젖어 있다. 기계 자본도 결국 과거의 인간 노동이 자원과 결합된 것이므로 이것도 경제적인 가치를 창출하는 것으로 본다. 이들은 기계와 인간은 아무것도 창조하지 못한다는 사실을 도저히 이해하지 못한다. 인간과 기계는 기존의 유용한 에너지를 유용한 상태에서 무용한 상태로 변환시킬 수 있을 뿐이며, 그 과정에서 '잠시 동안의 효용'을 만들어낼 뿐이다.

- 제레미 리프킨 「엔트로피」

[라] 선택은 수천 세대에 걸쳐 일어난다. 인간은 지구상에 존재한 99퍼센트의 시간 동안 소규모 유목 무리를 이루고 식량채집을 하며 살았다. 우리의 뇌는 농경과 산업 문화라는 신제품이 아니라 까마득한 옛날의 생활방식에 맞게 진화했다. 우리의 뇌는 익명의 군중, 학교교육, 글자로 씌어진 언어, 정치, 경찰, 병원, 군대, 현대 의학, 형식적인 사회제도, 첨단 기술 등과 같이 인간 생활에 갇혀 들어온 것들에 잘 대처하도록 배선(配線)되지 않는다. 현대인의 마음은 컴퓨터시대가 아니라 석기시대에 맞춰져 있기 때문에 우리의 모든 행동을 굳이 적응의 관점에서 설명하려고 애쓰지 않아도 된다. 우리 조상들의 환경에는 예컨대 오늘날의 종교 단체, 입양 기관, 제약 회사같이 적응에 반하는 선택을 하게 만드는 제도가 없었고, 아주 최근까지도 유인 요소들을 거부하게 만들 선택압력이 없었다. 혹시라도 홍적세의 사바나에 피임약이 달린 나무가 있었다면 우리는 그것을 독거미처럼 무서워하도록 진화했을 것이다.

- 스티븐 핑커 「마음은 어떻게 작동하는가?」



구 분	논제의 요구사항 및 조건	
요 구 1	조 건	
요 구 2	조 건	
요 구 3	조 건	
출제의도		

	분 류	내 용
(가)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
(나)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
(다)	핵심어 (수식)	
	핵심문장 (내용)	
	관련지식	
전체	논제 연계개념	
	논제 통합개념	





답안작성

학년 반 번 성명 :

	〈교사첨삭〉

평가기준		평가결과	총평
이해력 (30점)	논제의 핵심을 파악했는가?	A B C D E	
논리력 (30점)	제시문과 과학적 개념과 원리를 올바르게 적용하고 타당한 근거를 제시하였는가?	A B C D E	
창의력 (30점)	문제의 해결함에 독창성과 특이함이 있는가?	A B C D E	
표현력 (10점)	맞춤법, 띄어쓰기, 어법이 적절하고 표, 그래프, 그림이 적절히 표현되었는가?	A B C D E	

논술 지도의 원리와 실제·자연계

2009년 5월 일 인쇄

2009년 5월 일 발행

발 행 : 한국대학교육협의회

입 학 전 형 지 원 실

121-270 서울시 마포구 상암동 1601 KGIT상암센터 11층

전화 : 02)6393-5254

인쇄처 : (주)금석프린텍

전 화 : 02)498-8600

※ 이 책 내용의 일부 혹은 전체를 허락없이 변경하거나 복제할 수 없습니다.



한국대학교육협의회
Korean Council for University Education