머리말

대학수학능력시험은 고등학교 교육과정의 범위 내에서 대학 교육에 필요한 수학 능력을 측정함으로써 대학에서의 학생 선발 시 주요 전형 자료로 사용되고 있는 전국 수준의 시험이다. 제7차 교육과정의 시행에 따른 2005학년도 대학수학능력시험은 이전 시험의 기본 골격을 유지하여 시험 체제의 변화에 따른 혼란을 최소화함은 물론, 학생의 수험 부담을 줄여주고 적성과 진로를 고려한 과목을 선택할 수 있도록 하여 제7차 교육과정의 정상적인 운영을 지원하고자 하였다. 이에 따라 언어, 외국어(영어) 영역은 범교과적 소재를 바탕으로, 수리, 사회탐구, 과학탐구, 직업탐구, 제2외국어/한문 영역은 개별 교과의 특성을 바탕으로 한 사고력 중심의 평가가 이루어지도록 하였다. 국민공통기본교육과정에 해당하는 교과목은 원칙적으로 제외하고 고등학교 2, 3학년 심화 선택 과목을 중심으로 출제하되, 심화 선택 과목과 관련되는 국민공통기본교육과정의 내용은 간접적으로 출제 범위에 포함되도록 하여 고등학교 전 교육과정이 소홀히 다루어지는 일이 없도록 하였다.

대학수학능력시험의 출제를 담당하고 있는 한국교육과정평가원에서는 새롭게 변화된 수능 시험의 출제 과정을 공개함으로써 출제 과정 및 내용에 대한 수험생과 학부모 등 대학수학능력시험에 관심 있는 국민들의 이해를 돕기 위하여 이번에 언어, 수리, 외국어(영어), 사회탐구, 과학탐구, 직업탐구, 제2외국어/한문 등 7개 영역에 대하여 '출제 매뉴얼'을 출간하게 되었다. 영역별 '출제 매뉴얼'에는 각 영역의 시험 목표, 내용, 출제 지침, 문항 개발 과정 등이 예시 문항과 더불어 자세히 제시되어 있어 학교 수준의 모의시험이나 시 · 도교육청 주관 연합학력평가, 수능 모의평가 등의 출제시 출제자에게 유용한 자료가 될 것으로 기대한다.

끝으로, 이번 '출제 매뉴얼'을 발간할 수 있도록 아낌없는 지원을 해 준 교육인적 자원부 및 한국교육방송공사(EBS) 관계자 여러분께 심심한 감사의 마음을 전하며, 아울러 대학수학능력시험의 출제 연구에 여념이 없는 가운데에도 집필에 참여한 본원 연구원과 집필진의 노고에도 감사 드린다.

2004. 12

한국교육과정평가원

원장

Contents

Ⅰ. 시험의 성격과 평가 목표

❶ 시험의 성격

수리 영역 시험은 고등학교까지의 수학 학습을 통해 습득한 수학의 기본 개념 · 원리 · 법칙을 이해하고 이를 적용하여 계산하고 추론하며 문제를 해결하는 능력을 평가함으로써 대학교육을 받는 데 필요한 수학적 사고력을 측정하는 시험이다.

❷ 평가 목표

수리 영역 시험은 대학교육을 받는 데 필요한 수학적 사고력을 고등학교 수학과 교육과정의 내용과 수준에 근거하여 측정하는 것을 목표로 한다. 수리 영역 평가 목표의 내용 영역과 행동 영역은 각각 다음과 같다.

가. 내용 영역

평가 목표의 내용 영역은 시험 출제 범위에 속하는 교과목의 내용으로 한다. 수리 영역 시험은 시험 출제 범위에 따라 '가' 형과 '나' 형으로 구분된다. 수리 '가' 형의 시험 출제 범위는 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 선택과목(미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학 중 택1)이고, 수리 '나' 형의 시험 출제 범위는 수학Ⅰ이다. 수리 영역 평가 목표의 내용 영역을 각 과목의 교과서 대단원명을 기준으로 분류하면 다음과 같다.

1) '가' 형

❶ 수학Ⅰ

행렬, 지수와 로그, 지수함수와 로그함수, 수열, 수열의 극한, 순열과 조합, 확률, 통계

❷ 수학Ⅱ

방정식과 부등식, 함수의 극한과 연속성, 다항함수의 미분법, 다항함수의 적분법, 이차곡선, 공간도형과 공간좌표, 벡터

❸ 미분과 적분

삼각함수, 함수의 극한, 미분법, 적분법

❹ 확률과 통계

자료의 정리와 요약, 확률, 확률변수와 확률분포, 통계적 추정

❺ 이산수학
선택과 배열, 그래프, 알고리즘, 의사결정과 최적화

2) '나' 형

❶ 수학 I
행렬, 지수와 로그, 지수함수와 로그함수, 수열, 수열의 극한, 순열과 조합, 확률, 통계

나. 행동 영역

수학적 사고력은 크게 계산 능력, 이해 능력, 추론 능력, 문제해결 능력으로 구분된다. 이에 속하는 세부적인 능력은 다음과 같다.

1) 계산 능력
- 연산의 기본 법칙이나 성질을 적용하여 주어진 식을 간단히 하는 능력
- 수학의 기본적인 공식이나 계산법을 적용하는 능력
- 수학의 전형적인 풀이 절차를 적용하는 능력

2) 이해 능력
- 문제에 주어진 수학적 용어, 기호, 식, 그래프, 표의 의미와 관련 성질을 알고 적용하는 능력
- 주어진 문제와 관련된 수학적 개념을 파악하고 적용하는 능력
- 교과서에 나오는 기본 예제 문제나 정형화된 응용 문제를 해결하는 능력
- 주어진 문제 상황을 수학적으로 표현(수학적 용어, 기호, 식, 그래프, 표 등)하는 능력
- 수학적 표현(수학적 용어, 기호, 식, 그래프, 표 등)을 교환하여 표현하는 능력

3) 추론 능력

❶ 발견적 추론 능력
- 나열하기, 세어보기, 관찰 등을 통해 문제 해결의 핵심 원리를 발견하는 능력
- 유추를 통해 문제 해결의 핵심 원리를 발견하는 능력

❷ 연역적 추론 능력
- 수학의 개념 · 원리 · 법칙을 이용하여 참인 성질을 이끌어 내거나 주어진 명제의 참 · 거짓을 판별하는 능력
- 주어진 정의를 이해하고 참인 성질을 이끌어 내는 능력
- 반례를 들어 주어진 명제가 거짓임을 판단하는 능력
- 증명 능력
  - 조건 명제의 증명, 삼단 논법에 의한 논리적 추론, 반례에 의한 증명, 모순법, 동치 명제의 증명, 수학적 귀납법에 의한 증명 등을 이해하는 능력
  - 주어진 증명을 읽고 결론을 도출하는 능력

4) 문제해결 능력

❶ 수학 내적 문제해결 능력

- 두 가지 이상의 수학적 개념, 원리, 법칙의 관련성을 파악하고 종합하여 문제를 해결하는 능력
- 두 단계 이상의 사고 과정을 거쳐서 문제를 해결하는 능력

❷ 수학 외적 문제해결 능력

- 실생활 상황에서 관련된 수학적 개념 · 원리 · 법칙 등을 파악하고 이를 적용하여 문제를 해결하는 능력
- 타교과의 소재를 사용한 상황에서 관련된 수학적 개념 · 원리 · 법칙 등을 파악하고 이를 적용하여 문제를 해결하는 능력

다. 평가 목표 이원분류표

앞에서 논의된 평가 목표의 행동 영역과 내용을 종합하여 수리 영역 '가' 형과 '나' 형의 평가 목표 이원분류표를 나타내면 다음 표와 같다.

표 I -1 수리영역 '가' 형 공통 문항 이원 분류표

과목	내용 영역	행동 영역						문항수	비율
		계산	이해	추론		문제해결			
				발견적	연역적	수학 내적	수학 외적		
수학 I	행렬								
	지수와 로그								
	지수함수와 로그함수								
	수열								
	수열의 극한								
	순열과 조합								
	확률								
	통계								
	소 계							12	
수학 II	방정식과 부등식								
	함수의 극한과 연속성								
	다항함수의 미분법								
	다항함수의 적분법								
	이차곡선								
	공간도형과 공간좌표								
	벡터								
	소 계							13	
문항 수								25	
비 율									100

표Ⅰ-2 수리영역 '가'형 선택과목 이원분류표

과목	내용 영역	행동 영역						문항수	비율
		계산	이해	추론		문제해결			
				발견적	연역적	수학 내적	수학 외적		
선택 과목 (미분과 적분)	삼각함수								
	함수의 극한								
	미분법								
	적분법								
	문항 수							5	
	비 율								100
선택 과목 (확률과 통계)	자료의 정리와 요약								
	확률								
	확률변수와 확률분포								
	통계적 추정								
	문항 수							5	
	비 율								100
선택 과목 (이산 수학)	선택과 배열								
	그래프								
	알고리즘								
	의사결정과 최적화								
	문항 수							5	
	비 율								100

표Ⅰ-3 수리영역 '나'형 이원분류표

과목	내용 영역	행동 영역						문항수	비율
		계산	이해	추론		문제해결			
				발견적	연역적	수학 내적	수학 외적		
수학 Ⅰ	행렬								
	지수와 로그								
	지수함수와 로그함수								
	수열								
	수열의 극한								
	순열과 조합								
	확률								
	통계								
문항 수								30	
비 율									100

라. 행동 영역별 평가 문항의 예

1) 계산 능력

□ $\sqrt[3]{2}\times\sqrt[6]{16}$을 간단히 하면? [2점]

① 2　② 4　③ $\sqrt{2}$

④ $2\sqrt{2}$　⑤ $2\sqrt[3]{2}$

*내용 영역 : 지수와 로그　문항 출처 : 2003학년도 인문 1번

□ $\log_3 12+\log_3 9-\log_3 4$의 값은? [2점]

① 1　② 2　③ 3

④ 4　⑤ 5

*내용 영역 : 지수와 로그　문항 출처 : 2004학년도 인문 1번

□ $A=\begin{pmatrix}1&0\\0&1\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}1&0\\0&-1\end{pmatrix}$일 때, 행렬 $A^{-1}+AB$는? (단, A^{-1}는 A의 역행렬이다.) [3점]

① $\begin{pmatrix}0&2\\0&1\end{pmatrix}$　② $\begin{pmatrix}1&0\\0&1\end{pmatrix}$　③ $\begin{pmatrix}2&1\\0&1\end{pmatrix}$

④ $\begin{pmatrix}2&2\\0&2\end{pmatrix}$　⑤ $\begin{pmatrix}1&0\\1&-1\end{pmatrix}$

*내용 영역 : 행렬　문항 출처 : 2001학년도 인문 7번

□ 무리방정식 $(\sqrt{x}-\sqrt{3})(\sqrt{x}+\sqrt{3})=4$의 근은? [2점]

① 1　② 3　③ 5

④ 7　⑤ 9

*내용 영역 : 방정식과 부등식　문항 출처 : 2002학년도 자연 1번

□ 연립부등식

$$\begin{cases}7-x\geqq 3|x-3|\\ \dfrac{1}{x-1}+\dfrac{1}{x-3}\geqq 0\end{cases}$$

를 만족시키는 x의 범위는? [3점]

① $x<1,\ 3<x\leqq 4$　② $x<1,\ x\geqq 4$　③ $1<x\leqq 2,\ x\geqq 4$

④ $1<x<3,\ 3<x\leqq 4$　⑤ $1<x\leqq 2,\ 3<x\leqq 4$

*내용 영역 : 방정식과 부등식　문항 출처 : 2000학년도 자연 21번

□ $\lim_{x \to -2} \frac{2x+4}{\sqrt{x+11}-3}$의 값을 구하시오. [2점]

*내용 영역 : 함수의 극한　　문항 출처 : 2004학년도 인문 26번

□ $f'(x)=x^5+x$일 때, $f'(1)$의 값은? [3점]

① 1　　② 2　　③ 5

④ 6　　⑤ 12

*내용 영역 : 다항함수의 미분법　　문항 출처 : 2001학년도 인문 4번

□ 두 벡터 $\vec{a}=(-1,\ 3)$과 $\vec{b}=(2,\ 1)$에 대하여 내적 $\vec{a}\cdot(\vec{a}+\vec{b})$의 값은? [2점]

① 11　　② 13　　③ 15

④ 17　　⑤ 19

*내용 영역 : 벡터　　문항 출처 : 2003학년도 자연 3번

□ 정적분 $\int_{e}^{e^2} \frac{3(\text{In }x)^2}{x}dx$의 값은? [2점]

① 3　　② 4　　③ 5

④ 6　　⑤ 7

*내용 영역 : 적분법　　문항 출처 : 2000학년도 자연 4번

2) 이해 능력

□ 주사위를 한 번 던져 나오는 눈의 수를 4로 나눈 나머지를 확률변수 X라 하자. X의 평균은?
(단, 주사위의 각 눈이 나올 확률은 모두 같다.) [3점]

① 2　　② $\frac{5}{3}$　　③ $\frac{3}{2}$

④ $\frac{4}{3}$　　⑤ 1

*내용 영역 : 통계　　문항 출처 : 2000학년도 인문 13번

□ 세 자료

A : 1부터 50까지의 자연수

B : 51부터 100까지의 자연수

C : 1부터 100까지의 짝수

의 표준편차를 순서대로 a, b, c라 할 때, a, b, c의 대소관계를 바르게 나타낸 것은? [3점]

① $a=b=c$ ② $a=b<c$
③ $a<b=c$ ④ $a<b<c$
⑤ $a<c<b$

*내용 영역 : 통계　　문항 출처 : 2002학년도 인문 8번

□ 두 실수 a와 b가 1이 아닌 양수일 때, 함수 $y=a^x$의 그래프와 함수 $y=\log_b x$의 그래프가 항상 만나는 경우를 〈보기〉에서 모두 고른 것은? [3점]

〈보 기〉

ㄱ. $a>1$이고 $b>1$
ㄴ. $a>1$이고 $0<b<1$
ㄷ. $0<a<1$이고 $0<b<1$

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

*내용 영역 : 지수함수와 로그함수　　문항 출처 : 2004학년도 인문 8번

□ 다음 식을 성립하게 하는 상수 a, b의 곱 ab의 값은? [2점]

$$\lim_{x\to 1}\frac{x-1}{x^2+ax+b}=\frac{1}{3}$$

① -3 ② -2 ③ 1
④ 2 ⑤ 3

*내용 영역 : 함수의 극한　　문항 출처 : 2002학년도 인문 4번

□ 좌표공간에 반구 $(x-5)^2+(y-4)^2+z^2=9,\ z\geqq 0$가 있다. y축을 포함하는 평면 α가 반구와 접할 때, α와 xy평면이 이루는 각을 θ라 하자
이때, $30\cos\theta$의 값을 구하시오. $\left(단,\ 0<\theta<\frac{\pi}{2}\right)$ [4점]

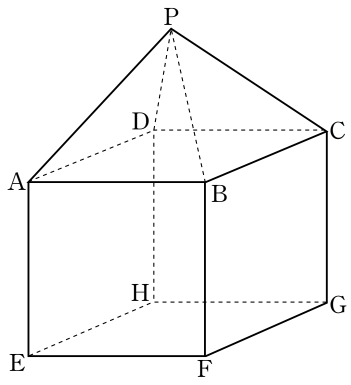
*내용 영역 : 공간도형과 공간좌표　　문항 출처 : 2005 수능 9월 모의 '가' 형 23번

□ 삼차함수 $y=x^3-3ax^2+4a$의 그래프가 x축에 접할 때, a의 값은? (단, $a>0$) [3점]

① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{1}{3}$ ③ $\frac{1}{2}$
④ 1 ⑤ $\frac{4}{3}$

*내용 영역 : 다항함수의 미분법　　문항 출처 : 2000학년도 인문 11번

□ 오른쪽 그림과 같이 정육면체 위에 정사각뿔을 올려놓은 도형이 있다. 이 도형의 모든 모서리의 길이가 2이고, 면 PAB와 면 AEFB가 이루는 각의 크기가 θ일 때, $\cos\theta$의 값은? $\left(\text{단, } \frac{\pi}{2}<\theta<\pi\right)$ [3점]



① $-\frac{\sqrt{6}}{3}$　② $-\frac{\sqrt{3}}{3}$　③ $-\frac{1}{3}$

④ $-\frac{\sqrt{3}}{2}$　⑤ $-\frac{\sqrt{2}}{2}$

*내용 영역 : 공간도형과 공간좌표
문항 출처 : 2004학년도　자연 7번

□ 곡선 $y=\sqrt{x}$와 x축 및 직선 $x=4$로 둘러싸인 도형을 x축을 중심으로 회전시켜 얻은 회전체의 부피는? [3점]

① 8π　② 7π　③ 6π

④ 5π　⑤ 4π

*내용 영역 : 다항함수의 적분법　문항 출처 : 2003학년도 인문 8번

□ 크기가 1인 두 벡터 $\vec{a}$, $\vec{b}$가 $|\vec{a}-\vec{b}|=1$을 만족할 때, $\vec{a}$, $\vec{b}$가 이루는 각 θ의 크기는? (단, $a \leqq \theta \leqq \pi$) [3점]

① $\frac{\pi}{6}$　② $\frac{\pi}{4}$　③ $\frac{\pi}{3}$

④ $\frac{\pi}{2}$　⑤ π

*내용 영역 : 벡터　문항 출처 : 2005 수능 9월 모의 '가' 형 3번

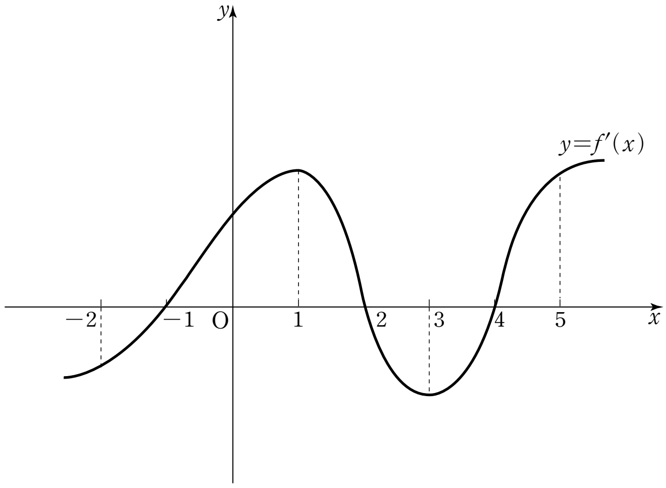
□ 두 초점을 공유하는 타원 $\frac{x^2}{5^2}+\frac{y^2}{4^2}=1$과 쌍곡선이 있다. 이 쌍곡선의 한 점근선이 $y=\sqrt{35}x$일 때, 이 쌍곡선의 두 꼭지점 사이의 거리는? [3점]

① $\frac{1}{4}$　② $\frac{1}{2}$　③ $\frac{3}{4}$

④ 1　⑤ $\frac{5}{4}$

*내용 영역 : 이차곡선　문항 출처 : 2005 수능 9월 모의 '가' 형 5번

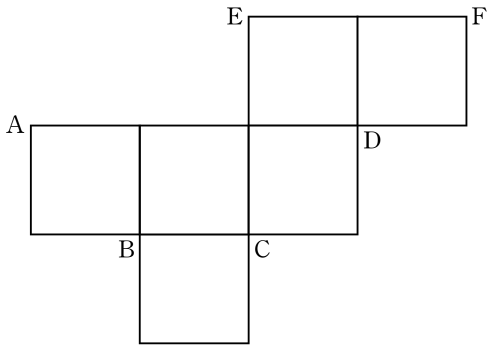
□ 함수 $y=f(x)$의 도함수 $y=f'(x)$의 그래프가 아래 그림과 같다. 다음 중 옳은 것은? [3점]



① $f(x)$는 구간 $(-2,\ 1)$에서 증가한다.
② $f(x)$는 구간 $(1,\ 3)$에서 감소한다.
③ $f(x)$는 구간 $(4,\ 5)$에서 증가한다.
④ $f(x)$는 $x=2$에서 극소이다.
⑤ $f(x)$는 $x=3$에서 극소이다.

*내용 영역 : 다항함수의 미분법　　문항 출처 : 1998학년도 인문 10번

□ 다음은 어떤 정육면체의 전개도이다.



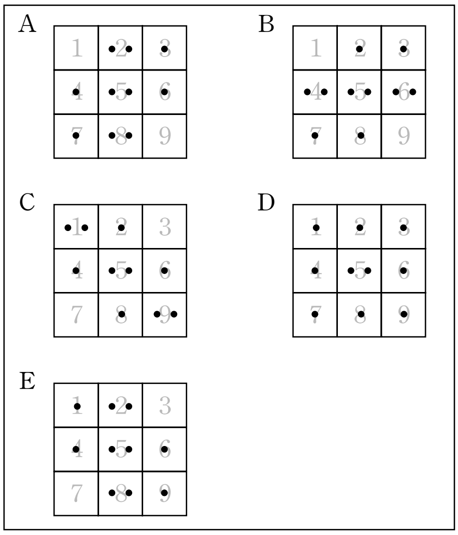
원래의 정육면체에서 $\overrightarrow{AB}$와 같은 벡터는? [3점]

① $\overrightarrow{CD}$　② $\overrightarrow{DC}$　③ $\overrightarrow{ED}$
④ $\overrightarrow{DE}$　⑤ $\overrightarrow{FD}$

*내용 영역 : 벡터　　문항 출처 : 1998학년도 자연 8번

□ 오른쪽 그림과 같이 1부터 9까지 숫자가 쓰여진 표적이 있다. 5명의 사격선수 A, B, C, D, E가 10발씩 사격하여 맞춘 10개의 수의 평균이 모두 5가 되었다. 5명이 사격한 결과는 다음과 같다.

1	2	3
4	5	6
7	8	9



5명 중 맞춘 10개 수의 표준편차가 가장 <u>작은</u> 사람은? [2점]

① A　② B　③ C
④ D　⑤ E

*내용 영역 : 통계　문항 출처 : 1998학년도 인문 11번

3) 추론 능력

□ 1이 두 번만 나타나는 이진법의 수를 작은 수부터 차례로 배열하여 얻은 수열

$$11_{(2)},\ 101_{(2)},\ 110_{(2)},\ 1001_{(2)},\ 1010_{(2)},\ 1100_{(2)},\ \cdots$$

의 제56항과 같은 수는? [3점]

① 2^9+1　② $2^{10}+2^9$　③ $2^{11}+1$
④ $2^{11}+2^{10}$　⑤ $2^{13}+1$

*내용 영역 : 수열　문항 출처 : 2000학년도 인문 10번

□ 자료 $x_1,\ x_2,\ x_2,\ \cdots,\ x_{100}$에 대하여 다음 과정을 순서대로 시행하였다.

(가) 처음 두 수 x_1과 x_2의 평균을 구한다.
(나) x_3을 추가하여 $x_1,\ x_2,\ x_3$의 평균을 구한다.
(다) x_4를 추가하여 $x_1,\ x_2,\ x_3,\ x_4$의 평균을 구한다.
⋮
x_{100}을 추가하여 $x_1,\ x_2,\ \cdots,\ x_{100}$의 평균을 구한다.

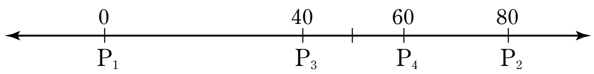
위의 과정을 시행한 결과, x_1과 x_2의 평균이 5이고, 자료 하나가 추가될 때마다 평균이 1씩 증가하였다. 이때, x_{100}의 값은? [3점]

① 194　　② 196　　③ 198

④ 200　　⑤ 202

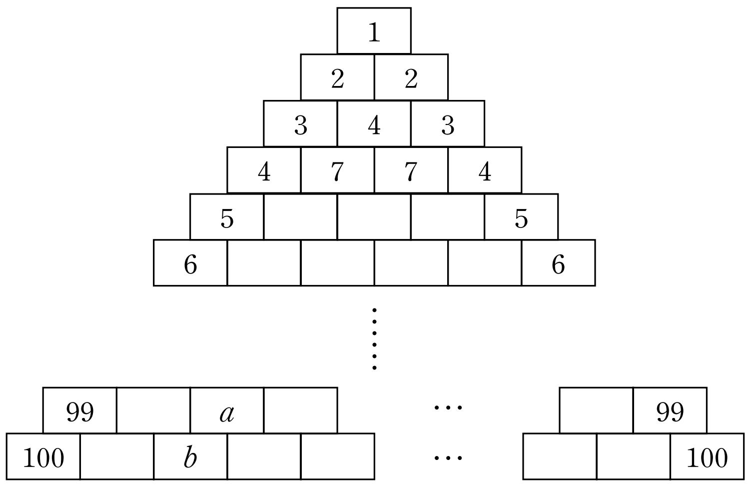
*내용 영역 : 수열　　문항 출처 : 2004학년도 인문 19번

□ 수직선 위에 두 점 $\mathrm{P}_1(0)$과 $\mathrm{P}_2(80)$이 있다. 선분 $\mathrm{P}_1\mathrm{P}_2$의 중점을 $\mathrm{P}_3(x_3)$, 선분 $\mathrm{P}_2\mathrm{P}_3$의 중점을 $\mathrm{P}_4(x_4)$, $\cdots$, 선분 $\mathrm{P}_n\mathrm{P}_{n+1}$의 중점을 $\mathrm{P}_{n+2}(x_{n+2})$라 할 때, $\lim_{x\to\infty} x_n$의 값을 소수점 아래 셋째 자리에서 반올림하여 소수 둘째 자리까지 구하시오. [3점]



*내용 영역 : 수열의 극한　　문항 출처 : 1998학년도 인문 30번

□ 그림과 같이 제1행에는 1개, 제2행에는 2개, …, 제100행에는 100개의 직사각형을 나열하고 그 안에 다음과 같은 규칙으로 수를 써 넣었다.



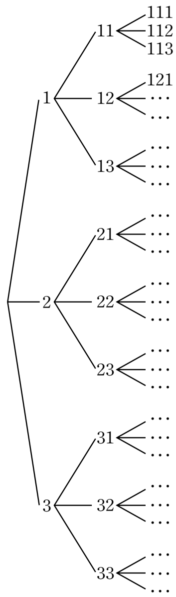
이때, $b-a$의 값은? [3점]

① 4878　　② 4872　　③ 4864

④ 4858　　⑤ 4852

*내용 영역 : 수열　　문항 출처 : 2003학년도 인문 15번

□ 오른쪽 그림에 나타나는 수를 크기 순으로 나열하여 다음과 같은 수열을 만들었다.



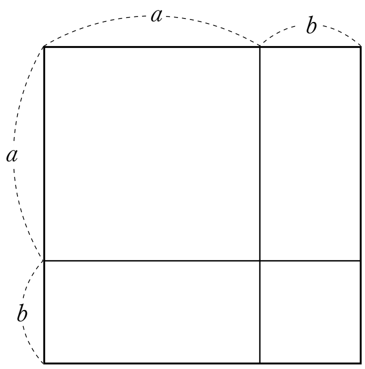
1, 2, 3, 11, 12, 13,
21, 22, 23, 31, 32, 33,
111, 112, 113, 121, ⋯

이 수열의 제200항은?

① 13323 ② 13332 ③ 21111
④ 21113 ⑤ 21122

*내용 영역 : 수열 문항 출처 : 1994(2)학년도 11번

□ 그림과 같이 넓이가 다른 세 종류의 직사각형 종이 네 장을 이용하여



$$(a+b)^2=a^2+2ab+b^2$$

임을 보일 수 있다. 이와 유사한 방법으로 부피가 다른 몇 종류의 직육면체 나무토막을 이용하여

$$(a+b)^3=a^3+3a^2b+3ab^2+b^3$$

임을 보이고자 한다.
최소로 필요한 나무토막의 종류의 수와 전체의 개수를 순서대로 적은 것은? [2점]

① 3, 4 ② 3, 6 ③ 3, 8
④ 4, 6 ⑤ 4, 8

*내용 영역 : 수와 식 문항 출처 : 2002학년도 인문 13번
※2005 수능 시험 범위에 속하는 문항은 아니지만 '유추' 의 예를 보여주는 문항임

□ 모든 실수 x에 대하여 함수 $f(x)$는

$$f(x+1)=f(x)$$

를 만족시키고, 0과 1 사이에서 다음과 같이 정의된다.

$$f(x)=\begin{cases} x & \left(0\leqq x\leqq \frac{1}{2}\right) \\ 1-x & \left(\frac{1}{2}<x\leqq 1\right) \end{cases}$$

〈보기〉에서 옳은 것을 모두 고른 것은? [4점]

〈보 기〉

ㄱ. $f\left(f\left(\frac{2}{3}\right)\right)=f\left(\frac{2}{3}\right)$

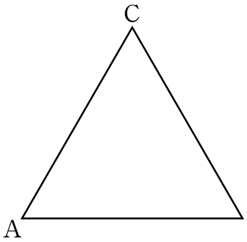
ㄴ. $\lim_{x\to\infty} f\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2n}\right)=\frac{1}{2}$

ㄷ. 수열 $\left\{f\left(\frac{1}{4}+\frac{n}{2}\right)\right\}$은 수렴한다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

*내용 영역 : 다항함수의 적분법 문항 출처 : 2005 수능 6월 모의 '가' 형 14번

□ 한 변의 길이가 1인 정삼각형 ABC가 있다. 양수 r에 대하여 점 P_n을 다음 규칙에 따라 정한다.



(가) 점 P_1은 꼭지점 A이다.
(나) 점 P_{n+1}은 점 P_n에서 정삼각형 ABC의 변을 따라 시계 반대 방향으로 r^n만큼 이동한 점이다.

집합 S를 $S=\{\mathrm{P}_n \mid n$은 자연수$\}$라 할 때, 〈보기〉에서 옳은 것을 모두 고른 것은? [4점]

〈보 기〉

ㄱ. $r=2$이면, 점 P_3은 꼭지점 C이다.

ㄴ. $r=\frac{4}{5}$이면, 변 CA 위에 S의 원소가 무수히 많다.

ㄷ. $0<r<\frac{1}{2}$이면, 변 AB 위에 S의 원소가 무수히 많다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

*내용 영역 : 수열 문항 출처 : 2005 수능 6월 모의 '가' 형 16번

□ 집합 $G=\{(x, y) \mid y=5^x$, x는 실수$\}$에 대하여 〈보기〉에서 항상 옳은 것을 모두 고르면? [3점]

〈보 기〉

ㄱ. $(a, b)\in G$이면 $\left(\frac{a}{2}, \sqrt{b}\right)\in G$이다.

ㄴ. $(-a, b)\in G$이면 $\left(a, \frac{1}{b}\right)\in G$이다.

ㄷ. $(2a, b)\in G$이면 $(a, b^2)\in G$이다.

① ㄱ ② ㄱ, ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

*내용 영역 : 지수함수와 로그함수 문항 출처 : 2005 수능 9월 모의 '가' 형 12번

□ 다음은 구간 $(0,\ 1)$에서 두 함수 $f(x)=x^3-2x^2+4x-4$와 $g(x)=x^2-2x-3$의 그래프가 오직 한 점에서 만남을 증명한 것이다.

〈증명〉
$h(x)=f(x)-g(x)$라 하면 $h(x)=x^3-3x^2+6x-1$은 모든 실수 x에 대하여 연속이다.
$h(0)\cdot h(1)$ $\boxed{\text{(가)}}$이므로, 중간값의 정리에 의해 방정식 $h(x)=0$은 0과 1사이에서 적어도 하나의 실근을 갖는다.
모든 실수 x에 대하여 $h'(x)$ $\boxed{\text{(나)}}$ 0이므로
$h(x)$는 $\boxed{\text{(다)}}$이다.
따라서 $h(x)=0$은 0과 1사이에서 오직 하나의 실근을 갖게 된다.
즉, 구간 $(0,\ 1)$에서 $f(x)$와 $g(x)$의 그래프는 오직 한 점에서 만난다.

위의 증명에서 (가), (나), (다)에 알맞은 것을 차례로 나열한 것은? [3점]

	(가)	(나)	(다)
①	$<$	$>$	증가함수
②	$<$	$>$	감소함수
③	$<$	$<$	감소함수
④	$>$	$<$	감소함수
⑤	$>$	$>$	증가함수

*내용 영역 : 다항함수의 미분법 문항 출처 : 2005 수능 6월 모의 '가' 형 17번

□ 다음은 명제 '$3m^2-n^2=1$을 만족하는 $\boxed{\text{(가)}}$'에 대한 증명에서 중간 부분을 적은 것이다.

〈증명〉
…(생략)…
$m,\ n$이 정수이고 $3m^2=n^2+1$ 이므로, n^2+1은 3의 배수이다.
한편, 정수 n이 어떤 정수 k에 대하여,
$n=3k$이면 $n^2=(3k)^2=9k^2=3(3k^2)$,
$n=3k+1$이면 $n^2=(3k+1)^2=9k^2+6k+1=3(3k^2+2k)+1$,
$n=3k+2$ 이면 $n^2=(3k+2)^2=9k^2+12k+4=3(3k^2+4k+1)+1$
이므로, n^2을 3으로 나눈 나머지는 0 또는 1이다.
따라서 n^2+1을 3으로 나눈 나머지는 1 또는 2이다.
…(생략)…

다음 중 위의 $\boxed{\text{(가)}}$에 가장 알맞은 것은? [2점]

① m, n 중 적어도 하나는 정수이다.

② m, n 중 어느 것도 정수가 아니다.

③ m, n 이 모두 정수인 해가 적어도 하나 있다.

④ m, n이 모두 정수인 해가 오직 하나 있다.

⑤ m, n이 모두 정수인 해는 없다.

*내용 영역 : 수와 식　　문항 출처 : 1998학년도 인문 17번

※2005학년도 수능 출제 범위 내의 문제는 아니나 문항 형태를 참고하도록 하기 위해 제시함

4) 문제해결 능력

□ 다음은 첫째 항이 $a-15d$, 공차가 d, 항의 개수가 31인 등차수열이다.

$$a-15d,\ \cdots,\ a-d,\ a,\ a+d,\ \cdots\ ,\ a+15d$$

위 항들의 값의 표준편차를 σ라고 할 때, $\dfrac{\sigma}{d}$의 값을 소수점 아래 둘째 자리까지 구하시오.

(단, $d>0$이고 $\sqrt{5}=2.24$로 계산한다.) [3점]

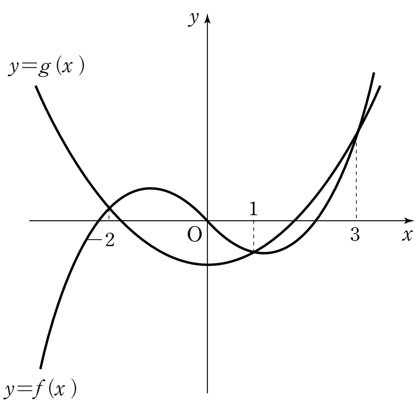
*내용 영역 : 통계　　문항 출처 : 2003학년도 인문 30번

※2005학년도 수능부터 단답형 문항의 답은 3자리 이하 자연수로 답하도록 출제됨

□ 아래 그림은 원점에 대하여 대칭인 삼차함수 $y=f(x)$의 그래프와 y축에 대하여 대칭인 이차함수 $y=g(x)$의 그래프이다. 방정식

$$\frac{\{fx)\}^2-\{g(x)\}^2}{x^2-1}=0$$

의 모든 근의 곱을 구하시오. [4점]



*내용 영역 : 다항함수의 미분법　　문항 출처 : 2005 수능 6월 모의 ‘가’ 형 22번

□ 다음 등식을 만족하는 소수 p는 2개 존재한다.

$$\frac{1}{p}=\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{a}{6^{2n-1}}+\frac{b}{6^{2n-1}}\right)$$
$$=\frac{a}{6}+\frac{b}{6^2}+\frac{a}{6^3}+\frac{b}{6^3}+\cdots$$

(단, $0\leqq a<6$, $0\leqq b<6$, a와 b는 정수이다.)

위 등식을 만족하는 두 소수의 합을 구하시오. [4점]

*내용 영역 : 수열의 극한　　문항 출처 : 2005 수능 9월 모의 '가' 형 20번

□ 좌표평면에서 원 $x^2+y^2=1$ 위에 있는 7개의 점

$$\mathrm{P}_1(1,\ 0),\ \mathrm{P}_2\left(\frac{\sqrt{2}}{2},\ \frac{\sqrt{2}}{2}\right),\ \mathrm{P}_3\left(\frac{1}{2},\ \frac{\sqrt{3}}{2}\right),\ \mathrm{P}_4(0,\ 1),$$
$$\mathrm{P}_5\left(-\frac{\sqrt{2}}{2},\ \frac{\sqrt{2}}{2}\right),\ \mathrm{P}_6(-1,\ 0),\ \mathrm{P}_7\left(-\frac{\sqrt{3}}{2},\ -\frac{1}{2}\right)$$

에서 임의로 세 점을 선택할 때, 이 세 점을 꼭지점으로 하는 삼각형이 직각삼각형일 확률은? [4점]

① $\frac{1}{7}$　② $\frac{6}{34}$　③ $\frac{1}{5}$

④ $\frac{8}{35}$　⑤ $\frac{9}{35}$

*내용 영역 : 확률　　문항 출처 : 2005 수능 9월 모의 '가' 형 13번

□ 전파가 어떤 벽을 투과할 때 전파의 세기가 A에서 B로 바뀌면, 그 벽의 전파감쇄비 F는

$$\mathrm{F}=10\log\left(\frac{\mathrm{B}}{\mathrm{A}}\right)\ \text{(데시벨)}$$

로 정의한다. 전파감쇄비가 -7(데시벨)인 벽을 투과한 전파의 세기는 투과하기 전 세기의 몇 배인가? (단, $10^{\frac{3}{10}}=2$로 계산한다.) [3점]

① $\frac{1}{10}$　② $\frac{1}{5}$　③ $\frac{3}{10}$

④ $\frac{1}{2}$　⑤ $\frac{7}{10}$

*내용 영역 : 지수와 로그　　문항 출처 : 1999학년도 인문 24번

□ 어떤 산업에서 노동의 투입량을 x, 자본의 투입량을 y라 할 때, 그 산업의 생산량 z는 다음과 같다.

$$z=2x^{\alpha}y^{1-\alpha}\ (\alpha\text{는 } 0<\alpha<1\text{인 상수})$$

자료에 의하면 1993년도의 노동 및 자본의 투입량은 1980년도보다 각각 4배와 2배이고, 1993년도 산업생산량은 1980년도 산업생산량의 2.5배이다. 이 사실로부터 상수 α의 값을 소수점

아래 둘째 자리까지 구하면? (단, $\log_{10} 2=0.30$) [2점]

① 0.50 ② 0.33 ③ 0.25

④ 0.20 ⑤ 0.10

*내용 영역 : 지수함수와 로그함수 문항 출처 : 1995학년도 인문 29번

□ 광통신에서는 광섬유를 이용하여 신호를 먼 곳까지 보낸다. 신호가 광섬유를 1km지날 때마다 신호의 세기는 1km전의 세기의 99%가 된다고 하자. 신호의 세기가 처음 세기의 $\frac{1}{2}$이 되는 곳에 중계소를 설치하려고 할 때, 처음 신호를 보내는 곳에서 중계소까지 광섬유의 길이는 약 몇 km인가? (단, $\log 2=0.3010$, $\log 9.9=0.9956$으로 계산한다.) [3점]

① 68 ② 78 ③ 88

④ 98 ⑤ 108

*내용 영역 : 지수와 로그 문항 출처 : 2003학년도 인문 23번

□ 다음은 세계 석유 소비 증가 추세에 관한 글들이다.

…… 매년 석유 소비량을 조사한 결과, 최근 10년 동안 소비된 석유의 양은 그 이전까지 소비된 석유의 양과 같다. 예를 들어 1981년부터 1990년까지 소비된 석유의 양은 1980년까지 소비된 석유 전체의 양과 같다. ……

이와 같은 석유 소비 추세가 계속된다고 가정하고, 현재까지 소비된 석유의 양을 a, 현재의 석유의 매장량을 b라 할 때, 앞으로 몇 년 동안 석유를 사용할 수 있겠는가? [3점]

① $10\log_2\left(\frac{b}{2a}+1\right)$ ② $10\log_2\left(\frac{b}{a}+1\right)$

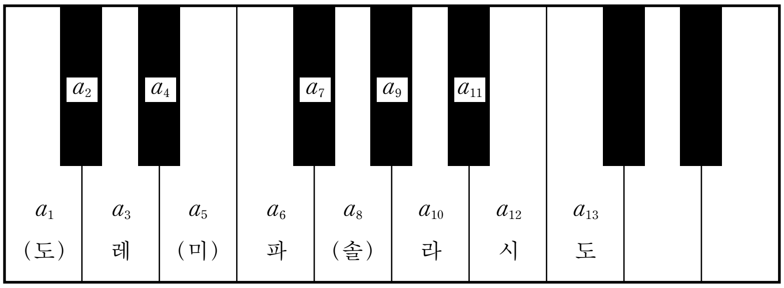
③ $10\log_2\left(\frac{2b}{a}+1\right)$ ④ $10\log_2\left(\frac{b}{a}+2\right)$

⑤ $10\log_2\left(\frac{2b}{a}+2\right)$

*내용 영역 : 수열 문항 출처 : 2001학년도 인문 24번

□ 서양음악의 12음계에서 음의 주파수는, 반음 올라갈 때마다 일정 비율로 높아져, 12반음 올라가면 2배가 되는 등비수열을 이룬다. 아래 피아노 건반에 표시된 도, 미, 솔의 주파수비 $a_1 : a_5 : a_8$에 가장 가까운 정수비는? (단, $2^{\frac{1}{3}}=\frac{5}{4}$, $2^{\frac{5}{12}}$, $\frac{4}{3}$, $2^{\frac{7}{12}}=\frac{3}{2}$으로 근사하여 계산한다.) [3점]

수리 영역



① 2 : 3 : 4　　② 3 : 4 : 5　　③ 4 : 5 : 6

④ 5 : 6 : 8　　⑤ 6 : 8 : 9

*내용 영역 : 수열　　문항 출처 : 1999학년도 인문 23번

□ 지면에 정지해 있던 열기구가 수직 방향으로 출발한 후 t분일 때, 속도 $v(t)$(m/분)를

$$v(t)=\begin{cases} t & (0 \leqq t \leqq 20) \\ 60-2t & (20 \leqq t \leqq 40) \end{cases}$$

라 하자. 출발한 후 $t=35$분일 때, 지면으로부터 열기구의 높이는? (단, 열기구는 수직 방향으로만 움직이는 것으로 가정한다.) [3점]

① 225m　　② 250m　　③ 275m

④ 300m　　⑤ 325m

*내용 영역 : 다항함수의 적분법　　문항 출처 : 2004학년도 인문 24번

Ⅱ. 문항 출제의 기본 원칙

❶ 출제의 기본 원칙

- 고등학교 교육과정의 내용과 수준에 맞추어 수학적 사고력을 측정할 수 있는 문항을 출제하도록 한다.
- 고등학교 교육과정을 정상적으로 이수한 학생들에게 적합하고 대학 입학시험으로서 변별력이 있는 문항을 출제하도록 한다.
- 수학적인 오류나 모호함이 없는 문항을 출제하도록 한다.
- 국민 공통 기본 교육과정(초등학교 1학년에서 고등학교 1학년까지)에 속하는 내용은 시험 출제 범위에 속하는 내용과 통합하여 출제하도록 한다.
- 수리 ‘가’ 형의 선택과목 문항은 국민 공통 기본 교육과정의 내용뿐만 아니라 수학Ⅰ, 수학Ⅱ의 내용과도 통합하여 출제 가능하다.
- 계산 능력, 이해 능력, 추론 능력, 문제해결 능력을 적절하게 평가할 수 있으며 평가 목표가 분명한 문제를 출제하도록 한다.
- 문항의 내용과 소재가 특정 영역에 지나치게 편중되지 않도록 고르게 출제하도록 한다.
- 위의 두 항을 위하여 평가 목표 이원분류표를 먼저 작성하고, 이 표에 따라 내용 및 행동 영역별 비중을 준수하면서 출제하도록 한다.
- 실생활 및 타교과 소재나 상황을 이용할 때에는 현실에 부합되고, 타교과 지식에 적합한 문항을 출제하도록 한다.
- 단순 공식이나 지식의 암기 여부를 확인하는 문항의 출제는 지양한다.
- 교과서에 나오는 수학의 기본 개념이나 원리를 이해하고 있으면 풀 수 있는 문제를 출제하도록 하고, 교과서에 나오는 기본 공식이 아닌 특정 공식을 암기하지 못하면 풀 수 없는 문제의 출제는 지양한다.
- 지나치게 복잡한 계산 위주인 문제의 출제를 지양한다.
- 문제의 표현은 고등학교 학생들이 이해하기에 쉬우면서도 간결 · 명확 · 정확하게 하도록 한다.
- 한 문제의 풀이에 지나치게 긴 시간이 소요되는 문항의 출제는 지양한다.
- 예상 평균 점수를 고려하여 문항의 난이도를 조절하여 출제하도록 한다.

❷ 출제 세부 지침

가. 출제 범위

- 수리 ‘가’ 형의 출제 범위는 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 선택과목(미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학)으로

하고, 수리 ‘나’ 형의 출제 범위는 수학 I 로 한다.

나. 제작 문항 수 및 문항 형식

- 수리 영역의 총 제작 문항 수는 58문항으로, 수학 I 30문항, 수학 II 13문항, 미분과 적분 5문항, 확률과 통계 5문항, 이산수학 5문항을 제작하도록 한다.
- 수리 ‘가’ 형 문제지는 수학 I 12문항, 수학 II 13문항, 미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학 각 5문항씩으로 구성한다.
- 수리 ‘나’ 형의 문제지는 수학 I 의 30문항으로 구성한다.
- 수리 ‘가’ 형에서 사용된 수학 I 12문항은 수리 ‘나’ 형에서도 공통으로 사용하도록 한다.
- 수리 ‘가’ 형 문제지의 경우, 수학 I 과 수학 II 에서 5지선다형 17문항, 단답형 8문항을 제작하고, 선택과목에서 각 과목별로 5지선다형 4문항, 단답형 1문항을 제작한다.
- 수리 ‘나’ 형 문제지의 경우 수학 I 에서 5지선다형 21문항(70%), 단답형 9문항(30%)을 제작한다.
- 단답형 문항은 3자리 이하 자연수로 답할 수 있는 형태로 제작한다.

과목별 문항 수와 문항 형식별 제작 비율을 정리하면 다음 표와 같다.

과목 / 문항 형식	수학 I	수학 II	미분과 적분	확률과 통계	이산수학
5지선다형	21	13*	4	4	4
단답형	9		1	1	1
계	30	13	5	5	5

* 수학 II 문항 중 5지선다형과 단답형의 비율은 수리 ‘가’ 형에 사용될 수학 I 문항의 5지선다형과 단답형의 비율에 따라 달라짐

다. 배점별 문항 수 및 시험 시간

- 문항당 배점은 교육과정상의 중요도와 문항의 난이도를 고려하여 2점, 3점, 4점으로 차등 부여하여 총 100점이 되게 한다. 즉, 기본적인 계산 능력이나 사실적 이해 능력을 측정하는 문항은 2점, 문제해결 능력과 같은 고차적 사고력을 측정하는 문항에 대해서는 3점 또는 4점을 배당하는 것을 원칙으로 한다.
- 각 계열의 시험 시간은 100분(문제당 평균 풀이 시간 3분 20초)으로 한다.
- 배점별 문항 수, 시험 시간, 문항 형식을 종합 정리하면 다음 표와 같다.

<table>
<tr><th rowspan="2" colspan="2">구분 / 영역</th><th rowspan="2">제작 문항수</th><th colspan="4">문 항 수</th><th rowspan="2">원점수 만점</th><th rowspan="2">시험시간</th><th rowspan="2">문항형식</th></tr>
<tr><th>2점</th><th>3점</th><th>4점</th><th>계</th></tr>
<tr><td rowspan="2">수리
(택 1)</td><td>‘가’ 형</td><td>수학 I 12문항
수학 II 13문항
미분과 적분 5문항
확률과 통계 5문항
이산수학 5문항</td><td rowspan="2">0
1
2
3
4</td><td rowspan="2">20
18
16
14
12</td><td rowspan="2">10
11
12
13
14</td><td rowspan="2">30</td><td rowspan="2">100</td><td rowspan="2">100분
(문항당
3분20초)</td><td rowspan="2">5지선다형 :
21문항(70%)

단답형 :
9문항(30%)</td></tr>
<tr><td>‘나’ 형</td><td>수학 I 30문항</td></tr>
</table>

Ⅲ. 문항 출제 과정

수리 영역 문항 출제 과정은 출제 준비 단계, 문항 제작 단계, 문항 검토 및 수정 단계, 출제 정리 단계로 나눌 수 있다. 각 단계에서 진행되는 구체적인 업무는 다음과 같다.

❶ 출제의 준비 단계

이 단계에서 출제자가 가장 먼저 할 일은 수리 영역의 평가 목표와 출제의 기본 원칙을 명확히 주지하는 것이다. 수리 영역에서 좋은 문항으로 인정되는 문항은 수리 영역의 출제 원칙에 따라 수리 영역의 평가 목표에 적합하게 제작된 문항이기 때문이다. 다음으로 출제자가 해야 할 일은 고등학교 교육과정의 내용과 수준을 정확히 이해하는 것이다. 수학적 사고력을 측정하기 위한 우수한 문항이라고 하더라도 고등학교 교육과정의 범위를 넘어서는 문항은 출제해서는 안 된다. 출제 준비 단계에서 해야 할 마지막 단계는 출제에 필요한 각종 자료를 수집하는 것이다. 출제자는 고등학교 교육과정, 교과서를 준비하는 것 외에도, 고등학교 교육과정의 내용과 학생들의 인지 수준에 적합하고 학생들의 수학적 사고를 자극할 수 있는 새로운 소재를 발굴하는 데 도움이 되는 자료를 수집하는 것이 필요하다.

❷ 문항 제작 단계

문항을 제작할 때에는 먼저 어떤 내용 영역과 행동 영역에 속하는 문항을 어떤 의도로 출제할 것인지를 분명히 하여야 한다. 이때, 교육과정, 교과서, 관련 참고 자료 등을 참조하여 고등학교 교육과정의 내용과 수준을 넘어서는 문항을 제작하지 않도록 주의하여야 한다. 또한 교육과정의 내용 중에서도 고등학교를 졸업하는 학생들이 반드시 알아야 하는 핵심적이고 중요한 내용을 중심으로 문항을 제작하도록 하고, 교육적으로 유의미한 소재를 다루며, 단순 암기보다는 학생들의 수학적 사고력을 측정할 수 있는 문항을 제작하도록 한다.

일단 문항 초안이 만들어지면 출제자는 시험 출제 범위 준수 여부, 교육과정의 내용과 수준 준수 여부, 문항의 타당성, 객관성, 정답 시비 가능성, 기출 문항 가능성 등을 포함하여 출제의 기본 원칙의 관점에서 문항을 점검하여 문항 초안을 수정 보완한 후에 검토자에게 보내어 문항 검토를 받도록 한다.

❸ 문항 검토 및 수정 단계

문항 검토자는 ‘문항 검토 요소’에 따라 면밀히 문항을 검토한다. 또한 검토자는 시중에 시판되고 있는 참고서, 학습지, 문제지 등과 대조 작업을 하여 기출 문항인지 여부를 알아보고 기출 문항이면 출제자에게 알려주어 문항을 수정하거나 재출제할 수 있게 한다.

1차 검토 결과를 반영하여 출제자는 수정 문항을 만들고, 검토자는 이 수정 문항을 다시 면밀히 검토하여 검토 결과를 출제자에게 전달한다. 이러한 검토 및 수정 과정은 완성된 최종 문항이 나올 때까지 계속 반복하여 양질의 문항이 출제되도록 한다.

표Ⅲ-1 문항 검토 요소

구분	검토 영역	검토 항목	검토 결과
문항 전체적 요소 (출제 전반)	교육과정 및 교과 내용의 범위, 수준	고등학교 교육과정 내용과 수준을 벗어나지는 않는가?	
		출제 범위에서 벗어난 문항이 있는가?	
		고등학교 교육과정을 정상적으로 운영하는데 기여할 수 있도록 출제되었는가?	
		일부 교과서에만 수록된 내용을 담고 있는가?	
	기출 여부	시중 참고서, 사설 모의고사, 학원 교재, 학습지, 신문게재 문제 등에 이미 나와 있는 문항인가?	
	출제 원칙 준수	특정 내용 및 행동 영역에 치중하여 출제하지는 않았는가?	
	소요 시간	문제를 푸는데 너무 많은 시간이 소요되는가?	
문항 내적 요소	문항의 난이도 및 변별도	지나치게 쉬운 문제는 없는가?	
		지나치게 어려운 문제는 없는가?	
		쉬운 문제와 어려운 문제가 적절히 출제되었는가?	
		지문의 길이는 적절한가?	
		지문의 난이도와 변별도에 맞게 적절히 배점되었는가?	
	문항 내용	특정 집단 학생에게 유리한 내용을 담고 있는가?	
		비교육적이거나 정치적인 색깔을 띠는 내용을 담고 있는가?	
		문항의 소재가 편중되어 있는가?	
	용어 수준	문항에 사용된 용어가 교육적으로 적절한가?	
		문항에 사용된 용어가 고등학교 졸업자가 이해할 수 있는 수준인가?	
	정확성	어법 오류가 있는가?	
		맞춤법 오류가 있는가?	
	단서	단서가 너무 많이 제시되어 내용을 모르는 수험생도 정답을 맞출 가능성이 있는가?	
		답지 중에 다른 답지와 너무 동떨어져 있어서 오답의 매력도가 낮은 오답지가 있는가?	
		다른 문제의 풀이가 정답이나 풀이의 힌트가 되는 문항이 있는가?	

문항 외적 요소	문두(발문)	한가지 사항만 묻고 있는가?	
		묻고자 하는 내용을 간단명료하게 묻고 있는가?	
		정답에 대한 단서가 제시되어 있지는 않은가?	
		부정적 표현의 어구에 밑줄이 있는가?	
	선택지	답지의 내용이 중복되는 것이 있는가?	
		선택지에 정답의 단서가 있는가?	
		선택지가 논리적 순서에 따라 배열되었는가?	
		선택지의 길이가 너무 다른 것은 없는가?	
		두 개 이상의 선택지에 공통적으로 포함되는 요소로 인하여 정답의 단서가 되는 것은 없는가?	
		정답의 위치가 특정 선택지에 편중되어 있지는 않은가?	
		관점에 따라 정답이 정답으로 성립될 수 없는 조건이나 상황이 있는가?	
		관점에 따라 정답이 다를 수 있는가?	
		관점에 따라 정답이 복수가 될 수 있는가?	
	배점	배점별 문항 수는 정확한가?	
		문항의 배점 위치는 정확한가?	
	편집 체제	문항순서와 선택지 순서가 제대로 되어 있는가?	
		발문과 답지에 오자, 탈자가 있는가?	
		발문과 답지의 띄어쓰기가 잘 되어 있는가?	

❹ 출제 정리 단계

이 단계에서는 문제를 다시 한 번 풀어보고 이상이 없는지 최종 확인하고, 문항, 정답, 문항 관련 정보가 담긴 문항카드 및 관련 서류를 작성 · 제출한다.

Ⅳ. 문항 개발 방법

문항 출제 과정에서 가장 중심이 되는 단계는 문항 제작 및 수정 단계라고 할 수 있다. 본 절에서는 문항 제작 및 수정 단계에서 주의해야 하는 문항 제작 원칙과 수리 영역의 문항 수정 사례에 대해서 알아보고자 한다.

❶ 문항 제작의 일반 원칙

가. 문두 제작 원칙

문두는 문제에서 답지, 지문, 보기 등을 제외한 부분을 말한다. 문두 제작에서 유의할 점은 다음과 같다.

- 올바른 어법과 맞춤법(구두점 포함)을 사용한다.
- 문두를 간결하고 명료하게 기술하여 문항을 이해하는 데 소요되는 시간을 최소화한다.
- 불필요한 혼란을 야기하는 진술은 피한다.
- 다른 문항의 정답을 찾는 데 단서를 제공하지 말아야 한다.
- 문두를 명확히 기술하여 문항의 질문 내용을 정확히 알게 한다.

나. 답지 제작 원칙

답지 제작에서 유의할 점은 다음과 같다.

- 정답시비가 없도록 하면서, 오답도 그럴 듯해 보이도록 매력도를 높인다.
- 각 답지마다 반복되는 말은 문두에 포함시킨다.
- 답지는 가급적 짧고 간결하게 표현한다.
- 답지의 길이는 가급적 모두 비슷하게 조절한다.
- 오답을 지나치게 생소한 용어로 표현하지 않는다.
- 너무 이질적이지 않도록 유사한 차원에서 답지를 구성한다.

● 답지는 관례적 순서나 논리적 순서에 따라 배열한다.

❷ 문항 제작의 세부 지침

가. 문제지

● 문제지는 '가' 형과 '나' 형으로 구분한다.

'가' 형의 경우 수학Ⅰ, 수학Ⅱ, 선택과목(미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학)에서 출제하며 각 교과목의 문항 수는 교육과정의 이수단위와 내용 영역의 중복 정도를 고려하여, 수학Ⅰ 12문항, 수학Ⅱ 13문항, 선택과목 5문항을 출제한다.

'나' 형의 경우 수학 Ⅰ에서 30문항을 출제한다. '가' 형에 출제되는 수학Ⅰ문항은 '나' 형에서도 공통 문항으로 이용한다.

● '가' 형의 경우 문항 배열은 수학Ⅰ과 수학Ⅱ의 문항을 먼저 배치하고, 선택과목 문항은 미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학 과목 순서로 배치한다.

● '나' 형 문제년도 '가' 형 문제지에 준하여 문항을 배치한다.

● 문제지별, 문항 번호와 문항 형식 배열은 다음과 같다.

문제지	문항번호	문항형식	교과목
'가' 형	1～17	5지선다형	수학 Ⅰ, 수학 Ⅱ
	18～25	단답형	
	26～29	5지선다형	미분과 적분
	30	단답형	
	26～29	5지선다형	확률과 통계
	30	단답형	
	26～29	5지선다형	이산수학
	30	단답형	
'나' 형	1～17	5지선다형	수학 Ⅰ
	18～25	단답형	
	26～29	5지선다형	
	30	단답형	

나. 답지

① 답지는 5지선다형이나 단답형 형태로 제작한다.
② 단답형의 답은 세 자리 이하 자연수로 표기할 수 있는 형태로 제작한다. 가능하면 한 자리 수의 답은 피하도록 한다.

❸ 문항 형식

수리 영역에서 사용되는 문항 형식은 다음과 같다.

가. 5지선다형

1) 정답형

정답형은 여러 개의 답지 중에서 한 개만 정답이고 다른 것은 전혀 관계없는 것으로 이루어진 형식이며, 수리 영역에서 가장 많이 사용된다.

□ $\log_2 (4^{\frac{3}{4}} \cdot \sqrt{2^5})^{\frac{1}{2}}$의 값은? [2점]

① 2 ② 1 ③ 0
④ -1 ⑤ -2

*내용 영역 : 지수와 로그 행동 영역 : 계산 문항 출처 : 2002학년도 인문 2번

2) 합답형

합답형은 여러 개의 답지 중 하나 또는 하나 이상이 합해져 정답이 되는 형식이다. 답지 중 정답을 하나만 알아서는 안 되며 여러 개를 종합적으로 알아야 한다. 이 형식은 수험자가 완전히 이해해야 답할 수 있다는 장점이 있으나 묶여 있는 답지군 때문에 정답의 단서를 줄 수 있다는 단점도 있으므로 주의한다.

□ 〈보기〉의 수열 $\{a_n\}$ 중 극한값 $\lim_{n \to \infty} \frac{a_1 + a_1 + \cdots + a_n}{n}$이 존재하는 것을 모두 고르면? [3점]

〈보 기〉

ㄱ. $a_n = n$ ㄴ. $a_n = \frac{1}{2^n}$
ㄷ. $a_n = (-1)^n$

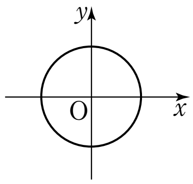
① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

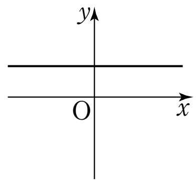
*내용 영역 : 수열의 극한 문항 출처 : 1999학년도 인문 7번 행동 영역 : 이해

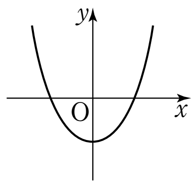
3) 부정형

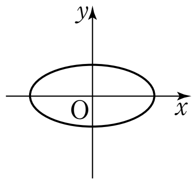
부정형은 답지 중 한 개는 ‘거짓’ 인 항목을 주고 그것을 선택하게 하는 형식이다. 이 형식을 사용할 때에는 반드시 부정적 표현의 어구에 밑줄을 긋거나 다른 방법으로 주의를 환기시키도록 한다.

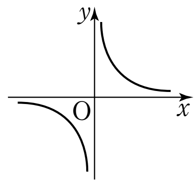
□ 복소평면 위의 다음 곡선 중 그 위의 어떠한 두 점 $P(z_1)$, $Q(z_2)$에 대하여도 복소수 $\dfrac{z_1}{z_2}$이 순허수가 될 수 없는 것은? [3점][1)]

①


②


③


④


⑤


*내용 영역 : 복소수의 극형식　　행동 영역 : 이해　　문항 출처 : 2001학년도 자연 8번

4) 불완전 문장형(완성형)

불완전 문장형(완성형)은 문항의 진술문이 직접 질문이 아니고 일부분이 비어 있는 불완전 문장으로 되어 있으며, 이 불완전한 곳에 채워야 할 정답을 답지에서 찾는 형식이다.

□ 다음은 지수법칙 $a^{r+s}=a^r a^s$으로부터 모든 양수 x, y에 대하여 $\log_a xy=\log_a x+\log_a y$가 성립함을 증명한 것이다. (단, $a\neq 1$, $a>0$)

〈증명〉

$r=\log_a x$, $s=\log_a y$로 놓으면

$$a^r=x,\ a^s=\boxed{\text{(가)}}$$

지수법칙으로부터

$$a^{r+s}=\boxed{\text{(나)}}$$

로그의 정의에 의하여

$$r+s=\log_a \boxed{\text{(나)}}$$

그러므로 $\log_a xy=\log_a x+\log_a y$이다.

위의 증명에서 (가), (나)에 알맞은 것을 순서대로 적으면? [3점]

① $x,\ x+y$　② $y,\ x+y$　③ $x,\ xy$

④ $y,\ xy$　⑤ $x,\ \dfrac{x}{y}$

*내용 영역 : 지수와 로그　　행동 영역 : 연역적 추론(증명)　　문항 출처 : 2001학년도 인문 17번

나. 단답형

단답형은 간단한 단어, 구, 문장, 숫자, 그림 등 제한된 형태로 답하게 하는 형식이다. 2005학년도 수능부터는 3자리 이하 자연수로 답할 수 있는 형태로 출제한다.

□ x에 대한 삼차방정식 $x^3-6x^2-n=0$이 서로 다른 세 실근을 갖도록 하는 정수 n의 개수를 구하시오. [3점]

*내용 영역 : 다항함수의 미분법　　행동 영역 : 수학 내적 문제해결　　문항 출처 : 2003학년도 인문 29번

❹ 문항 수정 과정 및 예시

초기에 제작된 문항 중에서 다음과 같은 경우에는 문항이 수정되거나 교체된다.

- 교육과정 위배 가능성이 있는 경우
- 정답이 없거나 복수 정답 시비 가능성이 있는 경우
- 문제 상황이 현실에 부합되지 않는 경우
- 문두나 답지의 표현이 불분명한 경우
- 기출 문항인 경우
- 난이도 조정이 필요한 경우

이상의 각각의 경우에 대해 문항이 수정되거나 교체되는 과정에 대한 예를 2005학년도 수능 9월 모의평가 문항을 통해 알아보기로 한다.

가. 교육과정 위배 가능성이 있는 경우

〔예시문항 1〕

- 문항 초안

□ 확률변수 X의 확률밀도함수는 다음과 같다.

$$f(x)=\begin{cases} ax & (-x\le x<2) \\ bx^2 & (0\le x<1) \\ 0 & (x\le 2 \text{ 또는 } x\sqrt{2}) \end{cases}$$

확률변수 X의 기대값이 $\frac{1}{3}$일 때, a와 b의 값은?

① $a=-\frac{1}{10},\ b=\frac{12}{5}$　　② $a=\frac{1}{10},\quad b=\frac{12}{5}$

③ $a=\frac{1}{5},\quad b=\frac{4}{5}$　　④ $a=-\frac{1}{5},\ b=\frac{4}{5}$

⑤ $a=\frac{1}{10},\quad b=\frac{4}{5}$

● 최종 문항

□ 확률변수 X의 확률밀도함수는 다음과 같다.

$$f(x)=\begin{cases} k(2+x) & (-2\leqq x<0) \\ k(2-x) & (0\leqq x<2) \\ 0 & (x<-2 \text{ 또는 } x\geqq 2) \end{cases}$$

$\mathrm{P}\left(-1\leqq X<\frac{1}{2}\right)$의 값을 $\frac{q}{p}$라 할 때, $p+q$의 값을 구하시오. (단, p와 q는 서로소인 자연수이다.) [4점]

● 설명

문항 초안에서는 연속확률변수에 대한 기대값을 다루고 있다. 그러나 제7차 교육과정에서는 연속확률변수에 대한 기대값을 다루고 있지 않기 때문에 교육과정에 위배된다는 지적이 있을 수 있으므로, 최종 문항에서는 단순히 확률을 계산하도록 수정되었다.

〔예시문항 2〕

● 문항 초안

□ 방정식 $x^4+x^3+x^2+x+1=0$의 한 근을 α라 할 때,

수열 $\{a_n\}$의 일반항이 $a_n=\left(\frac{-1}{1+\alpha+\alpha^2+\alpha^3}\right)^n$이면 $\sum_{k=1}^{2004} a_k$의 값을 구하시오.

① -1 ② 0 ③ 1
④ α ⑤ $-\alpha$

● 최종 문항

□ 방정식 $x^3+1=0$의 한 허근을 ω라 하자. 자연수 n에 대하여 $f(n)$을 ω^n의 실수 부분으로 정의할 때, $\sum_{k=1}^{999}\left\{f(k)+\frac{1}{3}\right\}$의 값을 구하시오. [3점]

● 설명

문항 초안에서 방정식 $x^4+x^3+x^2+x+1=0$의 양변에 $(x-1)$을 곱하면 $x^5-1=0$이 되며, 이 사실을 이용하여 귀납 추론을 한다면 $\sum_{k=1}^{2004} a_k$의 값을 쉽게 계산할 수 있다. 그러나 10단계 수학에서는 4차 이하의 간단한 방정식에 대한 것만 다루고 있다. 4차 방정식 $x^4+x^3+x^2+x+1=0$의 해를 구하기 위해서는 상반방정식을 이용하고 복소수의 범위까지 확장하여야 하기 때문에 교육과정을 벗어난다는 지적이 있을 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 최종 문항과 같이 3차 방정식으로 단순화하였으며, 이 경우 나머지정리를 사용한다면 (1차식)과 (2차식)의 곱으로 쉽게 인수분해되고, 2차식에서 근의 공식을 사용한다면 한 허근 ω를 구할 수 있다.

한편 $\sum_{k=1}^{999}\left\{f(k)+\frac{1}{3}\right\}$의 값을 구하는 과정에서 $\sum$의 사용 범위를 고려하여야 하는데 고등학교

과정에서는 복소수에 대한 $\sum$의 사용은 이루어지지 않고 있다. 또한 수열을 정의할 때 정의역을 자연수로, 그리고 공역을 실수로 하는 함수로 제한하고 있기 때문에 교육과정을 벗어난다는 지적이 있었다. 그래서 최종 문항과 같이 수정하였다.

나. 정답이 없거나 복수 정답 시비 가능성이 있는 경우

〔예시문항 1〕

● 문항 초안

□ 다음은 십의 자리 수를 줄기로, 일의 자리 수를 잎으로 한 줄기와 잎 그림이다.

줄기	잎
2	0 5
3	0 0 0 0 0
4	0 5
5	0 0 5
6	0 5 5

위 자료 중 하나의 값이 다른 값으로 변할 때, 자료의 대표값의 변화에 대한 〈보기〉의 설명 중 옳은 것을 모두 고르면?

〈보 기〉

ㄱ. 평균값은 20 이상 변할 수 있다.
ㄴ. 중앙값은 20 이상 변할 수 있다.
ㄷ. 최빈값은 변하지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

● 최종 문항

□ 다음 자료 중 하나의 값을 다른 값으로 바꿀 때, 자료의 대표값의 변화에 대한 〈보기〉의 설명 중 옳은 것을 모두 고르면? [3점]

20, 25, 30, 30, 30, 30, 30, 40, 45, 50, 50, 55, 60, 65, 165

〈보 기〉

ㄱ. 평균값은 20 이상 변할 수 있다.
ㄴ. 중앙값은 20 이상 변할 수 있다.
ㄷ. 최빈값은 변하지 않는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

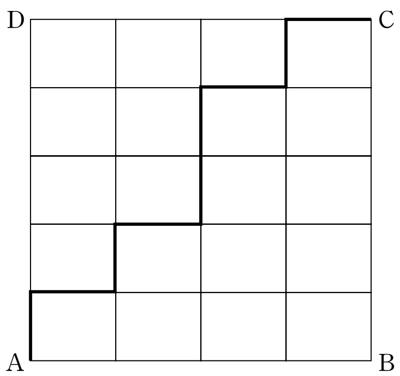
● 설명

문항 초안과 같이 줄기-잎 그림으로 표현하는 경우 두 자리의 값으로만 한정하여 생각할 수 있으며, 이 경우 복수 정답에 대한 시비가 생길 수 있기 때문에 최종 문항과 같이 세 자리의 값을 제시하고 15개의 자료를 나열하는 것으로 수정하였다.

〔예시문항 2〕

● 문항 초안

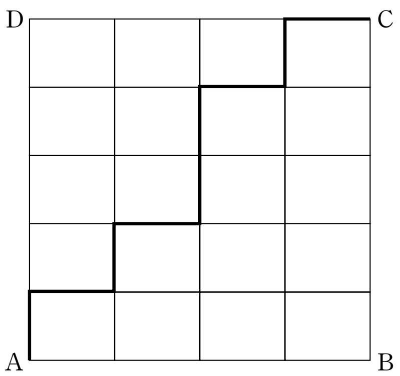
□ 오른쪽 그림과 같은 도로망이 있다. 갑은 A에서 C까지 굵은 선을 따라 걷고, 을은 C에서 A까지 굵은 선을 따라 걸으며, 병은 B에서 D까지 최단거리로 걷는다. 갑, 을, 병 세 사람이 모두 만나도록 병이 B에서 D까지 가는 경우의 수를 구하시오. (단, 갑, 을, 병은 동시에 출발하고 같은 속력으로 걷는다고 가정한다.)



① 24 ② 3
③ 60 ④ 99
⑤ 126

● 최종 문항

□ 그림과 같은 바둑판 모양의 도로망이 있다. 갑은 A에서 C까지 굵은 선을 따라 걷고, 을은 C에서 A까지 굵은 선을 따라 걸으며, 병은 B에서 D까지 도로를 따라 최단거리로 걷는다.
갑, 을, 병 세 사람이 모두 만나도록 병이 B에서 D까지 가는 경우의 수를 구하시오. (단, 갑, 을, 병은 동시에 출발하고 같은 속력으로 걷는다고 가정한다.) [4점]



● 설명

문항 초안에서 도로의 폭이 일정하지 않은 경우 세 사람이 모두 만나는 상황이 안 생겨 정답이 없게 될 수도 있다는 지적에 따라 최종 문항에서는 도로망이 바둑판 모양이라는 단서를 주었다.

다. 문제 상황이 현실에 부합되지 않는 경우

〔예시문항〕

● 문항 초안

□ 25°C의 음료수를 5°C를 유지하고 있는 냉장고에 넣을 때, 시간에 따른 온도의 변화는 지수함수 $C=ar^t+b$의 형태로 나타낼 수 있다.
2분 간격으로 측정한 온도 변화는 다음 표와 같다.

시간(분)	0	2	4	6	⋯
온도(°C)	25	10	6.25	5.3125	⋯

음료수를 냉장고에 넣은 후 음료수와 냉장고의 온도차가 0.0001°C 이하로 내려가는 최소의 시간은? (단, $\log 2=0.3010$으로 계산한다.)

① 12분 후 ② 14분 후 ③ 16분 후
④ 18분 후 ⑤ 20분 후

● 최종 문항

□ 어떤 물질의 시각 t에서의 농도 $M(t)$는 함수

$$M(t)=ar^t+24 \ (a,\ r\text{은 양의 상수})$$

로 나타내어진다고 한다. 다음 표는 이 물질의 농도를 1분 간격으로 측정한 것이다.

t	0	1	2	3	⋯
$M(t)$	124	64	40	30.4	⋯

이 물질의 농도가 처음으로 24.001 이하가 되는 시각은 n분과 $(n+1)$분 사이이다. 자연수 n의 값을 구하시오. (단, $\log 2$는 0.3010으로 계산한다.) [3점]

● 설명

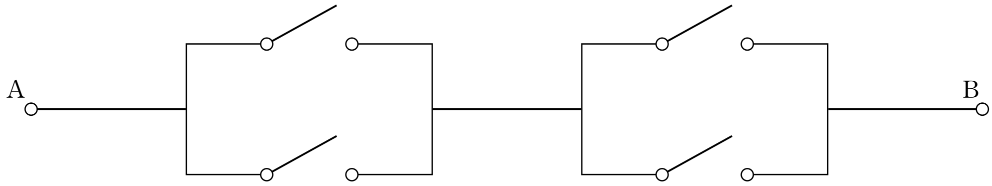
문항 초안에서 온도차가 0.0001°C 이하로 내려가는 최소의 시간을 구하도록 하고 있으나 이에 대해서는 두 가지 문제점이 제기되었다. 첫째, 실제로 온도차가 0.0001°C 이하까지 측정 가능한지, 그리고 온도차를 0.0001°C 이하까지 측정하는 유의미한 상황이 있는지에 대한 문제, 둘째, 변화율에 관한 것을 묻고 있는데 이것이 교육과정에 적절한지에 대한 문제가 제기되었다. 첫째 문제를 해결하기 위해 화학 전공 교수로부터 자문을 얻었으며, 실제 상황에서는 0.0001°C까지의 정밀도를 요구하지 않는다는 것과 그 정도 정밀하게 측정하는 것이 사실상 불가능하다는 결론에 도달하였다. 둘째 사항에 대해서는 수학 I 교육과정 위배 가능성에 대한 이의 제기가 발생할 수 있다고 판단되어 문항을 수정하게 되었다. 물론 실제 상황에서는 변화율의 개념을 활용하여 실험하는 경우가 많기 때문에 문항 초안이 문제로서의 가치는 보다 높다는 의견이 있었으나 실제적이지 못하다는 의견이 지배적이었기 때문에 농도를 측정하는 문항으로 수정하였다.

라. 문두나 답지의 표현이 불분명한 경우

〔예시문항〕

● 문항 초안

□ K 고등학교 과학탐구반 동아리 회원 65명은 그림과 같은 회로에서 A에서 B까지 전류를 흐르게 하는 실험을 하였다.

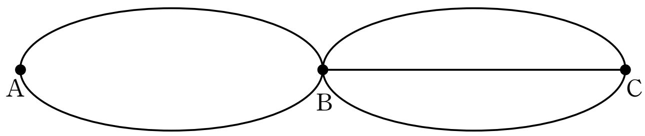


이 때, 어떻게 실험을 하더라도 전류를 흐르게 하는 방법이 같은 학생은 x명 이상 있다. x의 값은?

① 6 ② 7 ③ 8 ④ 9 ⑤ 10

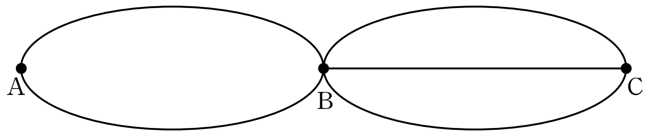
● 수정 문항 1

□ 130명의 관광객이 그림과 같이 A에서 B로 가는 관광로 2개 중 하나, B에서 C로 가는 관광로 3개 중 하나를 택하여 C에 모두 도달하였다. 이 때, A에서 C까지 똑같은 관광로를 선택한 사람은 어떤 경우에도 n명 이상이 있음을 증명할 수 있다. n의 최대값을 구하시오.



● 수정 문항 2

□ 130명의 관광객이 그림과 같이 A에서 B로 가는 관광로 2개 중 하나, B에서 C로 가는 관광로 3개 중 하나를 선택하여 C에 모두 도달하였다. 이 때, 적어도 n명 이상이 A에서 C까지 가는 똑같은 관광로를 선택한 경우가 있다. n의 최대값을 구하시오. [4점]



● 최종 문항

□ 방정식

$$2A+B+C+D+E=130$$

(단, $A \geq B \geq C \geq D \geq E \geq 0$이고 A, B, C, D, E는 정수)

을 만족하는 A의 최소값을 구하시오. [4점]

● 설명

이 문항은 비둘기집 원리를 이용하려는 의도에서 출제된 문항이다.
문항 초안의 문제점은 다음과 같다.

첫째, 학생들이 그림을 보고 전류를 흐르게 하는 방법이 총 9가지 방법이 있음을 파악할 수 있어야 하는데, 상식적으로 전류가 흐른다는 것은 회로가 연결되어 있기만 하면 되기 때문에 총 4가지 방법이 있다고 주장할 수도 있다는 점이다. 즉 전류를 흐르게 하기 위해서 첫 번째에 있는 두 개의 회로를 모두 닫는 경우 또는 두 번째에 있는 두 개의 회로를 모두 닫는 경우를 고려하는 것은 상식에 어긋난다는 지적이 있었다.

둘째, 이 문항은 비둘기집의 원리를 응용하여 $x=8$이라고 답하기를 기대하고 있지만, x의 값이 7 또는 6, 즉 8이하의 수에 대해서 성립한다는 점이다. 원래 비둘기집의 원리를 이용하여 증명하는 문항인 경우에는 별 문제점이 노출되지 않지만 이 문항과 같이 비둘기집의 원리를 이용하여 x의 값을 구하도록 하는 경우에는 복수 정답의 가능성을 고려하여야 한다.

이러한 논의 결과를 바탕으로 수정 문항1과 같이 비교적 학생들에게 친숙한 상황으로 수정하였고, 복수정답의 가능성을 배제하기 위하여 발문도 수정하였다.

수정 문항1에 대해서는 총 경로의 수를 $2\times3=6$과 같이 6가지로 계산하여 비둘기집의 원리를 적용할 것을 의도하고 있지만, 총 경로의 수를 $2+3=5$와 같이 5가지로 계산하여 비둘기집의 원리를 적용하여도 틀리지 않다는 지적이 있었다.

이러한 오해를 없애기 위해서 수정 문항2과 같이 다시 수정하였으나, 의미전달이 명확하지 않다는 결론에 도달하였으며, 결국 비둘기집의 원리를 적용하여 해결할 수 있는 문장제 문제를 포기하고 최종 문항으로 대체하였다.

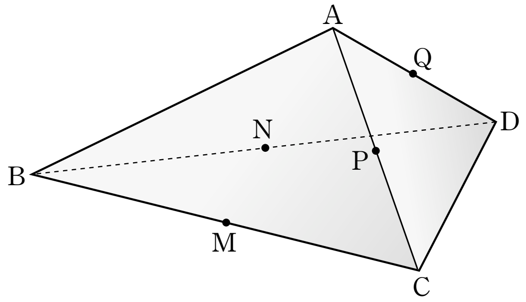
최종 문항은 문장제 문제는 아니지만 처음에 의도했던 비둘기집의 원리를 적용하여 해결할 수 있고, 앞에서의 문장제에 대한 한계를 극복하며, 그리고 간단한 수식으로 의미전달이 명확하게 된다는 점에서 채택되었다.

마. 기출 문항인 경우

[예시문항 1]

● 문항 초안

□ 사면체 ABCD의 모서리 BC, BD, AC, AD의 중점을 각각 M, N, P, Q라고 하자. 〈보기〉 중에서 두 직선이 꼬인 위치에 있는 것을 모두 고르면?



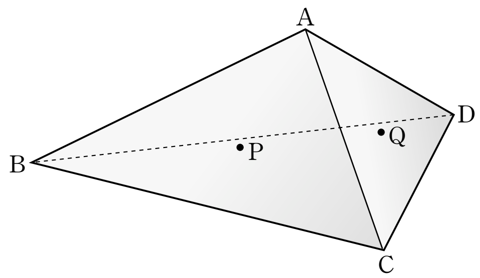
〈보 기〉

ㄱ. 직선 AB와 직선 PN
ㄴ. 직선 AD와 직선 BC
ㄷ. 직선 MP와 직선 NQ

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ,ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

● 최종 문항

□ 사면체 ABCD의 면 ABC, ACD의 무게중심을 각각 P, Q라고 하자. 〈보기〉에서 두 직선이 꼬인 위치에 있는 것을 모두 고르면? [3점]



〈보 기〉

ㄱ. 직선 CD와 직선 BQ
ㄴ. 직선 AD와 직선 BC
ㄷ. 직선 PQ와 직선 BD

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

● 설명

문항 초안에서 묻고자 하는 핵심적인 요소는 직선 MP와 직선 NQ가 평행임을 유도할 수 있는지, 그리고 평행인 두 직선은 꼬인 위치에 있지 않다는 사실을 알고 있는지에 대한 것이다. 그러나 문항 초안이 기출 문항으로 판명되었기 때문에 처음의 의도를 살려서 최종 문항과 같이 수정하였다.

문항 초안에서는 직선 MP와 직선 NQ가 모두 직선 AB에 평행하기 때문에 두 직선 MP와 NQ가 평행임을 쉽게 찾을 수 있다. 반면에 최종 문항에서는 직선 CP의 연장선을 그어서 AB와 만나는 점을 M이라 하고, 직선 CQ의 연장선을 그어서 AD와 만나는 점을 N이라 할 때, 직선 MN과 직선 BD이 평행이고 직선 MN과 직선 PQ가 평행이므로 직선 PQ와 직선 BD는 평행이 된다는 것을 증명하여야 한다. 즉 문제에서 제시되지 않은 정보인 점 M, N을 이용하여야 하기 때문에 문항 초안에 비해 다소 어려워졌다고 볼 수 있다.

[예시문항 2]

● 문항 초안

□ 정육각형의 여섯 꼭지점에서 임의로 세 점을 뽑아 이 세 점을 꼭지점으로 하는 삼각형을 만들 때, 이것이 직각삼각형일 확률은?

① $\frac{2}{5}$ ② $\frac{9}{20}$ ③ $\frac{1}{2}$

④ $\frac{11}{20}$ ⑤ $\frac{3}{5}$

● 최종 문항

□ 좌표평면에서 원 $x^2+y^2=1$ 위에 있는 7개의 점

$$\mathrm{P}_1(1,\ 0),\ \mathrm{P}_2\left(\frac{\sqrt{2}}{2},\ \frac{\sqrt{2}}{2}\right),\ \mathrm{P}_3\left(\frac{1}{2},\ \frac{\sqrt{3}}{2}\right),\ \mathrm{P}_4(0,\ 1),$$
$$\mathrm{P}_5\left(-\frac{\sqrt{2}}{2},\ \frac{\sqrt{2}}{2}\right),\ \mathrm{P}_6(-1,\ 0),\ \mathrm{P}_7\left(-\frac{\sqrt{3}}{2},\ -\frac{1}{2}\right)$$

에서 임의로 세 점을 선택할 때, 이 세 점을 꼭지점으로 하는 삼각형이 직각삼각형일 확률은? [4점]

① $\frac{1}{7}$ ② $\frac{6}{35}$ ③ $\frac{1}{5}$

④ $\frac{8}{35}$ ⑤ $\frac{9}{35}$

● 설명

문항 초안에서 '직각삼각형의 빗변은 그 삼각형의 외접원의 지름이 된다' 는 사실을 이용하여 확률 계산을 할 수 있는지를 묻고자 하였다. 그러나 문항 초안이 기출 문항으로 판정됨에 따라 동일한 요소를 묻기 위해 최종 문항과 같이 수정하였다.

문항 초안에서는 정육각형의 꼭지점 중에서 외접원의 두 점을 뽑아서 지름이 되는 경우만을 살펴보면 되지만 최종 문항에서는 몇 가지 경우로 분류하여 경우의 수를 세어야 하기 때문에 다소 어려워졌다고 볼 수 있다.

바. 난이도 조정이 필요한 경우

[예시문항 1]

● 문항 초안

□ 두 이차정사각행렬 A와 B에 대하여

$$AB+A=E,\ AB+BA=A+B$$

일 때, 〈보기〉에서 옳은 것을 모두 고른 것은?

〈보 기〉

ㄱ. 행렬 A가 역행렬을 갖는다.
ㄴ. $AB=BA$
ㄷ. 행렬 B가 역행렬을 갖는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

● 최종 문항

□ 두 이차정사각행렬 A와 B에 대하여

$$AB+A=E$$
$$AB+BA=A+B$$

일 때, 〈보기〉에서 옳은 것을 모두 고르면? (단, E는 단위행렬이다.) [4점]

〈보 기〉

ㄱ. 행렬 A의 역행렬은 $B+E$이다.
ㄴ. $AB=BA$
ㄷ. 행렬 B가 역행렬을 갖는다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

● 설명

문항 초안을 해결하기 위해서는 〈보기〉에서 먼저 $AB+A=E$을 이용하여 ‘ㄱ’ 이 참임을 증명하고, 이를 이용하여 ‘ㄴ’ 이 참임을 증명하여야 한다. 다음에 ‘ㄱ’ 과 ‘ㄴ’ 이 참이라는 것과 $AB+BA=A+B$을 이용하여 ‘ㄷ’ 이 참이 됨을 증명하여야 한다.

이 때, ‘ㄱ’ 이 참일 경우 행렬 A와 그 역행렬 A^{-1} 에 대하여 $AA^{-1}=A^{-1}A=E$이 성립한다는 것, 즉 행렬 A와 그 역행렬 A^{-1}는 곱셈에 대하여 교환법칙이 성립한다는 사실을 이용한다면 ‘ㄴ’ 은 직관적으로 참이라는 것을 알 수 있다.

그러나 검토 교사의 검토 결과, ‘ㄱ’ 이 참이 된다는 것은 쉽게 알았지만 $AB+A=E$만을 이용하여 ‘ㄴ’ 이 참이 된다는 사실을 밝힐 수 있다는 것은 알아차리지 못하였다. 대부분의 검토자가 ‘ㄱ’ 이 참이 된다는 것을 밝히고, ‘ㄷ’ 이 참임을 밝힌 후 ‘ㄴ’ 이 참임을 증명하려고 시도하면서 어려움을 겪었다.

그래서 〈보기〉에서 ‘ㄱ’ 을 다소 수정하여 ‘행렬A의 역행렬은 $B+E$이다’ 와 같이 제시하였다. 이렇게 할 경우 $A(B+E)=AB+A$라는 사실, $(B+E)A=BA+A$라는 사실, $A(B+E)=(B+E)A=E$라는 사실을 이용하라는 것을 암시하게 되어 문항 초안에 비해 최종 문항이 다소 쉬워질 수 있다.

본 문항의 핵심은 $AB+A=E$만을 이용하여 ‘ㄱ’ 과 ‘ㄴ’ 이 참이 된다는 것을 밝힐 수 있다면 ‘ㄷ’ 은 비교적 쉽게 증명된다.

본 문항을 출제하기 전에 반드시 고려하여야 하는 점은 두 조건 $AB+A=E$과 $AB+BA=A+B$을 만족하는 행렬 A, B가 존재하는가에 대한 것이다.

만약 두 조건을 만족하는 행렬 A, B가 존재하지 않는다면, 문항 자체에 대한 오류 시비가 생길 수 있기 때문이다.

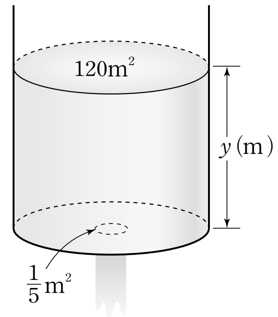
그래서 출제 과정에서 $A=\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -\frac{1}{3} & 0 \end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix} -1 & -3 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$라는 행렬을 찾았으며 두 행렬이 문제의 두 조건을 만족한다는 사실을 밝힘으로써 문항 자체에 대한 오류 시비 가능성을 점검하였다.

[예시문항 2]

● 문항 초안

단면의 넓이가 120m^2로 일정하고 높이가 5m인 물탱크에 물이 가득 차 있다. 이 물탱크의 바닥에 있는 단면의 넓이가 0.2m^2인 구멍으로 물을 빼고 있다. 물탱크의 바닥으로부터 수면까지의 높이가 $y(\text{m})$일 때 빠져나가는 물의 속력 v(m/초)는 $v=\sqrt{20y}$로 주어진다고 하자. 물높이가 5m에서 $\frac{5}{4}\text{m}$로 줄 때까지 걸리는 시간을 구하시오.

● 수정 문항



□ 그림처럼 단면의 넓이가 120m^2로 일정한 원통형의 물탱크에 물이 5m까지 차 있다. 이 물탱크의 바닥 중앙에 있는 넓이 $\frac{1}{5}\text{m}^2$인 구멍으로 물을 빼내고 있다. 물탱크의 바닥으로부터 수면까지의 높이가 y(m)일 때, 빼내는 물의 속력 v(m/초)는 $v=\sqrt{20y}$라 하자.다음은 이 식을 이용해서 물높이가 5m에서 $\frac{5}{4}$m로 줄 때까지 걸리는 시간을 계산한 것이다.

〈풀이〉

구하는 시간을 T라 하자. 물높이가 5m일 때 빼내는 물의 순간의 속력은 10(m/초)이지만 물높이가 $\frac{5}{4}$일 때의 빠져나가는 물의 순간 속력은 5(m/초)로 줄어든다. v와 y가 시간에 따라 변하므로 v와 y의 관계식 $v=\sqrt{20y}$를 t로 미분해서 v와 y의 시간에 따른 변화율을 계산하면

$$\frac{dv}{dt}=\frac{10}{\sqrt{20y}}\frac{dy}{dt}=\frac{10}{v}\frac{dy}{dt}\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

$\frac{dy}{dt}$를 구하기 위해서 물탱크의 물의 양의 순간 변화율과 빠져나가는 물의 양의 식으로 표현하면

$$\boxed{\text{(가)}}\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

(2)식에서 얻은 $\frac{dy}{dt}$를 (1) 식에 대입하면

$$\frac{dv}{dt}=\boxed{}$$

따라서 물의 속력이 10(m/초)에서 5(m/초)로 줄 때까지 걸린 시간 T초는

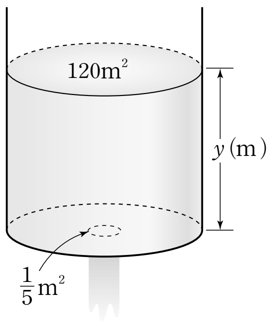
$$T=\boxed{\text{(나)}}$$

위의 풀이에서 (가), (나)에 알맞은 것을 차례로 나열한 것은?

	(가)	(나)
①	$120\dfrac{dy}{dt}=-\dfrac{v}{5}$	250
②	$120\dfrac{dy}{dt}=-\dfrac{v}{15}$	300
③	$120\dfrac{dy}{dt}=-\dfrac{v}{10}$	200
④	$120\dfrac{dy}{dt}=-\dfrac{v}{10}$	250
⑤	$120\dfrac{dy}{dt}=-\dfrac{v}{10}$	300

● 최종 문항

□ 단면의 넓이가 $120(\text{m}^2)$로 일정한 원통형의 물탱크에 물이 5(m)까지 차 있다. 이 물탱크의 바닥 중앙에 있는 넓이 $\frac{1}{5}(\text{m}^2)$인 구멍으로 물이 빠지고 있다. 물탱크의 바닥으로부터 수면까지의 높이가 y(m)일 때, 빠져나가는 물의 속력 v(m/초)는 $v=\sqrt{20y}$로 주어진다고 하자. 다음은 이 식을 이용해서 물의 높이가 5(m)에서 $\frac{5}{4}$(m)로 줄어들 때까지 걸리는 시간을 계산한 것이다.



〈풀이〉

v와 y가 시간에 따라 변하므로 v와 y의 관계식 $v=\sqrt{20y}$를 t에 관하여 미분하여 v와 y의 시간에 따른 변화율 사이의 관계식을 구하면

$$\frac{dv}{dt}=\frac{10}{\sqrt{20y}}\frac{dy}{dt}=\frac{10}{v}\frac{dy}{dt} \cdots\cdots (1)$$

한편, 물탱크에 있는 물의 양의 순간변화율은 그 순간 빠져나가는 물의 양과 부호만 다르므로

$\boxed{(가)}$ ······ (2)

(2)식에서 얻은 $\dfrac{dy}{dt}$를 (1) 식에 대입하여 정리하면

$$\frac{dv}{dt}=-\frac{1}{60}$$

따라서 구하는 시간은 $\boxed{(나)}$(초)이다.

위의 풀이에서 (가), (나)에 알맞은 것을 차례로 나열한 것은? [4점]

	(가)	(나)
①	$120\dfrac{dy}{dt}=-\dfrac{v}{5}$	240
②	$120\dfrac{dy}{dt}=-\dfrac{v}{5}$	300
③	$120\dfrac{dy}{dt}=-\dfrac{v}{10}$	180

수리 영역

④ $120\dfrac{dy}{dt}=-\dfrac{v}{10}$ 240

⑤ $120\dfrac{dy}{dt}=-\dfrac{v}{10}$ 300

● 설명

이 문항은 변화율을 응용하여 현실적인 문제를 해결할 수 있는지를 알아보는 문항이다. 이러한 종류의 외적 문제해결 문항을 제작할 때에는 반드시 현실적으로 유의미한가를 고려하여야 하기 때문에 물리학 전공 교수로부터 학문적으로 오류가 없는지를 검토 받았다.

일반적으로 빠져나가는 물의 순간 속력은 $v=\sqrt{2gy}$(g는 중력가속도)로 나타낼 수 있으며, $g=9.8$(m/sec)이기 때문에 문제에서 설정한 상황은 적절하다는 의견이 있었다.

문항 초안에 대한 검토 결과, 모든 검토자가 같은 답을 구하였으나, 틀린 답을 구하였다. 비록 문항 자체에 오류가 없지만 검토자들이 모두 틀린 점에 비춰볼 때, 학생들에게 지나치게 어렵다고 판단하여 단답형 문항이었던 것을 5지선다형으로 바꾸고 또한 풀이 과정의 일부를 제시함으로써 수정 문항과 같이 일부 수정하였다.

수정 문항의 〈풀이〉 과정 중에 $\dfrac{dv}{dt}$의 값을 제시하지 않았는데, 그 이유는 $\dfrac{dv}{dt}$의 값을 알면 (나)에 들어갈 내용을 금방 알 수 있다는 의견이 있었기 때문이다.

수정 문항에 대한 검토 결과 〈풀이〉의 지문이 길어 이해하는 데 시간이 많이 걸린다는 의견과 $\dfrac{dv}{dt}$의 값을 제시하더라도 문항 자체가 쉽지 않다는 의견이 있었다. 이에 따라 최종 문항에서는 〈풀이〉 중에서 불필요한 지문을 최대한 줄이고, $\dfrac{dv}{dt}$의 값도 제시함으로써 문항을 보다 쉽게 만들었다.

집 필 진

박 선 화

박 문 환

이 봉 주

대학수학능력시험 출제 매뉴얼
수리 영역

발행일 2004년 12월 일
발행인 정 강 정
발행처 **한국교육과정평가원**
서울특별시 종로구 삼청동 25－1
전 화 : (02) 3704－3704
F A X : (02) 3704－3710
홈페이지 : http://www.kice.re.kr
ISBN

집 필 진

박 선 화 (한국교육과정평가원)

박 문 환 (한국교육과정평가원)

이 봉 주 (한국교육과정평가원)

대학수학능력시험 출제 매뉴얼
수리 영역

발행일 2004년 12월 일
발행인 정 강 정
발행처 **한국교육과정평가원**
서울특별시 종로구 삼청동 25－1
전 화 : (02) 3704－3704
F A X : (02) 3704－3710
홈페이지 : http://www.kice.re.kr
ISBN 89-8472-832-2 94370