

문항카드 4-①

1. 일반정보

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 2교시 / 수학 1	
출제범위	교육과정 과목명	미적분 I
	핵심개념 및 용어	함수의 증가와 감소
답안 작성 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[수학 1]

다음 <제시문 1> ~ <제시문 3>을 읽고 [수학 1 - i], [수학 1 - ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문 1> 함수 $h(x)$ 가 열린 구간 (a, b) 에서 미분가능하고 $h'(x) > 0$ 이면 이 구간에서 함수 $h(x)$ 는 증가한다.

<제시문 2> 함수 $h(x)$ 가 열린 구간 (a, b) 에서 미분가능하고 $h'(x) < 0$ 이면 이 구간에서 함수 $h(x)$ 는 감소한다.

<제시문 3> 함수 $f(x)$ 는 $f(x) = x^4 - 14x^2 - 24x + 27$ 로 정의된다.

[수학 1 - i] <제시문 3>에서 정의된 함수 $f(x)$ 에 대하여 $y = f(x)$ 의 그래프와 $y = k$ (k 는 실수)의 그래프가 서로 다른 4개의 점에서 만난다고 할 때, 실수 k 의 범위를 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ii] <제시문 3>에서 정의된 함수 $f(x)$ 에 대하여 $y = f(x)$ 의 그래프와 $y = mx^2 + r$ 의 그래프가 서로 다른 4개의 점에서 만나는 실수 r 이 존재한다고 할 때, 실수 m 의 범위를 구하고 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

함수를 이해하는 가장 중요한 방법 중의 하나는 함수의 그래프를 그리는 것이다. 본 문제는 도함수를 이용하여 함수의 증감을 판별하고 함수의 개형을 파악할 수 있는지 평가한다. 두 함수의 그래프의 교점을 방정식의 해를 통해서 이해하는 능력을 평가한다.

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
제시문 1	교육과정	[미적분 I] - (다) 다항함수의 미분법 - ㉓ 도함수의 활용 ③함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.
	성취기준·성취수준	미적1333. 함수의 증가, 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다. (상) 다항함수의 극값을 구하고, 그 과정을 설명할 수 있다.
제시문 2	교육과정	[미적분 I] - (다) 다항함수의 미분법 - ㉓ 도함수의 활용 ③함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.
	성취기준·성취수준	미적1333. 함수의 증가, 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다. (상) 다항함수의 극값을 구하고, 그 과정을 설명할 수 있다.
제시문 3	교육과정	[미적분 I] - (다) 다항함수의 미분법 - ㉓ 도함수의 활용 ④함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.
	성취기준·성취수준	미적1334. 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. (상) 다항함수의 그래프의 개형을 그리고, 그 과정을 설명할 수 있다.
문제 1 - i	교육과정	[미적분 I] - (다) 다항함수의 미분법 - ㉓ 도함수의 활용 ④함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.
	성취기준·성취수준	미적1334. 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. (상) 다항함수의 그래프의 개형을 그리고, 그 과정을 설명할 수 있다.
문제 1 - ii	교육과정	[미적분 I] - (다) 다항함수의 미분법 - ㉓ 도함수의 활용 ④함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.
	성취기준·성취수준	미적1334. 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. (상) 다항함수의 그래프의 개형을 그리고, 그 과정을 설명할 수 있다.

- ※ 1. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 8] “수학과 교육과정”
 2. 교육과학기술부 발간 「2009 개정 교육과정에 따른 성취기준·성취수준: 고등학교 수학」
 (교육과학기술부 발간등록번호 11-1341000-002322-01)

나) 자료 출처

교과서 내				
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
미적분 I	신향균 외	지학사	2018	115-124
미적분 I	류희찬 외	천재교과서	2018	125-133

5. 문항 해설

[수학 1- i] 도함수를 이용하여 함수의 개형을 파악하는 능력을 평가하는 문제이다.

[수학 1- ii] 함수의 개형이 주어진 조건을 만족할 필요충분조건을 도함수를 이용하여 알아내는 능력을 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
수학 1- i	$f(x)$ 가 극대, 극소가 되는 x 값을 구한다.	3점
	k 의 범위를 구한다.	3점
수학 1- ii	r 이 존재할 필요충분조건을 설명한다.	5점
	$g'(x)$ 의 조건을 구한다.	5점
	$g''(x)$ 의 조건을 구한다.	5점
	m 의 범위를 구한다.	9점

7. 예시 답안

[수학 1- i]

$f'(x) = 4x^3 - 28x - 24 = 4(x+2)(x+1)(x-3)$ 이므로 $f(x)$ 는 -2 에서 극소, -1 에서 극대, 3 에서 극솟값을 갖는다. $f(-2) = 35$, $f(-1) = 38$, $f(3) = -90$ 이므로 k 의 범위는 $35 < k < 38$ 이다.

I 선행학습
영향평가
대상 문항

II 선행학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

[수학 1- ii]

$g(x) = x^4 - (m+14)x^2 - 24x$ 라 하면 문제의 조건은 $y = g(x)$ 와 $y = r - 27$ 이 서로 다른 4개의 해를 갖는 실수 r 이 존재하는 것과 같다. 이러할 필요충분조건은 $y = g(x)$ 가 $x = a$ 에서 극소, $x = b$ 에서 극대, $x = c$ 에서 극솟값을 갖는 실수 $a < b < c$ 가 존재하는 것이다. 이는 $y = g'(x)$ 가 x 축과 서로 다른 세 점에서 만나는 것과 필요충분조건이다. $g'(x) = 4x^3 - 2(m+14)x - 24 = 0$ 이 서로 다른 세 실 근을 가질 필요충분조건은 $g''(x) = 12x^2 - 2(m+14) = 0$ 의 두 근 $\pm\alpha$ 이 실수이며 $g'(-\alpha) > 0$ 와 $g'(\alpha) < 0$ 을 만족하는 것이다. 여기서 $\alpha = \sqrt{\frac{m+14}{6}}$ 이다. 이를 계산하면 $\alpha > \sqrt[3]{3}$ 이 되고 $m > 6\sqrt[3]{9} - 14$ 을 얻는다.

문항카드 4-②

1. 일반정보

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 2교시 / 수학 2	
출제범위	교육과정 과목명	수학 I, 수학 II, 미적분 I
	핵심개념 및 용어	도형의 방정식, 수열, 수열의 극한
답안 작성 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[수학2]

다음 <제시문 1> ~ <제시문 3>을 읽고 [수학 2 - i] ~ [수학 2 - iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문 1>

자연수 n 에 대하여 다음이 성립한다.

$$\sum_{k=1}^n k = 1 + 2 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$\sum_{k=1}^n k^2 = 1^2 + 2^2 + \dots + n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

<제시문 2>

함수 $y=f(x)$ 는 $0 \leq x \leq 2$ 일 때 $f(x) = 1 - |1-x|$ 를 만족하고, 음이 아닌 모든 실수 x 에 대하여 $f(x+2) = f(x)$ 를 만족한다. 이때, 아래 그림의 색칠한 부분과 같이 부등식 $\frac{x}{m} \leq y \leq f(x)$ 를 만족하는 제1사분면에 있는 점들의 집합을 P 라 하고, 영역 P 의 넓이를 $g(m)$ 이라고 하자. (단, $m > 1$ 인 실수)

I 선행학습
영향평가
대상 문항

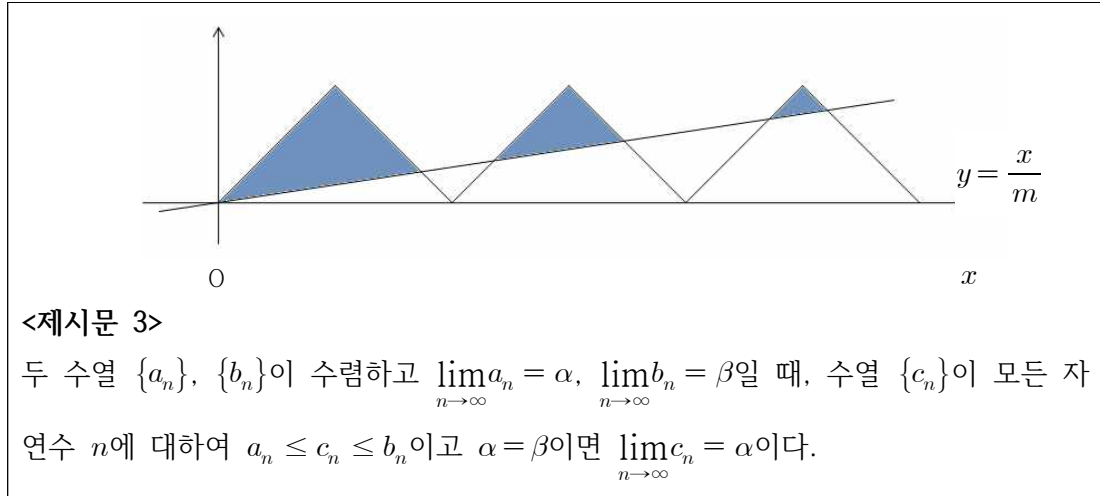
II 선행학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록



[수학 2 - i] <제시문 2>에서 $m=4$ 일 때, $g(4)$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - ii] 양의 실수 m 이 자연수 n 에 대하여 $2n-1 \leq m < 2n+1$ 을 만족할 때, <제시문 2>에서 $3(n-g(m))$ 의 값은 어떤 다항식 $f(n)$ 에 대하여 $3(n-g(m)) = \frac{f(n)}{m+1} - \frac{f(n-1)}{m-1}$ 로 쓰여진다. 이때, 다항식 $f(n)$ 을 n 에 대한 식으로 표현하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - iii] <제시문 2>에서 극한 $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{g(m)}{m}$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

실생활의 다양한 상황을 수식으로 표현하여 원하는 물리적 양을 도출하는 것에, 수학적 사고능력이 요구된다. 특히, 직선과 그 방정식은 그러한 수식표현에서 가장 기본이 되는 것으로, 본 문제는 다양한 직선으로 정의되는 영역의 넓이를 적절히 수식화 할 수 있는지, 그리고 수열의 합을 구할 수 있는지, 특정 극한의 값을 논리적으로 도출할 수 있는지를 복합적으로 평가하고자 한다. 고교 교과 과정 중 도형의 방정식, 수열, 수열의 극한 등의 영역에서 출제되었다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
제시문 1	교육과정	[수학 III] - (다) 수열 - ㉔ 수열의 합 ②여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.
	성취기준·성취수준	[수학 III] - (3) 수열 - (나) 수열의 합 수학2322. 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.
제시문 2	교육과정	[수학 I] - (다) 도형의 방정식 - ㉑ 부등식의 영역 ①부등식의 영역의 의미를 이해한다.
	성취기준·성취수준	[수학 I] - (3) 도형의 방정식 - (마) 부등식의 영역 수학1351-3. 연립부등식의 영역을 나타낼 수 있다.
제시문 3	교육과정	[미적분 I] - (가) 수열의 극한 - ㉑ 수열의 극한 ②수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.
	성취기준·성취수준	[미적분 I] - (1) 수열의 극한 - (가) 수열의 극한 미적1112. 수열의 극한에 관한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.
수학 2- i	교육과정	[수학 I] - (다) 도형의 방정식 - ㉑ 부등식의 영역 ①부등식의 영역의 의미를 이해한다.
	성취기준·성취수준	[수학 I] - (3) 도형의 방정식 - (마) 부등식의 영역 수학1351-3. 연립부등식의 영역을 나타낼 수 있다.
수학 2- ii	교육과정	[수학 III] - (다) 수열 - ㉔ 수열의 합 ②여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.
	성취기준·성취수준	[수학 III] - (3) 수열 - (나) 수열의 합 수학2322. 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.
수학 2- iii	교육과정	[미적분 I] - (가) 수열의 극한 - ㉑ 수열의 극한 ②수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.
	성취기준·성취수준	[미적분 I] - (1) 수열의 극한 - (가) 수열의 극한 미적1112. 수열의 극한에 관한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.

- ※ 1. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 8] “수학과 교육과정”
 2. 교육과학기술부 발간 「2009 개정 교육과정에 따른 성취기준·성취수준: 고등학교 수학」(교육과학기술부 발간등록번호 11-1341000-002322-01)

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

나) 자료 출처

교과서 내				
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
수학 I	이강섭 외	미래엔	2018.3.1	203-219
수학 II	황선욱 외	좋은책신사고	2018.3.1	118-127
미적분 I	김창동 외	(주) 교학사	2018.3.1	12-28
수학 I	류희찬 외	천재교과서	2018.3.1	200-217
수학 II	이준열 외	천재교육	2018.3.1	136-151
미적분 I	이준열 외	천재교육	2018.3.1	12-31

5. 문항 해설

본 문제는 좌표평면에서 다양한 직선에 의해 정의된 영역의 넓이를 직선의 방정식의 해를 통해 구하고, 이를 특정한 수열의 합으로 표현하여 유의미한 극한의 값을 논리적으로 찾아낼 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학 2- i] 직선의 방정식의 해를 통해 특정한 삼각형의 넓이를 구할 수 있는지 평가하는 문제이다.

[수학 2- ii] 자연수 n 에 대하여 정의된 영역의 넓이를 n 에 대한 식으로 표현할 수 있는지 평가하는 문제이다.

[수학 2- iii] 함수의 극한에 대한 성질을 이용하여, 특정 극한값을 유도할 수 있는지 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
수학 2- i	$g(4)$ 의 값을 구할 수 있다.	5점
수학 2- ii	영역 P 를 이루는 각각의 삼각형의 꼭짓점의 좌표를 구할 수 있다.	5점
	영역 P 를 이루는 각각의 삼각형의 넓이를 구할 수 있다.	5점
수학 2- iii	$f(n)$ 을 n 에 대한 식으로 표현할 수 있다.	5점
	$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{n}{m} = \frac{1}{2}$ 임을 알 수 있다.	2점
	극한 $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{g(m)}{m}$ 의 값을 구할 수 있다.	8점

7. 예시 답안

[수학 2 - i]

함수 $y = \frac{x}{4}$ 의 그래프와 $y = f(x)$ 의 그래프가 제1사분면에서 만나는 점은

$$O = (0, 0), \left(\frac{8}{5}, \frac{2}{5}\right), \left(\frac{8}{3}, \frac{2}{3}\right), \left(\frac{16}{5}, \frac{4}{5}\right)$$

이고, 영역 P 는 두 개의 삼각형으로 이루어져 있다.

첫 번째 삼각형의 넓이는 $\frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{4}\right) \times \frac{8}{5} = \frac{3}{5}$ 이고, 두 번째 삼각형의 넓이는

$\frac{1}{2}\left(1 - \frac{3}{4}\right)\left(\frac{16}{5} - \frac{8}{3}\right) = \frac{1}{15}$ 이다. 이로부터 $g(4) = \frac{3}{5} + \frac{1}{15} = \frac{2}{3}$ 를 얻을 수 있다.

[수학 2 - ii]

자연수 $1 \leq \ell \leq n$ 에 대하여 영역 P 에서 x 축의 닫힌 구간 $[2\ell - 2, 2\ell]$ 위에 놓인 부분은 다음의 세 점

$$(2\ell - 1, 1), \left(\frac{(2\ell - 2)m}{m - 1}, \frac{2\ell - 2}{m - 1}\right), \left(\frac{(2\ell)m}{m + 1}, \frac{2\ell}{m + 1}\right)$$

을 꼭짓점으로 하는 삼각형이다. 따라서 이 부분의 넓이는

$$\frac{1}{2}\left(1 - \frac{2\ell - 1}{m}\right)\left(\frac{(2\ell)m}{m + 1} - \frac{(2\ell - 2)m}{m - 1}\right) = 1 + 2\left(\frac{(\ell - 1)^2}{m - 1} - \frac{\ell^2}{m + 1}\right)$$

이고, 이를 더해서

$$g(m) = \sum_{\ell=1}^n \left(1 + \frac{2(\ell - 1)^2}{m - 1} - \frac{2\ell^2}{m + 1}\right) = n + \frac{1}{3}\left(\frac{(n - 1)n(2n - 1)}{m - 1} - \frac{n(n + 1)(2n + 1)}{m + 1}\right)$$

를 얻을 수 있다. 따라서 문제의 식은

$$3(n - g(m)) = \frac{n(n + 1)(2n + 1)}{m + 1} - \frac{(n - 1)n(2n - 1)}{m - 1}$$

이 되고 $f(n) = n(n + 1)(2n + 1)$ 임을 알 수 있다.

[수학 2 - iii]

부등식 $2n - 1 \leq m < 2n + 1$ 을 만족하는 n 에 대하여 $1 - \frac{1}{m} < 2\left(\frac{n}{m}\right) \leq 1 + \frac{1}{m}$ 이므로,

$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{n}{m} = \frac{1}{2}$ 가 된다. [수학 2 - ii]로부터

$$\frac{g(m)}{m} = \frac{n}{m} - \frac{1}{3}\left(\frac{n}{m}\right)\left(\frac{(n + 1)(2n + 1)}{m + 1} - \frac{(n - 1)(2n - 1)}{m - 1}\right)$$

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

$$= \frac{n}{m} - \frac{1}{3} \left(\frac{n}{m} \right) \left(\frac{6nm - 4n^2 - 2}{(m+1)(m-1)} \right) = \frac{n}{m} - \frac{1}{3} \left(\frac{n}{m} \right) \frac{6 \left(\frac{n}{m} \right) - 4 \left(\frac{n}{m} \right)^2 - \frac{2}{m^2}}{\left(1 + \frac{1}{m} \right) \left(1 - \frac{1}{m} \right)}$$

를 얻게 된다. 따라서, $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{g(m)}{m}$ 의 값은 $\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} \times \left(6 \times \frac{1}{2} - 4 \times \left(\frac{1}{2} \right)^2 \right) = \frac{1}{6}$ 이다.

문항카드 4-③

1. 일반정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 2교시 / 물리 I	
출제범위	교육과정 과목명	물리 I
	핵심개념 및 용어	패러데이 법칙, 렌즈 법칙, 유도 기전력, 유도 전류, 열기관, 열효율
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[물리 I]

다음 <제시문 1>, <제시문 2>를 읽고 [물리 I - i], [물리 I - ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

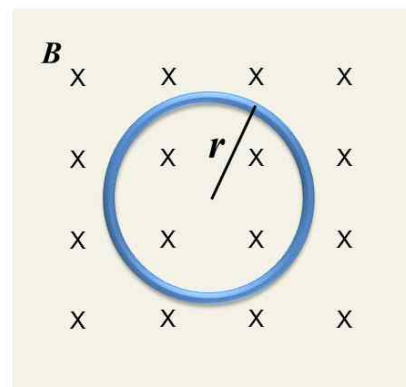
<제시문 1>

자석을 코일에 가까이하거나 멀리하면 코일 양단에 기전력이 발생한다. 이를 유도 기전력이라 하며, 이때 코일에 발생한 전류를 유도 전류라고 한다.

<제시문 2>

열에너지를 유용한 일로 바꾸는 장치를 열기관이라고 한다. 이때 열기관의 열효율(e)은 높은 온도의 열원에서 공급된 열(Q)중에서 얼마만큼이 일(W)로 변환되었는지에 따라 결정된다.

[물리 I - i] 그림은 지면에 수직으로 들어가는 균일한 자기장(B) 영역에 반지름이 r 인 원형 도선이 자기장에 수직으로 놓여 있는 것을 나타낸 것이다. (단, 원주율 π 는 3.0으로 계산하시오.)



(가) 시간에 따라 자기장의 방향은 변하지 않고 자기장의 세기만 증가할 때와 감소할 때, 지면 위에서 본 원형 도선에 유도되는 전류의 방향(즉, 시계방향 \cup 또는 반시계방향 \cup)을 각각 나타내고 그 근거를 제시하시오.

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

(나) 반지름 $r = 0.5\text{ m}$ 이고, 0.3초 동안의 시간 변화에 따라 일정한 비율로 자기장의 세기만 1T에서 5T로 증가하였다. 자기장의 세기가 변하는 동안 원형 도선에 발생하는 유도 기전력의 크기를 구하고 그 근거를 제시하시오.

(다) (나)의 원형 도선을 원둘레와 같은 둘레길이를 가진 정사각형 도선으로 만든 후, (나)와 동일한 조건(즉, 0.3초 동안의 시간 변화에 따라 일정한 비율로 자기장의 세기만 1T에서 5T로 증가함)으로 실험을 한 경우, 자기장의 세기가 변하는 동안 정사각형 도선에 발생하는 유도 기전력의 크기를 구하고 그 근거를 제시하시오.

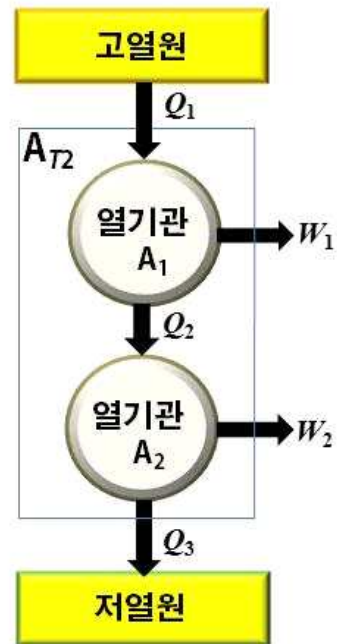
[물리 I - ii] 그림과 같이 두 개의 열기관 A_1 과 A_2 가 서로 연결되어 있다. 열기관 A_1 은 고열원으로부터 열 Q_1 을 흡수하여 외부로 W_1 의 일을 하고 열기관 A_2 로 열 Q_2 를 방출한다. 열기관 A_2 는 열기관 A_1 로부터 열 Q_2 를 흡수하여 외부로 W_2 의 일을 하고 저열원으로 열 Q_3 을 방출한다.

(가) 열기관 A_1 과 A_2 의 열효율은 각각 e_1 과 e_2 이다.

이때 열효율의 비 $\frac{e_1}{e_2}$ 을 Q_1 , Q_2 , Q_3 을 이용하여 나타내고 그 근거를 제시하시오.

그리고, $Q_2 = \frac{1}{2} Q_1$, $Q_3 = \frac{1}{2} Q_2$ 일 경우, 열효율의 비

$\frac{e_1}{e_2}$ 을 숫자로 나타내시오.



(나) (가)의 열기관 A_1 과 A_2 를 합친 열기관 A_{T2} 의 열효율은 e_{T2} 이다. 이때 열효율 e_{T2} 를 Q_1 , Q_3 을 이용하여 나타내고 그 근거를 제시하시오.

그리고, $Q_3 = \frac{1}{4} Q_1$ 일 경우, 열효율 e_{T2} 를 숫자로 나타내시오.

(다) 총 N 개의 열기관이 순차적으로 일렬로 연결되어 있고, 마지막 N 번째 열기관 A_N 은 열기관 A_{N-1} 으로부터 $Q_N = \left(\frac{1}{2}\right)^{N-1} Q_1$ 을 흡수하여 외부로 W_N 의 일을 하고 저열원으로 $Q_{N+1} = \left(\frac{1}{2}\right)^N Q_1$ 을 방출한다. 이때 열기관 A_N 의 열효율이 e_N 이라고 하면, 열효율의 비 $\frac{e_1}{e_N}$ 과 열기관 $A_1, A_2, \dots, A_{N-1}, A_N$ 모두를 합친 열기관 A_{TN} 의 열효율 e_{TN} 을 각각 구하고 그 근거를 제시하시오.

3. 출제 의도

- 패러데이 법칙과 렌츠 법칙을 이해하고, 이를 적용하여 유도 기전력과 유도 전류가 어떻게 발생하는지에 대한 기본 원리를 실제문제를 통하여 적용할 수 있는지를 평가한다.
- 열기관의 원리와 열효율의 정의를 이용하여, 열역학 제2법칙을 설명할 수 있는지를 평가한다.

I 선행학습
영향평가
대상 문항

II 선행학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정” 교육과학기술부 고시 제2009-41호[별책9]에 따른 “고교 과학과 교육과정 해설서”		
성취기준 / 영역별 내용	제시문 1	교육 과정 문서	(2) 물질과 전자기장 (가) 전자기장 ⑤ 자기전속이 시간에 따라 변화할 때 유도 기전력이 회로에 유도된다는 패러데이 법칙을 이해함으로써 유도 전류의 개념을 설명할 수 있다.
		교육 과정 해설서	<ul style="list-style-type: none"> - 정지한 전하 주위에는 전기장이 발생함을 전기력선의 개념을 이용하여 이해한다. - 전기장 속의 도체에는 정전기 유도 현상이 발생하고, 부도체에서는 유전 분극이 발생함을 원자 모형으로 설명할 수 있다. - 전류 주위에 자기장이 발생함을 자기력선 개념을 이용하여 이해한다. - 자성이 전자의 스핀이나 궤도운동에 의해 생김을 이해한다. - 자기전속이 시간에 따라 변화할 때 유도 기전력이 도선에 유도된다는 패러데이 법칙을 이해함으로써 유도 전류의 개념을 설명할 수 있다.
		교육 과정 문서	(4) 에너지 (나) 힘과 에너지의 이용 ⑤ 열역학 법칙을 정성적으로 이해하고, 열기관의 작동원리와 열효율을 안다.
	제시문 2	교육 과정 해설서	<ul style="list-style-type: none"> - 유체에서 아르키메데스 법칙과 파스칼 법칙을 이해하고, 실생활과 산업에 대한 이용을 안다. - 베르누이 법칙을 이용하여 양력과 마그누스 힘을 이해하고, 항공기와 구기 운동에 대한 이용을 안다. - 열역학 법칙을 정성적으로 이해하고, 열기관의 작동원리와 열효율을 안다. - 열전달, 물질의 상태변화, 기상현상 등이 에너지의 전환과 이동에 의해 일어남을 이해한다. - 전동기, 조명기구, 전열기 등의 작동원리를 이해한다.

성취기준 / 영역별 내용	물리 I - i	교육 과정 문서	(2) 물질과 전자기장 (가) 전자기장 ⑤ 자기속이 시간에 따라 변화할 때 유도 기전력이 회로에 유도된다는 패러데이 법칙을 이해함으로써 유도 전류의 개념을 설명할 수 있다.
		교육 과정 해설서	- 정지한 전하 주위에는 전기장이 발생함을 전기력선의 개념을 이용하여 이해한다. - 전기장 속의 도체에는 정전기 유도 현상이 발생하고, 부도체에서는 유전 분극이 발생함을 원자 모형으로 설명할 수 있다. - 전류 주위에 자기장이 발생함을 자기력선 개념을 이용하여 이해한다. - 자성이 전자의 스핀이나 궤도운동에 의해 생김을 이해한다. - 자기속이 시간에 따라 변화할 때 유도 기전력이 도선에 유도된다는 패러데이 법칙을 이해함으로써 유도 전류의 개념을 설명할 수 있다.
	물리 I - ii	교육 과정 문서	- 열역학 법칙을 정성적으로 이해하고, 열기관의 작동원리와 열효율을 안다.
		교육 과정 해설서	- 유체에서 아르키메데스 법칙과 파스칼 법칙을 이해하고, 실생활과 산업에 대한 이용을 안다. - 베르누이 법칙을 이용하여 양력과 마그누스 힘을 이해하고, 항공기와 구기 운동에 대한 이용을 안다. - 열역학 법칙을 정성적으로 이해하고, 열기관의 작동원리와 열효율을 안다. - 열전달, 물질의 상태변화, 기상현상 등이 에너지의 전환과 이동에 의해 일어남을 이해한다. - 전동기, 조명기구, 전열기 등의 작동원리를 이해한다.

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

나) 자료 출처

교과서 내				
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
물리 I	김영민 외	교학사	2016	131-133
물리 I	곽성일 외	천재교육	2016	114-117
물리 I	김영민 외	교학사	2016	344-345
물리 I	곽성일 외	천재교육	2016	297-298

5. 문항 해설

‘[물리 I]의 탐구 활동은 과학의 본성에 맞도록 구성하며, 탐구 문제의 발견으로부터 결론 도출에 이르기까지의 다양한 탐구기능을 균형 있게 다루도록 한다’는 교육부의 취지에 부합하도록 문항을 구성하였다. 고등학교 교과 과정 [물리 I]의 “물질과 전자기장”단원에서 패러데이의 법칙과 유도 전류의 방향을 결정하는 렌츠 법칙을 다루는 전자기 유도와, “에너지”단원에서 열기관의 원리와 열효율을 설명하고 있는 열역학 법칙에서 문항을 출제하였다. 자기선속이 시간에 따라 변화할 때 유도 기전력이 발생한다는 패러데이 법칙을 이해함으로써 유도 전류를 설명할 수 있고, 에너지 보존에 부합하는 열역학 법칙을 정성적으로 이해하고, 열기관의 작동원리와 열효율을 정량적으로 계산할 수 있는 있는지에 대한 학습능력정도를 평가하고자 하였다. 본 문항은 교과과정에서 배운 자연현상인 전자기 유도현상과 열기관을 이용한 열역학적 에너지 보존현상을 기술하는 물리법칙들을 적용한 응용문항으로서, [물리 I]과정에서 배우는 주제의 이해도를 다각도로 평가하고자 하였다. 특히, 구체적인 물리현상에서 문제를 구성함으로써, 고교 [물리 I] 교과과정에서 배운 물리지식을 바탕으로 자연현상의 원리에 대한 기본적인 이해와 논리적인 사고를 배가시키기 위한 문항을 구성하였다. 본 논술시험 문항을 통하여 자연계에 나타나는 물리 현상에 흥미와 호기심을 가질 수 있고, 새로운 물리 현상과 관련된 문제를 창의적으로 해결하려는 태도를 기를 수 있길 기대한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준		배점
[물리 I-i] (가)	<ul style="list-style-type: none"> • 반시계방향 (증가시) • 시계방향 (감소시) 	(i) 방향 제시 (4점) (ii) 원인 제시 (2점) - 자기력선속(외부자기장과 면적의 곱)의 변화를 방해하는 방향으로 유도 전류 발생	6 점

하위 문항	채점 기준		배 점
	<ul style="list-style-type: none"> • 자기력선속의 변화를 방해하는 방향 	<ul style="list-style-type: none"> - 외부 자기장의 세기가 증가 할 경우 → 반시계방향 유도 전류 발생 → 유도 자기장이 외부 자기장과 반대방향 - 외부 자기장의 세기가 감소할 경우 → 시계방향으로 유도 전류 발생 → 유도 자기장이 외부 자기장과 같은 방향 <p>참고: 원인 제시에서 “렌츠 법칙”이라고만 적은 경우 (1점) 부여</p>	
[물리 I-i] (나)	<ul style="list-style-type: none"> • $V = 10V$ 	<p>(i) 유도 기전력 공식제시 (3점)</p> $V = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = - \frac{\Delta(B \cdot A)}{\Delta t} = - \frac{\pi r^2 \Delta B}{\Delta t}$ <p>(ii) 정답 제시 (3점)</p> $ V = \frac{3.0 \cdot (0.5)^2 \cdot 4}{0.3} = 10V$	6 점
[물리 I-i] (다)	<ul style="list-style-type: none"> • $V = 7.5V$ 	<p>(i) 둘레길이 제시 (2점)</p> $l = \frac{2\pi r}{4} = \frac{2(3)(0.5)}{4} = \frac{3}{4} \text{ m} = 0.75\text{m}$ <p>(ii) 유도 기전력 공식 및 정답 제시 (6점)</p> $ V = \frac{l^2 \cdot \Delta B}{\Delta t} = \frac{\left(\frac{3}{4}\right)^2 \cdot 4}{0.3}$ $= \frac{90}{12} = \frac{15}{2} = 7.5V$	8 점
[물리 I-ii] (가)	<ul style="list-style-type: none"> • $\frac{e_1}{e_2} = \frac{Q_2(Q_1 - Q_2)}{Q_1(Q_2 - Q_3)}$ • $\frac{e_1}{e_2} = 1$ 	<p>(i) 열기관 A₁과 A₂의 열효율 제시 (2점)</p> $e_1 = \frac{W_1}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ $e_2 = \frac{W_2}{Q_2} = \frac{Q_2 - Q_3}{Q_2}$ <p>(ii) 열효율 비 제시 (2점)</p> $\frac{e_1}{e_2} = \frac{Q_2(Q_1 - Q_2)}{Q_1(Q_2 - Q_3)}$	6 점

I 선형학습 영향평가 대상 문항

II 선형학습 영향평가 진행 절차 및 방법

III 고등학교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

IV 문항 분석 결과

V 대학입학전형 반영 계획 및 개선 노력

VI 부록

하위 문항	채점 기준		배 점
		(iii) 올바른 $\frac{e_1}{e_2} = 1$ 값 제시 (2점) 참고: 위 식(ii)를 사용하지 않고 $Q_2 = \frac{1}{2}Q_1$ 과 $Q_3 = \frac{1}{2}Q_2$ 의 관계식만으로 값 1을 제시한 경우 (1점) 부여	
[물리 I-ii] (나)	$\bullet e_{T2} = \frac{Q_1 - Q_3}{Q_1}$ $\bullet e_{T2} = \frac{3}{4}$ (또는 75%)	(i) 전체 열효율 제시 (3점) $e_{T2} = \frac{W_1 + W_2}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_3}{Q_1}$ (iii) 올바른 $e_{T2} = \frac{3}{4}$ 값 제시 (3점)	6 점
[물리 I-ii] (다)	$\bullet \frac{e_1}{e_N} = 1$ $\bullet e_{TN} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^N$	(i) 열효율 비 제시 (2점) $\frac{e_1}{e_N} = \frac{Q_N(Q_1 - Q_2)}{Q_1(Q_N - Q_{N+1})}$ (ii) 올바른 $\frac{e_1}{e_N} = 1$ 값 제시 (2점) 참고: 위 식(i)을 사용하지 않고 값 1만 제시한 경우 (1점) 부여 (iii) 전체 열효율 제시 (2점) $e_{TN} = \frac{W_1 + \dots + W_N}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_{N+1}}{Q_1}$ (iv) 올바른 $e_{TN} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^N$ 값 제시 (2점)	8 점

7. 예시 답안

[물리 I-i]

(가) 원형 도선에 유도된 전류의 방향은 원형 도선을 지나는 자기력선속의 변화를

방해하는 방향으로 생긴다 (렌츠의 법칙). 따라서 시간에 따라 외부 자기장의 세기가 증가할 때는 반시계방향으로 유도 전류가 발생하여 (원형 도선 안쪽에) 유도된 자기장이 외부 자기장과는 반대방향으로 향한다. 반대로 자기장의 세기가 감소할 때는 시계방향으로 유도 전류가 발생하여 (원형 도선 안쪽에) 유도된 자기장이 외부 자기장과 같은 방향으로 향한다.

(나) 패러데이의 법칙에서 유도 기전력은

$$V = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = - \frac{\Delta(B \cdot A)}{\Delta t} = - \frac{\pi r^2 \Delta B}{\Delta t} \text{로 나타낼 수 있다. 여기서,}$$

$r = 0.5 \text{ m}$, $\Delta B = 4 \text{ T}$, $\Delta t = 0.3 \text{ s}$, $\pi \approx 3.0$ 이므로, 위 식에 대입하면 유도

$$\text{기전력의 크기 } |V| = \frac{3.0 \cdot (0.5)^2 \cdot 4}{0.3} = 10 \text{ V가 된다.}$$

(다) 원둘레와 같은 둘레길이를 가진 정사각형 도선일 경우, 정사각형 도선의 한 변의

$$\text{길이 } l \text{은 } 2\pi r = 4l \text{을 이용하면 } l = \frac{2\pi r}{4} = \frac{2(3)(0.5)}{4} = \frac{3}{4} \text{ m} = 0.75 \text{ m이다.}$$

따라서, 정사각형 도선에 유도된 기전력의 크기는

$$|V| = \frac{l^2 \cdot \Delta B}{\Delta t} = \frac{\left(\frac{3}{4}\right)^2 \cdot 4}{0.3} = \frac{90}{12} = \frac{15}{2} = 7.5 \text{ V이다.}$$

[물리 I-ii]

(가) 열기관 A_1 과 A_2 의 열효율은 각각 $e_1 = \frac{W_1}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ 와

$$e_2 = \frac{W_2}{Q_2} = \frac{Q_2 - Q_3}{Q_2} \text{이므로 열효율의 비 } \frac{e_1}{e_2} = \frac{Q_2(Q_1 - Q_2)}{Q_1(Q_2 - Q_3)} \text{이다. } Q_2 = \frac{1}{2} Q_1,$$

$$Q_3 = \frac{1}{2} Q_2 \text{인 경우, 위 식에 대입하면 } \frac{e_1}{e_2} = \frac{\left(\frac{1}{2} Q_1\right)\left(Q_1 - \frac{1}{2} Q_1\right)}{Q_1\left(\frac{1}{2} Q_1 - \frac{1}{4} Q_1\right)} = 1 \text{이 된다.}$$

(나) 전체 열효율

$$e_{T2} = \frac{W_1 + W_2}{Q_1} = \frac{1}{Q_1} [(Q_1 - Q_2) + (Q_2 - Q_3)] = \frac{Q_1 - Q_3}{Q_1} \text{이다. } Q_3 = \frac{1}{4} Q_1 \text{일}$$

$$\text{경우, 위 식에 대입하면 } e_{T2} = \frac{Q_1 - Q_3}{Q_1} = \frac{Q_1 - \frac{1}{4} Q_1}{Q_1} = \frac{3}{4} \text{ (또는 75\%)이 된다.}$$

I 선행학습
영향평가
대상 문항

II 선행학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

(다) 열기관 A_1 과 A_N 의 열효율은 각각 $e_1 = \frac{W_1}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ 와

$e_N = \frac{W_N}{Q_N} = \frac{Q_N - Q_{N+1}}{Q_N}$ 이므로 열효율의 비 $\frac{e_1}{e_N} = \frac{Q_N(Q_1 - Q_2)}{Q_1(Q_N - Q_{N+1})}$ 이다.

$Q_N = \left(\frac{1}{2}\right)^{N-1} Q_1$, $Q_{N+1} = \left(\frac{1}{2}\right)^N Q_1$ 이므로, 위 식에 대입하면

$$\frac{e_1}{e_N} = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^{N-1} \left(\frac{1}{2}\right) Q_1^2}{\left(\left(\frac{1}{2}\right)^{N-1} - \left(\frac{1}{2}\right)^N\right) Q_1^2} = \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^N}{\left(\frac{1}{2}\right)^N (2-1)} = 1 \text{ 이 된다.}$$

전체 열효율 $e_{TN} = \frac{W_1 + \dots + W_N}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_{N+1}}{Q_1}$ 이다. 따라서,

$Q_{N+1} = \left(\frac{1}{2}\right)^N Q_1$ 이므로, 위 식에 대입하면

$$e_{TN} = \frac{1}{Q_1} \left(Q_1 - \left(\frac{1}{2}\right)^N Q_1 \right) = \left(1 - \left(\frac{1}{2}\right)^N \right) \text{ 이 된다.}$$

문항카드 4-④

1. 일반정보

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 2교시 / 화학 I	
출제범위	교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	질량수, 화학 반응식, 결합각, 공유 전자쌍, 비공유 전자쌍, 아미노산, 산과 염기, 산화-환원 반응
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[화학 I]

다음 <제시문 1> ~ <제시문 4>를 읽고 [화학 I - i] ~ [화학 I - v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문 1>

두 가지 이상의 서로 다른 종류의 원소가 결합하여 만들어진 물질을 화합물이라고 한다. 화학식을 사용하여 화학 변화를 나타낸 식을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식을 사용하면 반응 전 물질이나 반응 후 생긴 물질을 나타낼 수 있으므로 화학변화의 과정을 쉽게 알 수 있게 된다.

<제시문 2>

아보가드로 법칙에 따르면 ‘모든 기체는 온도와 압력이 같을 때 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어있다.’ 실험에 의하면 0°C, 1기압에서 기체 분자 1몰이 차지하는 부피는 22.4 L이다.

<제시문 3>

전자의 질량은 양성자나 중성자에 비해 매우 작으므로, 한 원자의 질량은 원자핵의 질량과 거의 같다. 따라서 원자핵 속의 양성자 수와 중성자 수를 합친 것이 그 원자의 질량수이다.

<제시문 4>

아미노산이 물에는 잘 녹지만 유기 용매에 잘 녹지 않는 것은 아미노산이 분자 내에서 이온화되어 극성을 띠기 때문이다. 아미노산은 수용액의 액성에 따라 분자의 존재 형태가 달라진다.

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

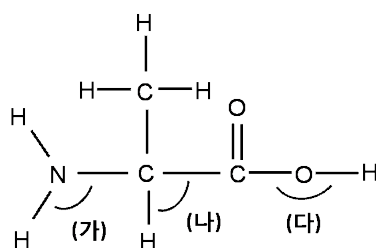
V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

[화학 I - i] 에텐(C₂H₄)과 산소 기체로 이루어진 혼합물의 질량이 176 g이다. 이 혼합물에서 양성자 수의 총합과 중성자 수의 총합의 비는 6:5이다. 이 혼합물에서 에텐의 질량(g)은 얼마인지 구하고 그 근거를 논하시오. (단, 혼합물에서 수소, 탄소, 산소의 원자 번호는 각각 1, 6, 8이며 질량수는 각각 1, 12, 16이다.)

[화학 I - ii] 암모니아와 산소 기체의 반응에 의해 물과 함께 질소 화합물 H₂NOH와 HNO가 각각 99 g과 62 g 얻어졌다. 이 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 소모된 산소 기체의 양이 0°C, 1기압에서 몇 L인지 구하고 그 근거를 논하시오. (단, 수소, 질소, 산소의 원자량은 각각 1, 14, 16이다.)

[화학 I - iii] 다음 그림은 아미노산의 일종인 알라닌의 구조이다. 아래의 그림에 표시된 결합각 (가), (나), (다)를 증가하는 순으로 나타내고 그 근거를 논하시오.



[화학 I - iv] 알라닌을 산성 수용액에 녹인 다음 NaOH 수용액을 천천히 첨가하였더니 용액이 중성을 거쳐 염기성으로 바뀌었다. 산성, 중성, 염기성 용액에서의 알라닌 분자가 서로 다른 존재 형태를 가진다고 할 때, 각각의 존재 형태를 구조식으로 나타내고, 각 구조에서 $\left(\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}} \right)$ 를 구하고 그 근거를 논하시오.

[화학 I - v] 알라닌 0.267 g을 산소와 반응시킨 다음, 탄소를 포함한 물질을 모두 분리한 결과, 일산화탄소와 이산화탄소 혼합물이 얻어졌다. 이 혼합물을 NaOH로 채워진 관에 통과시킨 결과, 관의 무게가 0.264 g 증가하였고 이산화탄소가 모두 제거되었다. 남은 일산화탄소를 이용하여 산화철(Fe₂O₃)을 환원시켜 철(Fe)을 얻고자 할 때 얻을 수 있는 Fe의 최대량이 몇 g일지 구하고 그 근거를 논하시오. (단, 수소, 탄소, 질소, 산소, 철의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16, 56이다.)

3. 출제 의도

화학 I 교과서 내용에 기반하여 화학 반응식과 양적 관계, 원자의 구성입자, 전자쌍 반발 이론, 분자 구조, 탄소 화합물, 산화-환원 반응, 생명 현상에 관여하는 산과 염기 단원에 대한 기본적인 이해를 평가하고자 하였다. 각각의 단원에서 다루어지는 여러 화학적 반응 예시를 통해, 단원 간에 연결되는 개념을 이용하여, 화학적 문제를 해결할 수 있는 이해력을 평가하는 문제를 출제하였다. 이들 문제를 통해 고등학교 화학 I 교과서에 대한 이해 충실도를 평가하려고 하였다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”	
성취기준 / 영역별 내용	제시문 1	(1) 화학의 언어 (마) 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.
	제시문 2	(1) 화학의 언어 (라) 아보가드로 수와 몰의 의미를 이해한다.
	제시문 3	(2) 개성있는 원소 (가) 원자가 양성자, 중성자, 전자로 구성되어 있음을 알고, 지구에서 가장 흔하게 존재하는 H, C, N, O, Fe 등과 같은 원자의 공통점과 차이점을 설명할 수 있다.
	제시문 4	(4) 닳은꼴 화학반응 (바) 암모니아, 아미노산, 핵산과 같은 산과 염기의 화학적 특성을 이해한다.
	화학 I - i	(1) 화학의 언어 (라) 아보가드로 수와 몰의 의미를 이해한다.
		(2) 개성 있는 원소 (가) 원자가 양성자, 중성자, 전자로 구성되어 있음을 알고, 지구에서 가장 흔하게 존재하는 H, C, N, O, Fe 등과 같은 원자의 공통점과 차이점을 설명할 수 있다.
	화학 I - ii	(1) 화학의 언어 (라) 아보가드로 수와 몰의 의미를 이해한다.
		(1) 화학의 언어 (마) 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.
	화학 I - iii	(3) 아름다운 분자 세계 (라) 간단한 분자들의 루이스 구조를 통해 공유 결합의 성질과 쌍극자 모멘트와 관련된 결합의 극성을 설명할 수 있다.
		(3) 아름다운 분자 세계 (마) 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명하고, 분자의 극성과 끓는점 등 물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있다는 사실을 이해한다.

I 선행학습
영향평가
대상 문항

II 선행학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

성취기준 / 영역별 내용	화학 I - iv	(3) 아름다운 분자 세계 (라) 간단한 분자들의 루이스 구조를 통해 공유 결합의 성질과 쌍극자 모멘트와 관련된 결합의 극성을 설명할 수 있다.
		(4) 닳은꼴 화학반응 (바) 암모니아, 아미노산, 핵산과 같은 산과 염기의 화학적 특성을 이해한다.
	화학 I - v	(1) 화학의 언어 (마) 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.
		(4) 닳은꼴 화학반응 (가) 광합성과 호흡, 철광석의 제련과 철의 부식이 산소에 의한 화학적 산화·환원 반응임을 이해한다.

나) 자료 출처

교과서 내				
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
화학 I	박종석 외 5인	교학사	2018	20, 23-27, 38-45, 59-63, 176-182, 206-212, 235-242, 245-253
화학 I	노태희 외 8인	천재교육	2018	18-19, 25-29, 41-50, 65-73, 151-154, 183-189, 235-242, 245-253
화학 I	류해일 외 8인	비상교육	2018	22-23, 36-41, 42-47, 63-69, 157-161, 191-196, 205-211, 226-227
화학 I	김희준 외 9인	상상아카데미	2018	26, 31-36, 47-50, 60-66, 137-141, 171-174, 205-211, 226-227

5. 문항 해설

<화학 I- i >

물질은 원소로 이루어지며 주어진 물질을 이루는 수소, 탄소, 산소 원소에 대한 질양수와 양성자 및 중성자의 수에 대한 관계를 이해하는지 평가하고자 하였다. 나아가 물 개념을 이용하여 분자의 수를 논할 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 I-ii>

주어진 화학 변화를 화학 반응식을 정확히 유도하고 화학 반응식에 기반하여 반응물과 생성물의 양적 관계를 올바르게 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 또한 기체의 부피와 양적 관계에 대해 올바르게 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 I-iii>

분자의 구조를 루이스 전자식으로 나타내고 전자쌍 반발원리에 의해 분자의 구조를 올바르게 이해할 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 I-iv>

아미노산의 산-염기 특성과 산성, 중성, 염기성에서의 형태의 변화를 이해하며, 분자 존재 형태를 루이스 전자식을 이용하여 나타낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

<화학 I-v>

주어진 산소와의 반응 및 산화철의 환원에 대해 화학 반응식을 이용하여 표현하고 반응물과 생성물간의 양적관계를 올바르게 이해할 수 있는지 평가하고자 하였다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
화학 I - i	에텐(C ₂ H ₄) 1개에는 <u>양성자 16개, 중성자 12개</u> 가 있다. 산소 기체 1개에는 <u>양성자 16개, 중성자 16개</u> 가 있다.	에텐과 산소 기체 1개에 대한 양성자와 중성자 수
	혼합물에서 에텐이 a몰, 산소 기체가 b몰이 있다고 하면 혼합물의 전체 양성자 수는 16a+16b 몰, 혼합물의 전체 중성자 수는 12a+16b 몰이다. 전체 양성자 수: 전체 중성자 수 = 6: 5 16a+16b: 12a+16b = 6: 5 8a = 16b, 즉 <u>a = 2b</u> 이다.	에텐, 산소 기체에 대해 <u>각각 2점</u>
	에텐의 분자량은 28이며, 산소 기체의 분자량은 32이다. 따라서 28a+32b = 176 44a = 176, 즉 <u>a = 4</u>	에텐과 산소 기체의 몰수 비 (a = 2b) <u>2점</u>
	따라서 혼합물의 에텐의 양은 4몰로 질량은 4×28 = <u>112</u> g 이다.	에텐의 몰수 (a = 4) <u>2점</u> 에텐의 질량 <u>2점</u>

I 선행학습 영향평가 대상 문항

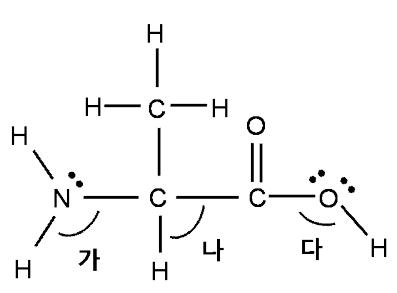
II 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

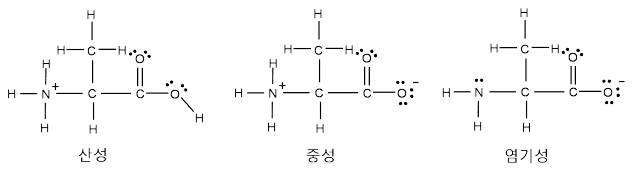
III 고등학교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

IV 문항 분석 결과

V 대학입학전형 반영 계획 및 개선 노력

VI 부록

하위 문항	채점 기준	배점	
화학 I - ii	<p>주어진 화학 변화를 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.</p> $\text{NH}_3 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{NOH}$ $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{HNO} + \text{H}_2\text{O}$ <p>H₂NOH의 분자량은 33 이며, HNO의 분자량은 31 이다. 99 g의 H₂NOH는 3몰이며 62 g의 HNO는 2몰이다.</p> <p>1) H₂NOH와 HNO의 생성에 소모된 산소 기체의 몰 수는 각각 1.5몰, 2몰이다. 즉, 총 3.5몰의 산소가 소모되었다.</p> <p>2) 혹은, 소모된 산소 기체의 양을 구하기 위해서 화학 반응식을 합치면</p> $3\text{NH}_3 + 3/2\text{O}_2 \rightarrow 3\text{H}_2\text{NOH}$ $2\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{HNO} + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>--> $5\text{NH}_3 + 7/2\text{O}_2 \rightarrow 3\text{H}_2\text{NOH} + 2\text{HNO} + 2\text{H}_2\text{O}$ 또는 $10\text{NH}_3 + 7\text{O}_2 \rightarrow 6\text{H}_2\text{NOH} + 4\text{HNO} + 4\text{H}_2\text{O}$ 따라서 H₂NOH 3몰, HNO 2몰을 만들기 위해선 소모된 산소 기체의 몰수는 3.5몰이다.</p> <p>0°C, 1기압에서 3.5몰 산소 기체의 부피는 $3.5 \times 22.4 = 78.4 \text{ L}$ 이다.</p>	<p>화학 반응식을 올바르게 표시 (한개의 화학 반응식 혹은 두개의 화학 반응식으로 표시하여도 정답처리) 2점</p> <p>H₂NOH 소모된 산소 기체 몰수 1.5몰 2점</p> <p>HNO에 소모된 산소 기체 몰수 2몰 2점</p> <p>(총합 3.5몰만 맞더라도 4점)</p> <p>산소 기체 부피 2점</p>	
	화학 I - iii	<p>결합각 가, 나, 다에 해당하는 중심 원소 주위의 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍의 개수를 표시하면 아래의 그림과 같다.</p>  <p>가의 경우, N주위에 공유 전자쌍 3개, 비공유 전자쌍 1개가 존재한다. 나의 경우, C주위에 공유 전자쌍 4개가 존재한다. 다의 경우, O주위에 공유 전자쌍 2개, 비공유 전자쌍 2개가 존재한다.</p> <p>비공유 전자쌍에 의한 반발력이 공유 전자쌍에 의한</p>	<p>공유 전자쌍 및 비공유 전자쌍 올바르게 서술 2점</p> <p>각각의 일반적인 각도 서술 2점</p> <p>결합각 증가 순서 2점</p>

하위 문항	채점 기준	배점
	반발력보다 크므로 <u>가의 경우 107°에 가깝고, 나의 경우 109.5°, 다의 경우 104°에 가깝다.</u> 따라서 결합각이 증가하는 순서는 <u>다 < 가 < 나</u> 이다.)	
화학 I - iv	알라닌의 산성, 중성, 염기성에서의 존재 형태는 아래의 그림과 같다.  산성에서의 존재 형태에 공유 전자쌍의 수는 14, 비공유 전자쌍의 수는 4이다. 중성에서의 존재 형태에 공유 전자쌍의 수는 13, 비공유 전자쌍의 수는 5이다. 염기성에서의 존재 형태에 공유 전자쌍의 수는 12, 비공유 전자쌍의 수는 6이다. 따라서 (공유 전자쌍의 수)/(비공유 전자쌍의 수)의 비는 각각 14/4, 13/5, 12/6 이다. (3.5, 2.6, 2 이다.)	산성/중성/염기성 존재 형태에 대한 구조 <u>각 1점, 총 3점</u> 산성/중성/염기성 공유 전자쌍 수/비공유 전자쌍 수 <u>각 1점, 총 3점</u>
화학 I - v	알라닌의 분자식은 C ₃ H ₇ O ₂ N으로 분자량은 89이다. 알라닌 0.267 g은 0.0030몰에 해당하며, 얻어진 일산화탄소와 이산화탄소 혼합물의 분자의 몰수는 0.0030 × 3 = 0.0090 몰이다. 이산화탄소의 분자량은 44로, 0.264g은 0.0060 몰이다. 따라서 일산화탄소의 양은 0.0030 몰이다. Fe ₂ O ₃ 의 일산화탄소에 의한 환원 반응에 대해 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다. (Fe의 경우 산화수 +3에서 0으로 환원되며, C의 경우 산화수 +2에서 +4로 산화된다) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 일산화탄소 0.0030 몰로 얻을 수 있는 Fe의 최대양은 0.0030 × (2/3) = 0.0020 몰이며 0.0020 × 56 = 0.112 g에 해당한다.	이산화탄소의 양 <u>2점</u> 일산화탄소의 양 <u>2점</u> 화학 반응식 <u>2점</u> Fe의 몰수 <u>2점</u> Fe의 질량 <u>2점</u>

I 선형학습 영향평가 대상 문항

II 선형학습 영향평가 진행 절차 및 방법

III 고등학교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

IV 문항 분석 결과

V 대학입학전형 반영 계획 및 개선 노력

VI 부록

7. 예시 답안

<화학 I- i >

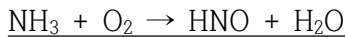
에텐(C₂H₄) 1개에는 양성자 16개, 중성자 12개가 있다.
 산소 기체 1개에는 양성자 16개, 중성자 16개가 있다.

혼합물에서 에텐이 a몰, 산소 기체가 b몰이 있다고 하면
 혼합물의 전체 양성자 수는 16a+16b 몰,
 혼합물의 전체 중성자 수는 12a+16b 몰이다.
 전체 양성자 수: 전체 중성자 수 = 6: 5
 16a+16b: 12a+16b = 6: 5
 8a = 16b, 즉 a = 2b 이다.

에텐의 분자량은 28이며, 산소 기체의 분자량은 32이다.
 따라서 28a+32b = 176
 44a = 176, 즉 a = 4
 따라서 혼합물의 에텐의 양은 4몰로 질량은 4×28 = 112 g 이다.

<화학 I- ii >

주어진 화학 변화를 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



H₂NOH의 분자량은 33 이며, HNO의 분자량은 31 이다.

99 g의 H₂NOH는 3몰이며

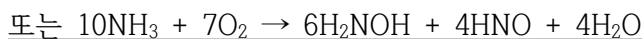
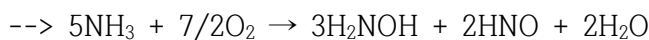
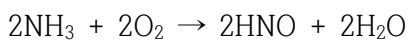
62 g의 HNO는 2몰이다.

1) H₂NOH와 HNO의 생성에

소모된 산소 기체의 몰 수는 각각 1.5몰, 2몰이다.

즉, 총 3.5몰의 산소가 소모되었다.

2) 혹은, 소모된 산소 기체의 양을 구하기 위해서
 화학 반응식을 합치면

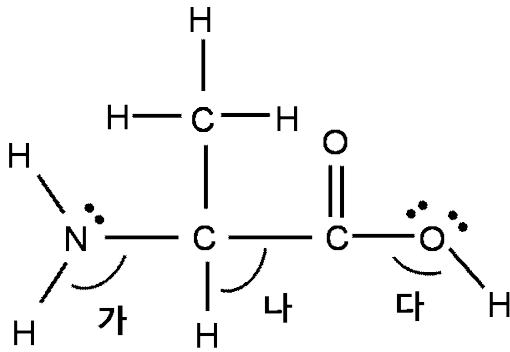


따라서 H₂NOH 3몰, HNO 2몰을 만들기 위해선
 소모된 산소 기체의 몰수는 3.5몰이다.

0°C, 1기압에서 3.5몰 산소 기체의 부피는 $3.5 \times 22.4 = 78.4 \text{ L}$ 이다.

<화학 I-iii>

결합각 가, 나, 다에 해당하는 중심 원소 주위의 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍의 개수를 표시하면 아래의 그림과 같다.



가의 경우, N주위에 공유 전자쌍 3개, 비공유 전자쌍 1개가 존재한다.

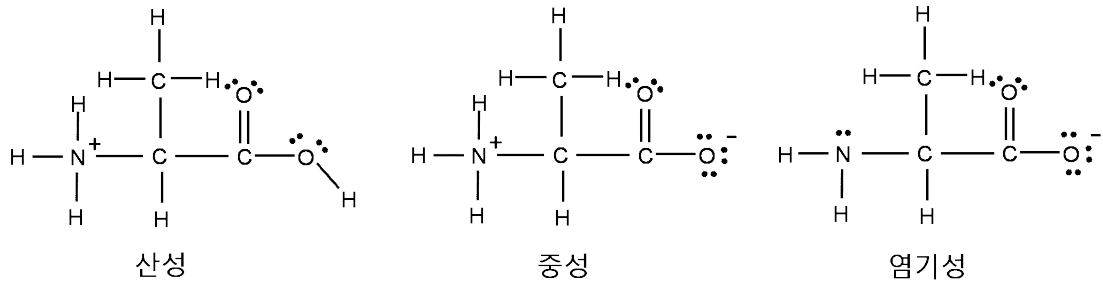
나의 경우, C주위에 공유 전자쌍 4개가 존재한다.

다의 경우, O주위에 공유 전자쌍 2개, 비공유 전자쌍 2개가 존재한다.

비공유 전자쌍에 의한 반발력이 공유 전자쌍에 의한 반발력보다 크므로
 가의 경우 107°에 가깝고, 나의 경우 109.5°, 다의 경우 104°에 가깝다.
 따라서 결합각이 증가하는 순서는 다 < 가 < 나 이다.

<화학 I-iv>

알라닌의 산성, 중성, 염기성에서의 존재 형태는 아래의 그림과 같다.



산성에서의 존재 형태에 공유 전자쌍의 수는 14, 비공유 전자쌍의 수는 4이다.

중성에서의 존재 형태에 공유 전자쌍의 수는 13, 비공유 전자쌍의 수는 5이다.

염기성에서의 존재 형태에 공유 전자쌍의 수는 12, 비공유 전자쌍의 수는 6이다.

따라서 (공유 전자쌍의 수)/(비공유 전자쌍의 수)의 비는 각각 14/4, 13/5, 12/6 이다.

(3.5, 2.6, 2 이다.)

I 선행학습
영향평가
대상 문항

II 선행학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

<화학 I- v>

알라닌의 분자식은 $C_3H_7O_2N$ 으로 분자량은 89이다.

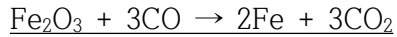
알라닌 0.267 g은 0.0030몰에 해당하며, 얻어진 일산화탄소와 이산화탄소 혼합물의 분자의 몰수는 $0.0030 \times 3 = 0.0090$ 몰이다.

이산화탄소의 분자량은 44로, 0.264g은 0.0060 몰이다.

따라서 일산화탄소의 양은 0.0030 몰이다.

Fe_2O_3 의 일산화탄소에 의한 환원 반응에 대해 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.

(Fe의 경우 산화수 +3에서 0으로 환원되며, C의 경우 산화수 +2에서 +4로 산화된다)



일산화탄소 0.0030 몰로 얻을 수 있는 Fe의 최대량은

$0.0030 \times (2/3) = \underline{0.0020}$ 몰이며

$0.0020 \times 56 = \underline{0.112 g}$ 에 해당한다.

문항카드 4-⑤

1. 일반정보

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 2교시 / 생명과학 I	
출제범위	교육과정 과목명	생명과학 I
	핵심개념 및 용어	사람의 유전, 연관, 단일 인자 유전, 가계도, ABO식 혈액형
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [생명과학 I-i] ~ [생명과학 I-v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

사람의 유전 연구는 완두나 초파리와는 달리 많은 어려움이 있다. 유전 연구를 위해서는 단기간 내에 여러 세대를 관찰할 수 있어야 하고 인위적인 교배가 가능해야 하는데, 사람은 한 세대가 수십 년에 이르며, 인위적으로 교배 실험을 하는 것이 불가능하기 때문이다. 이러한 이유로 사람의 유전 현상을 연구할 때에는 주로 가계도 조사, 집단 조사, 쌍둥이 연구 등과 같은 간접적인 방법을 이용한다.

<제시문2>

가계도는 한 가계의 유전 형질을 조사하여 기호로 나타낸 것으로, 집안의 유전 형질을 조사할 때 주로 이용되는 유전 연구 방법이다. 가계도에는 성별, 형질 발현 유무, 혈연 및 결혼 관계 등을 나타내며, 가계도를 분석하여 어떤 특정한 형질이 가계에 어떻게 나타나는지를 알 수 있다. 가계도는 유전의 원리를 확인하고 가족 구성원의 유전자형을 추정하거나, 앞으로 태어날 자손에게서 특정한 형질이 나타날 확률을 예측하는 데 이용된다.

<제시문3>

유전에는 상염색체에 의한 유전과 성염색체에 의한 유전이 있다. 어떤 형질이 멘델의 법칙에 따라 유전될 때 그 형질이 부모에게는 나타나지 않았으나 자손에게 나타

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

났다면 그 형질은 열성이다. 성염색체에는 성을 결정하는 유전자 외에도 여러 형질을 결정하는 유전자가 존재한다. 형질을 결정하는 유전자가 상염색체에 있으면 형질이 남녀 구분 없이 나타나지만, 유전자가 성염색체에 있으면 남자와 여자의 성염색체 구성이 다르므로 남녀에 따라 형질이 나타나는 빈도가 달라진다. 하나의 염색체에 함께 들어 있는 유전자들이 염색체 단위로 함께 행동하여 유전되는 현상을 연관이라고 한다.

<제시문4>

사람의 유전 형질 중 표현형이 2개의 대립 형질로 뚜렷하게 구분되는 것은 한 쌍의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되기 때문이다. 이러한 유전을 단일 인자 유전이라고 한다. 사람의 ABO식 혈액형은 적혈구 표면에 있는 응집원의 종류에 따라 A형, B형, AB형, O형의 4가지 표현형으로 나타난다. ABO식 혈액형은 A, B, O 3개의 대립 유전자에 의해 결정된다. ABO식 혈액형과 같이 3개 이상의 대립 유전자에 의해 형질이 결정되는 유전을 복대립 유전이라고 한다. ABO식 혈액형과 같이 세 가지 이상의 대립 유전자에 의한 유전 방식 또한 결국 상염색체에 있는 한 쌍의 대립 유전자에 의한 단일 인자 유전자에 속한다.

<제시문5>

항체는 항원을 인식하는 부위를 가지고 있어 그 인식 부위에 맞는 항원과만 결합한다. 이러한 항체 반응의 특성을 항원-항체 반응의 특이성이라고 한다. 혈액형 판정은 항원-항체 반응의 대표적인 예이다. 사람의 적혈구 세포막에는 항원인 응집원이 있고, 혈장에는 항체인 응집소가 있어 다른 종류의 혈액과 섞이면 항원-항체 반응이 일어나 혈액이 응집하게 된다.

성균이는 자신의 가족 구성원들의 유전병 (가)와 유전병 (나), 그리고 ABO식 혈액형을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 성균이의 아버지는 유전병 (가)와 (나)를 가지고 있으며, 성균이의 어머니는 유전병 (나)만 가지고 있다. 성균이의 여동생은 유전병 (가)와 (나) 중 어느 것도 가지고 있지 않다. 성균이는 아버지와 같이 유전병 (가)와 (나)를 모두 가지고 있다. 성균이의 부인은 유전병 (가)만 가지고 있다. 성균이의 장인은 유전병 (가)와 (나) 중 어느 것도 가지고 있지 않다. 성균이의 장모는 유전병 (가)와 (나) 모두 가지고 있다. 성균이의 아들은 유전병 (가)만 가지고 있으며 성균이의 딸은 유전병 (가)와 (나) 중 어느 것도 가지고 있지 않다. 성균이는 연구를 통해 유전병 (가)와 (나)의 유전형에 대해 다음과 같은 사실을 알게 되었다. 유전병 (가)는 대립 유전자 S와 S*에 의해, 유전병 (나)는 대립 유전자 K와 K*에 의해 결정되며 이 때 S는 S*에 대해, K는 K*에 대해 각각 완전 우성이다. 또한 성균이는 유전병 (가)의 유전자와 유전병 (나)의 유전자 중 하나만 ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있음을 발견하였다. 성균이는 실험을 통해 다음의 <표1>과 같은 ABO식 혈액형에 대한 응집 반응 결과를 얻었고 자신의 혈청에 응집소 β가 존재함을 알게 되었다.

<표1>

혈청 \ 적혈구	아버지	어머니	장인	장모	여동생	성균	부인	아들	딸
아버지	-	+	-	+	-	+	-	-	+
어머니	+	-	+	-	+	-	+	-	+
장인	-	+	-	+	-	+	-	-	+
장모	+	-	+	-	+	-	+	-	+
여동생	-	+	-	+	-	+	-	-	+
성균	+	-	+	-	+	-	+	-	+
부인	-	+	-	+	-	+	-	-	+
아들	+	+	+	+	+	+	+	-	+
딸	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(+ : 응집됨, - : 응집 안 됨)

아래의 [생물과학 I-i] ~ [생물과학 I-v] 문항에서 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.

[생물과학 I - i] 유전병 (가)의 대립 유전자 S, S* 와 유전병 (나)의 대립 유전자 K, K* 중 어느 대립 유전자가 각 유전병에 대한 정상 대립 유전자인지를 결정하고 그 근거를 논하시오.

[생물과학 I - ii] 유전병 (가)와 유전병 (나)에 대해서 각각의 유전병의 유전이 상염색체에 의한 유전인지 성염색체에 의한 유전인지를 결정하고 그 근거를 논하시오.

[생물과학 I - iii] 유전병 (가)와 유전병 (나)를 결정하는 유전자 중 어느 유전자가 ABO 식 혈액형을 결정하는 유전자와 연관되는지를 결정하고 그 근거를 논하시오.

[생물과학 I - iv] 성균이 부부가 셋째 아이를 낳게 되면 이 아이가 유전병 (가)와 유전병 (나)를 모두 가지고, ABO식 혈액형이 A형이 될 확률을 구하고 그 근거를 논하시오.

[생물과학 I - v] <표1>의 구성원 가운데 주어진 정보만 고려할 때 유전병 (가), 유전병 (나), ABO식 혈액형 중 하나라도 그 유전자형을 정확하게 알 수 없는 사람과 그 형질이 무엇인지 제시하시오.

3. 출제 의도

본 문항은 가계도를 이용한 사람의 유전 형질 연구에 대한 이해도를 측정하고자 하는 문항이다. 사람의 유전 연구는 인위적인 교배를 통한 단기간 내에 여러 세대를 관찰하는 직접적인 방법을 사용할 수 없기 때문에 다양한 간접적인 방법을 사용하여 이루

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

어진다. 본 문항에서는 이 중 가계도를 이용한 사람의 유전 연구를 수행하는 전 과정에 대한 이해도를 묻고 있다. 즉, 세 가지의 형질-유전병 (가), 유전병 (나) 및 ABO식 혈액형-을 갖는 단일 인자 유전의 경우에 있어서 우성 및 열성 형질을 갖는 대립 유전자 분석, 상염색체에 의한 유전 및 성염색체에 의한 유전 방식 분석, 유전자 간의 연관 여부 분석, 태어날 자손의 표현형 예측 및 유전자형 분석에 이르는 전 과정을 5개의 소문항을 통해서 물어보고자 하였다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”	
성취기준 / 영역별 내용	제시문 1	(2) 세포와 생명의 연속성 - (나) 유전 ② 사람의 여러 가지 유전 현상을 설명할 수 있다.
	제시문 2	(2) 세포와 생명의 연속성 - (나) 유전 ② 사람의 여러 가지 유전 현상을 설명할 수 있다.
	제시문 3	(2) 세포와 생명의 연속성 - (나) 유전 ② 사람의 여러 가지 유전 현상을 설명할 수 있다.
	제시문 4	(2) 세포와 생명의 연속성 - (나) 유전 ② 사람의 여러 가지 유전 현상을 설명할 수 있다.
	제시문 5	(3) 항상성과 건강 - (다) 방어 작용 ③ 항원-항체 반응에 의한 면역 작용을 이해한다.
	생명과학 I - i	(2) 세포와 생명의 연속성 - (나) 유전 ② 사람의 여러 가지 유전 현상을 설명할 수 있다.
	생명과학 I - ii	(2) 세포와 생명의 연속성 - (나) 유전 ① 멘델 법칙을 바탕으로 유전의 기본 원리를 이해한다.
	생명과학 I - iii	(2) 세포와 생명의 연속성 - (나) 유전 ② 사람의 여러 가지 유전 현상을 설명할 수 있다.
	생명과학 I - iv	(2) 세포와 생명의 연속성 - (나) 유전 ② 사람의 여러 가지 유전 현상을 설명할 수 있다.
	생명과학 I - v	(2) 세포와 생명의 연속성 - (나) 유전 ② 사람의 여러 가지 유전 현상을 설명할 수 있다.

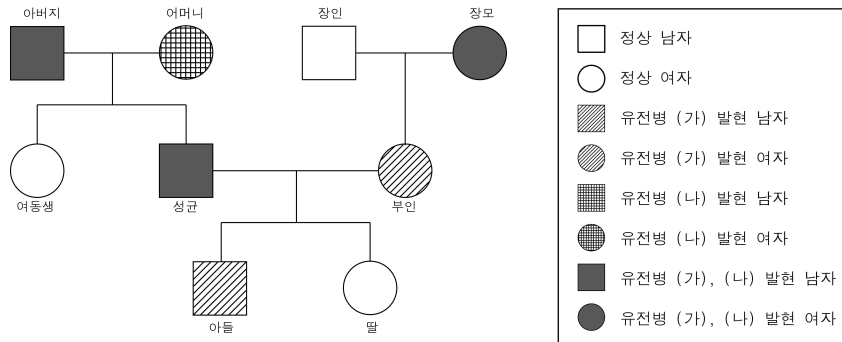
나) 자료 출처

교과서 내				
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
생명과학 I	이길재 외 7명	상상아카데미	2018	86, 177
생명과학 I	심규철 외 5명	비상교육	2018	88, 91
생명과학 I	박희송 외 4명	교학사	2018	105
생명과학 I	이준규 외 5명	천재교육	2018	78-80, 103
생명과학 I	권혁빈 외 5명	교학사	2018	79, 81

5. 문항 해설

[생명과학 I - i]

문제에서 제시된 내용을 바탕으로 가계도를 그리면 다음과 같다.



단일 인자 유전의 경우 정상인 부모로부터 유전병을 가진 자녀가 태어났다면, 이 유전병 대립 유전자는 정상 대립 유전자에 대해 열성이다.

유전병 (가)가 발현된 성균이와 부인으로부터 유전병 (가)를 가지지 않는 딸이 태어났으므로 유전병 (가)는 정상에 대해 우성 형질이다. 따라서 유전병 (가)에 대한 S와 S* 대립 유전자 중 유전병 (가) 대립 유전자는 S이며 정상 대립 유전자는 S*이다.

유전병 (나)가 발현된 아버지와 어머니로부터 유전병 (나)를 가지지 않는 여동생이 태어났으므로 유전병 (나)는 정상에 대해 우성 형질이다. 따라서 유전병 (나)에 대한 K와 K* 대립 유전자 중 유전병 (나) 대립 유전자는 K이며 정상 대립 유전자는 K*이다.

[생명과학 I - ii]

남성의 염색체 구성은 44 + XY이며, 여성의 염색체 구성은 44 + XX이다. 남성의 경우 성염색체인 X 염색체 상의 대립 유전자는 항상 어머니로부터 받으며, 또한 항상 딸에게만 전달된다. [생명과학 I - i]에서 유전병 (가)와 (나) 대립 유전자는 모두 정상 대

I 선행학습 영향평가 대상 문항

II 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

III 고등학교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

IV 문항 분석 결과

V 대학입학전형 반영 계획 및 개선 노력

VI 부록

립 유전자에 대해 우성이다. 성균이와 성균이 아버지는 모두 유전병 (가)와 (나) 모두 가지고 있으므로 유전병 (가)와 (나)가 상염색체에 의한 유전이라고 가정하면 성균이의 여동생과 성균이의 딸은 유전병 (가)와 (나)를 가지고 있어야 한다. 하지만 가계도에서 보면 성균이의 여동생과 성균이의 딸은 유전병 (가)와 (나) 어느 것도 가지고 있지 않다.

[생명과학 I- i]에서 작성한 가계도에 의하면 유전병 (가)가 발현된 아버지로부터 유전병 (가)에 대해 정상인 여동생이 태어났고 유전병 (가)가 발현된 성균이로부터 유전병 (가)에 대해 정상인 딸이 태어났다. 만약 유전병 (가)가 상염색체에 의한 유전이라면 유전병 (가)의 대립 유전자가 우성이므로 성균이의 여동생과 성균이의 딸은 모두 유전병 (가)를 가지고 있어야 한다. 따라서 유전병 (가)는 상염색체에 의한 유전임을 알 수 있다.

[생명과학 I- i]에서 작성한 가계도에 의하면 유전병 (나)가 발현된 아버지로부터 유전병 (나)에 대해 정상인 여동생이 태어났고 유전병 (나)가 발현된 성균이로부터 유전병 (나)에 대해 정상인 딸이 태어났다. 만약 유전병 (나)가 상염색체에 의한 유전이라면 유전병 (나)의 대립 유전자가 우성이므로 성균이의 여동생과 성균이의 딸은 모두 유전병 (나)를 가지고 있어야 한다. 따라서 유전병 (나)는 상염색체에 의한 유전임을 알 수 있다.

[생명과학 I - iii]

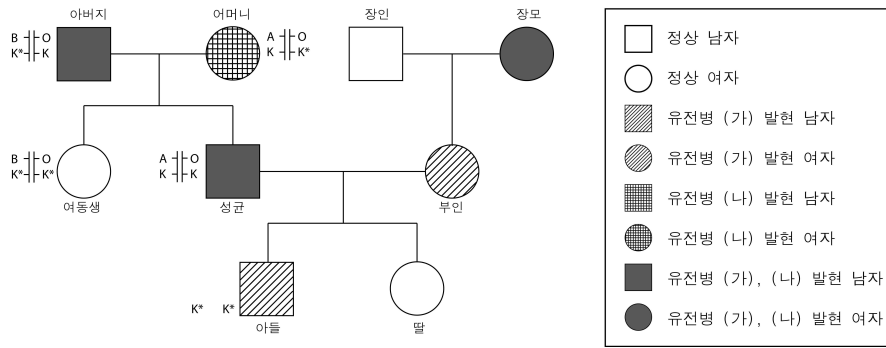
<표1> 및 문제의 조건에 근거하여 성균이 가족 구성원의 혈액형을 정리하면 다음과 같다.

	아버지	어머니	장인	장모	여동생	성균	부인	아들	딸
혈액형	B	A	B	A	B	A	B	O	AB

아버지, 어머니, 여동생, 성균이의 혈액형을 분석하면 B형의 아버지와 여동생의 유전자형은 BO, A형의 어머니와 성균이의 유전자형은 AO임을 알 수 있다.

문제에서 유전병 (가) 또는 (나)의 유전자 중 하나의 유전자만이 ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있다고 하였다.

만약 유전병 (나)의 유전자가 ABO식 혈액형 유전자와 연관이 된다면 성균이의 유전병 (나)에 대한 유전자형이 KK이 된다. 하지만 성균이의 아들과 딸이 유전병 (나)를 가지고 있지 않고, [생명과학 I- ii]에서 유전병 (나) 대립 유전자가 K임이 밝혀졌으므로 성균이의 유전자형 KK이라는 가정과 모순된다. 따라서 유전병 (가) 유전자가 ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있다.



[생명과학 I -iv]

성균이와 부인은 유전병 (가)와 ABO식 혈액형에 대한 유전자들이 연관되어 있고 이들의 유전자형은 각각 AS*/OS, BS*/OS이다. 따라서 자녀 중 A형이면서 유전자 (가)가 나타날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

유전병 (나)의 유전자형이 성균이의 경우는 KK*이고 부인은 K*K*이므로 자녀들에게서 유전병 (나)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

따라서 성균이의 자녀 중 유전병 (가)와 (나)를 모두 가지고 ABO식 혈액형이 A형일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

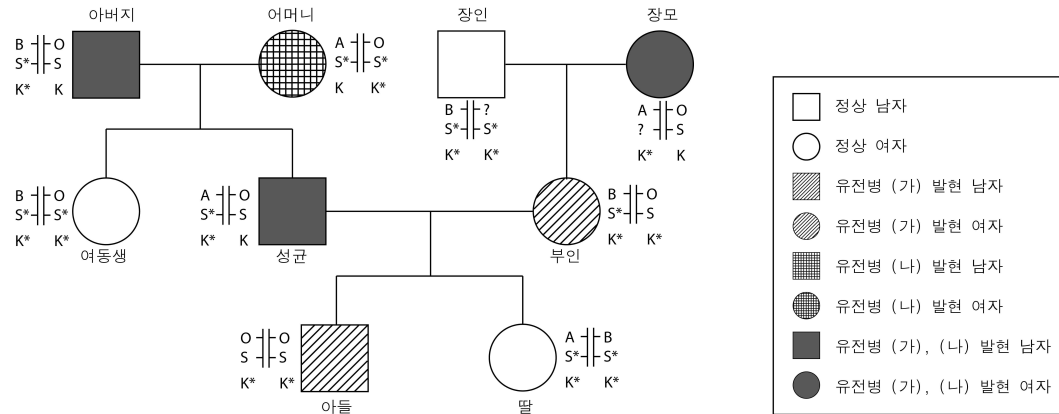
IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

[생명과학 I - v]

성균이 가족의 유전병 (가)와 (나) 및 ABO식 혈액형에 대한 유전자형은 다음 그림과 같다.



유전병 (가)가 발현된 부인의 경우 장인은 유전병 (가)를 갖고 있지 않고 장모의 경우는 유전병 (가)를 가지고 있다. 따라서 장모의 경우 유전병 (가)에 대한 유전자형이 SS와 SS* 모두 가능하다.

[생명과학 I-iii]에 의하면 장인의 ABO식 혈액형은 B형이지만 추가 정보가 없기 때문에 장인의 ABO식 혈액형에 대한 유전자형은 BO와 BB 모두 가능하다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
생명과학 I- i	유전병 (가)의 정상 대립 유전자는 S*이다.	2점
	근거: 유전병 (가)가 발현된 성균이와 부인으로부터 유전병 (가)를 가지지 않는 딸이 태어났다.	2점
	유전병 (나)의 정상 대립 유전자는 K*이다.	2점
	근거: 유전병 (나)가 발현된 아버지와 어머니로부터 유전병 (나)를 가지지 않는 여동생이 태어났다.	2점
생명과학 I- ii	유전병 (가)는 상염색체 유전이다.	2점
	근거: 유전병 (가)가 발현된 아버지로부터 유전병 (가)에 대해 정상인 여동생이 태어났고 유전병 (가)가 발현된 성균이로부터 유전병 (가)에 대해 정상인 딸이 태어났다.	2점
	유전병 (나)는 상염색체 유전이다.	2점
	근거: 유전병 (나)가 발현된 아버지로부터 유전병 (나)에 대해 정상인 여동생이 태어났고 유전병 (나)가 발현된 성균이로부터 유전병 (나)에 대해 정상인 딸이 태어났다.	2점
생명과학 I- iii	유전병 (가) 유전자가 ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있다.	4점
	근거: 만약 유전병 (나)의 유전자가 ABO식 혈액형 유전자와 연관이 된다면 성균이의 유전병 (나)에 대한 유전자형이 KK이 된다. 하지만 성균이의 아들과 딸이 유전병 (나)를 가지고 있지 않고, [생명과학 I- ii]에서 유전병 (나) 대립 유전자가 K임이 밝혀졌으므로 성균이의 유전자형 KK이라는 가정과 모순된다.	4점
생명과학 I- iv	성균이의 자녀 중 유전병 (가)와 (나)를 모두 가지고 ABO식 혈액형이 A형일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.	4점
	근거 (1): 성균이와 부인은 유전병 (가)와 ABO식 혈액형에 대한 유전자들이 연관되어 있고 이들의 유전자형은 각각 AS*/OS, BS*/OS이다. 따라서 자녀 중 A형이면서 유전자 (가)가 나타날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.	2점
	근거 (2): 유전병 (나)의 유전자형이 성균이의 경우는 KK*이고 부인은 K*K*이므로 자녀들에게서 유전병 (나)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.	2점
생명과학 I- v	장인의 ABO식 혈액형에 대한 유전자형을 정확하게 정할 수 없다.	4점
	장모의 유전병 (가)에 대한 유전자형을 정확하게 정할 수 없다.	4점

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

IV 문항 분석
결과

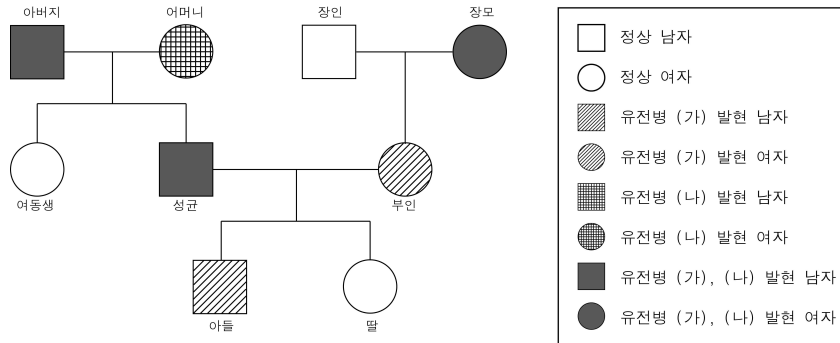
V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

7. 예시 답안

[생명과학 I - i]

문제에서 제시된 내용을 바탕으로 가계도를 그리면 다음과 같다.



유전병 (가)가 발현된 성균이와 부인으로부터 유전병 (가)를 가지지 않는 딸이 태어났으므로 유전병 (가)는 정상에 대해 우성 형질이다. 따라서 유전병 (가)에 대한 S와 S* 대립 유전자 중 유전병 (가) 대립 유전자는 S이며 정상 대립 유전자는 S*이다.

유전병 (나)가 발현된 아버지와 어머니로부터 유전병 (나)를 가지지 않는 여동생이 태어났으므로 유전병 (나)는 정상에 대해 우성 형질이다. 따라서 유전병 (나)에 대한 K와 K* 대립 유전자 중 유전병 (나) 대립 유전자는 K이며 정상 대립 유전자는 K*이다.

[생명과학 I - ii]

[생명과학 I - i]에서 작성한 가계도에 의하면 유전병 (가)가 발현된 아버지로부터 유전병 (가)에 대해 정상인 여동생이 태어났고 유전병 (가)가 발현된 성균으로부터 유전병 (가)에 대해 정상인 딸이 태어났다. 만약 유전병 (가)가 상염색체에 의한 유전이라면 유전병 (가)의 대립 유전자가 우성이므로 성균이의 여동생과 성균이의 딸은 모두 유전병 (가)를 가지고 있어야 한다. 따라서 유전병 (가)는 상염색체에 의한 유전임을 알 수 있다.

[생명과학 I - i]에서 작성한 가계도에 의하면 유전병 (나)가 발현된 아버지로부터 유전병 (나)에 대해 정상인 여동생이 태어났고 유전병 (나)가 발현된 성균으로부터 유전병 (나)에 대해 정상인 딸이 태어났다. 만약 유전병 (나)가 상염색체에 의한 유전이라면 유전병 (나)의 대립 유전자가 우성이므로 성균이의 여동생과 성균이의 딸은 모두 유전병 (나)를 가지고 있어야 한다. 따라서 유전병 (나)는 상염색체에 의한 유전임을 알 수 있다.

[생명과학 I - iii]

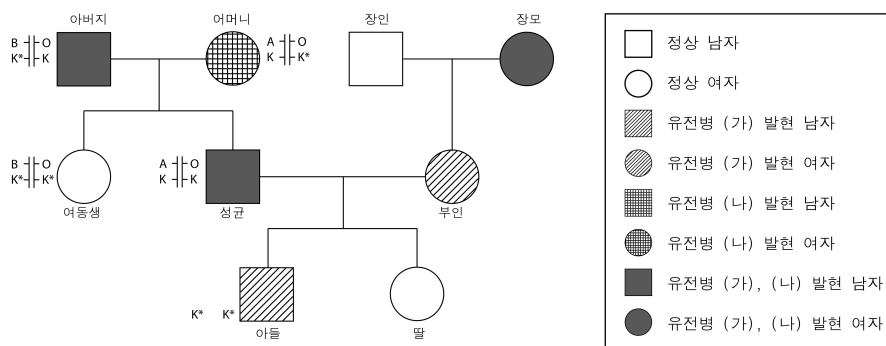
<표1> 및 문제의 조건에 근거하여 성균이 가족 구성원의 혈액형을 정리하면 다음과 같다.

	아버지	어머니	장인	장모	여동생	성균	부인	아들	딸
혈액형	B	A	B	A	B	A	B	O	AB

아버지, 어머니, 여동생, 성균이의 혈액형을 분석하면 B형의 아버지와 여동생의 유전자형은 BO, A형의 어머니와 성균이의 유전자형은 AO임을 알 수 있다.

문제에서 유전병 (가) 또는 (나)의 유전자 중 하나의 유전자만이 ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있다고 하였다.

만약 유전병 (나)의 유전자가 ABO식 혈액형 유전자와 연관이 된다면 성균이의 유전병 (나)에 대한 유전자형이 KK이 된다. 하지만 성균이의 아들과 딸이 유전병 (나)를 가지고 있지 않고, [생명과학 I-ii]에서 유전병 (나) 대립 유전자가 K임이 밝혀졌으므로 성균이의 유전자형 KK이라는 가정과 모순된다. 따라서 유전병 (가) 유전자가 ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있다.



[생명과학 I - iv]

성균이와 부인은 유전병 (가)와 ABO식 혈액형에 대한 유전자들이 연관되어 있고 이들의 유전자형은 각각 AS*/OS, BS*/OS이다. 따라서 자녀 중 A형이면서 유전자 (가)가 나타날 확률은 $\frac{1}{4}$ 이다.

유전병 (나)의 유전자형이 성균이의 경우는 KK*이고 부인은 K*K*이므로 자녀들에게서 유전병 (나)가 발현될 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.

I 선행학습 영향평가 대상 문항

II 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

III 고등학교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

IV 문항 분석 결과

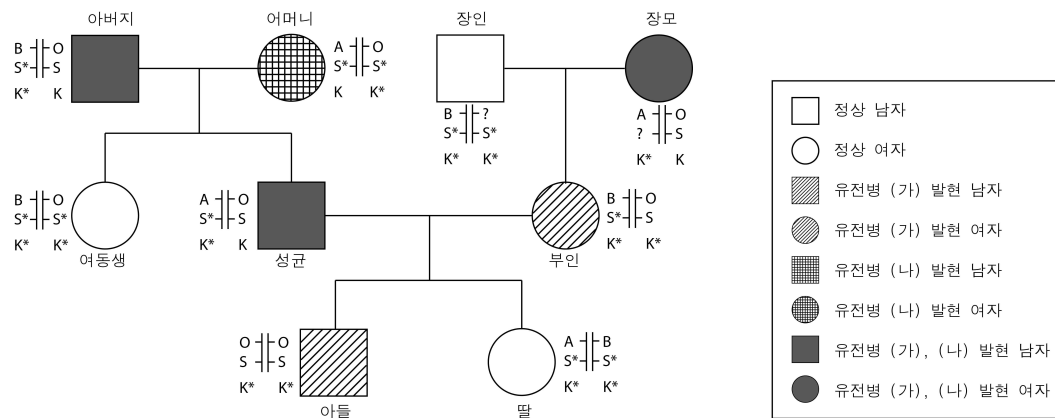
V 대학입학전형 반영 계획 및 개선 노력

VI 부록

따라서 성균이의 자녀 중 유전병 (가)와 (나)를 모두 가지고 ABO식 혈액형이 A형일 확률은 $\frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

[생명과학 I - v]

성균이 가족의 유전병 (가)와 (나) 및 ABO식 혈액형에 대한 유전자형은 다음 그림과 같다.



장인의 ABO식 혈액형과 장모의 유전병 (가)에 대한 유전자형을 정확하게 알 수 없다.