

문항카드 3-①

1. 일반정보

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

2. 문항 및 자료

[수학 1]

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

<제시문 1>

극한 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$ 의 값은 1이다. (단, x 의 단위는 라디안)

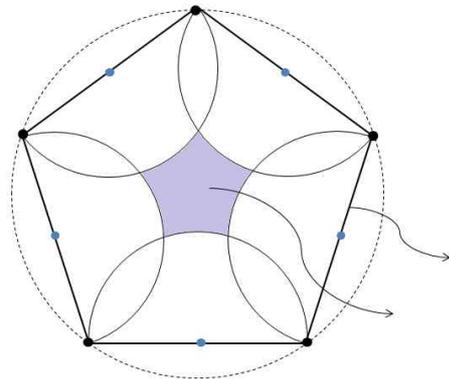
<제시문 2>

다음과 같이 삼각함수의 덧셈정리가 성립한다.

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

<제시문 3>

5 이상인 자연수 n 에 대하여 반지름의 길이가 1인 원에 내접하는 정 n 각형을 T 라고 하자. T 의 각 변을 지름으로 가지는 n 개의 원 내부에 포함되지 않는 T 내부의 영역을 S 라고 하자. 예를 들어, $n=5$ 일 때 영역 S 는 오른쪽 그림의 색칠한 부분이다. 정 n 각형 T 내부의 넓이를 $f(n)$, 영역 S 의 넓이를 $g(n)$ 이라고 하자.



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

[수학 1 - i] <제시문 3>의 $f(n)$ 을 n 에 대한 식으로 나타내고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - ii] <제시문 3>에서 $n=6$ 일 때 $g(6)$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 1 - iii] 극한 $\lim_{n \rightarrow \infty} n(f(n) - g(2n))$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

3. 출제 의도

주어진 상황을 이해하고 이를 수학적으로 표현한 후, 관련 수학 내용을 적용하여 원하는 정보를 얻어내는 능력은 이과 과정 전반에 걸쳐 필수적으로 요구되는 능력이다. 본 문제는 제시문을 읽고 주어진 상황을 삼각함수를 이용하여 적절히 수식화 할 수 있는지, 삼각함수를 포함하는 함수의 극한값을 논리적으로 도출할 수 있는지를 평가하고자 한다. 고교 교과 과정 중 삼각함수, 함수의 극한과 연속 등의 영역에서 출제되었다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
제시문 1	교육과정	[미적분 II] - (나) 삼각함수 - ② 삼각함수의 미분 ②삼각함수의 극한을 구할 수 있다.
	성취기준·성취수준	[미적분 II] - (2) 삼각함수 - (나) 삼각함수의 미분 미적2222. 삼각함수의 극한을 구할 수 있다.
제시문 2	교육과정	[미적분 II] - (나) 삼각함수 - ② 삼각함수의 미분 ①삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.
	성취기준·성취수준	[미적분 II] - (2) 삼각함수 - (나) 삼각함수의 미분 미적2221-2. 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.
제시문 3	교육과정	[수학 I] - (다) 도형의 방정식 - ③ 원의 방정식 ①원의 방정식을 구할 수 있다. ②좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 이해한다.
	성취기준·성취수준	[수학 I] - (3) 도형의 방정식- (다) 원의 방정식 수학1332-1. 좌표평면에서 원과 직선의 위치 관계를 말할 수 있다.

문항 및 제시문		관련 성취기준
수학 1- i	교육과정	[미적분 II] - (나) 삼각함수 - ㉠ 삼각함수의 뜻과 그래프 ②삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.
	성취기준·성취수준	[미적분 II] - (2) 삼각함수 - (가) 삼각함수의 뜻과 그래프 미적2212-1. 삼각함수의 뜻을 알고, 간단한 삼각함수의 값을 구할 수 있다.
수학 1- ii	교육과정	[미적분 II] - (나) 삼각함수 - ㉠ 삼각함수의 뜻과 그래프 ②삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.
	성취기준·성취수준	[미적분 II] - (2) 삼각함수 - (가) 삼각함수의 뜻과 그래프 미적2212-1. 삼각함수의 뜻을 알고, 간단한 삼각함수의 값을 구할 수 있다.
수학 1- iii	교육과정	[미적분 I] - (나) 함수의 극한과 연속 - ㉠ 함수의 극한 ②함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 여러 가지 함수의 극한값을 구할 수 있다.
	성취기준·성취수준	[미적분 I] - (2) 함수의 극한과 연속 - (가) 함수의 극한 미적1212. 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 여러 가지 함수의 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)

나) 자료 출처

교과서 내				
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
미적분 II	김창동 외	(주) 교학사	2018.3.1	54-94
미적분 I	김창동 외	(주) 교학사	2018.3.1	52-67
미적분 II	이준열 외	천재교육	2018.3.1	54-99
미적분 I	이준열 외	천재교육	2018.3.1	58-75

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

5. 문항 해설

본 문제는 구체적으로 서술된 영역의 넓이를 삼각함수를 이용하여 수식화하고, 삼각함수의 정의 및 성질과 함수의 극한에 대한 다양한 성질을 이용하여, 다양한 함수값과 극한값을 논리적으로 찾아낼 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학 1- i] 삼각함수를 이용하여 삼각형의 넓이를 구할 수 있는지 평가하는 문제이다.

[수학 1- ii] 주어진 영역의 넓이를 삼각함수를 이용하여 수식화 할 수 있는지와 그 값을 논리적으로 유도해 낼 수 있는지 평가하는 문제이다.

[수학 1- iii] 함수의 극한에 대한 성질을 이용하여, 특정 극한값을 유도할 수 있는지 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
수학 1- i	$f(n)$ 을 n 에 대한 식으로 나타낼 수 있다.	5점
수학 1- ii	$g(6)$ 의 값을 삼각함수를 사용하여 구할 수 있다.	5점
	$\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\sin\left(\frac{\pi}{6}\right) = \frac{1}{2}$ 등을 이용하여 $g(6)$ 의 값을 구할 수 있다.	5점
수학 1- iii	함수 $g(n)$, $f(n) - g(2n)$ 등을 n 에 대한 식으로 나타낼 수 있다.	8점
	극한 $\lim_{n \rightarrow \infty} n(f(n) - g(2n))$ 의 값을 구할 수 있다.	7점

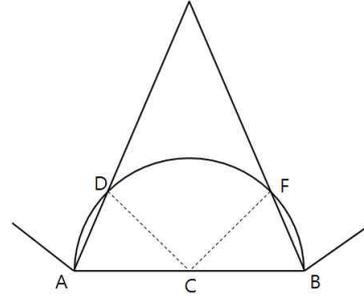
7. 예시 답안

[수학 1 - i]

정 n 각형 T 의 각 꼭짓점을 원의 중심과 연결하여, 같은 크기를 가지는 n 개의 삼각형으로 T 를 나눌 수 있다. 이 삼각형은 꼭지각이 $\frac{2\pi}{n}$ 이고 빗변의 길이가 1인 이등변삼각형이므로, 삼각형의 넓이는 $\cos\left(\frac{\pi}{n}\right)\sin\left(\frac{\pi}{n}\right) = \frac{1}{2}\sin\left(\frac{2\pi}{n}\right)$ 이다. T 내부의 넓이는 이 삼각형 넓이의 n 배이므로, $f(n) = \frac{n}{2}\sin\left(\frac{2\pi}{n}\right)$ 임을 알 수 있다.

[수학 1 - ii]

$n=6$ 일 때, [수학 1 - i] 답안의 삼각형 하나를 선택하자. 오른쪽 그림과 같이, 이 이등변삼각형의 밑변을 지름으로 하는 원과 이웃하는 다른 원과의 교점을 원의 중심과 연결하자. 이 삼각형의 내부에서 영역 S 에 포함되지 않는 영역의 넓이는, 호 CDF의 넓이와 이등변삼각형 ACD, BCF의 넓이의 합과 같다.



여기서, 호 CDF의 넓이는 $\frac{\pi}{6} \sin^2\left(\frac{\pi}{6}\right)$ 이고, 이등변삼각

형 ACD와 BCF 각각의 넓이는 $\frac{1}{2} \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) \sin^2\left(\frac{\pi}{6}\right)$ 이다.

이로부터 정6각형 T 의 내부에서 영역 S 에 포함되지 않는 영역의 넓이는

$$6\left(\frac{\pi}{6} \sin^2\left(\frac{\pi}{6}\right) + \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) \sin^2\left(\frac{\pi}{6}\right)\right) = \frac{\pi}{4} + \frac{3\sqrt{3}}{4}$$

이다. 정6각형 T 내부의 넓이는 $f(6) = 3\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{3\sqrt{3}}{2}$ 이므로, 영역 S 의 넓이는

$$g(6) = \frac{3\sqrt{3} - \pi}{4} \text{이다.}$$

[수학 1 - iii]

[수학 1 - ii] 답안에서와 같은 방법으로, 호 CDF의 넓이는 $\frac{\pi(n-4)}{2n} \sin^2\left(\frac{\pi}{n}\right)$ 이고, 이등

변삼각형 ACD와 BCF 각각의 넓이는 $\frac{1}{2} \sin\left(\frac{2\pi}{n}\right) \sin^2\left(\frac{\pi}{n}\right)$ 임을 알 수 있다. 이로부터 정

n 각형 T 의 내부에서 영역 S 에 포함되지 않는 영역의 넓이는

$$n\left(\frac{\pi(n-4)}{2n} \sin^2\left(\frac{\pi}{n}\right) + \sin\left(\frac{2\pi}{n}\right) \sin^2\left(\frac{\pi}{n}\right)\right)$$

이다. 다시 정 n 각형 T 내부의 넓이는 $f(n) = \frac{n}{2} \sin\left(\frac{2\pi}{n}\right)$ 이므로, 영역 S 의 넓이는

$$\begin{aligned} g(n) &= \frac{n}{2} \sin\left(\frac{2\pi}{n}\right) - n\left(\frac{\pi(n-4)}{2n} \sin^2\left(\frac{\pi}{n}\right) + \sin\left(\frac{2\pi}{n}\right) \sin^2\left(\frac{\pi}{n}\right)\right) \\ &= \frac{n}{4} \sin\left(\frac{4\pi}{n}\right) - \frac{\pi(n-4)}{2} \sin^2\left(\frac{\pi}{n}\right) \end{aligned}$$

이다. 위 문항으로부터 $n(f(n) - g(2n)) = \pi n(n-2) \sin^2\left(\frac{\pi}{2n}\right)$ 을 얻을 수 있다. 이를 다

시 정리하면,

$$n(f(n) - g(2n)) = \frac{\pi^3(n-2)}{4n} \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{2n}\right)}{\left(\frac{\pi}{2n}\right)^2} \text{이고, <제시문 1>에 의해 이의 극한값은 } \frac{\pi^3}{4} \text{이다.}$$

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

문항카드 3-②

1. 일반정보

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 1교시 / 수학 2	
출제범위	교육과정 과목명	확률과 통계
	핵심개념 및 용어	조합, 중복조합, 중복순열, 자연수분할
답안 작성 시간	30분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[수학 2]

다음 <제시문 1> ~ <제시문 3>을 읽고 [수학 2 - i] ~ [수학 2 - iv]를 문항별로 풀이
 와 함께 답하시오.

<제시문 1>
 서로 다른 n 개에서 r 개를 택하는 조합의 수는 ${}_n C_r = \frac{n!}{r!(n-r)!}$ 이다.

<제시문 2>
 서로 다른 n 개에서 중복을 허용하여 r 개를 택하는 중복조합의 수는 ${}_n H_r = {}_{n+r-1} C_r$
 이다.

<제시문 3>
 자연수 n 에 대하여 ${}_n C_0 + {}_n C_1 + \dots + {}_n C_n = 2^n$ 이 성립한다.

답은 ${}_n C_r$, ${}_n H_r$, $n!$, 2^n 등을 사용하지 않는 자연수 표기법으로 적으시오. 예: 답이 ${}_5 C_2 + 3$ 이면 13으로 적는다.

[수학 2 - i] 두 집합 $X = \{x | x \text{는 } 10 \text{ 이하의 자연수}\}$,

$Y = \{y | y \text{는 } 8 \text{ 이하의 자연수}\}$ 에 대해 다음 조건을 만족하는 함수 $f: X \rightarrow Y$ 의 개수를 구하고 그 이유를 논하시오.

조건: 정수 $1 \leq i \leq 9$ 에 대해 $f(i) \leq f(i+1) \leq f(i) + 1$ 이 성립하고 $f(1) = 1$ 이

다.

[수학 2 - ii] 두 집합 $X = \{x | x \text{는 } 6 \text{ 이하의 자연수}\}$,

$Y = \{y | y \text{는 } 21 \text{ 이하의 자연수}\}$ 에 대해 다음 조건을 만족하는 함수 $f: X \rightarrow Y$ 의 개수를 구하고 그 이유를 논하시오.

조건: $\{f(i+1) - f(i) | i \text{는 } 1 \leq i \leq 5 \text{인 정수}\} \subset \{1, 2, 3, 5, 7\}$ 이 성립하고 $f(1) = 1, f(6) = 21$ 이다.

[수학 2 - iii] 두 집합 $X = \{x | x \text{는 } 9 \text{ 이하의 자연수}\}$,

$Y = \{y | y \text{는 } 27 \text{ 이하의 자연수}\}$ 에 대해 다음 조건을 만족하는 함수 $f: X \rightarrow Y$ 의 개수를 구하고 그 이유를 논하시오.

조건: 정수 $1 \leq i \leq 8$ 에 대해 $0 \leq f(i+1) - f(i) \leq 4$ 이 성립하고 정수

$2 \leq j \leq 8$ 에 대해 $f(j) \geq \frac{f(j-1) + f(j+1)}{2}$ 이 성립하며 $f(1) = 1$ 이다.

[수학 2 - iv] 두 집합 $X = \{x | x \text{는 } 5 \text{ 이하의 자연수}\}$,

$Y = \{y | y \text{는 } 13 \text{ 이하의 자연수}\}$ 에 대해 다음 조건을 만족하는 함수 $f: X \rightarrow Y$ 의 개수를 구하고 그 이유를 논하시오.

조건: 정수 $1 \leq i \leq 4$ 에 대해 $f(i) \leq f(i+1) \leq f(i) + 7$ 이 성립한다.

3. 출제 의도

경우의 수를 구할 때는 주어진 대상을 잘 알고 있는 대상으로 변환하여 개수를 세는 것이 유용할 때가 많다. 본 문제에서는 경우의 수를 정확하게 구하는 능력을 평가한다. 문제를 해석하여 원하는 형태의 대상으로 변환하는 사고력을 측정한다. 중복순열, 중복조합, 자연수분할을 적재적소에 사용할 수 있는 능력을 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
제시문 1	교육과정	확률과 통계 - (가) 순열과 조합 - ㉔ 순열과 조합 ②조합의 뜻을 알고, 조합의 수를 구할 수 있다.

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

문항 및 제시문		관련 성취기준
	성취기준· 성취수준	확률과 통계 - (1) 순열과 조합 - (나) 순열과 조합 확통1122. 조합의 수를 구하고, 그 과정을 설명할 수 있다.
제시문 2	교육과정	확률과 통계 - (가) 순열과 조합 - ㉒ 순열과 조합 ④중복조합을 이해하고, 그 조합의 수를 구할 수 있다.
	성취기준· 성취수준	확률과 통계 - (1) 순열과 조합 - (나) 순열과 조합 확통1124. 중복조합의 수를 구하고, 그 과정을 설명할 수 있다.
제시문 3	교육과정	확률과 통계 - (가) 순열과 조합 - ㉔ 이항정리 ②이항정리를 이용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.
	성취기준· 성취수준	확률과 통계 - (1) 순열과 조합 - (라) 이항정리 확통1141/1142. 이항정리를 이용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.
수학 2- i	교육과정	확률과 통계 - (가) 순열과 조합 - ㉔ 이항정리 ②이항정리를 이용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.
	성취기준· 성취수준	확률과 통계 - (1) 순열과 조합 - (라) 이항정리 확통1141/1142. 이항정리를 이용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.
수학 2- ii	교육과정	확률과 통계 - (가) 순열과 조합 - ㉒ 순열과 조합 ③원순열, 중복순열, 같은 것이 있는 순열을 이해하고, 그 순열 의 수를 구할 수 있다.
	성취기준· 성취수준	확률과 통계 - (1) 순열과 조합 - (나) 순열과 조합 확통1123-2. 중복순열의 수를 구하고, 그 과정을 설명할 수 있다.
수학 2- iii	교육과정	확률과 통계 - (가) 순열과 조합 - ㉒ 순열과 조합 ④중복조합을 이해하고, 그 조합의 수를 구할 수 있다.
	성취기준· 성취수준	확률과 통계 - (1) 순열과 조합 - (나) 순열과 조합 확통1124. 중복조합의 수를 구하고, 그 과정을 설명할 수 있다.
수학 2- iv	교육과정	확률과 통계 - (가) 순열과 조합 - ㉓ 분할 ②자연수를 몇 개의 자연수의 합으로 나타낼 수 있는 방법의 수를 구할 수 있다.
	성취기준· 성취수준	확률과 통계 - (1) 순열과 조합 - (다) 분할 확통1132. 자연수를 몇 개의 자연수의 합으로 나타낼 수 있는 모든 방법의 수를 구하고, 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」(교
 육과학기술부 발간등록번호 11-1341000-002322-01)

나) 자료 출처

교과서 내				
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
확률과 통계	류희찬 외	천재교과서	2018	24-55
확률과 통계	정상권 외	금성출판사	2018	12-62
확률과 통계	우정호 외	동아출판	2018	12-81

5. 문항 해설

[수학 2- i] 조합을 이해하고 이항계수를 계산하는 능력을 평가하는 문제이다.

[수학 2- ii] 중복순열의 개수를 구하는 능력을 평가하는 문제이다.

[수학 2- iii] 중복조합의 개수를 구하는 능력을 평가하는 문제이다.

[수학 2- iv] 자연수분할을 활용하는 능력을 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
수학 2- i	$f(10) = r$ (r 고정)일 때의 경우의 수를 구한다.	3점
	전체의 경우의 수를 구한다.	4점
수학 2- ii	가능한 자연수 분할을 모두 구한다.	3점
	중복순열의 개수를 모두 구한다.	4점
수학 2- iii	전체 중복조합의 개수를 구한다.	4점
	해당되지 않는 중복조합의 개수를 뺀다.	4점
수학 2- iv	음이 아닌 정수해의 개수를 구한다.	4점
	해당되지 않는 정수해의 개수를 뺀다.	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

[수학 2- i]

집합 $A = \{x | x \text{는 } 9 \text{ 이하의 자연수}\}$, $B = \{x | x \text{는 자연수}\}$ 에 대해 함수 $g: A \rightarrow B$ 를 $g(i) = f(i+1) - f(i)$ 라 정의하면 g 는

$0 \leq \sum_{i=1}^9 g(i) = f(10) - f(1) \leq 7$ 을 만족한다. 정수 $0 \leq k \leq 7$ 에 대하여

$\sum_{i=1}^9 g(i) = k$ 라 하면 $g(i)$ 중 1인 값이 k 개 0인 값이 $9-k$ 가 되어야 하므로 이러한

함수 g 의 개수는 9C_k 가 된다. 함수 f 는 g 에 의해 결정되므로 조건을 만족하는 f 의

개수는 $\sum_{k=0}^7 {}^9C_k = \sum_{k=0}^9 {}^9C_k - {}^9C_8 - {}^9C_9 = 2^9 - 9 - 1 = 502$ 이다.

[수학 2- ii]

집합 $A = \{x | x \text{는 } 5 \text{ 이하의 자연수}\}$, $B = \{x | x \text{는 자연수}\}$ 에 대해 함수 $g: A \rightarrow B$ 를 $g(i) = f(i+1) - f(i)$ 라 정의하면 g 는 $g(i) \in \{1, 2, 3, 5, 7\}$ 이고

$\sum_{i=1}^5 g(i) = 20$ 을 만족한다. 따라서 $g(1), g(2), \dots, g(5)$ 를 크기순으로 나열하면

1, 2, 3, 5, 7을 사용하여 나타낸 20의 자연수분할이 된다. 이러한 것들은 (7, 7, 3, 2, 1), (7, 7, 2, 2, 2), (7, 5, 5, 2, 1), (7, 5, 3, 3, 2), (5, 5, 5, 3, 2)가 있다. $g(1), g(2), \dots, g(5)$ 는 이러한 자연수분할 중 하나를 골라 그 안에 있는 숫자들을 배열해서 얻어진 순열이 된다.

이러한 순열들의 개수를 구하면

$$\frac{5!}{2!} + \frac{5!}{2!3!} + \frac{5!}{2!} + \frac{5!}{2!} + \frac{5!}{3!} = 60 + 10 + 60 + 60 + 20 = 210 \text{이 된다.}$$

[수학 2- iii]

집합 $A = \{x | x \text{는 } 8 \text{ 이하의 자연수}\}$, $B = \{x | x \text{는 자연수}\}$ 에 대해 함수 $g: A \rightarrow B$ 를 $g(i) = f(i+1) - f(i)$ 라 정의하면 함수 g 는 다음 세 가지 조건을 만족한다.

(1) $0 \leq g(i) \leq 4$

$$(2) g(1) \geq g(2) \geq \dots \geq g(8)$$

$$(3) g(1) + g(2) + \dots + g(8) \leq 26$$

조건 (1), (2)에서 $g(1), \dots, g(8)$ 은 0, 1, 2, 3, 4 중에서 중복을 허락하여 8개를 고르는 것에 대응된다. 이렇게 고르는 방법의 수는 ${}_5H_8 = {}_{12}C_8 = \frac{12 \cdot 11 \cdot 10 \cdot 9}{4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1} = 495$ 이다.

다. 조건 (3)은 이렇게 선택된 숫자들의 합이 26이하가 되어야 함을 의미한다. 따라서 선택된 숫자의 합이 27, 28, 29, 30, 31, 32가 되는 경우의 수를 빼야한다. 선택된 숫자의 합이 $32 - k$ ($0 \leq k \leq 5$)라 하고 $h(i) = 4 - g(i)$ ($1 \leq i \leq 8$)라 하면 $0 \leq h(i) \leq 4$, $h(1) \leq \dots \leq h(8)$, $h(1) + \dots + h(8) = k$ 이므로 이러한 h 에서 $h(i) > 0$ 인 것들을 모은 것은 1, 2, 3, 4로 이루어진 k 의 자연수분할과 대응된다. 이러한 것들의 개수를 구하면 $k=0$ 일 때 1가지, $k=1$ 일 때 1가지(1), $k=2$ 일 때 2가지(2, 11), $k=3$ 일 때 3가지(3, 21, 111), $k=4$ 일 때 5가지(4, 31, 22, 211, 1111), $k=5$ 일 때 6가지(41, 32, 311, 221, 2111, 11111)이다. 따라서 답은 $495 - 1 - 1 - 2 - 3 - 5 - 6 = 477$ 이다.

[수학 2-iv]

$f(i+1) - f(i)$ 에서 유추하여 $x_1 = f(1) - 1$, $x_2 = f(2) - f(1)$, $x_3 = f(3) - f(2)$, $x_4 = f(4) - f(3)$, $x_5 = f(5) - f(4)$, $x_6 = 13 - f(5)$ 라 하면 $x_1 + \dots + x_6 = 12$, $x_i \geq 0$, $x_2, x_3, x_4, x_5 \leq 7$ 을 만족한다. $x_1 + \dots + x_6 = 12$ 을 만족하는 음이 아닌 정수해의 개수는

$${}_6H_{12} = {}_{17}C_{12} = \frac{17 \cdot 16 \cdot 15 \cdot 14 \cdot 13}{5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1} = 6188 \text{이다. 여기서 조건 } x_2, x_3, x_4, x_5 \leq 7 \text{을}$$

만족하지 않는 것은 정확히 하나의 $k \in \{2, 3, 4, 5\}$ 에 대해 $x_k \geq 8$ 이 된다. (왜냐하면 두 개 이상이 8 이상이면 합이 16 이상이 된다.) $k=2$ 인 경우, $x_1 + \dots + x_6 = 12$ 의 음이 아닌 정수해 중에서 $x_2 \geq 8$ 인 것들의 개수는 $y_2 = x_2 - 8$ 로 치환하면 $x_1 + y_2 + x_3 + \dots + x_6 = 4$ 을 만족하는 음이 아닌 정수해의 개수와 같으므로

$${}_6H_4 = {}_9C_4 = \frac{9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6}{4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1} = 126 \text{이다. } k=3, 4, 5 \text{인 경우도 같은 방법으로 하면 } 126$$

개가 나온다. 따라서 답은 $6188 - 4 \cdot 126 = 5684$ 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

문항카드 3-㉓

1. 일반정보

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 1교시 / 물리 I	
출제범위	교육과정 과목명	물리 I
	핵심개념 및 용어	전기력, 등가속도 운동, 돌림힘
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[물리 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [물리 I -i] ~ [물리 I -ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

전기장 E 안의 한 점에 놓여있는 전하량 q 인 전하가 받는 힘 F 는 $F=qE$ 이다.

<제시문2>

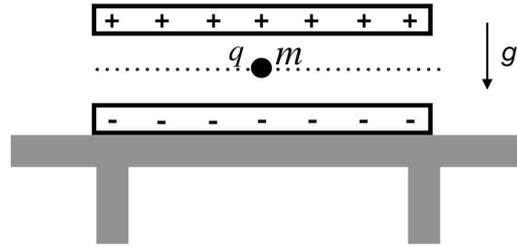
시각 $t=0$ 에 처음 속도 v_0 로 출발한 물체가 일정한 가속도 a 로 움직이면, 시간 t 후에 물체의 속도 v 는 $v=v_0+at$ 이다. 이 시간 동안 물체의 변위 s 는 $s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 이다.

<제시문3>

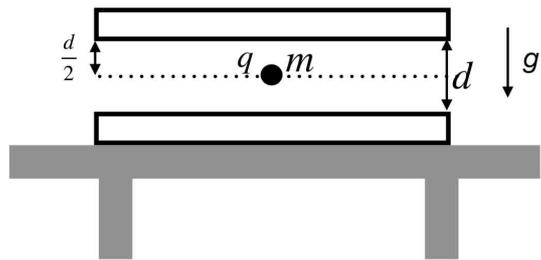
물체가 운동 상태의 변화 없이 안정적으로 정지해 있는 상태를 역학적 평형 상태라고 한다. 물체가 역학적 평형 상태를 유지하기 위해서는 다음의 두 평형 조건을 만족해야 한다.

1. 힘의 평형: 물체에 작용하는 모든 힘의 합력, 즉 알짜힘이 0이어야 한다.
2. 돌림힘의 평형: 물체에 작용하는 모든 돌림힘의 합이 0이어야 한다.

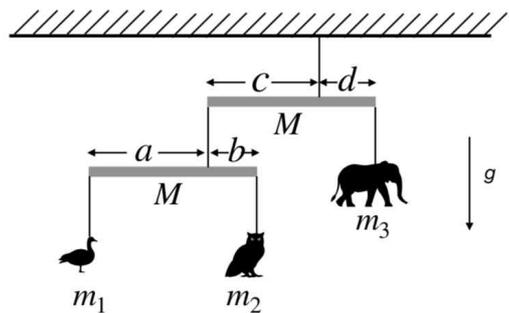
[물리 I - i] (가) 그림과 같이 반대 전하로 대전된 두 평행판이 연직 아랫방향의 균일한 중력장 안에서 탁자위에 놓여있다. 평행판의 중앙에 전하량 q , 질량 m 인 입자를 가만히 놓으면 입자가 평행판 사이의 균일한 전기장 E 안에서 계속 정지해 있다. 입자의 전하량 q 를 m, E, g 를 이용해 전하량의 부호와 함께 나타내고 그 근거를 제시하시오. (단, 평행판은 고정되어 있어 움직이지 않고, 중력가속도는 g 이다.)



(나) 각각의 평행판에 대전되어 있던 전하를 모두 없애 평행판 사이의 전기장을 $E=0$ 으로 했다. 평행판 중앙에 가만히 놓인 (가) 실험의 입자가 평행판에 닿는 순간의 속력을 구하고 그 근거를 제시하시오. (단, 평행판 사이의 거리는 d 이며, 입자의 크기와 공기 저항은 무시한다.)



[물리 I - ii] 밀도가 균일한 질량이 M 이고 길이가 같은 두 막대를 이용해서 그림과 같이 질량 m_1, m_2, m_3 인 세 물체를 실로 연결해 천장에 고정했다. 두 막대와 세 물체가 그림과 같이 역학적 평형 상태를 유지하고 있을 때, 실을 막대에 고정한 위치는 각각의 막대를 그림과 같이 $a:b$ 와 $c:d$ 로 분할한다. $\frac{a}{b}$ 와 $\frac{c}{d}$ 를 m_1, m_2, m_3, M 을 이용해 나타내고 그 근거를 제시하시오. (단, 중력가속도는 g 이고, 실의 질량과 막대의 두께는 무시한다.)



3. 출제 의도

중력과 전기력이 함께 작용하는 물체에 대한 힘의 평형 조건, 그리고 등가속도 운동을 이해하고 있는 지를 평가한다. 또한, 일상에서 쉽게 볼 수 있는 모빌 장치의 작동원리를 돌림힘의 평형에 기반해 설명할 수 있는지를 묻고자 했다.

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”	
성취기준 / 영역별 내용	제시문 1	(1) 물질과 전자기장 (가) 전자기장 ① 정지한 전하 주위에는 전기장이 발생함을 전기력선의 개념을 이용하여 이해한다.
	제시문 2	(1) 시공간과 우주 (가) 시간, 공간, 운동 ③ 속도, 가속도의 개념을 이해하고, 이를 바탕으로 1차원 등가속도 운동을 이해한다.
	제시문 3	(4) 에너지 (나) 힘과 에너지의 이용 ② 힘과 돌림힘의 평형을 이용하여 구조물의 안정성을 정량적으로 계산할 수 있다.
	물리 I - i	(2) 물질과 전자기장 (가) 전자기장 ① 정지한 전하 주위에는 전기장이 발생함을 전기력선의 개념을 이용하여 이해한다.
	물리 I - ii	(1) 시공간과 우주 (가) 시간, 공간, 운동 ③ 속도, 가속도의 개념을 이해하고, 이를 바탕으로 1차원 등가속도 운동을 이해한다.

나) 자료 출처

교과서 내				
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
물리 I	김영민 외	교학사	2018	35~36, 106~112, 310~314
물리 I	곽성일 외	천재교육	2018	28~31, 91~96 267~271

5. 문항 해설

[물리 I - i]은 중력과 전기력의 개념을 이해해 이를 힘의 평형에 적용할 수 있는지, 그리고 일정한 가속도로 움직이는 물체의 운동을 이해하는지를 묻는 문제이다. 고등학교 교육과정인 “시간, 공간, 운동”단원과 “전자기장”에서 배운 내용, 특히 운동법칙, 등가속도 운동, 그리고 전기력에 대한 이해를 적용하여 문제를 해결할 것을 요구하고 있다. [물리 I - ii]는 고등학교 교육과정인 “힘과 에너지의 이용” 단원의 역학적 평형의 원리를 이해하고, 이를 구체적인 상황에 적용할 수 있는지를 묻고자 했다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준		배점
[물리I-i] (가)	$q = -\frac{mg}{E}$	부호를 포함한 입자의 전하량을 올바른 설명과 함께 제시함	10점
[물리I-i] (나)	$v = \sqrt{dg}$	평행판에 닿는 순간의 입자의 속력을 올바른 설명과 함께 제시함	10점
[물리I-ii]	$\frac{a}{b} = \frac{M+2m_2}{M+2m_1}$	아래막대에 대해서 $\frac{a}{b}$ 를 올바른 설명과 함께 제시함	10점
	$\frac{c}{d} = \frac{M+2m_3}{3M+2m_1+2m_2}$	위막대에 대해서 $\frac{c}{d}$ 를 올바른 설명과 함께 제시함	10점

7. 예시 답안

[물리 I - i]

(가) 평행판 사이에 있는 입자에는 전기력 ($F_E = qE$)과 아랫방향의 중력 ($F_g = mg$)이 작용하고 있다. 아랫방향을 양의 방향으로 하면, 전기장 $E > 0$ 이다. 두 힘을 더하면 $mg + qE = 0$ 를 만족해야 하므로, $q = -\frac{mg}{E}$ (전하량의 부호는 음)이다.

(나) 입자에 작용하는 전기력은 $F_E = qE = 0$ 이므로, 입자에는 아랫방향의 중력

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

$F_g = mg$ 만이 작용한다. 입자가 아래의 평행판에 닿을 때 까지의 시간을 t 라 하면,
 $\frac{d}{2} = \frac{1}{2}gt^2$ 이므로 $t = \sqrt{\frac{d}{g}}$ 이다. 이때의 속도는 $v = gt = \sqrt{dg}$ 이다.

(별해) 등가속도 운동은 $v^2 - v_0^2 = 2aS$ 를 만족하므로, $v_0 = 0, S = d/2$ 를 대입해
 $v = \sqrt{gd}$ 를 얻는다.

[물리 I - ii]

아래에 놓인 막대에서 실이 고정된 위치를 원점 O 로 하고, 반시계 방향으로 돌아가는 방향을 돌림힘의 양(+)의 방향이라 하자. 막대 전체의 무게 중심과 원점 O 사이의 거리는 $a - \frac{a+b}{2} = \frac{a-b}{2}$ 이므로 막대의 질량에 의한 돌림힘은 $Mg\frac{a-b}{2}$ 이다. m_1, m_2 에 의한 돌림힘을 부호를 함께 고려해 적으면 각각 $m_1ga, -m_2gb$ 이다. 세 돌림힘을 모두 더하면 $m_1ga - m_2gb + Mg\frac{a-b}{2} = 0$ 을 만족하므로, $x = a/b$ 로 치환하면

$m_1x - m_2 + M\frac{x-1}{2} = 0$ 이 된다. 이 식을 정리하면 $2m_1x - 2m_2 + Mx - M = 0$ 이므로

$x = \frac{a}{b} = \frac{M+2m_2}{M+2m_1}$ 을 얻는다.

(별해) 아래 막대의 왼쪽 끝을 원점으로 해서 막대와 m_1, m_2 의 무게 중심을 구하면,

$\frac{\frac{a+b}{2}M + (a+b)m_2}{M+m_1+m_2} = a$ 를 얻는다. 이 식을 정리하면, 위와 같은 결과

$x = \frac{a}{b} = \frac{M+2m_2}{M+2m_1}$ 를 얻는다.

위에 놓인 막대는 왼쪽에 $m_4 = M+m_1+m_2$ 의 물체가 달려있다고 생각하면, 앞에서 계산한 상황에서 a, b, m_1, m_2 를 각각 c, d, m_4, m_3 로 치환한 것과 같다. 위에서 얻은 식을

적용하면 $\frac{c}{d} = \frac{M+2m_3}{M+2m_4} = \frac{M+2m_3}{3M+2m_1+2m_2}$ 이다.

문항카드 3-④

1. 일반정보

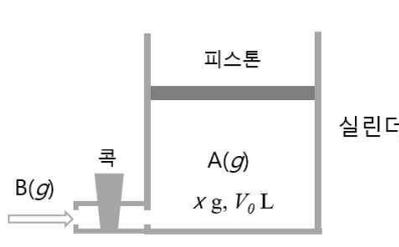
유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 1교시 / 화학 I	
출제범위	교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	화학식량과 몰, 분자량, 전자 배치, 원자모형, 주기율표, 이온화에너지, 루이스구조식, 극성, 전자쌍 반발이론, 산화-환원
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

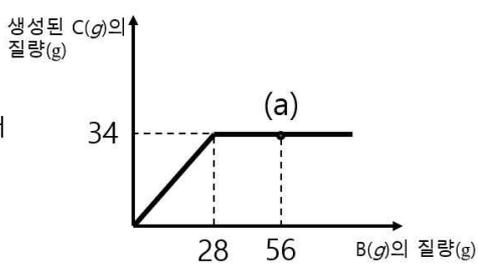
[화학 I]

다음 <제시문 1> ~ <제시문 2>를 읽고 [화학 I - i] ~ [화학 I - v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문 1>
A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)를 생성하는 화학 반응식은 다음과 같다.
 $3A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$



(가)



(나)

그림 (가)는 실린더에 0°C, 1기압에서 x g의 A(g)가 V₀ L의 부피로 들어 있는 것을, (나)는 (가)의 실린더에 B(g)를 조금씩 넣으면서 반응시켰을 때 넣어준 B(g)의 질량에 따라 생성된 C(g)의 질량을 나타낸 것이다.

<제시문 2>
다음은 HCl(aq)과 금속 D, E, F, G를 이용한 산화-환원 반응의 실험 과정 및 결과이다.
(1) HCl(aq)에 금속 D를 넣었더니, 수소 기체가 발생하였고, 금속 D가 모두 녹았다.
(2) 과정 (1)에서 얻어진 용액에 금속 E를 넣었더니, 수소 기체가 발생하였고, 금속 E의

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

일부가 남았으며, 석출된 금속은 없었다.

(3) 과정 (2)에서 얻어진 용액에 금속 F를 넣었더니, 금속 D와 E가 석출되었다.

(4) 과정 (1)에서 얻어진 용액에 금속 G를 넣었더니, 아무런 변화가 없었다.

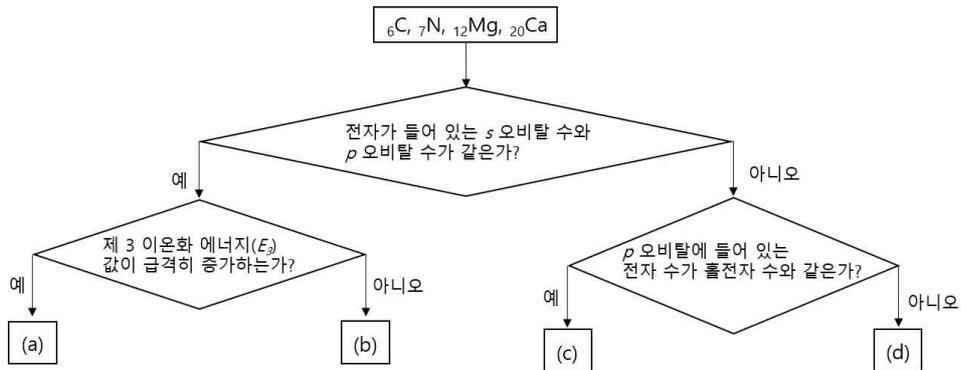
[화학 I - i] 아보가드로 법칙을 이용하여 <제시문1>의 (a) 지점에서 실린더에 들어 있는 기체의 부피(V)를 처음 부피(V₀)와 비교하여 논하시오. (단, 온도와 압력은 일정하고 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다. 기체 B를 넣을 때만 콧을 열고, 반응 시에는 닫는다.)

[화학 I - ii] 러더퍼드는 금박에 α입자를 충돌시키는 α입자 산란 실험을 통해 러더퍼드의 원자 모형을 제시하였다. 만약에 러더퍼드의 실험에서 일부의 α입자들의 진로가 휘어지거나 α입자원 방향으로 튕겨 나오지 않고, 모든 α입자들이 금박을 그대로 통과하는 실험 결과만을 얻었다고 가정한다면, 러더퍼드의 원자 모형은 어떻게 수정될 수 있는지 논리적으로 제시하시오.

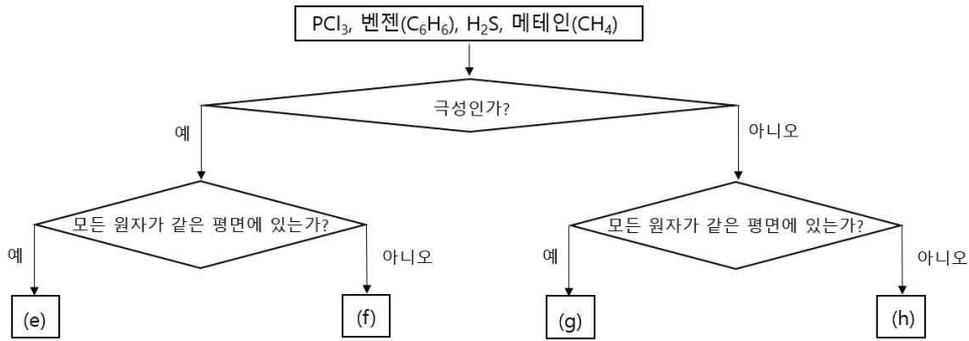
[화학 I - iii] 오른쪽 그림은 바닥상태인 원자를 주어진 기준에 따라 분류한 것이다.

(가) (a)~(d)에 해당하는 원자를 각각 적으시오.

(나) 기체 상태의 원자 1몰로부터 전자 1몰을 떼어 내기 위해 빛 에너지를 사용하려고 한다. 이를 위해 필요한 빛의 파장이 긴 원자부터 차례대로 나열하고 그 근거를 제시하시오.



[화학 I - iv] 오른쪽 그림은 주어진 4가지 분자를 분류하는 과정을 나타낸 것이다.
 (가) (e)~(h)에 해당하는 분자를 각각 적으시오.
 (나) 중심원자의 결합각이 큰 분자부터 차례대로 나열하고 그 근거를 제시하시오. (단, 벤젠의 경우 6개의 탄소 원자 중에서 하나를 중심원자로 간주한다.)



[화학 I - v] <제시문 2>에 주어진 금속 D, E, F, G의 산화 경향성이 큰 금속부터 차례대로 나열하고 그 근거를 제시하시오.

3. 출제 의도

화학 I 교과서 내용에서 다루어지는 화학 반응식, 원자의 구조, 주기적 성질, 분자의 구조와 성질, 산화-환원 반응의 단원에 걸쳐 고르게 문제를 출제하였다. 주어진 실험과 결과를 해석하여, 화학 반응에서의 양적 관계를 이해할 수 있고, 간단한 수식적 해결이 가능한지 평가하고자 하였다. 또한, 현대의 원자 모델을 제시하기 위해 수행된 실험 결과의 논리성을 단순 암기가 아닌, 실험 결과 해석에 기반을 두고 있음을 이해하고 있는지 가능해 보고자 하였다. 또한 원자의 모형과 전자 배치, 분자의 극성, 분자의 전자쌍 반발 이론, 산화-환원 반응 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 평가하려는 의도가 있다.

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”	
성취기준 / 영역별 내용	제시문 1	(가) 화학의 언어 ④ 아보가드로 수와 몰의 의미를 이해한다. ⑤ 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.
	제시문 2	(나) 닳은꼴 화학반응 ① 광합성과 호흡, 철광석의 제련과 철의 부식이 산소에 의한 화학적 산화·환원 반응임을 이해한다.
	화학 I - i	(가) 화학의 언어 ④ 아보가드로 수와 몰의 의미를 이해한다. ⑤ 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.
	화학 I - ii	(나) 개성있는 원소 ① 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 - iii	(나) 개성있는 원소 ④ 오비탈과 스핀 개념을 이해하고, 배타 원리, 훈트 규칙, 쌍음 원리를 적용하여 다전자 원자의 전자 배치를 설명할 수 있다.
	화학 I - iv	(다) 아름다운 분자 세계 ① 간단한 분자들의 루이스 구조를 통해 공유 결합의 성질과 쌍극자 모멘트와 관련된 결합의 극성을 설명할 수 있다. ② 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명하고, 분자의 극성과 끓는점 등 물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있다는 사실을 이해한다. ③ 탄소화합물의 다양성과 구조적 특징을 이해한다.
	화학 I - v	(라) 닳은꼴 화학반응 ① 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	2016	38-43, 59, 70-80, 88-101, 166-189, 206-221
화학 I	노태희 외 8인	천재교육	2016	41-49, 61-62, 79-96, 99-112, 151-175, 190-195
화학 I	류해일 외 8인	비상교육	2016	42-47, 65, 76-90, 106-112, 146-174, 197-209
화학 I	김희준 외 9인	상상아카데미	2016	47-50, 83-89, 93-104, 137-159, 176-189

기타				
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
수능완성 화학 I	김준 외 5인	EBS	2018	27, 84, 101

5. 문항 해설

[화학 I - i]

주어진 화학 실험과 결과 그래프를 해석하여, 화학 반응 양론을 이해하는지 묻는 문제이다. 기체의 질량과, 몰수, 부피의 연관 관계를 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 질량 보존의 법칙을 이해하고, 화학 반응식의 계수의 비는 반응 물질과 생성 물질의 부피비와 같다는 것을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 아보가드로의 법칙을 이해하여, 반응기의 부피를 예측할 수 있는지 평가하고자 하였다.

[화학 I - ii]

원자 모형은 돌턴, 톰슨, 러더퍼드, 보어, 전자구름(현대)의 순서로 변화 하였다. 이러한 모형은 실험적 결과를 해석하여 제시되었다. 이 중, 러더퍼드의 원자 모형이 α 입자 산란 실험을 통해 제시 되었는데, 그 실험 결과를 논리적으로 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 원자핵이 중심에 존재하고, 전자가 주변에 퍼져 있다는 논리를 단순 암기를 통해 알고 있는지, 아니면, 역사적 실험 결과를 이해하여 알고 있는지 평가하는 문제이다.

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 - iii]

오비탈의 정의를 정확하게 이해하고 있는지 평가하는 문제이다. 전자의 쌍임을 오비탈의 종류와 순서에 따라 배열할 수 있는 능력이 있는지 알아보고자 하였다. 또한, 이온화 에너지에 대한 뜻을 파악하고 있는지 평가하고자 하였다. 빛 에너지와 파장의 관계를 이해하고, 이러한 에너지가 어떻게 전자 배치와 연관성이 있는지 평가하고자 하였다.

[화학 I - iv]

루이스 구조식을 제시하고, 전자쌍 반발 이론을 이용한 분자의 구조를 이해를 할 수 있는지 묻는 문제이다.

[화학 I - v]

주어진 실험 결과를 해석하여, 산화 경향에 대한 이해력을 평가하는 문제이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
화학 I - i	<p>그래프를 보면 B(g) 28g이 들어가면 생성물 C(g)가 34g이 생성되는 것으로부터 A(g)는 6g이 초기에 있었음을 알 수 있다. 이 경우 이들 물질의 몰 비는 A:B:C = 3:1:2 이다. 반응 초기 용기의 부피는 A의 몰수인 3몰에 의해 결정된다. 아보가드로 법칙에 따라, 용기의 부피는 3몰 × 22.4 L이다. (a) 지점에서는 A가 모두 반응하여 C가 되었고, B가 28g 남아 있다. 이 경우 용기 안에는 C가 2몰, B가 1몰, 총 3몰의 기체가 있다. 아보가드로 법칙에 따라, 용기의 부피는 3몰 × 22.4 L이다.</p> <p>즉, 지점 (a)에서의 반응기의 초기 부피(V₀)는 변화가 없다. (8점)</p>	<p>반응 초기에 A의 몰수는 3몰 2점</p> <p>(a) 지점에서 C가 2몰, B가 1몰이 남아있다. 총 3몰이 남아있다 2점</p> <p>반응 전 또는 후의 부피는 변화가 없다. 3몰 × 22.4 L = 67.2 L (또는, “반응기의 부피는 기체의 몰수에 비례한다.”라는 언급이 있으면 됨.) 4점</p>
화학 I - ii	<p>러더퍼드는 α입자 산란 실험으로 원자의 중심에 원자 질량의 대부분을 차지하면서 양전하를 띤 크기가 매우 작은 입자가 있으며, 이 입자를 원자핵이라고 하였다. 원자의 내부는 대부분 빈 공간으로 되어 있고, 전자가 이 공간에 퍼져 있다고 하였다. 이에 반해, α입자가 모</p>	<p>설명이 없이 “양전하와 전자가 물질 전반에 걸쳐 고르게 퍼져있다는 원자 모델을 제시할</p>

하위 문항	채점 기준	배점																									
	<p>두 통과하고, 산란되지 않기 때문에, 러더퍼드가 제시한 원자핵이 존재하지 않는다고 판단할 수 있다. 즉 양전하와 전자가 물질 전반에 걸쳐 고르게 퍼져있다는 원자 모델을 제시할 수 있다. (8점)</p>	<p>수 있다.”라고 적었으면, 4점 설명과 함께 제시하면 8점</p>																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>전자배치</th> <th>전자가 들어 있는 s 오비탈 수</th> <th>전자가 들어 있는 p 오비탈 수</th> <th>표</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ⓒ</td> <td>$1s^2 2s^2 2p^2$</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>c</td> </tr> <tr> <td>Ⓓ</td> <td>$1s^2 2s^2 2p^3$</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>b</td> </tr> <tr> <td>ⒺCa</td> <td>$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>a</td> </tr> <tr> <td>ⒻMg</td> <td>$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>d</td> </tr> </tbody> </table> <p>(가)</p> <p>-이온화 에너지 값이 급격히 증가하려면, 원자가 전자를 모두 떼어 낸 후, 다음 전자를 떼어 낼 때는 안쪽 껍질의 전자를 떼어 내어야 한다. 원자가 전자가 2개인 원자는 C, Mg 중에서 Mg이다. 즉 Mg의 제 3 이온화 에너지 값(E3)이 급격히 증가할 것으로 예측된다.</p> <p>- p 오비탈에서 들어 있는 전자수와 홀전자 수가 같은 원자는 Ca, N 중에서 N이다.</p> <p>따라서, (a) Mg, (b) C, (c) N, (d) Ca 이다. (2점)</p>		전자배치	전자가 들어 있는 s 오비탈 수	전자가 들어 있는 p 오비탈 수	표	Ⓒ	$1s^2 2s^2 2p^2$	2	2	c	Ⓓ	$1s^2 2s^2 2p^3$	2	3	b	ⒺCa	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	4	6	a	ⒻMg	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	3	3	d	<p>(가)</p> <p>(a): Mg, (b): C, (c): N, (d): Ca 2점</p>
	전자배치	전자가 들어 있는 s 오비탈 수	전자가 들어 있는 p 오비탈 수	표																							
Ⓒ	$1s^2 2s^2 2p^2$	2	2	c																							
Ⓓ	$1s^2 2s^2 2p^3$	2	3	b																							
ⒺCa	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	4	6	a																							
ⒻMg	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	3	3	d																							
<p>화학 I - iii</p>	<p>(나) 기체 상태의 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어 내는데 필요한 에너지는 이온화 에너지이다.</p> <p>$M(g) + E \rightarrow M^+(g) + e^-$ (E: 이온화 에너지)</p> <p>제시 가능한 설명 1:</p> <p>전자는 원자핵 주위에 무질서하게 존재하는 것이 아니라, 특정한 에너지 준위를 가진 불연속적인 원형 궤도(또는 전자껍질)에만 있을 수 있다. Mg는 3번째 전자껍질, C는 2번째 전자껍질, N은 두 번째 전자껍질, Ca는 4번째 전자껍질에 최외각 전자가 존재한다. 전자를 떼어 내기 위해 필요한 빛 에너지의 파장은 에너지에 반비례하므로, 파장이 길수록 주양자수가 크다. 따라서, 주양자수가 큰 순서로 나열하면, 필요한 빛 에너지의 파장이 긴 순서로 원자를 나열하는 것이다.</p> <p>즉, $Ca > Mg > C, N$이다.</p> <p>C와 N는 2번째 전자껍질에 최외각 전자가 존재한다. 모두 2주기에 위치한다. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 대체로 이온화 에너지가 증가한다. 이것은 유효 핵전하가 증가하고 원자 반지름이 감소하여 핵과 전자 사이의 인력이 증가하기 때문이다. 따라서 N에서 전자를 제거하는 것이 C보다 더 큰 에너지가 필요하다.</p>	<p>(나) 설명없이 $Ca > Mg > C > N$ 이다. 2점</p> <p>설명과 함께 $Ca > Mg > C > N$ 이다. 6점</p>																									

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	배점																				
<p>화학 I - iii</p>	<p>따라서 빛 에너지의 파장은 반대로 $C > N$ 이다. 즉, $Ca > Mg > C > N$ 이다.</p> <p>제시 가능한 설명 2: 같은 족에서는 원자 번호가 증가 할수록 원자 반지름이 증가하여 핵과 전자 사이의 거리가 멀어지므로 이온화 에너지는 감소한다. 따라서 Mg에서 전자를 제거하는 것이 Ca보다 더 큰 에너지가 필요하다. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 대체로 이온화 에너지가 증가한다. 이것은 유효 핵전하가 증가하고 원자 반지름이 감소하여 핵과 전자 사이의 인력이 증가하기 때문이다. 따라서 N에서 전자를 제거하는 것이 C보다 더 큰 에너지가 필요하다. 필요한 빛 에너지의 파장은 반대로 $C > N$ 이다. 즉, $Ca > Mg > C > N$ 이다. (6점)</p>																					
<p>화학 I - iv</p>	<p>(가)</p> <table border="1" data-bbox="363 1093 1054 1312"> <thead> <tr> <th></th> <th>PCl_3</th> <th>벤젠(C_6H_6)</th> <th>H_2S</th> <th>메테인(CH_4)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>루이스 구조식</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>극성인가?</td> <td>예</td> <td>아니오</td> <td>예</td> <td>아니오</td> </tr> <tr> <td>모든 원자가 같은 평면에 있는가?</td> <td>아니오</td> <td>예</td> <td>예</td> <td>아니오</td> </tr> </tbody> </table> <p>따라서, (e): H_2S, (f): PCl_3, (g): 벤젠, (h): 메테인 (2점)</p> <p>(나) 중심원자의 결합각이 큰 분자는 다음의 순서이다. 벤젠 > 메테인 > PCl_3 > H_2S 벤젠은 결합각이 120°에 가까울 것으로 예측된다. 메테인은 결합각이 109.5°로 예측된다. 비결합 전자쌍이 1개인 PCl_3의 결합각은 “결합전자쌍-비결합전자쌍” 반발력으로 109.5°보다 작을 것으로 예측된다. 비결합 전자쌍이 2개인 H_2S의 결합각은 “비결합전자쌍-비결합전자쌍” 반발력이 “결합전자쌍-비결합전자쌍”보다 크므로 PCl_3보다 결합각이 더 작을 것으로 예측된다. (6점)</p>		PCl_3	벤젠(C_6H_6)	H_2S	메테인(CH_4)	루이스 구조식					극성인가?	예	아니오	예	아니오	모든 원자가 같은 평면에 있는가?	아니오	예	예	아니오	<p>(e): H_2S (f): PCl_3 (g): 벤젠 (h): 메테인 2점</p> <hr/> <p>중심원자 결합각 비교하면 벤젠 > 메테인 > PCl_3 > H_2S 설명이 없으면 2점 설명과 함께 제시 6점</p>
	PCl_3	벤젠(C_6H_6)	H_2S	메테인(CH_4)																		
루이스 구조식																						
극성인가?	예	아니오	예	아니오																		
모든 원자가 같은 평면에 있는가?	아니오	예	예	아니오																		

하위 문항	채점 기준	배점
화학 I - v	<p>금속 DEF 산화 경향성을 실험 결과를 참조하여 나열해 보면 다음과 같다.</p> <p>(1)에서 HCl(aq)에 금속 D를 넣으면 수소 기체가 발생하므로, 금속 D는 산화되고 H⁺은 환원이 된 것이다.</p> <p>(2)의 실험을 통해, 금속 E 산화되는 경향성이 H⁺보다 크고, 금속 D보다는 작은 것으로 판단된다. 즉 산화 경향성은 D>E이다. (3)의 실험을 통해 F금속의 산화 경향성이 금속 D 보다 크다는 것을 알 수 있다. 즉, 산화 경향성은 F>D>E이다. 과정 (1)에서 얻어진 용액에 금속 G를 넣었을 때, 아무런 반응이 없었기 때문에 G의 산화 경향성이 제일 작다. 즉 산화 경향성은 F>D>E>G이다.</p> <p>(또는, F>D>E>H(수소)>G)</p> <p>(8점)</p>	<p>산화 경향성은 F>D>E>G이다.</p> <p>(또는, F>D>E>H(수소)>G)</p> <p>설명 없이 다만 작성하면 <u>4점</u></p> <p>설명과 함께 답안 작성 <u>8점</u></p>

7. 예시 답안

<화학 I- i >

그래프를 보면 B(g) 28g이 들어가면 생성물 C(g)가 34g이 생성되는 것으로부터 A(g)는 6g이 초기에 있었음을 알 수 있다. 이 경우 이들 물질의 몰 비는 A:B:C = 3:1:2 이다. 반응 초기 용기의 부피는 A의 몰수인 3몰에 의해 결정된다. 아보가드로 법칙에 따라, 용기의 부피는 3몰 × 22.4 L이다. (a) 지점에서는 A가 모두 반응하여 C가 되었고, B가 28g 남아 있다. 이 경우 용기 안에는 C가 2몰, B가 1몰, 총 3몰의 기체가 있다. 아보가드로 법칙에 따라, 용기의 부피는 3몰 × 22.4 L이다.

즉, 지점 (a)에서의 반응기의 초기 부피(V₀)는 변화가 없다.

<화학 I- ii >

러더퍼드는 α입자 산란 실험으로 원자의 중심에 원자 질량의 대부분을 차지하면서 양전하를 띤 크기가 매우 작은 입자가 있으며, 이 입자를 원자핵이라고 하였다. 원자의 내부는 대부분 빈 공간으로 되어 있고, 전자가 이 공간에 퍼져 있다고 하였다. 이에 반해, α입자가 모두 통과하고, 산란되지 않기 때문에, 러더퍼드가 제시한 원자핵이 존재하지 않는다고 판단할 수 있다.

즉 양전하와 전자가 물질 전반에 걸쳐 고르게 퍼져있다는 원자 모델을 제시할 수 있다.

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

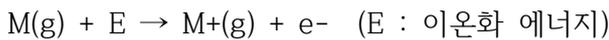
<화학 I-iii>

(가)

	전자배치	전자가 들어 있는 s 오비탈 수	전자가 들어 있는 p 오비탈 수	표
${}_6\text{C}$	$1s^2 2s^2 2p^2$	2	2	c
${}_7\text{N}$	$1s^2 2s^2 2p^3$	2	3	b
${}_{20}\text{Ca}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$	4	6	a
${}_{12}\text{Mg}$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	3	3	d

- 이온화 에너지 값이 급격히 증가하려면, 원자가 전자를 모두 떼어 낸 후, 다음 전자를 떼어 낼 때는 안쪽 껍질의 전자를 떼어 내어야 한다. 원자가 전자가 2개인 원자는 N, Ca 중에서 Ca이다. 즉 Ca의 제 3 이온화 에너지 값(E_3)이 급격히 증가할 것으로 예측된다.
- p 오비탈에 들어 있는 전자수가 홀전자 수와 같은 원자는 Mg, C 중에서 C이다. 따라서, (a): Ca, (b): N, (c): C, (d): Mg 이다.

(나) 기체 상태의 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어 내는데 필요한 에너지는 이온화 에너지이다.



제시 가능한 설명 1:

전자는 원자핵 주위에 무질서하게 존재하는 것이 아니라, 특정한 에너지 준위를 가진 불연속적인 원형 궤도(또는 전자껍질)에만 있을 수 있다. Mg는 3번째 전자껍질, C는 2번째 전자껍질, N은 두 번째 전자껍질, Ca는 4번째 전자껍질에 최외각 전자가 존재한다. 전자를 떼어 내기 위해 필요한 빛 에너지의 파장은 에너지에 반비례하므로, 파장이 길수록 주양자수가 크다. 따라서, 주양자수가 큰 순서로 나열하면, 필요한 빛 에너지의 파장이 긴 순서로 원자를 나열하는 것이다.

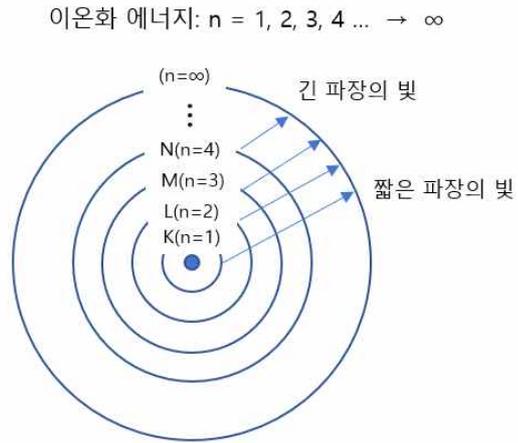
즉, $Ca > Mg > C, N$ 이다.

C와 N은 2번째 전자껍질에 최외각 전자가 존재한다. 모두 2주기에 위치한다. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 대체로 이온화 에너지가 증가한다. 이것은 유효 핵전하가 증가하고 원자 반지름이 감소하여 핵과 전자 사이의 인력이 증가하기 때문이다. 따라서 N에서 전자를 제거하는 것이 C보다 더 큰 에너지가 필요하다. 따라서 빛 에너지의 파장은 반대로 $C > N$ 이다.

즉, $Ca > Mg > C > N$ 이다.

제시 가능한 설명 2:

같은 족에서는 원자 번호가 증가 할수록 원자 반지름이 증가하여 핵과 전자 사이의 거리가 멀어지므로 이온화 에너지는 감소한다. 따라서 Mg에서 전자를 제거하는 것이 Ca보다 더 큰 에너지가 필요하다. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 대체로 이온화 에너지가 증가한다. 이것은 유효 핵전하가 증가하고 원자 반지름이 감소하여 핵과 전자 사이의 인력이 증가하기 때문이다. 따라서 N에서 전자를 제거하는 것이 C보다 더 큰 에너지가 필요하다. 필요한 빛 에너지의 파장은 반대로 $C > N$ 이다. 즉, $Ca > Mg > C > N$ 이다.



<화학 I-iv>

(가)

	PCl ₃	벤젠(C ₆ H ₆)	H ₂ S	메테인(CH ₄)
루이스 구조식				
극성인가?	예	아니오	예	아니오
모든 원자가 같은 평면에 있는가?	아니오	예	예	아니오

따라서, (e): H₂S, (f): PCl₃, (g): 벤젠, (h): 메테인

(나)

중심원자의 결합각이 큰 분자는 다음의 순서이다.

벤젠 > 메테인 > PCl₃ > H₂S

벤젠은 결합각이 120도에 가까울 것으로 예측된다.

메테인은 결합각이 109.5도로 예측된다.

비결합 전자쌍이 1개인 PCl₃의 결합각은 “결합전자쌍-비결합전자쌍” 반발력으로 109.5도보다 작을것으로 예측된다.

비결합 전자쌍이 2개인 H₂S의 결합각은 “비결합전자쌍-비결합전자쌍” 반발력이 “결합전자쌍-비결합전자쌍” 보다 크므로 PCl₃보다 결합각이 더 작을 것으로 예측된다.

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- v>

금속 DEF 산화 경향성을 실험 결과를 참조하여 나열해 보면 다음과 같다.

(1)에서 HCl(aq)에 금속 D를 넣으면 수소 기체가 발생하므로, 금속 D는 산화되고 H⁺은 환원이 된 것이다. (2)의 실험을 통해, 금속 E 산화되는 경향성이 H⁺보다 크고, 금속 D보다는 작은 것으로 판단된다. 즉 산화 경향성은 D>E이다. (3)의 실험을 통해 F금속의 산화 경향성이 금속 D 보다 크다는 것을 알 수 있다. 즉, 산화 경향성은 F>D>E이다. 과정 (1)에서 얻어진 용액에 금속 G를 넣었을 때, 아무런 반응이 없었기 때문에 G의 산화 경향성이 제일 작다. 즉 산화 경향성은 F>D>E>G이다.

(또는, F>D>E>H(수소)>G)

문항카드 3-⑤

1. 일반정보

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 1교시 / 생명과학 I	
출제범위	교육과정 과목명	생명과학 I
	핵심개념 및 용어	항상성과 몸의 조절, 뉴런, Na ⁺ -K ⁺ 펌프, Na ⁺ 통로, K ⁺ 통로, 탈분극, 재분극
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

2. 문항 및 자료

[생명과학 I]

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

<제시문 1>

자극을 받지 않은 뉴런의 막 안과 밖에 미세 전극을 꽂으면 약 -70 mV의 전위차가 측정되는데 이를 휴지막 전위라고 한다.

<제시문 2>

뉴런의 세포막에 있는 Na⁺-K⁺ 펌프는 나트륨 이온(Na⁺)을 막 바깥으로 내보내고 칼륨 이온(K⁺)을 막 안쪽으로 이동시킨다. 막 바깥으로 나간 Na⁺은 Na⁺ 통로를 통해 세포 내로 거의 들어오지 못하지만 막 안쪽으로 들어온 K⁺은 열려있는 일부 K⁺ 통로를 통해 막 바깥으로 이동할 수 있다.

<제시문 3>

휴지 상태의 뉴런에 자극을 주면 막전위가 급격하게 상승하는데 이러한 막전위의 변화를 활동 전위라고 한다. 뉴런이 자극을 받으면 탈분극이 진행되는데 이때 Na⁺ 통로가 열려 막 바깥에 있던 Na⁺이 세포막 내부로 빠르게 확산되어 들어온다. 막전위가 활동 전위 정점에 이르면 Na⁺ 통로는 닫히고 K⁺ 통로가 열려 K⁺이 세포막 바깥으로 빠져나간다. 그 결과 막전위가 휴지막 전위 상태로 돌아가는데 이를 재분극이라고 한다. 이때 Na⁺-K⁺ 펌프의 작용으로 세포막 안으로 유입되었던 Na⁺은 밖으로 나가고 K⁺이 막 안으로 들어와 막 안팎의 이온 분포는 원래 상태로 돌아간다.

I 선형학습
영향평가
대상 문항

II 선형학습
영향평가
진행 절차
및 방법

III 고등학교
교육과정
범위 및 수준
준수 노력

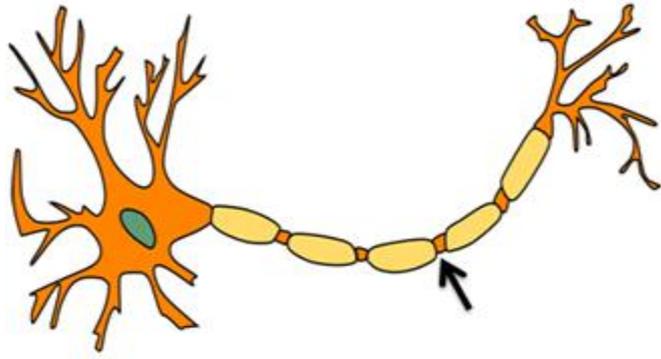
IV 문항 분석
결과

V 대학입학전형
반영 계획
및 개선 노력

VI 부록

[생명과학 I - i]

아래 그림은 정상적인 뉴런의 모식도이다. 화살표(↑) 위치에 자극을 주어서 활동 전위를 발생시켰다. 이 활동 전위의 이동 방향을 제시하고 그 이유를 설명하시오.

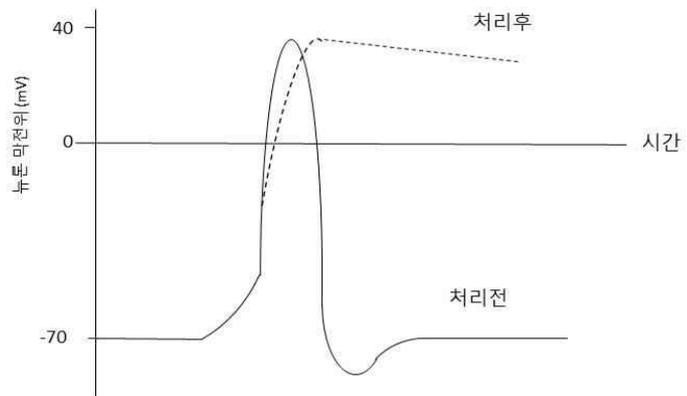


[생명과학 I - ii]

정상적인 뉴런에 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프의 기능을 정지시키는 물질 X를 처리하였다. 이 뉴런에 지속적인 자극을 가하여 반복적인 활동 전위를 발생시켰다. 이렇게 충분한 시간 동안 지속적인 자극을 받은 뉴런에서 활동 전위의 변화를 설명하고 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I - iii]

습지에 서식하는 수생 생물로부터 신경 독극 물질을 채취하였다. 이 독극 물질을 뉴런을 배양하고 있는 배양액에 주입하여 이 뉴런이 어떻게 반응하는지를 살펴보았다. 아래 그래프는 이 뉴런에 독극물질을 처리하기 전



(실선)과 처리한 후(점선)에 자극을 주어 활동 전위가 어떻게 변화하는지를 관찰한 것이다. 이 독극 물질이 뉴런의 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프, Na^+ 통로 및 K^+ 통로에 어떠한 영향을 미쳤는지 추론하시오.

3. 출제 의도

본 문제는 몸의 항상성에 관여하는 신경에서의 활동 전위의 이해에 대한 이해도를 측정하는 문제이다. 우선 뉴런에서 활동전위가 발생한 뒤 어떻게 이동하는지를 이해하는지 알아보았고 활동 전위 발생에 있어 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프의 기능을 측정하였으며 마지막으로 활동 전위 형성에 있어 Na^+ 통로와 K^+ 통로의 역할을 알고 있는지를 측정하였다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”	
성취기준 / 영역별 내용	제시문 1	(3) 항상성과 건강 (4) 항상성과 몸의 조절 ② 흥분의 전도와 전달을 이해한다.
	제시문 2	(3) 항상성과 건강 (4) 항상성과 몸의 조절 ② 흥분의 전도와 전달을 이해한다.
	제시문 3	(3) 항상성과 건강 (4) 항상성과 몸의 조절 ② 흥분의 전도와 전달을 이해한다.
	문제 I - i	(3) 항상성과 건강 (4) 항상성과 몸의 조절 ② 흥분의 전도와 전달을 이해한다.
	문제 I - ii	(3) 항상성과 건강 (4) 항상성과 몸의 조절 ① 신경계의 기능을 몸의 조절 작용과 관련하여 설명할 수 있다.
	문제 I - iii	(3) 항상성과 건강 (4) 항상성과 몸의 조절 ① 신경계의 기능을 몸의 조절 작용과 관련하여 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

교과서 내				
도서명	저자	발행처	발행연도	쪽수
생명과학 I	박희송 외 7명	교학사	2018	154-158
생명과학 I	심규철 외 5명	비상교육	2018	140-147
생명과학 I	이길재 외 4명	상상아카데미	2018	134-135
생명과학 I	이준규 외 5명	천재교육	2018	125-129

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

5. 문항 해설

[생명과학 I - i]

이 문제는 신경 axon 중양이 자극을 받았을 때 활동 전위가 어느 방향으로 움직일 것인가를 예측하는 문제이다. 즉 axon의 시작 부위가 아니고 중양이라는 것에 초점이 있다. 이 때 탈분극을 일으키며 세포 내로 유입된 Na^+ 이온이 양 방향으로 확산이 일어나므로 활동 전위는 양 방향으로 이동하게 된다. 그리고 자극을 axon 중양에 받았으므로 양 방향 세포막 모두 Na^+ 통로가 직전에 자극을 받은 적이 없으므로 양 쪽 방향 모두 Na^+ 통로가 자극을 받으면 열린데 문제가 없다.

모범답안: 양 방향으로 전파가 일어날 것이다.

이유는 활동전위가 생성될 때 세포 내로 유입된 Na^+ 이 양 방향 옆으로 확산되며 연속적으로 탈분극을 일으켜 활동전위가 발생한다.

[생명과학 I - ii]

이 문제는 활동 전위의 실무울의 법칙을 이해하고 있는지를 알아보는 문제이다. Na^+ - K^+ 펌프의 작용이 멈추면 세포 내부로 유입된 Na^+ 과 세포 외부로 방출된 K^+ 이 원래 위치로 돌아오지 못한다. 그러나 각 활동 전위 당 유입 및 방출된 이온의 숫자가 전체 양에 비해 크지 않으므로 지속적인 자극이라는 표현이 사용되었다. 그리고 실무울의 법칙에 따라 활동 전위의 크기가 작아지는 것이 아니고 완전히 사라진다는 것을 이해하고 있는지를 알아보았다.

모범답안: 궁극적으로 활동전위가 사라진다.

활동전위가 형성될 때 세포 내로 유입된 Na^+ 과 세포 밖으로 유출된 K^+ 이 Na^+ - K^+ 펌프에 의해 원 위치로 되돌아 와야지만 활동전위가 지속적으로 형성된다. 그런데 물질 X에 의해 이것이 방해받으므로 세포 내,외부의 Na^+ 및 K^+ 농도차가 사라지게 된다. 이렇게 되면 자극이 가해지더라도 Na^+ 의 유입이 일어나지 않아 활동전위가 사라지게 된다.

[생명과학 I - iii]

이 문제는 Na^+ 통로 및 K^+ 통로의 기능을 제대로 이해하고 있는지 즉 활동 전위의 탈분극과 재분극이 일어날 때 각 통로의 기능을 정확하게 이해하고 있는지를 알아보는 문제이다. 이 경우 활동 전위의 정점에 도달은 전위가 재분극이 일어나지 않고 약간 전

위가 하락하였다. 즉 정상적인 기능을 가지고 있는 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프의 작용으로 일부 전위의 하락은 야기되었으나 Na^+ 통로 혹은 K^+ 통로의 기능에는 영향이 미처졌으므로 활동전위가 다르게 나타나는 것을 관찰할 수 있다. 그러므로 활동전위가 미묘하게 하락하는 것이다.

모범답안: 두 가지로 추정해 볼 수 있다. 탈분극이 일어난 뒤 재분극이 일어나지 않았으므로 첫 번째로는 탈분극에 관여한 Na^+ 통로가 열린 뒤 닫히지 않는 것을 생각해 볼 수 있다. 두 번째로는 재분극을 시켜야 하는 K^+ 통로가 열리지 않는 것을 추정해 볼 수 있다.

(단, 활동전위의 정점이 조금의 시간차를 두고 나타나므로 Na^+ 통로가 조금 천천히 열린다고 쓴 학생들은 감점이 아님)

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
생명과학 I - i	양 방향으로 전파가 일어날 것이다.	6점
	이유: 활동전위가 생성될 때 세포 내로 유입된 Na^+ 이 양 방향으로 확산되며 연속적으로 탈분극을 일으켜 활동전위가 발생한다.	6점
생명과학 I - ii	궁극적으로 활동전위가 사라진다.	6점
	활동전위가 형성될 때 세포 내로 유입된 Na^+ 과 세포 밖으로 유출된 K^+ 이 $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 펌프에 의해 원 위치로 되돌아 와야지만 활동전위가 지속적으로 형성된다. 그런데 물질 X에 의해 이것이 방해받으므로 세포 내,외부의 Na^+ 및 K^+ 농도차가 사라지게 된다. 이렇게 되면 자극이 가해지더라도 Na^+ 의 유입이 일어나지 않아 활동전위가 사라지게 된다.	6점
생명과학 I - iii	두 가지로 추정해 볼 수 있다. 탈분극이 일어난 뒤 재분극이 일어나지 않았으므로 첫 번째로는 탈분극에 관여한 Na^+ 통로가 열린 뒤 닫히지 않는 것을 생각해 볼 수 있다. 두 번째로는 재분극을 시켜야 하는 K^+ 통로가 열리지 않는 것을 추정해 볼 수 있다. (단, 활동전위의 정점이 조금 시간차를 두고 나타나므로 Na^+ 통로가 조금 천천히 열린다고 쓴 학생들은 감점이 아님)	8점 + 8점

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]

모범답안: 양 방향으로 전파가 일어날 것이다.

이유는 활동전위가 생성될 때 세포 내로 유입된 Na^+ 이 양 방향 옆으로 확산되며 연속적으로 탈분극을 일으켜 활동전위가 발생한다.

[생명과학 I - ii]

모범답안: 궁극적으로 활동전위가 사라진다.

활동전위가 형성될 때 세포 내로 유입된 Na^+ 과 세포 밖으로 유출된 K^+ 이 Na^+-K^+ 펌프에 의해 원 위치로 되돌아 와야지만 활동전위가 지속적으로 형성된다. 그런데 물질 X에 의해 이것이 방해를 받으므로 세포 내,외부의 Na^+ 및 K^+ 농도차가 사라지게 된다. 이렇게 되면 자극이 가해지더라도 Na^+ 의 유입이 일어나지 않아 활동전위가 사라지게 된다.

[생명과학 I - iii]

모범답안: 두 가지로 추정해 볼 수 있다. 탈분극이 일어난 뒤 재분극이 일어나지 않았으므로 첫 번째로는 탈분극에 관여한 Na^+ 통로가 열린 뒤 닫히지 않는 것을 생각해 볼 수 있다. 두 번째로는 재분극을 시켜야 하는 K^+ 통로가 열리지 않는 것을 추정해 볼 수 있다.

(단, 활동 전위의 정점이 조금의 시간차를 두고 나타나므로 Na^+ 통로가 조금 천천히 열린다고 쓴 학생들은 감점이 아님)