

### 문항카드 3. 논술전형 자연계열 수학 1번

#### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(수학) / 1번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	확률과 통계
	핵심개념 및 용어	이산확률변수, 기댓값
예상 소요 시간	10분 / 전체 90분	

#### 2. 문항 및 제시문

[문제 1] 한 개의 주사위를 던져서 나오는 눈의 수를  $a$ 라 하자.  $x$ 축,  $y$ 축 및 직선  $x+y=a$ 로 둘러싸인 직각이등변삼각형에 대하여 다음 물음에 답하시오.

[문제 1-1] 직각이등변삼각형의 빗변 위의 점들 중  $x$ 좌표와  $y$ 좌표가 모두 음이 아닌 정수인 점들의 개수를 확률변수  $X$ 라 할 때,  $E(X)$ 의 값을 구하시오. [4점]

[문제 1-2] 직각이등변삼각형의 둘레 또는 내부에 있는 점들 중  $x$ 좌표와  $y$ 좌표가 모두 음이 아닌 정수인 점들의 개수를 확률변수  $Y$ 라 할 때,  $E(Y)$ 의 값을 구하시오. [4점]

#### 3. 출제 의도

고등학교 교육과정에서 중요하게 다루는 「확률과 통계」 과목에서 문제를 출제하였다. 구체적으로 기댓값에 관한 기본적인 개념 및 원리를 묻는 문제를 출제하였다. 고등학교 수학과에서 다루는 중요한 개념의 확실한 이해를 바탕으로 제시된 조건과 상황을 정확히 분석하여 논리적 사고력과 창의적 문제 해결 능력을 발휘할 수 있는지를 평가한다.

#### 4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
성취기준	확률과 통계 [12확통03-02] 이산확률변수의 기댓값(평균)과 표준편차를 구할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	확률과 통계	김원경 외	비상	2019	73-80
	확률과 통계	홍성복 외	지학사	2019	83-91
	확률과 통계	황선욱 외	미래엔	2019	79-82, 86-88

5. 문항 해설

[문제 1-1] 주사위를 던져서 나오는 눈의 수를  $a$ 라 할 때, 빗변 위의 점들 중  $x, y$ 좌표가 모두 음이 아닌 정수인 점들의 개수는  $a+1$ 이다. 따라서 확률변수  $X$ 의 확률분포를 표로 나타내면 다음과 같다.

$X$	2	3	4	5	6	7
$P(X=x)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

따라서  $E(X)$ 는  $\frac{9}{2}$  이다.

[문제 1-2]

주사위를 던져서 나오는 눈의 수를  $a$ 라 할 때, 둘레 또는 내부에 있는 점 중  $x, y$ 좌표가 모두 음이 아닌 정수인 점들의 개수는  $\frac{(a+1)(a+2)}{2}$ 이다. 따라서 확률변수  $Y$ 의 확률분포를 표로 나타내면 다음과 같다.

$Y$	3	6	10	15	21	28
$P(Y=y)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

따라서  $E(Y)$ 는  $\frac{83}{6}$  이다.

## 문항카드 4. 논술전형 자연계열 수학 2번

### 1. 일반 정보

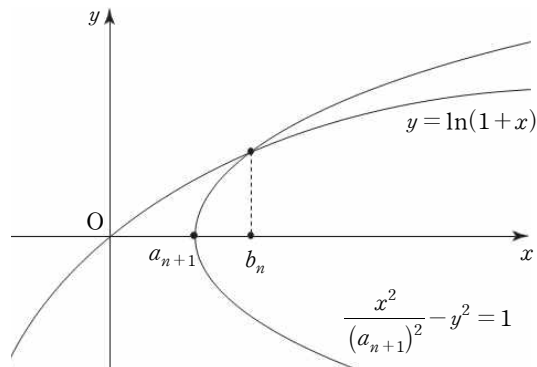
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(수학) / 2번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 I, 수학 II, 미적분, 기하
	핵심개념 및 용어	로그함수, 사잇값 정리, 수열의 극한, $e$ , 쌍곡선
예상 소요 시간	25분 / 전체 90분	

### 2. 문항 및 제시문

[문제 2] <그림 1>과 같이 모든 항이 양수인 수열  $\{a_n\}$ 에 대하여 쌍곡선  $\frac{x^2}{(a_{n+1})^2} - y^2 = 1 \ (x \geq a_{n+1})$ 과 함수  $y = \ln(1+x)$ 의 그래프는 한 점에서 만난다. 이 점의  $x$ 좌표를  $b_n$ 이라 할 때, 아래 제시문을 참고하여 다음 물음에 답하시오.

제시문 1.  $x > 0$ 인 실수  $x$ 에 대하여  $\ln(1+x) < x$ 가 성립한다.

제시문 2. 자연수  $n$ 에 대하여  $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n \leq \left(1 + \frac{1}{n+1}\right)^{n+1}$ 이 성립한다.



<그림 1>

[문제 2-1] 수열  $\{a_n\}$ 이  $1 + \frac{1}{(a_n)^2} \leq \frac{1}{(a_{n+1})^2}$ 을 만족시킬 때,  $a_{n+1} < b_n < a_n$ 이 성립함을 보이시오.

[10점]

[문제 2-2]  $a_n = \frac{1}{\sqrt{n}} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{-\frac{n}{2}}$ 일 때,  $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} \ln(1+b_n)$ 의 값을 구하시오. [7점]

### 3. 출제 의도

고등학교 교육과정에서 중요하게 다루는 「수학Ⅰ」, 「수학Ⅱ」, 「미적분」, 「기하」 과목에서 문제를 출제하였다. 구체적으로 수열, 연속함수의 성질, 로그함수, 쌍곡선에 관한 기본적인 개념 및 원리를 묻는 문제를 출제하였다. 고등학교 수학과에서 다루는 중요한 개념의 확실한 이해를 바탕으로 제시된 조건과 상황을 정확히 분석하여 논리적 사고력과 창의적 문제 해결 능력을 발휘할 수 있는지를 평가한다.

### 4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
성취기준	<b>수학Ⅰ</b> [12수학Ⅰ 01-07] 지수함수와 로그함수의 그래프를 그릴 수 있고, 그 성질을 이해한다.
	<b>수학Ⅱ</b> [12수학Ⅱ 01-04] 연속함수의 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.
	<b>미적분</b> [12미적01-02] 수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고, 이를 활용하여 극한값을 구할 수 있다.
	<b>기하</b> [12기하01-03] 쌍곡선의 뜻을 알고, 쌍곡선의 방정식을 구할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학Ⅰ	홍성복 외	지학사	2019	43-49
	수학Ⅰ	배종숙 외	금성출판사	2019	46-49
	수학Ⅱ	고성은 외	좋은책신사고	2019	38-39
	수학Ⅱ	황선욱 외	미래엔	2019	38-39
	미적분	황선욱 외	미래엔	2019	16-20, 56-58
	미적분	이준열 외	천재교육	2019	17-20
	기하	황선욱 외	미래엔	2019	42-47
	기하	홍성복 외	지학사	2019	22-28

### 5. 문항 해설

[문제 2-1] 가정에 의해 수열  $\{a_n\}$ 이  $\frac{1}{(a_n)^2} < 1 + \frac{1}{(a_n)^2} \leq \frac{1}{(a_{n+1})^2}$  이므로  $a_n > a_{n+1}$ 이다.

$f(x) = \ln(1+x) - \frac{1}{a_{n+1}}\sqrt{x^2 - (a_{n+1})^2}$  이라 하면  $f(a_{n+1}) = \ln(1+a_{n+1}) > 0$ 이고,

제시문 1에 의해

$$f(a_n) = \ln(1+a_n) - \frac{1}{a_{n+1}}\sqrt{(a_n)^2 - (a_{n+1})^2} < a_n - \sqrt{\frac{(a_n)^2}{(a_{n+1})^2} - 1} \leq 0 \quad \left( \because 1 + \frac{1}{(a_n)^2} \leq \frac{1}{(a_{n+1})^2} \right)$$

함수  $f(x)$ 는 닫힌 구간  $[a_{n+1}, a_n]$ 에서 연속이고  $f(a_n) < 0 < f(a_{n+1})$ 이므로 사잇값 정리와 <그림 1>에 의하여  $f(x) = 0$ 의 한 개의 근  $b_n$ 이 열린 구간  $(a_{n+1}, a_n)$ 에 존재한다.

따라서  $a_{n+1} < b_n < a_n$  이다.

[문제 2-2] 제시문 2에 의해

$$\begin{aligned} 1 + \frac{1}{(a_n)^2} &= 1 + n \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n \leq 1 + n \left( 1 + \frac{1}{n+1} \right)^{n+1} \\ &= 1 + (n+1) \left( 1 + \frac{1}{n+1} \right)^{n+1} - \left( 1 + \frac{1}{n+1} \right)^{n+1} \\ &= 1 + \frac{1}{(a_{n+1})^2} - \left( 1 + \frac{1}{n+1} \right)^{n+1} < \frac{1}{(a_{n+1})^2} \end{aligned}$$

이므로 수열  $\{a_n\}$ 은 [문제 2-1]의 조건을 만족한다. 따라서 [문제 2-1]에 의해  $a_{n+1} < b_n < a_n$ 이다.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^{-\frac{n}{2}} = \frac{1}{\sqrt{e}} \text{ 이므로 } \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0, \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} a_n = \frac{1}{\sqrt{e}} \text{ 이고}$$

수열의 극한의 성질에 의해  $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0, \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} b_n = \frac{1}{\sqrt{e}}$  이다.

$$\text{따라서 } \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} \ln(1 + b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} b_n \times \frac{\ln(1 + b_n)}{b_n} = \frac{1}{\sqrt{e}} \quad (\text{단, } e \text{는 자연상수}) \text{ 이다.}$$

## 문항카드 5. 논술전형 자연계열 수학 3번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(수학) / 3번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 I
	핵심개념 및 용어	등차수열, $\sum_{k=1}^n a_k$
예상 소요 시간	30분 / 전체 90분	

### 2. 문항 및 제시문

[문제 3] 자연수  $N$ 에 대하여 다음 조건을 만족시키는 모든 홀수  $m$ 의 값의 합을  $f(N)$ 이라 하자.

(가) 등차수열  $\{a_n\}$ 은 첫째항이 자연수이고 공차가 1이다.

(나1)  $\sum_{k=1}^m a_k = N$ 이다.

예를 들어,  $N=21$ 인 경우에 아래의 두 가지만 가능하므로  $f(21)=1+3=4$ 이다.

$$21 = 21 = \sum_{k=1}^1 (20+k), \quad 21 = 6+7+8 = \sum_{k=1}^3 (5+k)$$

자연수  $N$ 과 홀수  $m$ 에 대하여 다음 조건을 만족시키는 수열  $\{a_n\}$ 의 첫째항이 될 수 있는 자연수의 개수를  $g_N(m)$ 이라 할 때, 다음 물음에 답하시오.

(가) 등차수열  $\{a_n\}$ 은 첫째항이 자연수이고 공차가 1이다.

(나2)  $\sum_{k=1}^m a_k \leq N$ 이다.

[문제3-1]  $N$ 을  $m$ 으로 나눈 나머지가  $r$ 일 때,  $g_N(m)$ 을  $N, m, r$ 를 이용하여 나타내시오. [7점]

[문제3-2]  $\sum_{N=1}^{200} f(N)$ 의 값을 구하시오. [10점]

### 3. 출제 의도

고등학교 교육과정에서 중요하게 다루는 「수학 I」 과목에서 문제를 출제하였다. 구체적으로 등차수열과 수열의 합에 관한 기본적인 개념 및 원리를 묻는 문제를 출제하였다. 고등학교 수학과에서 다루는 중요한 개념의 확실한 이해를 바탕으로 제시된 조건과 상황을 정확히 분석하여 논리적 사고력과 창의적 문제 해결 능력을 발휘할 수 있는지를 평가한다.

## 4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
성취기준	<b>수학 I</b> [12수학 I 03-02] 등차수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 $n$ 항까지의 합을 구할 수 있다. [12수학 I 03-04] $\sum$ 의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. [12수학 I 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 $n$ 항까지의 합을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	고성은 외	좋은책신사고	2019	115-118, 133-138
	수학 I	김원경 외	비상	2019	119-122, 139-144
	수학 I	황선욱 외	미래엔	2019	123-126, 143-149

## 5. 문항 해설

[문제 3-1] 첫째항이  $a$ 이고 공차가 1인 수열  $\{a_n\}$ 에 대하여

$$\sum_{k=1}^m a_k = \sum_{k=1}^m (a + k - 1) = am + \frac{m(m-1)}{2}$$

이고, 이 합이  $N$ 보다 작거나 같아야 하므로  $am + \frac{m(m-1)}{2} \leq N$ 이다.따라서  $a \leq \frac{N}{m} - \frac{m-1}{2}$ 을 만족시켜야 하고,  $a$ 는  $\frac{N}{m} - \frac{m-1}{2}$ 보다 작거나 같은 자연수가 될 수 있다.

$N$ 을  $m$ 으로 나눈 나머지는  $r$ 이고  $m$ 은 홀수이므로,  $\frac{N}{m} - \frac{m-1}{2}$ 보다 작거나 같은 최대의 자연수는  $\frac{N-r}{m} - \frac{m-1}{2}$ 이다.

따라서  $g_N(m) = \frac{N-r}{m} - \frac{m-1}{2}$ 이다.[문제 3-2] 1부터 홀수  $m$ 까지의 자연수의 합이 200이하가 되려면

$$1 + 2 + \dots + m = \frac{m(m+1)}{2} \leq 200$$

이므로  $m \leq 19$ 이다. 따라서  $\sum_{N=1}^{200} f(N)$ 은 19 이하인 홀수  $m$ 에 대해 각각  $g_{200}(m)$ 을 구하여  $m \times g_{200}(m)$ 을 모두 더한 값과 같으므로

$$\sum_{N=1}^{200} f(N) = \sum_{k=1}^{10} \{(2k-1) \times g_{200}(2k-1)\}$$

200을  $m$ 으로 나눈 나머지를  $r_m$ 이라 두면

$$\sum_{k=1}^{10} \{(2k-1) \times g_{200}(2k-1)\} = \sum_{k=1}^{10} \{200 - r_{2k-1} - (k-1)(2k-1)\} = 1990 - \sum_{k=1}^{10} r_{2k-1} - 2 \sum_{k=1}^{10} k^2 + 3 \sum_{k=1}^{10} k$$

200을 19 이하의 홀수로 나눈 나머지는 아래 표와 같고, 이들의 합은 43이다.

$m$	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
$r_m$	0	2	0	4	2	2	5	5	13	10

따라서  $\sum_{k=1}^{10} (2k-1) \times g_{200}(2k-1) = 1990 - \frac{10 \times 11 \times 21}{3} + 3 \times 55 - 43 = 1342$  이다.



## 문항카드 6. 논술전형 자연계열 수학 4번

### 1. 일반 정보

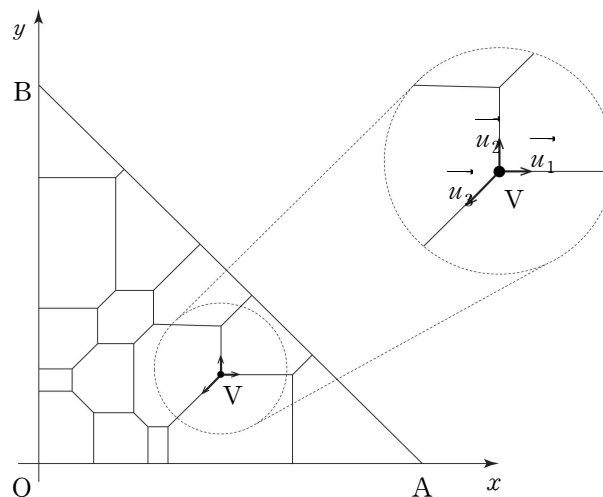
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(수학) / 4번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	기하
	핵심개념 및 용어	영벡터, 실수배, 평면벡터, 벡터의 성분
예상 소요 시간	25분 / 전체 90분	

### 2. 문항 및 제시문

[문제 4] 세 점  $O(0, 0)$ ,  $A(2022, 0)$ ,  $B(0, 2022)$ 를 꼭짓점으로 하는 직각이등변삼각형  $OAB$ 의 내부 및 둘레에 다음 조건을 만족하도록 여러 개의 선분을 그어 그 선분을 변으로 하는 유한 개의 다각형을 만든다고 할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 양 끝점 중 적어도 한 개의 점이 삼각형  $OAB$ 의 내부에 있는 선분은 두 다각형의 변이 되고, 두 끝점이 모두 삼각형  $OAB$ 의 둘레에 있는 선분은 오직 한 다각형의 변이 된다.)

- (가) 다각형의 모든 변은  $x$ 축,  $y$ 축, 직선  $y = x$ , 직선  $y = -x$  중 하나와 평행하다.  
 (나) 다각형의 모든 내각의 크기는  $180^\circ$  보다 작다.  
 (다) 다각형의 변과 삼각형  $OAB$ 의 변이 한 점에서 만날 때, 두 선분은 서로 수직이다.  
 (라) 다각형의 꼭짓점이 삼각형  $OAB$ 의 내부에 있을 때, 이 꼭짓점은 서로 다른 세 선분의 끝점이고 세 선분 중 두 개는 좌표축과 평행하다.

[문제 4-1] <그림 2>와 같이 다각형의 꼭짓점  $V$ 가 삼각형  $OAB$ 의 내부에 있을 때, 점  $V$ 에서 점  $V$ 와 선분으로 연결된 세 점으로 향하는 벡터와 방향이 같은 세 개의 벡터  $\vec{u}_1$ ,  $\vec{u}_2$ ,  $\vec{u}_3$ 가 있다. 가능한 모든 세 개의 벡터에 대하여  $\vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{u}_3 = \vec{0}$ 임을 보이시오. (단, 세 벡터  $\vec{u}_1$ ,  $\vec{u}_2$ ,  $\vec{u}_3$ 의 성분은  $-1$  또는  $0$  또는  $1$ 이다.) [5점]



<그림 2>

[문제 4-2] 다각형의 꼭짓점  $P$ 가 삼각형  $OAB$ 의 둘레에 있고 점  $P$ 와 선분으로 연결된 점  $Q$ 가 삼각형  $OAB$ 의 내부에 있을 때, 벡터  $\overrightarrow{QP}$ 와 방향이 같은 벡터  $\vec{u}$ 를 점  $P$ 에 대한 **경계벡터**라 하자. 모든 경계벡터의 합이  $\vec{0}$ 임을 보이시오. (단, 경계벡터  $\vec{u}$ 의 성분은  $-1$  또는  $0$  또는  $1$ 이다.) [7점]

[문제 4-3] 선분  $OA$ , 선분  $OB$ , 선분  $AB$ 와 각각 만나는 다각형의 개수가 모두 같음을 보이시오. (예를 들어, <그림 2>에서 선분  $OA$ , 선분  $OB$ , 선분  $AB$ 와 각각 만나는 다각형의 개수는 모두 5이다.) [6점]

### 3. 출제 의도

고등학교 교육과정에서 중요하게 다루는 「기하」 과목에서 문제를 출제하였다. 구체적으로 평면벡터에 관한 기본적인 개념 및 원리를 묻는 문제를 출제하였다. 고등학교 수학과에서 다루는 중요한 개념의 확실한 이해를 바탕으로 제시된 조건과 상황을 정확히 분석하여 논리적 사고력과 창의적 문제 해결 능력을 발휘할 수 있는지를 평가한다.

### 4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

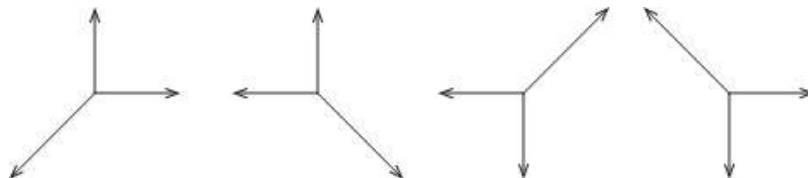
적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
성취기준	<b>기하</b> [12기하02-02] 벡터의 덧셈, 뺄셈, 실수배를 할 수 있다. [12기하02-03] 위치벡터의 뜻을 알고, 평면벡터와 좌표의 대응을 이해한다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	기하	김원경 외	비상	2019	55-66, 73-80
	기하	황선욱 외	미래엔	2019	69-81, 87-95
	기하	홍성복 외	지학사	2019	59-72, 79-88

### 5. 문항 해설

[문제 4-1] 다각형의 변이  $x$ 축,  $y$ 축, 직선  $y=x$ , 또는 직선  $y=-x$ 와 평행하므로, 꼭짓점  $V$ 에서 만나는 세 선분이 서로 이룰 수 있는 각 중  $180^\circ$ 보다 작은 각은  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$  중 하나이다. 조건 (라)에 의하여 두 개의 선분이 좌표축과 평행하므로 남은 하나의 선분은 직선  $y=x$  또는 직선  $y=-x$ 와 평행해야 한다. 따라서, 꼭짓점  $V$ 에서 점  $V$ 와 선분으로 연결된 세 점으로 향하는 벡터 방향의 조합은 아래 그림과 같다.

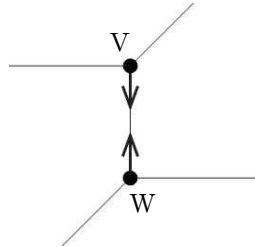


각각의 경우 성분이  $0, 1, -1$  중 하나로 이루어진 벡터들의 집합  $\{\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{u}_3\}$ 는

$\{(-1, -1), (1, 0), (0, 1)\}, \{(1, -1), (0, 1), (-1, 0)\}, \{(1, 1), (-1, 0), (0, -1)\}, \{(-1, 1), (0, -1), (1, 0)\}$ 이다.

따라서 네 가지 경우 모두  $\vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{u}_3 = \vec{0}$  이다.

**[문제 4-2]** 삼각형 OAB의 내부에 있는 모든 꼭짓점 V에서 [문제 4-1]에서의 세 벡터  $\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{u}_3$ 를 중복을 허락하여 모아서 이들을 더하여 얻은 벡터를  $\vec{u}_{total}$ 이라 하자. 이때, 각 V에 대해  $\vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{u}_3 = \vec{0}$  이므로,  $\vec{u}_{total} = \vec{0}$ 이다.



삼각형 OAB의 둘레와 만나지 않는 선분의 양 끝점 V, W를 생각해보자.

그림에 의해 위에 모은 벡터 중 V에서 W로, W에서 V로 향하는 두 벡터의 합은  $\vec{0}$ 이다. 이렇게 삼각형 OAB의 둘레와 만나지 않는 모든 선분을 고려하면,  $\vec{u}_{total}$ 의 값은 모든 경계벡터의 합과 같다.

따라서 모든 경계벡터의 합은  $\vec{0}$ 이다.

**[문제 4-3]** 조건 (다)에 의해 경계벡터는 삼각형 OAB의 한 변에 수직이므로 선분 OA에 수직인 경계벡터는  $(0, -1)$ , 선분 OB에 수직인 경계벡터는  $(-1, 0)$ , 선분 AB에 수직인 경계벡터는  $(1, 1)$ 이다.

이들의 개수를 각각  $l, m, n$ 이라 하면,

$$\vec{u}_{total} = l(0, -1) + m(-1, 0) + n(1, 1) = (n - m, n - l) = \vec{0} \text{ 이므로 } l = m = n \text{ 이다.}$$

선분 OA, 선분 OB, 선분 AB와 각각 만나는 다각형의 개수는  $l + 1, m + 1, n + 1$ 이므로, 다각형의 개수가 모두 같다.

문항카드 7. 논술전형 자연계열 물리학 제시문, 1번

1. 일반 정보		
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(물리학) / 제시문, 1번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I, 물리학 II
	핵심개념 및 용어	등속 원운동, 역학적 에너지 보존
예상 소요 시간	15분 / 전체 60분	

2. 문항 및 제시문
제시문은 별책 참조
[문제 1] 제시문 [가]의 상황에서 쇠공의 질량 $m$ 이 3 (kg), 등속 원운동의 반지름 $r$ 이 2 (m), 진동수 $f$ 가 $\frac{1}{\pi}$ ( $s^{-1}$ ), 줄을 끊는 순간의 $\theta$ 가 $60^\circ$ 일 때, 낙하지점의 속력 $v_1$ 이 줄이 끊어지는 순간의 속력 $v_0$ 의 4 배가 되도록 하기 위해서는 지지대의 높이 $h$ 를 얼마로 설계해야 하는지 논하시오. (단, 줄의 질량과 공기저항은 무시한다.) [10점]

3. 출제 의도
고등학교 물리학 교육과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 물체의 운동에 대한 분석을 수행하도록 하여, 문제 이해력, 논리적 분석력, 문제 통합 및 해결 능력을 골고루 평가하고자 하였다. 특히, 기본 개념으로부터 물리적 상황을 해결하는 능력을 평가하고자 노력하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거		
가) 교육과정 근거		
제시문	영역별 내용	
	[가]	물리학 II [12물리II 01-05] 구심력을 이용하여 등속 원운동을 설명할 수 있다. [12물리II 01-10] 포물선 운동과 단진자 운동에서 역학적 에너지가 보존됨을 설명할 수 있다.
	[나]	물리학 I [12물리I 02-01] 전자가 원자에 속박되어 있음을 전기력을 이용하여 정성적으로 설명할 수 있다. 물리학 II [12물리II 03-08] 수소 원자 내에서 전자의 궤도를 고전 역학으로 설명할 수 없음을 불확정성 원리를 사용하여 설명할 수 있다.
	[다]	물리학 I [12물리I 02-01] 전자가 원자에 속박되어 있음을 전기력을 이용하여 정성적으로 설명할 수 있다. 물리학 II [12물리II 02-01] 정지한 전하 주위의 전기장을 정량적으로 구하고, 전기력선으로 표현할 수 있다.

	[라]	[12물리Ⅱ 03-08] 수소 원자 내에서 전자의 궤도를 고전 역학으로 설명할 수 없음을 불확정성 원리를 사용하여 설명할 수 있다.
		<b>물리학 I</b> [12물리 I 03-06] 물질의 이중성을 알고, 전자 현미경의 원리를 설명할 수 있다. <b>물리학 II</b> [12물리Ⅱ 03-07] 입자의 파동성을 물질파 이론과 전자 회절 실험을 근거로 설명할 수 있다.
하위 문항	[문제 1]	<b>물리학 II</b> [12물리Ⅱ 01-05] 구심력을 이용하여 등속 원운동을 설명할 수 있다. [12물리Ⅱ 01-10] 포물선 운동과 단진자 운동에서 역학적 에너지가 보존됨을 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리학 I	김영민 외	교학사	2018	103-105, 202-205
	물리학 I	이상연 외	금성	2018	84-85, 180-182
	물리학 I	송진웅 외	동아	2018	87-90, 184-186
	물리학 I	김성진 외	미래엔	2018	98-101, 200-201
	물리학 I	손정우 외	비상	2018	89-91, 176-177
	물리학 I	곽영직 외	와이비엠	2018	105-108, 199-201
	물리학 I	김성원 외	지학사	2018	93-97, 189-190
	물리학 I	강남화 외	천재	2018	91-92, 178-180
	물리학 II	김영민 외	교학사	2018	35-39, 72-78, 95-99, 203-204, 210-212
	물리학 II	김성진 외	미래엔	2018	42-46, 74-77, 94-97, 202-203, 206-208
	물리학 II	손정우 외	비상	2018	32-37, 66-70, 86-89, 178-179, 180-181
	물리학 II	김성원 외	지학사	2018	40-44, 74-81, 99-104, 207-209, 213-215
	물리학 II	강남화 외	천재	2018	34-38, 66-68, 87-92, 183, 190-191

## 5. 문항 해설

등속 원운동 하는 물체의 속력을 구하고 역학적 에너지 보존을 통해 최종 낙하지점의 속력을 추론하여 높이를 찾아내는 문제이다. 가장 중요한 원리 중 하나인 역학적 에너지 보존에 관한 명확한 이해를 평가하고자 하였다.

- ① 등속 원운동하는 쇠공의 속력  $v_0 = 2\pi r f$   
 (숫자를 대입하면)  $= 2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot (1/\pi) = 4 \text{ m/s}$
- ② 등속 원운동하는 쇠공의 운동 에너지  $\frac{1}{2}mv_0^2$   
 (숫자를 대입하면)  $= \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 4^2 = 24 \text{ J}$
- ③ 줄이 끊어지는 순간 쇠공의 위치 에너지  $mg(h - r\cos\theta)$

$$\text{(숫자를 대입하면)} \quad = 3 \cdot 10 \cdot \left(h - 2 \cdot \frac{1}{2}\right) = 30(h - 1)$$

④ 낙하지점에서 쇠공의 운동 에너지  $\frac{1}{2}mv_1^2$

$$\text{(숫자를 대입하면)} \quad = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 16^2 = 384 \text{ J}$$

⑤ 줄이 끊어지는 순간의 역학적 에너지 총합은 낙하지점의 운동 에너지와 같으므로,

$$mg(h - r \cos \theta) + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$(v_1/v_0 \text{ 비로 전환하는 과정을 거친다면 } \frac{v_1}{v_0} = \frac{1}{v_0} \sqrt{v_0^2 + 2g(h - r \cos \theta)} = 4)$$

⑥ 숫자를 대입하면

$$3 \cdot 10 \cdot \left(h - 2 \cdot \frac{1}{2}\right) = 30(h - 1) = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 16^2 - \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 4^2 = 384 - 24$$

$h = 13 \text{ m}$  이다.

## 문항카드 8. 논술전형 자연계열 물리학 2번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(물리학) / 2번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I, 물리학 II
	핵심개념 및 용어	등속 원운동, 전기력
예상 소요 시간	15분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 2] 제시문 [나]의 상황에서 전자가 등속 원운동하는 궤도의 반지름  $r_e$ 가  $1 \times 10^{-10}$  (m)일 때, 전자의 속력  $v_2$ 와 운동 에너지에 관해 논하시오. (단, 중력과 공기저항은 무시한다.) [10점]

### 3. 출제 의도

고등학교 물리학 교육과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 전하를 띤 입자의 운동에 대한 분석을 수행하도록 하여, 문제 이해력, 논리적 분석력, 문제 통합 및 해결 능력을 골고루 평가하고자 하였다. 특히, 기본 개념으로부터 물리적 상황을 해결하는 능력을 평가하고자 노력하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

			영역별 내용
하위 문항	[문제 2]	물리학 I	[12물리 I 01-06] 직선 상에서 운동하는 물체의 역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다.
		물리학 II	[12물리 I 02-01] 전자가 원자에 속박되어 있음을 전기력을 이용하여 정성적으로 설명할 수 있다. [12물리 II 01-05] 구심력을 이용하여 등속 원운동을 설명할 수 있다. [12물리 II 03-08] 수소 원자 내에서 전자의 궤도를 고전 역학으로 설명할 수 없음을 불확정성 원리를 사용하여 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리학 I	김영민 외	교학사	2018	57-69, 103-105
	물리학 I	이상연 외	금성	2018	42-45, 84-85
	물리학 I	송진웅 외	동아	2018	39-44, 87-90
	물리학 I	김성진 외	미래엔	2018	50-55, 98-101
	물리학 I	손정우 외	비상	2018	46-51, 89-91
	물리학 I	곽영직 외	와이비엠	2018	49-55, 105-108

	물리학 I	김성원 외	지학사	2018	47-52, 93-97
	물리학 I	강남화 외	천재	2018	45-50, 91-92
	물리학 II	김영민 외	교학사	2018	35-39, 210-212
	물리학 II	김성진 외	미래엔	2018	42-44, 206-208
	물리학 II	손정우 외	비상	2018	32-37, 180-181
	물리학 II	김성원 외	지학사	2018	40-44, 213-215
	물리학 II	강남화 외	천재	2018	34-38, 190-191

## 5. 문항 해설

현대 원자론의 중요 기여 중 하나인 보어의 원자 모델을 등속 원운동과 전기력을 통해 고찰하는 문제이다. 속력, 등속 원운동, 전기력, 전기장이 한 일, 운동 에너지와 같은 기본 원리들을 올바르게 이해하고, 주어진 상황에 맞게 적용할 수 있는지 평가한다.

① 전기력과 구심력이 같으므로  $k \frac{e^2}{r_e^2} = m_e \frac{v_2^2}{r_e}$

②  $v_2$ 를 구하면  $v_2 = \sqrt{\frac{ke^2}{m_e r_e}}$   
 $= \sqrt{\frac{(9 \times 10^9) \cdot (1.6 \times 10^{-19})^2}{(9 \times 10^{-31}) \cdot (1 \times 10^{-10})}} = 1.6 \times 10^6 \text{ (m/s)}$

③ 운동 에너지는  $E_k = \frac{1}{2} m_e v_2^2$  or  $\frac{ke^2}{2r_e}$   
 $= \frac{(9 \times 10^9) \cdot (1.6 \times 10^{-19})^2}{2 \cdot (1 \times 10^{-10})} = 1.152 \times 10^{-18} \text{ J or } 7.2 \text{ eV}$



## 문항카드 9. 논술전형 자연계열 물리학 3번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(물리학) / 3번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I, 물리학 II
	핵심개념 및 용어	전기장, 전위차, 일과 에너지
예상 소요 시간	15분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 3] 제시문 [다]의 상황에서 전자가 아래쪽 금속판에 도달하는 순간의 속력  $v_3$ 가 원자핵이 사라지는 순간의 속력  $v_2$ 의 4배가 되도록 하기 위해서는 평행한 금속판 사이의 전위차  $V$ 를 얼마로 설계해야 하는지 논하시오. (단, 중력과 공기저항은 무시한다.) [10점]

### 3. 출제 의도

고등학교 물리학 교육과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 전하를 띤 입자의 운동에 대한 분석을 수행하도록 하여, 문제 이해력, 논리적 분석력, 문제 통합 및 해결 능력을 골고루 평가하고자 하였다. 특히, 기본 개념으로부터 물리적 상황을 해결하는 능력을 평가하고자 노력하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
하위 문항 [문제 3]		<b>물리학 I</b>
		[12물리 I 01-06] 직선상에서 운동하는 물체의 역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다.
		[12물리 I 02-01] 전자가 원자에 속박되어 있음을 전기력을 이용하여 정성적으로 설명할 수 있다.
		<b>물리학 II</b>
		[12물리 II 01-10] 포물선 운동과 단진자 운동에서 역학적 에너지가 보존됨을 설명할 수 있다.
		[12물리 II 02-01] 정지한 전하 주위의 전기장을 정량적으로 구하고, 전기력선으로 표현할 수 있다.
		[12물리 II 02-03] 직류 회로에서 저항의 연결에 따른 전류와 전위차 및 저항에서 소모되는 전기 에너지를 구할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리학 I	김영민 외	교학사	2018	57-69, 103-105
	물리학 I	이상연 외	금성	2018	42-45, 84-85
	물리학 I	송진웅 외	동아	2018	39-44, 87-90

	물리학 I	김성진 외	미래엔	2018	50-55, 98-101
	물리학 I	손정우 외	비상	2018	46-51, 89-91
	물리학 I	곽영직 외	와이비엠	2018	49-55, 105-108
	물리학 I	김성원 외	지학사	2018	47-52, 93-97
	물리학 I	강남화 외	천재	2018	45-50, 91-92
	물리학 II	김영민 외	교학사	2018	72-78, 95-99, 107-109
	물리학 II	김성진 외	미래엔	2018	74-77, 94-97, 104-105
	물리학 II	손정우 외	비상	2018	66-70, 86-89, 96-101
	물리학 II	김성원 외	지학사	2018	74-80, 99-104, 111-114
	물리학 II	강남화 외	천재	2018	66-68, 87-92, 98-99

## 5. 문항 해설

전기장 안에서 전하를 띤 입자의 운동에 대한 올바른 이해를 평가하는 문제이다. 특히, 전위차와 전기장이 한 일 및 전하의 운동 에너지 사이의 관계를 통해 속도와 전위차와의 관계를 도출하도록 하여 문제 해결력을 평가한다.

$v_2$ 와 운동 에너지는 각각  $1.6 \times 10^6 \text{ m/s}$ 와  $1.152 \times 10^{-18} \text{ J}$  or  $7.2 \text{ eV}$ 이다.

$$\textcircled{1} \text{ 전자가 입사하는 지점에서 퍼텐셜 에너지 } qEd = e\left(\frac{V}{d}\right)d = \frac{eV}{2}$$

$$\textcircled{2} \text{ 도달지점에서의 운동 에너지 } \frac{1}{2}m_e v_3^2 = \frac{1}{2}m_e (4v_2)^2$$

$$(\text{숫자를 대입하면}) = \frac{1}{2} \cdot (9 \cdot 10^{-31}) \cdot (1.6 \cdot 4 \cdot 10^6)^2 = 1.8432 \times 10^{-17} \text{ J or } 115.2 \text{ eV}$$

$\textcircled{3}$  전자의 입사 지점에서 역학적 에너지 총합은 도달지점의 운동 에너지와 같으므로,

$$\frac{1}{2}m_e v_2^2 + \frac{eV}{2} = \frac{1}{2}m_e v_3^2$$

$$(v_3/v_2 \text{ 비로 전환하는 과정을 거친다면 } \frac{v_3}{v_2} = \frac{1}{v_2} \sqrt{v_2^2 + \frac{eV}{m_e}} = 4)$$

$$\textcircled{4} \text{ 숫자를 대입하면 } V = \frac{15 \cdot (1.6 \times 10^6)^2 \cdot 9 \times 10^{-31}}{1.6 \times 10^{-19}} = 216 \text{ V}$$

$$(\text{eV 단위에서 풀면}) = 2 \cdot (115.2 - 7.2) = 216 \text{ V}$$

## 문항카드 10. 논술전형 자연계열 물리학 4번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(물리학) / 4번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I, 물리학 II
	핵심개념 및 용어	물질의 이중성, 드브로이 파
예상 소요 시간	15분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 4] 제시문 [라]를 읽고 질량이 3 (kg)이고 속력이 10 (m/s)인 쇠공과 속력이  $\frac{1}{3} \times 10^6$  (m/s)인 전자의 드브로이 파장을 각각 구하여 비교하고, 미시적인 세계의 입자에 비해 거시적인 세계의 입자가 지닌 파동적 성질을 관찰하기 어려운 이유를 간단히 논하시오. [10점]

### 3. 출제 의도

고등학교 물리학 교육과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 미시적 입자의 운동이 물질파와 어떤 연관이 있는지에 대한 분석을 수행하도록 하여, 문제 이해력 및 문제 해결 능력을 평가하고자 하였다. 특히, 개념을 묻는 질문을 통해 기본 원리를 올바르게 이해하고 있는지 평가하고자 노력하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

			영역별 내용
하위 문항	[문제 4]	물리학 I	[12물리 I 03-06] 물질의 이중성을 알고, 전자 현미경의 원리를 설명할 수 있다.
		물리학 II	[12물리 II 03-07] 입자의 파동성을 물질파 이론과 전자 회절 실험을 근거로 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리학 I	김영민 외	교학사	2018	202-205
	물리학 I	이상연 외	금성	2018	180-182
	물리학 I	송진웅 외	동아	2018	184-186
	물리학 I	김성진 외	미래엔	2018	200-201
	물리학 I	손정우 외	비상	2018	176-177
	물리학 I	곽영직 외	와이비엠	2018	199-201
	물리학 I	김성원 외	지학사	2018	189-190

물리학 I	강남화 외	천재	2018	178-180
물리학 II	김영민 외	교학사	2018	203-204
물리학 II	김성진 외	미래엔	2018	202-203
물리학 II	손정우 외	비상	2018	178-179
물리학 II	김성원 외	지학사	2018	207-209
물리학 II	강남화 외	천재	2018	183

## 5. 문항 해설

운동량을 가지고 있는 입자의 드브로이 파장을 올바르게 이해하고 있는지 평가하는 문제이다. 특히, 거시적인 입자에서 드브로이 파장이 관찰되기 어려운 이유를 설명하도록 하여 현대 물리의 중요 발견인 입자-파동 이중성에 관한 이해도를 평가한다.

① 쇠공의 드브로이 파장은  $\lambda_{\text{쇠공}} = \frac{h}{mv} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{3 \cdot 10} = 2.2 \times 10^{-35} \text{ m}$

② 전자의 드브로이 파장은  $\lambda_e = \frac{h}{m_e v_e} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{9 \times 10^{-31} \cdot (1/3) \times 10^6} = 2.2 \times 10^{-9} \text{ m}$

③ 거시적인 세계의 입자의 드브로이 파장은 미시적인 세계의 입자의 드브로이 파장에 비해 매우 짧기 때문에 관찰하기 어렵다.

## 문항카드 11. 논술전형 자연계열 화학 제시문, 1번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(화학) / 제시문, 1번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	통합과학, 화학 I, 화학 II
	핵심개념 및 용어	화학 평형, 르샤틀리에 원리, 이온화 상수, 반응 속도, 활성화 에너지, 반응 속도에 영향을 미치는 요인, 화학 전지, 촉매, 평균 반응 속도
예상 소요 시간	15분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 1] 제시문 [가]와 [나] 및 [표 1]을 참고하여 묶은 염산과 금속 마그네슘이 반응할 때, 시간에 따른 수소 기체 발생량을 그래프로 표현하고, 이를 바탕으로 0~15 초, 15~30 초, 30~45 초, 45~60 초 구간의 평균 반응 속도를 구하시오. 시간에 따른 평균 반응 속도의 변화와 그 이유에 대해서 논하고, 제시한 이유로 설명할 수 있는 우리 주변의 예를 서술하시오. (단, 발생한 수소 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [10점]

### 3. 출제 의도

[전체 문항] 고등학교 교육과정에서 다루고 있는 화학의 학문적 중요성을 인식하고 화학 평형, 반응 속도, 산의 성질, 전기 화학 등의 관련된 다양한 화학 현상들에 대해서 기본적인 개념과 원리를 활용하여 화학과 관련된 일상생활의 중요한 문제를 통합적으로 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 단순한 지식 평가를 지양하고 관련 제시문으로부터 「통합과학」, 「화학 I」, 「화학 II」 교과목 교육과정에 제시된 성취기준에 근거하여 고등학교 교육과정의 교과서를 충실히 공부한 학생들이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제되었다.

[문제 1] 제시된 화학 반응 속도의 정의로부터 화학 반응 속도를 계산하고 농도에 따라서 반응 속도가 달라지는 이유를 제시하고 관련된 일상생활의 예를 찾을 수 있는지 평가하고자 하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	[가]	<b>화학 I</b> [12화학 I 04-01] 가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있다.
		<b>화학 II</b> [12화학 II 02-03] 가역 반응에서 동적 평형을 이해하고, 평형 상수를 이용하여 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.
		[12화학 II 03-04] 화학 반응에서 활성화 에너지의 의미를 설명할 수 있다.

하위 문항	[나]	<b>통합과학</b> [10통과06-03] 생활 주변의 물질들을 산과 염기로 구분할 수 있다. <b>화학 II</b> [12화학 II 03-01] 화학 반응의 속도가 다양하다는 것을 알고, 화학 반응 속도를 계산할 수 있다.
	[다]	<b>화학 I</b> [12화학 I 04-01] 가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있다. <b>화학 II</b> [12화학 II 02-03] 가역 반응에서 동적 평형을 이해하고, 평형 상수를 이용하여 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다. [12화학 II 02-06] 이온화 상수를 이용하여 산과 염기의 세기를 이해하고, 염의 가수 분해를 설명할 수 있다.
	[라]	<b>통합과학</b> [10통과06-02] 생명 현상 및 일상생활에서 일어나고 있는 다양한 변화의 이유를 산화와 환원에서 나타나는 규칙성과 특성 측면에서 파악하여 분석할 수 있다. <b>화학 I</b> [12화학 I 04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다. <b>화학 II</b> [12화학 II 04-01] 화학 전지의 작동 원리를 산화·환원 반응으로 설명할 수 있다.
	[마]	<b>화학 II</b> [12화학 II 03-08] 촉매가 생명 현상이나 산업 현장에서 중요한 역할을 하는 예를 찾을 수 있다.
	[문제 1]	<b>통합과학</b> [10통과06-03] 생활 주변의 물질들을 산과 염기로 구분할 수 있다. <b>화학 II</b> [12화학 II 03-01] 화학 반응의 속도가 다양하다는 것을 알고, 화학 반응 속도를 계산할 수 있다. [12화학 II 03-05] 농도에 따라 반응 속도가 달라짐을 설명할 수 있다.

## 나) 자료출처

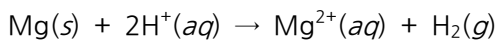
참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	통합과학	정대홍 외	금성	2018	184-200, 217
	통합과학	송진웅 외	동아	2018	174-184, 196
	통합과학	김성진 외	미래엔	2018	182-189, 203
	통합과학	심규철 외	비상	2018	178-187, 198
	통합과학	신영준 외	천재	2018	184-200
	화학 I	홍훈기 외	교학사	2018	147-149, 152-153, 175-181, 195
	화학 I	하윤경 외	금성	2018	146-147, 170-173
	화학 I	황성용 외	동아	2018	169-171, 189-196
	화학 I	최미화 외	미래엔	2018	157-158, 176-185
	화학 I	박종석 외	비상	2018	143-144, 166-171
	화학 I	장낙한 외	상상	2018	161-162, 183-189
	화학 I	강대훈 외	와이비엠	2018	169-171, 193-199
	화학 I	이상권 외	지학사	2018	157, 175-180, 184
	화학 I	노태희 외	천재	2018	159-160, 185-192, 202

	화학 II	홍훈기 외	교학사	2018	93-96, 109-114, 131-135, 142-143, 147-149, 162-167, 179-181
	화학 II	최미화 외	미래엔	2018	90-96, 112-120, 136-142, 148-153, 162-165, 180-185
	화학 II	박종석 외	비상	2018	77-81, 100-103, 119-123, 127-128, 135-137, 149-152, 165-168
	화학 II	장낙한 외	상상	2018	97-102, 121-126, 144-148, 157-159, 162-167, 179-183, 195-199
	화학 II	이상권 외	지학사	2018	91-97, 115-121, 139-149, 161, 166-169, 185-192
	화학 II	노태희 외	천재	2018	89-94, 111-117, 137-140, 148-150, 155-159, 173-175, 187-194

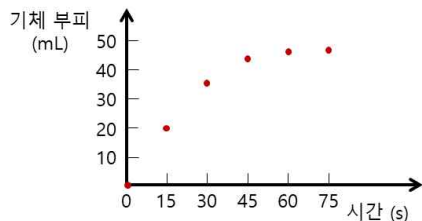
## 5. 문항 해설

화학 반응의 빠르기는 화학 반응의 다양한 조건에 따라서 변화한다. 화학 반응 속도의 의미를 이해하고 실제 화학 반응 데이터에서 반응 속도를 계산할 수 있는지 평가한다. 계산된 반응 속도가 시간에 따라서 변화하는 이유를 설명하고 관련된 일상생활의 예를 찾아서 기술할 수 있는지 평가한다.

금속 마그네슘을 충분한 양의 묽은 염산에 넣으면 산의 특징에 의해서 다음과 같이 수소 기체가 발생한다.



[표 1]을 참고하여 시간에 따른 수소 기체 발생량은 다음과 같은 그래프로 나타낼 수 있다.



각 구간의 평균 반응 속도는  $\frac{\text{구간에서 발생한 수소 기체 부피}}{\text{구간 시간}}$  이므로 0-15초, 15-30초, 30-45초, 45-60초

초 구간의 평균 반응 속도는 각각  $\frac{20}{15}$ ,  $\frac{16}{15}$ ,  $\frac{7}{15}$ ,  $\frac{3}{15} (\text{mL} \cdot \text{s}^{-1})$ 이다.

각 구간의 평균 반응 속도는 시간이 증가함에 따라서 감소하는 경향을 보이는데, 이는 반응물 중의 하나인 마그네슘의 농도가 반응이 진행됨에 따라서 감소하기 때문이다. 화학 반응이 일어나려면 반응하는 입자가 서로 충돌해야 하는데 마그네슘의 농도가 낮아지면 단위 부피 속의 입자 수가 감소하므로 용액 중 마그네슘과 수소 이온의 충돌 수가 감소하며 반응 속도가 감소한다.

농도에 따라서 반응 속도가 달라지는 일상 생활의 예는 “고압 산소 치료기를 활용한 저산소증 치료”, “숯을 태울 때 산소를 주입하면 더 빠르게 연소하는 경우” 등을 들 수 있다.

## 문항카드 12. 논술전형 자연계열 화학 2번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(화학) / 2번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	통합과학, 화학 I, 화학 II
	핵심개념 및 용어	산의 이온화 상수( $K_a$ ), 금속과 산의 반응, 농도와 반응 속도, 화학 평형 이동
예상 소요 시간	15분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 2] 묶은 염산(0.10 M, 100 mL)과 아세트산 수용액(0.10 M, 100 mL)이 각각 들어 있는 비커에 2.40 g의 금속 마그네슘을 각각 넣었다. 각 비커에서 반응이 완결될 때까지 발생한 수소 기체의 질량을 구하고, 두 경우의 차이점에 대해 제시문 [가]와 [다]를 참고하여 논하시오. [10점]

### 3. 출제 의도

수용액에서 산염기의 이온화 평형을 이해하고, 르샤틀리에 원리를 적용하여 평형 이동의 방향을 예측할 수 있는지 평가하고자 하였다. 반응물의 양(몰)에 따른 생성물의 양을 화학 반응의 양적 관계를 이용하여 정량적으로 계산할 수 있는지 평가하고자 하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
하위 문항 [문제 2]		<b>통합과학</b> [10통과06-03] 생활 주변의 물질들을 산과 염기로 구분할 수 있다.
		<b>화학 I</b> [12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
		[12화학 I 04-01] 가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있다.
		<b>화학 II</b> [12화학 II 02-04] 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동을 관찰하고 르샤틀리에 원리로 설명할 수 있다.
		[12화학 II 02-06] 이온화 상수를 이용하여 산과 염기의 세기를 이해하고, 염의 가수 분해를 설명할 수 있다.
		[12화학 II 03-05] 농도에 따라 반응 속도가 달라짐을 설명할 수 있다.



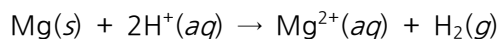
## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	통합과학	정대홍 외	금성	2018	192-200
	통합과학	송진웅 외	동아	2018	180-184, 196
	통합과학	김성진 외	미래엔	2018	186-189, 203
	통합과학	심규철 외	비상	2018	184-187, 198
	통합과학	신영준 외	천재	2018	194-200
	화학 I	홍훈기 외	교학사	2018	40-42, 147-149, 152-153, 175, 195
	화학 I	하윤경 외	금성	2018	36-38, 146-147
	화학 I	황성용 외	동아	2018	42-43, 169-171
	화학 I	최미화 외	미래엔	2018	40-41, 157-158
	화학 I	박종석 외	비상	2018	37-39, 143-144
	화학 I	장낙한 외	상상	2018	43-45, 161-162
	화학 I	강대훈 외	와이비엠	2018	50-53, 169-171, 194
	화학 I	이상권 외	지학사	2018	36-39, 157, 184
	화학 I	노태희 외	천재	2018	34-38, 159-160, 202
	화학 II	홍훈기 외	교학사	2018	97-98, 109-114, 147-149
	화학 II	최미화 외	미래엔	2018	98-106, 112-120, 150-153
	화학 II	박종석 외	비상	2018	82-85, 100-103, 135-137
	화학 II	장낙한 외	상상	2018	104-106, 121-126, 162-167
	화학 II	이상권 외	지학사	2018	98-100, 115-121, 147-149
	화학 II	노태희 외	천재	2018	96-102, 111-117, 155-159

## 5. 문항 해설

수용액 속 산염기의 이온화 평형, 르샤틀리에 원리의 개념을 통합적으로 이해하고 화학 반응의 양적 관계를 적용하여 생성물의 양을 계산할 수 있는지 평가한다.

금속 마그네슘과 산의 반응은 아래의 반응식으로 나타낼 수 있다.



마그네슘의 원자량이 24이므로, 주어진 2.40 g의 마그네슘을 몰 수로 환산하면 0.1 몰이다. 주어진 두 종의 산은 0.10 M, 100 mL이므로, 완전 이온화할 시 생성되는 수소 이온의 총량은 0.01 몰임을 알 수 있다. 위 반응식에 따라 금속 마그네슘과 수소 이온은 1:2의 몰 비로 반응하므로, 주어진 조건에서 수소 이온이 모두 반응하고, 마그네슘은 0.005 몰만 반응한다. 수소 이온이 모두 반응해 수소 기체가 발생하면서 시간이 충분히 흐른다면 이온화 상수와 관계없이 산은 모두 이온화하여 수소 이온을 내놓는다. 따라서 염산과 아세트산 두 경우 모두 같은 0.01 몰의 수소 이온이 반응에 참여한다. 수소 이온 0.01 몰이 반응하여 수소 기체를 발생시킬 때, 위 식의 양적 관계에 따라서 0.005 몰의 수소 기체가 발생하게 되고,  $\text{H}_2$ 의 분자량 2를 적용하면 0.01 g의 수소가 생성됨을 알 수 있다.

이때, 염산과 아세트산을 활용한 두 반응의 차이점은 이온화 상수의 차이에서 발생하는 수소 이온의 농도 차이이다. 제시문 [다]를 참고하면, 염산이 아세트산에 비해 이온화 상수가 크므로, 염산 용액의 수소 이온 농도가 아세트산 수용액의 수소 이온 농도보다 크다. 제시문 [가]를 참고하면 충분한 에너지를 가진 반응물들의 충돌이 반응 속도를 결정함을 알 수 있고, 반응물의 농도가 높으면 반응 속도가 더 빠름을 유추할 수 있다. 따라서 염산과 금속 마그네슘의 반응이 아세트산 수용액과 금속 마그네슘의 반응보다 더 빠르게 완결된다.

### 문항카드 13. 논술전형 자연계열 화학 3번

#### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(화학) / 3번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	통합과학, 화학 I, 화학 II
	핵심개념 및 용어	산화, 환원, 화학 전지, 산화·환원 반응의 양적 관계
예상 소요 시간	15분 / 전체 60분	

#### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 3] 질산 은( $\text{AgNO}_3$ ) 수용액(0.10 M, 100 mL)에 충분한 양의 구리 리본을 넣었더니 표면에 은이 석출되었다. 반응이 완결된 후, 용액만 분리하여 [용액 1]을 만들었다. 아연 전극 1.30 g을 질산 아연( $\text{Zn(NO}_3)_2$ ) 수용액(0.10 M, 100 mL)에, 구리 전극 1.28 g을 [용액 1]에 각각 넣어 제시문 [라]의 화학 전지를 구성하였다. 화학 전지에서 반응이 완결되어 더 이상 전류가 흐르지 않을 때, 남아 있는 아연 전극의 질량을 구하고 과정을 제시하시오. (단, 모든 수용액에서 음이온은 반응하지 않는다.) [10점]

#### 3. 출제 의도

금속의 이온화 경향 차이에 의한 자발적인 산화·환원 반응을 이해하고 이를 응용하여 다니엘 전지를 구성할 수 있는지 평가하고자 하였다. 또한 화학 반응의 양적 관계를 화학 전지에 응용할 수 있는지 평가하고자 하였다.

#### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

영역별 내용	
하위 문항 [문제 3]	<b>통합과학</b> [10통합06-02] 생명 현상 및 일상생활에서 일어나고 있는 다양한 변화의 이유를 산화와 환원에서 나타나는 규칙성과 특성 측면에서 파악하여 분석할 수 있다.
	<b>화학 I</b> [12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. [12화학 I 04-05] 산화·환원을 전자의 이동과 산화수의 변화로 설명하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응식을 완성할 수 있다.
	<b>화학 II</b> [12화학 II 04-01] 화학 전지의 작동 원리를 산화·환원 반응으로 설명할 수 있다.

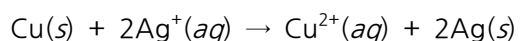
## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	통합과학	정대홍 외	금성	2018	184-191, 217
	통합과학	송진웅 외	동아	2018	174-179, 196
	통합과학	김성진 외	미래엔	2018	182-185
	통합과학	심규철 외	비상	2018	178-183
	통합과학	신영준 외	천재	2018	184-193
	화학 I	홍훈기 외	교학사	2018	40-42, 175-181
	화학 I	하윤경 외	금성	2018	36-38, 170-173
	화학 I	황성용 외	동아	2018	42-43, 189-197
	화학 I	최미화 외	미래엔	2018	40-41, 176-185
	화학 I	박종석 외	비상	2018	37-39, 166-171
	화학 I	장낙한 외	상상	2018	43-45, 183-189
	화학 I	강대훈 외	와이비엠	2018	50-53, 193-199
	화학 I	이상권 외	지학사	2018	36-39, 175-180, 185
	화학 I	노태희 외	천재	2018	34-38, 185-192
	화학 II	홍훈기 외	교학사	2018	179-181
	화학 II	최미화 외	미래엔	2018	180-185
	화학 II	박종석 외	비상	2018	165-168
	화학 II	장낙한 외	상상	2018	195-199
	화학 II	이상권 외	지학사	2018	185-192
	화학 II	노태희 외	천재	2018	187-194

## 5. 문항 해설

금속의 이온화 경향 차이에 의한 자발적인 산화-환원 반응을 이해하고 설명할 수 있는지 평가한다. 다니엘 전지의 원리를 금속의 반응성 차이로 이해하고 화학 반응의 양적 관계를 적용할 수 있는지 평가한다.

질산 은 수용액과 구리 리본의 산화-환원 반응은 아래 식으로 나타낼 수 있다.



질산 은 수용액(0.10 M, 100 mL) 안에 존재하는 은 이온은 0.01 몰이고, 은 이온이 구리 금속과 2:1의 몰 비로 반응하므로, 반응이 완결된 **【용액 1】** 속 구리 이온의 양은 0.005 몰이다.

아연 전극의 아연 몰수는  $\frac{1.30}{65}$  몰이다. 제시문 **【라】**의 반응식에서 반응물은 아연 전극과 수용액 속 구리 이온이고, 구리 이온이 모두 소진되면 반응이 완결되어 전류가 흐르지 않는다. 수용액 속 구리 이온과 금속 아연은 제시문 **【라】**에 따라 1:1의 몰 비로 반응하므로, 반응이 완료된 후 남은 아연은 0.015 몰이다. 원자량을 활용해 질량으로 변환하면 남은 아연 전극의 질량은 0.975 g이다.

## 문항카드 14. 논술전형 자연계열 화학 4번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(화학) / 4번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	통합과학, 화학 I, 화학 II
	핵심개념 및 용어	촉매, 반응 속도, 활성화 에너지( $E_a$ ), 반응 속도에 영향을 미치는 요인, 기체 반응, 화학 평형 이동
예상 소요 시간	15분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 4] 제시문 [가]와 [마]를 참고하여 자동차 엔진과 배기구에서 발생하는 산화 질소의 양을 화학 평형의 관점에서 비교하여 서술하시오. 제시문 [마]의 장치가 필요한 이유와 이 장치가 가져야 할 특성에 대해서 반응 속도의 관점에서 논하시오. (단, 배기구의 온도는 1000 K이며,  $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$  반응의 1000 K와 2400 K에서의 평형 상수는 각각  $5.25 \times 10^{-5}$ ,  $3.10 \times 10^{-3}$ 이다.) [10점]

### 3. 출제 의도

제시문 [가]에 나타난 것과 같이 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 상대적인 양을 화학 평형과 함께 반응 속도를 고려하여 예측할 수 있는지 평가하고자 하였다. 구체적으로 온도에 따른 화학 평형 상수, 반응 속도 및 촉매의 역할을 종합적으로 이해하는지 평가하는 데 주안점을 두었다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

영역별 내용	
하위 문항 [문제 4]	<b>통합과학</b> [10통합05-02] 생명 시스템 유지에 필요한 화학 반응에서 생체 촉매의 역할을 이해하고, 일상생활에서 생체 촉매를 이용하는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
	<b>화학 I</b> [12화학 I 04-01] 가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있다.
	<b>화학 II</b> [12화학 II 02-03] 가역 반응에서 동적 평형을 이해하고, 평형 상수를 이용하여 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.
	[12화학 II 02-04] 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동을 관찰하고 르샤틀리에 원리로 설명할 수 있다.
	[12화학 II 03-06] 온도에 따라 반응 속도가 달라짐을 설명할 수 있다.
	[12화학 II 03-07] 촉매가 반응 속도를 변화시킬 수 있음을 설명할 수 있다.
	[12화학 II 03-08] 촉매가 생명 현상이나 산업 현장에서 중요한 역할을 하는 예를 찾을 수 있다.

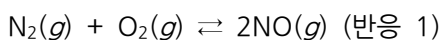
## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	통합과학	정대홍 외	금성	2018	156
	통합과학	송진웅 외	동아	2018	146
	통합과학	김성진 외	미래엔	2018	153
	통합과학	심규철 외	비상	2018	149, 200
	통합과학	신영준 외	천재	2018	157
	화학 I	홍훈기 외	교학사	2018	147-149, 152-153
	화학 I	하윤경 외	금성	2018	146-147
	화학 I	황성용 외	동아	2018	169-171
	화학 I	최미화 외	미래엔	2018	157-158
	화학 I	박종석 외	비상	2018	143-144
	화학 I	장낙한 외	상상	2018	161-162
	화학 I	강대훈 외	와이비엠	2018	169-171
	화학 I	이상권 외	지학사	2018	157
	화학 I	노태희 외	천재	2018	159-160
	화학 II	홍훈기 외	교학사	2018	93-102, 142-143, 152-154, 159-167
	화학 II	최미화 외	미래엔	2018	90-106, 154-165
	화학 II	박종석 외	비상	2018	77-90, 127-128, 138-139, 147-152
	화학 II	장낙한 외	상상	2018	97-111, 156-159, 168-170, 175-183
	화학 II	이상권 외	지학사	2018	91-105, 144-145, 154-155, 163-168
	화학 II	노태희 외	천재	2018	89-102, 148-149, 160-175

## 5. 문항 해설

기체 반응을 화학 평형과 반응 속도 관점에서 고찰할 수 있는지 평가한다. 각 관점에서 고찰된 내용을 바탕으로 자동차 배기구에 산화 질소 저감 장치가 필요한 이유를 설명하고 장치가 가져야 할 특성을 기술할 수 있는지 평가한다.

2400 K에서 작동하는 자동차 엔진에서는 연료의 연소 반응 외에 다음과 같은 반응으로 산화 질소가 생성될 수 있다.



제시문 [가]에 제시된 것과 같이 (반응 1)의 생성물인 산화 질소의 상대적인 양을 비교하기 위해서는 화학 평형과 반응 속도를 동시에 고려해야 한다.

문제에 주어진 온도에 따른 평형 상수의 값으로부터 (반응 1)은 흡열 반응임을 알 수 있다.

자동차 엔진과 같이 배기구보다 온도가 많이 높은 2400 K에서는 (반응 1)은 정반응 쪽으로 이동하여 산화 질소가 많이 생성된다. 반면, 산화 질소가 1000 K 온도의 배기구를 지날 때 온도가 급격히 떨어져서 (반응 1)의 평형은 역반응 쪽으로 이동하여 산화 질소의 양이 엔진에 비해서 줄어든 것으로 예측된다.

화학 평형의 관점에서는 엔진에서 생겨난 산화 질소가 배기구에서는 많이 없을 것으로 예측되지만, 배기구에서는 엔진에 비해 온도가 많이 낮아져서 반응이 느려지고 산화 질소가 산소 및 질소 기체로 변환되는데 시간이 많이 걸릴 것이다. 따라서 배기구에서는 산화 질소 저감 장치가 필요하다.

(반응 1)에 대해서 화학 평형 및 반응 속도 측면에서 고찰할 때 배기구에서 사용할 수 있는 산화 질소 저감 장치는 촉매 역할을 할 수 있어야 한다. 촉매 물질을 저감 장치에 사용하면 반응물을 이루는 원자들 사이의 화학 결합이 약해져 활성화 에너지가 낮아지므로, 낮은 온도에서도 (반응 1)의 역반응이 빠르게 일어날 수

있을 것으로 생각된다. 이러한 조건을 만족하는 대표적인 촉매는 산업 현장에서 많이 사용하는 금속 고체를 활용하는 표면 촉매를 예로 들 수 있다.

## 문항카드 15. 논술전형 자연계열 생명과학 제시문, 1번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(생명과학) / 제시문, 1번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	자극과 반응, 내분비계와 호르몬의 특성, 항상성, 진핵세포의 전사 조절
예상 소요 시간	10분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 1] 항상성 유지에서 신경계와 내분비계에 의한 조절 방식의 차이점을 비교하기 위하여, 각각의 표적 세포에 염색질 응축을 일으키는 약물을 처리한 후 표적 세포의 티록신과 신경 전달 물질에 대한 반응성을 비교하였다. 그 결과 각각의 표적 세포에서 티록신에 대한 반응은 일어나지 않았고 신경 전달 물질에 대한 반응은 정상적으로 이루어졌다. 제시문 [가]를 바탕으로 항상성 유지에서 신경계와 내분비계 조절 작용의 차이점을 설명하고, 위의 실험결과를 기반으로 티록신과 신경 전달 물질이 표적 세포에 작용하는 방식의 차이를 추론하여 서술하시오. (단, 표적 세포에서 약물의 영향은 염색질 응집만 고려한다.) [10점]

### 3. 출제 의도

제시문에 언급된 인체 항상성 유지 과정에서 신경계와 내분비계의 구조적 특성에 따른 작용 방식의 차이점을 이해하고, 진핵 세포 유전자 발현 조절에서 전사 인자가 작용하기 위한 염색질 응축 여부와의 관계에 대한 이해를 바탕으로 티록신 호르몬과 신경 전달 물질의 표적 세포 조절 방식을 추론할 수 있는지를 알아보고자 하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	[가]	<b>생명과학 I</b> [12생과 I 03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다. [12생과 I 03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.
	[나]	<b>생명과학 II</b> [12생과 II 02-05] 세포막을 통한 물질 출입 현상을 이해하고, 확산, 삼투, 능동 수송을 실험이나 모형을 통해 설명할 수 있다.
	[다]	<b>생명과학 I</b> [12생과 I 05-05] 생태계의 에너지 흐름을 이해하고, 에너지 흐름을 물질 순환과 비교하여 차이를 설명할 수 있다.

하위 문항	문제 1	<b>생명과학 I</b> [12생과 I 03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다. [12생과 I 03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.
		<b>생명과학 II</b> [12생과 II 04-05] 원핵생물과 진핵생물의 전사 조절 과정을 비교하여 설명할 수 있다.

## 나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	권혁빈 외	교학사	2018	86-89, 93, 180
	생명과학 I	심재호 외	금성	2018	101-103, 193
	생명과학 I	김윤택 외	동아	2018	78-80, 86, 186
	생명과학 I	오현선 외	미래엔	2018	94, 99, 191
	생명과학 I	심규철 외	비상	2018	82-83, 88, 184
	생명과학 I	이용철 외	와이비엠	2018	87-88, 93, 194
	생명과학 I	전상학 외	지학사	2018	82-85, 179
	생명과학 I	이준규 외	천재	2018	83-84, 88, 173
	생명과학 II	권혁빈 외	교학사	2018	46-51, 123-124
	생명과학 II	오현선 외	미래엔	2018	50-55, 136
	생명과학 II	심규철 외	비상	2018	44-52, 136-137
	생명과학 II	전상학 외	지학사	2018	46-52, 130-131
	생명과학 II	이준규 외	천재	2018	47-53, 131

## 5. 문항 해설

제시문과 문제는 고등학교 「생명과학 I」과 「생명과학 II」의 교육과정에서 다루어지는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. 제시문의 내용은 신경계와 내분비계에 의한 몸의 항상성 조절 작용과 신경 전달 물질과 호르몬의 기능을 체온 조절과 관련지어 이해하고, 문제에서 진핵 생물에서 유전자의 발현과 조절 과정의 이해를 통하여 호르몬과 신경 전달 물질의 작용 방식의 차이를 추론할 수 있는가를 요구하는 문항이다.

신경계는 신경 세포 간 또는 표적 세포에 시냅스를 형성하여 연결이 되고 화학 물질인 신경 전달 물질을 분비한다. 반면에 내분비계는 내분비샘에서 화학 물질인 호르몬을 분비하면 혈액을 타고 온몸에 전달되어 수용체가 있는 표적 세포에 작용한다. 이런 다른 구조로 인해서 신경계는 시냅스를 형성하여 연결이 된 일부 표적 세포에만 신경 신호를 빠른 속도로 전달하고 짧은 기간 동안에만 반응을 유발한다. 그러나 내분비계는 분비된 호르몬이 혈액을 타고 전신적으로 순환하기 때문에 작용 범위가 넓고 반응은 신경계에 비해서 상대적으로 느리지만 오래 지속되는 특성이 있다.

진핵생물에서 유전자 발현은 핵 안에서 응축된 염색질이 풀려야만 전사인자가 조절 부위에 결합해서 전사를 일으킬 수 있다는 점을 고려하면 약물 처리에 의한 염색질 응축은 유전자 발현을 억제한다. 실험 결과로서 약물 처리된 표적 세포에서 티록신 반응성은 일어나지 않고 신경 전달 물질에 의한 반응은 정상적으로 나온 결과는 티록신에 의한 물질대사조절은 표적 세포에서 유전자 발현을 필요로 하는 반면에 신경 전달 물질에 의한 조절은 유전자 발현이 필요하지 않다.



## 문항카드 16. 논술전형 자연계열 생명과학 2번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(생명과학) / 2번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	물질 수송, 흥분의 전도, 활동 전위
예상 소요 시간	25분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 2] 제시문 [나]에 소개된 인공세포를 바탕으로 다음 질문에 답하시오.

2-1 혼합 수용액 ㉠에서 수용액 ㉡로 물질 Y를 선택적으로 분리하기 위하여 ㉠과 ㉢에서  $\text{Na}^+$ 의 상대적 농도는 어떠해야 하는지 답하고, 그 이유와 형성 과정을 설명하시오. (단, ㉠에서 Y의 농도는 ㉢에서보다 상대적으로 낮고 ㉡에 존재하는 Y는 지속적으로 침전을 시켜서 분리 정제한다.) [5점]

2-2 Y를 필요에 따라 이동시키거나 멈추게 하기 위하여 신경 세포에서 활동 전위에 관여하는  $\text{Na}^+$  통로 단백질을 리포솜에 삽입한 후에 ㉠부위와 인접한 세포막으로 전달했다. 이런 인공세포에서 막전위를 조절하면 필요에 따라서 Y 이동을 조절하게 된다. 막전위 변화를 통한 Y 이동 조절의 원리를 설명하시오. (단, 세포에 삽입한 전극을 이용하여 막전위는 자유롭게 변화시킬 수 있다.) [10점]

### 3. 출제 의도

세포막을 통한 물질 출입 현상을 이해하고, 특히 촉진 확산, 능동 수송 현상의 원리를 이해한다. 이를 바탕으로 신경 세포 활동 전위에 의한 흥분 전도 과정에 관여하는  $\text{Na}^+$  통로의 원리를 이해하고, 세포막을 통한 물질 이동을 제어할 수 있는 방법을 추론해서 설명할 수 있는지를 알아보고자 하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
하위 문항	[문제 2]	<b>생명과학 I</b> [12생과 I 03-01] 활동 전위에 의한 흥분의 전도와 시냅스를 통한 흥분의 전달을 이해하고, 약물이 시냅스 전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
		<b>생명과학 II</b> [12생과 II 02-05] 세포막을 통한 물질 출입 현상을 이해하고, 확산, 삼투, 능동 수송을 실험이나 모형을 통해 설명할 수 있다.

## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	권혁빈 외	교학사	2018	62-66
	생명과학 I	심재호 외	금성	2018	77-79
	생명과학 I	김윤택 외	동아	2018	60-62
	생명과학 I	오현선 외	미래엔	2018	70-74
	생명과학 I	심규철 외	비상	2018	61-64
	생명과학 I	이용철 외	와이비엠	2018	65-67
	생명과학 I	전상학 외	지학사	2018	60-65
	생명과학 I	이준규 외	천재	2018	59-62
	생명과학 II	권혁빈 외	교학사	2018	46-51
	생명과학 II	오현선 외	미래엔	2018	50-55
	생명과학 II	심규철 외	비상	2018	44-52
	생명과학 II	전상학 외	지학사	2018	46-52
	생명과학 II	이준규 외	천재	2018	47-53

## 5. 문항 해설

이 문제와 연관된 제시문은 고등학교 「생명과학 I」과 「생명과학 II」의 교육과정에서 다루어지는 내용으로 교육과정 범위에 포함되어 있다. 제시문의 내용은 세포의 특성인 세포막을 통한 물질 출입 현상을 이해하고, 특히 확산, 능동 수송의 원리를 이해한다. 신경계에서 흥분의 전도와 전달 과정에 관여하는  $\text{Na}^+$  통로의 조절 원리 이해를 기반으로 특정 물질의 선택적 이동 조절에 적용할 수 있는가를 요구하는 문항이다.

## [문제 2-1]

세포막을 통한 물질의 이동 중에는 확산과 능동 수송이 있다. 제시문을 통해서 제작된 인공세포에서 물질 Y 이동 원리는  $\text{Na}^+$ 의 농도차에 의한 촉진 확산이 주요하게 작용한다. 특히 ㉠에서 ㉡로  $\text{Na}^+$ 의 촉진 확산에 의해서 Y가 이동하기 위해서는  $\text{Na}^+$ 의 농도차가 ㉠이 ㉡에 비해서 높아야 가능하다. 이러한 ㉠과 ㉡의 농도차를 유지하기 위해서, 인공세포막에는 지속적으로 세포 밖에서 Y와 같이 유입되는  $\text{Na}^+$ 이온을 농도에 역행해서 ATP 에너지를 사용하면서 세포 밖으로 이동시키는  $\text{Na}^+-\text{K}^+$  펌프가 작동한다.

## [문제 2-2]

Y 이동 조절 기능이 가능한 인공세포를 만들기 위하여 신경세포 활동전위를 유발하는  $\text{Na}^+$  통로 단백질을 리포솜을 활용하여 인공 세포막으로 삽입한다.  $\text{Na}^+$  통로는 막전위를 역치 전위 이상으로 자극을 주면 닫혀있던 통로가 전위차를 감지하여 열리게 된다. 그 결과로  $\text{Na}^+$ 이 농도차에 의해서 세포 밖에서 안쪽으로 이동하게 된다. 이를 활용하여  $\text{Na}^+$  통로 단백질을 인공세포막에 삽입한 후에 전극을 활용해서 세포막을 역치 전위 이상의 막전위를 만들어주면  $\text{Na}^+$  통로가 열리게 되고, 그 결과 세포 외부에 있던 높은 농도의  $\text{Na}^+$ 이 지속적으로 세포 안쪽으로 유입된다. 그러면 세포 밖과 안쪽의  $\text{Na}^+$  이온 농도차가 작아지면서 촉진 확산에 의한 Y 이동이 멈추게 된다. 반대로 Y의 이동이 가능하게 하기 위해서는 역치전위 이하의 막전위가 형성되게 조절하면  $\text{Na}^+$  이동 통로가 닫혀서 더 이상의  $\text{Na}^+$ 이 세포 안쪽으로 유입이 없고  $\text{Na}^+-\text{K}^+$  펌프에 의해서  $\text{Na}^+$ 이 세포 밖으로 지속적으로 배출이 되어 세포 밖과 안의  $\text{Na}^+$  농도차가 형성되고, 그 결과 촉진 확산에 의한 Y 이동이 가능하게 된다.

## 문항카드 17. 논술전형 자연계열 생명과학 3번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(생명과학) / 3번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	물질 순환, 효소의 작용, 세포 호흡, 광합성
예상 소요 시간	25분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 3] 작물의 생산성을 높이기 위해 질소 고정 효소 복합체를 이루는 여러 유전자를 식물체 게놈에 삽입하여 발현시켰다. 이 효소 복합체가 A 식물체에서는 미토콘드리아 기질에서, B 식물체에서는 틸라코이드 내부에서 작용하도록 만들었다.

3-1 A 식물체와 B 식물체의 질소 고정 효율에는 어떤 차이가 있을지 이유를 들어 설명하시오. (단, 미토콘드리아 기질과 엽록체 틸라코이드 내부의 절대적인  $H^+$  농도 차이는 없다고 가정한다.) [5점]

3-2 만약 B 식물체에서 질소 고정이 효율적으로 일어날 수 있다면, 이 식물체에서 질소 고정이 시작된 후에 탄소 고정 반응(암반응)과 관련된 중간물질의 농도와 최종산물의 생성속도는 시간에 따라 어떻게 변하는지 이유와 함께 설명하시오. [10점]

### 3. 출제 의도

효소가 활성을 띠는 조건과 질소 분자의 환원 화학식을 이해하고, 이 효소활성에 적합한 조건을 갖는 세포 내 위치를 세포 호흡과 광합성에 관한 이해를 바탕으로 추론할 수 있는지를 알아보고자 하였다. 또한 광합성 탄소 고정 반응은 순환 회로로 이루어져 있으며, 틸라코이드 내부의  $H^+$  농도가 스트로마의 탄소 고정 반응에 영향을 미치는 과정을 이해하고 있는지를 알아보고자 하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

영역별 내용	
하위 문항 [문제 3]	<b>생명과학 I</b> [12생과 I 05-05] 생태계의 에너지 흐름을 이해하고, 에너지 흐름을 물질 순환과 비교하여 차이를 설명할 수 있다.
	<b>생명과학 II</b> [12생과 II 02-06] 효소의 작용을 활성화 에너지와 기질의 특이성을 중심으로 이해하고, 온도와 pH가 효소 작용에 영향을 미칠 수 있음을 실험을 통해 설명할 수 있다.
	[12생과 II 03-01] 미토콘드리아와 엽록체의 구조와 기능을 이해하고, 두 세포 소기관을 비교하여 공통점과 차이점을 설명할 수 있다.
	[12생과 II 03-02] 세포 호흡 과정과 광합성의 탄소 고정 반응을 단계별로 구분하여 이해하고, 산화적 인산화 과정을 화학 삼투로

	설명할 수 있다. [12생과Ⅱ03-04] 광계를 통한 명반응 과정을 모형을 이용해 설명할 수 있다. [12생과Ⅱ03-05] 세포 호흡과 광합성의 전자 전달계를 비교하여 공통점과 차이점을 설명할 수 있다.
--	---

## 나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	권혁빈 외	교학사	2018	180
	생명과학 I	심재호 외	금성	2018	193
	생명과학 I	김윤택 외	동아	2018	186
	생명과학 I	오현선 외	미래엔	2018	191
	생명과학 I	심규철 외	비상	2018	184
	생명과학 I	이용철 외	와이비엠	2018	194
	생명과학 I	전상학 외	지학사	2018	179
	생명과학 I	이준규 외	천재	2018	173
	생명과학 II	권혁빈 외	교학사	2018	56-57, 65-72, 80-91
	생명과학 II	오현선 외	미래엔	2018	61, 76-87, 94-103
	생명과학 II	심규철 외	비상	2018	58-59, 73-81, 88-101
	생명과학 II	전상학 외	지학사	2018	57-59, 70-77, 82-92
	생명과학 II	이준규 외	천재	2018	57-58, 67-76, 85-95

## 5. 문항 해설

질소 고정 효소 복합체는 질소를 암모니아로 환원시키는 효소로 이 과정에서 많은  $H^+$ 이 사용된다. 이 효소는 활성을 위해 산소와의 접촉이 최소화돼야 하는데, 세포 호흡과 광합성 과정에 대한 이해를 바탕으로 이 조건에 맞는 세포 내 위치를 알아보는 문제이다. 더 나아가, 이 효소를 이용하여 틸라코이드 내부에서  $H^+$  농도를 낮추었을 때 ATP합성이 감소하고, 이에 따라 탄소 고정 반응(암반응)이 제대로 일어나지 않게 되는데, 이때 탄소 고정 반응의 중간산물의 농도와 최종산물 포도당의 생성 속도의 변화를 탄소 고정 반응이 회로로 구성되어 있음을 바탕으로 이해하고 있는지를 물어보는 문제이다.

## [문제 3-1]

미토콘드리아 기질에서는 산소가 지속적으로 사용되어 물로 전환된다. 따라서 산소가 낮은 농도로 유지되는데 반해 엽록체 틸라코이드 내부는 물의 광분해로 지속해서 산소가 발생한다. 질소 고정 효소 복합체가 산소에 민감하므로 광분해에 의해서 발생한 산소에 영향을 받는 B 식물체에 비해서 A 식물체에서 이 효소의 질소 고정효율은 상대적으로 높다.

## [문제 3-2]

질소 고정이 시작되면, 이 식물체에서는 틸라코이드 내부의 수소 이온이 질소 환원에 사용되어 틸라코이드 내부와 스트로마 사이의 수소 이온 농도 기울기가 줄어들게 될 것이다. 따라서 틸라코이드막의 스트로마 면에서 일어나는 ATP 합성이 줄어들 것이다.

ATP 합성이 줄어들면 스트로마에서 일어나는 광합성 탄소 고정 반응(암반응, 캘빈회로)에 필요한 에너지가 제대로 공급되지 않아 1단계의 탄소 고정으로 3-인산글리세르산(3-PG, 3-phosphoglyceric acid)이 만들어진 후, ATP와 NADPH를 필요로 하는 환원 과정이 제대로 일어나지 않아 3-인산글리세르산(3-PG)이 축적되고 인산글리세르알데하이드(PGAL)의 생성은 줄어들 것이다.

환원 과정 뿐 아니라 재생과정도 제대로 일어나지 않아 리불로스2인산(RuBP, ribulose-1,5-

bisphosphate)이 지속적으로 만들어질 수 없으므로, 3-인산글리세르산의 농도가 지속적으로 증가하지는 않을 것이다. 탄소 고정 반응(암반응, 캘빈회로)이 작동하지 않아 포도당 생성은 지속해서 억제될 것이다. 중간물질의 농도와 최종산물 생성 속도의 시간에 따른 변화는 다음과 같다.

**문항카드 18. 논술전형 자연계열 지구과학 제시문, 1번****1. 일반 정보**

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(지구과학) / 제시문, 1번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	지구과학 I, 지구과학 II
	핵심개념 및 용어	대기의 운동, 기압 경도력, 전향력, 지균풍
예상 소요 시간	10분 / 전체 60분	

**2. 문항 및 제시문**

제시문은 별책 참조

[문제 1] [그림 1]의 (가)와 (나)는 동일한 시각에 (다)의 남반구 AB 지점과 (라)의 제주도 해안가 부근 CD 지점을 따라 관측한 지표 부근의 기압을 나타낸 것이다. [그림 1]의 (가)와 (나)는 연직 기압 분포가 상당히 유사하지만,  $P_1$ 과  $P_2$ 에서의 풍향은 같지 않다.  $P_1$ 과  $P_2$ 의 풍향을 유추하고, 그 이유를 논하시오. (단, 지표 마찰력의 효과는 고도 1km까지만 영향을 미친다고 가정하며, CD 사이의 기압 분포는 하루를 주기로 변한다.) [8점]

**3. 출제 의도**

대기의 수평 운동을 이해하기 위하여 바람에 작용하는 힘들에 대한 개념을 알고 있는지 평가하고자 하였다. 또한, 대기의 운동을 시·공간적 규모에 따라 구분할 수 있는지 평가하고자 하였다.

**4. 문항 및 제시문의 출제 근거**

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	[가]	<b>지구과학 II</b> [12지과 II 05-03] 정역학 평형을 이용하여 대기압의 연직 분포 및 대기를 움직이는 힘을 정량적으로 설명할 수 있다. [12지과 II 05-04] 지균풍, 경도풍, 지상풍의 발생 원리를 비교하여 설명할 수 있다.
	[나]	<b>지구과학 II</b> [12지과 II 05-06] 대기의 운동을 시·공간적 규모에 따라 구분하고, 지구적 순환의 관점에서 대기 대순환을 설명할 수 있다.
	[다]	<b>지구과학 II</b> [12지과 II 05-05] 편서풍 파동의 발생 과정을 이해하고, 이와 관련지어 지상 고·저기압의 발생 과정을 설명할 수 있다.
	[라]	<b>지구과학 I</b> [12지과 I 01-03] 판의 움직이는 맨틀의 상부 운동과 플룸에 의한 구조 운동을 구분하여 설명할 수 있다.
	[마]	<b>지구과학 I</b> [12지과 I 02-04] 암석의 절대 연령을 구하는 원리를 이해하고, 방사성 동위 원소 자료를 이용해 절대 연령을 구할 수 있다.

하위 문항	[문제 1]	<b>지구과학 II</b>
		[12지과II 05-03] 정역학 평형을 이용하여 대기압의 연직 분포 및 대기를 움직이는 힘을 정량적으로 설명할 수 있다.
		[12지과II 05-04] 지균풍, 경도풍, 지상풍의 발생 원리를 비교하여 설명할 수 있다.
		[12지과II 05-06] 대기의 운동을 시·공간적 규모에 따라 구분하고, 지구적 순환의 관점에서 대기 대순환을 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	지구과학 I	이용준 외	교학사	2018	27-29, 52-55
	지구과학 I	권석민 외	금성	2018	27-29, 60-61
	지구과학 I	이진우 외	미래엔	2018	28-30, 60-63
	지구과학 I	이기영 외	비상	2018	26-29, 54-57
	지구과학 I	김진성 외	와이비엠	2018	29-33, 59-61
	지구과학 I	오피석 외	천재	2018	22-25, 63-66
	지구과학 II	이태욱 외	교학사	2018	124-138
	지구과학 II	이진우 외	미래엔	2018	134-151
	지구과학 II	이기영 외	비상	2018	132-151
	지구과학 II	오피석 외	천재	2018	134-150

## 5. 문항 해설

제시문에 언급된 것처럼 바람은 기본적으로 기압 경도력에 의해 발생하지만, 추가적으로 작용하는 전향력의 특징을 제대로 이해하고 있는지를 확인하는 문제이다.

$P_1$  : 서풍,  $P_2$  : 북풍

우선 바람을 일으키는 근본적인 힘인 기압 경도력은  $P_1$  지점에서 북쪽에서 남쪽으로 작용하며, AB지점 사이의 기압 분포도에서 등압선이 원형이 아니므로 구심력은 무시할 수 있다.  $P_1$  지점은 고도 약 2km에 위치하고 있으므로 마찰력을 무시할 수 있으나, AB지점 사이의 거리는 100km 이상인 종관 규모이므로 전향력을 고려해야 한다. 따라서  $P_1$  지점에서는 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루는 지균풍이 불게 되며, 남반구에서는 바람의 방향에 왼쪽으로 전향력이 작용하므로  $P_1$  지점에는 서풍이 분다고 유추할 수 있다.

반면,  $P_2$  지점의 풍향은 기압 경도력만 고려하여 유추할 수 있는데 그 이유는 CD사이의 거리가 100km보다 작은 중간규모 순환으로 전향력을 무시할 수 있기 때문이다. AB 지점과 유사하게, CD지점 사이의 기압 분포도에서 등압선이 원형이 아니므로 구심력을 무시할 수 있고,  $P_2$  지점은 고도 약 2km 부근이므로 마찰력을 무시할 수 있다. 한편, CD 사이의 기압 분포는 하루를 주기로 변한다고 하였으므로, 해륙풍으로 판단할 수 있다. 결과적으로  $P_2$  지점의 풍향은 북쪽에서 남쪽으로 작용하는 기압 경도력의 영향만을 고려하여 북풍이 분다고 유추할 수 있다.

## 문항카드 19. 논술전형 자연계열 지구과학 2번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(지구과학) / 2번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	지구과학 II
	핵심개념 및 용어	기압 경도력, 지균풍, 제트류
예상 소요 시간	10분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 2] [그림 2]는 고기후 자료에서 복원된 북반구의 평균적인 (가) 여름철과 (나) 겨울철의 대기 온도( $T$ )와 바람의 연직 분포를 나타낸 것이다. 위도  $45^{\circ}\text{N}$ 의 서로 다른 높이  $H_1(2\text{km})$ 과  $H_2(12\text{km})$ 에서의 바람이 지균풍이라고 가정한다면, 풍속( $v$ )이 수평 온도 차이( $\Delta T$ )와 어떤 관계를 갖는지 논하시오. 또한, 이를 바탕으로 지점  $Q_1$ 과  $Q_2$ 에서의 풍속( $v$ )을 구하시오. (단, 수평 기압의 차이는 밀도와 수평 온도 차이의 곱과 같다.) [12점]

### 3. 출제 의도

지구적 순환 관점에서 남북간의 온도 차이로 수평 기압 차이가 발생할 수 있다는 것을 이해하는지 평가하고자 하였다. 또한, 대기를 움직이는 힘을 정량적으로 설명할 수 있는지와 이를 바탕으로 지균풍의 생성원리를 이해하는지 평가하고자 하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
하위 문항 [문제 2]	지구과학 II	
	[12지과 II 05-03]	정역학 평형을 이용하여 대기압의 연직 분포 및 대기를 움직이는 힘을 정량적으로 설명할 수 있다.
	[12지과 II 05-04]	지균풍, 경도풍, 지상풍의 발생 원리를 비교하여 설명할 수 있다.
	[12지과 II 05-05]	편서풍 파동의 발생 과정을 이해하고, 이와 관련지어 지상 고·저기압의 발생 과정을 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	지구과학 II	이태욱 외	교학사	2018	124-126, 128-129, 131-134
	지구과학 II	이진우 외	미래엔	2018	134-138, 142-147
	지구과학 II	이기영 외	비상	2018	132-138, 142-147
	지구과학 II	오피석 외	천재	2018	134-136, 139-140, 143-148



## 5. 문항 해설

수평 온도 차이에 의해 수평 기압 차이가 발생할 수 있음을 이해하고, 이를 바탕으로 대기를 움직이는 힘을 정량적으로 표현할 수 있는지 평가하고자 하였다. 이를 통해 지균풍의 발생 원리를 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다.

문제에서 위도  $45^\circ\text{N}$ 에서 부는 바람은 모두 지균풍이라고 가정하였으므로, 각 고도에서의 밀도를  $\rho$ , 위도  $30^\circ\text{N}$ 와  $60^\circ\text{N}$ 와의 거리를  $\Delta X$ 라고 하자. 지균풍은 수평 기압 경도력 (여기서는 남북간의 기압 경도력)

과 전향력( $2\Omega\sin 45^\circ v$ )이 균형을 이루는 것이므로,  $2\Omega\sin 45^\circ v = \frac{1}{\rho} \frac{\Delta P}{\Delta X}$ 의 관계식을 만족한다. 여기서

수평 기압 차이( $\Delta P$ )가 밀도( $\rho$ )와 수평 온도 차이( $\Delta T$ )의 곱이라고 하였으므로, 이 식은 다시

$2\Omega\sin 45^\circ v = \frac{1}{\rho} \frac{\rho \Delta T}{\Delta X}$ 로 표현할 수 있다. 따라서, 정리하면 위도  $45^\circ\text{N}$ 의 각 고도에서 풍속은

$v = \frac{1}{2\Omega\sin 45^\circ} \frac{\Delta T}{\Delta X}$ 로 간단히 표현할 수 있다.

동일한 위도의  $H_1$ 과  $H_2$ 에서의 지균풍의 풍속을 각각  $v_1$ 과  $v_2$ 라고 한다면,  $\frac{v_2}{v_1} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$ 의 간단한 관계를 가진다. 즉, 수평 온도 차이( $\Delta T$ )가 클수록 풍속( $v$ )이 크다고 할 수 있다.  $Q_1$  지점에서의 바람은  $30\text{m/s}$ 이고,  $Q_2$  지점에서의 바람은  $48\text{m/s}$ 이다.

## 문항카드 20. 논술전형 자연계열 지구과학 3번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(지구과학) / 3번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	통합과학, 지구과학 I
	핵심개념 및 용어	방사성 동위 원소, 모원소, 자원소, 반감기, 절대 연령, 판의 이동 속도
예상 소요 시간	13분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 3] [그림 3]에서 해령으로부터 400km 떨어진 위치에서 채취한 해양판Y의 암석에 가상의 방사성 동위 원소 X(8.28mg)와 그 자원소 Z(124.2mg)가 포함되어 있다. 반감기가 백만 년이라고 했을 때, 해양판Y의 평균 이동 속도를 추론하시오. 또한, 판을 움직이는 원동력에 관하여 논하시오. [8점]

### 3. 출제 의도

방사성 원소의 모원소와 자원소의 양 및 반감기를 이용하여 절대 연령을 측정할 수 있는지 평가하고자 하였다. 해양 지각이 해령에서 만들어져 해구의 방향으로 확장하며, 해양 지각의 나이가 해령을 축으로 멀어질수록 많아진다는 것을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 판 구조론에서 말하는 판을 움직이는 원동력에 관해 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
하위 문항 [문제 3]		<b>통합과학</b>
		[10통과 04-03] 지권의 변화를 판구조론적 관점에서 해석하고, 에너지 흐름의 결과로 발생하는 지권 변화가 지구 시스템에 미치는 영향을 추론할 수 있다.
		<b>지구과학 I</b>
		[12지과 I 01-02] 지질 시대 전체에 걸친 대륙 분포의 변화와 현재 대륙 이동 속도 자료를 통해 미래의 변화를 추정할 수 있다.
		[12지과 I 01-03] 판의 움직이는 맨틀의 상부 운동과 플룸에 의한 구조 운동을 구분하여 설명할 수 있다.
		[12지과 I 02-04] 암석의 절대 연령을 구하는 원리를 이해하고, 방사성 동위 원소 자료를 이용해 절대 연령을 구할 수 있다.

## 나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	통합과학	정대홍 외	금성	2018	130-134
	통합과학	송진웅 외	동아출판	2018	125-127
	통합과학	김성진 외	미래엔	2018	129-131
	통합과학	심규철 외	비상	2018	128-131
	통합과학	신영준 외	천재	2018	132-136
	지구과학 I	이용준 외	교학사	2018	20-29, 52-55
	지구과학 I	권석민 외	금성	2018	19-23, 27-29, 60-61
	지구과학 I	이진우 외	미래엔	2018	20-30, 60-63
	지구과학 I	이기영 외	비상	2018	20-29, 54-57
	지구과학 I	김진성 외	와이비엠	2018	22-33, 59-61
	지구과학 I	오피석 외	천재	2018	18-25, 63-66

## 5. 문항 해설

방사성 동위 원소의 모원소의 양과 자원소의 양을 가지고 모원소의 처음 양을 구하고, 모원소의 양과 모원소의 처음 양의 비 및 반감기를 이용하여 절대 연령을 유추할 수 있어야 한다.

해양판이 해령에서 만들어져 해구의 방향으로 확장하는 것을 이해하고, 해령과 암석 채취 지점 간의 거리와 절대 연령을 통해 해양판의 평균 이동 속도를 유추하고, 판 구조론에서 말하는 판을 움직이는 원동력을 맨틀 대류에 따라 첫째, 해령 아래에서 마그마가 상승하며 판을 양쪽으로 미는 힘과 둘째, 섭입대를 따라 내려가는 판이 잡아당기는 힘으로 논리적으로 설명할 수 있는지 확인하는 문제이다.

방사성 동위 원소의 모원소 X의 양이 8.28mg이고 자원소 Z의 양이 124.2mg이므로 모원소의 처음 양이  $132.48\text{mg}(=8.28\text{mg} + 124.2\text{mg})$ 이 된다.

현재 모원소의 양과 처음 모원소의 양의 비가 6.25%가 되므로, 네 번의 반감기가 지난 것을 알 수 있다.

반감기가 백만 년(1,000,000년)이므로 암석의 절대 연령은 4백만 년(4,000,000년)이다.

암석을 채취한 위치가 해령으로부터 400km이므로 해양판 이동 속도는  $0.0001\text{km/yr} = 0.1\text{m/yr} = 10\text{cm/yr}$ 가 된다.

판 구조론에서 말하는 판을 움직이는 원동력은 근본적으로 맨틀 상부에 존재하는 연약권의 대류이다. 이러한 대류는 해령 아래에서 마그마가 상승하며 판을 양쪽으로 미는 힘과 섭입대를 따라 내려가는 판이 잡아당기는 힘을 일으킨다. 해령에서는 고온, 저밀도의 물질이 부력에 의해 상승하면서 판을 양방향으로 분리시키고 섭입대로 가까이 갈수록 판은 냉각되어 밀도가 커지고 두께가 두꺼워지므로 무거운 상태로 침강하게 된다.

## 문항카드 21. 논술전형 자연계열 지구과학 4번

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(지구과학) / 4번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	통합과학, 지구과학 I, 지구과학 II
	핵심개념 및 용어	지균풍, 제트류, 퇴적, 판의 이동, 절대 연령
예상 소요 시간	17분 / 전체 60분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 4] 위도  $45^{\circ}\text{N}$ 에 위치한 섭입대 부근의 대륙에서 [그림 3]과 같이 인접한 화산S와 화산W가 [문제 3]의 암석생성과 같은 해 여름철과 겨울철에 차례로 분출하였다. 이들 화산에서 나온 화산재가 고도 12km까지 올라 제트류를 타고 먼 지역으로 이동하기 시작하였다. 화산재가 [그림 2]에서 유추된 각 계절의 지균풍을 타고 이동할 때 화산재의 평균 낙하 속도는 동일하게 0.3m/s이었다. [문제 3]의 암석에서 어느 화산으로부터 기원한 화산재가 나올 수 있는지 논리적으로 설명하시오. (단, 화산과 해령 사이의 거리 변화는 없었다고 가정한다. 화산재는  $H_1$ 과  $H_2$ 의 지균풍 평균 속도로 이동하였고, 해수면에 떨어진 화산재가 해저면 퇴적까지 걸리는 시간과 이동 거리는 무시할 만큼 작다고 가정한다.) [12점]

### 3. 출제 의도

화산재의 평균 낙하 속도와 고도 정보를 가지고 전체 낙하 시간을 계산하고, 여름철과 겨울철에 다른 지균풍의 평균 속도를 통하여 계절별 화산재의 이동 거리를 예측할 수 있는지 평가하고자 하였다. 새로운 암석이 해령에서 만들어져 해양 지각을 만들고 해구의 방향으로 확장하며, 해양 퇴적물과 함께 이동하여, 해령에서 멀어질수록 그 연령이 증가함을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 판의 움직임으로 퇴적된 장소와 시간이 지난 후 암석의 위치가 다를 수 있다는 것을 이해하는지 평가하고자 하였다. 판의 평균 이동 속도와 암석의 절대 연령을 가지고 퇴적 또는 생성 당시의 위치를 예측할 수 있는지 평가하고자 하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
하위 문항 [문제 4]	통합과학	[10통과 04-03] 지권의 변화를 판구조론적 관점에서 해석하고, 에너지 흐름의 결과로 발생하는 지권 변화가 지구 시스템에 미치는 영향을 추론할 수 있다.
	지구과학 I	[12지과 I 01-02] 지질 시대 전체에 걸친 대륙 분포의 변화와 현재 대륙 이동 속도 자료를 통해 미래의 변화를 추정할 수 있다.

	[12지과Ⅰ 01-03] 판의 움직이는 맨틀의 상부 운동과 폴룸에 의한 구조 운동을 구분하여 설명할 수 있다.
	<b>지구과학Ⅱ</b>
	[12지과Ⅱ 05-04] 지균풍, 경도풍, 지상풍의 발생 원리를 비교하여 설명할 수 있다.
	[12지과Ⅱ 05-05] 편서풍 파동의 발생 과정을 이해하고, 이와 관련지어 지상 고저기압의 발생 과정을 설명할 수 있다.

## 나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	통합과학	정대홍 외	금성	2018	130-134
	통합과학	송진웅 외	동아	2018	125-127
	통합과학	김성진 외	미래엔	2018	129-131
	통합과학	심규철 외	비상	2018	128-131
	통합과학	신영준 외	천재	2018	132-136
	지구과학Ⅰ	이용준 외	교학사	2018	20-29
	지구과학Ⅰ	권석민 외	금성	2018	19-23, 27-29
	지구과학Ⅰ	이진우 외	미래엔	2018	20-30
	지구과학Ⅰ	이기영 외	비상	2018	20-29
	지구과학Ⅰ	김진성 외	와이비엠	2018	22-33
	지구과학Ⅰ	오피석 외	천재	2018	18-25
	지구과학Ⅱ	이태욱 외	교학사	2018	128-129, 131-132
	지구과학Ⅱ	이진우 외	미래엔	2018	138, 145
	지구과학Ⅱ	이기영 외	비상	2018	138, 145
	지구과학Ⅱ	오피석 외	천재	2018	139-140, 147-149

## 5. 문항 해설

화산재의 평균 낙하 속도와 고도 정보를 가지고 전체 낙하 시간을 계산하고, 여름철과 겨울철에 다른 지균풍의 평균 속도를 통하여 계절별 화산재의 이동 거리를 예측해야 한다.

새로운 암석이 해령에서 형성되어 해양 지각을 만들고 해구의 방향으로 확장하고, 해양 퇴적물이 해양 지각과 함께 이동하며, 해양 지각과 함께 해령에서 멀어질수록 그 연령이 증가하는 것과 판의 움직임으로 암석이 생성되거나 새로운 퇴적물이 퇴적된 장소와 시간이 지난 후 같은 암석이나 지층의 위치가 다를 수 있다는 것을 이해하고 나아가 판의 평균 이동 속도와 암석의 절대 연령을 가지고 퇴적 또는 암석 생성 당시의 위치를 유추할 수 있는지 확인하는 문제이다.

화산 폭발로 인하여 화산재가 고도 12km까지 상승하여 동일하게 0.3m/s의 속도로 낙하하므로 낙하하는 동안 걸리는 시간은  $40,000\text{초}(= 12\text{km} \div 0.3\text{m/s})$ 이다.

여름철에 분출한 화산S는 [그림 2]의 (가)와 같은 지균풍에 의해 이동되었고, 겨울철에 분출한 화산W는 [그림 2]의 (나)와 같은 지균풍에 의해 이동되었다. 화산재는  $H_1$ 과  $H_2$ 의 지균풍 평균 속도로 이동한다고 했으므로 여름철의  $H_2$ 에서의 바람의 속도는 30m/s,  $H_1$ 에서는 10m/s이므로, 그 평균은 20m/s이고, 겨울철의  $H_2$ 에서의 바람의 속도는 48m/s,  $H_1$ 에서는 12m/s이므로, 그 평균은 30m/s이다.

화산재의 낙하 시간 동안 여름철은  $800\text{km}(= 40,000\text{s} \times 20\text{m/s})$ 를 바람을 따라 이동하고, 겨울철은  $1200\text{km}(= 40,000\text{s} \times 30\text{m/s})$ 를 이동할 수 있다. 따라서 여름철에 분출한 화산S의 화산재는 화산으로부터 해령 방향으로 800km 이동되어 퇴적되며, 겨울철에 분출한 화산W의 화산재는 화산에서 1200km 떨어진 해령까지 이동하여 퇴적된다.

문제에서 화산 폭발이 [문제 3]에서 암석의 생성 시기와 같은 해에 일어났다고 했으니 [문제 3]에서 유추한 암석의 절대 연령인 4백만 년 전에 화산이 폭발한 것으로 유추할 수 있다. 해양판은 해령에서 해구 쪽으로 확장하여 이동하므로, 계산된 평균 이동 속도인 10cm/yr를 사용하여 4백만 년 동안 화산S의 화산재는 화산에서 해령 방향으로 400km 떨어진 곳까지 이동하였고, 화산W의 화산재는 화산에서 해령 방향으로 800km 떨어진 곳까지 이동한 것을 알 수 있다.

채취 지점 또한 화산에서 해령 방향으로 800km, 또는 해령에서 400km 거리의 지점에 있으므로 겨울철에 분출한 화산W에서 기원한 화산재가 [문제 3]에서의 암석과 함께 나올 수 있다.