

$$V(X) = E((X-m)^2) = \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2 p_i$$

$$= E(X^2) - m^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 p_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i p_i \right)^2$$

(나)

(1) 두 함수 $y = f(u)$, $u = g(x)$ 가 미분가능할 때, 합성함수 $y = f(g(x))$ 의 도함수는

$$y' = f'(g(x))g'(x) \text{이다.}$$

(2) 미분가능한 함수 $f(x)$ 의 역함수 $f^{-1}(x)$ 가 존재하고 미분가능할 때, 함수 $f^{-1}(x)$ 의 도함수는

$$(f^{-1})'(x) = \frac{1}{f'(f^{-1}(x))} \quad (\text{단, } f'(f^{-1}(x)) \neq 0) \text{이다.}$$

(다) 함수 $f(x)$ 가 구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때, $\frac{d}{dx} \int_a^x f(t) dt = f(x)$ 이다. (단, $a < x < b$)

※ 모든 물음에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

【1-1】 이산확률변수 X 의 확률분포를 표로 나타내면 다음과 같다.

X	-1	0	1	2	3	합계
$P(X=x)$	r	$\frac{5}{24}$	s	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{12}$	1

(가)를 이용하여 다음의 물음에 답하시오.

(1) $E(X^2)$ 의 값을 구하시오. (15점)

(2) $E(X) = \frac{13}{12}$ 일 때, r 와 s 의 값을 구하시오. (15점)

(3) 분산 $V(X)$ 의 최댓값을 구하고 그 때의 r 와 s 의 값을 구하시오. (30점)

【1-2】

미분가능한 두 함수 $f(x)$, $g(x)$ 가 다음 조건을 만족시킨다.

[조건 1] 함수 $f(x)$ 의 역함수 $f^{-1}(x)$ 가 존재하고 미분가능하다.

[조건 2] $g(0) = f(1)$ 이고 $f'(1) = \frac{1}{3}$ 이다.

[조건 3] $x > -1$ 인 모든 실수 x 에 대하여

$$f^{-1}(g(x)) + 2g(x) = 2 \sin x + e^{1-x} \int_{-1}^x |e^t - 1| dt + \frac{1}{2} \text{이다.}$$

(1) $g(0)$ 의 값을 구하시오. (10점)

(2) (나)와 (다)를 이용하여 미분계수 $g'(0)$ 의 값을 구하시오. (30점)

출제 의도

- 이산확률변수의 뜻을 알고, 이산확률변수의 기댓값(평균)과 분산을 구할 수 있는지를 평가한다.
- 합성함수의 미분과 역함수의 미분을 구할 수 있는지를 평가한다.
- 정적분과 미분의 관계를 적용할 수 있는지를 평가한다.

출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호 [별책8] “수학과 교육과정”	
관련 성취기준	과목명: 수학 II, 미적분 I	관련
	<p>1. 확률과 통계 - 확률분포</p> <p>(1) 영역 성취 기준 확률분포의 성질을 이해하고, 모평균과 모비율을 추정하여 그 결과를 해석할 수 있다.</p> <p>① 확률분포</p> <p>① 확률변수와 확률분포의 뜻을 안다. ② 이산확률변수의 기댓값(평균)과 표준편차를 구할 수 있다. ③ 이항분포의 뜻을 알고, 평균과 표준편차를 구할 수 있다. ④ 정규분포의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.</p> <p>② 통계적 추정</p> <p>① 모집단과 표본의 뜻을 알고, 표본평균과 모평균의 관계를 이해한다. ② 모평균을 추정하고, 그 결과를 해석할 수 있다. ③ 표본비율과 모비율의 관계를 이해하여 모비율을 추정하고, 그 결과를 해석할 수 있다.</p>	제시문 (가)
	<p>1. 미적분 I - 다항함수의 미분법</p> <p>(1) 영역 성취 기준 함수의 몫, 합성함수, 역함수를 미분하고, 이계도함수를 구하며, 도함수를 활용할 수 있다.</p> <p>① 여러 가지 미분법</p> <p>① 함수의 몫을 미분할 수 있다. ② 합성함수를 미분할 수 있다. ③ 역함수를 미분할 수 있다. ④ 이계도함수를 구할 수 있다.</p> <p>② 도함수의 활용</p> <p>① 접선의 방정식을 구할 수 있다. ② 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. ③ 방정식과 부등식에 활용할 수 있다.</p>	제시문 (나)
<p>1. 미적분 I - 다항함수의 적분법</p> <p>(1) 영역 성취 기준 부정적분과 정적분의 뜻을 알고, 그 관계를 이해하며, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>① 부정적분</p> <p>① 부정적분의 뜻을 안다. ② 함수의 실수배, 합, 차의 부정적분을 알고, 다항함수의 부정적분을 구할 수 있다.</p> <p>② 정적분</p> <p>① 구분구적법을 이해하고, 이를 이용하여 간단한 도형의 넓이와 부피를 구할 수 있다. ② 정적분의 뜻을 안다. ③ 부정적분과 정적분의 관계를 이해하고, 이를 이용하여 정적분을 구할 수 있다.</p> <p>③ 정적분의 활용</p> <p>① 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다. ② 정적분을 활용하여 속도와 거리에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p>	제시문 (다)	

2. 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
확률과 통계	정상권 외	(주)금성출판사	2016	121-133	제시문 (가)	×
확률과 통계	우정호 외	동아출판	2016	142-159	제시문 (가)	×
미적분 II	정상권 외	(주)금성출판사	2016	114-119	제시문 (나)	×
미적분 II	우정호 외	동아출판	2016	131-141	제시문 (나)	×
미적분 I	이준열 외	천재교육	2016	188-194	제시문 (다)	×
미적분 I	김창동 외	(주)교학사	2016	165-174	제시문 (다)	×

문항해설

- 【1-1】 (가)에 제시된 내용을 바탕으로 이산확률변수의 성질을 이해하고 이를 이용하여 이산확률변수의 기댓값(평균)과 분산을 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.
- 【1-2】 (나)를 이용하여 합성함수의 미분법과 역함수의 미분법 및 정적분과 미분의 관계를 이해하고 [조건 1], [조건 2], [조건 3]을 만족하는 함수의 함수값 및 미분계수를 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다.

채점기준

하위문항	채점 기준	배점
【1-1】 (1)	- r 와 s 의 관계식을 정확하게 구하였는가? - $E(X^2)$ 을 정확하게 구하였는가?	15점
【1-1】 (2)	- r 와 s 의 관계식 $-r+s = \frac{7}{12}$ 을 정확하게 구하였는가? - $r=0, s = \frac{7}{12}$ 을 정확하게 구하였는가?	15점
【1-1】 (3)	- r 와 s 의 값을 정확히 구하였는가? - $V(X)$ 의 최댓값을 정확히 구하였는가?	30점
【1-2】 (1)	- $\int_{-1}^0 e^t - 1 dt$ 의 값을 정확하게 구하였는가? - $g(0)$ 의 값을 정확하게 구하였는가?	10점
【1-2】 (2)	- [조건 3]의 식을 정확하게 미분하였는가? - $(f^{-1})'(g(0)) = 3$ 을 정확하게 구하였는가? - $g'(0)$ 의 값을 정확하게 구하였는가?	30점

예시답안

【1-1】

(1) (가)에 의하여 $r+s = \frac{7}{12}$ 이므로 $E(X^2) = (-1)^2r + 0^2 \times \frac{5}{24} + 1^2 \times s + 2^2 \times \frac{1}{8} + 3^2 \times \frac{1}{12} = \frac{11}{6}$ 이다.

(2) $r+s = \frac{7}{12}$ 이고 $E(X) = \frac{13}{12}$ 이므로 $-r+s = \frac{7}{12}$ 이다. 따라서 $r=0, s = \frac{7}{12}$ 이다.

(3) $r = \frac{7}{12} - s$ 이므로 $E(X^2) = \frac{11}{6}$, $E(X) = 2s - \frac{1}{12}$ 이다. (가)에 의하여

$$V(X) = \frac{11}{6} - \left(2s - \frac{1}{12}\right)^2 \text{ 이므로 } s = \frac{1}{24} \left(r = \frac{13}{24}\right) \text{ 일 때 최댓값 } \frac{11}{6} \text{ 을 갖는다.}$$

【1-2】

(1) [조건 3]에 의하여 $f^{-1}(g(0)) + 2g(0) = e \int_{-1}^0 |e^t - 1| dt + \frac{1}{2}$ 이고 $\int_{-1}^0 |e^t - 1| dt = \frac{1}{e}$ 이다.

[조건 2]에 의하여 $f^{-1}(g(0)) = f^{-1}(f(1)) = 1$ 이다. 따라서 $g(0) = \frac{1}{4}$ 이다.

(2) [조건 3]과 (나), (다)에 의하여 $(f^{-1})'(g(x))g'(x) + 2g'(x) = 2 \cos x - e^{1-x} \int_{-1}^x |e^t - 1| dt + e^{1-x} |e^x - 1|$

이므로 $(f^{-1})'(g(0))g'(0) + 2g'(0) = 1$ 이다. [조건 2]와 (나)에 의하여 $(f^{-1})'(g(0)) = 3$ 이므로 $g'(0) = \frac{1}{5}$ 이다.

일반정보 **문항카드 10**

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술(AAT)전형	
대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 II 수학 2 / 문항 (2-1)~(2-3)번	
출제 범위	고등학교 과목명	미적분 I, 미적분 II
	핵심개념 및 용어	접선의 방정식, 정적분의 활용, 삼각함수 덧셈정리
예상 소요 시간	100분 중 20분	

문항 및 제시문

[2] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 미분가능한 함수 $y=f(x)$ 의 그래프 위의 점 $(a, f(a))$ 에서의 접선의 방정식은

$$y = f'(a)(x-a) + f(a) \text{ 이다.}$$

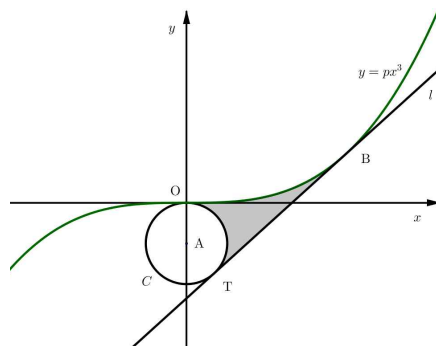
(나) 함수 $f(x)$ 가 구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때, 곡선 $y=f(x)$ 와 x 축 및 두 직선 $x=a, x=b$ 로 둘러

싸인 도형의 넓이 S 는 $S = \int_a^b |f(x)| dx$ 이다.

(다) 각 θ_1, θ_2 에 대하여 $\tan(\theta_1 - \theta_2) = \frac{\tan \theta_1 - \tan \theta_2}{1 + \tan \theta_1 \tan \theta_2}$ 가 성립한다.

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

곡선 $y = px^3$ ($0 < p \leq \frac{4\sqrt{3}}{9}$)과 중심이 $A(0, -1)$ 이고 반지름의 길이가 1인 원 C 가 있다. 곡선 $y = px^3$ 위의 점 $B(a, pa^3)$ 에서의 접선 l 이 원 C 와 접하는 점을 T 라 하자. (단, $a \neq 0$ 이고 O 는 원점이다.)



【2-1】 곡선 $y=px^3$ 위의 점 B에서의 접선 l 이 x 축과 만나는 점을 D라 하고, 직선 l 이 x 축의 양의 방향과 이루는 각의 크기를 α 라 하자. $\tan \alpha = \sqrt{15}$ 일 때, (가)를 이용하여 $\frac{\overline{BD}}{DT}$ 의 값을 구하시오.(20점)

【2-2】 다음은 $a = \frac{3+3\sqrt{2}}{2}$ 일 때, 곡선 $y=px^3$ ($0 \leq x \leq a$)과 직선 l 및 부채꼴 OAT의 호 OT (단, $0 < \angle OAT < \pi$)로 둘러싸인 도형의 넓이 S 를 구하는 과정이다.

(1) (가)를 이용하여 a 와 p 사이의 관계식을 구하면 아래와 같다.

$$a^3 - \text{㉠} a - \frac{1}{p} = 0$$

㉠에 들어갈 유리수를 $\frac{s}{r}$ 꼴로 쓸 때, $r+s$ 의 값을 구하시오. (단, r, s 는 서로소인 자연수이다.) (25점)

(2) **【2-2】** (1)의 관계식과 (나)를 이용하여 넓이 S 를 구하면 $S = \text{㉡} + \text{㉢} \sqrt{2} - \frac{3}{8}\pi$

이다. ㉡와 ㉢에 들어갈 유리수를 구하시오. (25점)

【2-3】 $p = \frac{4\sqrt{3}}{9}$ 일 때, 곡선 $y=px^3$ 과 원 C 에 동시에 접하는 직선이 두 개 있다. 이 두 직선을 l_1, l_2 라 할 때, l_1, l_2 가 이루는 예각의 크기를 θ 라 하자. (다)를 이용하여 $\tan \theta$ 의 값을 구하시오. (단, 직선 l_1 과 l_2 의 기울기는 모두 0이 아니다.) (30점)

출제 의도

- 접선의 방정식을 구할 수 있는지를 평가한다.
- 접선의 기울기와 미분계수의 관계를 이용하여 기하학적 문제에 적용할 수 있는지 평가한다.
- 정적분을 활용하여 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있는지를 평가한다.
- 두 직선이 이루는 각의 크기를 삼각함수의 덧셈정리를 이용하여 계산할 수 있는지 평가한다.

출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호 [별책8] “수학과 교육과정”	
관련 성취기준	과목명: 미적분 I, 미적분 II	
	성취 기준 1	<p>1. 미적분 I - 다항함수의 미분법</p> <p>(1) 영역 성취 기준 미분계수의 뜻을 알고, 다항함수의 도함수를 구하고 이를 활용할 수 있다.</p> <p>㉠ 미분계수</p> <p>① 미분계수의 뜻을 알고, 그 값을 구할 수 있다.</p> <p>② 미분계수의 기하학적 의미를 안다.</p> <p>③ 미분가능성과 연속성의 관계를 이해한다.</p> <p>㉡ 도함수</p> <p>① 함수 $y=x^n$(n은 양의 정수)의 도함수를 구할 수 있다.</p> <p>② 함수의 실수배, 합, 차, 곱의 미분법을 알고, 다항함수의 도함</p>
		관련 제시문 (가)

	<p>수를 구할 수 있다.</p> <p>② 도함수의 활용</p> <p>① 접선의 방정식을 구할 수 있다.</p> <p>② 함수에 대한 평균값 정리를 이해한다.</p> <p>③ 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.</p> <p>④ 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.</p> <p>⑤ 방정식과 부등식에 활용할 수 있다.</p> <p>⑥ 속도와 가속도에 대한 문제에 활용할 수 있다.</p>	
성취 기준 2	<p>미적분 I - 다항함수의 적분법</p> <p>(1) 영역 성취 기준</p> <p>부정적분과 정적분의 뜻을 알고, 그 관계를 이해하며, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>① 부정적분</p> <p>① 부정적분의 뜻을 안다.</p> <p>② 함수의 실수배, 합, 차의 부정적분을 알고, 다항함수의 부정적분을 구할 수 있다.</p> <p>② 정적분</p> <p>① 구분구적법을 이해하고, 이를 이용하여 간단한 도형의 넓이와 부피를 구할 수 있다.</p> <p>② 정적분의 뜻을 안다.</p> <p>③ 부정적분과 정적분의 관계를 이해하고, 이를 이용하여 정적분을 구할 수 있다.</p> <p>③ 정적분의 활용</p> <p>① 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.</p> <p>② 정적분을 활용하여 속도와 거리에 대한 문제를 해결할 수 있다.</p>	제시문 (나)
성취 기준 3	<p>1. 미적분 II - 삼각함수의 뜻과 그래프</p> <p>(1) 영역 성취 기준</p> <p>삼각함수를 이해하고, 삼각함수의 덧셈정리와 삼각함수의 극한을 이용하여 사인함수와 코사인함수를 미분할 수 있다.</p> <p>① 삼각함수의 뜻과 그래프</p> <p>① 일반각과 호도법의 뜻을 안다.</p> <p>② 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.</p> <p>③ 삼각함수를 활용하여 간단한 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>② 삼각함수의 미분</p> <p>① 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.</p> <p>② 삼각함수의 극한을 구할 수 있다.</p> <p>③ 사인함수와 코사인함수를 미분할 수 있다.</p>	제시문 (다)

2. 자료 출처

교과서 내	저자	발행처	발행 연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
미적분 I	김창동 외	(주)교학사	2014	110-113, 177-180	제시문 (가),(나)	×
미적분 II	황선욱 외	좋은책 신사고	2014	75-78	제시문 (다)	×

문항해설

- 【2-1】** (가)에 제시된 내용을 바탕으로 구하고자 하는 선분의 길이를 곡선의 접선 방정식을 활용하여 구할 수 있는지를 평가하는 문항이다
- 【2-2】** (가)와 (나)에 제시된 내용을 바탕으로 주어진 점의 x 좌표와 p 사이의 관계를 구하고, 이를 이용하

여 도형의 넓이를 계산할 수 있는지 평가하는 문항이다.

【2-3】 (다)를 이용하여 두 접선이 이루는 각의 크기 ($\tan\theta$)를 구할 수 있는지 평가하는 문항이다.

채점기준		
하위문항	채점 기준	배점
【2-1】	-접선의 방정식을 구할 수 있는가? -선분 \overline{DT} , \overline{BD} 의 길이를 찾아 $\frac{\overline{BD}}{\overline{DT}}$ 를 구할 수 있는가?	20
【2-2】 (1)	- a 와 p 의 관계식을 찾고 ①의 값을 구할 수 있는가?	25
【2-2】 (2)	-넓이 S 를 구하여 ②와 ③을 찾을 수 있는가?	25
【2-3】	-접점의 x 좌표 α, β 를 찾을 수 있는가? -접선의 방정식을 이용하여 $\tan\theta_1$ 와 $\tan\theta_2$ 를 찾을 수 있는가? - $\tan\theta$ 를 찾을 수 있는가?	30

예시답안

【2-1】 (가)에 의하여 접선의 방정식은 $y - pa^3 = 3pa^2(x - a)$ 이므로 $D(\frac{2}{3}a, 0)$ 이다.

그리고 $\tan\alpha = 3pa^2 = \sqrt{15}$ 이므로 $\overline{BD} = \sqrt{(\frac{1}{3}a)^2 + (pa^3)^2} = \frac{4}{3}a$ 이다. 한편 $\overline{DT} = \overline{DO}$ 이므로 $\overline{DT} = \frac{2}{3}a$ 이다. 따라서 $\frac{\overline{BD}}{\overline{DT}} = 2$ 이다.

【2-2】

(1) 접선과 점 $(0, -1)$ 사이의 거리가 1이므로 $\frac{|-1 + 2pa^3|}{\sqrt{1 + (-3pa^2)^2}} = 1$ 이다.

양변을 정리하면 $a^3 - \frac{9}{4}a - \frac{1}{p} = 0$ 이다. 따라서 ① = $\frac{9}{4}$ 이므로 $r + s = 13$ 이다.

(2) 접선 l 과 x 축이 이루는 각을 θ 라 하면 (나)에 의하여 넓이는

$$S = \int_0^a px^3 dx - \frac{pa^4}{6} + \frac{2}{3}a - \frac{1}{2}(\pi - \theta) = \frac{pa^4}{12} + \frac{2}{3}a - \frac{1}{2}(\pi - \theta)$$

$$a = \frac{3 + 3\sqrt{2}}{2} \text{ 일 때, } \tan\theta = 3pa^2 = \frac{3a^2}{a^3 - \frac{9}{4}a} = 1 \text{ 이다. 즉, } \theta = \frac{\pi}{4} \text{ 이다.}$$

그러므로 $S = \frac{pa^4}{12} + \frac{2}{3}a - \frac{3}{8}\pi = \frac{19}{16} + \frac{9}{8}\sqrt{2} - \frac{3}{8}\pi$ 이다. 따라서 ② = $\frac{19}{16}$, ③ = $\frac{9}{8}$ 이다.

【2-3】 방정식 $a^3 - \frac{9}{4}a - \frac{3\sqrt{3}}{4} = 0$ 의 해의 개수가 2이므로 $a^3 - \frac{9}{4}a - \frac{3\sqrt{3}}{4} = (a - \alpha)^2(a - \beta)$ 를 만족하는 실수 α, β 가 존재한다. 양변의 계수를 비교하면 $\alpha = -\frac{\sqrt{3}}{2}, \beta = \sqrt{3}$ 이다. 두 접선이 x 축과 이루는 각을 θ_1, θ_2 라 하면 $a = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ 일 때, $\tan\theta_1 = 3pa^2 = \sqrt{3}$ 이고 $a = \sqrt{3}$ 일 때, $\tan\theta_2 = 3pa^2 = 4\sqrt{3}$ 이므로 (다)에 의하여 $\tan\theta = \tan(\theta_2 - \theta_1) = \frac{3\sqrt{3}}{13}$ 이다.

일반정보

문항카드 15

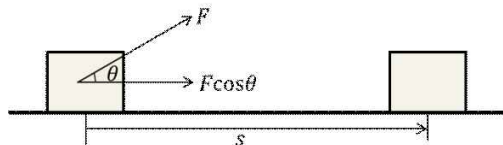
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술(AAT)전형	
대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 II (물리) / 문항 (1-1)~(1-3)번	
출제 범위	고등학교 과목명	물리 I
	핵심개념 및 용어	뉴턴의 운동법칙, 역학적 에너지 보존 법칙
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 25분	

문항 및 제시문

(가) 물체에 힘을 가해 물체가 이동했을 때 힘이 물체에 일을 했다고 한다. 힘 F 의 방향과 물체의 이동 방향이 일치하지 않으면 물체에 한 일의 양 W 는 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$W = F \cos \theta \times s = Fs \cos \theta$$

여기에서 s 는 이동 거리, θ 는 힘의 방향과 이동 방향 사이의 각이며 $F \cos \theta$ 는 물체가 이동한 방향으로의 힘의 크기이다. 일의 단위는 J(줄)이며, $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ 이다.



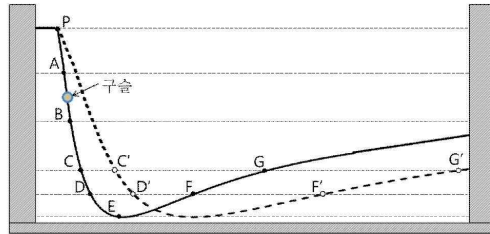
(나) 퍼텐셜 에너지는 물체가 어떤 특정한 위치에서 힘을 가해 기준이 되는 위치로 돌아갈 때까지 힘이 한 일로서 일을 할 수 있는 에너지이다. 통상적으로 기준이 되는 위치를 퍼텐셜 에너지가 0인 지점으로 정한다.

예를 들어 지표면에서 높이 h 인 곳에 있는 질량이 m 인 물체에 중력이 일을 하여 지표면으로 수직 이동하면 마찰과 공기 저항이 없을 때 그 일의 양은 $W = mgh$ 이다 (g 는 중력 가속도). 한편, 퍼텐셜 에너지는 지표면에서 높이 h 인 곳에서 지표면으로 오는 동안에 mgh 만큼 줄어들어 퍼텐셜 에너지의 변화량은 $-mgh$ 가 된다. 따라서 한 물체에 주어진 일의 양은 퍼텐셜 에너지의 음의 변화량과 같다. 이처럼 높이 h 인 곳에서 물체를 가만히 놓아주면 물체는 정지 상태로부터 퍼텐셜 에너지가 작아지는 방향인 지표면으로 떨어지게 된다.

(다) 물체에 일을 하면 물체는 운동을 하거나 위치가 바뀐다. 물체가 운동함으로써 운동 에너지를 가지며, 물체의 위치가 달라짐으로써 퍼텐셜 에너지가 달라진다. 역학적 에너지는 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합으로 정의된다. 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지는 운동하는 동안 서로 전환된다. 즉, 역학적 에너지는 마찰이나 공기 저항이 없을 때 늘 일정하다. 이것을 역학적 에너지 보존 법칙이라고 한다.

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

[그림 1]과 같이 구부린 철사에 질량이 2kg인 구슬의 중심을 꿰어 움직이게 하였다. 철사는 지면에 수직인 평면에 위치해있고 양 끝은 벽에 고정되어있다. [표 1]은 각 구간의 철사의 길이를 나타낸 것이다. [표 2]는 각 지점의 퍼텐셜 에너지를 나타낸 것이다. 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.



[그림 1]

[표 1]

구간	PA	AB	BC	CD	DE	EF	FG
구간길이(m)	8	10	10	5	8	14	14

[표 2]

지점	A	B	C	D	E	F	G
퍼텐셜 에너지(J)	300	200	100	50	0	50	100

【1-1】 구슬을 G에 가만히 놓았다.

- (1) 구슬이 P에 가장 가까이 접근할 수 있는 위치를 [그림 1]에서 구하고 그 이유를 (나)와 (다)에 근거하여 설명하시오. (15점)
- (2) 구슬이 P에 가장 가까이 접근한 후, 시간이 지남에 따라 어떤 운동을 하는지 기술하시오. (15점)

【1-2】 B에서 25J의 운동 에너지를 갖는 구슬이 C로 이동한다. 구간 BC에서 일정한 가속도로 움직인다면, 구슬의 가속도의 크기와 걸린 시간을 구하시오. (30점)

【1-3】

- (1) C에서 10J의 운동에너지를 갖는 구슬이 D방향으로 이동한다. C에서 D까지 이동할 때 걸리는 시간 t_1 과 F에서 G까지 이동할 때 걸리는 시간 t_2 의 비율 $\frac{t_2}{t_1}$ 를 구하시오. (단, 구간 CD와 FG는 모두 직선이라고 가정한다.) (20점)
- (2) [그림 1]의 점선과 같이 철사의 모양을 바꾸었다. 바꾼 결과 각 지점의 퍼텐셜 에너지 값은 유지되고 각 구간의 길이가 α 배로 증가하였다. C'에서 10J의 운동에너지를 갖는 구슬이 D' 방향으로 이동한다. C'에서 D'까지 이동할 때 걸리는 시간 t_1' 과 F'에서 G'까지 이동할 때 걸리는 시간 t_2' 의 비율 $\frac{t_2'}{t_1'}$ 을 구하시오. (단, 구간 C'D'과 F'G'은 모두 직선이라고 가정한다.) (20점)

출제 의도

등가속도 운동에서 등가속도 직선운동 공식과 함께 일-운동에너지의 정리를 이해하고, 역학적 에너지가 보존되기 위해서는 퍼텐셜 에너지를 도입하는 것이 필요함을 알게 된다.

출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정

(고시번호)

1. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책 9] “과학과 교육과정”

2. 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책 9]에 따른 “고교 과학과 교육과정 해설서”

관련 성취기준	과목명: 물리		관련
	성취기준 1	1. 교육과정 문서 (1) 시공간과 우주(71쪽) (가) 시간, 공간, 운동 ③ 속도, 가속도의 개념을 이해하고, 이를 바탕으로 1차원 등가속도 운동을 이해한다. ④ 뉴턴의 운동법칙을 1차원 운동에 적용하고, 스포츠 등에서 충격량과 운동량 변화의 관계를 이해한다. ⑤ 등가속도 운동에서 일-운동 에너지의 정리를 이해하고, 역학적 에너지가 보존되기 위해서는 퍼텐셜 에너지를 도입하는 것이 필요함을 안다.	제시문 (가) (나) (다)
성취기준 2	2. 교육과정 해설서 (가) 시간, 공간, 운동(65~66 쪽) 이 단원에서는 물리학의 기본개념인 물체의 운동과 그 배경이 되는 시간과 공간에 대한 측정과 개념을 이해하게 한다. 또한 현대물리학의 핵심이론인 특수 및 일반 상대론의 기본 개념을 정성적으로 이해하게 하고, 이로부터 제기된 새로운 우주론을 알게 한다. (가) 시간, 공간, 운동 ③속도, 가속도의 개념을 이해하고, 이를 바탕으로 1차원 등가속도 운동을 이해한다. - 앞에서 학습한 공간과 시간에 대한 개념을 이용하여 1차원에서 이동거리, 속도, 가속도 등의 개념 사이의 운동학적인 관계를 알게 하고, 운동관계 그래프와 다양한 실생활의 예를 통해 등가속도 직선 운동을 이해하게 한다. ④ 뉴턴의 운동법칙을 1차원 운동에 적용하고, 스포츠 등에서 충격량과 운동량 변화의 관계를 이해한다. -1차원 운동에서 뉴턴의 운동법칙을 알게 하고, 운동량과 충격량의 개념을 스포츠나 교통 수단 등 실생활의 예를 통하여 이해하게 한다. 또한 질량과 무게의 개념 차이도 알게 한다. ⑤ 등가속도 운동에서 일-운동 에너지의 정리를 이해하고, 역학적 에너지가 보존되기 위해서는 퍼텐셜 에너지를 도입하는 것이 필요함을 안다. -일에 대한 물리학적 개념을 알게 하고 일상에서 사용하는 일의 개념과 비교하게 한다. 등가속도 운동에서 운동에너지의 정의와 일-운동 에너지의 정리를 이해하게 한다. 퍼텐셜 에너지의 정의와 역학적 에너지와 그 보존법칙을 알게 하고, 이를 통하여 일상의 상황에서 나타나는 사례 등을 설명할 수 있게 한다.	제시문 (가) (나) (다)	

2. 자료 출처

교과서 내	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
	물리 I	김영민 외	교학사	2011	29-59	제시문 (가), (나), (다)	○
	물리 I	곽성일 외	천재교육	2011	26-45	제시문 (가), (나), (다)	○

문항해설

[그림 1]과 같이 구부린 철사에 구슬을 움직이게 하였을 때, 각 구간별 철사의 길이는 [표 1]에, 각 지점의 퍼텐셜 에너지는 [표 2]에 제시함
 1~3번 문항은 제시문 (가),(나),(다)에 기술된 뉴턴 운동법칙과 역학적 에너지 보존 법칙을 이해하고, 이

를 문항에서 제시된 상황에 적용하여 물체의 운동을 논리적으로 설명할 수 있는지 파악하고자 함

채점기준		
하위문항	채점 기준	배점
【1-1】 (1)	위치: C 역학적 에너지 보존법칙을 포함한 논리적 설명	15
【1-1】 (2)	E방향으로 간다. 이후 왕복(진동) 운동을 한다.	15
【1-2】	$a = 5m/s^2$, 논리적 풀이과정 $t = (\sqrt{5}-1)$ 초, 논리적 풀이과정	30
【1-3】 (1)	$\frac{t_2}{t_1} = \frac{14}{5} = 2.8$, 논리적 풀이과정	20
【1-3】 (2)	$\frac{t_2'}{t_1'} = \frac{14}{5} = 2.8$, 논리적 풀이과정	20

예시답안

【1-1】

(1) 위치 C

이유: (나)와 (다)에 의하면 구슬은 모든 위치에서 역학적 에너지가 보존된다. G에서의 운동에너지는 0 이고 역학적 에너지는 100 J이다. 물체는 속도가 0이 될 때까지 가까이 갈 수 있으므로, 다시 운동에너지가 0이 되는 지점은 100 J과 같은 퍼텐셜 에너지를 갖는 C까지 접근할 수 있다.

(2) C에서의 구슬은 다시 퍼텐셜에너지가 낮아지는 E로 가면서 운동에너지를 얻게 되고, G에서 다시 운동에너지가 0이 되어 C방향으로 되돌아간다. 결국 C와 G 사이를 왕복(진동)운동 하게 된다.

【1-2】

$$v^2 - v_0^2 = 2as$$

$$\frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2) = \frac{1}{2}m \times 2as$$

$$125 - 25 = \frac{1}{2} \times (2kg) \times 2a \times (10m)$$

$$a = 5m/s^2$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = E_k = -\Delta U$$

$$v^2 = \frac{-2\Delta U}{m}$$

$$v_B = 5 \text{ m/s}, v_C = 5\sqrt{5} \text{ m/s}$$

$$s = 10m = \frac{v_B + v_C}{2}t = \frac{5 + 5\sqrt{5}}{2}t$$

$$t = \sqrt{5} - 1 \text{ 초}$$

(다른풀이) $\frac{1}{2}mv^2 = E_k = -\Delta U$

$$v^2 = \frac{-2\Delta U}{m}, v_B = 5 \text{ m/s}$$

$$v_B t + \frac{1}{2}at^2 = 10 \text{ m}$$

$$t^2 + 2t - 4 = 0$$

$$t = -1 \pm \sqrt{1^2 + 4} = \sqrt{5} - 1 \text{ 초}$$

【1-3】

(1) C와 D 사이에 속도 변화량과 F와 G 사이의 속도 변화량은 같다. $v_C = v_G, v_D = v_F$ 각 구간에서 가속도가 일정하다고 가정하면,

$$S_{CD} = \frac{1}{2}(v_C + v_D)t_{CD}$$

$$S_{FG} = \frac{1}{2}(v_F + v_G)t_{FG}$$

$$\frac{S_{FG}}{S_{CD}} = \frac{\frac{1}{2}(v_F + v_G)t_{FG}}{\frac{1}{2}(v_C + v_D)t_{CD}} = \frac{t_{FG}}{t_{CD}} = \frac{14}{5} = 2.8$$

$$(2) v_{C'} = v_{G'}, v_{D'} = v_{F'} \quad \frac{S_{F'G'}}{S_{C'D'}} = \frac{\alpha S_{FG}}{\alpha S_{CD}} = \frac{\frac{1}{2}(v_{F'} + v_{G'})t_2'}{\frac{1}{2}(v_{C'} + v_{D'})t_1'} = \frac{t_2'}{t_1'} = \frac{14\alpha}{5\alpha} = \frac{14}{5} = 2.8$$

일반정보 **문항카드 16**

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술(AAT)전형	
대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 II (생명 과학) / 문항 (1-1)~(1-3)번	
출제 범위	고등학교 과목명	생명 과학 I
	핵심개념 및 용어	항상성 유지, 호르몬, 신경 세포, 뇌하수체
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 25분	

문항 및 제시문

(가) 생물은 체내·외 환경의 변화에 적절하게 반응하여 체내 환경을 일정하게 유지한다. 이러한 항상성은 신경계와 호르몬의 상호 작용에 의해 조절된다. 신경계에 의한 조절은 시냅스 구조를 통한 신경 세포(뉴런)의 직접적인 전기·화학적 신호 전달 과정으로 빠르고 반응도 즉각적이다. 호르몬에 의한 조절은 혈관을 통해 특정 생체 부위로 이동하는 호르몬의 농도에 맞춰 기능하기에 신경세포의 신호보다 느리고 효과 지속 시간이 길다.

(나) 호르몬은 체내에서 미량으로 생리작용을 조절하는 화학 물질로, 주로 내분비샘에서 생성되며 별도의 분비관 없이 혈관으로 분비되어 이동하다가 특정 조직이나 기관에 작용한다. 이때 특정 호르몬에 반응하는 기관(세포)을 표적 기관(세포)이라고 한다. 특정 호르몬의 지속적인 결핍 혹은 과다 분비로 인해 여러 가지 이상 증상이 나타난다. 그러므로 생명 현상을 정상적으로 유지하기 위해서는 적절한 호르몬 분비와 작용이 이루어져야 한다.

항상성 유지는 대부분 음성 피드백과 길항 작용에 의해 이루어진다. 음성 피드백 작용은 신체의 생리 기능이나 체액의 성분이 좁은 범위 내에서 유지되도록 하며 갑작스러운 변화를 막는 데 목적이 있다. 음성 피드백의 대표적인 예로 갑상샘에서 분비되는 티록신이 있다. 증가된 티록신은 물질대사 촉진과 함께 시상 하부와 뇌하수체 전엽에 작용하여 티록신 생성을 담당하는 호르몬들의 분비를 조절함으로써 티록신 농도가 계속 증가하는 것을 막는다. 길항 작용도 항상성을 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 교감 신경이 작용하면 호흡이 증가하고 맥박이 빨라지지만, 부교감 신경이 작용하면 호흡과 맥박이 안정된 상태로 된다. 이와 같이 길항 작용은 서로 반대되는 두 가지 요인이 한 기관에 분포하면서 서로의 효과를 상황에 따라 억제하여 그 기관의 기능을 일정하게 유지하는 원리를 말한다. 혈당량 조절을 위해 이차에서 분비되는 호르몬들의 생성 변화도 중요한 길항 작용의 예이다.

(다) 인체는 외부 기온에 관계없이 체온을 약 36.5℃(35.8~38.2℃)로 유지한다. 체온은 간뇌 시상 하부에 의해 조절을 받는 자율 신경계와 특정 호르몬들의 작용을 통해 유지되며, 몸의 열 발생량과 방출량에 의해 조절된다. 추운 겨울철에 체온이 정상 이하로 내려가면 시상 하부가 이를 감지하여 교감 신경이 활성화 되고, 이를 통해 심장 박동이 촉진되고 피부 근처의 혈관 수축을 유도하여 몸의 열 발생량은 늘리고 방출량은 줄인다. 이와 함께 부신 속질의 에피네프린(아드레날린)과 갑상샘의 티록신 분비가 증가되어 심장 박동과 물질대사량을 높이고 열 발생을 촉진함으로써 체온이 올라간다. 반대로 더운 여름철에 체온이 올라가면 시상 하부의 체온 조절 중추에 자극이 전달되어 교감 신경 작용 완

화, 부교감 신경 활성화, 티록신 분비 억제 등이 일어난다. 이로 인해 피부 모세혈관의 확장, 땀 분비 촉진, 심장 박동 및 물질대사의 억제가 일어나 체온이 낮아진다.

【1-1】 (가)에 근거하여 신경 세포의 신호 전달 방법과 호르몬의 신호 전달 방법의 차이점을 서술하고, 어떤 신호 전달 방법이 더 넓은 작용 범위를 나타내는지 설명하시오. (25점)

【1-2】 (나)를 참고하여 다음 문항에 답하시오.

- (1) 체내의 티록신 농도가 높을 때 시상 하부와 뇌하수체 전엽에서 음성 피드백 현상으로 나타날 수 있는 호르몬들의 변화를 설명하시오. (20점)
- (2) 장시간 식사를 하지 않았거나 심한 운동을 하여 체내 혈당량이 감소하였을 때 이자에서 생성이 증가하는 호르몬의 이름을 쓰고, 이 호르몬이 간에서 작용하는 기능을 설명하시오. 또 이와 함께 혈당량 감소로 활성화 되는 자율 신경계의 변화를 서술하고 이자로 분비가 증가되는 신경 전달 물질의 이름을 쓰시오. (30점)

【1-3】 운동 후 체온이 39.0℃로 변하였다. 이때 체내에서 일어나는 자율 신경계 및 호르몬의 변화를 **(다)**에 근거하여 설명하시오. (25점)

출제 의도

- 항상성은 지속적인 생명 현상과 직결되는 아주 중요한 생체내의 생화학적 특징으로 고등학교 생명 과학 I의 ‘항상성과 건강’ 단원의 핵심 내용 중 하나임.
- 생명 과학 수업을 통해 알게 된 여러 분야의 지식을 바탕으로 생명 현상의 이해와 함께 체내 항상성과 관련된 내용을 얼마나 통합적으로 이해하고 적용할 수 있는가를 파악하고자 함.
- 특히 ‘항상성’이라는 주제를 통하여 정상적인 생명 현상과 이와 관련된 신경계와 내분비계의 적절한 활동의 중요성을 논리적으로 표현할 수 있는지를 평가하고자 함.

출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정 교육과학기술부 고시 제2011-361호[별책 9] “과학과 교육과정”

과목명: 생명과학 I - (3) 항상성과 건강 - (나) 항상성과 몸의 조절		관련
관련 성취기준	성취기준 1 제시문 (가) ① 신경계의 기능을 몸의 조절 작용과 관련하여 설명할 수 있다. ② 흥분의 전도와 전달을 이해한다. ③ 근수축 운동의 원리를 이해한다. ④ 신경과 호르몬에 의한 체온 조절과 혈당량 조절 원리를 설명할 수 있다. ⑤ 신장에서 삼투압 조절 과정을 안다.	교육과정 문서 (106쪽)
	성취기준 2 제시문 (나) ① 신경계의 기능을 몸의 조절 작용과 관련하여 설명할 수 있다. ② 흥분의 전도와 전달을 이해한다. ③ 근수축 운동의 원리를 이해한다. ④ 신경과 호르몬에 의한 체온 조절과 혈당량 조절 원리를 설명할 수 있다. ⑤ 신장에서 삼투압 조절 과정을 안다.	교육과정 문서 (106쪽)
	성취기준 3 제시문 (다) ① 신경계의 기능을 몸의 조절 작용과 관련하여 설명할 수 있다. ② 흥분의 전도와 전달을 이해한다. ③ 근수축 운동의 원리를 이해한다. ④ 신경과 호르몬에 의한 체온 조절과 혈당량 조절 원리를 설명할 수 있다. ⑤ 신장에서 삼투압 조절 과정을 안다.	교육과정 문서 (106쪽)

2. 자료 출처

교과서 내						
도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
생명과학 I	심규철 외	비상교육	2016	159-160, 164-170	제시문 (가-다)	○
생명과학 I	권혁빈 외	교학사	2016	146-147, 152-156	제시문 (가-다)	○
생명과학 I	이준규 외	천재교육	2016	138-139, 144-149	제시문 (가-다)	○
생명과학 I	박희승 외	교학사	2016	152-154, 165-172	제시문 (가-다)	○
생명과학 I	이길재 외	상상아카데미	2016	140-141, 152-157	제시문 (가-다)	○

문항해설

【1-1】 본 문항은 (가)에 제시된 내용을 이해하여 시냅스를 통한 신경계의 신호 전달 방법 (직접적 신호 전달)과 호르몬 분비에 의한 신호 전달 (혈액을 이용하여 표적 기관으로 이동) 방법의 차이를 서술하고 두 종류의 신호 전달 방법 차이에 따른 작용 효능의 범위를 비교할 수 있는지를 알아보하고자 함.

【1-2】

- (1) 문항은 항상성 유지에 중요한 기전 중 하나인 음성 피드백 원리를 (나)의 두 번째 문단을 통해 이해하고, 티록신 생성과 관련된 상위 호르몬으로 시상 하부와 뇌하수체 전엽에서 생성되는 호르몬인 “갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)”과 “갑상샘 자극 호르몬(TSH)”의 이름을 알고 있는지, 그리고 티록신의 분비량 조절이 음성 피드백 원리에 의한 것임을 알고 있는지 평가하고자 함.
- (2) 문항은 항상성 유지와 관련하여 혈당량 조절 및 이와 연관될 수 있는 자율 신경계 변화를 연결한 문항으로, 장시간 식사를 못했거나 운동으로 유도된 체내 저혈당 조건에서 생성이 증가되는 호르몬의 이름과 간에서 그 호르몬의 주된 기능을 설명할 수 있는지 평가하고자 하며, 이와 함께 혈당량 감소로 활성화 되는 말초 신경계의 변화에 대해 서술할 수 있는지를 평가하고자 함.

【1-3】 본 문항은 (다)에 제시된 내용을 읽고 항상성 유지와 관련된 체온 조절에 대해 신경계의 변화 및 호르몬의 변화를 서술할 수 있는지를 알아보하고자 함.

채점기준

하위문항	채점 기준	배점
【1-1】	다음의 세 가지 내용 [① 신경 세포 신호 전달 특징으로 직접적 신호 전달 (혹은 빠른 신호 전달), ② 호르몬 신호 전달 특징으로 혈액(혈관) 이동을 통해 표적 기관에 작용 (혹은 느린 신호 전달, 혹은 긴 지속 시간), ③ 호르몬에 의한 신호 전달이 더 넓은 범위에 작용] 모두 언급하면 25점; 위 세 가지 중 두 가지 내용만 표기 시 15점; 위 세 가지 중 한 가지만 표기 시 10점; 기타 관련 내용 서술 5점; 틀린 내용 서술은 0점 [주의: 1. ①에서 전기/화학적 신호만 언급 시 오답으로 간주 (직접적 혹은 빠른 신호 전달 언급 필요); 2. ③ 답안에 신경세포가 더 넓은 범위라는 답안이 많이 있음. 속독 시 주의 필요]	25
【1-2】 (1)	① 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬 (혹은 TRH) 억제, ② 갑상샘 자극 호르몬 (혹은 TSH) 억제, ③ 티록신 증가에 의한 음성 피드백 현상 혹은 티록신 감소를 모두 언급하면 20점; 위 세 가지 중 두 가지 내용만 표기 시 10점; 위 세 가지 중 한 가지 내용만 표기 시 혹은 기타 관련 내용만 서술하면 5점; 틀린 내용 서술은 0점 [주의: 1. 시상 하부에서는 TRH / 뇌하수체 전엽은 TSH 분비에 대해 순서가 바뀐 서술은 오답으로 간주함]	20
【1-2】 (2)	① 글루카곤 증가, ② 간에서 글리코젠의 포도당 전환, ③ 교감 신경 활성화, ④ 노르에피네프린 (혹은 아드레날린, 에피네프린) 네 가지 모두 작성하면 30점; 위 내용 중 세 가지 내용만 작성 20점; 두 가지 내용만 작성 10점; 기타 혈당량 관련 내용 서술 혹은 한 가지 내용은 5점; 틀린 내용 서술은 0점 [주의: 1. “글리코젠을 포도당으로” 정확한 서술만 정답으로 간주 (포도당 증가만 언급은 오답); 2. 포도당을 당으로 표기 시 정답으로 간주]	30
【1-3】	① 정상 체온보다 높다 (혹은 현재 온도 39.0℃ 표기 및 정상 체온으로 낮추는 작용)는 내용, ② 교감 신경 억제 (혹은 작용 완화), ③ 부교감 신경 활성화, ④ 티록신 분비 억제 내용 모두 있으면 25점; 상기 내용 중 세 가지 내용 언급 20점; 상기 내용 중 두 가지 내용만 언급 10점; 기타 내용 (예: 모세혈관 확장, 땀 분비 촉진, 심장 박동 억제 및 물질대사 억제 같은 현상만 설명하거나 상기 네 가지 중 한 가지 내용만 언급) 5점; 틀린 내용 서술은 0점	25

예시답안

【1-1】 신경계(신경 세포)의 신호 전달 과정은 시냅스를 통해 직접적으로 신경 전달 물질을 분비하여 빠르고 즉각적인 신호 전달이 일어나지만, 호르몬의 경우 표적 기관에 작용되기 위해 혈액(혈관)을 통한 이동이 필요하므로 신경계에 의한 신호 전달에 비하여 느리고 (혹은 지속 시간이 길며) 넓은 범위에 걸쳐 일어난다.

- 【1-2】**
- (1) 티록신의 증가는 시상 하부와 뇌하수체 전엽에 작용하여 티록신 생성과 관련된 호르몬들의 생성을 억제하는 음성 피드백 현상을 유도 할 수 있다. 과도한 티록신은 시상 하부와 뇌하수체에 작용하여 각각 “갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)”과 “갑상샘 자극호르몬(TSH)”의 분비를 억제한다.
 - (2) 혈당량 감소는 이자에서 글루카곤의 분비를 촉진하게 되며, 분비된 글루카곤은 간에 저장된 글리코젠을 포도당으로 전환하여 혈액으로 방출하여 혈당량을 증가시킨다. 이와 함께 혈당량 감소는 자율 신경계의 교감 신경 활성을 유도하고, 이자에 연결된 신경 말단에서 노르에피네프린 (혹은 아드레날린, 에피네프린) 분비를 촉진한다.

【1-3】 체온 39.0℃는 정상보다 높은 상태이다. 더운 여름철에 체온이 상승하면 시상 하부의 체온 조절 중추에 자극이 전달되어 교감 신경 작용 완화, 부교감 신경 활성화 및 티록신 분비 억제가 일어난다. 그러므로 체내 교감 신경 작용 완화, 부교감 신경 활성화, 갑상샘의 티록신 분비 억제로 인해 모세혈관 확장, 땀 분비 촉진, 심장 박동 및 물질대사 억제를 통해 체온을 낮추어 항상성을 유지할 것이다.

일반정보 **문항카드 17**

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술(AAT)전형	
대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열II (지구과학) / (1-1)~(1-3)	
출제 범위	고등학교 과목명	지구과학 I
	핵심개념 및 용어	탄소순환, 대기오염, 기후변화, 이산화탄소, 해양
예상 소요 시간	30분	

문항 및 제시문

(가) 지구는 태양으로부터 받은 복사 에너지만큼 지구 복사 에너지를 우주 공간으로 방출하여 복사 평형을 이룬다. 대기 중에 존재하는 온실 기체는 입사하는 태양 복사 에너지를 투과시키는 반면, 지표가 방출하는 적외선 복사 에너지를 흡수하여 지표와 우주 공간으로 재복사한다. 그 결과 대기 중 온실 기체는 온실 기체가 없을 때보다 지표에 도달하는 복사 에너지를 증가시킴으로써 지표의 온도를 높이는 데, 이를 온실 효과라고 한다. 대표적인 온실 기체로는 수증기, 이산화탄소, 메테인 등이 있다. 인간의 인위적인 활동은 산업 혁명 이후 대기 중 이산화탄소 양을 빠르게 증가시켰고, 이는 대기의 온실 효과를 증대시켜 지표 부근의 기온을 상승시켰다. 화석 연료의 사용과 산업 활동은 다양한 대기 오염 물질을 대기로 배출하고 있다. 대기 오염 물질에는 질소 산화물, 황산화물, 오존 등의 기체상 물질과 미세 먼지 같은 입자상 물질이 있다. 미세 먼지는 태양 복사 에너지를 반사시킴으로써 지표 부근의 기온에 영향을 미친다.

(나) 미세 먼지는 대기로 직접 배출되거나 대기 중에서 화학 반응을 통해 형성된다. 강수가 없는 경우에 크기가 작은 미세 먼지는 낙하 속도가 작기 때문에 장시간 대기에 머무를 수 있다. 그러나 강수가 있는 경우에 미세 먼지는 강수에 포함되어 지면으로 내려와 대기 중에서 쉽게 제거된다. 그러므로 강수가 발생하는 대류권에서 미세 먼지가 대기 중에서 머무는 시간은 평균 수 일 이내로 짧다. 한편, 대기로 배출된 이산화탄소는 바람을 타고 이동하다가 바닷물에 용해되거나 광합성 과정에서 제거된다. 이산화탄소가 대기 중에 머무는 시간은 약 3~4년이다.

(다) 기후변화에 관한 정부 간 패널(IPCC) 4차 보고서는 대기의 온도와 이산화탄소의 양이 증가함에 따라 바닷물의 온도와 바닷물에 용해된 이산화탄소의 양 역시 증가한다고 보고하였다. 이와 같은 대기 와 바닷물의 이산화탄소 분포 양상이 나타나는 이유는 대기와 바닷물간의 상호작용 때문이다. 대기 중 이산화탄소가 바닷물에 용해되면 바닷물에 이산화탄소의 양이 많아지게 된다. 바닷물에 용해된 이산화

탄소는 순차적으로 탄산(H₂CO₃), 탄산수소 이온(HCO₃⁻), 탄산 이온(CO₃²⁻)으로 변화될 수 있다. 해양 광합성 생물은 바닷물에 용해된 이산화탄소를 흡수해 유기 화합물로 전환하고, 생물체가 죽으면 탄소는 해저 바닥에 가라앉아 탄산염을 형성한다. 결국 해양은 이산화탄소의 저장고 역할을 하면서 대기 중 이산화탄소의 양을 조절한다. 하지만 인간의 활동으로 인해 대기 중 이산화탄소 양이 상당히 높아져 대기와 해양에 존재하는 이산화탄소의 균형 상태가 무너지고 있으며, 이로 인하여 지구 환경의 급격한 변화가 일어나고 있다.

【1-1】 미세 먼지의 증가가 지표 부근의 기온에 미치는 영향을 (가)에 근거하여 설명하시오. (30점)

【1-2】 인간의 인위적인 활동을 통해 대기 중 이산화탄소의 양이 현재의 2배로 증가된다고 가정하였을 때 바닷물의 pH 변화를 (다)에 근거하여 설명하시오. (40점)

【1-3】 바닷물에 용해된 이산화탄소의 양이 바다가 품을 수 있는 최대량에 가까워질 때 지구 온난화가 가속화되는 이유를 (가)와 (다)를 참고하여 설명하시오. (30점)

출제 의도

- 대기오염과 탄소순환의 과정에 대한 과학적 이해를 바탕으로 대기로 배출된 물질의 대기 중 체류하는 시간에 따른 물질의 공간분포가 다르게 나타나고 그 결과 이들의 효과도 공간적으로 다르게 나타나는 것을 과학적으로 설명하는 능력을 평가한다.
- 대표적인 온실 기체인 이산화탄소가 해양에 흡수되었을 때 화학적 변화를 정확하게 이해하고, 해양은 이산화탄소의 저장고이자 지구 온난화에 중요한 환경임을 과학적이고 체계적으로 파악하고 있는지를 평가한다.
- 온실 기체인 이산화탄소의 증가로 인한 지구 온난화를 이해하고, 해수의 수온 증가에 따른 이산화탄소의 용해도 감소를 논리적으로 설명하는지를 평가한다.

출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 9] “과학과 교육과정”		
관련 성취기준	1. 교육과정 문서		
	과목명: 지구 과학		관련
	성취기준1	(1) 소중한 지구 (가) 행성으로서의 지구 ③ 에너지 순환 및 물질 교환의 관점에서 지구계를 구성하는 각 권의 상호작용을 이해한다.	122쪽
	성취기준 2	(3) 위기의 지구 (가) 환경오염 ① 대기 오염, 해양 오염, 토양 오염, 수질 오염 등 각종 지구 환경 오염이 발생하는 과정을 과학적으로 이해한다.	124쪽
성취기준 3	(3) 위기의 지구 (나) 기후 변화 ③ 지구 온난화를 지구 열수지와 관련지어 이해한다.	124쪽	

2. 자료 출처

교과서 내	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
	지구과학 I	이태욱 외	교학사	2016	184-191	제시문 (가)	○
	지구과학 I	최변각 외	천재교육	2016	198-201	제시문 (가)	○
	지구과학 I	이태욱 외	교학사	2016	23-24	제시문 (나), (다)	○
	지구과학 I	최변각 외	천재교육	2016	26-28	제시문 (나), (다)	○
	지구과학 I	이태욱 외	교학사	2016	165-166	제시문 (나)	○
	지구과학 I	최변각 외	천재교육	2016	158-166	제시문 (나)	○

교과서 외						
도서명	작성자 (저자)	발행처	발행 연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
Atmospheric Science	Wallace and Hobbs	Academic Press	2006	155	제시문(나)	○
Atmospheric Science	Wallace and Hobbs	Academic Press	2006	176	제시문(나)	○
최신 해양과학	이상룡 외	시그마프레스	2014	587-588	제시문(다)	○

관련 교과서 근거						
도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
지구과학 I	최변각 외	천재교육	2016	27	제시문 (나), (다)	○
지구과학 I	이태욱 외	교학사	2016	23	제시문(나)	○
지구과학 I	최변각 외	천재교육	2016	161	제시문(나)	○
지구과학 I	이태욱 외	교학사	2016	201	제시문(나)	○
지구과학 I	최변각 외	천재교육	2016	41, 161	제시문(다)	○
지구과학 I	최변각 외	천재교육	2016	27, 113	제시문(다)	○
지구과학 I	최변각 외	천재교육	2016	200	제시문(다)	○

문항해설

- 【1-1】** 미세먼지와 이산화탄소 농도의 대기 중 체류기간의 차이에 따른 농도분포가 다르게 나타나는 것으로 인해 이들에 의한 기온에 미치는 공간 규모가 다르게 나타남을 설명하는 문제임.
- 【1-2】** 온실 기체인 이산화탄소가 대기에서 해수로 다량 흡수되었을 때 해양의 pH 변화를 논리적으로 예측하고 설명하는 문제임.
- 【1-3】** 해수에 용해된 이산화탄소가 포화점에 도달할 때 수온 상승으로 인한 이산화탄소의 용해도가 감소하여 해양으로 가는 이산화탄소의 양이 더욱 감소하여 지구 온난화가 가속화될 수 있다는 점을 과학적이고 체계적으로 설명하는 문제임.

채점기준

하위문항	채점 기준	배점
1-1	대기 중에 머무는 시간이 긴 이산화탄소 (6점) 이산화탄소는 전 지구적으로 거의 균일한 농도로 나타남(6점) 미세 먼지는 강수로 제거되기 전에 대기에 머무는 시간이 짧음 (6점) 미세먼지의 농도가 배출원이나 화학반응에서 형성되는 곳 주변에서만 높게 나타남 (6점) 농도의 공간분포가 다르므로 이산화탄소에 따른 온난화는 전 지구적으로 나타나지만 미세 먼지에 의한 기온 감소효과는 국지적으로 나타남 (6점)	30점
1-2	바닷물에 용해된 이산화탄소의 양적 증가 (5점). 바닷물에 용해된 이산화탄소는 순차적으로 탄산, 탄산수소 이온, 탄산 이온으로 변화되고, 이 과정에서 수소 이온 농도가 더욱 증가됨 (20점). 그 결과 바닷물의 pH는 현재 보다 낮아짐(15점).	40점
1-3	바닷물에 흡수될 수 있는 이산화탄소의 양이 감소하여 대기 중 이산화탄소의 양이 많이 남아 지구 온난화는 가속화됨 (10점). 수온 증가에 따라 이산화탄소의 용해도가 감소하여 해양으로 가는 이산화탄소의 양은 더욱 감소하여 지구 온난화는 가속화됨 (20점).	30점

예시답안

- 【1-1】** (나)에 근거하면 대기 중에 머무는 시간이 긴 이산화탄소는 오랜 기간 동안 대기 중에서 확산되어

전 지구적으로 거의 균일한 농도로 나타나므로 이산화탄소에 의한 기온 상승효과는 전 지구적으로 나타난다. 그러나 미세 먼지는 강수에 의해 제거되기 전까지 대기에 머무는 시간이 짧기 때문에 미세 먼지가 직접 배출되거나 화학 반응으로 형성되는 곳 주변에서 고농도로 나타나며 미세 먼지에 의한 기온 감소 효과도 미세 먼지의 농도가 높은 지역에 한정되어 국지적으로 나타난다.

【1-2】 (다)에 근거하여 대기 중 이산화탄소가 2배로 증가함에 따라 바닷물에 용해된 이산화탄소 양이 증가하게 되고, 바닷물에 용해된 이산화탄소는 순차적으로 탄산, 탄산수소 이온, 탄산 이온으로 변화된다. 이 과정에서 수소 이온(H⁺) 농도가 더욱 증가하게 되고, 바닷물의 pH는 현재 보다 낮아지게 된다.

【1-3】 바닷물에 용해된 이산화탄소의 용량이 바다가 품을 수 있는 최대량에 가까워지면 (다)에서 제시한 것처럼 해양에 흡수될 수 있는 이산화탄소의 양이 감소된다. 그러면 (가)에서 제시되었듯이 대기 중 이산화탄소의 양이 많이 남게 된다. 더불어 (다)에 제시한 것처럼 바닷물의 온도 증가에 따라 이산화탄소의 용해도가 감소하여 해양으로 가는 이산화탄소의 양은 더욱 감소한다. 결국 이산화탄소의 대기에서 해양으로 흡수율 감소와 수온 상승으로 인한 이산화탄소의 용해도 감소로 인해 지구 온난화는 가속화된다.

일반정보 **문항카드 18**

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술(AAT)전형	
대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열II (화학) / 문항 (1-1)~(1-3)번	
출제 범위	고등학교 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	원자량, 분자량, 몰, 실험식, 분자식, 화학 반응식, 화학반응에서의 양적 관계, 산과 염기의 중화 반응
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 25분	

문항 및 제시문

【1】 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 원자량은 탄소의 질량을 12로 정하고 이를 기준으로 환산한 원자들의 상대적 질량값이다. 탄소의 원자량이 12일 때 수소의 원자량은 약 1, 산소의 원자량은 약 16이 된다. 이는 수소 원자의 질량이 탄소 원자 질량의 약 $\frac{1}{12}$ 이고, 산소 원자의 질량은 수소 원자 질량의 약 16배라는 것을 의미한다. 원자량은 상대적인 값이므로 g이나 kg과 같은 단위를 붙이지 않는다. 몇 개의 원자가 결합하여 이루어진 분자는 질량이 매우 작으므로, 분자의 질량도 원자량과 같은 기준을 사용하여 상대적 질량으로 나타낸다. 분자의 상대적 질량을 분자량이라고 한다.

화학식은 화합물의 조성을 원소 기호를 이용하여 나타낸 것으로, 실험식과 분자식이 있다. 실험식은 화합물을 이루는 구성 원소의 원자 개수 비율을 가장 간단한 정수비로 나타내고, 분자식은 한 분자를 이루는 각 원자의 총 개수로 나타낸다. 실험식을 구하기 위한 방법으로 원소 분석 실험을 이용할 수 있다. 원소 분석 실험 장치를 이용하여 각 성분 원소의 질량을 구한 다음, 각각의 원자량으로 나누어 가장 간단한 정수비로 나타내면 실험식을 구할 수 있다.

(나) 원자와 같이 매우 작은 입자의 수량을 나타내기 위한 단위로 몰을 이용한다. 1몰은 6.02×10^{23} 개 입자의 집단이며, 이 수를 아보가드로수라고 한다. 분자의 몰수를 알면 그 분자를 구성하고 있는 원자의 몰수도 알 수 있다. 물 분자 1몰에는 수소 원자 2몰과 산소 원자 1몰이 들어있다. 원자 1몰의 질량은 원자량에 그램(g)을 붙인 질량과 같으며, 이와 마찬가지로 분자 1몰의 질량은 분자량에 그램(g)을 붙인 질량과 같다.

화학 반응식에서 각 물질의 계수비는 반응에 참여한 물질의 분자 수비와 몰수비를 나타낸다. 즉, 다음 반응식에서는 1몰의 메테인 기체와 2몰의 산소 기체가 반응하여 1몰의 이산화탄소와 2몰의 물이 생성됨을 알 수 있다.

$$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$$

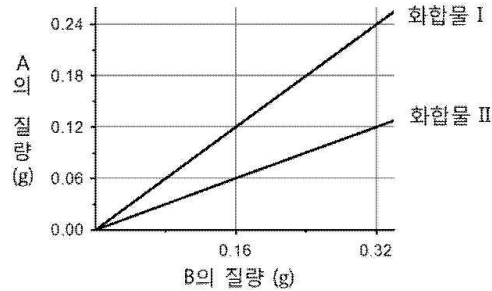
(다) 산의 H⁺과 염기의 OH⁻이 만나 물이 생성되는 반응을 중화 반응이라고 한다. 산-염기가 중화

될 때 H^+ 과 OH^- 이 반응하여 물이 생성되고, 산의 음이온과 염기의 양이온이 만나 염이 생성된다.

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

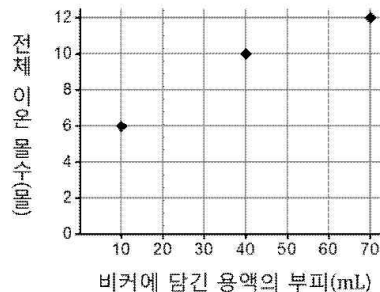
【1-1】 4.2 g의 프로펜(C_3H_6)을 완전 연소시킬 때 생성되는 이산화탄소와 물의 질량을 (가)와 (나)에 근거하여 구하시오. (단, 원자량은 $C = 12, H = 1, O = 16$ 으로 가정한다.) (20점)

【1-2】 다음은 임의의 원소 A와 B가 반응하여 생성된 화합물 I과 화합물 II에서 A와 B의 질량 관계를 각각 나타낸 것이다.



(가)와 (나)에 근거하여, 5몰의 화합물 II를 생성하기 위해 필요한 화합물 I과 B_2 의 최소 몰수를 구하시오. (단, A와 B의 원자량 비는 $A : B = 3 : 4$ 이고, 화합물 I과 화합물 II 각각의 실험식과 분자식은 동일하다.) (30점)

【1-3】 다음은 질산 수용액 10 mL가 담긴 비커에 수산화나트륨 수용액 30 mL와 염산 수용액 30 mL를 순서대로 서서히 첨가할 때, 세 지점에서 비커에 담긴 용액의 부피에 따른 전체 이온 몰수를 나타낸 것이다. (단, 용액의 부피는 혼합 전 각 용액 부피의 합과 같으며, 모든 염은 수용액에서 이온 상태로 존재한다고 가정한다.)



(1) H^+ 과 OH^- 의 몰수가 같아졌을 때, 비커에 담긴 용액의 부피는 얼마인지 (나)와 (다)에 근거하여 구하시오. (30점)

(2) 비커에 담긴 용액의 부피(10 mL에서 70 mL까지)에 따른 전체 이온 몰수를 나타내는 실선 그래프를 그리시오. (20점)

출제 의도

- 화합물의 성분을 확인하고, 화학식을 나타내는 방법을 이해하는지를 파악하고자 함.
- 몰, 원자량, 분자량을 이용하여 화학 반응에서의 양적 관계의 이해를 평가하고자 함.
- 산과 염기의 중화 반응을 이해하고, 양적 관계를 설명할 수 있는지를 파악하고자 함.

출제 근거

1. 교육과정 근거

적용 교육과정	(고시번호) 1. 교육과학기술부 고시 제2011-3611호[별책9] “과학과 교육과정” 2. 교육과학기술부 고시 제2009-41호[별책9]에 따른 “고교 과학과 교육과정 해설서”
---------	---

		과목명: 화학 I	관련
관련 성취기준	성취기준 1	<p>1. 교육과정 문서</p> <p>(1) 화학의 언어(88쪽)</p> <p>(다) 원소 분석을 통하여 여러 가지 화합물의 조성을 확인하여 화학식과 분자의 구조를 밝혀내는 과정을 설명할 수 있다.</p> <p>(마) 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.</p> <p>2. 교육과정 해설서</p> <p>(1) 화학의 언어(94~95쪽)</p> <p>인류 문명의 발전과 관련된 대표적인 화학 반응을 소개함으로써, 화학이 우리의 삶과 아주 긴밀하게 연관되어 있음을 설명한다. 이러한 화학 반응들을 통해 화학의 세계에서 소통의 도구가 되는 원소, 원자, 분자, 화합물, 몰 등과 같은 기초 개념을 다룬다. 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내고 화학 반응에서의 양적 관계를 이해하게 한다.</p> <p>③ 원소 분석을 통하여 여러 가지 화합물의 조성을 확인하여 화학식과 분자의 구조를 밝혀내는 과정을 설명할 수 있다.</p> <p>- 원소 분석을 통하여 화합물의 조성을 확인하여 화학식으로 나타내고 분자의 구조를 밝히는 과정을 제시한다. 예를 들어 포도당과 같은 간단한 화합물의 조성을 확인해 분자식을 결정하는 과정을 예시하는 수준에서 다룰 수 있다. 여기서는 분자의 구조를 밝히는 복잡한 과정을 이해시키는 것이 아니라 실험을 통해 분자의 구조를 알 수도 있음을 안내하는 수준으로 다룬다.</p>	제시문 (가)
	성취기준 2	<p>1. 교육과정 문서</p> <p>(1) 화학의 언어(88쪽)</p> <p>(마) 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.</p> <p>2. 교육과정 해설서</p> <p>(1) 화학의 언어(94~95쪽)</p> <p>- 인류 문명의 발전과 관련된 대표적인 화학 반응을 소개함으로써, 화학이 우리의 삶과 아주 긴밀하게 연관되어 있음을 설명한다. 이러한 화학 반응들을 통해 화학의 세계에서 소통의 도구가 되는 원소, 원자, 분자, 화합물, 몰 등과 같은 기초 개념을 다룬다. 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내고 화학 반응에서의 양적 관계를 이해하게 한다.</p> <p>④ 아보가드로수와 몰의 의미를 이해한다.</p> <p>- 원자량과 분자량을 설명하고, 화학 반응에서 물질의 양을 나타내는 단위로 몰 개념을 도입한다. 몰은 화학 전반에 걸쳐 빈번하게 활용되는 중요한 개념이므로 분자수, 부피, 질량 등 다양한 방법으로 설명한다.</p> <p>⑤ 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.</p> <p>- 화학 반응을 화학 반응식으로 표현하는 방법을 다루고, 화학 반응식에 포함된 의미를 이해하게 한다. 화학 반응식을 통하여 반응물질과 생성물질의 종류를 알고, 몰-질량, 몰-부피, 질량-부피 등의 양적 관계를 다룬다.</p>	제시문 (나)
	성취기준 3	<p>1. 교육과정 문서</p> <p>(4) 닳은꿀 화학반응(90쪽)</p> <p>(마) 산과 염기의 중화 반응을 이해한다.</p> <p>2. 교육과정 해설서</p> <p>(4) 닳은꿀 화학 반응(101~103쪽)</p> <p>- 생명 현상이나 인류 문명의 발전과 관련된 주요한 화학 반응들을 예로 들어 화학 반응의 닳은 점을 찾아내고, 이를 통하여 산화·환원 반응과 산·염기 반응을 이해하게 한다. 산소에 의한 산화·환원 반응을 도입한 후, 전자의 이동으로 산화·환원 반응을 설명한다. 산과 염기는 산화·환원</p>	제시문 (다)

	<p>반응의 결과 만들어지는 물질임을 이해시키고, 산과 염기의 중화 반응을 설명한다. 앞에서 학습한 옥텟 규칙, 수소 결합의 개념을 생명 현상과 밀접한 관련이 있는 분자들에 적용하여 봄으로써 창의적인 사고를 할 수 있게 지도한다.</p> <p>⑤ 산과 염기의 중화 반응을 이해한다.</p> <p>- 산과 염기의 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 산과 염기의 반응에 의하여 물과 염이 생성됨을 이해시킨다. 모형이나 비유 등을 이용하여 산과 염기의 중화 반응에서 물이 생성될 때 수소 이온과 수산화 이온이 같은 몰씩 반응한다는 것을 이해하게 한다.</p>	
--	--	--

2. 자료 출처

교과서 내	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
	화학 I	노태희 외	천재교육	2011	25-34, 226-229	제시문(가),(나),(다)	○
	화학 I	박종석 외	(주)교학사	2011	23-41, 240-243	제시문(가),(나),(다)	○
	화학 I	류해일 외	비상교육	2011	31-47, 220-22	제시문(가),(나),(다)	○
	화학 I	김희준 외	(주)상상아카데미	2011	31-50, 199-201	제시문(가),(나),(다)	○

문항해설

- 【1-1】 (나)에 제시된 내용을 바탕으로 프로펜의 연소 반응에 대한 화학 반응식을 올바르게 표현하고, (가)와 (나)에 제시된 내용을 바탕으로 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 제대로 이해하는지 평가하고자 함.
- 【1-2】 (가)에 제시된 내용을 바탕으로 화합물 I 과 화합물 II의 실험식을 구하는 방법을 이해하고, (나)에 제시된 내용을 바탕으로 화합물 II의 생성을 위해 필요한 반응물의 최소 몰수를 정확하게 파악하고 있는지를 알아보하고자 함.
- 【1-3】 (다)에 제시된 내용을 바탕으로 중화 반응을 이해하고, (나)에 제시된 내용을 바탕으로 두 번에 걸쳐 일어나는 중화 반응에서의 이온의 몰수 변화를 제대로 파악하고 있는지를 평가하고자 함.

채점기준

하위문항	채점 기준	배점	
【1-1】	(ㄱ) 올바른 연소 반응식 작성. $2 C_3H_6 + 9 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$ (ㄴ) 0.1몰의 프로펜이 반응함. (ㄷ) 13.2 g의 이산화탄소가 생성됨. (ㄹ) 5.4 g의 물이 생성됨.	5점 5점 5점 5점	20
【1-2】	(ㄱ) 화합물 I의 실험식 계산법을 올바르게 제시함(A : B = 0.12 g/3x : 0.16 g/4x). (ㄴ) 화합물 I의 실험식 또는 분자식은 AB이다. (ㄷ) 화합물 II의 실험식 계산법을 올바르게 제시함(A : B = 0.12 g/3x : 0.32 g/4x). (ㄹ) 화합물 II의 실험식 또는 분자식은 AB ₂ 이다. (ㅁ) 5몰의 화합물 I이 필요함. (ㅂ) 2.5몰의 B ₂ 가 필요함.	5점 5점 5점 5점 5점 5점	30
【1-3】 (1)	(ㄱ) H ⁺ 과 OH ⁻ 의 몰수가 같아지는 첫 번째 지점은 3몰의 수산화나트륨(또는 OH ⁻) 이 첨가됨. (ㄴ) 위 지점 이후에 2몰의 OH ⁻ 이 추가로 첨가됨(또는 수산화나트륨 30 mL에 Na ⁺ , OH ⁻ 이 각각 5몰씩 들어있음). (ㄷ) H ⁺ 과 OH ⁻ 의 몰수가 같아지는 첫 번째 혼합 용액의 부피는 28 mL임.	5점 5점 5점	50

(ㄹ) H ⁺ 과 OH ⁻ 의 몰수가 같아지는 두 번째 지점은 2몰의 염산(또는 H ⁺)이 첨가됨.	5점
(ㄷ) 위 지점 이후에 1몰의 H ⁺ 이 추가로 첨가됨(또는 염산 30 mL에 H ⁺ , Cl ⁻ 이 각각 3몰씩 들어있음).	5점
(ㄴ) H ⁺ 과 OH ⁻ 의 몰수가 같아지는 두 번째 혼합 용액의 부피는 60 mL임.	5점
【1-3】 (2) (ㄱ) 올바르게 그려진 실선 그래프	20점

예시답안

【1-1】 프로펜의 연소 반응은 다음과 같다. $2 \text{C}_3\text{H}_6 + 9 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
 4.2 g의 프로펜(분자량 42)은 0.1몰에 해당한다. 프로펜과 이산화탄소(분자량 44) 및 물(분자량 18)의 몰수비가 1 : 3이므로 0.3몰의 이산화탄소 및 물이 생성된다. 따라서 13.2g의 이산화탄소와 5.4 g의 물이 생성된다.

【1-2】 A와 B의 원자량을 각각 3x, 4x라고 하고 화합물 I과 II의 실험식(분자식과 동일)을 계산하면 다음과 같다.
 화합물 I의 A : B = 0.12 g/3x : 0.16 g/4x = 1 : 1이므로 화합물 I의 분자식은 AB이다.
 화합물 II의 A : B = 0.12 g/3x : 0.32 g/4x = 1 : 2이므로 화합물 II의 분자식은 AB₂이다.
 화합물 I과 B₂로부터 화합물 II를 생성하기 위한 화학 반응식은 $2\text{AB} + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}_2$ 이다.
 따라서 5몰의 화합물 II를 생성하기 위하여 필요한 최소 몰수의 화합물 I은 5몰, B₂는 2.5몰이다.

【1-3】
 (1) 혼합 용액 부피가 10 mL일 때, 전체 이온 수가 6몰이므로 질산 수용액에는 3몰의 H⁺과 3몰의 NO₃⁻이 존재한다. 두 지점에서 H⁺과 OH⁻의 몰수가 같아지는데, 첫 번째 H⁺과 OH⁻의 몰수가 같아질 때의 첨가되는 Na⁺과 OH⁻은 각각 3몰이다. 이 지점에서의 전체 이온은 3몰의 Na⁺과 3몰의 NO₃⁻으로 6몰이다. 즉 이 지점까지는 전체 이온 수가 6몰로 유지되며, 이 지점 이후에는 Na⁺과 OH⁻의 몰수가 증가하므로 전체 이온 수는 증가한다. 혼합 용액의 부피가 40 mL일 때, 전체 이온 수는 10몰이므로, H⁺과 OH⁻의 몰수가 같아지는 지점 이후에 추가로 첨가된 수산화나트륨의 몰수를 x라고 하면, $3\text{Na}^+ + 3\text{NO}_3^- + x\text{Na}^+ + x\text{OH}^-$, 즉 전체 이온 수는 $6 + 2x = 10$. x는 2몰이 되어 수산화나트륨 30 mL 속에는 Na⁺과 OH⁻이 각각 5몰씩 들어있다. 따라서 첫 번째 H⁺과 OH⁻의 몰수가 같아지는 혼합 용액의 부피는 $10 \text{ mL} + (30 \text{ mL} \times \frac{2}{3}) = 28 \text{ mL}$ 이다. 두 번째 H⁺과 OH⁻의 몰수가 같아질 때, 첨가되는 H⁺과 Cl⁻은 각각 2몰이다. 이 지점에서의 전체 이온 수는 5몰의 Na⁺, 3몰의 NO₃⁻, 2몰의 Cl⁻으로 10몰이다. 앞과 같은 방법으로 H⁺과 OH⁻의 몰수가 같아지는 지점 이후에 추가로 첨가된 염산의 몰수를 계산하면 1몰이 된다. 따라서 염산 30 mL 속에는 H⁺과 Cl⁻이 각각 3몰씩 들어있다. 따라서 두 번째 H⁺과 OH⁻의 몰수가 같아지는 혼합 용액의 부피는 $40 \text{ mL} + (30 \text{ mL} \times \frac{2}{3}) = 60 \text{ mL}$ 이다.

(2)

60 mL

28 mL