

▶ 문항카드 3

◎ 자연계 - 수학

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형 고사	
전형명	KU논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계 수학 / 문제 1-1, 문제 1-2, 문제 2-1, 문제 2-2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 I, 미적분 I, 미적분 II, 기하와 벡터
	핵심개념 및 용어	선분의 중점, 함수의 최댓값, 극대, 극소, 미분법, 삼각함수, 타원, 수선의 발, 정사영, 직선과 평면
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 70분	

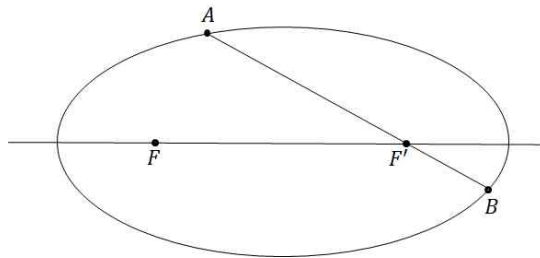
2. 문항 및 제시문

제시문 1

(가) 평면 위에서 두 정점 F 와 F' 으로부터 거리의 합이 일정한 점들의 집합을 타원이라고 한다. 이때, 두 정점 F 와 F' 을 타원의 초점이라고 한다. 두 초점 $F(-c, 0)$, $F'(c, 0)$ 으로부터의 거리의 합이 $2a$ 인 타원의 방정식은 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ 이다. (단, $a > b > 0$, $b^2 = a^2 - c^2$)

(나) 평면 위의 두 점 $A(x_1, y_1), B(x_2, y_2)$ 에 대하여 선분 AB 의 중점 M 의 좌표는 $M\left(\frac{x_1+x_2}{2}, \frac{y_1+y_2}{2}\right)$ 이다.

(다) [그림 1]은 정점 F 와 F' 을 초점으로 하는 타원을 나타낸 것이다. 점 A 와 점 B 는 타원 위의 점이고, 두 점을 연결한 직선은 점 F' 을 지난다.



[그림 1]

문제 1-1 [그림 1]의 타원의 방정식이 $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$ 이라고 하자. $\angle FAB = \frac{\pi}{2}$ 가 되는 삼각형 FAB 의 넓이를 S 라 하자. S 의 값을 모두 구하고 풀이과정을 쓰시오. (단, 점 A 의 y 좌표는 양수)

문제 1-2 [그림 1]의 타원의 방정식이 $\frac{x^2}{2} + y^2 = 1$ 이라고 하자. 선분 AB 의 중점을 M 이라 할 때, 직선 FM 의 기울기의 최댓값을 구하고 풀이과정을 쓰시오.

제시문 2

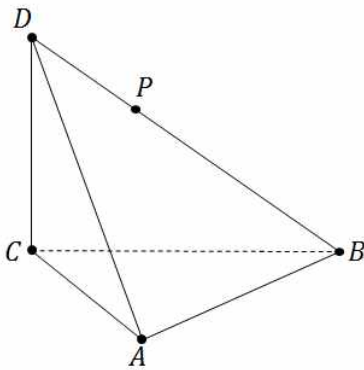
(가) 평면 α 위에 있지 않은 한 점 P 에서 평면 α 에 내린 수선의 발을 P' 이라고 할 때, 점 P' 을 점 P 의 평면 α 위로의 정사영이라고 한다. 또 도형 F 에 속하는 각 점의 평면 α 위로의 정사영으로 이루어진 도형 F' 을 도형 F 의 평면 α 위로의 정사영이라고 한다.

(나) 공간 위의 한 점 P 에서 직선 l 에 내린 수선의 발을 H 라 할 때, 점 P 와 직선 l 사이의 거리는 선분 PH 의 길이와 같다.

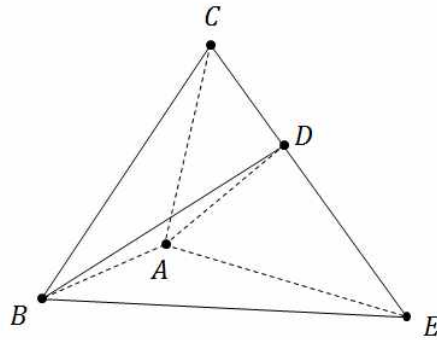
(다) 공간 위의 한 점 P 에서 평면 α 에 내린 수선의 발을 H 라 할 때, 점 P 와 평면 α 사이의 거리는 선분 PH 의 길이와 같다.

(라) [그림 2]는 사면체 $ABCD$ 를 나타낸 것이다. 점 P 는 선분 BD 위에 있고, 선분 CD 와 평면 ABC 는 수직으로 만난다.

(마) [그림 3]은 사면체 $ABCD$ 와 이를 포함하는 사면체 $ABCE$ 를 나타낸 것이다. 점 D 는 선분 CE 위에 있다.



[그림 2]



[그림 3]

문제 2-1

[그림 2]에서 점 B 와 직선 AC 사이의 거리는 6 이고, $\overline{DP} = 4$ 이다. 점 P 의 평면 ABC 위로의 정사영을 Q , 점 P 에서 직선 AC 에 내린 수선의 발을 R 라고 하자. $\overline{CQ} = 2$ 이고 $\overline{CR} = 1$ 일 때, 선분 CD 의 길이를 구하고 풀이과정을 쓰시오.

문제 2-2

[그림 3]에서 삼각형 ABC 와 삼각형 ABE 의 넓이는 각각 5와 3이다. 선분 CD 는 길이가 2이고, 선분 CD 의 평면 ABE 위로의 정사영의 길이는 1이다. 점 D 와 평면 ABC 사이의 거리를 구하고 풀이과정을 쓰시오.

3. 출제 의도

[문제 1]

본 문제는 타원의 방정식과 미분법을 이해하고 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다. 세부 문항의 출제 의도는 다음과 같다.

[문제 1-1] 타원의 방정식과 초점을 이해하고 이를 활용하여 초점을 지나는 선분을 빗변으로 하는 직각삼각형의 넓이를 구할 수 있는지를 평가한다.

[문제 1-2] 타원의 방정식과 초점을 이해하고 이를 활용하여 초점을 지나는 선분의 중점을 찾을 수 있는지를 평가한다. 미분법을 활용하여 함수의 최댓값을 찾을 수 있는지를 평가한다.

[문제 2]

본 문제는 공간도형에서 정사영과 삼각함수 등을 활용하여 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다. 세부문항의 출제 의도는 다음과 같다.

[문제 2-1] 공간도형에서 삼수선의 정리, 정사영, 삼각함수 등을 활용하여 선분의 길이를 구할 수 있는지를 평가한다.

[문제 2-2] 공간도형에서 정사영을 활용하여 점과 평면 사이의 거리를 구할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	[수학1] - (다)도형의 방정식 - ①평면좌표 ② 선분의 내분과 외분을 이해하고, 내분점과 외분점의 좌표를 구할 수 있다.
문항 및 제시문	[기하와 벡터]-(가)평면곡선-①이차곡선 ② 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다.
	학습내용 성취 기준
제시문1	[수학1] - (3)도형의 방정식 - (가)평면 좌표 수학1312-1. 선분의 내분을 이해하고, 내분점의 좌표를 구할 수 있다. [기하와 벡터] - (1)평면곡선 - (가)이차곡선 기백1112. 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다.

적용 교육과정	[기하와 벡터]-(가)평면곡선-①이차곡선 ② 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다.
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
1-1	[기하와 벡터] - (1)평면곡선 - (가)이차곡선 기백1112. 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다.

적용 교육과정	[수학1] - (다)도형의 방정식 - ①평면좌표 ② 선분의 내분과 외분을 이해하고, 내분점과 외분점의 좌표를 구할 수 있다. [미적분 I] - (다)다항함수의 미분법 - ③도함수의 활용 ③ 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다 [미적분 II] - (다)미분법 - ① 여러 가지 미분법 ① 함수의 몫을 미분할 수 있다. [기하와 벡터]-(가)평면곡선-①이차곡선 ② 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다.
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
1-2	[수학1] - (3)도형의 방정식 - (가)평면좌표 수학1312-1. 선분의 내분을 이해하고, 내분점의 좌표를 구할 수 있다. [미적분 I] - (3)다항함수의 미분법 - (다)도함수의 활용 미적1333. 함수의 증가, 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다. [미적분 II] - (3)미분법 - (가) 여러 가지 미분법 미적2311. 함수의 몫을 미분할 수 있다. [기하와 벡터] - (1)평면곡선 - (가)이차곡선 기백1112. 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다.

적용 교육과정	[기하와벡터] - (다) 공간도형과 공간벡터 - ①공간도형 ① 직선과 직선, 직선과 평면, 평면과 평면의 위치 관계에 대한 간단한 증명을 할 수 있다. ③ 정사영의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다.
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
제시문 2	[기하와벡터] - (3)공간도형과 공간벡터 - (가)공간도형 기백1311. 직선과 직선, 직선과 평면, 평면과 평면의 위치 관계에 대한 간단한 증명을 할 수 있다. 기백1313. 정사영의 뜻을 알고, 정사영의 길이와 넓이를 구할 수 있다.

적용 교육과정	[미적분 II] - (나)삼각함수 - ①삼각함수의 뜻과 그래프 ② 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다. [기하와벡터] - (다)공간도형과 공간벡터 - ①공간도형 ① 직선과 직선, 직선과 평면, 평면과 평면의 위치 관계에 대한 간단한 증명을 할 수 있다. ② 삼수선의 정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다. ③ 정사영의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다.
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
문제 2-1	[미적분 II] - (2)삼각함수 - (가)삼각함수의 뜻과 그래프 미적2212-1. 삼각함수의 뜻을 알고, 간단한 삼각함수의 값을 구할 수 있다. [기하와벡터] - (3)공간도형과 공간벡터 - (가)공간도형 기백1311. 직선과 직선, 직선과 평면, 평면과 평면의 위치 관계에 대한 간단한 증명을 할 수 있다. 기백1312. 삼수선의 정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다. 기백1313. 정사영의 뜻을 알고, 정사영의 길이와 넓이를 구할 수 있다.

적용 교육과정	[기하와벡터] - (다) 공간도형과 공간벡터 - ①공간도형 ① 직선과 직선, 직선과 평면, 평면과 평면의 위치 관계에 대한 간단한 증명을 할 수 있다. ③ 정사영의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다.
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
문제 2-2	[기하와벡터] - (3)공간도형과 공간벡터 - (가)공간도형 기백1311. 직선과 직선, 직선과 평면, 평면과 평면의 위치 관계에 대한 간단한 증명을 할 수 있다. 기백1313. 정사영의 뜻을 알고, 정사영의 길이와 넓이를 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학 I	신항균 외	(주)지학사	2014	141
	수학 I	황선욱 외	좋은책 신사고	2014	139
	미적분 I	우정호 외	동아출판	2014	153
	미적분 I	김창동 외	(주)교학사	2014	121
	미적분 II	류희찬 외	천재교과서	2014	115
	미적분 II	정상권 외	(주)금성 출판사	2014	111
	미적분 II	신항균 외	(주)지학사	2014	56
	기하와 벡터	정상권 외	(주)금성 출판사	2014	182
	기하와 벡터	이강섭 외	(주)미래엔	2014	198
	기하와 벡터	김창동 외	(주)교학사	2014	136
	기하와 벡터	신항균 외	(주)지학사	2014	148
	기하와 벡터	이준열 외	천재교과서	2014	17
기타					

5. 문항 해설

[문제 1-1]과 [문제 1-2]에서는 여러 가지 복합적인 현상과 문제를 수학적으로 고찰하고 합리적이고 창의적으로 해결할 수 있는 능력과 태도를 평가한다. 구체적으로 평면의 타원, 직각삼각형, 초점을 지나는 직선으로 주어진 복합적인 상황을 논리적으로 분석하고 이해하고 있는지, 풀이과정을 논리적으로 설명할 수 있는지 평가한다.

[문제 2-1] 과 [문제 2-2]는 공간도형에 관한 문제이다. 점에서 직선 또는 평면에 내린 수선의 발, 삼수선의 정리, 점 또는 선분의 평면 위로의 정사영, 삼각함수 등을 활용하여 사면체 등 공간도형에서 선분의 길이, 점과 평면 사이의 거리 등을 구할 수 있는지를 평가한다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1-1	<p>F: 답안이 공란이거나 문제와 관련 없는 내용을 적음</p> <p>E: $a + b = 6$ 과 $a^2 + b^2 = 20$ 중 하나를 적음</p> <p>D: $a + b = 6$ 과 $a^2 + b^2 = 20$ 둘 모두 적음</p> <p>C: D와 더불어, $a = 4, b = 2$ 또는 $a = 2, b = 4$ 를 구함</p> <p>B: C와 더불어, 풀이에 있는 경우 (1)과 경우 (2) 중 한 경우에 대하여 x, y에 대한 식 2개를 구함</p> <p>B+: B와 더불어, x, y에 대한 두 식을 연립하여 풀어 S의 값 6과 $\frac{24}{5}$ 중 한 개를 구함</p> <p>A: B+와 더불어, 두 번째 경우에 대하여 x, y에 대한 식 두 개를 구함</p> <p>A+: A와 더불어, 두 번째 경우에 대하여 x, y에 대한 식을 연립하여 풀어 S의 값 6과 $\frac{24}{5}$ 중 나머지 한 개 또한 구함</p>	

하위 문항	채점 기준	배점
1-2	<p>F: 답안이 공란이거나 문제와 관련 없는 내용을 적음</p> <p>E: 두 초점의 좌표 $(1,0), (-1,0)$ 을 구함</p> <p>D: 직선 AB의 방정식을 $y = m(x - 1)$ 로 놓음</p> <p>C: D와 더불어, 중점 M의 좌표를 m에 대한 식으로 구함. 또는 점 A와 점 B의 좌표를 m에 대한 식으로 구함</p> <p>B: C와 더불어, 직선 FM의 기울기의 식을 m에 대한 식으로 구하였으나 식이 틀림</p> <p>B+: C와 더불어, 직선 FM의 기울기의 식 $f(m) = \frac{-m}{1 + 4m^2}$ 을 구함</p> <p>A: B+와 더불어, 최댓값을 구하였으나 값이 틀림</p> <p>A+: B+와 더불어, 최댓값 $\frac{1}{4}$ 을 구함</p>	

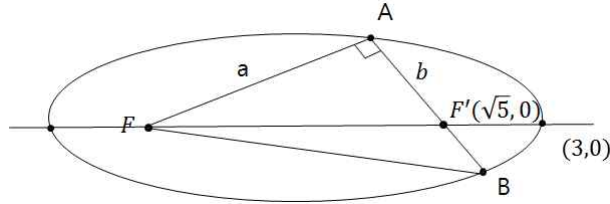
하위 문항	채점 기준	배점
2-1	<p>F: 답안이 공란이거나 문제와 관련 없는 내용을 적음</p> <p>E: [그림 2]를 그리고 점 Q를 선분 BC위에, 점 R를 선분 CE 위에 나타내고 직각임을 표시함</p> <p>D: 직선 QR이 직선 AC와 수직으로 만남을 그리거나 적음</p> <p>C: D와 더불어, $\overline{QR} = \sqrt{3}$ 또는 $\cos\theta = \frac{1}{2}$ 중의 하나를 구함</p> <p>B: D와 더불어 $\overline{QR} = \sqrt{3}$ 과 $\overline{BC} = 4\sqrt{3}$ 을 구함</p> <p>B+: D와 더불어 $\overline{QR} = \sqrt{3}$, $\overline{BC} = 4\sqrt{3}$, $\cos\theta = \frac{1}{2}$ 을 모두 구함</p> <p>A: B+와 더불어 \overline{CD} 를 구하였으나 답이 틀림</p> <p>A+: B+와 더불어 $\overline{CD} = 12$ 를 구함</p>	

하위 문항	채점 기준	배점
2-2	<p>F: 답안이 공란이거나 문제와 관련 없는 내용을 적음</p> <p>E: 점 D에서 직선 CG에 수선의 발을 내림</p> <p>D: 다음 (1)-(3) 중 한 개를 맞게 기술함</p> <p>(1) 사면체 $ABCD$의 부피 $= \frac{5}{3}d$</p> <p>(2) 사면체 $ABCD$의 부피 $= \overline{CH}$</p> <p>(3) $\overline{CH} = \sqrt{3}$</p> <p>C: 위 (1)-(3) 중 두 개를 맞게 기술함</p> <p>B: 위 (1)-(3) 세 개를 모두 기술하였으나 두 개만 맞게 기술함</p> <p>B+: 위 (1)-(3) 세 개를 모두 맞게 기술함</p> <p>A: B+와 더불어 d를 계산하였으나 틀린 답을 구함</p> <p>A+: B+와 더불어 $d = \frac{3\sqrt{3}}{5}$ 을 구함</p>	

7. 예시 답안

[1-1]답: $6, \frac{24}{5}$

풀이:



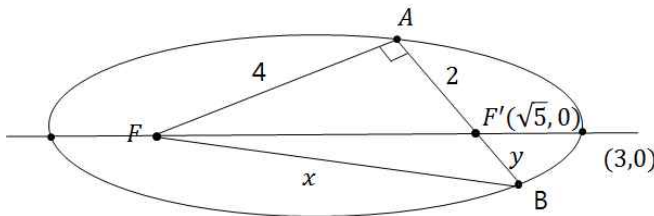
$\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$ 의 장축의 꼭짓점은 $(\pm 3, 0)$ 이다. 그러므로 타원의 한 점에서 두 초점까지의 거리의 합은 항상 6이다. 이제 $\overline{FA} = a, \overline{F'A} = b$ 라 하자. 점 A에서 두 초점에 이르는 거리의 합이 6이고 $\triangle FAF'$ 이 직각삼각형이라는 사실로부터 다음의 두 방정식을 얻는다.

$$a + b = 6$$

$$a^2 + b^2 = (2\sqrt{5})^2 = 20$$

연립하여 풀면 $a = 4, b = 2$ 와 $a = 2, b = 4$ 인 두 경우가 나온다.

경우(1): $\overline{FA} = 4, \overline{F'A} = 2$ 인 경우



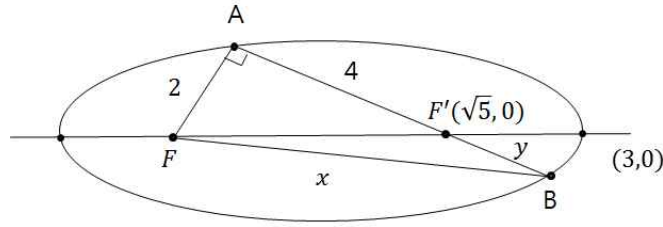
$\overline{FB} = x, \overline{F'B} = y$ 라 하자. 점 B에서 두 초점에 이르는 거리의 합이 6이고 $\triangle FAB$ 가 직각삼각형이라는 사실로부터 다음의 두 방정식을 얻는다.

$$x + y = 6$$

$$4^2 + (2 + y)^2 = x^2$$

연립하여 풀어 $y = 1$ 을 얻는다. 따라서 $\triangle FAB$ 의 넓이 $S = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (2 + 1) = 6$ 이다.

경우(2): $\overline{FA} = 2, \overline{F'A} = 4$ 인 경우



경우 (1)과 같이 하여 아래의 방정식을 얻는다.

$$x + y = 6$$

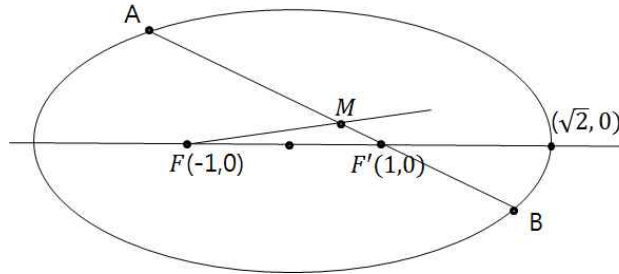
$$2^2 + (4 + y)^2 = x^2$$

연립하여 풀어 $y = \frac{4}{5}$ 를 얻는다. 따라서 $\triangle FAB$ 의 넓이 $S = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \left(4 + \frac{4}{5}\right) = \frac{24}{5}$ 이다.

경우 (1)과 (2)로부터 S 의 값은 6 또는 $\frac{24}{5}$ 이다.

[1-2]답: $\frac{1}{4}$

풀이:



점 F' 을 지나는 직선 AB 의 방정식을 $y = m(x-1)$ 이라고 하자. 점 A 와 점 B 는 타원 위의 점이므로 타원의 방정식 $x^2 + 2y^2 = 2$ 을 만족한다. 두 방정식 $y = m(x-1)$ 과 $x^2 + 2y^2 = 2$ 을 연립하면 $x^2 + 2m^2(x-1)^2 = 2$ 이다. 이를 정리하여 $(1+2m^2)x^2 - 4m^2x + (2m^2-2) = 0$ 을 얻는다. 이 방정식의 두

근 $x = \frac{2m^2 \pm \sqrt{2+2m^2}}{1+2m^2}$ 은 각각 점 A 와 점 B 의 x 좌표이다. 따라서 점 M 의 x 좌표는

$$\frac{1}{2} \left(\frac{2m^2 + \sqrt{2+2m^2}}{1+2m^2} + \frac{2m^2 - \sqrt{2+2m^2}}{1+2m^2} \right) = \frac{2m^2}{1+2m^2} \text{ 이다.}$$

그러므로 점 M 의 좌표는

$$M \left(\frac{2m^2}{1+2m^2}, \frac{-m}{1+2m^2} \right) \text{ 이다.}$$

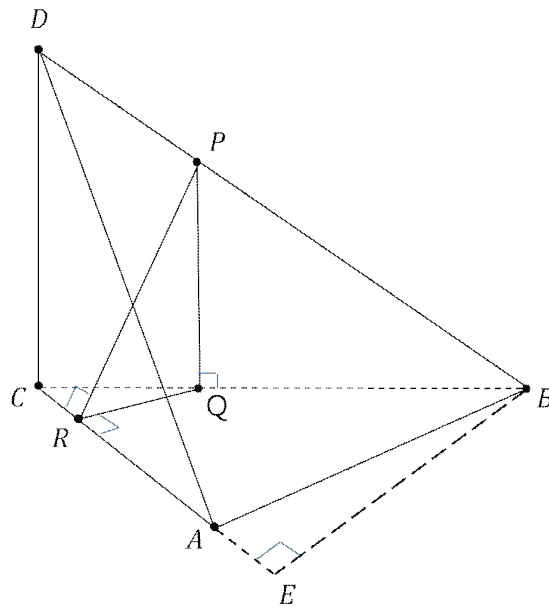
이제 직선 FM 의 기울기를 $f(m)$ 이라 하자. 초점 F 의 좌표가 $F(-1, 0)$ 이므로

$$f(m) = \frac{\frac{-m}{1+2m^2} - 0}{\frac{2m^2}{1+2m^2} - (-1)} = \frac{-m}{1+4m^2} \text{ 이다.}$$

$f'(m) = \frac{4m^2 - 1}{(1 + 4m^2)^2}$ 이고, $f'(m) = 0$ 에서 $m = \pm \frac{1}{2}$ 을 얻는다. $f'(m)$ 의 부호를 조사하면 $f(m)$ 이 $m = -\frac{1}{2}$ 일 때 최댓값을 가짐을 알 수 있다. 따라서 최댓값은 $f\left(-\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{4}$ 이다.

[2-1] 답: 12

풀이:



선분 CD 가 평면 ABC 와 수직이므로 점 Q 는 직선 BC 위에 있다. 삼수선의 정리에 의하여 점 R 은 점 Q 에서 직선 AC 에 내린 수선의 발이다. 따라서 삼각형 CRQ 는 직각삼각형이다. $\overline{CQ} = 2$, $\overline{CR} = 1$ 이므로 $\overline{QR} = \sqrt{2^2 - 1^2} = \sqrt{3}$ 이다.

점 B 에서 직선 AC 에 내린 수선의 발을 E 라고 하자. 삼각형 CRQ 와 삼각형 CEB 는 닮은 삼각형이다.

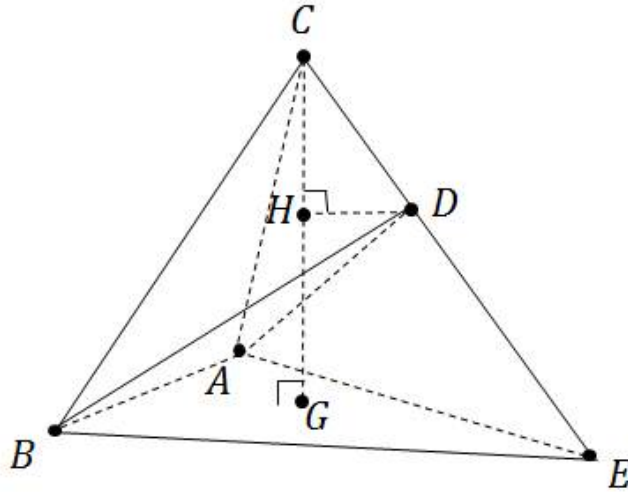
$\overline{QR} = \sqrt{3}$, $\overline{BE} = 6$ 이므로 $\overline{BC} = \overline{CQ} \cdot \frac{6}{\sqrt{3}} = 2 \cdot \frac{6}{\sqrt{3}} = 4\sqrt{3}$ 이다. 각 CBD 의 크기를 θ 라고 할

때, $\cos\theta = \frac{\overline{CQ}}{\overline{DP}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ 이고, 따라서 $\theta = \frac{\pi}{3}$ 이다.

각 BCD 가 직각이므로, $\overline{CD} = \overline{BC} \tan\theta = 4\sqrt{3} \tan\frac{\pi}{3} = 4\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 12$ 이다.

[2-2] 답: $\frac{3\sqrt{3}}{5}$

풀이:



점 C 에서 평면 ABE 에 내린 수선의 발을 G 라 하고 점 D 에서 직선 CG 에 내린 수선의 발을 H 라 하자. 선분 DH 의 길이는 선분 CD 의 평면 ABE 위로의 정사영의 길이와 같으므로 $\overline{DH} = 1$ 이다. 삼각형 CHD 가 직각삼각형이므로 $\overline{CH} = \sqrt{2^2 - 1^2} = \sqrt{3}$ 이다.

(사면체 $ABCD$ 의 부피)

= (사면체 $ABEC$ 의 부피) - (사면체 $ABED$ 의 부피)

$$= \frac{1}{3} \cdot (\text{삼각형 } ABE \text{의 넓이}) \cdot \overline{CG} - \frac{1}{3} \cdot (\text{삼각형 } ABE \text{의 넓이}) \cdot \overline{HG}$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot (\overline{CG} - \overline{HG})$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 3 \cdot \overline{CH}$$

$$= \sqrt{3} \text{ 이다.}$$

점 D 와 평면 ABC 사이의 거리를 d 라 하면

$$(\text{사면체 } ABCD \text{의 부피}) = \frac{1}{3} \cdot (\text{삼각형 } ABC \text{의 넓이}) \cdot d = \frac{5}{3}d \text{ 이다.}$$

따라서 $\frac{5}{3}d = \sqrt{3}$ 이고 $d = \frac{3\sqrt{3}}{5}$ 이다.

4. 문항카드 양식 (자연계_생명과학 I)

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형 고사	
전형명	KU논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	과 학	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	생명과학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명 과학 I
	핵심개념 및 용어	항이노 호르몬, 항상성, 당질 코르티코이드, 혈당조절, 유전, 독립의 법칙
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 100분	

2. 문항 및 제시문

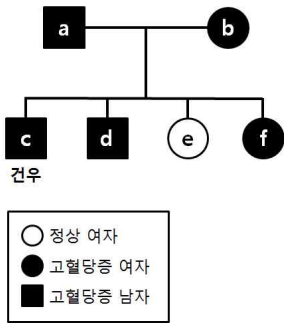
(가) 사람은 체온, 혈압, 혈당량, 삼투압 등의 체내 상태가 일정하게 유지되어야 생명 활동이 원활하게 일어날 수 있다. 사람의 몸은 환경이 변하더라도 체내 상태를 일정하게 유지하려는 항상성을 지니고 있다. 항상성은 신경과 호르몬에 의해 유지된다. 호르몬은 내분비샘에서 생성되고 분비되어 특정 조직이나 기관의 생리 작용을 조절하는 물질이다. 내분비샘에서 생성된 호르몬은 혈액으로 분비되어 혈액을 따라 이동하다가 특정 세포에 작용하는데, 이렇게 호르몬의 영향을 받는 세포를 표적 세포라고 한다. 간뇌의 시상하부는 내분비계의 조절 중추이다. 시상하부는 신경계를 통하여 체내 환경이나 외부 환경에 대한 정보를 받아들여 뇌하수체에서 다른 내분비샘의 기능을 조절하는 호르몬을 방출하도록 조절한다.

(나) 혈당량 조절은 혈당량을 피드백 신호로 하여 저혈당일 경우에는 교감 신경을 통하여 글루카곤의 분비를 촉진하고, 고혈당일 경우에는 부교감 신경을 통하여 인슐린의 분비를 촉진하여 혈당량을 조절한다. 또한 위기 상황이나 스트레스 상황에 대처하기 위하여 부신 속질에서 아드레날린(에피네프린)을, 부신 겉질에서 당질 코르티코이드를 분비하여 혈당량을 조절하기도 한다.

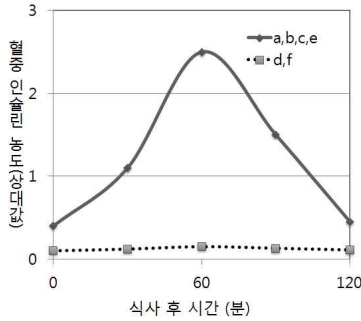
(다) 멘델이 완두를 이용하여 순종의 보라색 꽃과 흰색 꽃을 교배하였을 때 자손(F_1)에서는 보라색 꽃만 나타났다. 완두의 다른 6가지 형질을 이용한 실험에서도 모두 F_1 에서 부모의 중간 형질이 나타나지 않고 부모의 대립형질 중 한 가지만 나타났다. 멘델은 이와 같이 대립형질을 가진 순종의 개체끼리 교배하였을 때 F_1 에서 나타나는 형질을 우성, F_1 에서 나타나지 않는 형질을 열성이라고 하였다. 두 쌍 이상의 대립형질이 동시에 유전될 때 각각의 형질을 나타내는 유전자는 서로 영향을 주지 않고 독립적으로 우성과 열성, 분리의 법칙에 따라 유전되는 현상을 독립의 법칙이라고 한다.

[문제 1] 다양한 뇌손상은 내분비계의 이상을 초래할 수 있고 이런 경우 체내 생리 작용의 항상성이 유지되지 못한다. 교통사고로 인해 뇌손상을 입은 어느 환자가 내분비계에 이상을 보였다. 그 결과, 이 환자의 생리 기능은 정상인과 비교할 때 물질대사에는 차이가 없는 반면, 콩팥에서 수분의 재흡수량은 매우 감소하였으며 혈액의 삼투압도 비정상적으로 높게 유지되었다. 위 제시문에 근거하여 이 환자는 뇌의 어느 부위가 손상되었는지 추론하여야. 또한 고염분의 짠 음식을 많이 섭취할 경우 혈압과 오줌의 양이 정상인과 이 뇌손상 환자에서 각각 어떻게 변화할지 이유를 제시하여 설명하시오.

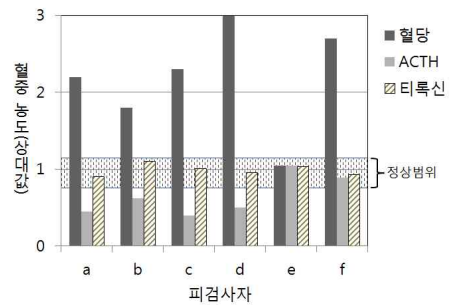
[문제 2] 대학생인 건우는 건강검진 결과 혈당이 매우 높은 것으로 나타났다. 젊은 나이에 고혈당증을 보이므로 가족력이 의심되어, 건우 가족이 전부 혈액검사를 한 결과, 아래 그림과 같은 결과를 얻었다. [그림 1]은 건우 가족의 가계도이며, [그림 2]와 [그림 3]은 각 구성원의 인슐린, 혈당, ACTH, 티록신의 혈중 농도를 나타낸 것이다. (단, 혈중 글루카곤 농도는 모두 정상이었다.) 내분비성 호르몬인 ACTH는 부신 겉질을 자극하여 당질 코르티코이드가 분비되도록 하여 혈당량을 높인다.



[그림 1]



[그림 2]



[그림 3]

위 검사 결과를 보면 건우(c)와 'f'는 모두 고혈당증이 나타나는데도 불구하고, 'f'와 달리 건우는 인슐린 분비는 정상인 반면 ACTH 수치는 낮다. 이를 바탕으로, 건우가 고혈당증인 이유와 ACTH 수치가 낮은 이유를 유추하시오. 건우 가족의 고혈당증은 서로 연관되어 있지 않은 2개의 유전자에 의해서 발생한다. 이 두 유전자에 대해 각각 이형접합자인 부부가 결혼하여 아이를 낳을 때, 고혈당증이 없는 정상 아이를 낳을 확률을 구하고 추론과정을 서술하시오. (단, 돌연변이와 교차는 일어나지 않는다고 가정하고, 두 유전자 외의 고혈당증 원인은 고려하지 않는다.)

3. 출제 의도

다음 사항을 알아본다.

- (1) 고등학교 생명과학I 과정에서 학습하는 호르몬에 의한 체내 수분 재흡수와 그에 따른 삼투압 조절의 작동 원리를 이해하여, 주어진 상황에서 삼투압 조절이 어떻게 일어날지 추론할 수 있는가를 평가한다.
- (2) 고등학교 생명과학I 과정에서 학습하는 호르몬에 의한 혈당조절과 피드백 기능, 그리고 멘델의 유전 원리를 이해하여, 주어진 가계도와 그래프를 정확하게 분석하여 문제를 해결할 수 있는지를 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	(가) (나)	(3) 항상성과 건강 (105쪽) 세포가 생명활동을 하는데 필요한 물질 및 에너지의 출입과 관련하여 우리 몸의 각 기관계의 작용을 통합적으로 이해한다. (가) 항상성과 몸의 조절 ④ 신경과 호르몬에 의한 체온 조절과 혈당량 조절 원리를 설명할 수 있다. ⑤ 신장에서 삼투압 조절 과정을 안다.
	(다)	(2) 세포와 생명의 연속성 (105쪽) 유전자의 전달을 통한 생명의 연속성을 세포분열, 염색체 행동, 유전 현상과 관련지어 이해한다. (나) 유전 ① 멘델 법칙을 바탕으로 유전의 기본 원리를 이해한다. ② 사람의 여러 가지 유전 현상을 설명할 수 있다.
하위문항	문제 1	(3) 항상성과 건강 (105쪽) 세포가 생명활동을 하는데 필요한 물질 및 에너지의 출입과 관련하여 우리 몸의 각 기관계의 작용을 통합적으로 이해한다. (가) 항상성과 몸의 조절 ⑤ 신장에서 삼투압 조절 과정을 안다.
	문제 2	(3) 항상성과 건강 (105쪽) 세포가 생명활동을 하는데 필요한 물질 및 에너지의 출입과 관련하여 우리 몸의 각 기관계의 작용을 통합적으로 이해한다. (가) 항상성과 몸의 조절 ④ 신경과 호르몬에 의한 체온 조절과 혈당량 조절 원리를 설명할 수 있다. (2) 세포와 생명의 연속성 (105쪽) 유전자의 전달을 통한 생명의 연속성을 세포분열, 염색체 행동, 유전 현상과 관련지어 이해한다. (나) 유전 ① 멘델 법칙을 바탕으로 유전의 기본 원리를 이해한다. ② 사람의 여러 가지 유전 현상을 설명할 수 있다.

※ 일반 정보 중 출제 범위 항목의 '과학과 교육과정 과목명'과 일치하여야 함.

※ 제시문 및 하위 문항별로 해당하는 교육과정 문서상의 모든 출제 근거 항목 기재

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서 기타	생명과학I	심규철 외 5인	비상교육	2017	p78, p164
	생명과학I	권혁빈 외 5인	(주) 교학사	2017	p152
	생명과학I	이길재 외 7인	상상아카데미	2017	p82, p154, p156

5. 문항 해설

● 문항 해설

제시문은 신경계와 내분비계에 의한 항상성 조절과 멘델의 유전원리에 대하여 기술한 것으로 고등학교 생명과학I 교과서에서 다루어지고 있는 내용이며 교육과정 범위에 포함되어 있다. 문제 1은 제시문의 내용을 읽고 호르몬에 의한 내분비계 조절의 대표적인 예인 삼투압 조절과정에 대한 지식을 바탕으로 주어진 상황을 논리적으로 추론하는 능력을 평가하는 문항이다. 문제 2는 혈당조절 과정에서 다양한 호르몬의 작용에 대한 그래프를 해석하고, 이를 바탕으로 가계도를 분석하여 주어진 상황에서 유전자형을 논리적으로 추론할 수 있는 능력을 평가하는 문항이다.

● 성취수준 관련 해설

문제 1에서, ‘상’ 수준의 학생은 내분비계와 호르몬의 특성을 설명할 수 있다. 내분비기관의 종류를 알고 각각에서 분비되는 호르몬 종류와 기능을 예를 들어 제시할 수 있고, 호르몬이 항상성 유지에 중요한 역할을 담당함을 설명할 수 있다. ‘중’ 수준의 학생은 각각의 호르몬의 기능을 통하여 호르몬이 항상성 유지에 중요한 역할을 담당함을 설명할 수 있다. ‘하’ 수준의 학생은 호르몬의 일반적 특성을 말할 수 있다. (생1324-1)

문제 2의 첫 번째 질문에서, ‘상’ 수준의 학생은 항상성 조절 중추가 피드백 조절과 길항 작용을 통해 혈당량을 일정하게 유지시키는 원리를 설명할 수 있다. ‘중’ 수준의 학생은 혈당량조절에 관여하는 자율신경과 호르몬들의 기능을 열거할 수 있다. ‘하’ 수준의 학생은 혈당량조절에 신경계와 내분비계가 모두 관여함을 말할 수 있다. (생1324-2)

문제 2의 두 번째 질문에서, ‘상’ 수준의 학생은 사람의 유전 현상을 이해하고 가계도를 올바르게 해석할 수 있다. 사람의 유전 현상을 이해하고 가계도를 해석하여 자손의 특정한 가계의 유전 양상이 주어졌을 때 이 설명을 바탕으로 가계도를 그리고 자손의 유전자형과 표현형을 예측할 수 있다. ‘중’ 수준의 학생은 가계도를 보고 성염색체성 및 상염색체성 유전, 우성과 열성 등 유전양상을 구별할 수 있다. ‘하’ 수준의 학생은 가계도의 정의와 표현 방식을 말할 수 있다. (생1222-2)

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 1	<p>[채점 요소]</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 뇌의 각 부분별 호르몬 분비에 대한 지식을 바탕으로 삼투압 조절 관련 뇌의 부분을 정확히 제시하였는가? ※ 정상인에서 짠 음식 섭취 후 삼투조절과정을 정확히 제시하였는가? ※ 항이노 호르몬의 기능을 바탕으로 항이노 호르몬 분비 이상 환자에서 삼투조절 이상에 대해 정확히 제시하였는가? <p>[예시 답안]</p> <p>이 환자는 물질대사가 정상이므로 이는 시상하부의 갑상샘 자극 호르몬 방출인자(TRH)의 분비, 뇌하수체 전엽의 갑상샘 자극 호르몬(TSH)가 정상적으로 기능을 함을 알 수 있다. 하지만, 콩팥에서의 수분의 재흡수 기능을 못 하고 이를 통해 삼투압 조절에 실패하는 것으로 이 환자는 항이노 호르몬(ADH)의 분비가 안</p>	3점

되고 이는 뇌의 뇌하수체 후엽이 손상되었을 것으로 추론할 수 있다.
 염분이 높은 짠 음식의 섭취는 체내 삼투압을 높일 수 있으며, 이렇게 높여진 삼투압은 시상하부에서 인지하여 뇌하수체 후엽을 통해 ADH의 분비를 촉진한다. 따라서, 짠 음식의 섭취는 정상인의 경우는 ADH의 분비로 인해 콩팥에서 항이뇨 작용이 일어나서 혈압이 높아지고 오줌의 양은 줄어드는 것이다. 반면, 이 뇌하수체 후엽에 손상을 가진 환자의 경우는 삼투압이 아무리 많이 올라도 뇌하수체 후엽이 손상되어 ADH를 분비하지 못함으로써 혈압과 오줌의 양이 거의 변화가 없을 것이다.

[채점 준거]

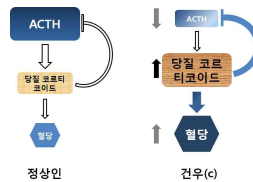
위 채점요소의 설명이 모두 옳으면 3점을 부여함. 각 요소별 설명이 옳지 않으면 각각 -1점 감점

[채점 요소]

- ※ 호르몬의 작용과 음성피드백 등 혈당 조절 과정에 대해 이해하고 있는가?
- ※ 주어진 제시문과 그래프를 이해하고 다양한 요소를 정확히 해석하였는가?
- ※ 가계도 분석을 통해 우성과 열성 등 유전형상을 정확히 파악했는가?
- ※ 주어진 가계도로부터 유전자형을 유추하고, 독립에 법칙에 따라 자손의 기대 유전자형을 정확히 계산하였는가?

[예시 답안]

(1) 정답: ① 당질 코르티코이드의 과다분비에 의해 고혈당증이 나타났을 것이다. ② 증가된 당질 코르티코이드가 ACTH를 음성피드백으로 억제하였다.



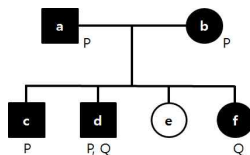
이유: 그림 II와 III에 의하면, 건우(c)의 인슐린 농도와 티록신 농도는 정상 혈당인 'e'와 같이 정상

이지만, 부신결절자극호르몬인 ACTH 농도는 매우 낮다. 혈당은 이자의 인슐린과 글루카곤, 갑상샘호르몬인 티록신, 부신속질의 에피네프린, 부신 결절의 당질 코르티코이드에 의해 조절될 수 있는데, 주어진 결과에 따르면, 'c'군의 경우, 인슐린이나 티록신은 관계가 없다. 한편, 부신결절호르몬인 당질 코르티코이드가 비정상적으로 과다 분비되면, 혈당이 높아지며, ACTH를 음성피드백으로 억제한다. 그러므로 건우의 고혈당증은 부신 결절에서의 당질 코르티코이드의 과다분비에 기인할 가능성이 높다.

(2) 정답: 3/16 (혹은 0.1875 혹은 18.75%)

이유: 위의 2-1 문제의 답에서 제시된 바와 같이, 건우의 고혈당증은 당질 코르티코이드의 과다분비에 의한 것이다. 또한 그림 III에 의하면, a, b, d도 마찬가지다. 한편, 그림 II에 의하면 d, f는 인슐린 분비 이상이 고혈당증의 원인이므로 추정된다.

이때 당질 코르티코이드 과다분비와 관련된 유전자를 P라 하고, 인슐린 분비 이상과 관련된 유전자를 Q라 하면 (혹은 당질 코르티코이드 과다분비와 관련된 유전자를 Q라 하고, 인슐린 분비 이상과 관련된 유전자를 P라 할 수 있음), 건우 가족의 돌연변이 유전자는 아래와 같이 표현될 수 있다.



문제 2

4점

먼저, 각각 P , Q 유전자의 유전양상을 알아야 한다. 1) 먼저, P 나 Q 유전자가 Y 염색체 상에 있다면 아버지에게서 아들로만 표현형이 전달되어야 하지만, 그렇지 않으므로, 두 유전자 모두 Y 염색체 유전은 아니다.

2) 만일, 당질 코르티코이드 과다분비가 X 염색체 우성으로 유전된다면, 우성유전자는 아버지로부터 딸로 전달되므로 모든 딸들에서 고혈당증이 나타나야 하지만 그렇지 않으므로, X 염색체 우성은 아님. 3) 또한 열성 유전이라면, 두 부모가 모두 고혈당증일 경우 모든 자손에서 고혈당증이 나와야 하지만 아닌 경우 (e)가 있으므로, 열성은 아님, 결론적으로, ① P 유전자 연관(당질 코르티코이드 과다분비) 고혈당증은 상염색체 우성으로 유전됨. 그러므로, P 고혈당증 대립유전자/ p 정상 대립유전자.

4) 한편, 인슐린 저분비의 경우, 우성으로 유전된다면, 자손에서 인슐린 저분비 표현형이 나오기 위해서는 부모 중 한명을 반드시 이 표현형을 가져야 하지만 그렇지 않으므로, 우성유전은 아니다. 5) 또한 X 염색체 열성이라면, 딸 (f)가 인슐린 저분비(Q 유전자 연관)에 의한 고혈당증을 보이므로, 아버지는 반드시 인슐린 저분비성 고혈당증을 가져야 하지만 정상이므로 X 염색체 열성 유전은 아님. 결론적으로, ② Q 유전자 연관(인슐린 저분비) 고혈당증은 상염색체 열성으로 유전됨. 그러므로 Q 정상 대립유전자/ q 고혈당증 대립유전자.

서로 연관되어 있지 않은 P , Q 두 유전자에 대한 이형접합자($PpQq$) 부부는 $P_Q_ : P_qq : ppQ_ : ppqq$ 자손을 9 : 3 : 3 : 1의 비율로 낳을 수 있다. 이 중, P 대립유전자를 가진 경우($P_$)와 q 대립 유전자 동형접합자(qq)를 가진 경우, 고혈당증을 보이므로, 정상은 ' $ppQ_$ ' 뿐이다. 위의 비율에서 정상인인 ' $ppQ_$ '인 경우는 ③ 3/16 이다. [혹은 $1/4 (pp) \times 3/4 (Q_)= 3/16$].

[채점 근거]

위 채점요소의 설명이 모두 옳으면 4점을 부여함. 각 요소별 설명이 옳지 않으면 각각 -1 점 감점

- ※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함.
- ※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함.

7. 예시 답안

(문제1)

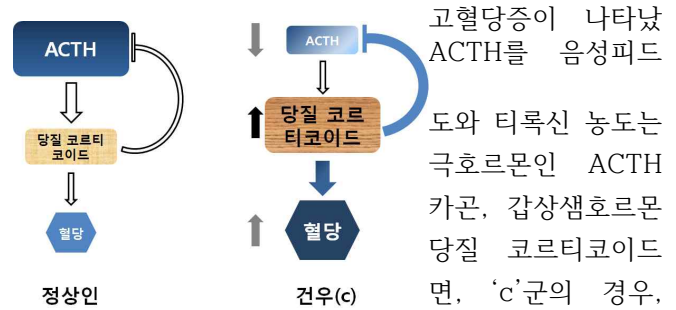
이 환자는 물질대사가 정상이므로 이는 시상하부의 갑상샘 자극 호르몬 방출인자 (TRH)의 분비, 뇌하수체 전엽의 갑상샘 자극 호르몬(TSH)가 정상적으로 기능을 함을 알 수 있다. 하지만, 콩팥에서의 수분의 재흡수 기능을 못 하고 이를 통해 삼투압 조절에 실패하는 것으로 이 환자는 항이뇨 호르몬(ADH)의 분비가 안되고 이는 뇌의 뇌하수체 후엽이 손상되었을 것으로 추론할 수 있다.

염분이 높은 짠 음식의 섭취는 체내 삼투압을 높일 수 있으며, 이렇게 높여진 삼투압은 시상하부에서 인지하여 뇌하수체 후엽을 통해 ADH의 분비를 촉진한다. 따라서, 짠 음식의 섭취는 정상인의 경우는 ADH의 분비로 인해 콩팥에서 항이뇨 작용이 일어나서 혈압이 높아지고 오줌의 양은 줄어들 것이다. 반면, 이 뇌하수체 후엽에 손상을 가진 환자의 경우는 삼투압이 아무리 많이 올라도 뇌하수체 후엽이 손상되어 ADH를 분비하지 못함으로써 혈압과 오줌의 양이 거의 변화가 없을 것이다.

(문제2)

(2-1) ① 당질 코르티코이드의 과다분비에 의해
 을 것이다. ② 증가된 당질 코르티코이드가
 백으로 억제하였다.

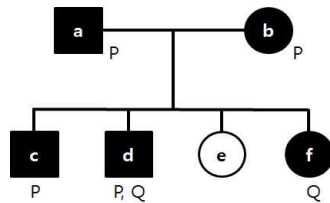
이유: 그림 II와 III에 의하면, 건우(c)의 인슐린 농
 정상 혈당인 'e'와 같이 정상이지만, 부신겉질자
 농도는 매우 낮다. 혈당은 이자의 인슐린과 글루
 인 티록신, 부신속질의 에피네프린, 부신 겉질의
 에 의해 조절될 수 있는데, 주어진 결과에 따라
 인슐린이나 티록신은 관계가 없다. 한편, 부신겉질호르몬인 당질 코르티코이드가 비정상적으로 과다 분비
 되면, 혈당이 높아지며, ACTH를 음성피드백으로 억제한다. 그러므로 건우의 고혈당증은 부신 겉질에서의
 당질 코르티코이드의 과다분비에 기인할 가능성이 높다.



(2-2) 3/16 (혹은 0.1875 혹은 18.75%)

이유: 위의 2-1 문제의 답에서 제시된 바와 같이, 건우의 고혈당증은 당질 코르티코이드의 과다분비에 의한 것
 이다. 또한 그림 III에 의하면, a, b, d도 마찬가지다. 한편, 그림 II에 의하면 d, f는 인슐린 분비 이상이 고혈당
 증의 원인을 것으로 추정된다.

이때 당질 코르티코이드 과다분비와 관련된 유전자를 P라 하고, 인슐린 분비 이상과 관련된 유전자를 Q라 하
 면 (혹은 당질 코르티코이드 과다분비와 관련된 유전자를 Q라 하고, 인슐린 분비 이상과 관련된 유전자를 P라
 할 수 있음), 건우 가족의 돌연변이 유전자는 아래와 같이 표현될 수 있다.



먼저, 각각 P, Q 유전자의 유전양상을 알아야 한다. 1) 먼저, P나 Q 유전자가 Y 염색체 상에 있다면 아버지
 에게서 아들로만 표현형이 전달되어야 하지만, 그렇지 않으므로, 두 유전자 모두 Y 염색체 유전은 아니다.

2) 만일, 당질 코르티코이드 과다분비가 X 염색체 우성으로 유전된다면, 우성유전자는 아버지로부터 딸로 전달
 되므로 모든 딸들에서 고혈당증이 나타나야 하지만 그렇지 않았으므로, X 염색체 우성은 아님. 3) 또한 열성 유
 전이라면, 두 부모가 모두 고혈당증일 경우 모든 자손에서 고혈당증이 나와야 하지만 아닌 경우(e)가 있으므로,
 열성은 아님, 결론적으로, ① P 유전자 연관(당질 코르티코이드 과다분비) 고혈당증은 상염색체 우성으로 유전
 됨. 그러므로, P 고혈당증 대립유전자/p 정상 대립유전자.

4) 한편, 인슐린 저분비의 경우, 우성으로 유전된다면, 자손에서 인슐린 저분비 표현형이 나오기 위해서는 부모
 중 한명을 반드시 이 표현형을 가져야 하지만 그렇지 않으므로, 우성유전은 아니다. 5) 또한 X 염색체 열성이라
 면, 딸 (f)가 인슐린 저분비(Q 유전자 연관)에 의한 고혈당증을 보이므로, 아버지는 반드시 인슐린 저분비성 고
 혈당증을 가져야 하지만 정상이므로 X 염색체 열성 유전은 아님. 결론적으로, ② Q 유전자 연관(인슐린 저분비)
 고혈당증은 상염색체 열성으로 유전됨. 그러므로 Q 정상 대립유전자/ q 고혈당증 대립유전자.

서로 연관되어 있지 않은 P, Q 두 유전자에 대한 이형접합자(PpQq) 부부는 P₋Q₋ : P₋qq : ppQ₋ : ppqq 자손
 을 9 : 3 : 3 : 1의 비율로 낳을 수 있다. 이중, P 대립유전자를 가진 경우(P₋)와 q 대립 유전자 동형접합자(qq)
 를 가진 경우, 고혈당증을 보이므로, 정상은 'ppQ₋' 뿐이다. 위의 비율에서 정상인인 'ppQ₋'인 경우는 ③ 3/16
 이다. [혹은 1/4 (pp) × 3/4 (Q₋) = 3/16].

5. 문항카드 양식 (자연계_화학 I)

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보		
유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형 고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 (과학) / 문제 (2)	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	화학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	화학반응식, 산화-환원 반응, 산화수
예상 소요 시간	30 분	

2. 문항 및 제시문

제시문

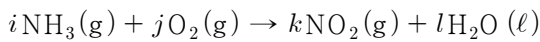
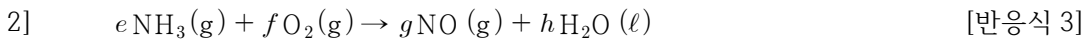
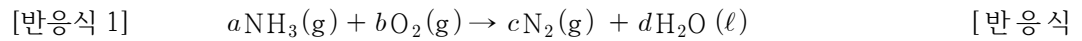
(가) 화학식을 사용하여 화학 변화를 나타낸 식을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식을 사용하면 반응 전 물질이나 반응 후 생긴 물질을 나타낼 수 있으므로 화학 변화의 과정을 쉽게 알 수 있게 된다. 화학 반응식은 왼쪽에는 반응물을, 오른쪽에는 생성물을 화학식으로 표시하고 화살표로 연결한다. 이때 화살표의 양쪽에 있는 원자의 종류와 개수가 같아지도록 표시한다. 이것은 화학 반응이 일어날 때 원자가 새로 생기거나 없어지지 않기 때문이다. 따라서 각 화학식 앞의 계수를 맞추어 화학 반응식을 완결한다. 반응 계수는 가장 간단한 정수비로 나타낸다. 화학 반응식에서 각 물질의 계수비는 반응에 관여한 물질의 분자 수비와 몰수비 및 기체의 부피비를 의미한다. 이때 몰과 입자 수, 몰과 질량, 몰과 기체의 부피 관계를 이용하면 반응물과 생성물의 질량, 부피, 몰수를 구할 수 있다. 따라서 화학 반응식의 양적 관계를 알기 위해서는 물질의 양을 몰수로 환산하면 편리하다.

(나) 여러 가지 산화-환원 반응을 모두 설명하기 위하여 산화수를 사용한다. 산화수는 어떤 물질 속에서 원소가 어느 정도로 산화되었는지를 나타내는 가상적인 전하량이다. 공유 결합 화합물에서 원자의 산화수를 구할 때에는 전기 음성도가 큰 원자가 공유 전자를 모두 차지한다고 가정한다. 같은 원자 사이의 공유 결합은 공유된 전자를 두 원자가 똑같이 나누어 가진다. 이때 각 원자가 갖게 되는 전하를 산화수라고 한다. 전자를 잃은 산화 상태는 (+)부호를 가지고, 전자를 얻은 환원 상태는 (-)부호를 가진다.

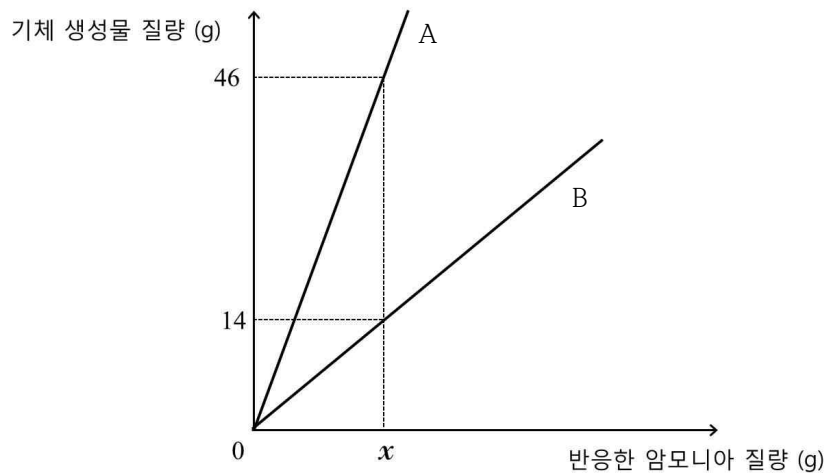
원소	H	N	O
전기 음성도	2.1	3.0	3.5

(다) 화학 반응 전후에 산화수가 증가하거나 감소하는 원자가 있으면 그 반응은 산화-환원 반응이다. 화학 반응 전후에 어떤 원자의 산화수가 증가한다면 그 원자가 포함된 물질은 산화된 것이다. 반대로 산화수가 감소한 원자가 들어 있다면 그 물질은 환원된 것이다. 산화와 환원은 항상 동시에 일어나므로 어떤 물질이 산화되면 다른 물질은 반드시 환원된다.

다음은 암모니아(NH₃) 기체의 세 가지 화학 반응식이다. ($a \sim l$ 은 반응 계수이다.)



다음 그래프는 반응한 암모니아와 발생한 기체 생성물(A 또는 B) 사이의 질량관계를 나타낸 것이다. A와 B는 각각 [반응식 1], [반응식 2], [반응식 3] 중 한 반응의 기체 생성물이다. (단, 수소(H), 질소(N), 산소(O)의 원자량은 각각 1, 14, 16 이다.)



문제 1

각 반응식에서 산소 기체(O₂)의 반응 계수(b, f, j)를 구하시오. [반응식 1]과 [반응식 2]에서는 질소의 산화수 변화를, [반응식 3]에서는 환원된 물질이 무엇인지를 설명하시오.

문제 2

A와 B는 각각 어떤 기체 생성물인지 설명하고, x 의 값을 구하시오.

3. 출제 의도

화학반응을 화학반응식으로 나타내었을 때, 화학 반응식의 의미를 이해할 수 있는지 화학 반응식으로부터 반응물과 생성물의 양적 관계를 이해 할 수 있는지를 평가한다.

산화-환원 반응을 이해하고, 산화수를 계산하며, 산화수 변화를 근거로 산화된 물질과 환원된 물질을 구별 할 수 있는지 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	적용교육과정	과학과 교육과정[제 2011 - 361호]
	성취기준/영역별내용	<p>[화1105-1] 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 그 의미를 설명할 수 있다.</p> <p>[화1105-2] 원자량과 분자량 등을 이용하여 화학 반응식에서 반응물과 생성물의 양적 관계를 구할 수 있다.</p> <p>[화1402] 질소와 수소의 반응에 의한 암모니아의 합성이 전자 이동에 의한 산화·환원 반응임을 설명할 수 있다.</p> <p>[화1403] 전기음성도 차이를 이용하여 분자를 이루는 원자들의 산화수를 계산하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응을 설명할 수 있다.</p> <p>(1)화학의 언어-(마)여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.</p> <p>(4)닭은꿀 화학반응-(나)질소와 수소의 반응에 의한 암모니아의 합성이 전자 이동에 의한 산화 환원 반응임을 이해한다.</p> <p>(4)닭은꿀 화학반응-(다)이산화탄소, 물, 메탄, 암모니아에서 화학 결합을 하고 있는 원자들 사이의 전기 음성도 차이로부터 각 원소의 산화수를 설명할 수 있다.</p>
하위문항1	적용교육과정	과학과 교육과정[제 2011 - 361호]
	성취기준/영역별내용	<p>[화1105-1] 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 그 의미를 설명할 수 있다.</p> <p>[화1402] 질소와 수소의 반응에 의한 암모니아의 합성이 전자 이동에 의한 산화·환원 반응임을 설명할 수 있다.</p> <p>[화1403] 전기음성도 차이를 이용하여 분자를 이루는 원자들의 산화수를 계산하고, 산화수를 이용하여 산화·환원 반응을 설명할 수 있다.</p> <p>(1)화학의 언어-(마)여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.</p> <p>(4)닭은꿀 화학반응-(나)질소와 수소의 반응에 의한 암모니아의 합성이 전자 이동에 의한 산화 환원 반응임을 이해한다.</p> <p>(4)닭은꿀 화학반응-(다)이산화탄소, 물, 메탄, 암모니아에서 화학 결합을 하고 있는 원자들 사이의 전기 음성도 차이로부터 각 원소의 산화수를 설명할 수 있다.</p>
하위문항2	적용교육과정	과학과 교육과정[제 2011 - 361호]
	성취기준/영역별내용	<p>[화1105-2] 원자량과 분자량 등을 이용하여 화학 반응식에서 반응물과 생성물의 양적 관계를 구할 수 있다.</p> <p>(1)화학의 언어-(마)여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.</p>

※ 일반 정보 중 출제 범위 항목의 ‘과학과 교육과정 과목명’과 일치하여야 함.

※ 제시문 및 하위 문항별로 해당하는 교육과정 문서상의 모든 출제 근거 항목 기재

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학 I	노태희 외	천재교육	2011	41-49, 183-202
	고등학교 화학 I	박종석 외	교학사	2011	32-42, 206-221
	고등학교 화학 I	김희준 외	상상아카데미	2011	46-51, 184-197
	고등학교 화학 I	류해일 외	비상교육	2011	42-48, 190-207
기타					

5. 문항 해설

문제 1)

문제 1은 주어진 화학 반응식을 완결하여 계수를 구하고 이를 통해 반응물과 생성물의 양적관계를 찾아낼 수 있는지, 산화수 및 산화-환원 반응을 이해하는지를 묻는 문제이다.

화학식을 완결하기 위해 화학반응 전후에 물질은 없어지거나 새로 생성되지 않으므로 반응식 전후의 원소의 개수는 같아야 한다는 지식을 이용하여 화학 반응 계수를 구할 수 있는지 평가한다.

[반응식 1]에 대해 반응전후 각 원소의 개수를 비교하면 다음과 같은 공식이 성립한다.

N의 개수 : $a = 2c$
 H의 개수 : $3a = 2d$
 O의 개수 : $2b = d$

위의 관계로부터 $a : b : c : d$ 의 간단한 정수비를 구하면 $4 : 3 : 2 : 6$ 이 된다.

[반응식 2]에 산소 기체(O_2)의 반응 계수(b, f, j)를 대해서도 반응전후 각 원소의 개수를 비교하면 아래와 같다.

N의 개수 : $e = g$
 H의 개수 : $3e = 2h$
 O의 개수 : $2f = g+h$

위의 관계로부터 $e : f : g : h$ 의 간단한 정수비를 구하면 $4 : 5 : 4 : 6$ 이 된다.

[반응식 3]에 대해서도 반응전후 각 원소의 개수를 비교하면 아래와 같다.

N의 개수 : $i = k$

H의 개수 : $3i = 2l$

O의 개수 : $2j = 2k+1$

위의 관계로부터 $i : j : k : l$ 의 간단한 정수비를 구하면 $4 : 7 : 4 : 6$ 이 된다.

따라서 산소 기체(O_2)의 반응 계수(b, f, j)를 구하면 각각 3, 5, 7이다.

암모니아, 질소기체, 일산화질소 등의 화합물에서 전기음성도 차이를 바탕으로 하여 각 원자들의 산화수를 판단할 수 있는지 평가한다.

암모니아(NH_3)에서 질소는 각각의 수소와 단일결합하여 옥텟을 만족하는 구조를 이루고 있다. 각 N-H 결합에서 질소의 전기음성도가 수소의 전기음성도보다 크므로 전자는 질소가 갖는 것으로 가정하여 생각하면 질소의 산화수는 -3, 수소의 산화수는 각 +1이 된다.

질소기체(N_2)는 질소와 질소 사이에 삼중결합을 하고 있는 구조이다. 서로 같은 원자사이의 공유 결합은 공유된 전자를 두 원자가 똑같이 나누어 가지므로, 질소의 산화수는 0이다.

일산화질소(NO)에서 질소와 산소가 공유결합하고 있다. 이 때, 산소의 전기음성도가 질소의 전기음성도보다 크므로 산소의 산화수는 -2, 질소의 산화수는 +2가 된다.

따라서 [반응식 1]과 [반응식 2]에서 질소의 산화수 변화는 각각 다음과 같다.

[반응식 1] : -3에서 0으로 변화였다.

[반응식 2] : -3에서 +2로 변화였다.

산화수 변화를 추적하여 화학 반응식에서 산화된 물질과 환원된 물질을 찾을 수 있는지 평가한다.

[반응식 3]에서 각 원소의 산화수 변화를 살펴보면

질소의 산화수는 -3에서 +4로 변화였다. 산화수가 증가하였으므로 산화된 것이다.

수소의 산화수는 +1로 변화없다.

산소의 산화수는 산소기체(O_2)에서는 0이고, 물(H_2O)에서는 -2이다. 산화수가 0에서 -2로 변화였다. 산화수가 감소하였으므로 환원된 것이다.

따라서, [반응식 3]에서 환원된 물질은 산소기체(O_2)이다.

문제 2)

문제 2는 원자량과 분자량 등을 이용하여 화학 반응식에서 반응물과 생성물의 양적 관계를 구할 수 있는지 평가하는 문제이다.

반응물인 암모니아(NH_3)의 분자량은 17 ($14+3\times 1$)이다.

각 반응에서 생성된 기체의 분자량은 N_2 가 28 (14×2), NO 가 30 ($14+16$), NO_2 가 46 ($14+16\times 2$)이다.

문제 1에서 반응물 암모니아(NH_3)와 생성된 기체 분자(N_2 , NO , NO_2)사이에는 각각 2:1, 1:1, 1:1의 계수비가 얻어지는데 이는 물질의 몰수비와 같다.

이를 바탕으로 하여 A와 B 및 x값을 계산할 수 있다.

반응물인 암모니아가 17g(1몰) 반응한다면 반응별로 각각 14g(0.5몰), 30g(1몰), 46g(1몰)의 기체 분자(N_2 , NO , NO_2)가 발생할 것이다. 즉 일정량의 암모니아가 반응할 때 생성되는 기체분자 (N_2 , NO , NO_2)의 질량비는 14:30:46 (7:15:23)이다.

주어진 그래프에서 일정한 양(x g)의 암모니아가 반응할 때 생성되는 기체 A와 B의 질량비가 46 : 14의 비율로 얻어지므로 이는 각각 NO_2 와 N_2 에 해당함을 알 수 있다.

또한 x g의 암모니아가 반응하였을 때 생성된 NO_2 , N_2 기체의 몰수가 각각 1몰, 0.5몰이므로, 암모니아가 1몰 만큼 반응하였음을 알 수 있다.

따라서 기체 A는 NO_2 , B는 N_2 이다.

그리고 소모된 암모니아의 질량 x는 17 g이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1	산소의 반응계수(b,f,j)를 모두 정확하게 구하였는가? [반응식 1], [반응식 2] 모두에서 질소의 산화수 변화를 정확하게 밝혔는가? 질소의 산화수 변화를 논리적으로 설명하였는가? [반응식 3]에서 산화수 변화를 근거로 하여 환원된 물질을 정확히 찾았는가?	1 1 1 1
2	A, B를 올바르게 찾았는가? A, B를 유추하는 과정을 논리적으로 기술하였는가? x의 값을 정확하게 계산하였는가?	1 1 1

- ※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함.
- ※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함.

- 7점 : A+
- 6점 : A
- 5점 : B+
- 4점 : B
- 3점 : C
- 2점 : D
- 1점 : E
- 0점 : F

7. 예시 답안

문제 1)

주어진 반응식을 완결하여 계수를 구한다. 화학반응 전후에 물질은 없어지거나 새로 생성되지 않으므로 반응식 전후의 원소의 개수는 같아야 한다.

따라서, [반응식 1]에 대해 반응전후 각 원소의 개수를 비교하면 다음과 같은 공식이 성립한다.

N의 개수 : $a = 2c$

H의 개수 : $3a = 2d$

O의 개수 : $2b = d$

위의 관계로부터 $a : b : c : d$ 의 간단한 정수비를 구하면 $4 : 3 : 2 : 6$ 이 된다.

[반응식 2]에 산소 기체(O_2)의 반응 계수(b, f, j)를 대해서도 반응전후 각 원소의 개수를 비교하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \text{N의 개수} &: e = g \\ \text{H의 개수} &: 3e = 2h \\ \text{O의 개수} &: 2f = g+h \end{aligned}$$

위의 관계로부터 $e : f : g : h$ 의 간단한 정수비를 구하면 $4 : 5 : 4 : 6$ 이 된다.

[반응식 3]에 대해서도 반응전후 각 원소의 개수를 비교하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \text{N의 개수} &: i = k \\ \text{H의 개수} &: 3i = 2l \\ \text{O의 개수} &: 2j = 2k+1 \end{aligned}$$

위의 관계로부터 $i : j : k : l$ 의 간단한 정수비를 구하면 $4 : 7 : 4 : 6$ 이 된다.

따라서 산소 기체(O_2)의 반응 계수(b, f, j)를 구하면 각각 3, 5, 7이다.

암모니아(NH_3)에서 질소 원자는 각각의 수소 원자와 단일결합하여 옥텟을 만족하는 구조를 이루고 있다. 각 N-H 결합에서 질소의 전기음성도가 수소의 전기음성도보다 크므로 전자는 질소가 갖는 것으로 가정하여 생각하면 질소의 산화수는 -3, 수소의 산화수는 각 +1이 된다.

질소기체(N_2)는 질소와 질소 사이에 삼중결합을 하고 있는 구조이다. 서로 같은 원자사이의 공유 결합은 공유된 전자를 두 원자가 똑같이 나누어 가지므로, 질소의 산화수는 0이다.

일산화질소(NO)에서 질소와 산소가 공유결합하고 있다. 이 때, 산소의 전기음성도가 질소의 전기음성도보다 크므로 산소의 산화수는 -2, 질소의 산화수는 +2가 된다.

따라서 [반응식 1]과 [반응식 2]에서 질소의 산화수 변화는 각각 다음과 같다.

[반응식 1] : -3에서 0으로 변화였다.

[반응식 2] : -3에서 +2로 변화였다.

[반응식 3]에서 각 원소의 산화수 변화를 살펴보면

질소의 산화수는 -3에서 +4로 변화였다. 산화수가 증가하였으므로 산화된 것이다.

수소의 산화수는 +1로 변화없다.

산소의 산화수는 산소기체(O₂)에서는 0이고, 물(H₂O)에서는 -2이다. 산화수가 0에서 -2로 변화였다. 산화수가 감소하였으므로 환원된 것이다.

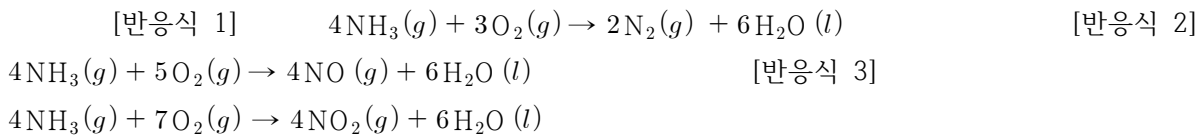
따라서, [반응식 3]에서 환원된 물질은 산소기체(O₂)이다.

문제 2)

반응물인 암모니아(NH₃)의 분자량은 17 (14+3×1)이다.

각 반응에서 생성된 기체의 분자량은 N₂가 28 (14×2), NO가 30 (14+16), NO₂가 46 (14+16×2)이다.

문제 1에서 구한 반응식의 계수는 아래와 같다.



반응식에서 암모니아와 생성된 기체 분자(N₂, NO, NO₂)사이에는 각각 2:1, 1:1, 1:1의 계수비가 얻어지는데 이는 물질의 몰수비와 같다.

따라서 반응물인 암모니아가 17g(1몰) 반응한다면 반응별로 각각 14g(0.5몰), 30g(1몰), 46g(1몰)의 기체 분자(N₂, NO, NO₂)가 발생할 것이다. 즉 일정량의 암모니아가 반응할 때 생성되는 기체분자(N₂, NO, NO₂)의 질량비는 14:30:46 (7:15:23)이다.

주어진 그래프에서 일정한 양(x g)의 암모니아가 반응할 때 생성되는 기체 A와 B의 질량비가 46 : 14의 비율로 얻어지므로 이는 각각 NO₂와 N₂에 해당함을 알 수 있다.

따라서 기체 A는 NO₂, B는 N₂이다.

x g의 암모니아가 반응하였을 때 생성된 NO₂, N₂기체의 몰수가 각각 1몰, 0.5몰이므로, 암모니아가 1몰만큼 반응하였음을 알 수 있다.

따라서 소모된 암모니아의 질량 (g), x의 값은 17이다.

6. 문항카드 양식 (자연계_물리 I)

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형 고사	
전형명	KU논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	과 학	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	물리 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리 I
	핵심개념 및 용어	힘의 전달, 돌림힘, 축바퀴, 전력, 일률, 에너지 전환
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 30분	

2. 문항 및 제시문

제시문

(가) 사람이 지레에 크기가 aF 인 돌림힘을 시계 방향으로 작용하면, 지레는 물체에 크기가 bw 인 돌림힘을 역시 시계 방향으로 작용하여 물체를 움직이게 된다. 이때 사람이 지레에 작용한 돌림힘과 지레가 물체에 작용한 돌림힘이 같으므로 $aF = bw$ 이다. 따라서 $F = \frac{b}{a}w$ 가 된다. b 에 비해 a 가 클수록 힘 F 의 크기가 작아진다. [그림 1]

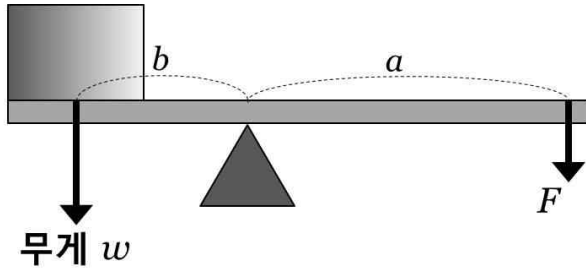
(나) 축바퀴에서도 지레의 원리를 찾을 수 있다. 축바퀴는 한 회전축에 반지름이 서로 다른 두 개의 도르래를 결합한 것이다. 지레의 원리를 적용하면 축바퀴에 작용하는 힘은 반지름의 비로 결정된다. 반지름이 큰 바퀴를 회전시키면 반지름이 작은 바퀴에 큰 힘을 전달할 수 있다. [그림 2]

(다) 단위 시간당 전환된 전기 에너지를 전력(P)이라고 하며, 이는 전기적 일률에 해당한다. 이 때, 전력은 아래 식과 같이 된다.

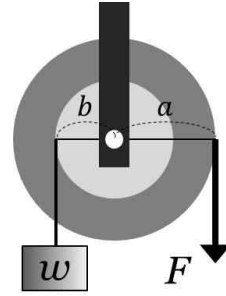
$$P = VI$$

(라) $1W$ 는 $1V$ 의 전압으로 $1A$ 의 전류가 흐를 때의 전력의 크기이다. 이것은 1초 동안 $1J$ 의 역학적 일을 하는 것과 같다. 가정에서 사용하는 전기 제품에서는 소비 전력을 W 로 나타내거나 이와 동등한 단위 값을 갖는 VA (볼트암페어)로 표시한다.

$$1W = 1V \times 1A = 1J/s$$

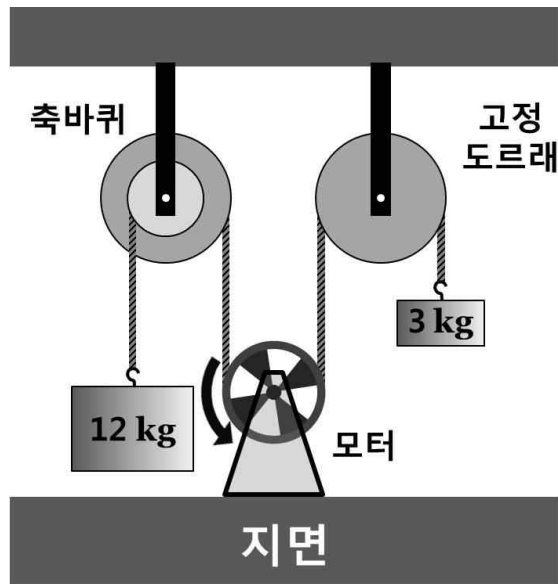


[그림 1] 지레의 원리



[그림 2] 축바퀴의 원리

아래 그림은 축바퀴와 모터를 이용해 추를 등속도로 들어올리는 상황이다. 축바퀴에서 반지름이 작은 도르래의 줄 끝에는 질량이 12 kg 인 추가 매달려 있고, 반지름이 큰 도르래의 줄은 모터가 당기고 있으며, 이 줄의 반대쪽 끝에는 질량이 3 kg 인 추가 고정 도르래에 매달려 있다. (단, 축바퀴의 큰 바퀴와 작은 바퀴의 반지름 비는 2:1 이고, 중력가속도는 10 m/s^2 이다. 공기저항과 마찰은 고려하지 않는다.)



문제 1

12 kg 의 추를 등속도로 끌어올리기 위해서 모터에 필요한 힘의 크기를 구하고 풀이과정을 쓰시오.

문제 2

동일한 상황에서 12 kg 의 추를 2 초(s) 동안 등속도로 3 m 를 올리는데 필요한 모터의 소비 전력과 전류의 세기를 구하고 풀이과정을 쓰시오.

(단, 모터에 걸리는 전압은 100 V 이다.)

3. 출제 의도

힘의 전달, 돌림힘, 축바퀴, 전력, 일률, 에너지 전환은 모든 물리 I 교과서에 소개 되어 있다. 지레의 원리를 이용한 축바퀴에서 축으로부터의 거리비와 힘의 비를 묻는 문제를 출제하였다. 또한, 전력이 단위 시간당 전환된 전기 에너지, 즉 전기적 일률이라는 것을 이해하고 역학적 에너지로 환산하는 문제를 출제하였다. 이 과정에서 지레의 원리와 전기-역학적 에너지 전환에 대한 이해를 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	적용교육과정	과학과 교육과정 [제 2011 - 361호]
	성취기준/ 영역별 내용	[물1115-2] - 퍼텐셜 에너지, 역학적 에너지, 역학적 에너지 보존 법칙을 정의할 수 있으며 정량적으로 크기를 표현할 수 있다. [물1421] - 돌림힘을 정의하고, 지레의 원리를 응용한 힘의 전달을 설명할 수 있다. 물리 I 영역별 내용: (1) 시공간과 우주 - (가) 시간, 공간, 운동 - ⑤ 등가속도 운동에서 일-운동 에너지의 정리를 이해하고, 역학적 에너지가 보존되기 위해서는 퍼텐셜 에너지를 도입하는 것이 필요함을 안다. (4) 에너지 - (나) 힘과 에너지의 이용 - ① 지레의 원리를 응용한 힘의 전달을 이해하고, 돌림힘의 정의를 안다.
하위문항 1	적용교육과정	과학과 교육과정 [제 2011 - 361호]
	성취기준/ 영역별 내용	[물1421] - 돌림힘을 정의하고, 지레의 원리를 응용한 힘의 전달을 설명할 수 있다. (4) 에너지 - (나) 힘과 에너지의 이용 - ① 지레의 원리를 응용한 힘의 전달을 이해하고, 돌림힘의 정의를 안다.
하위문항 2	적용교육과정	과학과 교육과정 [제 2011 - 361호]
	성취기준/ 영역별 내용	[물1115-2] - 퍼텐셜 에너지, 역학적 에너지, 역학적 에너지 보존 법칙을 정의할 수 있으며 정량적으로 크기를 표현할 수 있다. [물1427] 전동기, 조명기구, 전열기 등의 작동원리를 설명할 수 있다. (1) 시공간과 우주 - (가) 시간, 공간, 운동 - ⑤ 등가속도 운동에서 일-운동 에너지의 정리를 이해하고, 역학적 에너지가 보존되기 위해서는 퍼텐셜 에너지를 도입하는 것이 필요함을 안다. (4) 에너지 - (나) 힘과 에너지의 이용 - ⑦ 전동기, 조명기구, 전열기 등의 작동원리를 이해한다.

※ 일반 정보 중 출제 범위 항목의 '과학과 교육과정 과목명'과 일치하여야 함.

※ 제시문 및 하위 문항별로 해당하는 교육과정 문서상의 모든 출제 근거 항목 기재

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리 I	김영민 외 7인	(주)교학사	2017	55, 273, 314
	물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2017	41, 240, 270-271
기타					

5. 문항 해설

[문제 1]

교과서에 수록된 지레의 원리 이해와 이 원리가 적용된 예인 축바퀴에 응용하는 능력을 평가하는 문제이다. 축바퀴 왼쪽에는 무거운 추가 매달려 있고, 오른쪽에는 모터와 추가 매달려 있는 상황에서 힘의 균형에 대한 정보들은 본문에서 제시한 공식들을 이용해 비교할 수 있다. 특히, 축바퀴를 기준으로 양쪽 힘의 균형을 이루는 평형조건을 구하는 문제로, 과학 원리에 대한 흥미도를 묻고 다양한 상황에 적용하는 과정을 통해 응용성을 확인할 수 있다.

[문제2]

교과서에서 전력이 전기적 일률이라는 것에 대해 배웠고, 이 원리를 이용해 시간에 따른 에너지 전환 비율의 개념을 이해하는지를 묻는 문제이다. 앞선 문제에서 구한 힘의 평등 조건을 이용해 시간에 따른 역학적 에너지 변화를 알 수 있으며, 이 상황에서 모터에 필요한 전기적 일률, 즉 전력을 확인하고 전류의 세기를 구하는 것을 물었다. 이 문제를 통해 힘의 평형상태를 확인하는 방법에 대한 기본적인 이해와, 에너지 전환, 본문에 제시한 식의 활용의 종합적 사고력을 판단할 수 있다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문항 1	반지름이 큰 도르래에 필요한 힘의 크기는 60 N	1
	모터가 큰 도르래를 돌리는데 필요한 힘은 30 N	1
문항 2	풀이 과정이 논리적이다.	1
	모터에 사용된 에너지는 180 J	1
	모터의 소비전력은 90 J/s 또는 90 W	1
	모터에 공급된 전류는 0.9 A	1
	풀이 과정이 논리적이다.	1

※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함.

※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함.

위와 같이 채점하여

- A+ : 7점
- A : 6점
- B+ : 5점
- B : 4점
- C : 3점
- D : 2점
- E : 1점
- F : 0점

7. 예시 답안

[문제 1]

12 kg의 무게 즉, 힘 F_1 의 크기는 $12 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 120 \text{ N}$ 이다. 제시문 (가), (나)에 따르면, 등속도로 들어올려야 하므로 3 kg쪽 힘의 이득을 얻어 힘 F_2 의 크기는 다음과 같다.

$$F_2 = \frac{b}{a} F_1 = \frac{1}{2} 120 \text{ N} = 60 \text{ N}$$

한편, 이 줄의 반대쪽 끝에는 모터가 가하는 힘과 동일한 방향으로 3 kg의 추의 무게가 작용하고 있으므로, 모터의 힘은 다음과 같다.

$$F_{\text{모터}} = 60 \text{ N} - 3 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 30 \text{ N}$$

[문제2]

(풀이1) 일의 원리에 의해 12 kg의 추를 3 m의 추를 끌어올리기 위해서는 거리가 두 배 증가한다. 즉, 모터에서 6 m의 줄을 이동시켜야 하므로, 모터에서 사용된 에너지는 $30 \text{ N} \times 6 \text{ m} = 180 \text{ J}$ 이다. 2 초 동안 사용하였으므로, 소비전력은 90 J/s 이다. 모터에 공급된 전류는 다음과 같다.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{90 \text{ J/s}}{100 \text{ V}} = \frac{90 \text{ W}}{100 \text{ V}} = 0.9 \text{ A}$$

(풀이2) 12 kg의 추를 3 m 높이로 끌어올리는 과정에서, 3 kg의 추가 6 m 아래로 내려가므로 이에 모터가 한 일의 양은 다음과 같다.

$$12 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 3 \text{ m} - 3 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 6 \text{ m} = 180 \text{ J}$$

초당 필요한 에너지는 90 J/s 이므로, 모터에 공급된 전류는 다음과 같다.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{90 \text{ J/s}}{100 \text{ V}} = \frac{90 \text{ W}}{100 \text{ V}} = 0.9 \text{ A}$$