

본 문제에 대한 지적소유권은 동국대학교에 있습니다.  
본교의 서면 허락없이 무단으로 출판, 게재, 사용할 수 없습니다.

동국대학교 2016학년도 신입생 모집

## 수시모집 논술고사 문제지(자연계)

지원학부(과) :

---

수험번호 :

성 명 :

### ◆ 답안 작성시 유의 사항 ◆

- ◇ 각 문제의 답안은 배부된 OMR 답안지에 표시된 문제지 번호에 맞춰 작성하시오
- ◇ 각 문제마다 정해진 글자수(분량)는 띄어쓰기를 포함한 것이며, 정해진 분량에 미달하거나 초과하면 감점 요인이 됩니다.
- ◇ 답안에 기호나 그래프 등을 써야 할 경우 지정된 문제별 답안지 크기 범위 내에서 칸과 줄에 구애되지 않고 작성하기 바랍니다.
- ◇ 답안지의 수험번호는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하시오.
- ◇ 답안은 검정색 필기구로 작성하시오.(연필 사용 가능)
- ◇ 답안 수정시 원고지 교정법을 활용하시오.(수정 테이프 또는 연필지우개 사용 가능)
- ◇ 답안지 본문과 여백에 성명, 수험번호 등 개인 신상과 관련된 어떤 내용 또는 불필요한 표시를 하면 감점 처리합니다.

※ 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오.

[가] 17세기 천문학자 케플러(Kepler, J.)는 포도주 통에 든 포도주 양을 측정하는 당시 상인들의 방법이 매우 불합리하다고 생각하였다.

당시 상인들은 포도주 통에 막대기를 세워 넣은 뒤 막대기에 표시된 포도주 자국으로 포도주의 양을 어림하였다. 그런데 포도주 통의 모양은 원기둥 모양이 아닌 가운데가 볼록한 모양이어서 오차가 생길 수밖에 없었다. 이에 케플러는 구분구적법을 도입하여 포도주 통의 부피 등 여러 가지 회전체의 부피를 정확하게 구하는 방법을 연구하였다.

- 『고등학교 적분과 통계』

[나] 함수  $x=g(y)$ 가 구간  $[c, d]$ 에서 연속일 때, 곡선  $x=g(y)$ 와  $y$ 축 및 두 직선  $y=c$ ,  $y=d$ 로 둘러싸인 도형을  $y$ 축 둘레로 회전시켜서 생기는 부피  $V$ 는 다음과 같다.

$$V = \pi \int_c^d x^2 dy = \pi \int_c^d \{g(y)\}^2 dy$$

- 『고등학교 적분과 통계』

[다] 미분가능한 함수  $y=f(x)$ 의 도함수는

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

로 정의한다. 또한 삼각함수의 도함수는 다음과 같다.

- (1)  $y = \sin x$  이면  $y' = \cos x$
- (2)  $y = \cos x$  이면  $y' = -\sin x$
- (3)  $y = \tan x$  이면  $y' = \sec^2 x$

- 『고등학교 수학 II』

[문제1] 제시문 [가] ~ [다]를 참고하여 다음 물음에 답하시오. 곡선  $y = \frac{x^2}{2} - 1$ 과  $y$ 축 및 두 직선  $y=0$ ,  $y=5$ 로 둘러싸인 도형을  $y$ 축 둘레로 회전시켜서 생기는 회전체 모양의 빈 통(용기)이 있다고 가정하자. 이 통에 포도주를 넣어 시간이  $t$ 일 때 이 통에 든 포도주의 부피가  $\pi \tan^2 t$ 이고 통의 바닥으로부터 포도주의 높이가  $h(t)$ 라고 하자.  $h(t)$ 의 순간변화율  $h'(t)$ 의 최댓값을 구하고 풀이과정을 서술하시오. (단,  $0 \leq t \leq \frac{\pi}{4}$ 이고, 통(용기)의 두께는 무시한다.)

<10 ~ 15줄> [35점]

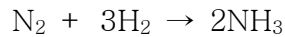
※ 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오.

[가] 질소는 생물의 구성 성분인 단백질이나 핵산 등의 중요한 성분으로, 대기 중의 약 78%를 차지하고 있지만 대부분의 생물은 대기 중의 질소 기체를 직접 이용할 수 없다. 일반적으로 식물은 질소를 토양에 있는 암모늄 이온과 질산 이온의 형태로 뿌리를 통해 흡수하여 이용할 수 있다.

대기 중의 질소가 식물이 이용할 수 있는 형태로 전환되기 위해서는 질소 고정이 일어나야 한다. 토양 속에 있는 뿌리혹박테리아나 아조토박터 같은 질소 고정 세균은 대기 중의 질소 기체를 암모늄 이온으로 전환시킨다. 또한 토양 속의 암모늄 이온은 질화 세균들에 의해 질산 이온으로 전환된다. 이렇게 전환된 암모늄 이온과 질산 이온은 식물이 흡수하여 이용한다. 식물에 흡수된 질소 성분은 식물의 질소 동화 작용에 의해 단백질과 핵산 등으로 합성된다.

- 『고등학교 생명 과학』

[나] 1904년 독일의 과학자 하버(Haber, F. 1868-1934)는 공기 중에 78% 정도 존재하는 질소, 그리고 메테인에서 생산된 수소를 높은 온도와 압력에서 사산화 삼철( $Fe_3O_4$ )을 촉매로 사용하여 암모니아( $NH_3$ )를 생성하는 방법을 고안하였다.



그 후 화학 공업 회사에 근무하던 보슈(Bosch, C. 1874-1940)가 암모니아의 대량 생산에 성공하였다. 이로 인해 단위 면적당 식량 생산량이 6배 이상 향상되어 당시 부족했던 식량 문제를 해결할 수 있었다. 오늘날 전 세계의 농경지에 뿌려지는 질소 비료의 약 40%가 하버와 보슈에 의해서 개발된 암모니아 합성법으로 공급되고 있다.

그런데 질소 성분은 공기 중에 78%나 차지할 정도로 풍부한데, 왜 식물은 공기 중의 질소를 사용하지 못할까? (중략)

식물에게 필요한 성분은 물속에 녹아 있어야 물이 흡수될 때 녹아 있던 성분을 뿌리를 통해 흡수하는데…….

- 『고등학교 과학』

[다] 수소와 같이 한 쌍의 전자쌍을 공유하여 만들어진 공유 결합을 단일 결합이라고 하고, 단일 결합은 결합선을 사용해 H-H로 나타내기도 한다. 수소뿐 아니라 질소, 탄소, 산소와 같은 다른 원자들도 끊임없이 움직이며 서로 부딪혀 공유 결합을 형성한다.

우주 공간에서 질소와 질소 원자 간의 충돌이 일어나면 질소는 공유 결합을 하여 질소 분자( $N_2$ )를 형성한다. 수소 원자와 수소 원자가 한 쌍의 전자쌍을 공유했던 것과는 달리, 질소는 원자 사이에 세 쌍의 전자쌍을 공유하면서 결합을 형성한다. 이러한 결합을 3중 결합이라고 한다. 질소 분자의 3중 결합은 수소 분자처럼 전자쌍 한 쌍을 공유한 단일 결합보다 더 강하기 때문에 쉽게 결합이 끊어지지 않는다. 따라서 한 번 형성된 질소 분자는 다른 물질과 거의 반응하지 않으며, 안정한 상태로 존재한다.

- 『고등학교 과학』

**[라]** 암모니아( $\text{NH}_3$ )의 분자 구조

단계 1. 루이스 전자점식: 중심 원자인 질소(N)와 수소(H) 원자 사이에는 단일 결합이 3개 존재한다.

단계 2. 전자쌍 수: 공유 전자쌍의 수 3개, 비공유 전자쌍의 수 1개

단계 3. 기하학적 구조: 삼각뿔형

암모니아 분자는 중심 원자인 질소와 수소 원자 사이에 전자쌍을 공유하여 이루어진 공유 결합 화합물로서 삼각뿔형의 구조를 가진다.

- 『고등학교 화학』

**[마]** 수소 분자( $\text{H}_2$ )는 같은 원자로 이루어져 있으며, 두 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 힘은 같다. 즉 두 수소 원자의 전기 음성도는 같으며, 공유 전자쌍은 두 원자에 동등하게 끌리게 된다. 이러한 결합을 무극성 공유 결합이라고 하며, 이 분자를 무극성 분자라고 한다. 공유 결합을 이루고 있는 무극성 분자에는 수소 외에도 질소, 산소 등이 있다.

그러나 염화수소 분자를 구성하는 염소 원자와 수소 원자는 공유 전자쌍을 끌어당기는 힘이 서로 다르다. 즉 염소 원자의 전기 음성도(3.0)가 수소 원자의 전기 음성도(2.1)보다 커서 염소 원자가 공유 전자쌍을 더 세게 끌어당긴다. 따라서 공유 전자쌍은 염소 원자 쪽으로 치우쳐 있어 염소 원자 쪽이 부분적인 음전하( $\delta^-$ )를 띠며, 수소 원자 쪽은 부분적인 양전하( $\delta^+$ )를 띤다. 이것은 마치 자석에서 N극과 S극이 분리되어 있는 것과 비슷하여 극성이 있다고 말하며, 이러한 결합을 극성 공유 결합이라고 하고 이 분자를 극성 분자라고 한다. 공유 결합을 이루고 있는 극성 분자에는 염화수소 외에도 물, 암모니아 등이 있다.

- 『고등학교 화학』

**[바]** 가정에서 손쉽게 입속의 매운맛을 없애려면 물보다는 우유를 마시는 것이 더 효과적인데, 그 이유를 구조 속에서 찾을 수 있다. 화학에 있어서도 ‘유유상종’의 원리가 통한다. 즉 극성 분자는 극성 분자끼리, 무극성 분자는 무극성 분자끼리 잘 섞이게 되는 원리이다. 이것은 물과 에탄올이 서로 잘 섞이거나, 물과 기름이 잘 섞이지 않는 원리와 같다. 매운맛을 내는 성분은 분자 구조로 보아 무극성에 가까우므로 물이나 다른 수용액에는 거의 녹지 않지만, 우유 속의 지방 성분에는 잘 녹게 된다. 따라서 지방을 함유한 음료를 마시면 훨씬 쉽게 매운맛을 없앨 수 있다.

- 『고등학교 화학』

**[문제2] 제시문 [가]와 [나]에 나타나 있듯이 식물은 질소 분자 형태가 아닌 암모니아 형태로 질소를 흡수하여 이용한다. 그 이유를 각각의 분자 구조를 기반으로 제시문 [다] ~ [바]를 활용하여 비교 서술하시오.**

<12 ~ 15줄 (360 ~ 450자)> [30점]

※ 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오.

[가] 평행판 축전기가 얼마나 많은 전하로 대전될 수 있는지의 정도를 나타내는 것이 전기용량  $C$ 이다. 즉  $C$ 의 값이 클수록 많은 (+)전하와 (-)전하를 각각 저장할 수 있다. 이때 전기용량의 크기는 축전기의 모양에 따라 결정된다. 금속판의 면적이 넓을수록 더 많은 전하를 저장할 수 있고, 금속판의 간격이 좁을수록 더 많은 전하를 저장할 수 있다는 것을 의미한다.

축전기의 전기용량  $C$ 값이 작으면 축전기는 교류에서 저항역할을 크게 하게 된다. 또 교류의 주파수  $f$ 가 작아도 축전기의 저항이 커지게 된다. 교류에서 축전기에 의한 저항을 용량 리액턴스라 하고, 그 크기  $X_C$ 는 다음과 같이 나타낸다.

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

- 『고등학교 물리』

[나] 패러데이법칙에 의하면 코일에 변하는 자기장이 걸리면 코일에 유도기전력이 생긴다고 하였다. 유도기전력이 생기는 정도를 코일의 유도용량이라고 하며, 유도용량  $L$ 이 클수록 자기장이 변할 때 코일에 유도기전력이 크게 생길 수 있다.

교류가 코일에 흐르면 코일은 저항역할을 하게 된다. 이때 코일의 저항은 코일의 유도용량  $L$ 과 교류의 주파수  $f$ 에 따라 달라진다. 교류에서의 코일의 저항을 유도 리액턴스라 하고, 그 크기  $X_L$ 은 다음과 같이 나타낸다.

$$X_L = 2\pi f L$$

- 『고등학교 물리』

[다] 단위시간 당 소모되는 전기에너지의 양을 전력이라고 하며,  $P = VI = I^2 R$ 가 되고 단위는  $J/s$ ,  $W$ 이다.

전선에서의 전력손실은 전류의 세기와 저항에 의해 결정되므로 전력손실을 줄이려면 전류의 세기를 줄이거나 전선의 저항을 줄여야 한다. 전선의 저항을 줄이려면 전선을 저항이 작은 금속으로 만들거나 굵게 만들어야 한다.

- 『고등학교 물리』

[라] 도선의 전기저항은 단면적에 반비례하기 때문에 저항을 줄이기 위해서는 송전선의 굵기를 증가시켜야 한다. 이는 곧 송전선의 무게를 증가시켜 송전선의 생산비율이 늘어날 뿐 아니라 무게를 견딜 수 있게 거대한 송전탑을 더욱 견고하게 만드는 비용까지 추가해야 한다. 따라서 손실되는 에너지의 변함없이 전류를 증가시키기 위해 더 굵은 송전선을 사용하는 것은 경제적이지 않다.

- 『고등학교 물리』

[마] 교류회로에서 변압기를 이용하면 두 회로가 서로 접촉하지 않고도 전력을 수송할 수 있고, 전압도 원하는 값으로 바꿀 수 있는 장점이 있다.

일반적으로 변압기의 코일이 지니고 있는 저항과 철심에서 발생하는 맴돌이 전류 때문에 실제 변압기의 효율은 90~99%범위에 있다. 따라서 전기 제품의 전원을 켜지 않았다고 하더라도 변압기에서 손실된 양만큼 전기에너지가 소모되고 있다. 이런 까닭으로 에너지 절약을 위해서는 전기제품을 사용하지 않는다고 하더라도 전원에서 플러그를 뽑아 놓는 것이 필요하다.

- 『고등학교 물리』

[문제3] 발전소에서 가정까지 전력이 전달되는 전력수송과정은 저항, 코일, 축전기가 교류전원에 직렬로 연결된 회로로 간략하게 설명할 수 있다. 이 회로에 공급된 전압과 주파수가 일정할 때, 제시문 [가] ~ [마]를 바탕으로 증가하는 전력수요를 대비하기 위한 저항, 코일, 축전기의 구성 방법을 모두 서술하시오. (단, 전기에너지 효율과 경제적 효율을 모두 고려할 것.)

<12 ~ 15줄 (360 ~ 450자)> [35점]

# 동국대학교 2016학년도 신입생 모집

## 수시모집 논술고사 문제 해설(자연계)

### [문제 1]

#### 1. 출제의도

적분법을 활용하여 회전체의 부피를 구하는 능력과 실제 현상에서 발생할 수 있는 문제를 수학적으로 기술하고 설명하는 능력을 평가하고자 출제함.

#### 2. 제시문 및 문항 출제근거

가. 제시문별 출제근거

1) 1번 문제-가 제시문

적용 교육과정	2007 개정 수학과 교육과정				
성취기준	적분과 통계 (1) 적분법 ③ 정적분의 활용 ③ 회전체의 부피를 구할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	적분과 통계	최용준 외 9인	천재교육	2010	69
기타					

2) 1번 문제-나 제시문

적용 교육과정	2007 개정 수학과 교육과정				
성취기준	적분과 통계 (1) 적분법 ③ 정적분의 활용 ③ 회전체의 부피를 구할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	적분과 통계	최용준 외 9인	천재교육	2010	66
기타					

3) 1번 문제-다 제시문

적용 교육과정	2007 개정 수학과 교육과정				
성취기준	· 수학 II (5) 미분법 ② 도함수 ①함수 $y = x^n$ ( $n$ 은 양의정수)의 도함수를 구할 수 있다. · 수학 II (5) 미분법 ③ 여러 가지 함수의 미분법 ⑤삼각함수, 지수함수, 로그함수를 미분할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학 II	황선욱 외 12 인	좋은책 신사고	2010	123, 143
기타					

나. 문항별 출제근거

적용 교육과정	2007 개정 수학과 교육과정				
성취기준	· 적분과 통계 (1) 적분법 ③ 정적분의 활용 ③ 회전체의 부피를 구할 수 있다. · 수학 II (5) 미분법 ④ 도함수의 활용 ③ 함수의 증가와 감소를 이해하고 이를 판정할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	적분과 통계	최준용 외 9인	천재교육	2010	66
고등학교 교과서	수학 II	황선욱 외 12 인	좋은책 신사고	2010	175

3. 제시문 해설

1) 1번 문제-가 제시문

주제	정적분과 회전체의 부피
내용 요약	정적분을 활용해서 회전체의 부피를 연구한 배경 설명

2) 1번 문제-나 제시문

주제	정적분과 회전체의 부피
내용 요약	주어진 곡선을 활용하여 회전체의 부피를 구하는 정적분 공식

3) 1번 문제-다 제시문



주제	도함수의 정의와 삼각함수의 도함수에 관한 공식들
내용 요약	문제에 쓰이는 삼각함수의 도함수에 관한 공식들

#### 4. 문항 해설(분석)

주제	회전체의 부피를 구하는 방법을 이용하여 통에 든 포도주의 부피와 포도주의 높이에 관한 공식을 유도하고, 높이의 순간변화율의 최댓값을 구함.	
출제범위	과목명 (해당교과목 모두기재)	고등학교 수학 적분과 통계, 수학 II
	내용영역 또는 핵심개념/용어	정적분, 회전체의 부피, 순간변화율, 최댓값
답안 유형	주관식 서술형	
답안작성 예상시간	30~35분	

## 5. 문항별 평가기준

상	S	<p>(1) <math>\pi \int_0^{h(t)} x^2 dy = \pi \int_0^{h(t)} (2y+2) dy</math></p> <p>(2)</p> $\pi \int_0^{h(t)} x^2 dy = \pi \int_0^{h(t)} (2y+2) dy = \pi [y^2 + 2y]_0^{h(t)} = \pi(h(t)^2 + 2h(t))$ <p>(3) <math>h(t) = -1 + \sec t = -1 + \frac{1}{\cos t}</math></p> <p>(4) <math>h'(t) = \frac{\sin t}{\cos^2 t} = \sec t \tan t</math>가 증가함수(또는 단조증가함수)임을 밝히거나(풀이1, 2 참고), 다른 방법을 이용하여 <math>t = \frac{\pi}{4}</math>에서 최댓값을 갖는다는 것을 명확히 보임.</p> <p>(5) 최댓값은 <math>h'(\frac{\pi}{4}) = \sqrt{2}</math>이다.</p> <p>(1)부터 (5)까지 모두 보임.</p>
	A	(1)부터 (5)까지 중에서 4가지를 보임.
중	B	(1)부터 (5)까지 중에서 3가지를 보임.
	C	(1)에서 (5)까지 중에서 2가지를 보임.
하	D	(1)에서 (5)까지 중에서 1가지를 보임.
	E	질문의 의도와 전혀 관련이 없는 내용의 답안, 백지답안.

## 6. 모범답안(예시답안)

### [풀이 1]

시간  $t$ 일 때 바닥으로부터 포도주의 높이가  $h(t)$ 이므로 제시문 (나)를 적용하면,

$$y = \frac{x^2}{2} - 1 \text{에서}$$

$$\pi \int_0^{h(t)} x^2 dy = \pi \int_0^{h(t)} (2y+2) dy = \pi [y^2 + 2y]_0^{h(t)} = \pi(h(t)^2 + 2h(t))$$

이다.  $\pi(h(t)^2 + 2h(t)) = \pi \tan^2 t$ 이므로 정리하면  $h(t)^2 + 2h(t) - \tan^2 t = 0$ 이다.

이차방정식의 근의 정리를 적용하면  $h(t) = -1 \pm \sqrt{1 + \tan^2 t}$ 임을 알 수 있다. 그런데  $h(t)$ 는 음수가 아니고  $1 + \tan^2 t = \sec^2 t$ 이므로

$$h(t) = -1 + \sqrt{1 + \tan^2 t} = -1 + \sec t = -1 + \frac{1}{\cos t}$$

이다. 높이의 순간변화율을 구하기 위해 양변을 미분하면

$$h'(t) = \frac{\sin t}{\cos^2 t} = \sec t \tan t$$

이다.  $\sin t$ 와  $\frac{1}{\cos^2 t}$ (또는  $\sec t$ 와  $\tan t$ )는 모두  $0 \leq t \leq \frac{\pi}{4}$ 에서 음수 값을 갖지 않고,

증가함수이므로  $h'(t)$ 도 증가함수이다.

$$\text{따라서 } t = \frac{\pi}{4} \text{에서 최댓값 } h'\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sin(\pi/4)}{\cos^2(\pi/4)} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2} \text{를 갖는다.}$$

### [풀이 2]

시간  $t$ 일 때 밑바닥으로부터 포도주의 높이가  $h(t)$ 이므로 제시문 (나)를 적용하면,

$$y = \frac{x^2}{2} - 1 \text{에서}$$

$$\pi \int_0^{h(t)} x^2 dy = \pi \int_0^{h(t)} (2y+2) dy = \pi [y^2 + 2y]_0^{h(t)} = \pi(h(t)^2 + 2h(t))$$

이다.  $\pi(h(t)^2 + 2h(t)) = \pi \tan^2 t$ 이므로 정리하면  $h(t)^2 + 2h(t) - \tan^2 t = 0$ 이다.

이차방정식의 근의 정리를 적용하면  $h(t) = -1 \pm \sqrt{1 + \tan^2 t}$ 이다. 그런데  $h(t)$ 는 음수가 아니고  $1 + \tan^2 t = \sec^2 t$ 이므로

$$h(t) = -1 + \sqrt{1 + \tan^2 t} = -1 + \sec t = -1 + \frac{1}{\cos t}$$

이다. 높이의 변화율을 구하기 위해 양변을 미분하면

$$h'(t) = \frac{\sin t}{\cos^2 t} = \sec t \tan t$$

이다. 한 번 더 미분하면  $h''(t) = \frac{1 + \sin^2 t}{\cos^3 t}$ 이고  $0 \leq t \leq \frac{\pi}{4}$ 에서  $h''(t) > 0$ 이므로

$h'(t)$ 가  $0 \leq t \leq \frac{\pi}{4}$ 에서 증가함수이다. 따라서  $t = \frac{\pi}{4}$ 에서 최댓값

$$h'\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sin(\pi/4)}{\cos^2(\pi/4)} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2} \text{를 갖는다.}$$

## [문제 2]

### 1. 출제의도

원자의 결합으로 생성된 분자의 공유 결합 방식과 그 삼차원적 구조 차이에 의해 나타나는 물리화학적 특성이 자연현상에 끼치는 영향에 대한 이해를 묻는 문제로 동종 이원자 분자인 질소 분자와 이종 다원자 분자의 암모니아 및 물의 옥텟 규칙을 만족하기 위한 공유결합 방식과 전자쌍 반발 원리를 적용하여 각 분자의 극성 및 비극성 특성을 판단하고 이를 바탕으로 자연에서 식물이 질소 분자를 직접 이용하지 못하고 암모니아 형태의 질소를 이용하는 현상을 각각의 분자 구조로 인한 특성과 연결 시켜 제시문을 통해 유추할 수 있는 능력을 묻고자 하였다.

### 2. 제시문 및 문항 출제근거

가. 제시문별 출제근거

1) 2번 문제-가 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	생1413-2. 생태계에서 물질이 생산되어 순환되는 원리를 이해하고 탄소와 질소의 순환 과정에 대해 설명할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 생명 과학 I	권혁빈 외	(주)교학사	2015년	209
기타					

2) 2번 문제-나 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	과1251-1. 질소 고정의 의미를 이해하고, 질소 비료의 생산이 식량 자원의 양과 질의 향상에 어떻게 기여하였는지를 설명할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 과학	김희준 외	(주)상상아카데 미	2015년	260
기타					

3) 2번 문제-다 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	과1216-1. 성간 공간에서 원자들의 충돌과 공유결합을 통해 안정한 수소와 질소 분자, 그리고 일산화탄소, 물, 암모니아와 같은 간단한 화합물이 생성됨을 설명할 수 있다.				
출처	<b>도서명</b>	<b>저자</b>	<b>발행처</b>	<b>발행년도</b>	<b>쪽수</b>
고등학교 교과서	고등학교 과학	오필석 외	천재교육	2015년	71
기타					

4) 2번 문제-라 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	화1305-1. 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명할 수 있다.				
출처	<b>도서명</b>	<b>저자</b>	<b>발행처</b>	<b>발행년도</b>	<b>쪽수</b>
고등학교 교과서	고등학교 화학I	박종석 외	(주)교학사	2013년	180
기타					

5) 2번 문제-마 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	화1304. 루이스 구조를 통해 공유 결합의 성질과 쌍극자 모멘트와 관련된 결합의 극성을 설명할 수 있다.				
출처	<b>도서명</b>	<b>저자</b>	<b>발행처</b>	<b>발행년도</b>	<b>쪽수</b>
고등학교 교과서	고등학교 화학I	박종석 외	(주)교학사	2013년	166-167
기타					

6) 2번 문제-바 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	화1305-2. 분자의 물리적, 화학적 성질을 분자의 구조를 이용하여 설명할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학I	김희준 외	(주)상상아카데미	2015년	150
기타					

나. 문항별 출제근거

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	<p>생1413-2. 생태계에서 물질이 생산되어 순환되는 원리를 이해하고 탄소와 질소의 순환 과정에 대해 설명할 수 있다.</p> <p>과1251-1. 질소 고정의 의미를 이해하고, 질소 비료의 생산이 식량 자원의 양과 질의 향상에 어떻게 기여하였는지를 설명할 수 있다.</p> <p>과1216-1. 성간 공간에서 원자들의 충돌과 공유결합을 통해 안정한 수소와 질소 분자, 그리고 일산화탄소, 물, 암모니아와 같은 간단한 화합물이 생성됨을 설명할 수 있다.</p> <p>화1305-1. 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명할 수 있다.</p> <p>화1304. 루이스 구조를 통해 공유 결합의 성질과 쌍극자 모멘트와 관련된 결합의 극성을 설명할 수 있다.</p> <p>화1305-2. 분자의 물리적, 화학적 성질을 분자의 구조를 이용하여 설명할 수 있다.</p>				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 생명과학 I	권혁빈 외	(주)교학사	2015년	209
	고등학교 과학	김희준 외	(주)상상아카데미	2015년	260
	고등학교 과학	오필석 외	천재교육	2015년	71
	고등학교 화학 I	박종석 외	(주)교학사	2013년	166-167, 180
	고등학교 화학 I	김희준 외	(주)상상아카데미	2015년	150
기타					

### 3. 제시문 해설

#### 1) 2번 문제-가 제시문

주제	질소의 순환
내용 요약	생물의 구성 성분인 단백질이나 핵산의 중요한 성분인 질소가 자연계에서 어떻게 순환되는지에 대한 설명과 질소가 식물이 이용할 수 있는 형태로의 전환과정 (질소고정)을 통해 분자 상태의 질소가 암모늄 이온이나 질산 이온의 형태로 전환되어 뿌리를 통해 흡수됨을 소개함.

#### 2) 2번 문제-나 제시문

주제	하버의 암모니아 생산 공정 및 질소 비료
내용 요약	인류 식량 문제를 획기적으로 해결 할 수 있었던 하버의 촉매를 이용한 암모니아 합성법에 대해 소개 하고 분자 상태의 질소가 식물이 직접 사용하지 못하는 이유에 대한 의문을 제기하며 식물이 필요한 성분을 사용하기 위해서는 물속에 녹아 있는 상태로 흡수된다는 사실을 소개함.

#### 3) 2번 문제-다 제시문

주제	공유결합
내용 요약	우주공간에 존재하는 분자로서 수소와 질소의 공유 결합을 예를 들어 비교함으로써 단일 결합의 수소 분자와 삼중 결합의 질소 분자의 특성에 대하여 소개함. 질소 분자의 삼중 결합은 수소 분자의 단일 결합보다 안정하여 질소 분자는 다른 물질과 거의 반응하지 않는다는 사실에 대해 소개함.

#### 4) 2번 문제-라 제시문

주제	암모니아의 분자 구조
내용 요약	암모니아의 분자의 삼차원적 구조를 전자쌍 반발 원리를 이용하여 예측하는 예시를 제시함으로써 질소와 수소 원자 사이에 단일 결합이 3개 존재하고 그 구조가 비대칭적인 삼각뿔형임을 소개함.



5) 2번 문제-마 제시문

주제	극성 공유 결합과 무극성 공유 결합
내용 요약	수소 분자를 예로 하여 동종 이원자 분자의 경우 그 결합이 무극성 공유 결합이며 형성된 분자도 무극성 분자임을 설명하고 질소, 산소 등도 이에 속한다고 예시함. 또한 염화수소 분자를 예를 들어 구성 원자의 전기음성도 차이가 공유한 전자쌍의 편극을 유도하여 극성 공유 결합을 형성함을 설명하였고 극성 분자의 예로 물과 암모니아가 이에 속한다고 예시함.

6) 2번 문제-바 제시문

주제	유유상종의 원리
내용 요약	가정에서 손쉽게 입속의 매운맛을 없애는 방법을 예로 하여 매운 맛을 나타내는 분자가 상대적으로 무극성에 가까워 극성인 물에는 거의 녹지 않지만, 우유 속의 지방 성분에는 잘 녹아 쉽게 매운맛을 없앨 수 있다는 현상으로 화학에서의 '유유상종'의 원리를 소개함.

**4. 문항 해설(분석)**

주제	분자의 구조 차이에 의한 물리화학적 특성이 자연계에 어떻게 영향을 끼치는가?	
출제범위	과목명 (해당교과목 모두기재)	과학, 생명 과학I, 화학I
	내용영역 또는 핵심개념/용어	질소 순환, 질소 고정, 공유 결합, 단일 결합, 삼중 결합, 분자 구조, 전자쌍 반발 원리, 무극성 분자, 극성 분자
답안 유형	주관식 서술형	
답안작성 예상시간	25-30분	

## 5. 문항별 평가기준

상	S	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 식물이 공기 중의 질소 분자를 직접 사용하지 못하고 물에 녹은 상태의 암모니아 형태로 뿌리를 통해 흡수됨을 서술함.</li> <li>2. 질소 분자가 무극성 공유 결합을 하는 무극성 분자이며 3중 결합을 하고 있는 안정한 상태임을 설명함.</li> <li>3. 암모니아는 극성 공유 결합을 하는 극성 분자이며 단일 결합으로 이루어져 있음을 설명함.</li> <li>4. 극성 분자인 암모니아는 극성 분자인 물에 잘 녹는 반면 무극성 분자인 질소 분자는 잘 녹지 않음을 설명함.</li> <li>5. 단일 결합으로 존재하는 암모니아에 비해 3중 결합으로 존재하는 질소 분자는 흡수 되더라도 결합력이 강해 쉽게 단백질이나 핵산으로 변환 되지 못함을 설명함.</li> </ol>
	A	S 등급의 5가지 기준 중 4개지만 서술한 경우
중	B	S 등급의 5가지 기준 중 3개지만 서술한 경우
	C	S 등급의 5가지 기준 중 2개지만 서술한 경우
하	D	S 등급의 5가지 기준 중 1개지만 서술한 경우
	E	질문 의도와 전혀 관련이 없는 내용의 답안, 백지답안

## 6. 모범답안(예시답안)

[가], [나]에서 식물은 대기 중의 질소를 직접 사용하지 못하고 물에 녹아 있는 암모늄 이온을 뿌리를 통해 흡수한다고 하였다. 질소 분자는 [다]와 [마]를 통해 3중 결합으로 이루어져 있고 무극성 공유 결합을 하고 있는 무극성 분자이며 암모니아는 [라]와 [마]를 통해 단일 결합으로 이루어져 있고 극성 공유 결합을 하고 있는 극성 분자임을 알 수 있다. [바]에서 극성 분자는 극성 분자끼리, 무극성 분자는 무극성 분자끼리 잘 섞인다고 하였으므로 식물이 질소 분자를 직접 사용하지 못하고 암모니아를 사용하는 이유는 단일 결합으로 이루어진 극성 분자인 암모니아는 극성 분자인 물에 잘 녹아 쉽게 뿌리를 통해 흡수하여 분해 할 수 있으나 무극성인 분자인 질소는 물에 잘 녹지 못하고 설사 녹는다고 해도 3중 결합의 안정성으로 인하여 쉽게 단백질이나 핵산으로 변환시키지 못하기 때문이다.

## [문제 3]

### 1. 출제의도

전력수요 만족에 따른 전기에너지의 효율 향상은 앞으로 우리가 살아가는데 있어서 중요하게 생각해야 할 부분이다. 특히 자연계 지원 학생들의 경우 향후 본인이 선택한 진로가 사회 전반에 걸쳐 우리 실생활에 밀접한 분야에서 역할을 해야 한다. 이에 고교 교과 과정의 물리 1에서 배운 저항, 코일, 축전기에 관한 내용을 실생활의 전압조건인 교류와 주파수에서의 그 소자에 관한 개념을 이해하는지를 평가하고자 한다. 이 소자들이 직렬로 연결되어 있는 기본 회로를 중심으로 교류 전압이 주어졌을 때 동일한 주파수에서 용량 리액턴스와 유도 리액턴스의 공식을 이해하고, 동일 전압 상에서 전력수요를 만족하기 위해서는 전류를 높여야 하며, 전류를 높이기 위해 직렬회로에 연결되어 있는 저항, 코일 그리고 축전기를 어떻게 해야 하는 게 효율적인지를 제시문의 내용을 근거로 종합적으로 사고할 수 있는가를 평가하고자 한다. 특히 동일 전압 상에서 전류를 상승시키기 위해선 저항과 코일의 값을 작게 하고 축전기의 값을 크게 하면 좋지만 저항의 경우 그 값을 작게 할수록 경제적인 추가 비용이 발생하며, 코일의 경우 맴돌이 전류가 형성되기 때문에 존재 자체에서 전력손실은 지속적으로 이루어져 축전기의 값 변화만을 통해 전류를 상승시켜 전기에너지 효율 향상을 이룰 수 있음을 유추해 낼 수 있는가를 평가하고자 한다.

### 2. 제시문 및 문항 출제근거

#### 가. 제시문별 출제근거

##### 1) 3번 문제-가 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	물1322-1. 전자기파 발생과 안테나를 통한 수신과정을 설명할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 물리 I	김영민 외 7인	(주)교학사	2015	pp. 231-234
기타					

##### 2) 3번 문제-나 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	물1322-1. 전자기파 발생과 안테나를 통한 수신과정을 설명할 수 있다.				
출처	<b>도서명</b>	<b>저자</b>	<b>발행처</b>	<b>발행년도</b>	<b>쪽수</b>
고등학교 교과서	고등학교 물리 I	김영민 외 7인	(주)교학사	2015	p. 235
기타					

3) 3번 문제-다 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	물1412. 전력 수송과정에서 에너지 손실을 표현하고, 소모되는 전력을 줄이는 방법을 설명할 수 있다.				
출처	<b>도서명</b>	<b>저자</b>	<b>발행처</b>	<b>발행년도</b>	<b>쪽수</b>
고등학교 교과서	고등학교 물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2013	pp. 240-241
기타					

4) 3번 문제-라 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	물1412. 전력 수송과정에서 에너지 손실을 표현하고, 소모되는 전력을 줄이는 방법을 설명할 수 있다.				
출처	<b>도서명</b>	<b>저자</b>	<b>발행처</b>	<b>발행년도</b>	<b>쪽수</b>
고등학교 교과서	고등학교 물리 I	김영민 외 7인	(주)교학사	2015	p. 276
기타					

5) 3번 문제-마 제시문

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	물1412. 전력 수송과정에서 에너지 손실을 표현하고, 소모되는 전력을 줄이는 방법을 설명할 수 있다.				
출처	<b>도서명</b>	<b>저자</b>	<b>발행처</b>	<b>발행년도</b>	<b>쪽수</b>
고등학교 교과서	고등학교 물리 I	김영민 외 7인	(주)교학사	2015	p. 278
기타					

나. 문항별 출제근거

적용 교육과정	2009 개정 과학과 교육과정				
성취기준	물1322-1. 전자기파 발생과 안테나를 통한 수신과정을 설명할 수 있다. 물1412. 전력 수송과정에서 에너지 손실을 표현하고, 소모되는 전력을 줄이는 방법을 설명할 수 있다.				
출처	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2013	pp. 240-241
	고등학교 물리 I	김영민 외 7인	(주)교학사	2015	pp. 231-235 pp. 276-278
기타					

### 3. 제시문 해설

#### 1) 3번 문제-가 제시문

주제	전기용량과 용량 리액턴스
내용 요약	축전기의 전기용량을 크게 하기 위한 조건 및 축전기에 의한 저항인 용량 리액턴스에서는 전기용량의 크기는 용량 리액턴스와 반비례관계임을 보여줌.

#### 2) 3번 문제-나 제시문

주제	유도용량과 유도 리액턴스
내용 요약	코일에 의한 저항인 유도 리액턴스 용량과 유도용량의 크기는 유도 리액턴스와 비례관계임을 보여줌.

#### 3) 3번 문제-다 제시문

주제	전력과 전력손실
내용 요약	전력의 개념과 전력손실을 줄이기 위한 저항의 관계를 보여줌.

#### 4) 3번 문제-라 제시문

주제	전력감소와 저항과의 관계
내용 요약	저항 감소를 위한 송전선의 굵기, 무게와의 관계를 알고, 경제적 가치를 보여줌.

5) 3번 문제-마 제시문

주제	변압기
내용 요약	저항과 코일로 구성되어 있는 변압기의 경우 맴돌이 전류의 흐름으로 전력손실이 발생하여 이에 대한 에너지 효율적 방안을 보여줌.

#### 4. 문항 해설(분석)

주제	에너지효율 향상을 위한 직렬 교류회로에서의 저항, 코일, 축전기의 제작 구성	
출제범위	과목명 (해당교과목 모두기재)	과학, 물리
	내용영역 또는 핵심개념/용어	(내용 영역 또는 핵심 개념) 전자기파 발생과 안테나를 통한 수신과정 전력 수송과정에서 에너지 손실 소모되는 전력을 줄이는 방법 (용어) 전자기파, 직렬회로, 교류회로, 저항, 용량 리액턴스, 유도 리액턴스, 전력, 전력 수송, 소모전력, 에너지 효율
답안 유형	주관식 서술형	
답안작성 예상시간	30~35분	

## 5. 문항별 평가기준

상	S	<p>동일 전압에서 전력수요 만족(또는 에너지 효율 향상)를 위해 <b>전류를 상승</b>시켜야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전류 상승을 위해 <b>저항의 값은 작게</b> 해야 한다.</li> <li>2. 전류 상승을 위해 <b>코일(또는 인덕턴스)의 값은 작게</b> 해야 한다.</li> <li>3. 전류 상승을 위해 <b>축전기(또는 커패시턴스)의 값은 크게</b> 해야 한다.</li> <li>4. 저항은 경제적인 측면을 고려할 때 기존 상태를 유지하며 사용하는 게 효율적이다. (※ 저항을 줄이기 위해 저항이 작은 금속으로 만들거나 굵게 만들어 이용한다고 기술하여도 무방함. 단, 제시문 [라]에서 제시한 송전선이 아닌 낮은 전압 상태라는 이유가 명시되어야 함.)</li> <li>5. 코일(또는 인덕턴스)은 메모리가 전류 발생으로 기존 상태를 유지하며 사용하는 게 효율적이다.</li> <li>6. 축전기(또는 커패시턴스)의 값을 크게 하기 위해서는 금속판 면적을 넓게 그리고 간격을 좁게 제작하여 사용한다.</li> </ol>
	A	<p>동일 전압에서 전력수요 만족(또는 에너지 효율 향상)를 위해 <b>전류를 상승</b>시켜야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전류 상승을 위해 <b>저항의 값은 작게</b> 해야 한다.</li> <li>2. 전류 상승을 위해 <b>코일(또는 인덕턴스)의 값은 작게</b> 해야 한다.</li> <li>3. 전류 상승을 위해 <b>축전기(또는 커패시턴스)의 값은 크게</b> 해야 한다.</li> <li>4. 저항은 경제적 측면을 고려할 때 기존 상태를 유지하며 사용하는 게 효율적이다.(※ 저항을 줄이기 위해 저항이 작은 금속으로 만들거나 굵게 만들어 이용한다고 기술하여도 무방함. 단, 제시문 [라]에서 제시한 송전선이 아닌 낮은 전압 상태라는 이유가 명시되어야 함.)</li> <li>5. <u>코일(또는 인덕턴스)의 값을 작게 하기 위해 (철심을 감고 있는) 코일의 턴수(감는 횟수)를 적게 한다.(또는 다른 이유)</u></li> <li>6. 축전기(또는 커패시턴스)의 값을 크게 하기 위해서는 금속판 면적을 넓게 그리고 간격을 좁게 제작하여 사용한다.</li> </ol>
중	B	<p>동일 전압에서 전력수요 만족(또는 에너지 효율 향상)를 위해 <b>전류를 상승</b>시켜야 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전류 상승을 위해 <b>저항의 값은 작게</b> 해야 한다.</li> <li>2. 전류 상승을 위해 <b>코일(또는 인덕턴스)의 값은 작게</b> 해야 한다.</li> <li>3. 전류 상승을 위해 <b>축전기(또는 커패시턴스)의 값은 크게</b> 해야 한다.</li> <li>4. S의 4,5,6의 각 소자의 제시 방법 중 2가지만 기술 한 경우</li> </ol>
	C	<p>동일 전압에서 전력수요 만족(또는 에너지 효율 향상)를 위해 <b>전류를 상승</b>시켜야 한다.</p>

		1. 전류 상승을 위해 <b>저항의 값은 작게</b> 해야 한다. 2. 전류 상승을 위해 <b>코일(또는 인덕턴스)의 값은 작게</b> 해야 한다. 3. 전류 상승을 위해 <b>축전기(또는 커패시턴스)의 값은 크게</b> 해야 한다. 4. S의 4,5,6의 각 소자의 제시 방법 중 1가지만 기술한 경우
하	D	S의 1,2,3,4,5,6번에 대하여 기술하지 못한 경우 또는 다른 내용으로 기술한 경우
	E	질문 의도와 전혀 관련이 없는 내용의 답안, 백지 답안

## 6. 모범답안(예시답안)

저항, 코일, 축전기가 직렬로 연결된 교류회로에 공급된 전압은 정해져 있기 때문에 전기에너지 효율을 향상시키기 위해서는 이 회로에 흐르는 전류를 높여야 한다. 이때 이 회로에 연결된 코일(인덕턴스)과 축전기(커패시턴스)의 저항인 유도 리액턴스와 용량 리액턴스의 단위는 저항과 동일하므로, 동일한 주파수에서 전류의 세기를 높여주기 위해서는 기존의 코일(인덕턴스)의 값은 저항과 같이 작게 해주고, 축전기는 크게 해주어야 한다. (제시문에서 제시한 바와 같이) 저항은 기존의 상태보다 작게 할수록 경제적인 측면에서 효율이 떨어지고(또는 주어진 조건이 낮은 전압상태라면 저항을 줄이기 위해 저항이 작은 금속으로 만들거나 굵게 만들어 사용하고), 코일의 경우 맴돌이 전류로 전기에너지가 지속적으로 소모되므로 저항과 더불어 기존의 상태를 유지하여 사용하고, 축전기의 경우 금속판 면적을 넓게 그리고 간격을 좁게 제작하여 저항, 코일, 축전기를 직렬회로로 연결하면, 동일 전압과 동일 주파수가 주어질 때 전류가 상승하여 전기에너지 효율과 경제적 효율을 향상시킬 수 있을 것이다.