

제 1 교시
#20분(A형)

국어 영역(A형)

흡수형

[01~03] 다음 지문을 읽고, 문제에 답하시오.

지구 온난화에 대한 협의의 시초라고도 볼 수 있는 사건은 지금으로부터 얼마 예전이였다. 1997년에 일본 교토에서 열린 제3차 당사국 총회에서는 ‘기후변화에 관한 UN 규약의 교토 의정서(약칭 교토 의정서(Kyoto Protocol))’가 채택되었고, 2005년부터 발효되었다. 교토 의정서는 온실 효과를 보이는 6종의 온실 가스의 배출량 감소 목표치를 정하고 있는데, 2008년~2012년 사이에 선진국의 전체 온실 가스 배출량을 1990년 대비 최소한 5.2%를 감축할 것을 목표로 하고 있다. 우리나라는 2002년에 이 조약을 채택하여, 온실 가스 배출량의 감축 의무를 지게 되었다. 그러면 그곳에서 지정한 “온실 기체”라는 것은 무엇을 기준으로 선정될까? 교토 의정서는 여러 내용을 위에서 말했듯 담고 있는데, 거기선

CO ₂	CH ₄	N ₂ O
이산화탄소(탄산가스)	메탄(메테인)	산화이질소(이산화질소)
HFC	PFC	SF ₆
수소화플루오르화탄소	과플루오르화탄소	육플루오르화황

다음과 같은 6가지 기체가 선정되었다. 허나 의외로 지구에서 꽤 비중을 차지

하는 질소(N₂)와 산소(O₂)는 이 반열에 오르지 못하였다. 따라서 이러한 기체들의 선정 기준은 무엇인지, 왜 육플루오르화황 같은 생소한 분자가 어째서 지구의 대기 중 농도가 매우 높은 질소와 산소를 제치고 온실 기체로 선정될 수 있었는지에 대한 고찰이 필수적이다.

온실 가스는 지구의 복사열인 적외선을 흡수하여, 지구로 다시 방출하는 기체를 말한다. 지구 대기는 질소가 78.1%, 산소가 20.1%, 그리고 아르곤이 0.9%이다. 이들의 농도는 이산화탄소의 농도보다도 월등히 높다. 하지만, 질소, 산소와 아르곤 기체는 적외선을 잘 흡수하지 않아 온실 효과를 보이지 않는다. 이는 1850년대 말에 실험으로 증명되었으며, 20세기 초반에는 분광학적으로 설명되었다. 약 300K(27 °C)인 지구는 (흑체 복사의 법칙의 계산식에 따르면) 복사광의 최대 세기의 파장이 약 10μm인 적외선을 방출한다. 따라서 온실 효과를 보이는 기체는 적외선을 흡수할 수 있어야 한다는 것이다.

분자가 적외선을 흡수하면 그 영향으로 인해 진동에너지가 높아지게 되는데, 모든 분자가 적외선을 잘 흡수하는 것은 아니다. 적외선을 흡수하여 진동에너지 상태가 변하기 위해서는 진동할 때 분자의 쌍극자 모멘트가 변해야 한다. 쌍극자 모멘트란 분자 내에서 각 원자 사이의 끌어당기는 힘이 기하적으로 평형을 이루는지 아닌지에 대한 지표이다. 가령 원자들이 서로 끄는 힘이 대칭으로서 평형을 이루면 그 쌍극자 모멘트의 값은 0이고, 그렇지 않으면 0보다 크다. 쌍극자 모멘트가 0인 분자를 무극성 분자라고 부르며, 질소 기체나 산소 기체, 이산화탄소와 메탄이 이에 해당한다. 그렇지 않은 분자는 극성

분자라고 하며, 대표적으로 물, 암모니아 등이 있다. 이 개념은 분자의 진동에서도 힘이 대칭을 이루는지 아닌지에 따라 그 지표로서 이용될 수 있다.

따라서 질소와 산소는 같은 원자로 구성된 이원자 분자로서 진동할 때 쌍극자 모멘트가 변하지 않아 적외선을 흡수할 수 없다. 아르곤은 단원자 분자로 진동에너지가 없어 역시 적외선을 흡수하지 않는다. 반면에 이산화탄소와 메탄은 비록 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이나, 이들 분자의 진동 방식 중 일부에서는 진동할 때 쌍극자 모멘트가 변하기 때문에 적외선을 흡수하고, 따라서 때에 따라 적절히 온실 효과를 나타낼 수 있다. 즉, 평소 분자의 일반적인 상태는 온실 가스로서의 분류에 크게 영향을 미치지 않을 수 있다. 온실 가스로서 정의되기 위해서는 적외선에 의해 분자가 진동할 때 쌍극자 모멘트가 변화하는 분자의 경우 적외선을 흡수할 수 있는 조건이 성립되어 적외선을 흡수 및 방출할 수 있게 되어야 한다. 이산화 탄소와 같이, 평상시에 무극성인 선형 분자여도 진동할 때 쌍극자 모멘트가 변화한다면 적외선을 흡수할 수 있고, **④극성 분자는**

01. 다음 글을 읽고, 옳지 않게 추론한 것은?

- ① 질소 기체와 산소 기체는 교토 의정서에 따르면 6가지 온실 기체에 포함되지 않는다.
- ② 선형 무극성 이원자 분자가 진동할 때 진동에너지가 변화하면 그 기체는 온실 기체이다.
- ③ 쌍극자 모멘트가 0보다 크면 극성 분자이고, 극성 분자 중에는 온실 기체가 아닌 것도 있을 수 있다.
- ④ 수증기는 적외선을 흡수하여 쌍극자 모멘트가 변화할 수 있다면 온실 기체로 분류될 수 있다.
- ⑤ 비선형 무극성 분자는 적외선을 흡수하여 쌍극자 모멘트가 변화할 수 없다.

02. ④에 대하여 빈칸에 들어갈 수 있는 내용에 대한 추론으로 옳은 것은?

- ① 무극성 분자는 적외선 흡수 시 쌍극자 모멘트의 변화가 생긴다면 온실 기체일 수 있으나, 극성 분자는 기존에 극성 상태로 쌍극자 모멘트가 0보다 크므로 적외선을 흡수하더라도 변화가 생기지 않아 온실기체가 될 수 없겠군.
- ② 극성 분자는 쌍극자 모멘트가 변화하지 않더라도 이미 쌍극자 모멘트가 0보다 크므로 진동 에너지가 변화하지 않아 온실 기체로 쉽게 판정될 수 없겠군.
- ③ 극성 분자가 온실 기체로 판정되는 경우에는 적외선과 상호작용할 때 쌍극자 모멘트가 양수에서 0으로 돌아가며

무극성 분자 상태가 되면서 온실 기체로서 쌍극자 모멘트 값이 변화할 것이라고 추론할 수 있겠군.

④ 극성 분자도 쌍극자 모멘트 값이 기존의 값에서 변동되게 진동하면 경우에 따라 온실 기체로 판명 될수도, 그렇지 않다면 온실 기체가 아닌 것으로 판명되겠군.

⑤ 수소화플루오르화탄소는 극성 선형 분자이므로 이산화탄소와 같이 온실 기체로 분류될 수 있겠군.

03. 다음은 세 가지 원자로 이루어진 이산화 탄소 분자의 진동 방식에 관한 모식도이다. 다음 그림과 제시문을 보고, 다음 중 옳지 않은 설명을 고르시오. [3점]

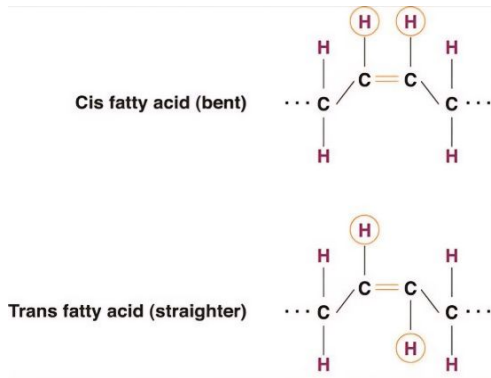
<보기>

보통 화학 분자 구조 모형에서는 이산화 탄소를 무극성으로 설명하고, 이는 기하적으로 모순이 없다. 그러나, 이산화 탄소가 진동할 시에는 꼭 무극성 상태로 있는 것은 아니다. 위 그림은 이산화탄소(CO₂)의 진동방식의 모식도이며, 4가지 방식이 있음을 알 수 있다. 쌍극자 모멘트의 값이 변하지 않는 모형은 (가)이며, 나머지는 쌍극자 모멘트의 값이 변화한다고 가정한다. 이 때, 이산화탄소는 특정 경우에는 온실 기체로 역할할 수 없고, 특정 경우에는 온실 기체로 역할할 수 있다고 생각한다. 또한, 분자의 진동 방식의 수는 분자에 있는 원자의 개수(N)에 의해 달라질 수 있다.

- ① (가)의 경우를 제외하고는 진동할 때 쌍극자 모멘트가 변화해 적외선을 흡수할 수 있겠군.
- ② 이산화 탄소가 적외선의 영향으로 진동할 때는 기존의 극성 무극성 여부와 상관없이 다른 상태가 될 수도 있겠군.
- ③ 만약 분자의 원자 개수가 3개인 물의 진동 방식이 3가지이고, 3가지 방식 모두 쌍극자 모멘트의 값이 변화하는 방식이라면 물과 이산화 탄소 모두 온실 기체로 판정될 수 있는 확률은 1이겠군.
- ④ 메탄은 이산화탄소와 분자를 이루는 원자의 개수가 다르므로 분자의 진동 방식의 수가 서로 같지 않을 수 있으며 그에 따라 메탄은 이산화 탄소와 다르게 모든 진동 방식에서 쌍극자 모멘트의 값이 변화할 수도 있겠군.
- ⑤ (가)의 진동 방식은 쌍극자 모멘트의 변화가 없는 방향이므로 진동에너지가 변화하지 않는 일상 상태에서 저 방향으로 원자들이 서로 상호작용하고 있어 이산화 탄소가 일반적으로 무극성 분자로 판정되는 것으로 추론할 수 있겠군.

[04~05] 다음 지문을 읽고, 물음에 답하시오.

우리 일상에서 흔히 접하는 지방은 다양한 구조적 차이를 가지게 되며, 이에 따라 체내에서도 상이하게 작용한다. 지방은 흔히 글리세롤 분자와 지방산 3개가 결합된 형태이다. 이 때, 직선형 형태를 가지며, 이중결합을 가지지 않는 것이 포화 지방산이며, 굽은형 구조를 가지며 이중 결합을 가져 굽어지는 불포화 지방산이 있다. 불포화 지방산은 보통 cis(시스) 지방산으로 불리는데, 탄소의 이중결합 부분이 화학의 cis결합 형태로 이루어져있기 때문이다. cis 결합은 H 원자 2개가 서로 같은 공간에 밀집되어 분포하므로 굽음이 상쇄되지 않고 굽음(결합)이 누적되어 그대로 굽게 된다. 반면 포화 지방산은 H원자 4개가 위아래로 균일하게 배열되므로 일직선의 구조를 가지게 된다. 열이나 빛 등에 의해 불포화 시스 지방산이 트랜스(trans) 지방산으로 변형되기도 하는데, 이 때 trans 구조는 H 원자 2개가 교대로 배열되면서 굽음이 상쇄되고, 따라서 굽음(결합)이 누적되지 않으므로 일직선과 유사한 구조를 지니게 된다.



보통 간에서 분자가 일직선 구조를 가질수록 더 차곡차곡 쌓이기 쉽다. 이러한 일직선 구조의 포화지방산이나 트랜스 지방산은 차곡차곡 쌓이게 되는 것이다. 반면 시스 지방산(불포화 지방산)은 쉽게 쌓이지 않아 간에서의 축적이 덜하다.

말하기에 앞서 간략히 언급하자면, 결국 간에서 지방산은 DGAT라는 중성지방 변환 효소에 의해 중성 지방이 되고, 이것이 곧 VLDL에 원활히 포장(packaging)되면 혈액 내로 운반되어 체내에 축적되게 되는 것이다. 이 과정을 자세히 이야기 하자면, 포화 지방산이나 열 등에 의해 가공된 트랜스 지방산이 간에 이동할 때, 간세포에 직선형 구조를 가지는 이들은 스트레스를 유발하게 된다. 스트레스(stress)란 기존의 유동적인 세포막에 유동적이지 못한 직선형 지방산이 박히거나 영향을 미칠 때 세포 내로 전달되는 신호라고 이해하면 편한데, 이는 곧 전사인자 SREBP-1c를 활성화시키게 된다. SREBP-1c는 전사인자로, 지방 합성 효소의 발현을 촉진시킨다.

따라서 역시 DGAT 효소의 발현도 촉진시키는데, 이러한 DGAT 효소는 직선형 지방산을 중성 지방(TAG)로 과도하게 전환시켜 혈액 운반자 VLDL에 과도하게 포장(packaging)시켜 혈액에는 중성 지방이 증가하고, 이들이

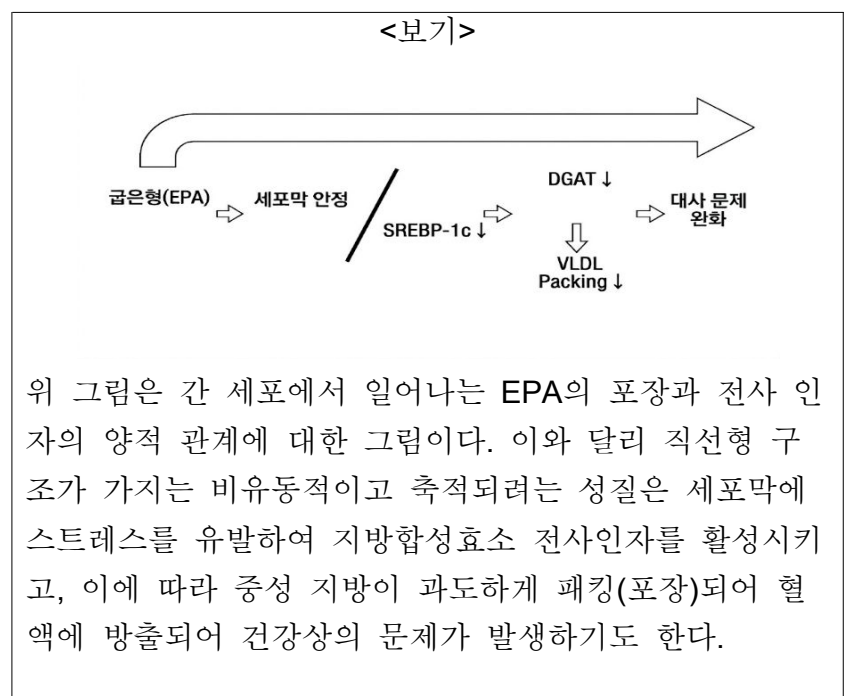
과도축적되어 콜레스테롤 농도는 증가할 수 있게 된다. 이러한 직선형 지방산의 작용을 억제하는 것이 불포화 지방산(cis fatty acid) 혹은 EPA(omega-3)이다. EPA는 탄소-수소의 이중 cis결합 구조를 5개나 가진다. EPA 등은 간세포의 유동적인 세포막에 stress를 유발시키지 않으며 전사인자 SREBP-1c의 활성도를 능동적으로 억제시킨다. 따라서 DGAT의 작용과 VLDL의 포장·수송 작용 역시 감소시키므로, 직선형 지방산의 혈액 내 축적 문제 완화에 도움이 될 수 있다.

이러한 EPA 등의 유사한 굽은 구조의 지방산을 이용하면 간 내부의 지방 축적 및 과도한 VLDL에 의한 혈액 방출을 방지하면서 건강한 식단 관리에 도움을 받을 수 있다.

04. 다음 글을 읽고, 윗글의 내용으로 이해할 수 없는 것을 고르시오.

- ① 지방의 종류에는 굽은 형태를 가지는 불포화 지방산과 직선형 형태를 가지는 포화 지방산이 있다.
- ② 포화 지방산은 H원자 4개가 위아래로 배열되어 굽음이 발생하지 않고, 불포화 지방산 중 시스 지방산은 H원자 2개가 서로 같은 공간에 밀집하여 존재하기에 굽음이 발생한다.
- ③ DGAT는 간에서 지방산을 중성 지방으로 변환하는 역할을 하고, 변환된 중성 지방은 VLDL에 포장되어 혈액 속으로 방출된다.
- ④ 굽은 cis 결합 구조가 5개가 존재하는 오메가-3는 유동적인 세포막에 스트레스를 유발하지 않으므로 자동적으로 SREBP-1c의 활성을 억제시킨다.
- ⑤ EPA 등의 굽은 구조의 지방산 유사 물질은 건강한 식단 관리에 도움을 줄 수 있다.

05. 다음 <보기>의 탐구 과정을 읽고, <보기>와 윗글의 내용만으로 추론한 것으로 타당한 것을 고르시오. [3점]



- ① 굽은형 구조를 가지는 EPA가 능동적으로 지방합성효소 전사인자를 억제시키면, 지방 합성 효소 중 하나인 DGAT의 생성량이 감소하여 과도한 중성 지방 전환 및 패킹을 막을 수 있겠군.
- ② 포화 지방산이나 트랜스 지방산 같은 직선형 구조 분자가 간세포의 막에 스트레스를 유발시키지 않더라도 DGAT의 활성이 증가할 수 있겠군.
- ③ 시스 지방산은 트랜스 지방산보다 구조상으로 더 쌓이기 어려우므로 DGAT와 결합하지 않겠군.
- ④ 시스 지방산의 이중 결합 구조는 cis 결합을 형성하는 결정적인 원인이며, 이는 H 원자가 교대로 존재하는 trans 결합 구조에 비해 결합의 상쇄 정도가 더 크겠군.
- ⑤ EPA와 비슷하게 굽은 구조를 지니는 지방산 유사 물질이 존재한다면, 이 물질은 지방합성효소전사인자의 활성을 능동적으로 낮출 수 있다고 할 수 있군.

[06~08] 다음 지문을 읽고, 물음에 답하시오.

중화 반응은 일상 속에서 청소나 약품반응 등에서 거의 빠지지 않고 등장하는 반응이다. 산과 염기 용액을 혼합했을 때 각각 용액에 함유된 수소 이온(H⁺)와 수산화 이온(OH⁻)가 서로 반응하여 물(H₂O)를 만들며 동시에 열을 방출하는 반응을 중화 반응이라고 부른다. 이 과정에서 수소 이온이 더 많은 상태를 산성, 두 이온이 모두 없는 상태를 중성, 수산화 이온이 더 많은 상태를 염기성이라고 일컫는다. 어떻게 보면 단순한 이 실험은 사실 설계 과정이나 정확한 결과 도출에의 목표의 관점에서 쉬운 실험은 결코 아니다. 평소 지시약으로 유명한 "페놀프탈레인" (약자로 PP solution)을 이용할 때 흔히 정량적 분석 결과에 오류가 생기는 경우가 생길 수 있는데, 색이 사라진 용액을 조금 가열하거나 오래 놔두면 다시 붉어지는 현상이 발생할 때가 존재하기 때문인 것으로 분석할 수 있다.

가장 보편적인 예시로 HCl과 NaOH의 적정을 가져와보자. 일단 이 현상을 설명하기 위해, 먼저 PP용액과 과장하여 5% NaOH를 혼합했다고 해보자. 이 때 염기성 용액을 만난 PP 용액은 붉은 색으로 혼합 용액을 변색시킨다. 그런 다음 HCl을 방울방울 넣어가며 적정하여 종말점에 이르게 된다. 여기서 종말점이란 수소 이온과 수산화 이온의 지점이 같아지는 지점이며, 이 때 용액은 중성에 가까워지고 이 때 투입된 HCl의 부피를 측정하면 어느 정도의 염산(HCl)이 사용되었을 때 NaOH의 수산화 이온의 양과 같아지는 지를 파악할 수 있게 된다. 본론으로 돌아와서, 이런 경우 일반적으로 OH⁻가 모두 소진되었기에 색이 중성상태를 지시하는 무색으로 돌아갔을 것이라고 추측할 수 있다. 그런데, 시간이 지나고 보니 종말점에 다다른 줄 알았던 용액이 무색에서 붉은색이 되어버리는 현상이 발생할 우려가 있는데, 이러면 결국 OH⁻가 H⁺와 완전히 반응을 하지 못한 것이니, 결국 우리가 찾은 종말점은 무용지물이 되어버린다. 수산화 이온과 수소 이온의 수가 같다는 것이 아니기 때문이다. 이런 식으로 조금 단순화해서 말하자면 분명 OH⁻가 있는데도 농도가 높아서 PP용액의 색이 순간적으로 탈색되는 상태가 되어버리는 현상이 발생한다.

그렇다면 이러한 현상은 왜 나타날까? 페놀프탈레인은 보통 일반적 상태나 산성 범위에서 Ph1 type의 형태를 나타낸다. 그런데 여기서 염기와 만나면 OH기와 반응하여 Ph2 type로 변형되고, 이 타입에서 우리가 흔히 아는 자주색(붉은색)이 나타나게 된다. 이 색을 띄는 발색단을 quinoid기 라고 부르는데, 이러한 Ph2 type가 생성된 상태에서 만약 Base(염기) 용액이 강염기이거나 농도가 높다면, 추가적으로 OH기와 과도하게 반응할 우려가 있다. 만약 그렇다면, 이러한 발색단 반응기는 결국 역할을 잃어 사라지고 Ph3 type으로까지 변형될 수 있다. 이 구조는 꽤 안정하며 정작 다시 무색을 나타낸다. 그런데 이

구조는 오래 가만히 두거나 가열을 진행시키면 OH기와 분리되면서 Ph2 type으로 되돌아간다. 따라서 정확한 적정이 되지 않았을 때 분명 종말점에서 색이 무색이 되었음에도 나중에 두고보니 붉은 색이 다시 나타났던 이유는 이러한 Ph2 type과 Ph3 type 간의 상호 변형에 의한 것이라고 할 수 있다.

요약하자면, 분명 수산화 이온이 남아 있음에도 그것이 PP와 과량 반응하여 Ph3type의 PP 분자를 생성하게 되면 무색이 되어 실험 당시에는 알아볼 수 없으나 추후 시간이 지나면 수산화 이온과 분리되고, 그러면 다시 붉은 색으로 용액이 변해버리는 것이다. 그러면 결론적으로는 종말점이 제대로 계산되지 못한 것이므로, 정량적 계산에 보통 이용되는 중화 적정 실험에서의 정확도를 향상시키기 위해서는 이러한 decoloration 현상(탈색 현상)을 극복하는 것이 필요하다.

그렇다면 이러한 정량적인 중화점의 측정을 방해하는 요소를 어떻게 극복할 수 있을까? PP용액의 type 변형의 과정을 고려한다면 그 답은 간단하다. **㉠하는 방법을** 이용하고, PP의 변형을 최소화하기 위해 묽은 용액들을 이용하는 것이다. 그렇게 하면 PP가 과량의 수산화 이온과 반응하고 분해되는 그러한 현상들 자체의 발생 가능성이 낮아질 것이다. 그렇기에 여러 요인이 있겠지만, 우리나라 화학과 교육 과정에서는 중화 적정이나 중화 반응 실험의 정량적이고 정확한 결과 도출을 학생들이 스스로 기획하고 계산할 수 있도록 지도하고 있기 때문에 이러한 종말점 계산의 방해 요소들을 최소화 하는 방식을 대표적인 예시로 고수하고 있는 것이다.

06. 다음 글을 읽고, 내용을 알맞게 이해하지 못한 것을 고르시오.

- ① 중화 적정 실험에서 종말점은 수소 이온과 수산화 이온의 수가 같아져 용액이 중성 상태에 가까워 지는 것을 의미한다.
- ② 일반적인 상태나 산성 범위에서 페놀프탈레인 용액은 Ph1 type을 가지게 된다.
- ③ 투하하는 염기 용액의 농도가 매우 높은 강염기 용액일 경우 페놀프탈레인의 분자 구조가 추가적으로 변형되어 무색 상태로 적정이 시작될 수 있다.
- ④ 만약 염기 용액의 농도가 낮은 편이라면, 염기에 산을 넣는 중화적정 방식을 유지해도 큰 문제가 생길 확률이 낮다.
- ⑤ 시간이 지나면 Ph 3type은 Ph1type으로 되돌아 간다.

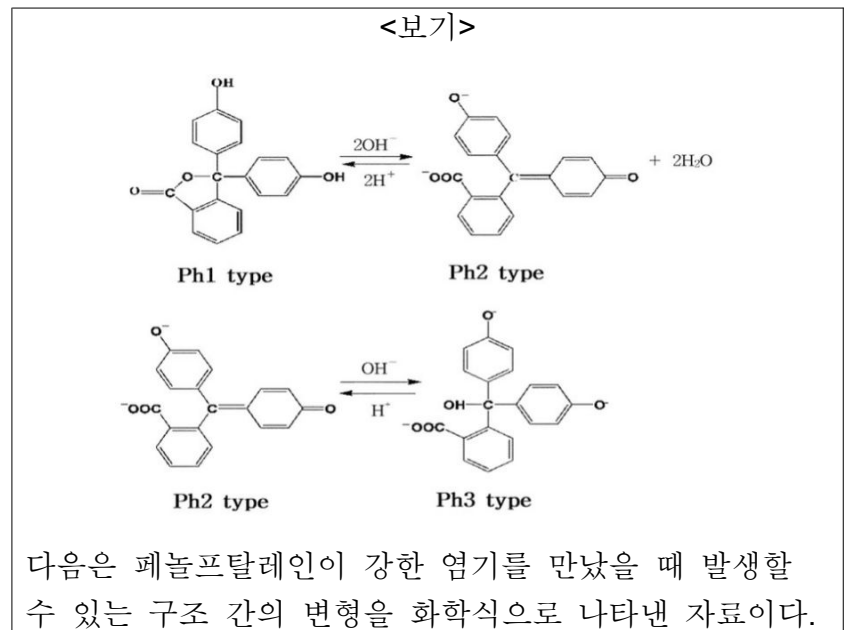
07. 다음 글을 통해 추론할 수 있는 **㉠하는 방법**에 대한 설명으로 문맥상 가장 적절한 것을 고르시오.

- ① 이 방법은 약한 염기에 산을 넣는 방식을 말한다..
- ② 이 방법은 염기에 의한 변형이 적은 페놀프 탈레인을 사

용하는 것을 말한다.

- ③ 이 방법은 처음부터 산에 염기를 적정하는 방식을 말한다.
- ④ 이 방법은 PP 용액의 구조 변화를 억제하기 위해 산의 농도를 더 높이는 것을 말한다.
- ⑤ 이 방법은 추후 시간이 흘러 다시 용액이 붉어질 때 다시 산을 적정하여 실험을 마무리 하는 것을 말한다.

08. 다음 글을 읽고, 아래 <보기>와 관련하여 옳게 설명하지 못한 것을 고르시오. [3점]



- ① Ph1 type에서 Ph2 type으로 변형될 때, 색이 무색에서 붉은색으로 변화하게 된다.
- ② Ph2 type이 Ph1 type에서 변형될 때, 첨가되는 2개의 수소 이온의 영향으로 인해 2개의 물 분자가 방출된다.
- ③ Ph2 type이 과도하게 수산화 이온을 만나면 Ph3 type으로 변형되어 색이 무색으로 변하게 되어 적정 실험에서 혼란을 야기할 수 있다.
- ④ Ph3 type에 수소 이온을 첨가하면 Ph2 type으로 되돌아갈 수 있다.
- ⑤ Ph2 type에 2개의 물분자와 2개의 수소 이온이 첨가되면 Ph1 type으로 되돌아갈 수 있다.

* 확인 사항

- 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확히 기입(표기)했는지 확인 하시오.
- 이어서, 「선택과목(화법과 작문)」 문제가 제시되오니, 자신이 선택한 과목인지 확인하시오.