

탄화수소와 탄소의 동소체

학생들이 생각보다는 탄화수소의 유도체부분에서 많이 틀린다.

조그만 연습하면 구조를 예측할 수 있고 구조만 그려놓으면 더욱 쉽게 풀리는 문제들이다. 평소에 구조에 익숙하지 않으면 학생들의 입장에서는 시간을 잡아먹는 경우가 된다. 탄화수소 쉽게 그리기부터 차근차근 시간을 들여 읽어 보고 손으로 직접 써 보면서 해 보세요. 외우는 것 없습니다. 그냥 연습입니다. 습,,,,습,,,,습,,,,,

탄소 동소체도 정리해 보세요. 부족한 부분은 학생들이 보충하여 잘 정리하세요, 쉬운 것에서 틀리면 억울하잖아요.

얼마 남지 않았지만 아직 화학 1 정리할 시간 많습니다.

손으로 그리면서 하세요. 외우면 아니 되웁니다. 외우면 무언가 잘못하고 있는 것 입니다. 명심하세요!!!!!!!!!!!!!!

Good Luck!!!

From Chemi

탄화수소 구조 그리기

탄소 화합물은 탄소가 H, C, O, N의 원자와 다양하게 결합하여 만든 많은 다양한 물질이다. 이 화합물 중에서 H와 결합하여 원소의 종류가 C와 H인 화합물을 **탄화수소 화합물**이라고 한다.

탄화수소 화합물은 탄소와 탄소의 결합 형태에 의해 몇 가지로 분류한다. 이것은 필히 알아야 한다. 우선 **포화 탄화수소**는 탄소와 탄소 사이에 **단일 결합**만 존재하는 화합물이다.

불포화 탄화수소는 탄소와 탄소의 결합이 2중 결합이나 3중 결합이 있는 경우를 말한다.

또 탄소와 탄소가 길게 연결 된 것을 사슬 형과 고리 모양이 있다.

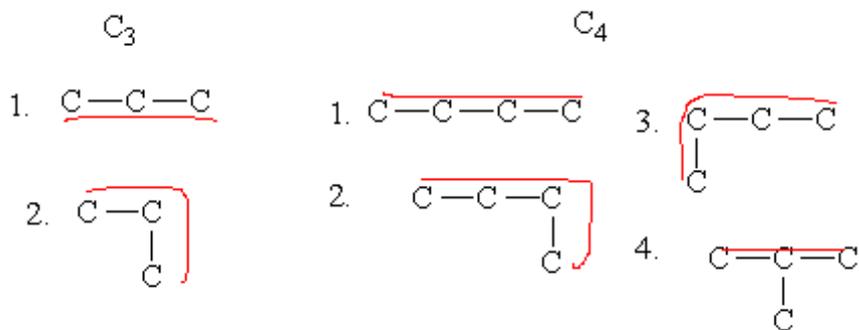
탄소화합물은 Lewis 구조를 만족하는 옥텟 구조를 가진다. 탄소는 원자가 전자가 4개이므로 다른 원소와 4개의 결합을 한다. 수소는 1개, 산소는 2개, 질소는 3개의 결합을 한다.

가장 간단한 탄화수소는 CH₄이다.

그러면 탄소수를 한 개씩 늘려가면서 만들고 분자식을 유추하여 보자.

먼저 탄소-탄소의 골격을 만드는 것이 우선이다.

탄소 2개는 경우의 수가 없다. 3개와 탄소 4개의 결합의 경우의 수를 보자



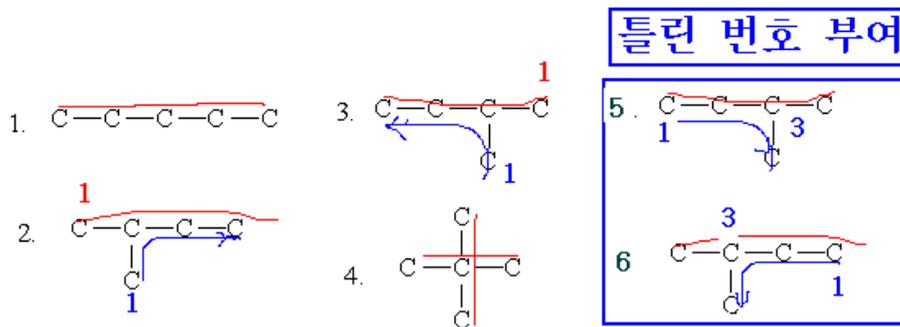
C₃는 2개처럼 보이나 C-C-C 골격을 **연필로 한줄 긋기를 하면 끊어지는 것이 없이 3개가 연속으로 그려진다.** 즉 같은 구조이다. 탄소-탄소 단일 결합은 결합을 축으로 회전할 수 있는 특징을 가지고 있다.

C4의 경우를 보면 1, 2, 3의 구조는 같은 구조이다. 4번은 연속 굿기가 3개에서 멈춘다. 즉 앞의 1,2,3의 구조와 다른 구조이다. 처음에는 학생들이 어려워하는 부분이다.

그래서 C4의 구조는 2가지이다.

C5로 넘어가자.

앞의 연속 굿기를 적용하면 경우의 수가 작아진다. 그러보고 연필 굿기 해보고, 즉 TRY & ERROR로 시도해 보는 것이다. 이렇게 연습하면 쉬워진다.



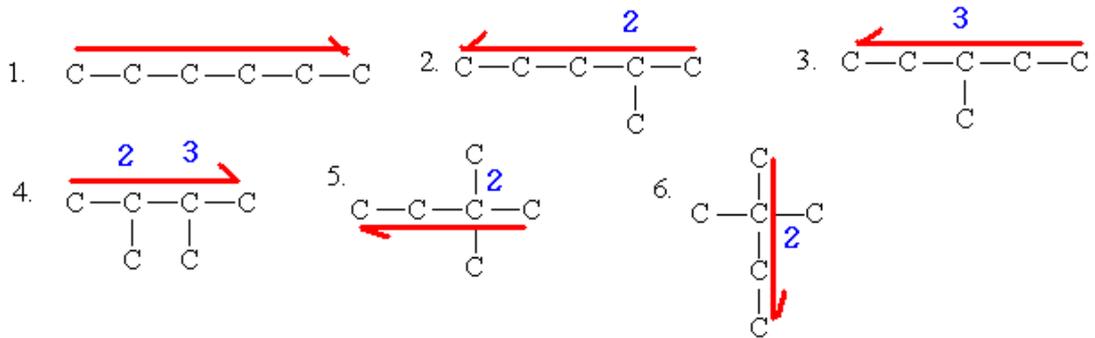
연필 굿기는 가지가 생길 때 **가지의 번호가 시작하는 곳에서 가까이 있는 것을 우선으로 한다**, 가지의 번호가 높으면 틀린 방법이다. 2, 3의 구조에서 빨간 색 혹은 파란 색으로 연필 굿기는 4개이고 가지가 2 번째에 있다. 즉, 같은 구조이다.

5, 6의 구조에서는 가지의 번호가 3번으로 높으므로 이 구조는 제외한다. 5,6 구조는 1,3과 같은 구조이다. 연필 굿기에서 골격에 번호를 붙일 때 가지의 번호가 작은 쪽으로 되도록 만든다.

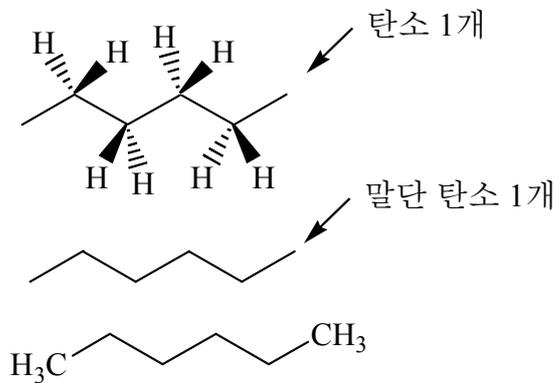
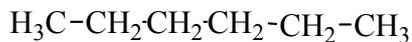
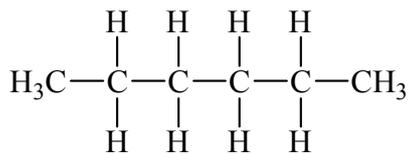
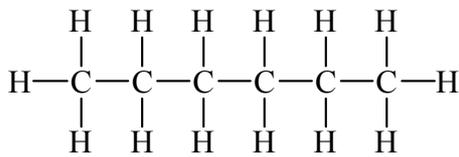
탄소 5개 일 때 1, 2, 4의 구조를 갖는다.

탄소 6개일 때의 사슬 구조를 만들면 다음과 같다.

일단 연속된 탄소수가 같은 것을 찾아 비교한다. 2, 3의 구조에서 연필 굿기에 5개인데 가지의 번호가 다르다. 서로 다른 구조이다. -- 1, 2, 3 OK, 구조 4 OK, 구조 5,6은 같은 구조이다. 둘 중의 한 개 선택하면 5 - OK



수능에는 6개까지 나오지 않았지만 적어도 6개 까지는 능수능란하게 하여야 구조 그리는 시간을 절약할 수 있다. 골격이 만들어지고 나면 여기에다가 Lewis의 옥텟을 만들면 된다. 화학식에서 “—”는 전자쌍 1개, 즉 전자 2개 이므로 탄소는 4개의 “—”을 그려 놓으면 되고 끝에 수소를 붙인다. 더군다나 탄소 탄소 2중결합과 3중결합도 여기서 시작한다. 그러면 끝이다.

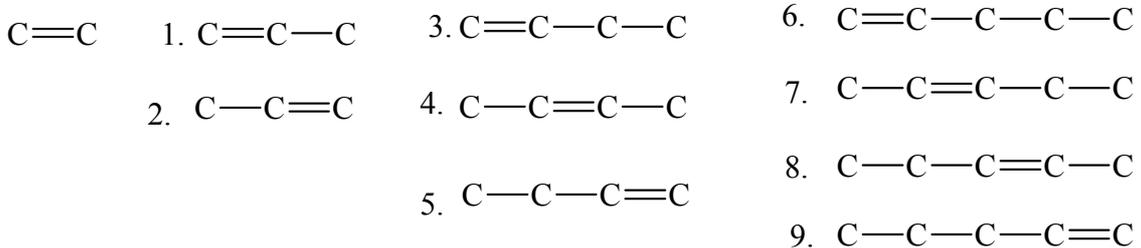


탄화수소를 표현할 때 당연히 위의 그림처럼 탄소를 구조식에 넣는 경우도 있고 그냥 선으로 지그재그로 그리는 것이 있는데 시작하는 곳이 CH₃, 각 선이 만나는 곳이 CH₂를 의미하고 수소를 생략하거나 그려주죠. 지그 재그 선은 탄소-탄소의 결합각이 109.5°를 입체적으로 표현한 것입니다.

이정도면 시작할 수 있군요.

앞에서 그린 탄화수소에서 탄소가 1개씩 증가할 때 분자식을 써 보면 CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , C_5H_{12} , C_6H_{14} 등으로 만들어져요. 이것들의 식을 표현하면 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 의 형태로 되는데 이러한 분자식 공식에 맞으면 탄소가 다 수소와 결합되어 더 이상 결합될 것이 없어 포화라는 말을 앞에 사용하여 **포화탄화수소**라고 한다. 그래서 **포화탄화수소의 분자식 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$** 를 알고 있어야 한다.

다음은 앞의 탄화수소 그림에서 탄소 5개까지 긴 사슬의 탄소간의 이중결합을 그려보면



이제는 같은 구조를 찾을 수 있을 것이다.

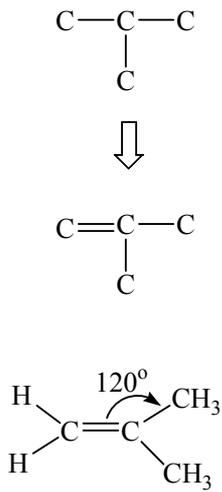
1=2, 3=5, 6=9, 7=8, 구조에서 연필 긋기 할 때 2중 결합이 위치한 탄소 번호가 작은 쪽으로 시작해서 이중결합의 위치의 번호가 작은 것을 선택한다.

여기에 수소를 붙이면 되고, 분자식을 써 보면 C_2H_4 , C_3H_6 , C_4H_8 , C_5H_{10} 의 C_nH_{2n} 의 식임을 알 수 있다. 포화탄화수소와 비교해보면 2개의 수소가 덜 들어갔고 그래서 아직 더 수소가 더 들어갈 수 있어 **불포화 탄화수소**라고 한다.

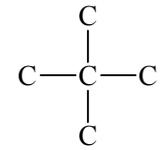
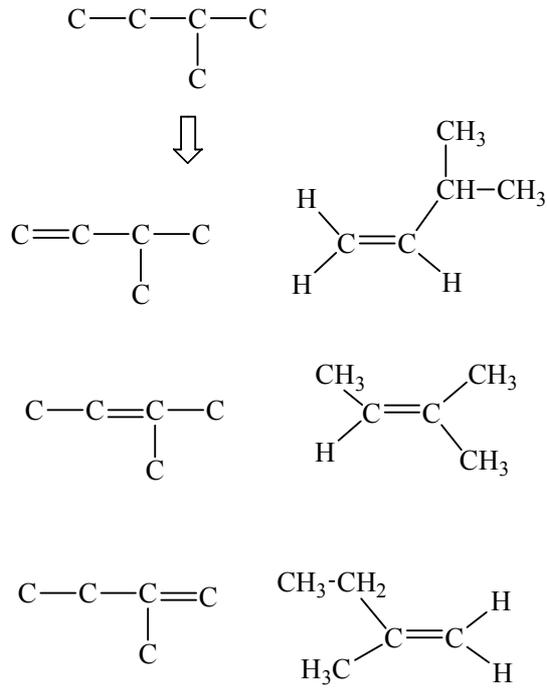
탄소 4개이면서 가지를 갖는 기본 골격을 찾고 각 탄소에 옥텟을 적용하는 각 탄소에 결합을 1개씩 추가하여 그리면서 같은 구조인지를 확인한다.

가지를 갖는 2중 결합을 생각해 보면

탄소 4개의 가지 사슬



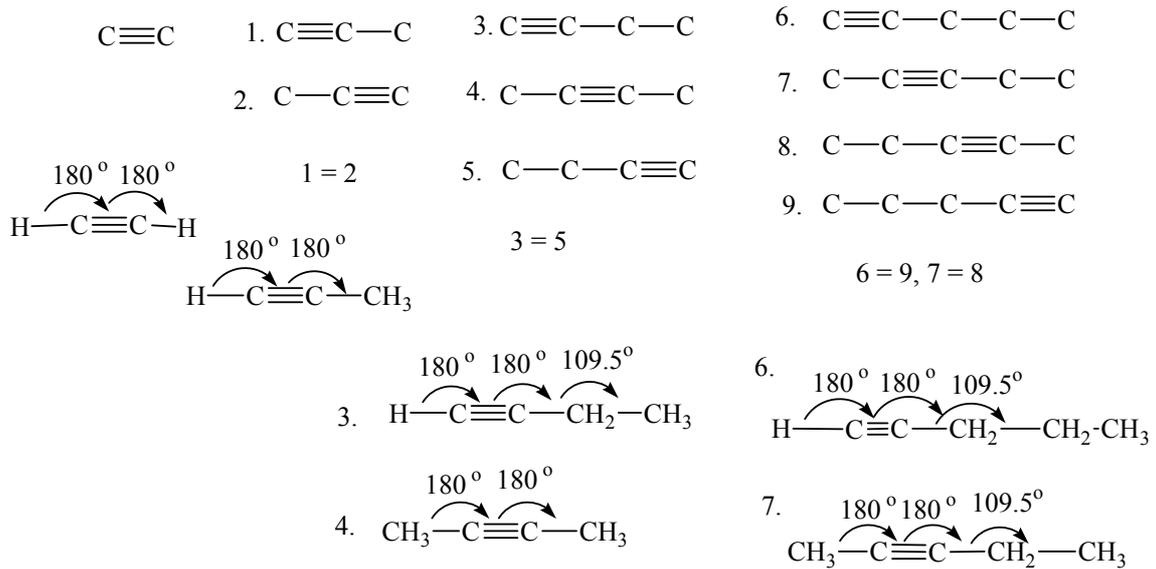
탄소 5개의 가지 사슬



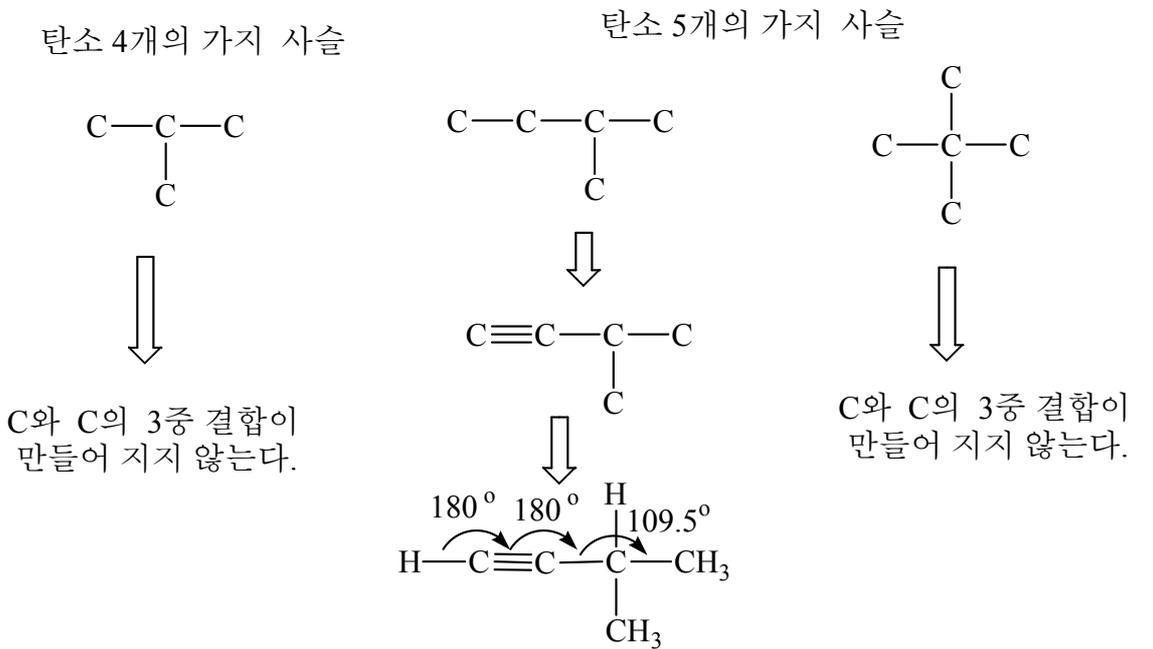
이중결합이 안
만들어진다.

여기에 다시 3중 결합을 만들어 보면

C_nH_{2n-2} 의 분자식을 갖는 탄화수소가 있음을 알 수 있다.

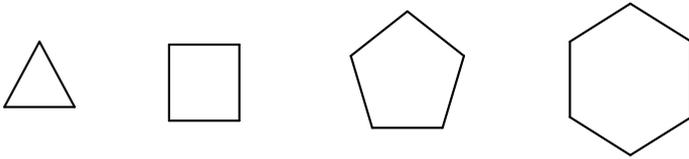


가지를 가진 3중 결합을 그리려면 탄소 골격을 먼저 찾고 3중 결합을 만들면 된다. 각 탄소에 옥텟을 적용하여 한 탄소에 4개의 결합을 만들어 지는지를 확인한다.

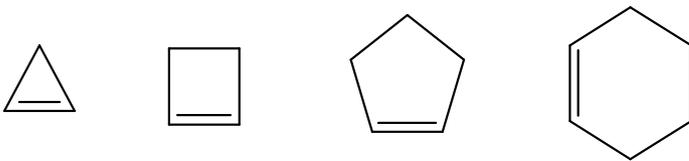


위의 탄화수소는 사슬형이고 탄화수소가 고리로 만들어진 것들이 있다.

고리가 되려면 탄소가 적어도 3개 이상이어야 하므로 다음과 같이 그릴 수 있고 7개도 있지만 생략한다. 더 커질수록 C-C간의 결합각이 109.5° 를 넘어 stress가 심해 잘 안 만들어 진다. 이런 고리형에 cyclo-라는 말을 앞에 붙인다. 이것들의 분자식도 C_nH_{2n} 이다. 고리형 C_nH_{2n} 을 가진 것들은 더 이상 수소가 들어갈 수가 없어 포화탄화수소이다. 삼각형은 60° , 4각형은 90° 도라 매우 입체 구조상 많은 stress를 가지고 있어 불안정한 물질이지만 실제로 존재하는 물질이다. 5개, 6개는 그나마 109.5° 에 가까워 안정한 탄화수소이다. 고리형 포화탄화수소는 탄소들이 한 평면에 있지 못하고 뒤틀리는 입체형 구조를 갖는다.



위의 구조에 이중결합을 표시하면

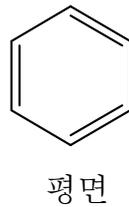


이고 당연히 불포화 탄화수소이다.



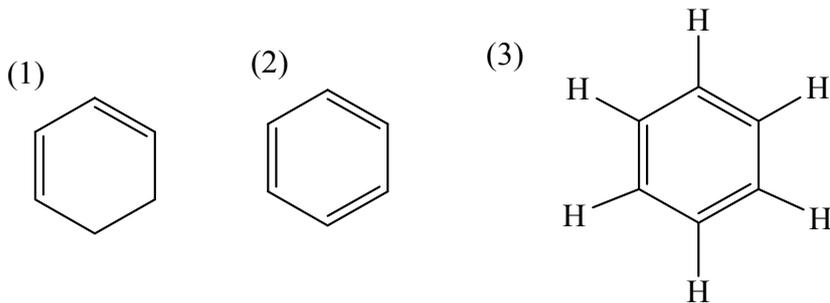
고리화합물에서

탄소-탄소 3중 결합은 C-C의
결합각이 180° 이므로
불가능하다.



고리에 2중 결합이 한 개 있어도 다른 부분은 단일 결합의 탄소이므로 역시 입체 구조이다.

더 6개 고리에 이중결합을 더 붙이면



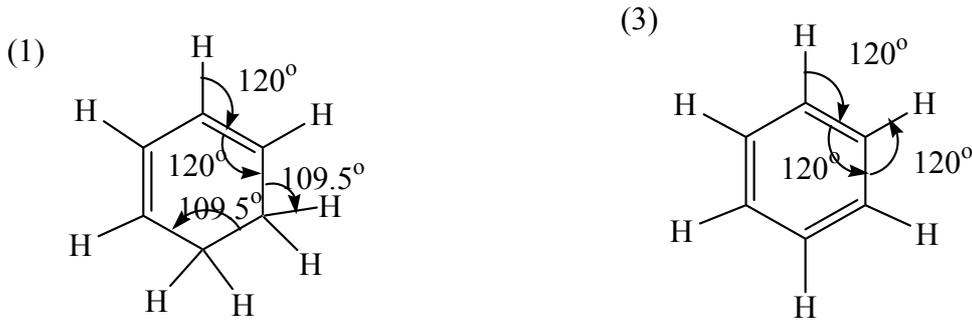
(2), (3)의 모양이 만들어 진다. (1)는 아직도 입체형의 구조를 가지고 있지만 (2)는 수소까지 포함하여 같은 평면에 있는 특별한 구조가 된다. 한 개의 탄소가 3개의 탄소와 결합하고 수소까지 포함하면 한 탄소는 (3)의 그림처럼 4개의 공유 결합을 한다. 그림 (2)를 보면서 그림 (3)을 연상해야 한다. 단지 (2)는 수소를 생략해 그린 구조이다.

이 물질은 C_6H_6 의 분자식을 갖는 **벤젠**이라는 물질이다. 매우 중요한 구조이므로 알고 있어야 한다. **평면구조**이다. 왜 평면 구조인가??

앞에서 배웠던 구조를 생각하면 된다. **각 탄소에 VSEPR을 적용하면** 각 탄소는 수소, 옆의 결합된 탄소와 함께 평면 삼각형을 만든다. 그래서 전체적으로 평면이다.

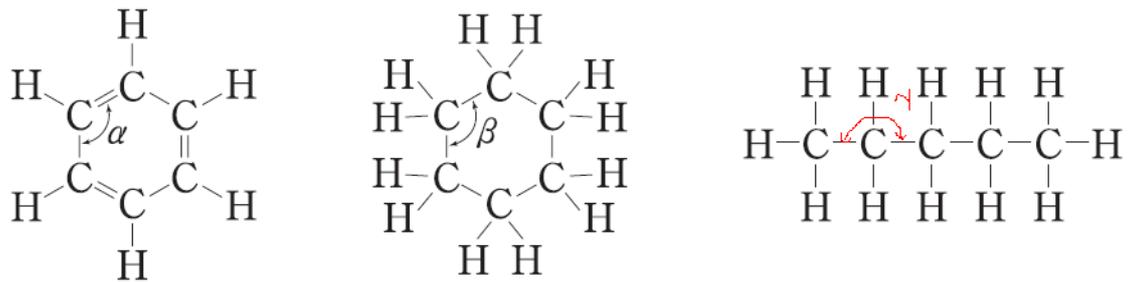
앞에서 언급한 것과 같이 **선으로만 그리면 수소는 생략한다** 라는 말을 잊지 말자.

분자 구조에서 수소를 생략한 그림이다.



이 정도로 알면 되고 이제는 앞의 부분을 이해했으니 문제를 풀면서 확인해 보자.

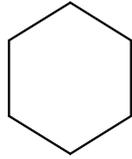
2013.9.11.



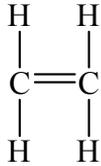
그림에서 탄소간의 결합각은 외우지 않고도 알 수가 있지.

특히 탄소 5개를 저렇게 그려놓고 결합각을 물어보면 180°라고 이야기하는 친구가 있는데 아니다. 109.5° 지그재그로 안 그리고 **편하게 그냥 저렇게 그린다**. 당연히 탄소-탄소 단일 결합각은 109.5°이다.

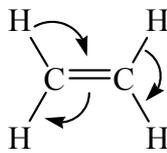
2012.7 예비

CH₂CH₂CH₂CH₂를 그리면

1)

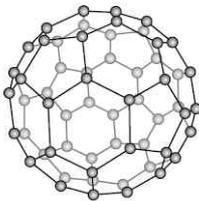


2)



(1)번처럼 그리면 각도 보기가 어렵죠. 앞에서 배운 것과 같이 VSEPR 적용하면 중심 탄소는 평면 삼각형을 적용하면 (2)의 구조가 된다. 평면 삼각형이 2개 이므로 당연히 다 평면이다. 평소에 제대로 그려진 구조를 보고 이해하자. 모든 실질 구조는 VSEPR이 적용된 사례다.

2014.6.3.



풀러렌



벤젠

풀러렌은 C₆₀의 분자식을 갖는 축구공 모양의 구조이다. 5각형과 6각형으로 이루어져 있고 각 탄소는 3개의 다른 탄소와 결합되어 있는 것은 그림에서 찾으려 된다. 탄소는 비금속이므로 비금속끼리의 결합은 다 공유결합이다. 풀러렌과 벤젠은 쌍극자 모멘트의 합이 0인 무극성 물질이다.

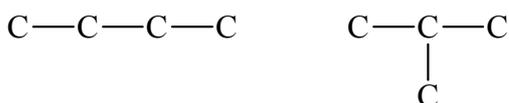
2014.6.16.

탄화수소	분자식	H 원자 3개와 결합된 C 원자(-CH ₃)의 수	C 원자 사이의 단일 결합(C-C)의 수
(가)	C ₄ H ₁₀	3	3
(나)	C ₄ H ₈	1	2
(다)	C ₄ H ₈	0	⑦

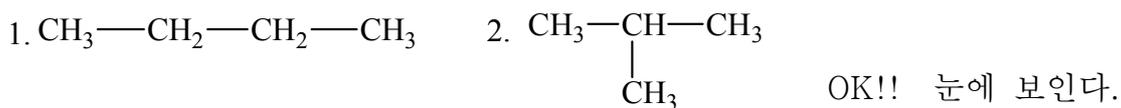
분자식을 보고 그리면 되는데!!

(가) 탄소 4개 이고 C_nH_{2n+2}이므로 포화 탄화수소인데, -CH₃가 3개가 있다. 무슨 소린가?

일단 탄소 4개로 만들어 질 수 있는 구조식을 그린다. 앞에서 설명한 것과 같이 해보자.



여기에 수소를 결합선으로 하지 말고 탄소 옆에 적자.



C₄H₈, 같은 분자식이 2개, 빠르게 생각이 나와야 한다. 이중결합, 고리형 인데, 일단 CH₃가 없는 4각형 그려봐!!!



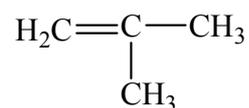
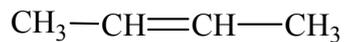
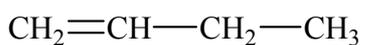
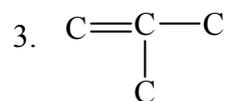
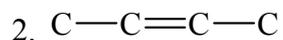
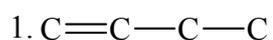
이거내!!!

만약에 문제가 어렵게 나오면 이런 구조도 실제로 존재한다. 2014.9.16에 처음 출제되었다.



그러면 2중 결합으로 가서

탄소 4개, CCCC 4개 연결하고, 가지 있는 탄소 4개 찾고, 이중결합을 표시하고 수소 옆에다 쓰고



눈에 보이는 가?

앞에서 설명한 것과 같이 적어도 5개 까지는 탄소의 배열의 다양성을 자신이 빠르게 할 수 있도록 연습해야 당황하지 않는다.

이렇게 하고 보기 지문으로 가면 된다.

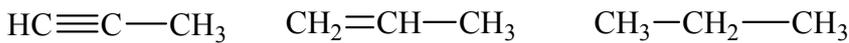
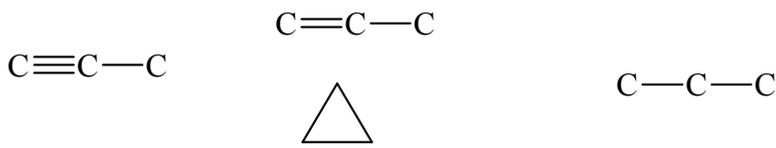
2013.11. 수능 12.

탄화수소	분자식	H 원자 3 개와 결합된 C 원자(-CH ₃)의 수
(가)	C ₃ H ₄	1
(나)	C ₃ H ₆	1
(다)	C ₃ H ₆	0
(라)	C ₃ H ₈	2

일단 이런 유형의 문제를 풀기 전에 해야 할 일은 탄화수소의 종류에 적용하면 된다. C_nH_{2n+2} , C_nH_{2n} , C_nH_{2n-2} 는 완전 기본이다.

단일, 2중 3중결합, 고리를 적용하여 탄소 수에 맞추면서 수소 수로 판단한다.

(가) 3중, (나)(다) 이중 혹은 고리, (라) 단일 이다. 그리자.



-CH₃를 적용하면 (다)는 고리인 것이 눈에 보인다.

구조를 알고 가면 매우 쉬운 문제이므로 외우지 않고 갈 수 있다.

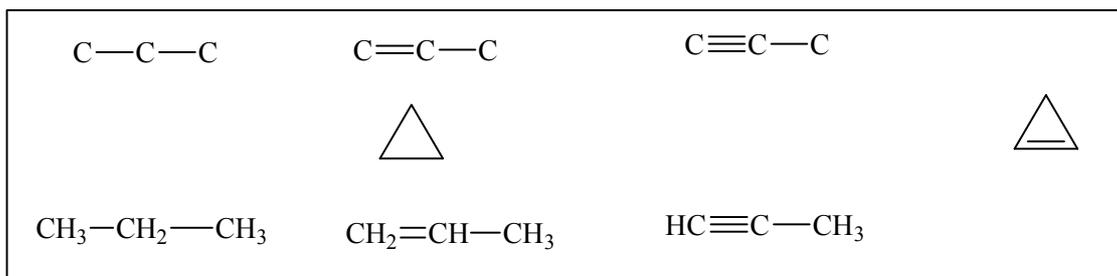
결론

조금 귀찮아도 앞의 부분에서 설명한 탄소 나열하여 다양한 구조식을 만들 수 있는 연습을 해야 한다. 충분히 하려면 6개 만 하면 되니 한번 익숙해지면 거쳐 먹는 것이다. 힘들지 않고 !!!!

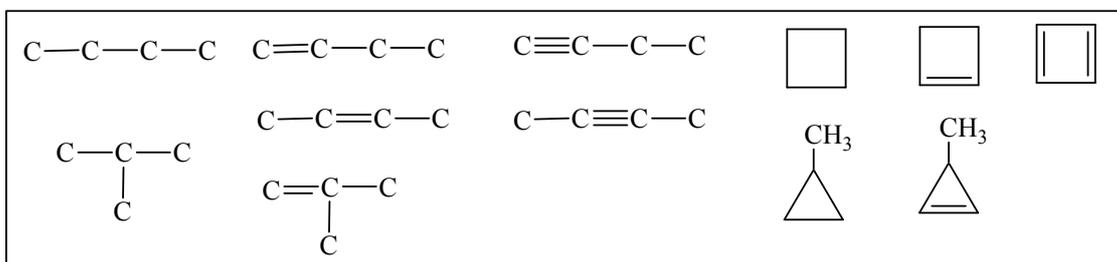
그래야 중화반응 문제 풀 시간이 생긴다. !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

다음의 구조들은 C3 - C5개로 만들어 질 수 있는 가능성을 제시하였다. 구조를 그릴 때 조금이라도 익숙한 구조가 나올 수 있도록 연습하는 것이 중요하므로 보지 않고 생각해서 그려 보는 것이 매우 중요하다.

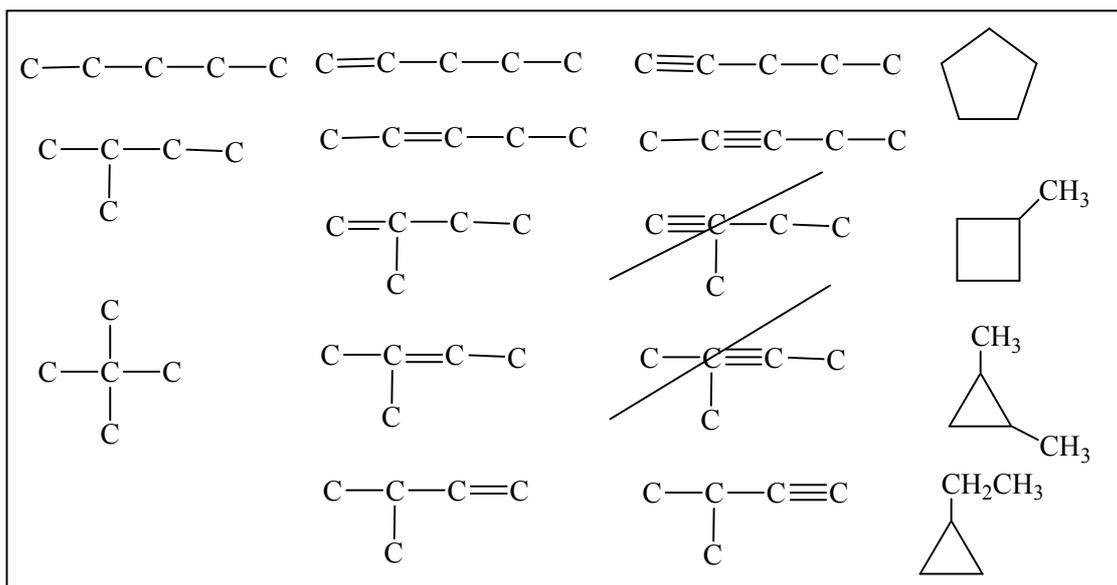
C 3개로 만들어 질 수 있는 구조



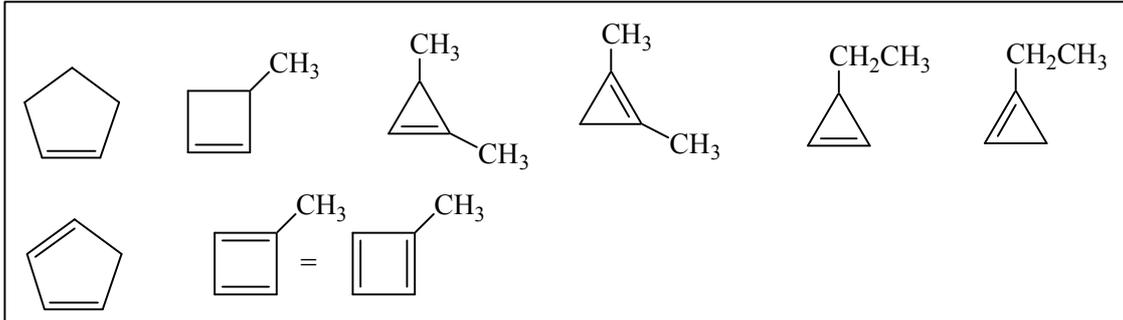
C 4개로 만들어 질 수 있는 구조



C 5개로 만들어 질 수 있는 구조 -1

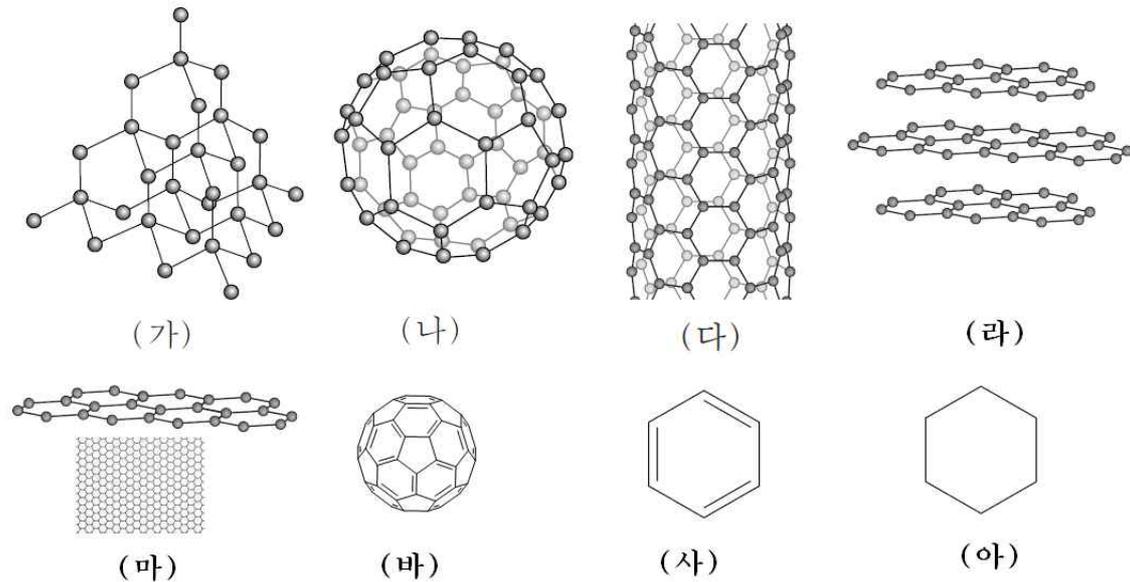


C 5개로 만들어 질 수 있는 구조 -2



탄소의 동소체와 탄화수소

다음의 구조들을 보면서 어떤 물질인지를 구별할 수 있어야 한다.



화학식도 같이 알고 가자.

- (가) 다이아몬드(C)
- (나), (바) 풀러렌 C_{60}
- (다) 탄소나노튜브(C)
- (라) 흑연(C)
- (마) 그래핀(C)
- (사) 벤젠(C_6H_6)
- (아) 사이클로헥세인 (C_6H_{12})

다이아몬드 (C) : 원자 결정, 원소

탄소간의 결합각이 109.5° 이고 각 탄소는 4개의 탄소와 결합, 공유결합 수는 4개이다. 한 개의 C-C 결합을 2개의 탄소가 서로 공유하므로 C-C 결합의 수는 탄소 수의 2배이다. 연속된 사면체 구조(그물구조)로 되어 있어 강도가 매우 크고 밀도도 탄소 동소체 중에서 가장 크다(3.51 g/cm^3).

흑연(graphite): 원자결정, 원소

층으로 되어 있고 각 층은 매우 약한 결합을 하고 있어 쉽게 미끄러진다. 연필심으로 사용한다. 전기를 통하는 도체이다.

벤젠과 같은 구조가 연속적으로 연결되어 평면을 이루는 구조로 되어 있다. 한 개의 탄소가 3개의 다른 탄소와 결합하고 있고 C-C 결합의 수는 탄소 수의 $\frac{3}{2}$ 배이다. 그림으로 보면 탄소가 3개의 공유결합을 가지는 것처럼 그려 지지만 실제로 4개의 공유결합을 가지고 있다. 벤젠이 평면 구조인 것처럼 벤젠이 벌집같이 연결된 것이므로 한 층 한 층이 평면이다. 이 한 개의 층을 떼어 낸 것이 그래핀(graphene)이다.

밀도는 다이아몬드보다 작다(2.25g/cm^3).

그래핀(graphene); 원자결정, 원소

흑연의 층상 구조에서 한 개의 층만을 떼어 낸 것이다. 평면 구조이고 전기를 잘 통하는 도체이다.

탄소 나노 튜브

그래핀을 들들 말은 것이라고 생각하면 된다. 당연히 전기 잘 통한다.

풀러렌 (C_{60}); 분자 결정, 분자

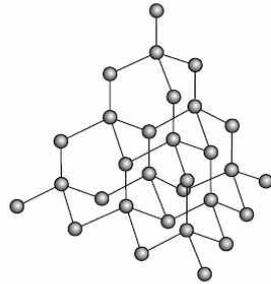
12개의 오각형과 20개의 육각형으로 되어 있고 축구공 모양을 갖는다. 속이 비워져 있어 밀도가 작다(1.65g/cm^3). 자체적으로는 평면형이 아니지만 흑연보다는 전기전도도가 작다. 탄소 동소체 중에서 유일하게 유기 용매에 약간 녹는다.

C-C 결합의 수는 흑연에서처럼 탄소 개수의 $\frac{3}{2}$ 배 이므로 90개의 C-C 결합을 갖는다. 겉으로 보기에 한 개의 탄소가 흑연처럼 3개의 공유 결합을 하는 것처럼 보이나 2중 결합을 가지고 있어 4개의 공유결합을 한다. 탄소의 동소체 중에서 분자식을 갖는 물질이다.

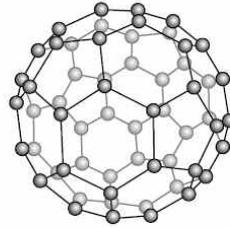
풀러렌을 가지고 화합물이나 원소이냐를 묻는 질문을 하는 경우도 있다. 따지고 보면 화합물은 다른 원소와 결합한 물질로 정의하므로 화합물은 아니다. 공유결합 화합물이다?라고 하면 틀리지만 공유결합 물질이라고 하면 맞는 지문이다.

2014.9.4.

4. 그림 (가)와 (나)는 다이아몬드(C)와 풀러렌(C_{60})을 모형으로 나타낸 것이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— <보기> —

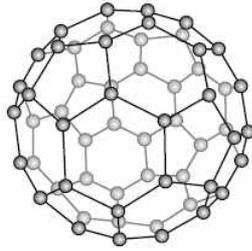
- ㄱ. (가)와 (나)는 모두 공유 결합 물질이다.
 ㄴ. 물질 1몰에 포함된 탄소 원자 수는 (가)와 (나)가 같다.
 ㄷ. 물질 1g에 포함된 탄소-탄소 결합 수는 (가)가 (나)보다 많다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

㉠. 공유결합물질이다. 공유결합 화합물이다라는 말과 혼동하지 말자. 풀러렌은 C_{60} 의 분자식을 가진다. 다른 탄소의 동소체들은 분자식이 아닌 실험식 C라고 표현한다. 그러므로 화학식량으로 계산하여 몰등의 계산할 때는 주의하여야 한다.

2014.6.3.

3. 그림은 풀러렌의 모형과 벤젠의 구조식을 나타낸 것이다.



풀러렌



벤젠

풀러렌과 벤젠의 공통점으로 옳은 것은?

- ① 평면 구조이다.
- ② 공유 결합 물질이다.
- ③ 탄소로만 구성되어 있다.
- ④ 모든 결합각은 120° 이다.
- ⑤ 탄소 원자는 3개의 탄소 원자와 결합한다.

벤젠의 구조에서 수소를 생략한 구조를 잊지 말자. 벤젠의 화학식은 화학을 하는 사람이면 죽을 때 까지 알고 가야 할 정도로 중요한 구조이다.

벤젠은 한 개의 탄소가 다른 2개의 탄소와 결합하고(이중결합 포함), 수소와도 공유결합을 하여 총 4개의 공유결합을 한다.

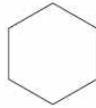
풀러렌은 한 개의 탄소가 3개의 다른 탄소와 결합하여 3개만 공유 결합한 것처럼 보이나 이중 결합을 생략하여 그랬기 때문에 3개만 공유 결합이 표시된다.

2013.11.6.

6. 그림 (가)와 (나)는 탄화수소의 구조식을, (다)는 종이로 만든 풀러렌(C_{60}) 분자 모형을 나타낸 것이다.



(가)



(나)



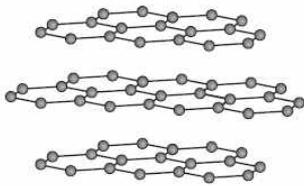
(다)

이에 대한 설명으로 옳은 것은? [3점]

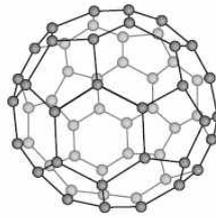
- ① (나)의 실험식은 CH 이다.
- ② 풀러렌의 모든 결합각은 120° 이다.
- ③ 풀러렌에는 탄소-탄소 결합이 60개 있다.
- ④ (나)는 (다)의 육각형 모양과 같은 평면 구조이다.
- ⑤ (가)와 풀러렌에서 탄소 원자는 3개의 원자와 결합한다.

2013.6.2.

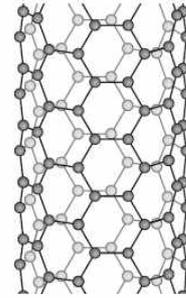
2. 그림 (가)~(다)는 탄소로만 구성된 물질의 구조를 모형으로 나타낸 것이다.



(가)



(나)



(다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— <보기> —

- ㄱ. (가)는 연필심의 주성분이다.
 ㄴ. (가)와 (나)에서 탄소 원자 사이의 결합은 공유 결합이다.
 ㄷ. (나)와 (다)에서 탄소 원자 1개와 결합한 탄소 원자의 수는 같다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ