

16. 有機化合物の構造と性質・反応

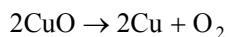
203. 元素分析と構造異性体

(1)

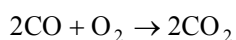
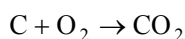
(i)

酸化銅 (II) の熱分解で生成した O_2 が、

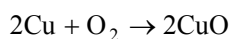
化合物 A の不完全燃焼により生じた C や CO を完全に酸化し CO_2 にする。



↓

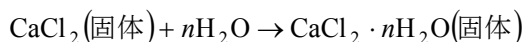


Cu は管内に送られてくる乾燥酸素により再酸化され、酸化銅 (II) に戻る。



(ii)

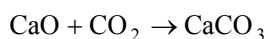
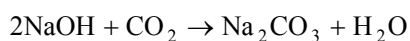
塩化カルシウム無水物が H_2O を吸収し、塩化カルシウムの水和物になる。



(iii)

ソーダ石灰 (塩基性乾燥剤) が二酸化炭素 (酸性気体) を吸収する。

ソーダ石灰は NaOH と CaO を焼き固めたもの



注意

ソーダ石灰が二酸化炭素を吸収したとき水が生成するので、

ソーダ石灰管と塩化カルシウム管を逆につないではいけない。

(3)

アルコール A の分子式について

1 モルの酢酸 (60g) と 1 モルのアルコール A が反応し、

1 モルのエステル (116g) と 1 モルの水 (18g) が生成したから、

アルコール A のモル質量は $116 + 18 - 60 = 74$ g

よって、アルコール A の分子量は 74

アルコール A の分子式を $(C_4H_{10}O)_n$ とおくと、分子量は $74n$ と表せる。

よって、 $n = 1$

ゆえに、アルコール A の分子式は $C_4H_{10}O$

204. C₄H₈ の異性体

(1)

異性体のつくり方の手順 (原則)

手順 1

主鎖の C の数で分類する。環式化合物の場合は環を構成する C の数で分類する。

手順 2

手順 1 で分類した各々構造を、主鎖 (環) への側鎖の結合のさせ方で、さらに分類する。

手順 3

手順 2 で分類した各々の構造を、主鎖 (環) への炭素間二重結合 (三重結合) の入れ方や官能基・原子団の結合のさせ方で、さらに分類する。

手順 4

立体異性体 (幾何異性体・光学異性体) の有無をチェックする。

注意 : 2 個以上の不斉炭素原子をもつ場合の光学異性体の有無

鎖式化合物の場合

不斉炭素原子を中心とする原子団どうしが分子内で鏡像の関係にあるとき、換言すれば、それらが互いに対称の関係になるような対称面をもつとき、その化合物は光学異性体をもたない。

環式化合物の場合

分子内に対称面や対称中心をもつとき、その化合物は光学異性体をもたない。

用語解説

主鎖 : 鎖式化合物中の最長の炭素直鎖

側鎖 : 鎖式有機化合物の主鎖から枝分かれしている炭素鎖

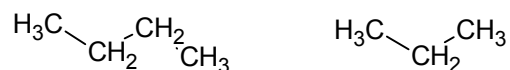
環式有機化合物の環に結合している炭素鎖

$$\text{C}_4\text{H}_8 \text{ の不飽和度} = \frac{(2 + 2 \times 4) - 8}{2} = 1 \text{ より,}$$

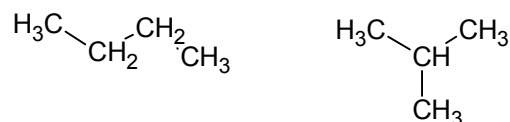
アルケンとシクロアルカン（環式アルカン）の構造異性体が存在する。

上の手順に従って、異性体をつくっていく。

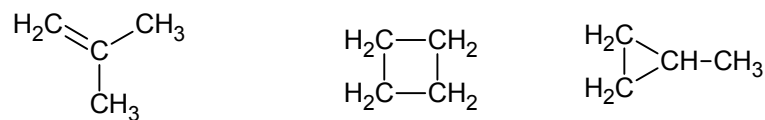
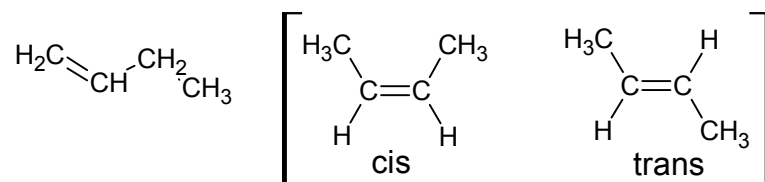
手順 1



手順 2



手順 3



立体異性体は区別しなくてよいので、異性体は 5 種類

環状構造中の不斉炭素原子の判別

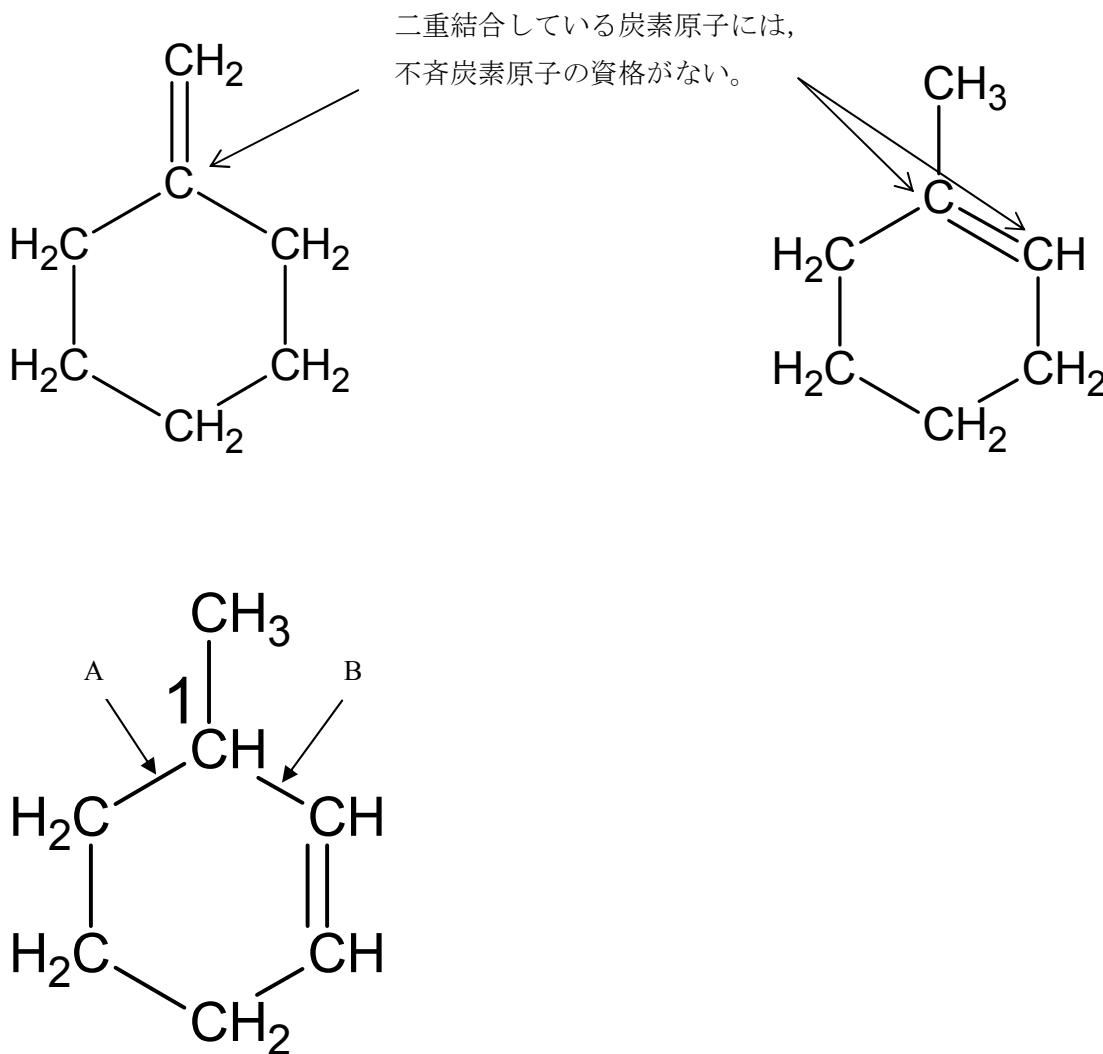
環状構造中の炭素原子が不斉炭素原子であるためには、

- ・ 二重結合や三重結合をもたないこと。
- ・ 同じ原子・基・原子団が結合していないこと。

という鎖式化合物の不斉炭素原子の条件を満たす以外に、その条件を満たす炭素原子と左隣の炭素原子との単結合を切って環を開いたときできる鎖状構造と、

右隣の炭素原子との単結合を切って環を開いたときできる鎖状構造が異なることである。

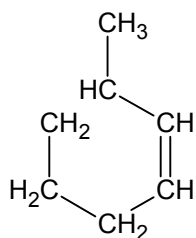
例



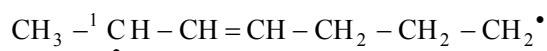
¹Cは通常の不斉炭素原子としての条件を満たしている。

そこで、¹Cが不斉炭素原子であるためのもう1つの条件を満たすかどうかを検討するために、Aで切断したときの構造とBで切断したときの構造を調べる。

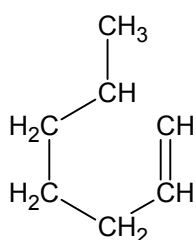
A で切断したとき



より,



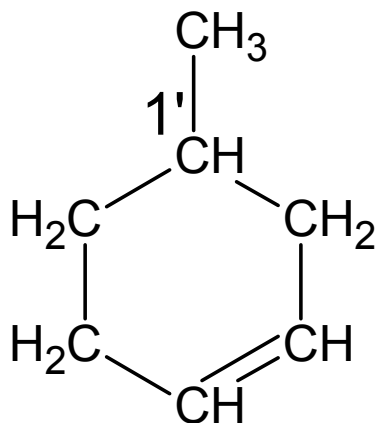
B で切断したとき



より



異なる鎖状構造になるので、¹C は不斉炭素原子である。
同様に,



において,

¹C も不斉炭素原子である。

自分で確かめてみよう。

205 C₄H₁₀O の化合物

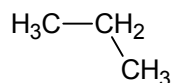
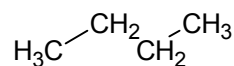
7つの構造異性体

C₄H₁₀O の不飽和度 = $\frac{(2 + 4 \times 2) - 10}{2} = 0$ より, C₄H₁₀O は飽和化合物である。

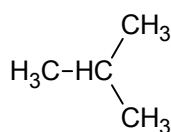
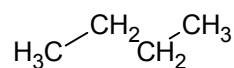
よって, アルコールとエーテルの構造異性体について考えればよい。

アルコールの場合

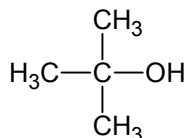
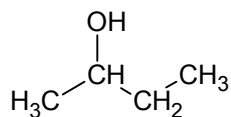
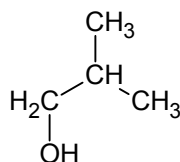
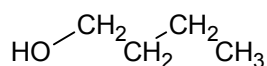
手順 1



手順 2

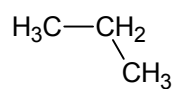
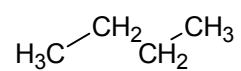


手順 3

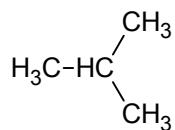
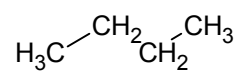


エーテルの場合

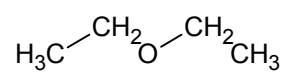
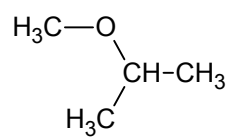
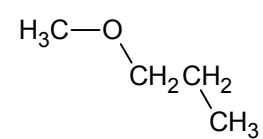
手順 1



手順 2



手順 3



206. C_4H_8O の異性体

(5)

環状構造中の炭素原子が不斉炭素原子であるためには、

二重結合や三重結合をもたないこと。

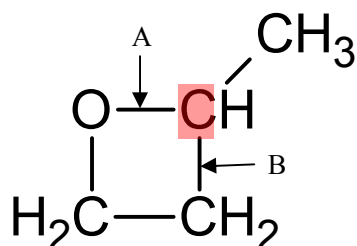
同じ原子・基・原子団が結合していないこと。

という通常の不斉炭素原子の条件以外に

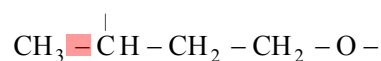
環の左隣の原子との単結合を切ってできる鎖状構造と、

右隣の原子との単結合を切ってできる鎖状構造が異なることである。

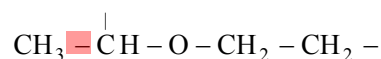
赤色で塗りつぶした炭素原子は不斉炭素原子の可能性のある炭素原子である。



A で切断したときできる鎖状構造



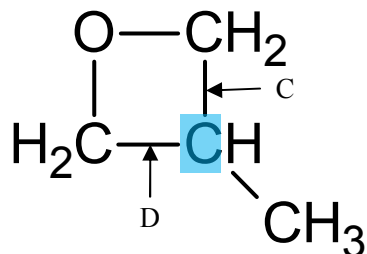
B で切断したときできる鎖状構造



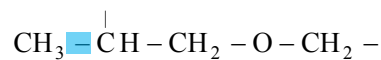
両構造は明らかに異なる。

よって、赤色で塗りつぶした炭素原子は不斉炭素原子である。

青色で塗りつぶした炭素原子は不斉炭素原子の可能性のある炭素原子である。

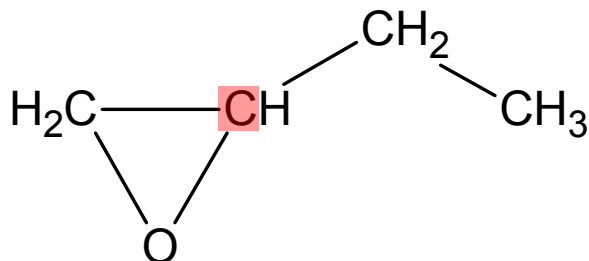


C で切断したときできる鎖状構造と D で切断したときできる鎖状構造は同じである。



よって、青色で塗りつぶした炭素原子は不斉炭素原子ではない。

同様に、次のエーテルの赤色で塗りつぶした炭素原子は不斉炭素原子である。



(6)についてもこの方法を用いればよい。

207. エステルの加水分解

(2)

(c)

26.4g を完全に加水分解したとき得られるカルボン酸は $\frac{16.2}{0.9} = 18\text{g}$ である。

このエステル 1 モル (88g) を加水分解すると、カルボン酸が 1 モル得られるから、

得られたカルボン酸のモル質量は、 $18 \times \frac{88}{26.4} = 60\text{g}$

よって、このカルボン酸の分子量は 60

分子量 60 のカルボン酸といえば、酢酸である。

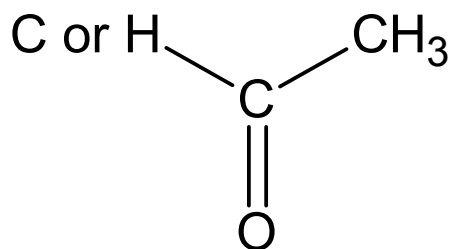
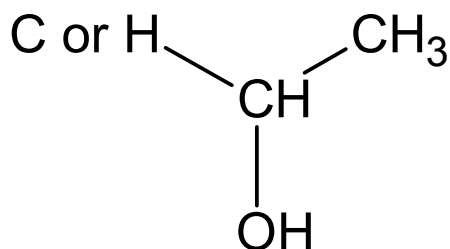
ゆえに、

分子式 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ で表されるこのエステルは、酢酸エチルである。

(3)

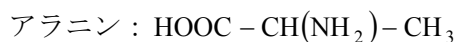
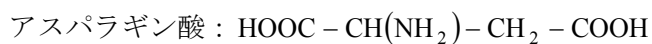
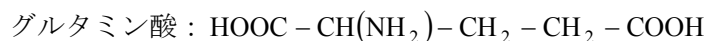
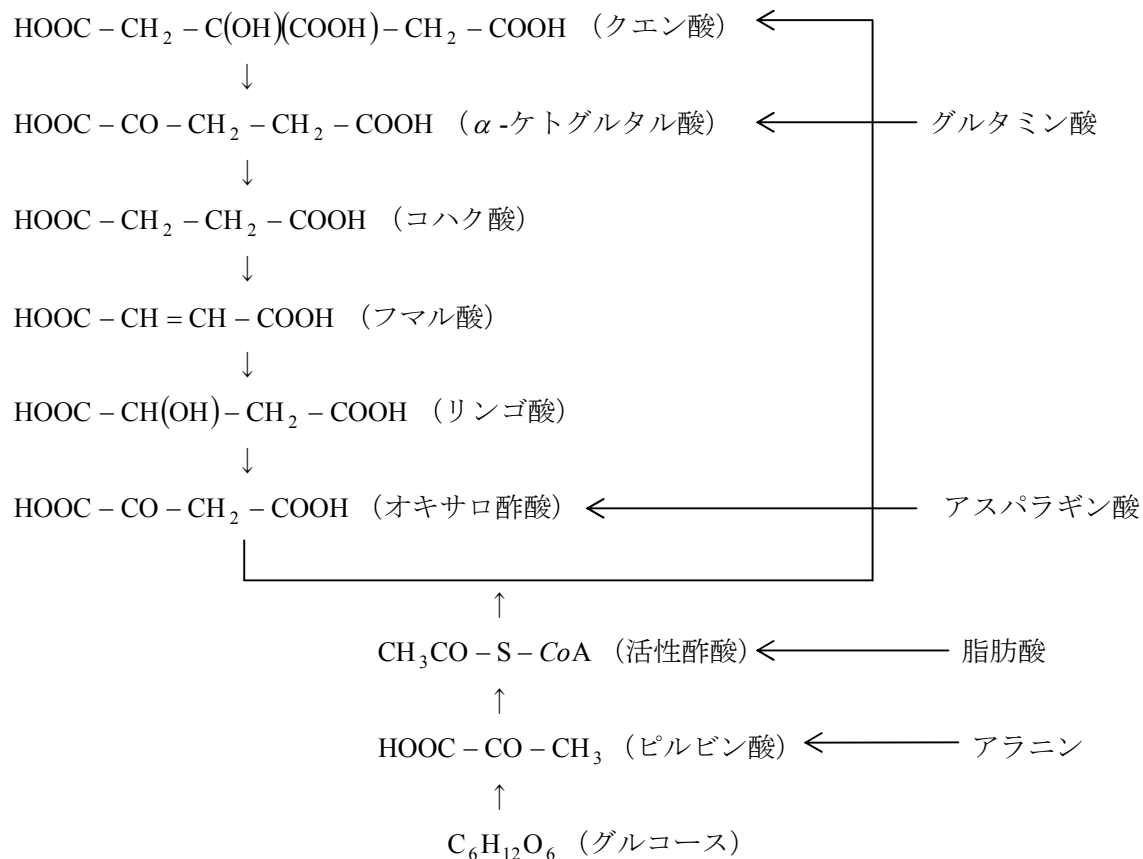
(b)(c)

ヨードホルム反応陽性であるための構造



208 C₄H₄O₄ の化合物

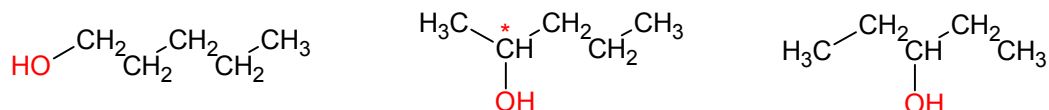
補足：解糖系とクエン酸回路



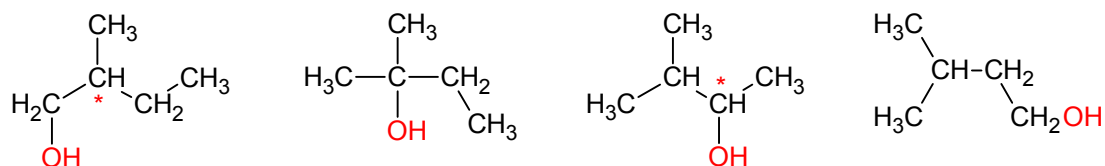
209. C₅H₁₂O の異性体C₅H₁₂O の異性体

不飽和度 = $\frac{(2 + 5 \times 2) - 12}{2} = 0$ のヒドロキシ化合物だから、アルコールである。

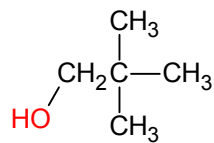
異性体を主鎖の C の数で排反にグループ分けすると、
主鎖の C の数が 5 のもの (赤星印は不斉炭素原子)



主鎖の C の数が 4 のもの (赤星印は不斉炭素原子)



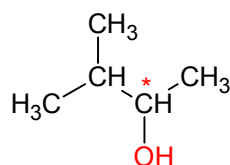
主鎖の C の数が 3 のもの



(1)

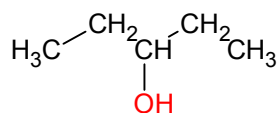
A

酸化されないから、第 3 級アルコールを選ばばよい。

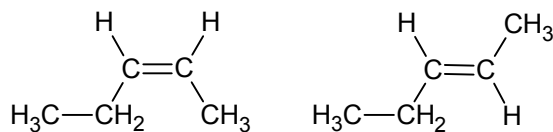


B

ヨードホルム反応陰性・濃硫酸による脱水反応で 2 種類のアルケンが生成

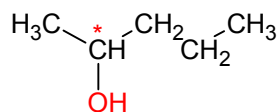


2 種類のアルケン

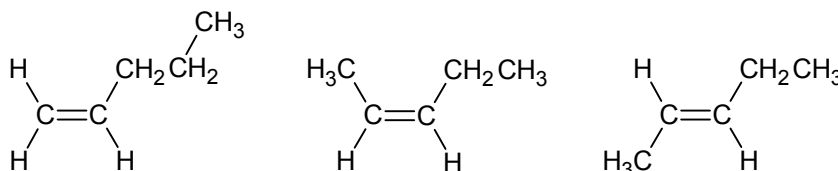


C

ヨードホルム反応陽性・濃硫酸による脱水反応で3種類のアルケンが生成

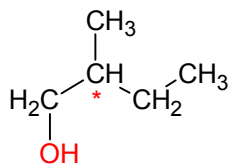


3種類のアルケン

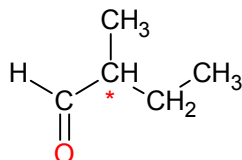


D

穏やかに酸化すると銀鏡反応する化合物、すなわちアルデヒドが生成し、しかも、不斉炭素原子をもつ。



酸化生成物



ザイツェフ (Saytzeff) 則

脱離反応により、単一アルコールから2種類のアルケンが生成しうる場合、 $\text{C}=\text{C}$ のCに結合するアルキル置換基が多いアルケンが優先的に生成する。

これは、

$\text{C}=\text{C}$ に直接結合する $-\text{CH}_2-$ または $-\text{CH}_3$ のCとHの共有結合電子(σ 電子)と $\text{C}=\text{C}$ の π 電子が相互に移動しあうことができ、

つまり、 σ 電子と π 電子がC-H間と $\text{C}=\text{C}$ 間で共有されること(超共役)により、 $\text{C}=\text{C}$ 結合がエネルギー的に安定化するからである。

また、これより、 $-\text{CH}_2-$ と $-\text{CH}_3$ では、

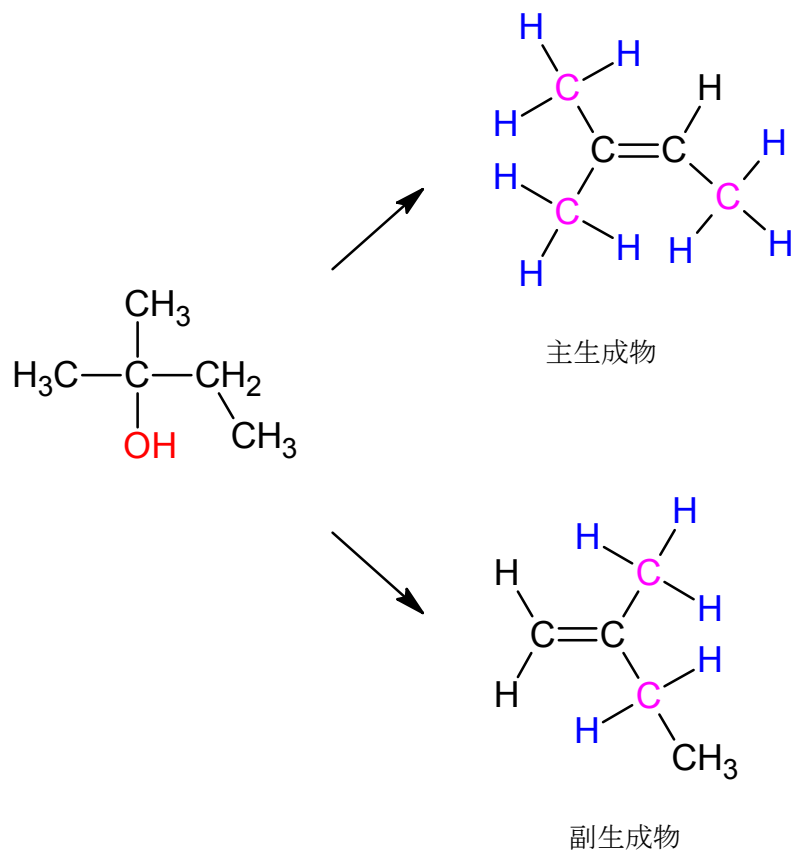
C-H共有結合が、 $-\text{CH}_2-$ では2個、 $-\text{CH}_3$ では3個だから、 $-\text{CH}_3$ の方が $\text{C}=\text{C}$ 結合の安定化への寄与が大きい。

まとめ

単一アルコールから2種類のアルケンが生成しうる場合、

$\text{C}=\text{C}$ に直接結合しているCのC-H結合が多いアルケンが優先的に生成する。

例



補足

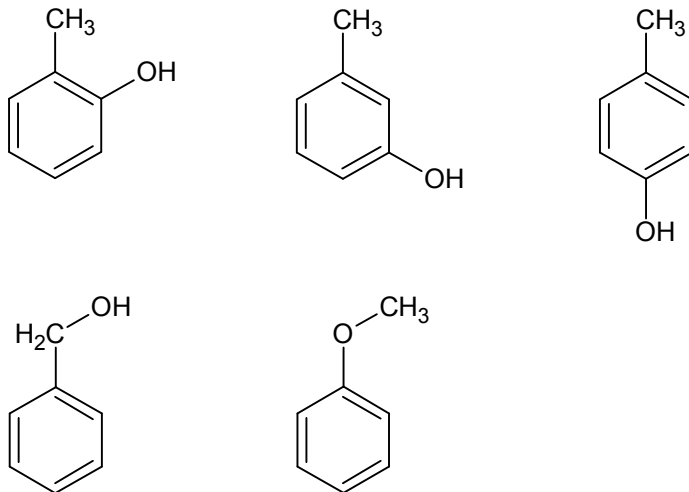
マルコフニコフ則は、アルケンの付加反応

ザイチェフ則は、アルコールの脱離反応によるアルケンの生成

211. C₇H₈O の異性体

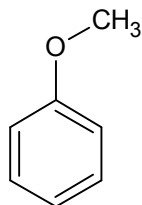
$$\text{不飽和度} = \frac{(2 + 7 \times 2) - 8}{2} = 4$$

ベンゼン環は、環式化合物で3つのC=Cをもつから、不飽和度は4である。
よって、C₇H₈O で表される芳香族は、ベンゼン環以外は飽和されている。
したがって、以下の異性体がある。



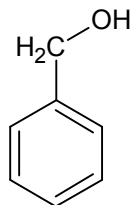
(1)

エーテルは分子間で水素結合をつくれなから沸点が最も低い。
よって、Cは、

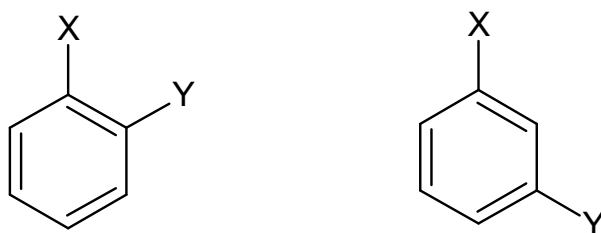


(2)

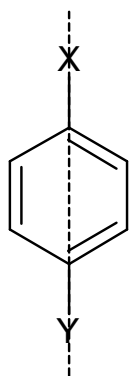
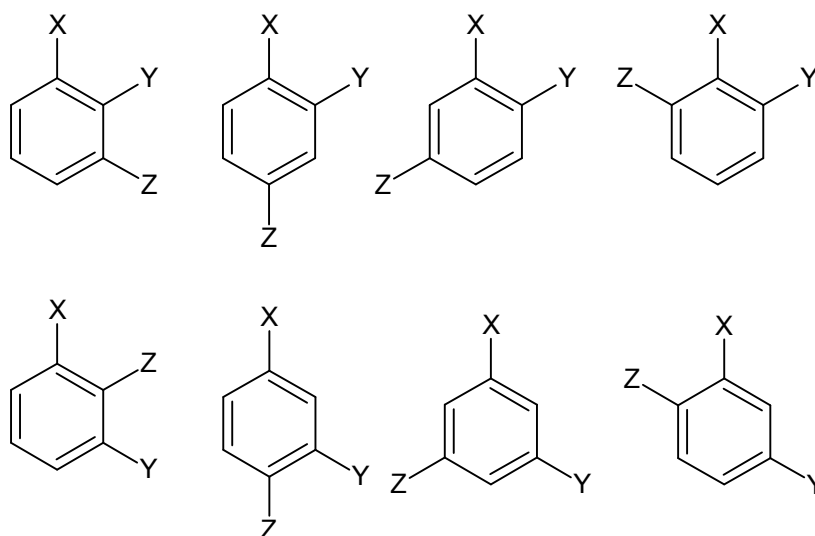
アルコールは水酸化ナトリウム水溶液と反応しない。
よって、Eは、



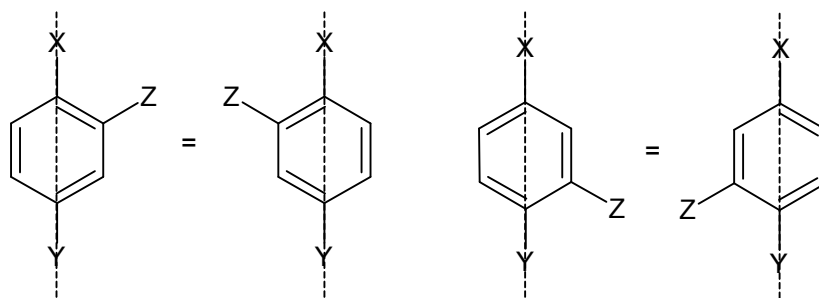
(3)



は分子内に対称軸がないから、塩素原子で置換すると、それぞれ 4 種の異性体ができる。



は対称軸をもつから異性体は 2 種できる。



212. 異性体と構造決定

補足：原子価と分子式

(a)から組成式 C_4H_5 が得られるが、原子価の合計は、 $4 \times 4 + 1 \times 5 = 21$ で、奇数である。

共有結合の化合物の原子価の合計は偶数だから、

分子式は $(C_8H_{10})_n$ とおいて考える。

したがって、分子量は $106n$ である。

(b)から分子量 106 だから、 $n = 1$

よって、分子式は C_8H_{10}

注意

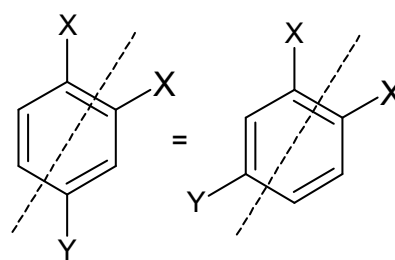
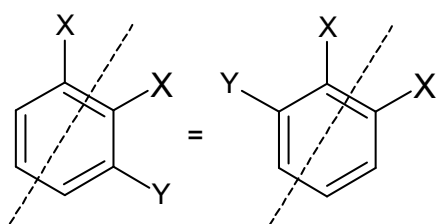
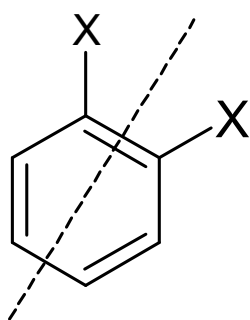
実験で求めた分子量と分子式から求めた分子量のどちらを答えればいいのか迷ったとき

実験で求めた分子量には誤差が含まれるので、分子式から求めた分子量の方が正しい。

よって、分子式から求めた分子量で答えなければならない。

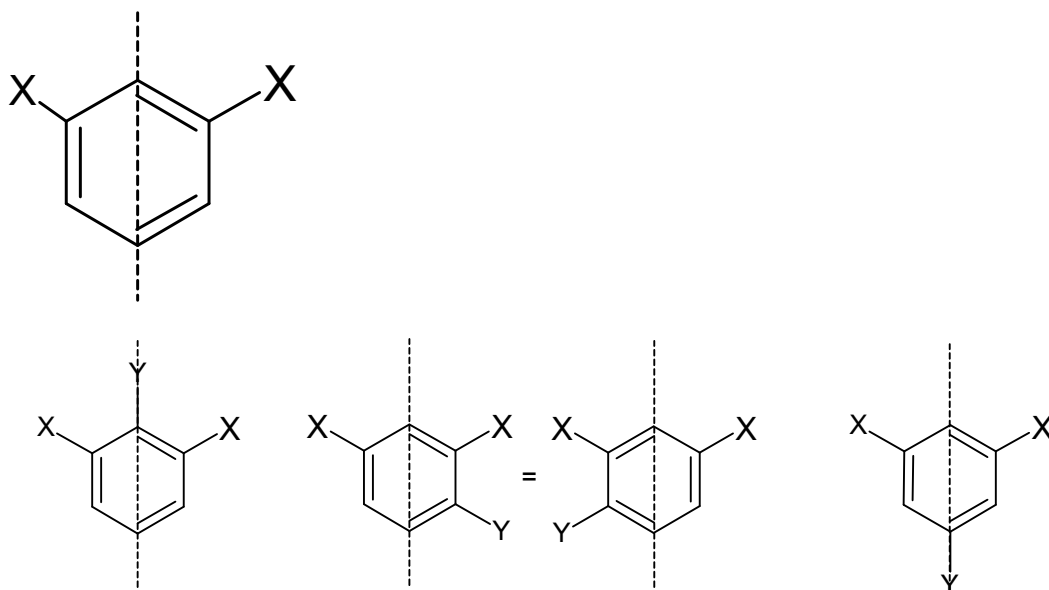
キシレンのニトロ化 (X は CH_3 , Y は NO_2)

o-キシレンをニトロ化すると



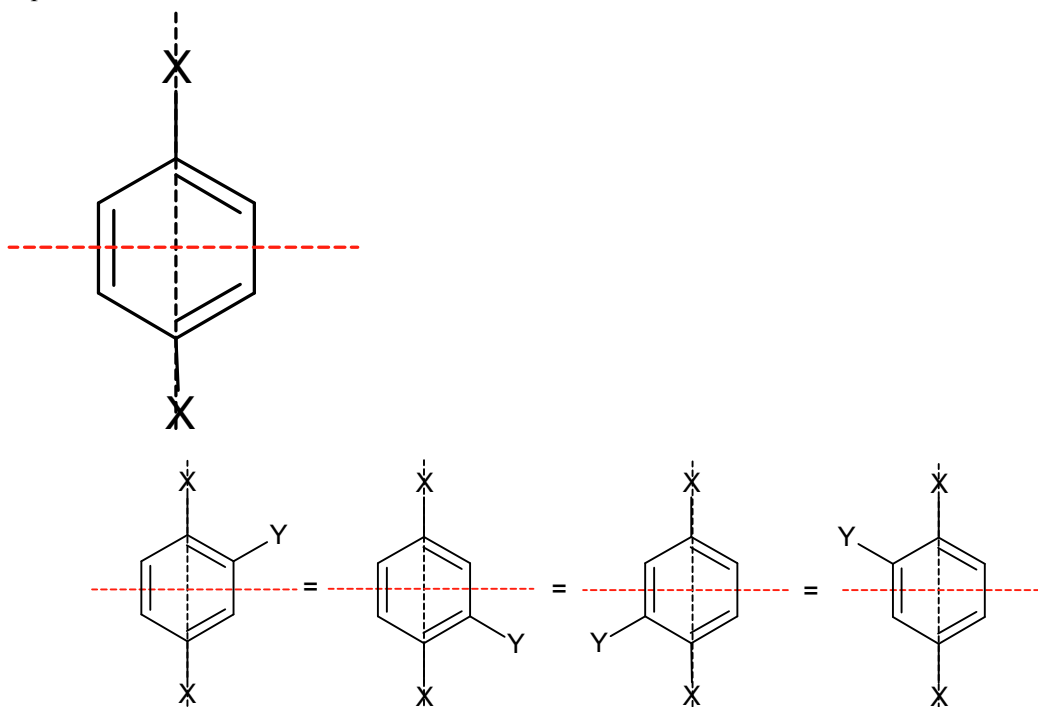
より、2種の芳香族化合物が得られる。

m-キシレンをニトロ化すると



より、3種の芳香族化合物が得られる。

p-キシレンをニトロ化すると



より、1種の芳香族化合物が得られる。

(3)

$$PV = \frac{w}{M} RT \text{ より, } M = \frac{wRT}{P} \cdot \frac{1}{V}$$

$P = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $w = 1.05 \text{ g}$ で一定だから, $\frac{wRT}{P}$ は定数である。

よって, 分子量が大きくなったことは, 気体の体積 V が小さくなったことを意味する。

気体の体積が小さくなったことは, アボガドロの法則より,

気体分子の物質量が少なくなったことを意味する。

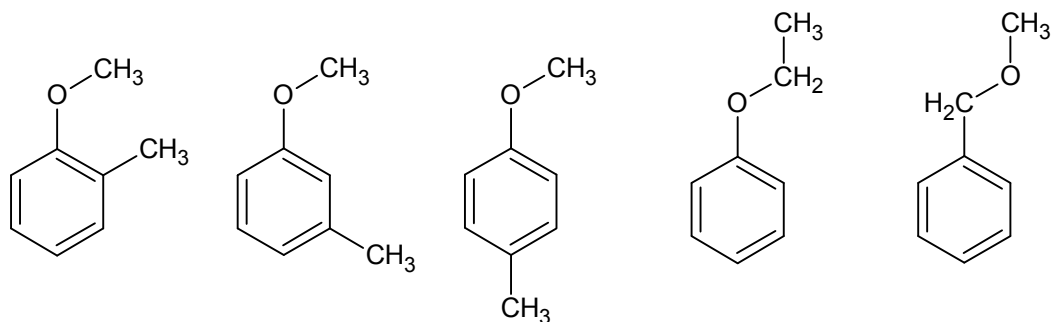
気体分子の物質量が少なくなったことは, 一部の分子同士が会合したこと,

つまり, 一部のカルボン酸が水素結合により二量体を形成したことを意味する。

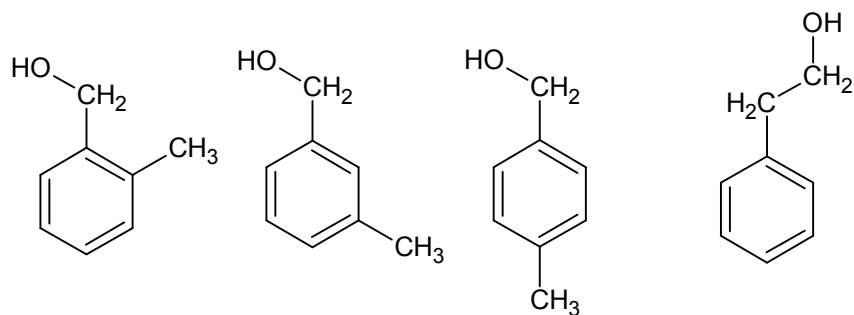
213. 異性体と構造決定

A として可能な構造異性体

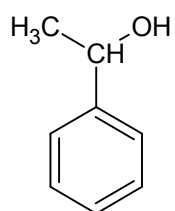
エーテル



第一級アルコール



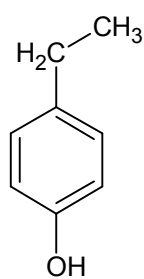
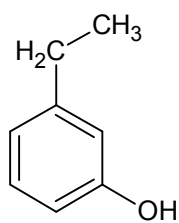
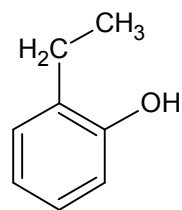
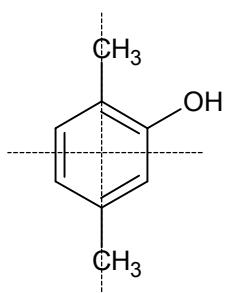
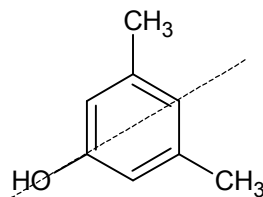
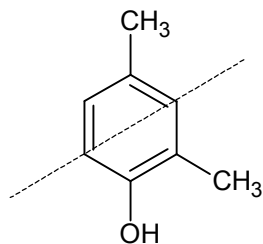
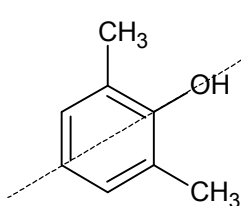
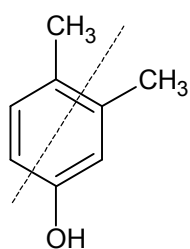
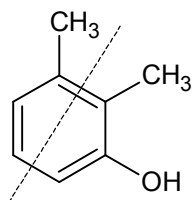
第二級アルコール



B として可能な構造異性体

フェノール性化合物

破線は OH がないときの分子内対称軸



214. $C_8H_8O_2$ の異性体

$$\text{不飽和度} = \frac{(2 + 8 \times 2) - 8}{2} = 5$$

ベンゼン環は、環式化合物で3つの $C=C$ をもつから、不飽和度は4である。

よって、ベンゼン環以外に不飽和度1の結合が存在する。

これとOをもつ化合物であることから、

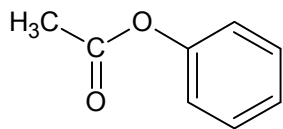
ベンゼン環をもつケトン、アルデヒド、カルボン酸、カルボン酸エステルが考えられる。

実験1

ケン化が起こることからAはカルボン酸エステル

また、Dはフェノールだから、

Aの構造式



実験2

フェノールをニトロ化するとピクリン酸が生成するから、Dはフェノールである。

実験3

Bはカルボン酸である。

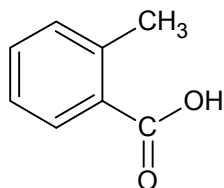
実験4

Cはアルデヒドである。

実験5・実験6・実験7

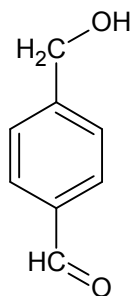
Eはフタル酸だから、

Bの構造式



Fはテレフタル酸だから、

Cの構造式

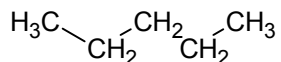


217. 異性体の数

(2)

問題 204・206 参照

(4)



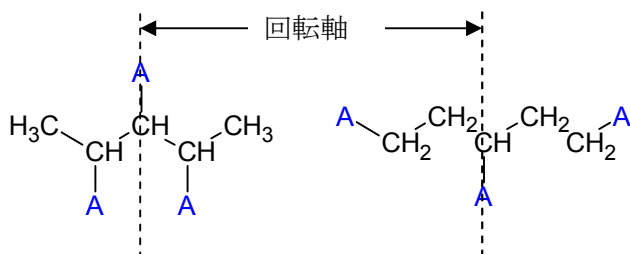
が平面上に束縛されているとき、

3 分子の A の C への結合の仕方は 5 つの C から 3 つを選ぶ場合の数より、

${}_5\text{C}_3 = 10$ 種類の構造が存在する。

これらが平面上の束縛から免れ、自由回転できる場合

左右対称な次の 2 種類の構造は、回転軸のまわりに回転しても元の構造のままである。

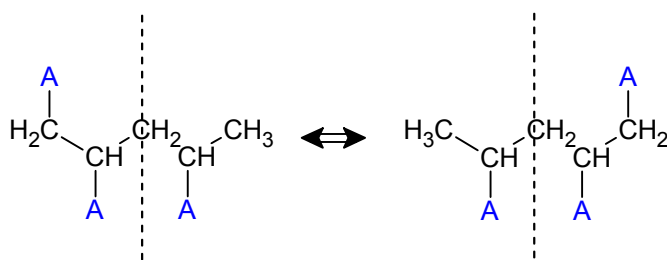


よって、2 種類のままである。

残りの 8 つの構造は左右対称でないため、

回転すると平面上では区別されていた別の構造と一致する。

たとえば、

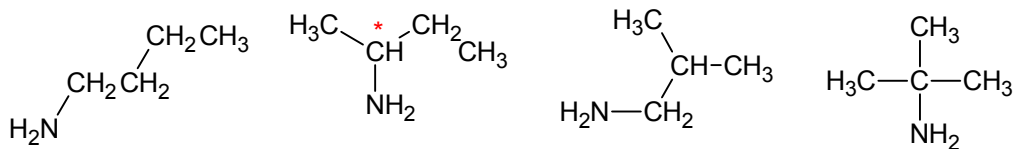


よって、構造は $\frac{8}{2} = 4$ 種類

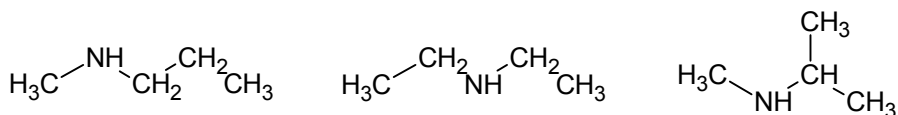
以上より、 $2 + 4 = 6$ 種類存在する。

(5)

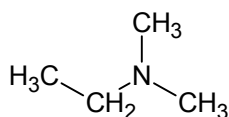
第 1 級アミンの場合 (赤星印は不斉炭素原子)



第 2 級アミンの場合

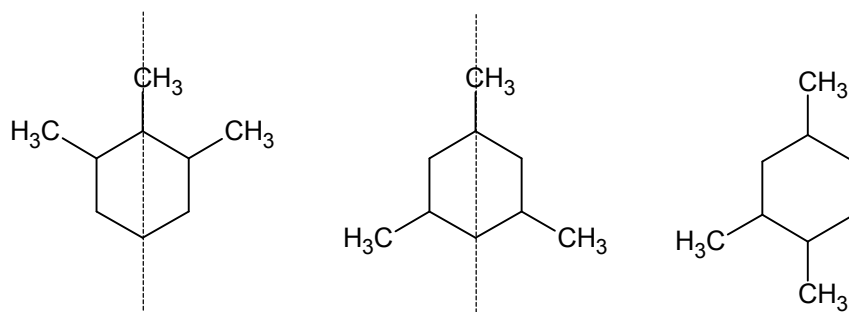


第 3 級アミンの場合



(6)

同一置換基の 3 置換体は、対称面をもつ構造ともたない構造に分類すれば楽である。



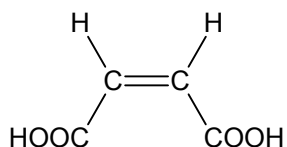
219. 有機化合物の構造推定

C と E について

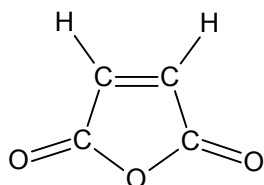
C は分子内脱水して E を生成する分子量 116 の化合物である。

よって、

C はマレイン酸 $C_4H_4O_4$



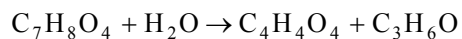
E は無水マレイン酸



D について

A の分子式 $C_7H_8O_4$ (不飽和度 4) より、

A の加水分解反応式は、



よって、D の分子式 C_3H_6O (不飽和度 1)

A はエステルであるにもかかわらず D はアルコールではない。

D はアルデヒドでもない。

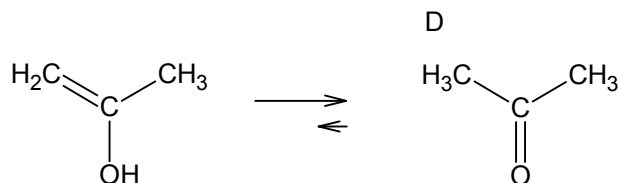
アルコールでもアルデヒドでもカルボン酸でもないからケトンしか考えられない。

A には 2 個の炭素間二重結合が含まれており、

1 つは加水分解により生成する C (マレイン酸) の炭素間二重結合だから、

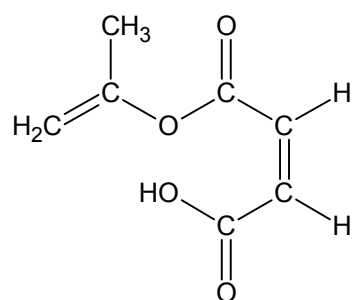
もう 1 つの炭素間二重結合は D のケトン基に変化したと考えられる。

つまり、加水分解直後のエノール型のアルコールがケトンに変化したと考えられる。

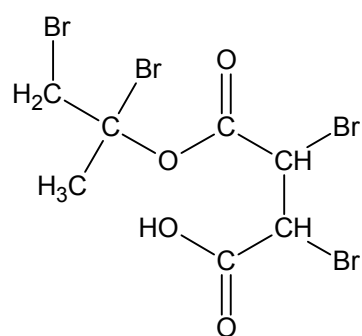


以上より,

A



B



220. 有機化合物の構造決定

A ($C_{11}H_{12}N_2O_5$) について

- ・ 不飽和度 7
- ・ 炭酸水素ナトリウム水溶液に気体を発生しながら溶ける CHO 化合物であることから、カルボキシ基をもつ。
- ・ 不斉炭素原子を 1 つもつ。

B について

- ・ 分子量 138
- ・ パラ二置換ベンゼン
- ・ A をアルカリ水溶液で加熱分解したとき、黄色固体として沈殿した物質
- ・ 希塩酸によく溶ける。

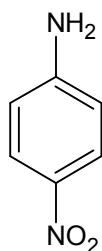
ベンゼン環をもつ黄色固体より、置換基の 1 つはニトロ基である。

希塩酸によく溶けることから塩基性であり、それはアミノ基である可能性が高い。

これらの性質を満たす最も簡単な化合物は *p*-ニトロアニリン ($C_6H_6N_2O_2$) であり、分子量が 138 であることから上の条件をすべて満たしている。

よって、

B の構造式



また、これより、A はアミド化合物である。

C について

- ・ A を水酸化ナトリウム水溶液 (塩基) で分解した後、塩酸 (酸) で中和したことから、正味の反応はアミド化合物 A の加水分解反応である。

よって、反応式は、 $C_{11}H_{12}N_2O_5 + H_2O \rightarrow C_6H_6N_2O_2 + C_5H_8O_4$ したがって、C の分子式は $C_5H_8O_4$ (不飽和度 2) である。

- ・ A はカルボキシ基をもつアミド化合物だから、C はカルボキシ基を 2 つもつ。
また、カルボキシ基の不飽和度は 1 だから、
C の不飽和度 2 はカルボキシ基を 2 つもつことが考えられる。

- ・ 不斉炭素原子をもたない。

A は不斉炭素原子を 1 つもつ。

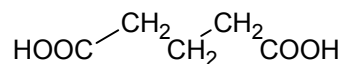
構造式から B のどの炭素原子もアミド結合により不斉炭素原子になることはない。

よって、C の炭素原子の 1 つがアミド結合により不斉炭素原子になる。

C の異性体は,

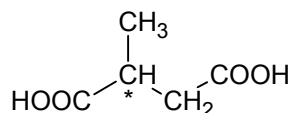
カルボキシ基間の直鎖炭素原子の数で排反に分類すると,

3 つ (CHOOC-CCC-COOH) のとき



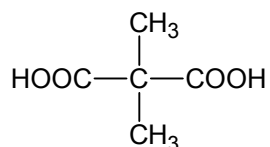
アミド結合して不斉炭素原子が生じないから不適

2 つ (CHOOC-CC-COOH) のとき

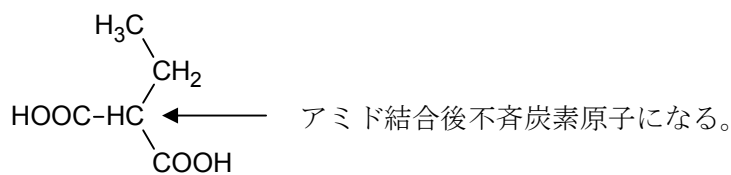


不斉炭素原子をもつから不適

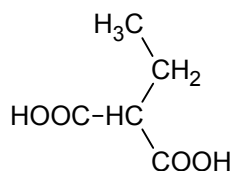
1 つ (CHOOC-C-COOH) のとき



アミド結合しても不斉炭素原子が生じないから不適

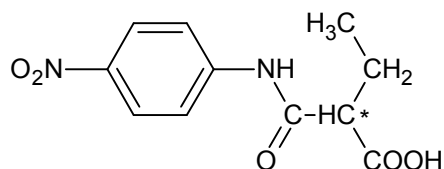


よって, C の構造式は,

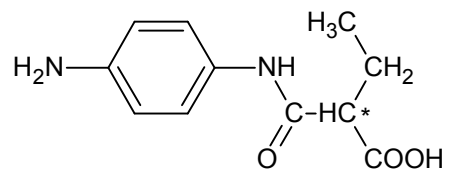


以上より,

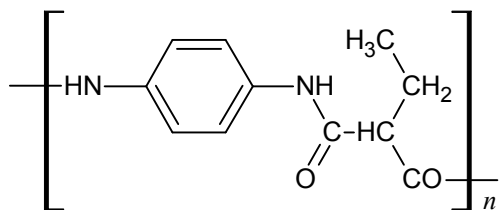
A の構造式は,



D の構造式は,



E の構造式は,



222. 分子量 100.0 の有機化合物

分子量 100 の CH または CHO 化合物の分子式を求める

問題を解くために必要な方程式

分子量を 100 の化合物を $C_xH_yO_z$ とすると、

$$12x + y + 16z = 100 \quad \dots \textcircled{1}$$

また、これを満たすための z の条件は、 $0 \leq z \leq 6$ 不飽和度を k とおくと、 $\frac{(2+2x)-y}{2} = k$ ($0 \leq z \leq 6$) より、

$$y = 2x + 2 - 2k \quad (0 \leq z \leq 6) \quad \dots \textcircled{2}$$

飽和化合物 ($k=0$) の分子式

$$k=0 \text{ および } \textcircled{2} \text{ より, } y = 2x + 2 \quad \dots \textcircled{3}$$

$$\text{これを } \textcircled{1} \text{ に代入すると, } 12x + 2x + 2 + 16z = 100 \quad \therefore x = \frac{49-8z}{7} \quad (0 \leq z \leq 6)$$

 x が自然数であるためには、 $z=0$ でなければならない、このとき $x=7$

$$\text{また } \textcircled{3} \text{ より, } y = 2 \cdot 7 + 2 = 16$$

よって、飽和 CH 化合物の分子式： C_7H_{16} **不飽和度が 1 の化合物 ($k=1$) の分子式**

$$k=1 \text{ および } \textcircled{2} \text{ より, } y = 2x \quad \dots \textcircled{4}$$

$$\textcircled{4} \text{ を } \textcircled{1} \text{ に代入すると, } 12x + 2x + 16z = 100 \quad \therefore x = \frac{50-8z}{7} \quad (0 \leq z \leq 6)$$

 x が自然数であるためには、 $z=1$ でなければならない、このとき $x=6$

$$\text{また } \textcircled{4} \text{ より, } y = 2 \cdot 6 = 12$$

よって、不飽和度 1 の CHO 化合物の分子式： $C_6H_{12}O$ **不飽和度が 2 の化合物 ($k=2$) の分子式**

$$k=2 \text{ および } \textcircled{2} \text{ より, } y = 2x - 2 \quad \dots \textcircled{5}$$

$$\textcircled{5} \text{ を } \textcircled{1} \text{ に代入すると, } 12x + 2x - 2 + 16z = 100 \quad \therefore x = \frac{51-8z}{7} \quad (0 \leq z \leq 6)$$

 x が自然数であるためには、 $z=2$ でなければならない、このとき $x=5$

$$\text{また } \textcircled{5} \text{ より, } y = 2 \cdot 5 - 2 = 8$$

よって、不飽和度 2 の CHO 化合物の分子式： $C_5H_8O_2$

不飽和度が 3 の化合物 ($k=3$) の分子式

$$k=3 \text{ および } ② \text{ より, } y=2x-4 \quad \dots \text{ ⑥}$$

$$⑥ \text{ を } ① \text{ に代入すると, } 12x+2x-4+16z=100 \quad \therefore x=\frac{52-8z}{7} \quad (0 \leq z \leq 6)$$

x が自然数であるためには, $z=3$ でなければならない,

このとき $x=4$

$$\text{また } ⑥ \text{ より, } y=2 \cdot 4 - 4 = 4$$

よって, 不飽和度 3 の CHO 化合物の分子式は: $C_4H_4O_3$

不飽和度が 4 の化合物 ($k=4$) の分子式

$$k=4 \text{ および } ② \text{ より, } y=2x-6 \quad \dots \text{ ⑦}$$

$$⑦ \text{ を } ① \text{ に代入すると, } 12x+2x-6+16z=100 \quad \therefore x=\frac{53-8z}{7} \quad (0 \leq z \leq 6)$$

x が自然数であるためには, $z=4$ でなければならない,

このとき $x=3$

$$\text{また } ⑦ \text{ より, } y=0$$

よって, 分子式は, C_3O_4 となり, H を含まないので不適

不飽和度が 5 以上 ($5 \leq k$) の場合

$5 \leq k$ のとき, y が負になるので不適

分子量 100 の CH または CHO 化合物の分子式のまとめ

不飽和度	分子式
0	C_7H_{16}
1	$C_6H_{12}O$
2	$C_5H_8O_2$
3	$C_4H_4O_3$

A, B, C, D の分子式はすべて異なるから,

分子 {A, B, C, D} と分子式 { $C_7H_{16}, C_6H_{12}O, C_5H_{10}O_2, C_4H_4O_3$ } は 1 対 1 の対応関係にある。

よって, 実験 1~8 の結果から, 分子と分子式を対応させればよい。

実験 2

D の分子式は $C_5H_8O_2$ に決定

実験 3

A は $C=C$ を 1 つもつ。

また、水素付加により、不斉炭素原子を 2 つもつ化合物 E が得られる。

実験 4

A はヨードホルム反応陽性であることから、

A は $-C(OH)-CH_3$ あるいは $-CO-CH_3$ をもつ。

よって、

O をもたない C_7H_{16} と

C を 4 つとすると H の数が不足する $C_4H_4O_3$ の可能性はなくなり、

A の分子式は、 $C_6H_{12}O$ である。

また、 $C_6H_{12}O$ の不飽和度は 1 だから、A は $-C(OH)-CH_3$ をもつ。

A の構造式

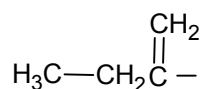
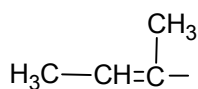
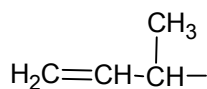
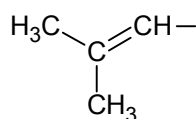
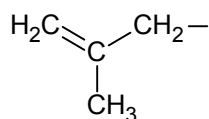
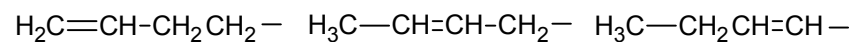
$-C(OH)-CH_3$ の構造もつことは確定しているから、

これに結合する $C=C$ を 1 つもつ炭化水素基 C_4H_8- の構造で分類する。

尚、エノール $-C=C(OH)-CH_3$ は不安定なので、

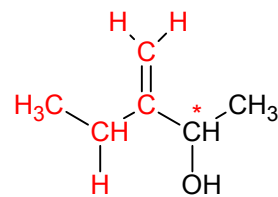
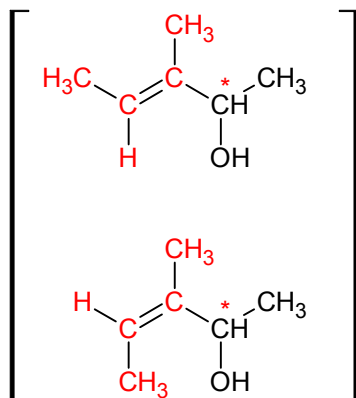
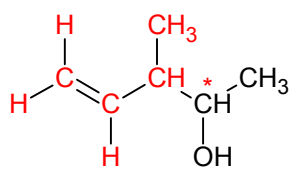
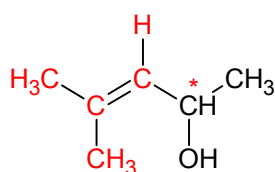
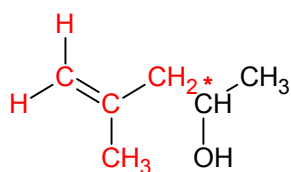
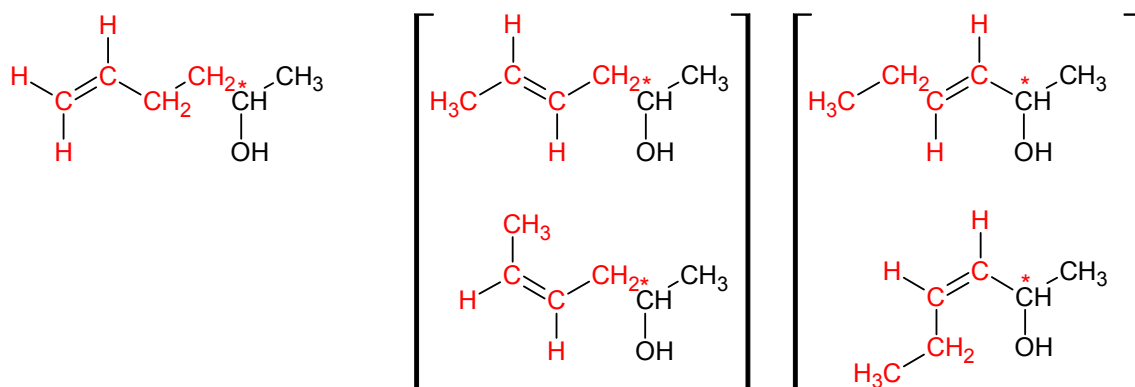
結合するとエノールができる炭化水素基は除外した。

すると、炭化水素基の構造は次の 8 種類がある。



よって、

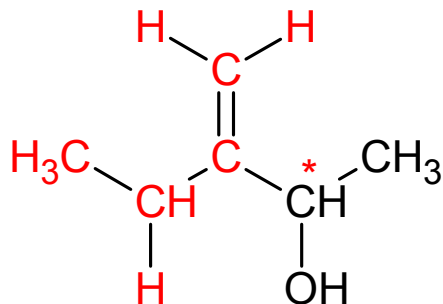
A の構造式候補は



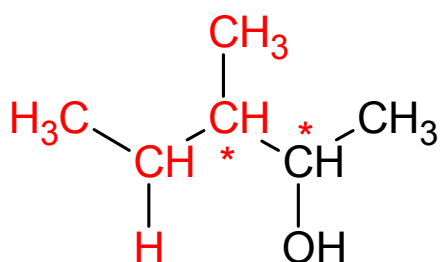
A に水素付加すると、不斉炭素原子を 2 つもつ化合物 E が得られ (実験 3)、

問(2)で A には幾何異性体が存在しないことより、

A の構造式は、



また、E の構造式は、



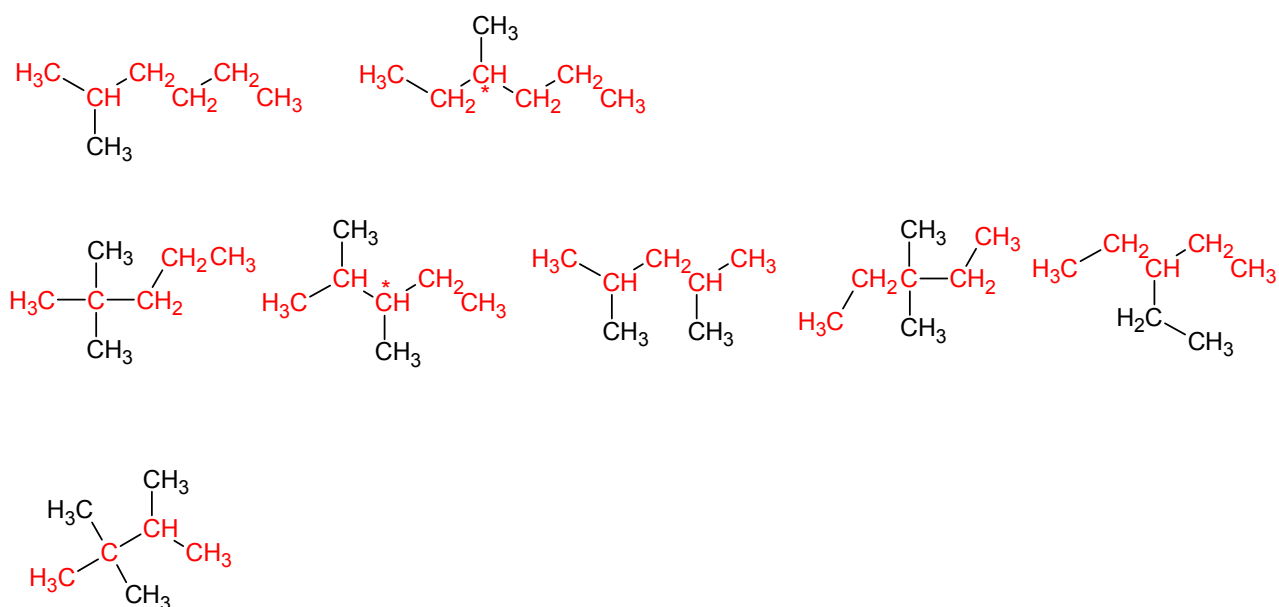
実験 5

三重結合をもつ炭化水素 F から B が得られるから、B は炭化水素である。

よって、B の分子式は、 C_7H_{16}

B の構造式

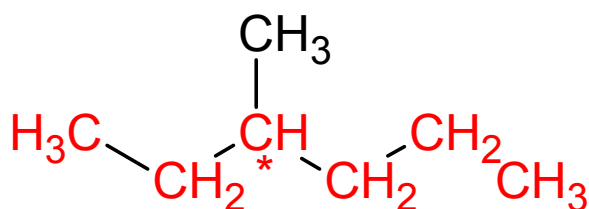
B とその異性体を主鎖の C の数で分類する



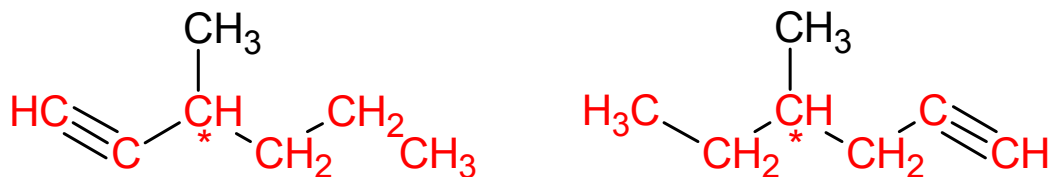
B は、不斉炭素原子を 1 つもち、

アルキン F に水素を付加することで生成する (実験 5) ことから、

B の構造式は、



また、アルキン F の構造式は、



のいずれかである。

よって、

C の分子式は、 $C_4H_4O_3$ である。

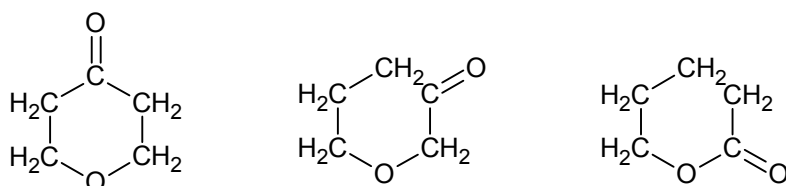
実験 6・実験 7

D について

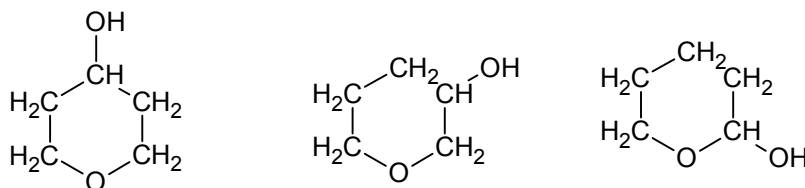
- ・ 6 個の原子からなる環をもつ化合物である \Rightarrow C と O の複素環式化合物である。
- ・ 水素と反応し臭素水とは反応しない \Rightarrow C=C の付加反応ではない。
- ・ 水素との反応で得られた化合物 G はナトリウムと反応し水素ガスを発生する \Rightarrow D が還元され、ヒドロキシ基をもつ化合物 G が得られた。
- ・ G は不斉炭素原子をもたない。

より、

D の構造式の候補は、



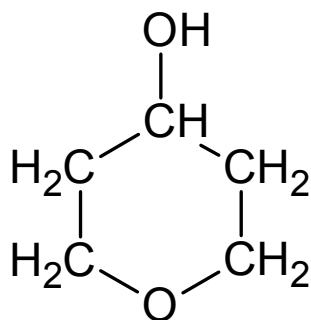
であり、それぞれを水素で還元したときの化合物の構造式は、



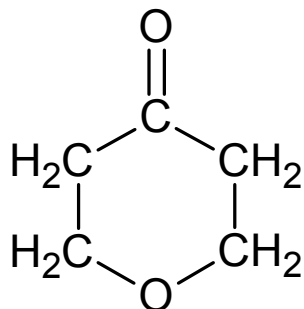
である。

これらのうち、不斉炭素原子をもたないのが G だから、

G の構造式は、



よって、
D の構造式は、



補足

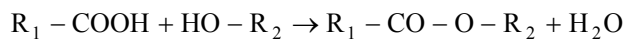
G が不斉炭素原子をもたないことは、問題 204・206 の解説を参照のこと。

実験 8

C と G がエステル結合し、分子量 202.0 のエステルが生成する。

C, G の分子量は、それぞれ 100.0, 102.0 だから、

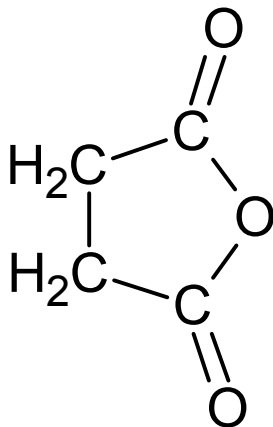
このエステル化はカルボキシ基とヒドロキシ基の脱水縮合反応



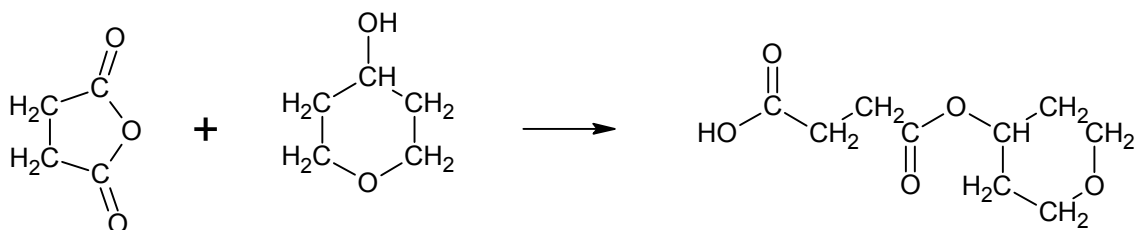
によるものではなく、そのままエステル結合することによる。

したがって、環式の酸無水物とヒドロキシ基の反応によるエステル化である。

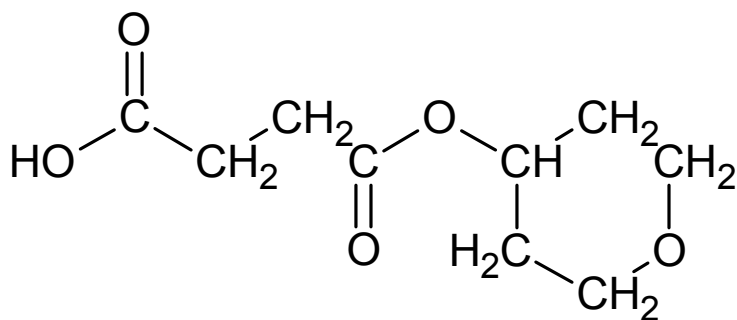
よって、
C の構造式は、



また、エステル H の構造式は、



より、



223. 炭素原子の位置による区別

構造の対称面について互に対称の関係にある炭素原子は、物理的・化学的環境も互いに等しいので区別できない。

224. 骨格構造式と不斉炭素原子

問題 204・206 参照