

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNIVERSİTETİNİN NƏZDİNDƏ

Bakı Texniki Kolleci

“Ümumitəhsil fənlər” fənn birliyi

“Kimya” fənnindən I smestr üçün

MÜHAZİRƏLƏR

Müəllim: Mürsəli Sevdə Arif q.

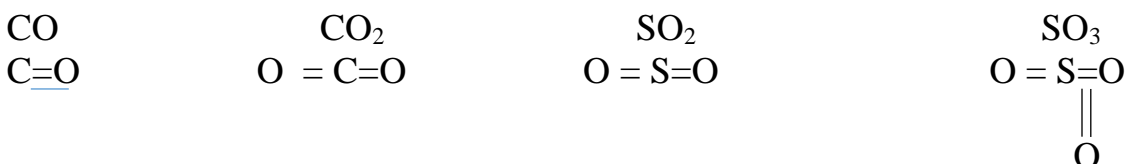
2022

MÜNDƏRİCAT

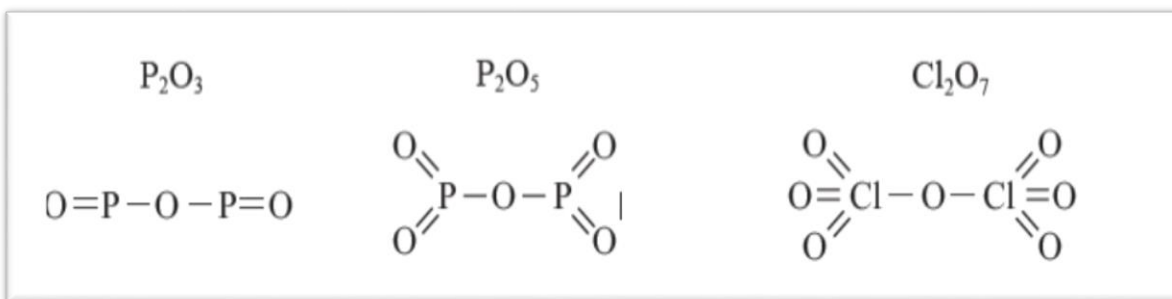
1. Oksidlərin quruluşu. Turşu və əsasların quruluşu. Turşuların və əsasların quruluşunun onların xassələrinə təsiri. Duzların quruluşu. Duzların quruluşunun onların xassələrinə təsiri	3
2. Alkanların homoloji sırası, molekullarının elektron və qrafik formulları. Alkanların molekullarının fəza quruluşu.	7
3. Alkanların izomerliyi, adlandırılması , təbiətdə tapılması və alınması.	9
4. Alkanların fiziki və kimyəvi xassələri.....	12
5. Alkenlərin homoloji sırası, elektron qrafik və fəza formula	16
6. Alkenlərin fiziki və kimyəvi xassələri	22
7. Alkadienlərin homoloji sırası, qrafik formulları və molekullarının fəza quruluşu	27
8. Alkadienlərin adlandırılması ,izomerliyi, alınması ,fiziki i və kimyəvi xassələri.	29
9. Alkinlərin homoloji sırası, qrafik formulları və molekullarının fəza quruluşu	36
10. Alkinlərin adlandırılması izomerliyi və alınması.	37
11. Alkinlərin fiziki və kimyəvi xassələri.....	40
12. Tsikloalkanların homoloji sırası, qrafik formulları , adlandırılması və izomerliyi.	42
13. Aromatik karbohidrogenlər. Benzol molekulunun fəza quruluşu, benzolun homoloqlarının adlandırılması və izomerliyi.	48
14. Benzol sırası karbohidrogenlərin alınması ,fiziki xassəl və kimyəvi xassələri.....	52
15. Karbohidrogenlərin təbii mənbələri Neft və onun ilkin emalı. Neft məhsullarının təkrar emalı. Neft məhsullarının keyfiyyəti və tətbiqi	56
16. İstifadə olunmuş ədəbiyyat.....	61

Oksidlərin quruluşu. Turşu və əsasların quruluşu. Turşuların və əsasların quruluşunun onların xassələrinə təsiri. Duzların quruluşu. Duzların quruluşunun onların xassələrinə təsiri

Qeyri-metalların əmələ gətirdiyi oksidlər, əsasən, molekulyar quruluşludur. Bu səbəbdən onlar aşağı ərimə və qaynama temperaturuna malik olur. Qeyrimetalların əmələ gətirdiyi oksidlər adi şəraitdə, əsasən, qaz, maye və ya asan əriyən bərk maddələrdir. Onların molekullarının qrafik formulu yazılarkən oksigen atomları oksidi əmələ gətirən qeyri-metal atomuna valentliyinə uyğun sayda rəbitə ilə birləşdirilir



Oksid molekulunda oksidi əmələ gətirən qeyri-metalın iki atomu olduqda bu atomlar oksigen atomu vasitəsilə birləşdirilir. Sonra isə hər bir qeyri-metal atomuna uyğun sayda digər oksigen atomları birləşdirilir. Məsələn, fosforun oksidlərinin (sadə formullarına əsasən) və dixlor-heptaoksidin qrafik formullarını tərtib edək.



Metalların əmələ gətirdiyi oksidlər qeyri-molekulyar quruluşludur. Bu səbəbdən onlar əksər qeyri-metalların əmələ gətirdiyi oksidlərdən fərqli olaraq, yuxarı ərimə və qaynama temperaturuna malik olur. Metal oksidlərinin əksəriyyəti adi şəraitdə bərk haldadır. Bu oksidlər üçün də şərti olaraq qeyri-metal oksidləri üçün tətbiq edilən qaydada

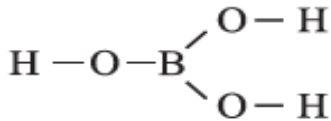
formullar yazılır. Məsələn, kalium, kalsium və alüminiumun oksidləri üçün aşağıdakı qrafik formulları yazmaq olar .



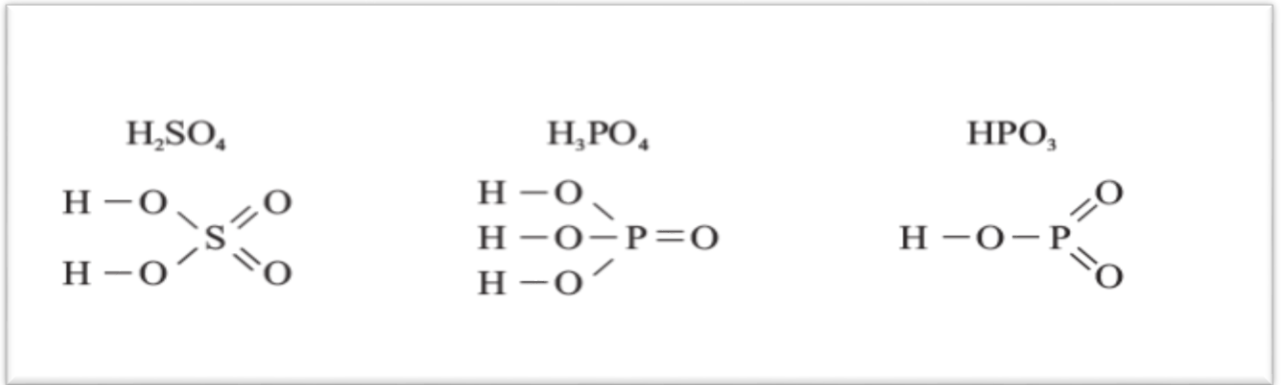
Turşular, əsasən, molekulyar quruluşlu maddələrdir. Oksigensiz turşuların molekullarının qrafik formulu yazılarkən hidrogen atomları turşunu əmələ gətirən qeyri-metal atomları turşunu əmələ gətirən qeyri-metal atomuna birbaşa birləşdirilir.



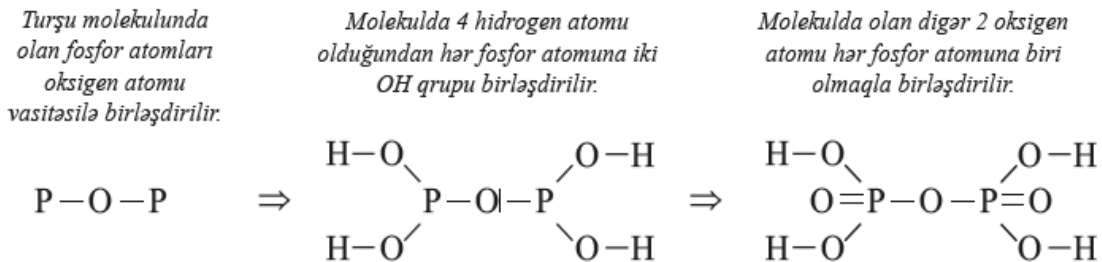
Oksigenli turşuların molekullarının qrafik formulları yazılarkən hər bir hidrogen atomu oksigen atomuna, o da öz növbəsində turşunu əmələ gətirən atoma birləşdirilir. Məsələn, borat turşusunun (H_3BO_3) qrafik formulu aşağıdakı kimi təsvir oluna bilər:



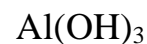
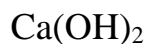
Qeyri-üzvi turşu molekulunda olan oksigen atomlarının sayı hidrogen atomlarının sayından çox olduqda artıq olan oksigen atomları turşunu əmələ gətirən atoma ikiqat rabitə ilə birləşdirilir (H_3PO_3 və H_3PO_2 istisnadır).



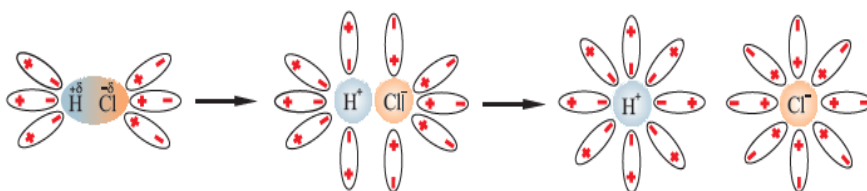
Qeyri-üzvi turşu molekulunda onu əmələ gətirən elementin iki atomu olduqda əmələ gətirən elementin iki atomu olduqda bu atomlar oksigen atomu vasitəsilə birləşdirilir. Sonra isə hər bir turşu əmələ gətirən atoma uyğun sayda digər oksigen atomları və OH qrupları birləşdirilir. Məsələn, pirofosfat turşusunun qrafik formulu aşağıdakı kimi tərtib edilir:



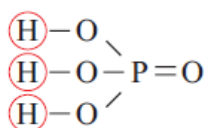
Metalların əmələ gətirdiyi oksidlər kimi, əsaslar da qeyri-molekulyar quruluşludur. Ona görə də əsaslar üçün də qrafik formulları şərti olaraq yazılır. Bu zaman hər bir hidrogen atomu oksigen atomuna, o da öz növbəsində əsası əmələ gətirən metal atomuna birləşir.



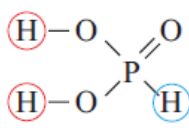
Turşuların xassələri onların molekulunda olan hidrogen ionlarının asanlıqla ayrılmasına əsaslanır. Suda həll edildikdə oksigenli turşuların molekulundakı oksigen atomunun, oksigensiz turşuların molekulundakı uyğun qeyri-metal (F, Cl, Br, I, S və s.) atomunun hidrogen atomu ilə əmələ gətirdiyi poliar kovalent rabitələr su dipollarının təsirindən daha da poliarlaşır. Nəticədə bu rabitə qırılaraq hidratlaşmış şəkildə H^+ kationu və turşu qalığı anionu əmələ gəlir. Hidrogen-xloridin suda məhlulunda prosesi aşağıdakı kimi təsvir etmək olar.



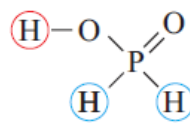
Oksigenli turşuların molekulunda olan hidrogen atomlarının sayı bəzən onun əsaslığına bərabər olmur. Məsələn, ortofosfat turşusu (H_3PO_4), fosfit turşusu (H_3PO_3) hipofosfit turşusunun (H_3PO_2) molekullarında üç hidrogen atomu olduğu halda ortofosfat turşusu üçəsaslı, fosfit turşusu ikiəsaslı, hipofosfit turşusu isə birəsaslı turşudur. Bu turşuların quruluşları ilə əlaqədardır. H_3PO_4 molekulunda bütün hidrogen atomları oksigen atomları ilə birləşir. H_3PO_3 molekulunda bir, H_3PO_2 molekulundakı iki hidrogen atomu birbaşa fosfor atomu ilə birləşir. Fosforun elektromənfiyyəti oksigenin elektromənfiyyətiyədən az olduğu üçün P – H rabitəsinin poliarlığı da O – H rabitəsinin poliarlığından azdır. Bu səbəbdən turşunun suda həll olması zamanı O – H rabitəsindən fərqli olaraq P – H rabitəsi qırılmaz. Yəni oksigenli turşuların əsaslığını yalnız molekulda oksigen atomu ilə birləşən hidrogen atomlarının sayı müəyyən edir.



üçəsaslı turşu

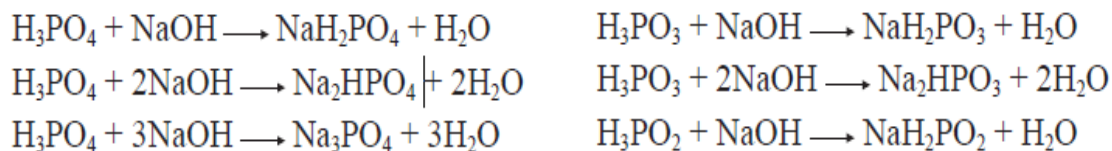


ikiəsaslı turşu



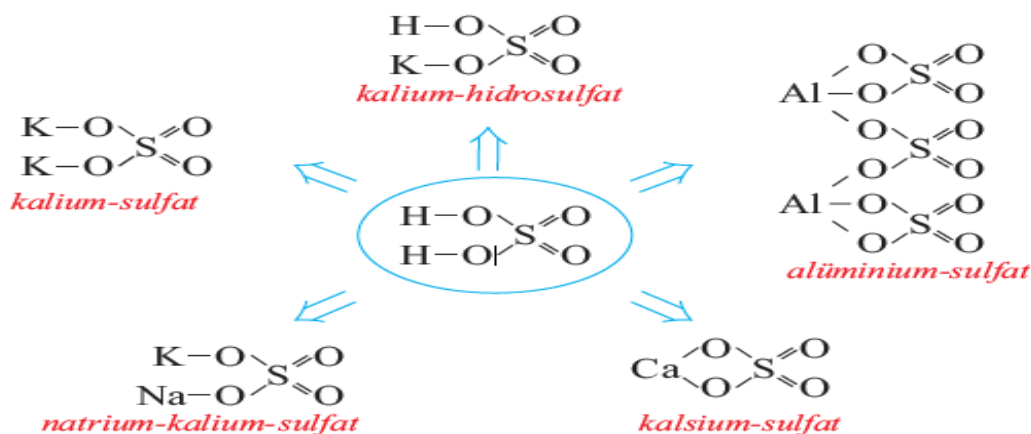
birəsaslı turşu

H_3PO_4 , H_3PO_3 və H_3PO_2 -nin $NaOH$ ilə müxtəlif mol nisbətində reaksiyaları aşağıdakı kimidir:



Turşu əmələ gətirən elementin elektromənfiliyi turşunun qüvvətliliyinə təsir edir. Məsələn, halogenlər elektromənfi elementlər olduğu üçün onların hidrogenli birləşmələrində rabitə daha polyar olur. Ona görə də onların suda məhlullarında bu rabitələr qırılır və H^+ ionları əmələ gəlir. $HF - HCl - HBr - HI$ sırasında atomların nüvələrarası məsafəsi artır və rabitənin enerjisi azalır.

Normal, turş və ikiqat duzların qrafik formulu uyğun turşulara əsasən tərtib olunur. Bu zaman turşu molekulunda olan hidrogen atomları metal atomları ilə valentliklərinə uyğun olaraq əvəz olunur. Məsələn

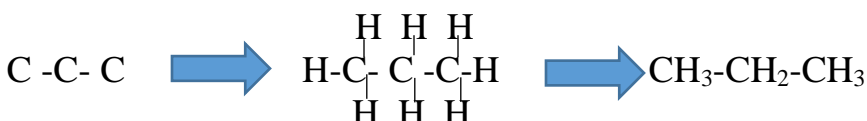


Alkanların homoloji sırası, molekullarının elektron və qrafik formulları.

Alkanların molekullarının fəza quruluşu.

Beynəlxalq nomenklaturaya əsasən, açıqzəncirli (atsiklik və ya alifatik) doymuş karbohidrogenlər **alkanlar** adlanır. Alkan molekulundahidrogen atomlarının sayı karbon atomlarının sayının iki mislindən iki vahidolur. Molekulunda n sayda karbon atomu olan alkanın tərkibi $C_n H_{2n+2}$ ümumi formulu ilə ifadə olunur. Məsələn, molekulundabeş karbon atomu olan alkanın formulu $C_5H_{2 \cdot 5+2}$, yəni C_5H_{12} olur. Alkanların ilk nümayəndəsi metandır (CH_4), yəni ümumi formulda $n \geq 1$ -dir. Digər alkanlar metandan bir və ya bir neçə $-CH_2$ (metilen) qrupu ilə fərqlənir. Məs, C_2H_6 -etan, C_3H_8 - propan və s.

Propanın qrafik formulu yazaq. Bunun üçün əvvəlcə molekulda olan karbon atomları bir-biri ilə birləşdirilir. Sonra karbonun valentliyinin IV olduğunu nəzərə alaraq, hər bir karbon atomuna müvafiq sayda hidrogen atomları birləşdirilir.



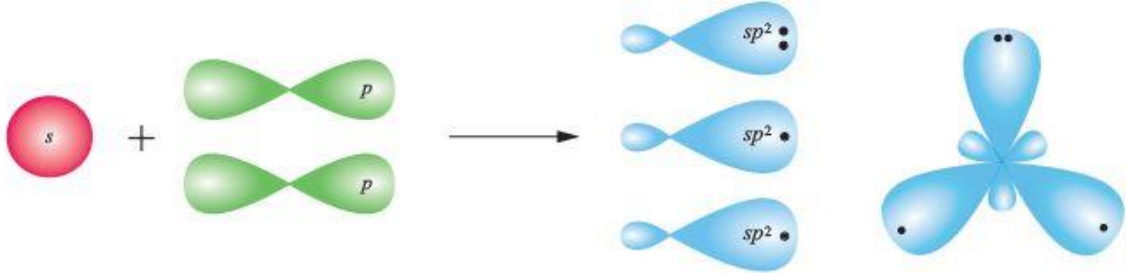
Alkanların homoloji sırası

Adı	Alkanın formulu	Quruluş formulu
Metan	CH_4	CH_4
Etan	C_2H_6	$CH_3 - CH_3$
Propan	C_3H_8	$CH_3 - CH_2 - CH_3$
Butan	C_4H_{10}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Pentan	C_5H_{12}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Heksan	C_6H_{14}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Heptan	C_7H_{16}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Oktan	C_8H_{18}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Nonan	C_9H_{20}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Dekan	$C_{10}H_{22}$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

Metanın fəza quruluşu

Həyəcanlanmış karbon atomunun tək elektronlarının əmələ gətirdiyi orbitallar (bir s- və üç p-orbitalı) hibridləşərək dörd sp^3 hibrid orbital əmələ gətirir

a.



b.

a. SP^3 - hibrid orbitallarının əmələgəlmə sxemi

b. SP^3 orbitalının fəzada aldığı forma.

Bu hibrid orbitallar qarşılıqlı itələmə qüvvələri hesabına bir-birindən maksimum uzaqlaşaraq fəzada düzgün tetraedrin təpələrinə doğru istiqamətlənir və minimum enerjiyə malik olur. Metan molekulu əmələ gəldikdə karbon atomunun hər bir sp^3 hibrid orbitalı hydrogen atomunun s-orbitalı ilə örtülərək ($sp^3 - s$ örtülməsi) dörd σ -rabitə əmələ gətirir. Rabitələr eyni orbitalların örtülməsindən əmələ gəldiyindən onların uzunluqları və enerjiləri də bərabər olur.

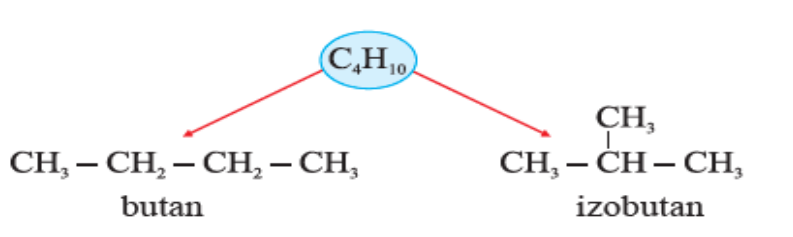
Tetraedr – üzləri dörd üçbucaq olan dördüzlü həndəsi fiqurdur. Bütünüzləri bərabərtərəfli üçbucaq olan tetraedr düzgün tetraedr adlanır.

Göründüyü kimi, karbon və hydrogen atomları arasındakı rabitələr də tetraedrin təpələrinə doğru istiqamətlənir. Onlar arasındakı bütün rabitə bucaqları $109^{\circ}28'$ olur. C – H rabitələrinin uzunluqları da bərabər olduğundan metan molekulu fəzada tetraedrik quruluşa (düzgün tetraedr formasında olan) malik olur.

Alkanların izomerliyi, adlandırılması , təbiətdə tapılması və alınması.

İzomerlik. Molekullarının tərkibi eyni, kimyəvi quruluşu və buna görə də xassələri ilə bir-birindən fərqlənən maddələrə izomerlər (yunanca izos – bərabər, meros – ölçü deməkdir), bu hadisəyə isə izomerlik deyilir.

CH_4 , C_2H_6 və C_3H_8 formuluna uyğun yalnız bir maddə mövcuddur, yəni bu maddələrin izomerləri yoxdur. C_4H_{10} formuluna uyğun iki maddə yazmaq olar:

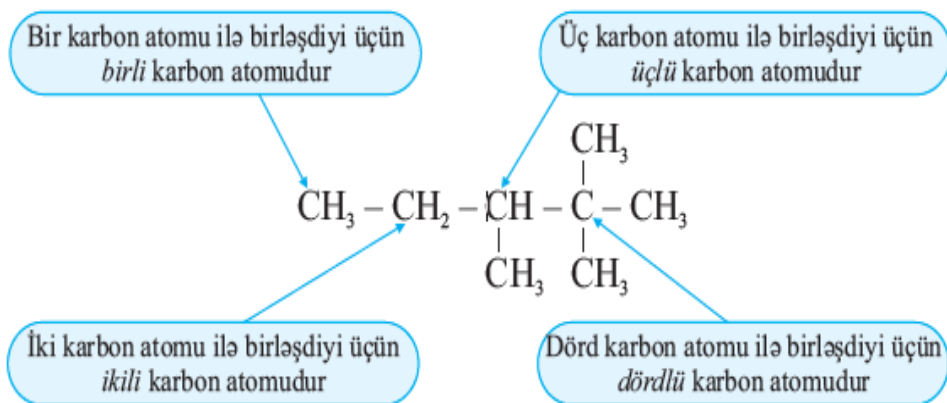


Butan və izobutan müxtəlif maddələr olub xassələrinə görə fərqlənirlər.

Məsələn, butanın qaynama temperaturu $-0,5^\circ\text{C}$, izobutanın isə $-11,7^\circ\text{C}$ -dir. Butan şaxəsiz, izobutan isə şaxəli quruluşlu alkandır. Bu maddələr bir-birindən quruluşlarına görə fərqlənir. Molekulda karbon atomlarının birləşmə ardıcılığının müxtəlifliyinə əsaslanan izomerlik karbon zəncirinin quruluş izomerliyi adlanır.

Alkanlarda quruluş izomerliyi C_4H_{10} formullu nümayəndədən başlayır. Molekulda karbon atomlarının sayı artdıqca quruluş izomerlərinin sayı artır.

Üzvi maddələrin tərkibində olan karbon atomları birləşdiyi karbon atomlarının sayından asılı olaraq birli, ikili, üçlü və ya dördlü olur.

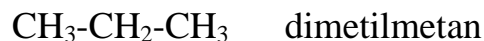
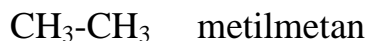


3. Alkan molekulundan fikrən bir hydrogen atomu qoparıldıqda əmələ gələn hissəciklər alkil radikalları adlanır və onların tərkibini C_nH_{2n+1} ümumi formulu ilə ifadə etmək olar. Alkil radikalları bəzi hallarda R- ilə işarə olunur. Metan molekulundan bir hydrogen atomunun qoparılmasından CH_3- əmələ gəlir. Bu zaman C – H rabitəsi elə qırılır ki, rabitəni əmələ gətirən elektronların hərəsi bir atoma düşür. Kimyəvi rabitənin belə qırılması homolitik qırılma adlanır. Alkil radikallarını adlandırmaq üçün uyğun alkanın adında olan “an” sonluğu “il” sonluğu ilə əvəz olunur. Məsələn, CH_3- radikalı **metil radikalı** adlanır. Tək elektrona malik karbon atomunun növündən asılı olaraq karbohidrogen radikalları birli, ikili və üçlü radikallara bölünür.

Alkan	Əmələ gətirdiyi alkil radikalı	Radikalın adı	Radikalın növü
CH_3-CH_3 etan	CH_3-CH_2-	Etil	Birli
$CH_3-CH_2-CH_3$ propan	CH_3-CH_2-CH-	propil	Birli
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ butan	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$	birli butil	birli
$CH_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}H-CH_3$	$CH_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}H-CH_2-$	izobutil	birli

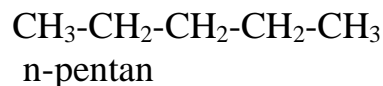
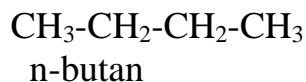
Adlandırılması.

1. **Trivial (tarixi) adlandırma.** Homoloji sıranın ilk dörd adı – metan, etan, propan, butan tarixi adlardır.
2. **Səmərəli (səmərəli) adlandırma.** Ən çox şaxəsi çıxan karbon atomuna metanın törəməsi kimi baxılır. Həmin karbondan çıxan radikalların adı deyilərək sonuna metan sözü əlavə olunur. Əgər eyni radikallardan **iki ədəd** varsa **di**, **3 ədəd** varsa **tri**, **4 ədəd** varsa **tetra** və s. sözləri əlavə olunur.





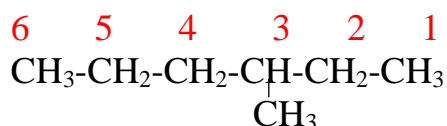
3. Beynəlxalq adlandırma. Beynəlxalq adlandırmaya əsasən, şaxəsiz quruluşlu uyğun alkanın adının qarşısına **n- (normal)** sözünü artırılır. Məsələn.



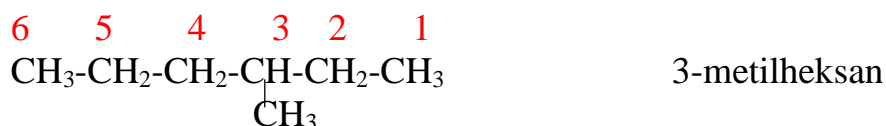
Beynəlxalq adlandırmada şaxəli quruluşlu alkanlar şaxəsiz quruluşlu alkanların törəməsi kimi adlandırılır. Ona görə də şaxəli quruluşlu alkanların adlarında uyğun şaxəsiz quruluşlu alkanın adı, həmçinin bu molekula birləşmiş radikalların yeri, sayı və adı öz əksini tapmalıdır. Bu məqsədlə alkanların Beynəlxalq nomenklatura ilə adlandırılması aşağıdakı ardıcılıqla aparılır.

1. Alkan molekulunda olan karbon atomlarından təşkil olunmuş ən uzun karbon zəncir seçilir. Bu zəncir əsas zəncir adlanır. Məsələn: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3$

2. Əsas zəncir radikal yaxın olan tərəfdən nömrələnir.



3. Əvvəlcə radikalın birləşdiyi karbon atomunun nömrəsi göstərilməklə adı oxunur, sonra isə əsas zəncirin adı deyilir.



Əsas zəncirdə iki və daha çox radikal olarsa, bu zaman nömrələmə radikal daha yaxın olan tərəfdən aparılır.

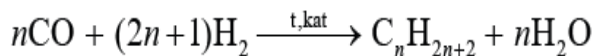
Təbiətdə tapılması

Maye və bərk halda olan alkanlar təbiətdə, əsasən, neftin tərkibində yayılmışdır. Qaz halında olan alkanlar isə həm neftdə həll olmuş şəkildə, həm də neft layınınüzərində olan qaz təbəqəsində (neftlə birlikdə çıxan qazlarda) olur. Təbii qazın əsas hissəsi (80–97%) metandır.

Metan təbiətdə ən geniş yayılmış doymuş karbohidrogendir. Təbii qazın tərkibinə həmçinin az miqdar etan, propan və butanda daxildir.

Alınması

Sənayedə alkanları, əsasən, neft və təbii qazdan ayırırlar. Həmçinin sintez qazdan katalizator iştirakında alkanların qarışığını almaq olar.



Laboratoriyada alkanları aşağıdakı üsullarla almaq olar.

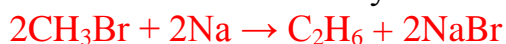
1. Alüminium-karbidin su ilə hidrolizindən metan alınır.



2. Sirkə turşusunun natrium duzunun bərk halda olan natrium-hidroksidlə birgə əridilməsindən metan alınır.



3. Alkanların monohalogenli törəmələrinin (alkilhalogenidlərin) natrium ilə reaksiyasından alkanlar alınır. Bu reaksiya ilk dəfə 1855-ci ildə fransız kimyaçısı Ş.A.Vürs tərəfindən aparılmışdır və Vürs reaksiyası adlanır. Məsələn, metilbromidinnatriumla reaksiyasından etan alınır.



Alkanların fiziki və kimyəvi xassələri

Fiziki xassələri

Alkanlar rəngsiz, suda həll olmayan maddələrdir. Onlar üzvi həlledicilərdə (benzol, toluol, benzin və s.) yaxşı həll olur. Qaz və bərk halda olan alkanlar iysiz, maye alkanlar isə benzinə oxşar iyə malikdir.

Alkanların ilk dörd nümayəndəsi qaz (n.ş.), şaxəsiz quruluşlu $\text{C}_5 - \text{C}_{15}$ alkanlar adi şəraitdə maye, sonrakı homoloqlar isə bərk haldadır. Alkanlar bərk halda molekulyar kristal qəfəsi əmələ gətirirlər. Propan və butan təzyiqlə asanlıqla mayeləşir. Karbon atomlarının sayı (nisbi molekulyar kütləsi) artdıqca şaxəsiz alkanların qaynama temperaturu və sıxlığı artır.

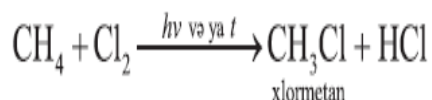
İzomerlər eyni molekulyar kütləsinə malik olmalarına baxmayaraq, müxtəlif fiziki xassələr göstərirlər. İzomer alkanlardan şaxəsiz quruluşlu alkanın sıxlığı və qaynama temperaturu şaxəli quruluşludan çox olur. Şaxələnmə artdıqca bu xassələr daha da azalır. Buna səbəb izomer maddələrin molekullarının müxtəlif cür qarışması və ona görə də molekullararası qarşılıqlı təsir qüvvələrinin fərqli olmasıdır. Belə ki şaxəli quruluşlu alkanlarda (məsələn, izobutan) molekullararası cazibə qüvvəsi şaxəsiz quruluşlu izomerinə (n-butan) nisbətən az olduğundan sıxlığı və qaynama temperaturu da aşağı olur.

Kimyəvi xassələri

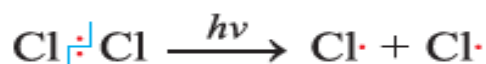
Alkan molekulyarında olan bütün rabitələr karbon atomunun sp^3 hibrid orbitallarının iştirakı ilə əmələ gəldiyindən davamlıdır və bu səbəbdən onlar adi şəraitdə kimyəvi cəhətdən passivdirlər. Buna görə də onları həmçinin parafinlər

(latınca “parum affinis” – az aktiv deməkdir) adlandırırlar. Alkan molekulunda olan karbon atomubütün valent imkanlarından istifadə etdiyinə görə kimyəvi reaksiyalar zamanı başqaatom və ya atom qruplarını özünə birləşdirə bilmir. Ona görə də onlar birləşmə reaksiyalarındanadaxil olmur və doymuş karbohidrogenlər adlandırılır. Lakin müəyyənşəraitdə alkan molekullarında olan C – C və ya C – H rabitələri qırılır, onlar əvəzetmə, olan C – H rabitələrinin qırılması və halogen atomlarının hidrogen atomlarını əvəz etməsiilə gedir, bu zaman alkanların halogenli törəmələri alınır və ya temperaturun təsiri ilə baş verir. Qaranlıqda alkanlar xlor və brom ilə reaksiyaya oksidləşmə, parçalanma və izomerləşmə reaksiyalarına daxil olur.

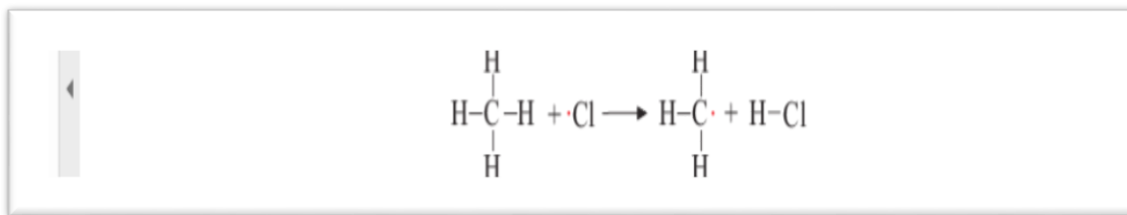
Əvəzetmə reaksiyaları 1. Alkanların halogenlər ilə reaksiyaları molekulda olan C – H rabitələrinin qırılması və halogen atomlarının hidrogen atomlarını əvəz etməsiilə gedir, bu zaman alkanların halogenli törəmələri alınır. Alkanların halogenlərdən flüor ilə reaksiyası adi şəraitdə partlayışla gedir. Xlor və bromla reaksiya isə işığın və ya temperaturun təsiri ilə baş verir. Qaranlıqda alkanlar xlor və brom ilə reaksiyasına daxil olmur.



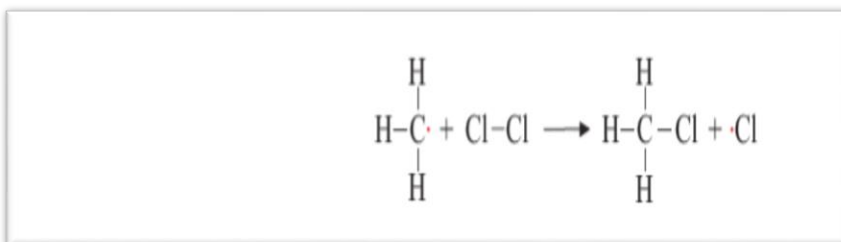
Bu zaman reaksiya aparılan mühitdə xlor artıq miqdarda olduqda bütün hidrogen atomlarının ardıcıl əvəz olunması baş verir və halogenli törəmələrin qarışığı alınır: Alkanların xlorlaşması sərbəst radikalların əmələ gəlməsi ilə başlayır. İlk növbədə işığın təsirindən xlor molekulu homolitik parçalanaraq iki xlor atomu əmələ gətirir.



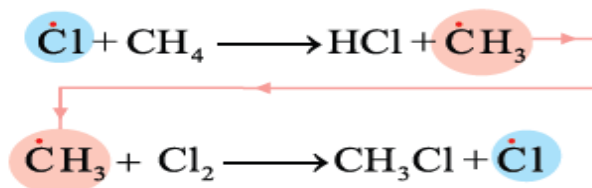
Əmələ gələn xlor atomu xarici energetik səviyyəsində tək elektrona malikdir (sərbəst radikaldir). Xlor atomunun metan molekulu ilə qarşılıqlı təsiri zamanı C – H rabitəsi homolitik qırılır və bu zaman HCl əmələ gəlir.



Reaksiyaların bu mexanizmi sərbəst radikal mexanizmi adlanır. Bu zaman əmələ gələn metil radikalının sərbəst halda yaşama müddəti $8 \cdot 10^{-3}$ saniyədir. O, xlor molekulu ilə qarşılıqlı təsirdə olaraq Cl – Cl rabitəsini homolitik qırır. Nəticədə metilxlorid vəyənindən xlor radikalı əmələ gəlir.

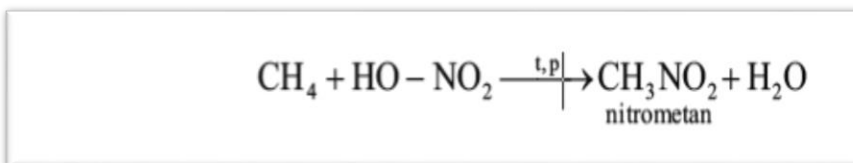


Metanın və etanın tam xlorlaşma reaksiyalarının tənliyi aşağıdakı kimidir:



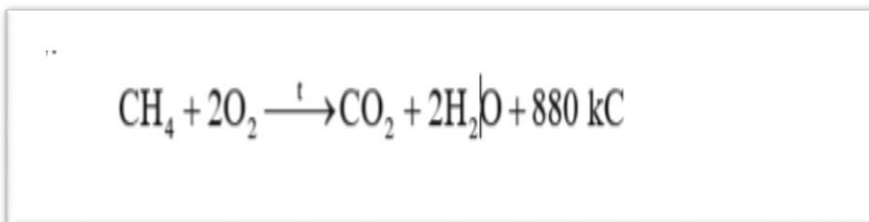
Reaksiya tənliklərindən görüldüyü kimi, alkan molekulu ilə reaksiyaya daxil olan halogenmolekulunun sayı qədər hidrogen atomu əvəz olunur və həmin sayda HCl molekulu alınır.

Alkanlar kimyəvi cəhətdən passiv olduqlarından adi şəraitdə qatı turşularla belə reaksiyaya daxil olmur. Lakin təzyiqlik altında və qızdırılma zamanı alkanlar duru ilə əvəz etmə reaksiyasına daxil olur. Reaksiya zamanı alkan molekulundakı hidrogen atomu nitroqrupla ($-\text{NO}_2$) əvəz olunur:

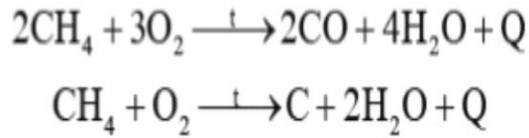


Bu reaksiyanı ilk dəfə 1888-ci ildə rus alimi M.İ.Konovalov aparmışdır və bu reaksiya Konovalov reaksiyası adlanır.

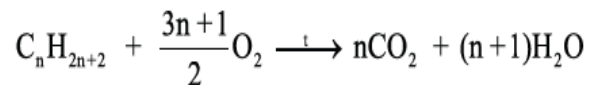
Yanma və oksidləşmə reaksiyaları. Adi şəraitdə alkanlar oksigenlə reaksiyaya daxil olmur. Lakin qızdırılma zamanı alkanlar yanaraq karbon qazı və su əmələ gətirir



Oksigen çatışmazlığı zamanı isə metanın natamam yanması baş verir və çox zəhərli dəm qazı və ya karbon (his) əmələ gəlir:

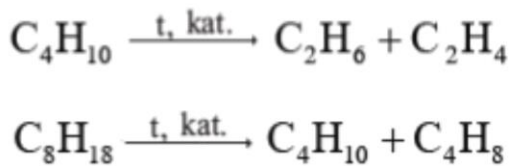


Alkanların yanma reaksiyalarının ümumi tənliyini aşağıdakı kimi göstərmək olar:

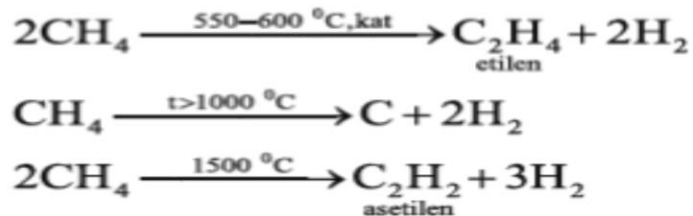


Parçalanma reaksiyaları

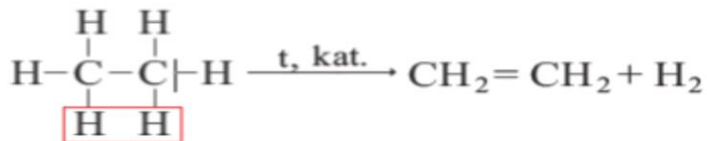
a) **Krekinq**. Yüksək temperaturda alkanların parçalanması (krekinqi) baş verir. Reaksiya zamanı doymuş və doymamış karbohidrogenlərin qarışığı əmələ gəlir



Temperaturdan asılı olaraq metan müxtəlif cür parçalanır.



b) Dehidrogenləşmə. Bu reaksiyalar zamanı alkan molekulundan hidrogen molekulu ayrılır. Dehidrogenləşmə reaksiyaları yüksək temperaturda və katalizatorların iştirakında baş verir:



İzomerləşmə reaksiyaları. Katalizator iştirakında alkanların qızdırılması molekül quruluşunun dəyişməsinə (C_4H_{10} -dan başlayaraq) səbəb olur. Məsələn, butan alüminiumxlorid katalizatoru iştirakında qızdırıldıqda izomerləşərək izobutana çevrilir:



Alkenlərin homoloji sırası, molekullarının elektron və qrafik formula

Beynəlxalq nomenklaturaya əsasən, molekulundakarbon atomları arasında bir ikiqat rabitə olan açıq zəncirli karbohidrogenlər alkenlər adlanır. Alken molekulunda hidrogen atomlarının sayı karbon atomlarının sayınıniki mislinə bərabərdir.

Molekulunda n sayda karbon atomu olan alkenin tərkibi C_nH_{2n} ($n \geq 2$) ümumi formulu ilə ifadə olunur. Məsələn, molekulunda dörd karbon atomu olan $\text{C}_4\text{H}_{2 \cdot 4}$, yəni C_4H_8 olur. Alken molekulunda hidrogen atomlarının sayı karbon atomlarının sayının iki mislinə bərabərdir.

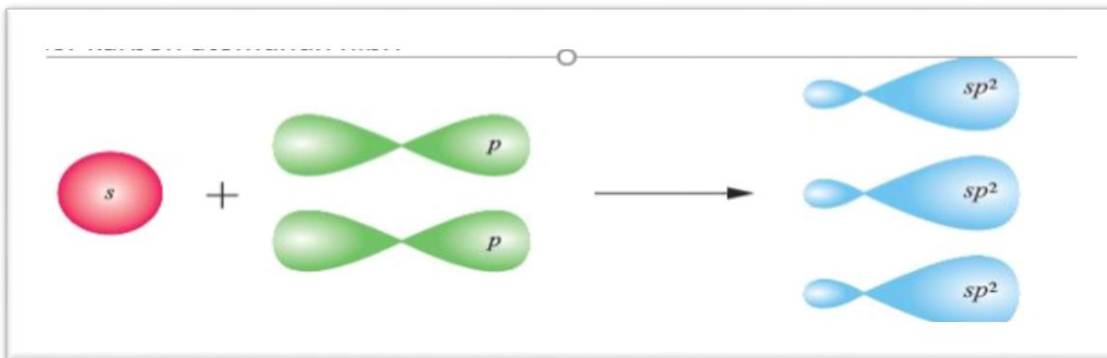
Alkenlərin homoloji sırasının ilk nümayəndəsi etendir (C_2H_4).olur.Etan molekulunda iki karbon atomuna altı hidrogen atomu birləşdiyi halda, eten molekulunda iki karbon atomuna dörd hidrogen atomu birləşmişdir.

Alkenin formulu	Alkenin adı
C_2H_4	Eten
C_3H_6	Propen
C_4H_8	Buten
C_5H_{10}	Penten və s.

Beləliklə, eten molekulunda karbon atomları arasında ikiqat rabitə mövcuddur. Bu rabitələrdən biri σ -, digəri isə π - rabitədir. Eten molekulunda olduğu kimi, digər

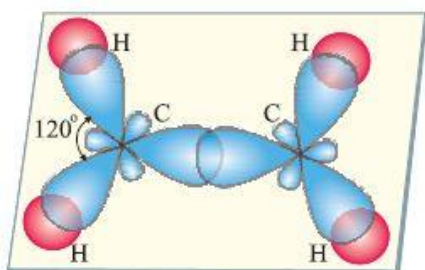
alkenlərin molekulunda da karbon atomları arasında bir ikiqat rabitə var.

Alkenlərin molekullarının fəza quruluşu. Alken molekullarının fəza quruluşunu homoloji sıranın ilk nümayəndəsi olan eten molekulu misalında nəzərdən keçirək. Eten molekulundan fərqli olaraq, eten molekulunda karbon atomu üç deyil, iki hidrogen atomu ilə birləşir və karbon atomları arasında ikiqat rabitə mövcuddur. Müəyyən edilmişdir ki, atomlar bir müstəvidə yerləşir. Bu eten molekulunda karbon atomlarının hibrid halı ilə izah olunur. Karbon atomunun xarici energetik səviyyəsində olan orbitallardan üçü (bir s- və iki p-orbitalı) hibridləşərək sp^2 -hibrid orbitallar əmələ gətirir.

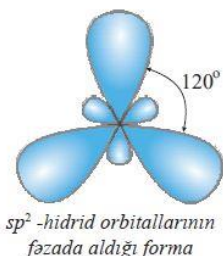


Əmələ gələn sp^2 hibrid orbitallar bir-birindən maksimum uzaqlaşır. Bu halda onlar arasındakı bucaq 120° olur. Hər karbon atomunun hibrid orbitallarından ikisi hidrogen atomunun s-orbitalları ilə örtülərək C – H rabitələrini əmələ gətirir (sp^2 – s örtülməsi).

Karbon atomlarının üçüncü hibrid orbitalları isə atomların nüvələrini birləşdirən xətt üzrə qapanaraq C – C σ -rabitəsini əmələ gətirir (sp^2 – sp^2 örtülməsi). Karbon atomlarının hibridləşmədə iştirak etməyən p-orbitalları siqma rabitə əmələ gətirən orbitalların yerləşdiyi müstəviyə perpendikulyar istiqamətdə yönəlir. Bu orbitallar atomların yerləşdiyi müstəvinin üst və alt tərəfində yandan qapanaraq karbon atomları arasında ikinci rabitəni – π (pi) rabitəni əmələ gətirirlər (p – p örtülməsi).



Eten molekulunda σ -rabitələrin əmələgəlmə sxemi



sp^2 -hibrid orbitallarının fəzada aldığı forma

Eten molekulunda bütün atomlar bir müstəvidə yerləşir. π -rabitə əmələ gəldikdə karbon atomlarının nüvələri arasındakı məsafə kiçilir. Ona görə də etan molekulundan fərqli olaraq, eten molekulunda karbon atomları arasındakı rabitənin uzunluğu 0,154

nm deyil, 0,134 nm olur. Həmçinin π -rabitə əmələ gələrkən orbitalların qapanma sahəsi σ -rabitə ilə müqayisədə az olur.

Alkenlərin adlandırılması, izomerliyi, alınması

Adlandırılması.

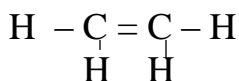
Tarixi adlandırma. Alkenləri adlandırmaq üçün müvafiq alkanın adının sonundakı “an” sonluğu “ilen” sonluğu ilə əvəz olunurdu. Məsələn, C_2H_4 – etilen, C_3H_6 – propilen və s. Ona görə də alkenləri etilen sırası karbohidrogenləri də adlandırırlar. Bəzi tarixi

adlardan hazırda da geniş istifadə olunur.

Səmərəli adlandırma. Bu üsulla alkenləri adlandırdıqda onlara etilenin molekulunda olan hidrogen atomlarının qismən və ya tam alkil radikalları ilə əvəz olunmuş törəməsi kimi

baxılır. Bir neçə nümunəni nəzərdən keçirək.

Etilen molekulundakı hidrogen atomlarından birini metil radikalı ilə əvəz edək:

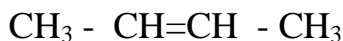


etilen

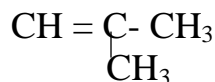


metiletilen

Etilen molekulundan iki hidrogen atomunu metil radikalları ilə əvəz etsək, iki müxtəlif alken alınır. Alınan alkenləri fərqləndirmək üçün simmetrik və qeyrisimmetrik sözlərindən istifadə olunur.



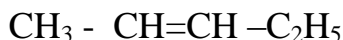
Simmetrik-dimetiletilen



qeyri-simmetrik dimetiletilen

Etilen molekulunda hidrogen atomları müxtəlif radikallar ilə əvəz olunarsa, onda bu radikalların adları kiçikdən böyüyə doğru oxunur.

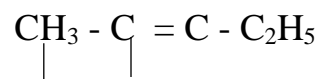
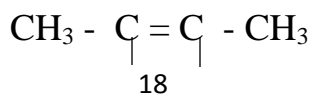
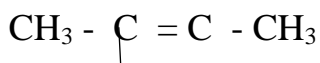
Etilen molekulundan bir hidrogen atomu qoparıldıqda əmələ gələn radikal vinil radikalı ($\text{CH}_2=\text{CH}-$) adlanır



Simmetrik-metiletiletilen

Etilen molekulunda iki və daha çox hidrogen atomu eyni radikal ilə əvəz olunarsa, onda radikalların sayları (**di**, **tri**- və ya **tetra**-) göstərilir.

Aşağıdakı alkenləri səmərəli üsulla adlandırmaq.

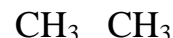




trimetiletilen



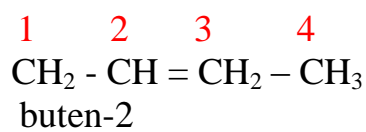
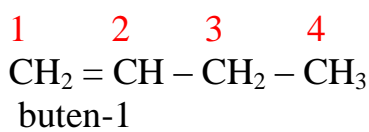
tetrametiletilen



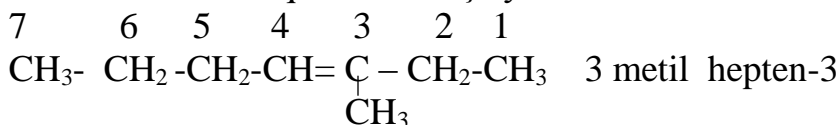
trimetiletiletilen

Beynəlxalq adlandırma. Beynəlxalq nomenklaturaya əsasən, şaxəsiz quruluşlu alkenləri adlandırmaq üçün müvafiq alkanın adının sonundakı “an” sonluğu “en” sonluğu ilə əvəz olunur.

Əsas zəncirdə üçdən çox karbon atomu olduqda karbon zənciri ikiqat rabitə yaxın olan tərəfdən nömrələnir. Alkenin adının sonunda nömrələmə sırasında ikiqatrabitə başlayan karbon atomunun nömrəsi (ikiqat rabitənin yeri) göstərilir.



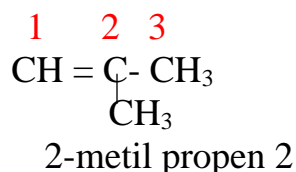
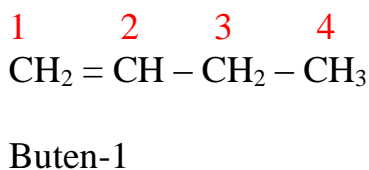
Şaxəli quruluşlu alkenləri Beynəlxalq nomenklaturaya əsasən adlandırmaq üçün molekulda ikiqat rabitəli karbon atomlarının daxil olduğu ən uzun. Əsas zəncirdəki karbon atomları ikiqat rabitə yaxın olan tərəfdən nömrələnir. Əsas zəncirdəki karbon atomlarına birləşmiş radikalların yeri (birləşdiyi karbon atomunun nömrəsi), sayı (di-, tri-, tetra- və s.) və sadədən mürəkkəbə doğru olmaqla karbon zənciri seçilir adı oxunur, əsas zəncirə uyğun alkanın adının sonundakı “an” sonluğu “en” sonluğu ilə əvəz olunur və ikiqat rabitə başlayan karbon atomunun nömrəsi deyilir.



İzomerlik. Alkenlər də alkanlar kimi **quruluş izomerliyinə** malikdir. Lakin alkanlardan fərqli olaraq alkenlərdə karbon zəncirinə görə quruluş izomerliyindən başqa, ikiqat rabitənin vəziyyətinə görə quruluş izomerliyi, siniflərarası izomerlik, həndəsi izomerlik mümkündür

1. Karbon zəncirinə görə quruluş izomerliyi

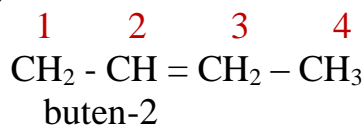
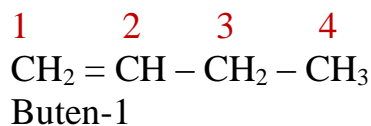
Karbon zəncirinə görə quruluş izomerliyi, alkanlarda olduğu kimi, molekulunda dörd karbon atomu olan nümayəndədən (C₄H₈) başlayır.



2. İkiqat rabitənin vəziyyətinə görə quruluş izomerliyi

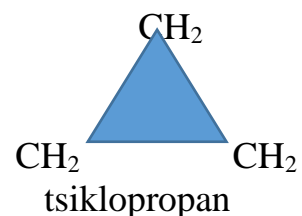
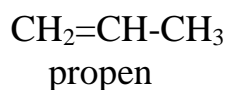
İkiqat rabitənin vəziyyətinə görə quruluş izomerliyi əsas zəncirdə ikiqat rabitənin yerinə (vəziyyətinə) görə yaranır. Bu zaman karbon zəncirinin quruluşu dəyişmir,

yalnız əsas zəncirdə ikiqat rabitənin yeri dəyişir. Əsas zəncirində minimum 4 karbon atomu olan alkenlərin ikiqat rabitənin vəziyyətinə görə quruluş izomeri var. Deməli,ikiqat rabitənin vəziyyətinə görə quruluş izomerliyi də molekulunda dörd karbon atomu olan alkendən (C₄H₈) başlayır.



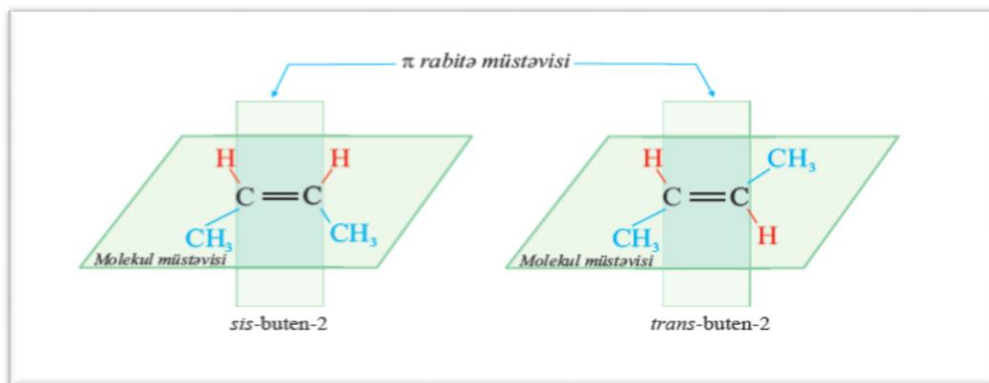
2. Siniflərarası izomerlik

Alkenlər ilə tsikloalkanların ümumi formulu eynidir. Buna görə də molekulunda eyni sayda karbon atomu olan alken və tsikloalkan bir-birinin siniflərarası izomeridir. Tsikloalkanların ilk nümayəndəsi tsiklopropan (C₃H₆) olduğundan etilenin siniflərarası izomeri yoxdur və alkenlərdə bu izomerlik propendən başlayır.



3. Həndəsi (sis-trans) izomerlik

Həndəsi izomerlik (fəza) atomların fəzada müxtəlif şəkildə yerləşməsi ilə xarakterizə edilir. İkiqat rabitəli C atomuna müxtəlif atom və atom qrupları birləşsə, həndəsi izomerlik meydana çıxır. Əgər alken molekulunda eyni qruplar π-rabitə müstəvisinin eyni tərəfində yerləşsə, **sis-izomer**, əks tərəfində yerləşsə, **trans-izomer** adlanır. Buten molekulunun sis və trans izomerlərinin yazmaq.

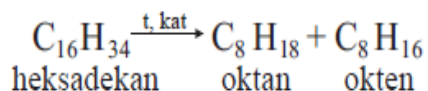


Alkenlərin alınması. Aktiv olduqları üçün alkenlər alkanlardan fərqli olaraq təbiətdə rast gəlinmir. Onlar həm sənayedə, həm də laboratoriyada, əsasən, alkanlardan və ya onların törəmələrindən alınır.

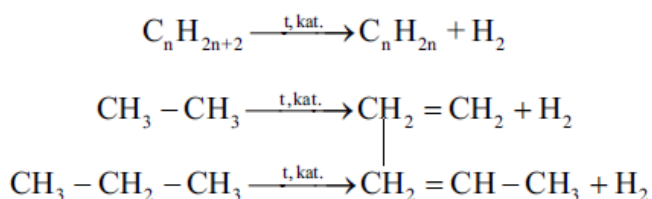
Sənayedə alkenlər aşağıdakı üsullarla alınır:

1. Neft məhsullarının krekinqindən. Neft məhsullarının krekinqi zamanı onların tərkibində olan alkanlar parçalanaraq daha kiçik molekul kütləli alkanlar və alkenlər

qarışığı əmələ gətirir.

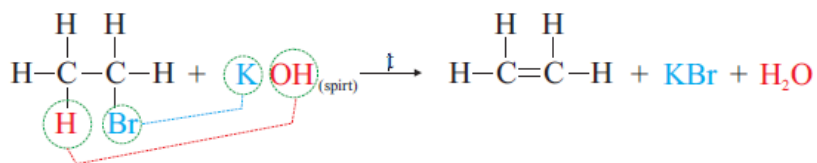


2. Alkanların dehidrogenləşməsindən. Yüksək temperaturda katalizator iştirakında alkan molekulundan H₂ ayrılır və alken alınır.



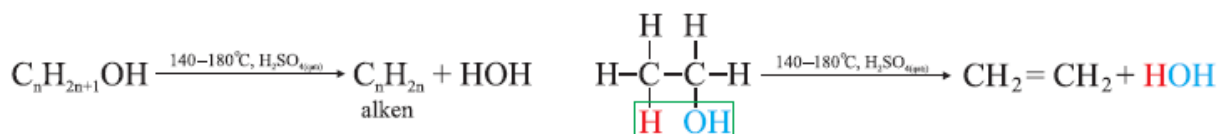
Laboratoriyada alkenləri, əsasən, qonşu karbon atomlarından müəyyən atom və ya atom qruplarının ayrılması ilə alırlar. Bu zaman karbon atomları arasında π-rabitə (ikiqat rabitə) əmələ gəlir. Aşağıdakı reaksiyalardan laboratoriyada alkenlər alınır.

1. Monohalogen alkanların (alkilhalogenidlərin) qələvinin spirtdə məhlulu ilə qızdırılmasından. Məsələn, etilbromidin kalium-hidroksidin spirtdə məhlulu ilə qarşılıqlı təsiri zamanı etilbromid molekulundan hidrogen və brom atomlarının ayrılması baş verir, nəticədə etilen, kalium-bromid və su alınır.



Bu reaksiyalar molekuldan həm hidrogen, həm də halogen atomunun ayrılması ilə gedir və dehidrohalogenləşmə reaksiyaları adlanır.

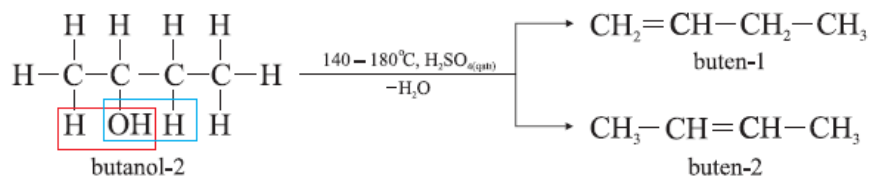
2. Doymuş biratomlu spirtlərin dehidratlaşmasından. Spirtləri qatı H₂SO₄ iştirakı ilə 140 – 180 °C-yə qədər qızdırdıqda onların molekulundan su molekulu ayrılır (molekul daxili dehidratlaşma) və alken alınır.



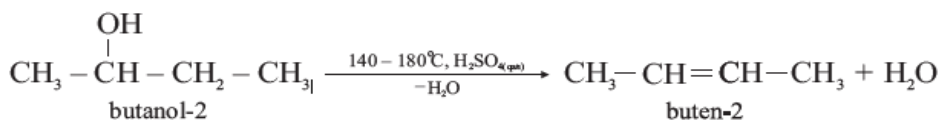
Hidroksil qrupunun birləşdiyi karbon atomunun qonşu karbon atomlarında hidrogen atomu olmadıqda belə spirtlər molekul daxili dehidratlaşmır. Spirt molekulunda olan OH

qrupu ikili və ya üçlü karbon atomuna birləşsə, dehidrohalogenləşmə reaksiyalarında

olduğu kimi, dehidratlaşma reaksiyaları nəticəsində də adətən iki alken alınır



Zaytsev qaydasına əsasən, reaksiyanın əsas məhsulu buten-2 olduğundan bu reaksiyanın tənliyini aşağıdakı kimi yazıb bilərik.



Alkilhalogenidlərdən hidrogen-halogenid və spirtlərdən suyun ayrılması zamanı reaksiya

daha davamlı (ikiqat rabitəli karbon atomlarının birləşmiş hidrogen atomlarının sayı minimum

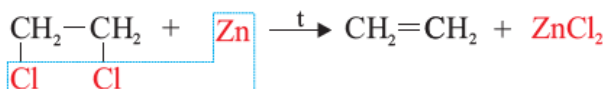
olan) alkenin alınması istiqamətində gedir.

3. Visinal dihalogenalkanların bəzi metallar (Zn, Mg və s.) ilə qızdırılmasından.

Visinal dihalogenalkanların halogen atomları qonşu karbon atomlarında olan

maddələrdir. Onların bəzi metallarla reaksiyası zamanı metal atomları

halogen atomlarını ayırır və nəticədə uyğun alken alınır. Məsələn, 1,2-dixloroetana Zn ilə təsir etdikdə reaksiya aşağıdakı kimi gedir.



Bu reaksiyalar nəticəsində molekuldan halogen atomları ayrılır. Ona görə də belə reaksiyalar dehalogenləşmə reaksiyaları adlanır.

Alkenlərin fiziki və kimyəvi xassələri

Fiziki xassələri.

Alkenlər rəngsiz, suda və polyar həlledicilərdə həll olmayan maddələrdir. Onlar qeyri-polyar həlledicilərdə (benzin, benzol, toluol və s.) yaxşı həll olur. Alkenlərin homoloji sırasının ilk üç nümayəndəsi otaq temperaturunda qaz halında olan iysiz maddələrdir.

Kiçik molekul kütləli alkenlər yüksək qatılıqda insan orqanizmi nəzərəli təsir

göstərir. Alkanlar kimi alkenlər də bərk halda molekul kristal qəfəsi əmələ gətirir

Molekulda karbon atomlarının sayı (nisbi molekul kütləsi) artdıqca şaxəsiz alkenlərin qaynama temperaturu və sıxlığı alkanlarda olduğu kimi artır.

Alken	Nisbi molekül kütləsi	Otaq temperaturunda aqreğat halı	Qaynama temperaturu, °C	Sıxlığı, q/sm ³ (maye halda)
Eten	28	Qaz	-103,9	0,566
Propen	42	Qaz	-47,0	0,609
Buten-1	56	Qaz	-6,6	0,629

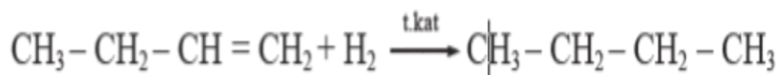
Kimyəvi xassələri

Alkanlarla alkenlərin keyfiyyət tərkibinin eyni olmasına baxmayaraq, onların kimyəvi xassələri bir-birindən kəskin fərqlənir. Buna səbəb alkanlardan fərqli olaraq alkenlərin molekullarında π -rabitənin olmasıdır. Alkenlərin əksər kimyəvi xassələri (birləşmə, polimerləşmə və s. reaksiyalarına daxil olmaları) onların molekullarında π -rabitənin olması ilə əlaqədardır. Siz π -rabitənin σ -rabitədən daha davamsız olduğunu öyrənmisiniz. Kimyəvi reaksiyalar zamanı alkenlərin molekullarında olan π -rabitə asanlıqla qırılır və onlar doymuş maddələrə çevrilirlər.

1. Birləşmə reaksiyaları. Alkenlər özlərinə hidrogeni, a halogenləri, hidrogenhalogenidləri, suyu və s. birləşdirir. Bu zaman alkenlərin molekulunda olan ikiqat rabitəli karbon atomları sp^2 hibrid halından sp^3 hibrid halına keçir.

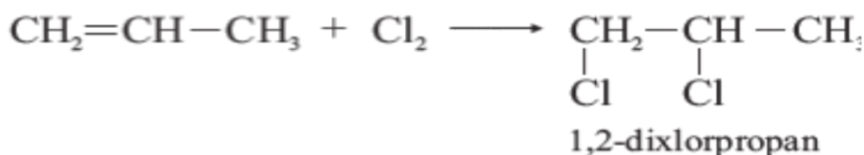
a) Hidrogenləşmə.

Alkenlər katalizator iştirakında hidrogen birləşdirərək uyğun alkanlara çevrilir.



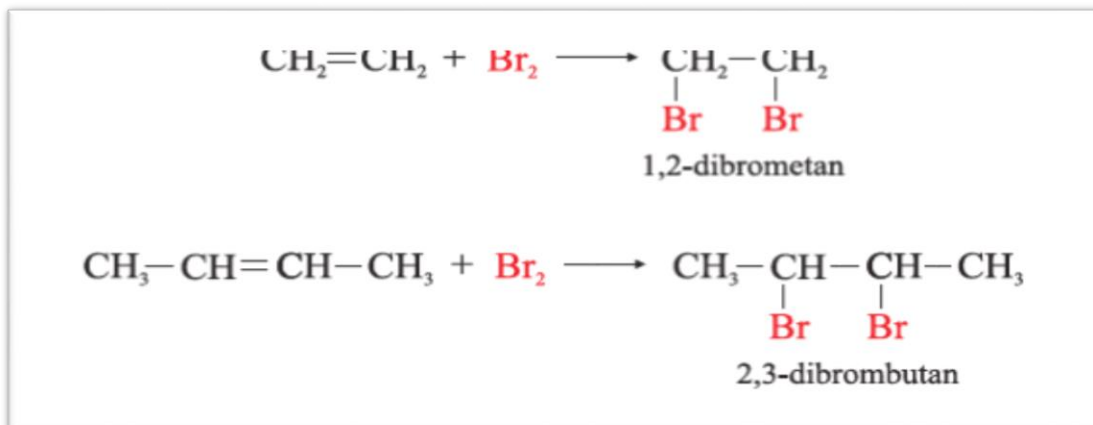
b) Halogenləşmə.

Hidrogendən fərqli olaraq halogenlərin alkenlərə birləşməsi otaq temperaturunda baş verir.

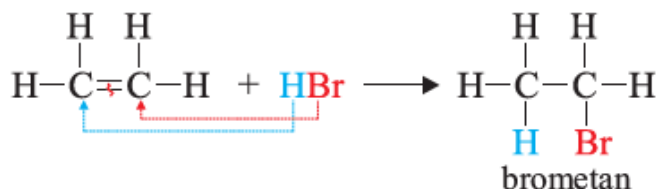


Alkenlərin bromun suda məhlulu (bromlusu) ilə reaksiyası zamanı qırmızı-qonurməhlul rəngsizləşir. Buna səbəb məhluldakı bromun adi şəraitdə alken – molekulu ilə birləşərək rəngsiz maddələr olan dibromalkanlar əmələ gətirməsidir.

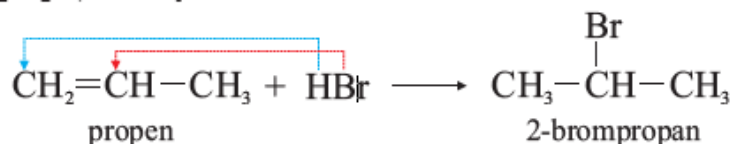
Bu reaksiya alkenlərin (ümumiyyətlə, doymamış karbohidrogenlərin) təyini (keyfiyyət) reaksiyasıdır.



C) Hidrogen halogenidlərlə birləşmə.

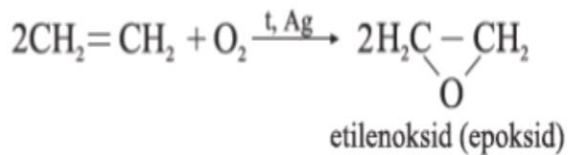


HX tipli molekulların qeyri-simmetrik alkenlərə birləşməsi **Markovnikov qaydası** ilə gedir. Markovnikov qaydasının klassik tərif belədir: hidrogen-halogenidlərin (və ya suyun) alkenlərə birləşməsi zamanı ikiqat rabitəli karbon atomlarından hidrogeni çox olan karbon atomuna hidrogen, hidrogeni az olan karbon atomuna isə halogen atomu (və ya OH qrupu) birləşir. Məsələn,

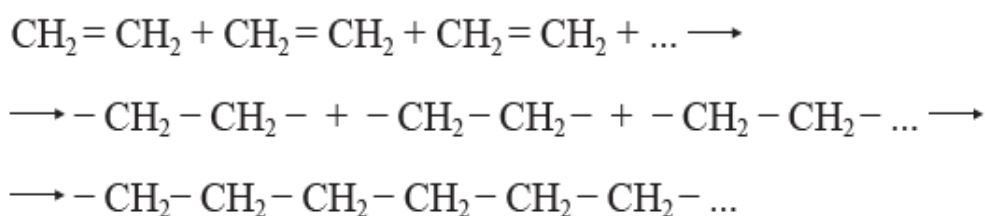


d) Hidratlaşma.

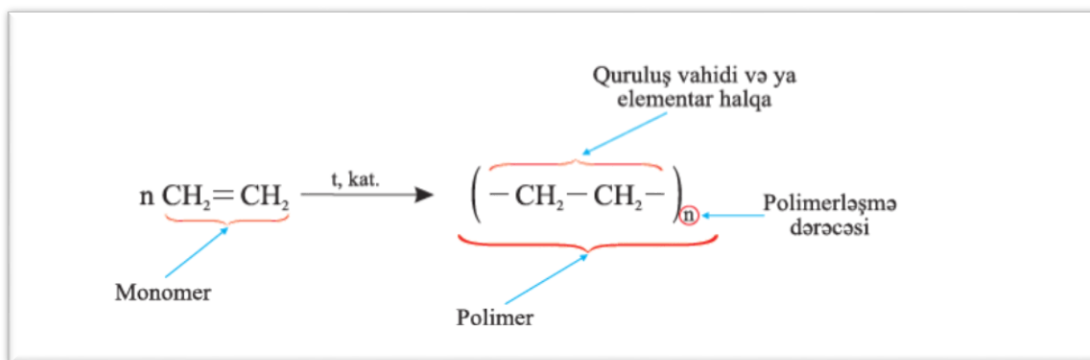
Etilenin hidrogen-halogenidlər ilə reaksiyası adi şəraitdə, su ilə reaksiyası isə turş mühitdə (H_2SO_4 iştirakında) gedir və bu reaksiyaların sxemləri aşağıdakı kimidir:



Polimerləşmə reaksiyaları. Alkenlərin molekulları bir-biri ilə birləşərək böyük karbon zənciri əmələ gətirə bilirlər. Buna səbəb molekulda π -rabitənin olmasıdır. Polimerləşmə zamanı minlərlə alken molekulları π -rabitələrin qırılması hesabına bir-biri ilə birləşərək makromolekullar (polimer) əmələ gətirir. Etilenin polimerləşmə reaksiyasını nəzərdən keçirək



Etilenin polimerləşmə məhsulu polietilen adlanır. Etilenin polimerləşməsini qısa şəkildə aşağıdakı kimi göstərmək olar.



Tətbiqi

Etilen və propilen üzvi sintez üçün qiymətli xammaldır. Bu səbəbdən onlardan, demək olar ki, yanacaq kimi istifadə olunmur. İstehsal olunan etilen və propilenin əsas hissəsi polimerlərin alınmasına sərf olunur. Onlardan məişətdə istifadə olunan qablar (1), polietilen paketlər (2), boru və şlanqlar (3), tibbi ləvazimatlar (4), yapışdırma lentləri, müxtəlif detallar (5) və s. hazırlanır.



Alkadienlərin homoloji sırası, grafik formulları və molekullarının fəza quruluşu

Beynəlxalq nomenklaturaya əsasən, molekulunda karbon atomları arasında iki ikiqat rabitə olan açıq zəncirli karbohidrogenlər alkadienlər (və ya dien karbohidrogenləri) adlanır. Molekulunda n sayda karbon atomu olan alkadienin tərkibi C_nH_{2n-2} ümumi formulu ilə ifadə olunur. Məsələn, molekulunda dörd karbon atomu olan alkadienin formulu $C_4H_{2 \cdot 4 - 2}$, yəni C_4H_6 olur. Karbon atomları arasında iki ikiqat rabitənin olması üçün alkadienin molekulunda minimum üç karbon atomu olmalıdır. Bu səbəbdən alkadienlərin homoloji sırasının ilk nümayəndəsi propadiendir (C_3H_4). Digər alkadienlər propadiendən bir və ya bir neçə $-CH_2-$ qrupu ilə fərqlənir və aşağıdakı homoloji sıra əmələ gəlir.

nomoloji sına əmələ gəlir.

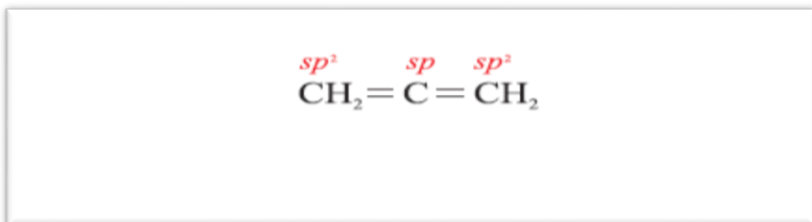
Alkadienin formulu	Alkadienin adı
C ₃ H ₄	Propadien
C ₄ H ₆	Butadien
C ₅ H ₈	Pentadien və s.

Propadien və butadien-1,3 maddələrinin molekullarının qrafik formulu aşağıdakı kimidir.

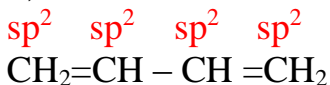
Alkadienin			
Adı	Molekul formulu	Qrafik formulu	
Propadien	C ₃ H ₄	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	CH ₂ =C=CH ₂
Butadien-1,3	C ₄ H ₆	$\begin{array}{c} & \text{H} & & \text{H} \\ & & \diagdown & / \\ \text{H} & & \text{C} = \text{C} \\ & / & & \diagdown \\ \text{C} = \text{C} & & & \text{H} \end{array}$	CH ₂ =CH-CH=CH ₂

Molekulda ikiqat rabitənin vəziyyətindən asılı olaraq alkadienlər üç qrupa bölünür.

Kumulə olunmuş alkadienlərin molekulunda ikiqat rabitələr eyni karbon atomuna birləşir. İkiqat rabitəli karbon atomlarından biri sp, ikisi isə sp² hibrid halında olur.. Kumulə olunmuş alkadienlərin ilk nümayəndəsi propadiendir.

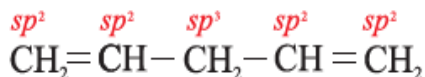


Konyuqə olunmuş və ya qoşulmuş alkadienlərin molekulunda ikiqat rabitəli karbon atomları arasında bir ədəd C – C σ-rabitə olur. Onların molekulunda dörd karbon atomu sp² hibrid halındadır. Qoşulmuş alkadienlərin ilk nümayəndəsi butadien-1,3-dür

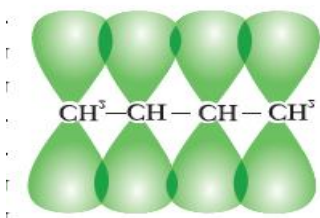


İzolə olunmuş alkadienlərin molekulunda qoşulmuş alkadienlərdən fərqli olaraq ikiqat rabitəli karbon atomları birdən çox C – C σ-rabitə ilə ayrılmışdır. Onların da

molekulunda dörd karbon atomu sp^2 hibrid halındadır. İzolə olunmuş alkadienlərin ilk nümayəndəsinin molekulunda beş karbon atomu var.



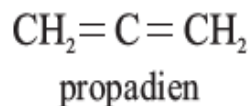
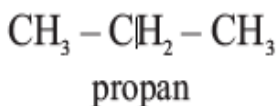
Butadien-1,3 molekulunda karbon atomları arasındakı ikiqat rabitənin uzunluğu alkenlərin molekulundakı ikiqat rabitənin uzunluğundan böyük, karbon arasındakı təkqat rabitənin uzunluğu isə alkanların molekulundakı uyğun təkqat rabitənin uzunluğundan kiçikdir. Butadien-1,3 molekulunda karbon atomlarının dördü də sp^2 hibrid halındadır. Hər karbon atomunun xarici energetik səviyyəsində hibridləşmədə iştirak etməyən bir p orbitalı var. Karbon atomları arasındakı σ -rabitə sp^2 hibrid orbitalların bir-birini örtməsi nəticəsində yaranır. Hibridləşmədə iştirak etməyən p orbitallar isə qarşılıqlı qapanaraq qoşulmuş π sistemi (**delokallaşmış rabitə**) əmələ gətirir



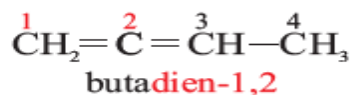
Alkadienlərin adlandırılması ,izomerliyi, alınması ,fiziki i və kimyəvi xassələri.

Adlandırması

Beynəlxalq nomenklaturaya əsasən, şaxəsiz quruluşlu alkadienləri adlandırmaq üçün müvafiq alkanın adının sonundakı “n” hərfi “dien” sonluğu ilə əvəz olunur



Əsas zəncirdə üçdən çox karbon atomu olduqda karbon zənciri ikiqat rabitə yaxın olan tərəfdən nömrələnir. Alkadienin adının sonunda nömrələmə sırasında ikiqat rabitə başlayan karbon atomlarının nömrəsi (ikiqat rabitələrin yeri) göstərilir. Məsələn:

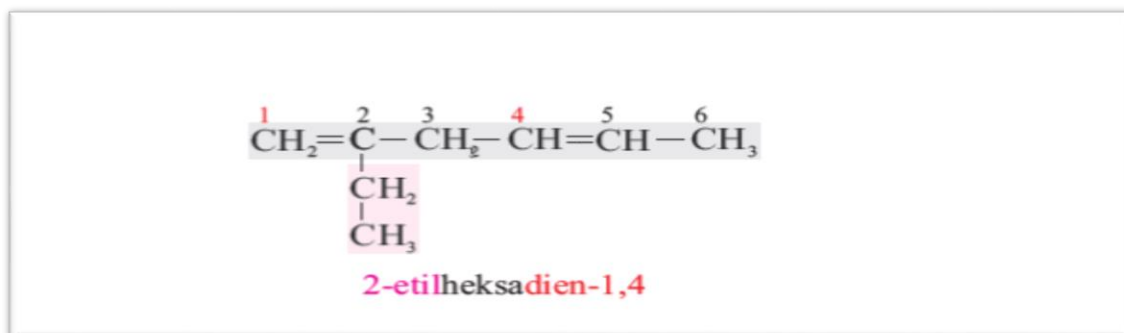


Şaxəli quruluşlu alkadienləri Beynəlxalq nomenklaturaya əsasən adlandırmaq üçün aşağıdakı qaydalar nəzərə alınmalıdır.

1. Molekulda ikiqat rabitəli karbon atomlarının daxil olduğu ən uzun karbon zənciri (əsas zəncir) seçilir

4. Əsas zəncirdəki karbon atomları ikiqat rabitə yaxın olan tərəfdən nömrələnir.

2. Əsas zəncirdəki karbon atomlarına birləşmiş radikalların yeri (birləşdiyi karbon atomunu nömrəsi (ikiqat rabitələrin yeri) göstərilir.



3. Alkadienlərin və onların bəzi törəmələrinin tarixi adlarından daha geniş istifadə olunur.

Birləşmənin formulu	Beynəlxalq nomenklaturaya əsasən adı	Tarixi adı
$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$	butadien-1,3	divinil
$ \begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	2-metilbutadien-1,3	izopren
$ \begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2 \\ \\ \text{Cl} \end{array} $	2-xlorbutadien-1,3	xlorpren

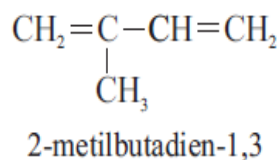
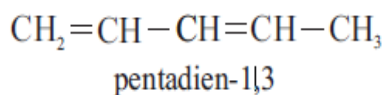
İzomerlik

Alkenlərdə olduğu kimi, alkadienlərdə də karbon zəncirinə görə quruluş izomerliyi, ikiqat rabitənin vəziyyətinə görə quruluş izomerliyi və siniflərarası izomerlik, həmçinin həndəsi izomerlik mümkündür.

1. Karbon zəncirinə görə quruluş izomerliyi

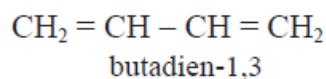
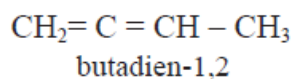
Karbon zəncirinə görə quruluş izomerliyi molekulunda beş karbon atomu olan nümayəndədən (C_5H_8) başlayır

nümayəndədən (C_5H_8) başlayır.



2. İkiqat rabitənin vəziyyətinə görə quruluş izomerliyi

İkiqat rabitənin vəziyyətinə görə quruluş izomerliyi molekulunda dörd karbon atomu olan nümayəndədən (C_4H_6) başlayır.



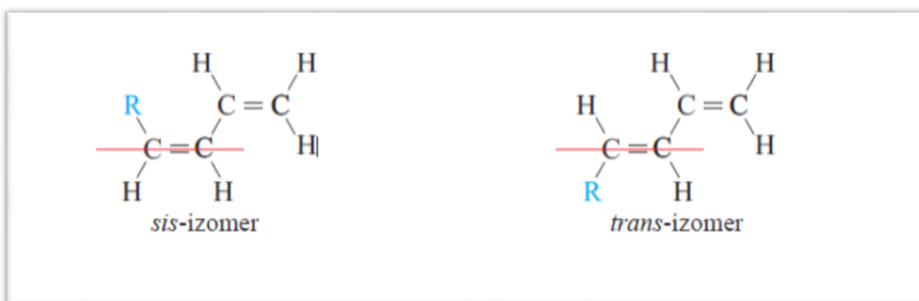
3. Siniflərarası izomerlik

Alkadienlərlə alkinlərin ümumi formulu eyni olduğundan, molekulunda eyni sayda karbon atomu olan alkadien və alkin bir-birinin siniflərarası izomeridir. Siniflərarası izomerlik homoloji sıranın ilk nümayəndəsindən – **propadiendən** başlayır.



4. Həndəsi (sis-trans) izomerlik

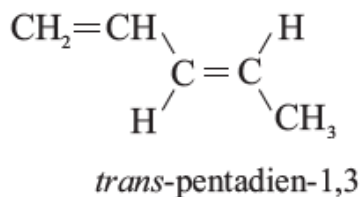
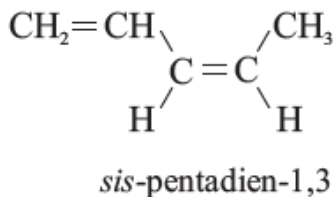
Həndəsi izomerlik yalnız konyuqə və izolə olunmuş alkadienlər üçün xarakterikdir. Kumulə olunmuş alkadienlərdə həndəsi izomerlik mövcud deyil. Alkenlərdə olduğu kimi, alkadienlərdə də ikiqat rabitəli karbon atomlarındakı əvəzedicilər fərqli olduqda onların fəzada π -rabitə müstəvisinə nəzərən yerləşməsindən asılı olaraq həndəsi (sis-trans) izomerlik yaranır.



İkiqat rabitəli karbon atomlarının hər ikisinə birləşmiş böyük radikallar (atom və ya atom qrupları) π -rabitə müstəvisinə nəzərən bir tərəfdə, kiçik radikallar (atom və ya atom qrupları) isə digər tərəfdə olarsa, **sis-izomer**, əksinə olarsa, **trans-izomer** adlanır.

Pentadien-1,3-ün əmələ gətirdiyi həndəsi izomerlərin qrafik formulları aşağıdakı kimidir.

11.



Alınması

Alkenlər kimi alkadienlər sənayedə və laboratoriyada, əsasən, alkanların dehidrogenləşməsi, alkanların halogenli törəmələrinin dehidrohalogenləşməsi, spirtlərin dehidratlaşma reaksiyaları əsasında alınır.

Sənayedə alkadienlər aşağıdakı üsullarla alınır:

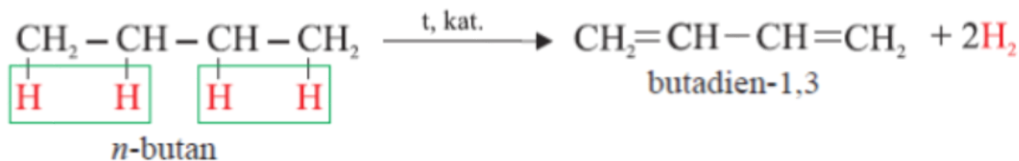
1. **Neft məhsullarının pirolizi.** Bu zaman alkadienlər əlavə məhsul kimi alınır.

2. **Lebedev üsulu.** 1932-ci ildə akademik S.V. Lebedev etil spirti buxarlarını qızdırılmış katalizatorlar üzərindən keçirərək butadien-1,3 almışdır. Baş verən reaksiya tənliyini ümumi şəkildə aşağıdakı kimi göstərmək olar.

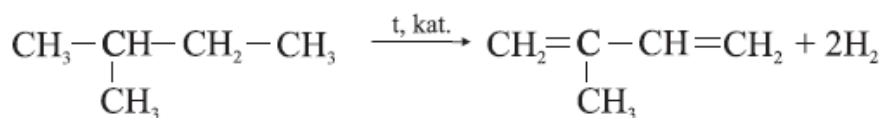


Reaksiya tənliyindən görüldüyü kimi, reaksiyadan butadien-1,3-dən başqa, su və hidrogen alınır. Yəni reaksiya zamanı dehidrogenləşmə və dehidratlaşma prosesi baş verir.

3. **Alkanların dehidrogenləşməsi.** Yüksək temperaturda katalizatorlar iştirakında alkan molekulundan iki hidrogen molekulu ayrılır və alkadien alınır.

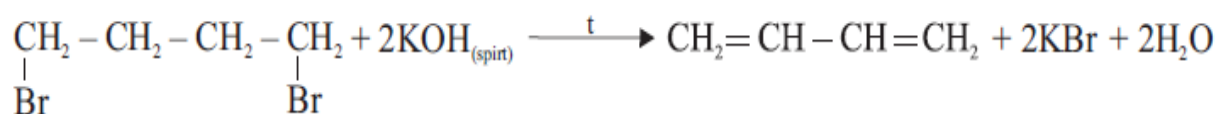


Alkadienlərin homoloji sırasının digər vacib nümayəndəsi olan izopren (2-metilbutadien-1,3) isə 2-metilbutanın dehidrogenləşməsindən alınır.

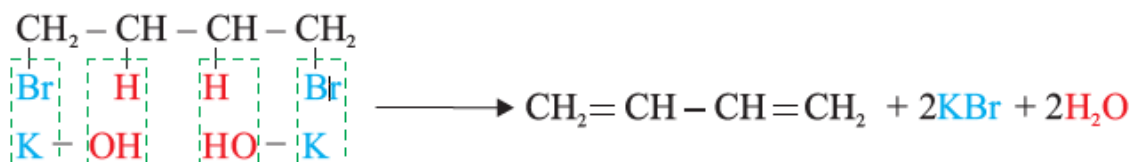


Laboratoriyada alkadienlər, əsasən, aşağıdakı reaksiyalar ilə alınır.

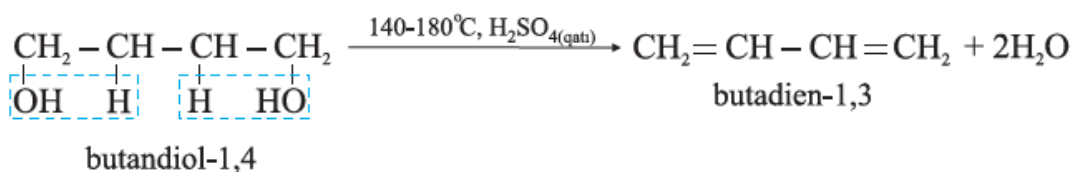
1. Alkanların dihalogenli törəmələrinin qələvinin spirtdə məhlulu ilə qızdırılmasından (dehidrohalogenləşmə



Reaksiyanı sxematik olaraq aşağıdakı kimi göstərmək olar:



2. Doymuş ikiatomlu spirtlərin dehidratlaşmasından. Bu zaman elə ikiatomlu spirt götürmək lazımdır ki, molekuldakı hidroksil (OH) qrupları eyni və qonşu karbon atomunda olmasın. Spirtlər qatı H_2SO_4 iştirakı ilə $140-180^\circ\text{C}$ -ə qədər qızdırıldıqda onların molekulundan su molekulu ayrılır.

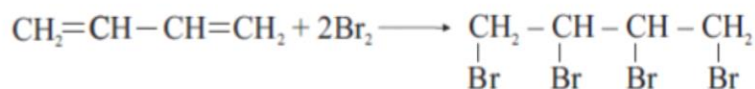


Fiziki xassələri

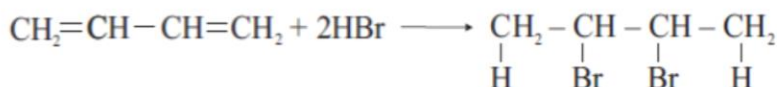
Homoloji sırada nisbi molekül kütləsi artdıqca alkadienlərin qaynama temperaturu və sıxlığı artır. Propadien və butadien-1,3 adi şəraitdə qaz, 2-metilbutadien-1,3 isə uçucu mayedir. Alkadienlər suda həll olmur, lakin qeyri-polyar üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olur. Butadien-1,3 və onun homoloqları mərkəzi sinir sisteminə zərərli təsir göstərir. Qaz halında olan alkadienlər tənəffüs yollarını qıcıqlandırır.

Kimyəvi xassələri Alkadienlər üçün birləşmə, oksidləşmə və polimerləşmə reaksiyaları xarakterikdir.

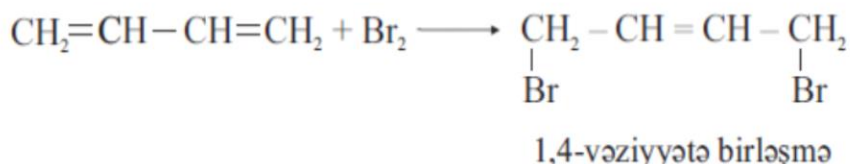
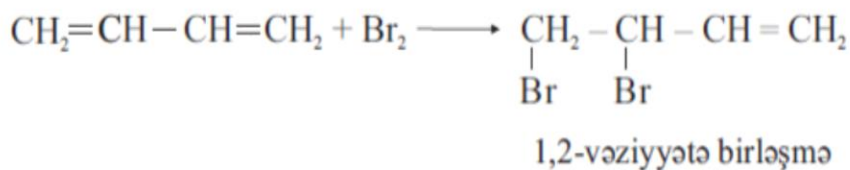
Birləşmə reaksiyaları Alkenlərdə olduğu kimi, alkadienlər də hidrogeni, halogeni, hidrogen halogenidivə suyu birləşdirir. Alkenlərdən fərqli olaraq 1 mol alkadien maksimum 1 mol deyil, 2mol X_2 (H_2 , $Hal_2 - Cl_2$, Br_2) və ya HX ($H - Hal$, $H - OH$ və s.) tipli molekül birləşdirə bilər.



HX tipli molekulların alkadienlərə birləşməsi Markovnikov qaydası ilə gedir.
Məsələn:

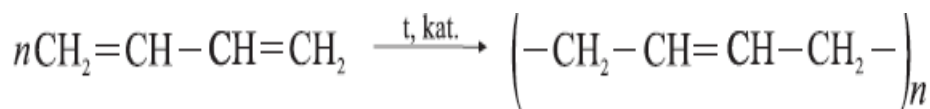


Alkadienlərə halogenlərin və hidrogen halogenoidlərin birləşməsi temperaturdan asılı olaraq 1,2 və 1,4 istiqamətlərində baş verir.

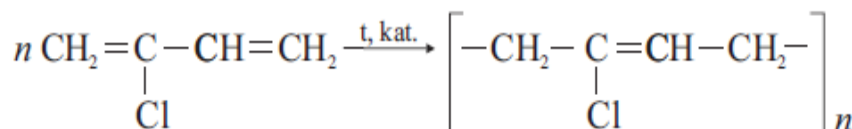
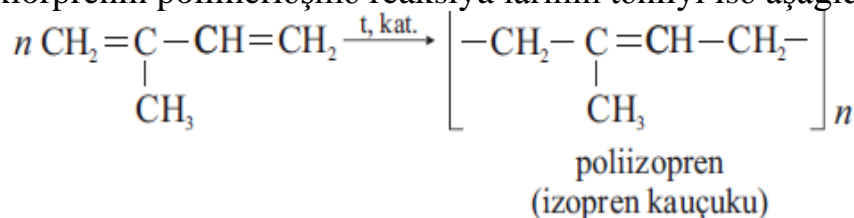


Polimerləşmə reaksiyası

Alkadienlər alkenlər kimi polimerləşmə reaksiyalarına daxil olur. Bu zaman alınan polimerlər kauçuklar adlanır. Butadien-1,3-ün polimerləşmə reaksiyasını yazmaq.



İzopren və xlorprenin polimerləşmə reaksiyalarının tənliyi isə aşağıdakı kimi olur:



Polixlorpren

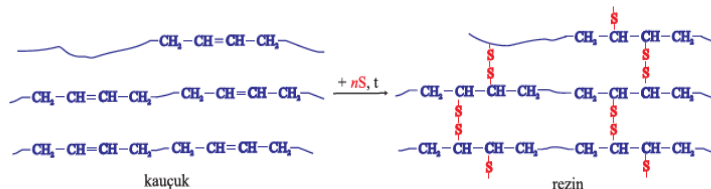
(xlorpren kauçuku)

Bu reaksiyalar əsasında alınan kauçuklar sintetik kauçuklar adlanır

Təbii kauçukun elastiklik, dağılmaya qarşı davamlılığı, su və qaz keçirməmək xassələrinin digər kauçuklara nisbətən yüksək olması onun makromolekullarının stereomüntəzəm quruluşa malik olması ilə əlaqədardır. Kauçuklardan hazırlanmış məhsullar (məsələn, qaloş, su keçirməyən paltarlar və s.) çox isti və soyuq havalarda tətbiq oluna bilmir. Belə ki, isti havalarda o, yumşalıb yapışır, soyuq havalarda isə sərtləşir, kövrəkləşir. Kauçukun bu çatışmayan xüsusiyyətlərini aradan qaldırmaq üçün onu kükürlə birlikdə qızdırırlar

(130–140°C). Bu zaman elementar halqada olan π -rabitələr qırılır və ayrı-ayrı makromolekullar kükürd atomları (–S–S– disulfid körpüsü) ilə bir-birinə birləşir (sankitikilir). Nəticədə daha yaxşı fiziki-mexaniki xassələrə (yüksək elastik, dağılmaya, aqressiv kimyəvi mühitə və həlledicilərə qarşı davamlılıq və s.) malik **tikilmiş polimer** alınır. Bu proses kauçukun **vulkanlaşması reaksiyası** adlanır.

Kauçukun vulkanlaşma reaksiyasını sadə şəkildə aşağıdakı kimi göstərmək olar.



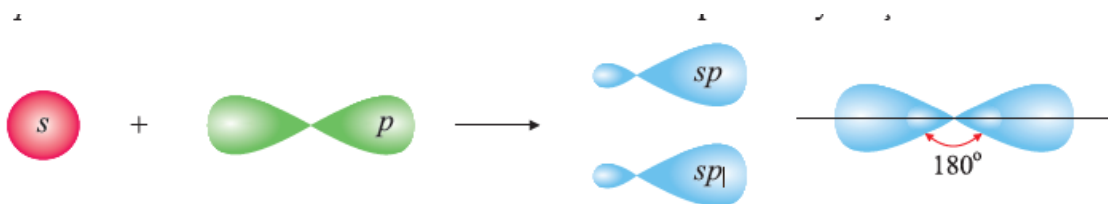
Kauçukun vulkanlaşdırılmasından **rezin** alınır.

Alkinlərin homoloji sırası, qrafik formulları və molekullarının fəza quruluşu

Beynəlxalq nomenklaturaya əsasən, molekulunda karbon atomları arasında bir üçqat rabitə ($-C \equiv C-$) olan açıq zəncirli karbohidrogenlər alkinlər adlanır. Molekulunda n sayda karbon atomu olan alkinlərin tərkibi C_nH_{2n-2} ümumi formulu ilə ifadə olunur. Bu sinfin ən sadə nümayəndəsi asetilendir (C_2H_2). Ona görə də alkinlər asetilen sırası karbohidrogenləri də adlandırılır. Aşağıda alkinlərin homoloji sırasının bəzi üzvləri verilmişdir.

Alkinin formulu	Alkinin adı
C_2H_2	Etin (asetilen)
C_3H_4	Propin
C_4H_6	Butin
C_5H_8	Pentin və s.

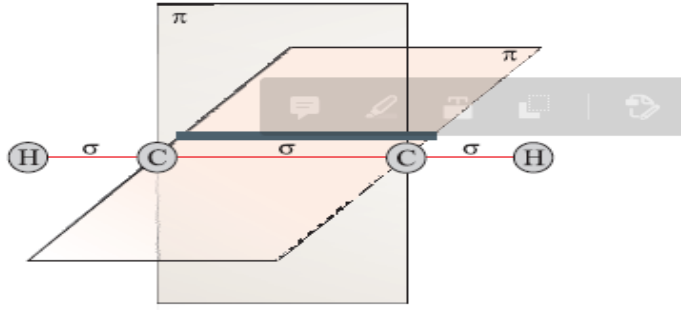
Alkin molekullarının fəza quruluşunu homoloji sıranın ilk nümayəndəsi olan asetilen molekulu misalında nəzərdən keçirək. Asetilen molekulunda hər bir karbon atomunun həyəcanlanmış halda xarici energetik səviyyəsində olan orbitallardan bir s -və bir p -orbitalı hibridləşərək sp -hibrid orbitallar əmələ gətirir. Əmələ gələn sp -hibrid orbitallar bir düz xətt üzərində 180° bucaq altında yerləşirlər.



Hər karbon atomunun hibrid orbitallarından biri hidrogen atomunun s -orbitalı ilə örtülərək $C-H$ rabitələrini əmələ gətirir. Karbon atomlarının ikinci hibrid orbitalları bir-biri ilə örtülərək $C-C$ σ -rabitəsini əmələ gətirir.



Hər bir karbon atomunun hibridləşmədə iştirak etməyən iki p-orbitalı bir-birinə perpendikulyar müstəvilərdə yandan örtülərək iki π -rabitə əmələ gətirir



Asetilen molekulunda karbon və hidrogen atomları bir düz xətt boyuncayerləşdiyindən molekul xətti quruluşludur. Karbon atomları arasında üçqat rabitənin əmələ gəlməsi karbon atomlarının nüvələri arasındakı məsafənin alkan və alkenlərdən kiçik olmasına səbəb olur. $C \equiv C$ rabitəsinin uzunluğu 0,120 nm, enerjisi isə (828 kC/mol) ikiqat rabitənin enerjisindən(612 kC/mol) yüksəkdir.

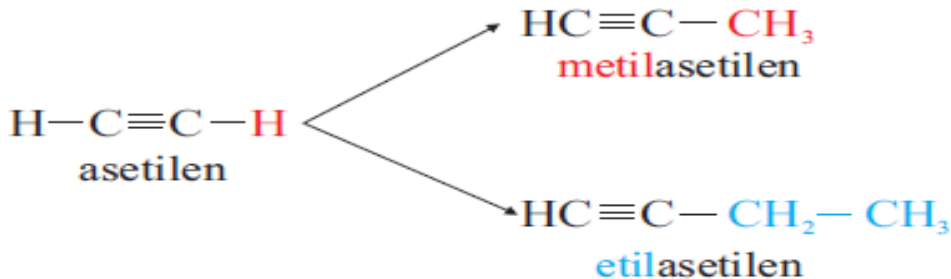
Alkinlərin adlandırılması izomerliyi və alınması.

Adlandırma

Səmərəli adlandırma. Səmərəli üsulla alkinləri adlandırdıqda onlara asetilen molekulunda olan hidrogenatomlarının qismən və ya tam alkil radikalları ilə əvəz olunmuş törəməsi kimi

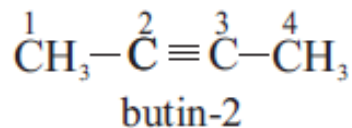
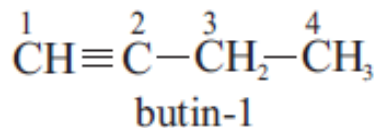
baxılır, radikallar oxunur, sonda asetilen deyilir. Asetilen molekulunda iki hidrogen atomu olduğundan bu üsulda alkinləri iki qrupa bölmək olar:

1. Asetilen molekulundakı hidrogen atomlarından birini alkil radikalı ilə əvəz etdikdə



2. Asetilen molekulunda olan hər iki hidrogen atomunu alkil radikalı ilə əvəz etdikdə. Bu zaman əvəzedicilər eyni radikallar olarsa, onların sayını göstərmək üçün di- sözününəndən istifadə olunur. Əvəzedicilər müxtəlif radikallar olarsa, onların adı sadədən mürəkkəbə oxunur.

yerinə (vəziyyətinə) görə yaranır. Bu zaman karbon zəncirinin quruluşu dəyişmir, yalnız əsas zəncirdə üçqat rabitənin yeri dəyişir. Üçqat rabitənin vəziyyətinə görə quruluş izomerliyi homoloji sıranın üçüncü nümayəndəsindən (C₄H₆) başlayır



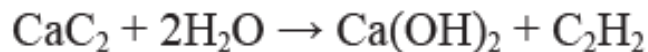
3. Siniflərarası izomerlik

Alkinlər molekulunda eyni sayda karbon atomu olan alkadienlərlə siniflərarası izomeridir. Alkinlərdə siniflərarası izomerlik propindən (C₃H₄) başlayır.

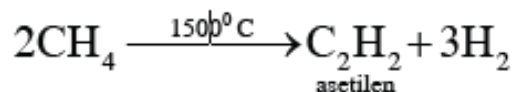


Alınması

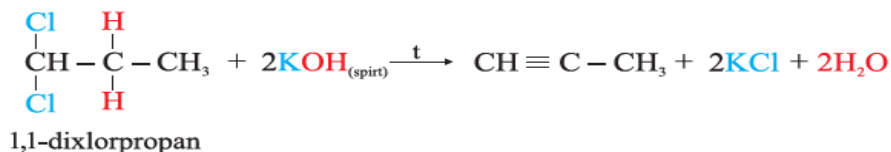
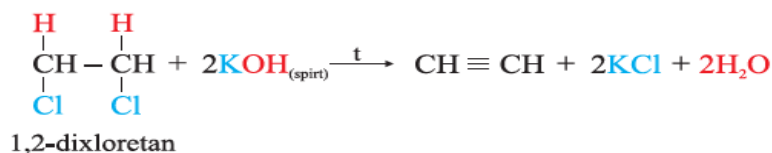
Asetilen həm sənayedə, həm də laboratoriyada kalsium-karbidin su ilə reaksiyasından (hidrolizindən) alınır.



Hazırda sənayedə asetilen təbii qazdan alınır. Metanın 1500°C-də qızdırılması zamanı alınan asetilenin bəsit maddələrə parçalanmaması üçün o dərhal su ilə soyudularaq reaksiya mühitindən çıxarılır.



Laboratoriyada alkinləri almaq üçün halogen atomları eyni və ya qonşu karbon atomuna birləşmiş bir sıra alkanların dihalogenli törəmələrinə qələvinin spirtə məhlulu ilə təsir edirlər. Bu zaman dehidrohalogenləşmə reaksiyaları Zaytsev qaydası ilə gedir



Alkinlərin fiziki və kimyəvi xassələri

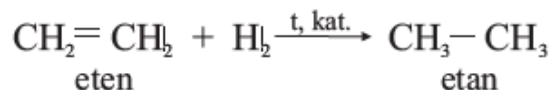
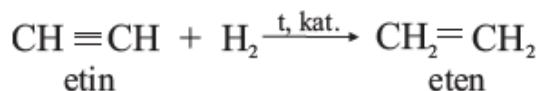
Fiziki xassələri

Nisbi molekul kütləsi artdıqca alkinlərin qaynama temperaturu və sıxlığı artır. C_2H_2 , C_3H_4 və C_4H_6 adi şəraitdə qaz halındadır. Alkinlər suda həll olurlar, lakin üzvi həlledicilərdə yaxşı həll olurlar. Təmiz asetilen adi şəraitdə rəngsiz, iysiz qazdır.

Kimyəvi xassələri

Alkenlər kimi alkinlər üçün də birləşmə reaksiyaları xarakterikdir. Üçqat rabitədə iki π -rabitə olduğundan alkinlərə birləşməreaksiyaları iki mərhələdə gedir. Birinci mərhələdə alkin ikiqat rabitəli birləşməyə, ikinci mərhələdə isə doymuş birləşməyə çevrilir. Bundan başqa alkinlər oksidləşmə və əvəzetmə reaksiyalarına da daxil olur.

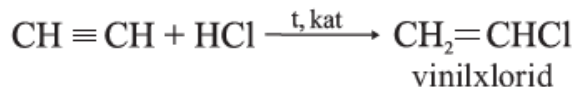
Birləşmə reaksiyaları. Alkinlər hidrogeni, halogenləri, hidrogen-halogenidləri, suyu və s. birləşdirir. Bu zaman onların molekulunda olan üçqat rabitəli karbon atomları əvvəlcə sp hibrid halından sp^2 hibrid halına, sonra isə sp^3 hibrid halına keçir. Alkinlərə hidrogenin birləşməsi (hidrogenləşmə) katalizator iştirakında baş verir



Alkenlər kimi alkinlər də adi şəraitdə bromlu suyu rəngsizləşdirir və bu reaksiya alkinlər üçün də keyfiyyət reaksiyasıdır .

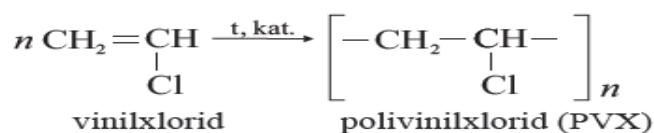


Katalizator iştirakında asetilen 1:1 mol nisbətində hidrogen-xlorid birləşdirərək vinilxlorid (xloretən) əmələ gətirir.

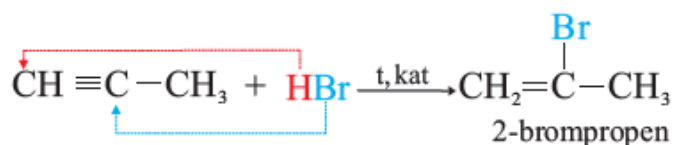


Vinilxlorid adi şəraitdə qaz halında olan maddədir. Molekulunda ikiqat rabitə

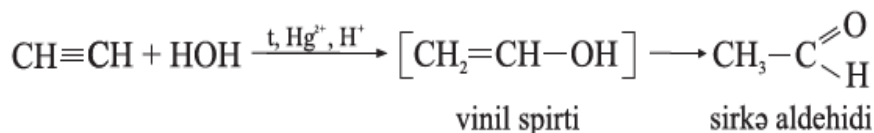
olduğundan polimerləşir:



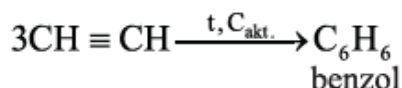
Qeyri-simmetrik alkinlərə hidrogen-halogenidlərin birləşməsi Markovnikov qaydası üzrə baş verir:



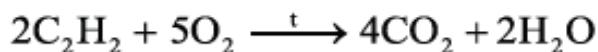
Asetilen və onun homoloqları turş mühitdə civə duzları iştirakında su molekulu birləşdirir (hidratlaşma). Bu reaksiya **Kuçerov reaksiyası** adlanır



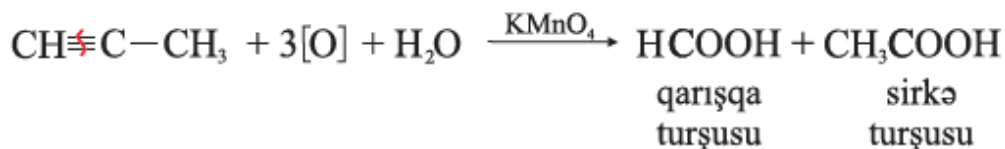
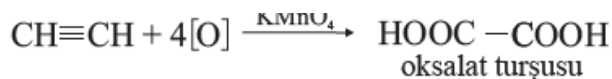
Aktivləşdirilmiş kömür olan qızdırılmış borudan asetilen keçirdikdə o **trimerləşir** və bu zaman benzol əmələ gəlir.



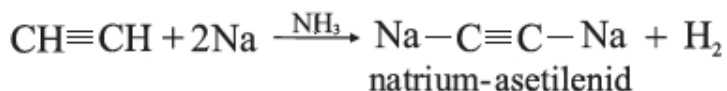
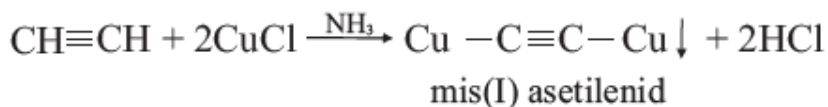
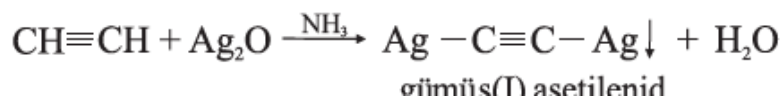
Yanma və oksidləşmə reaksiyaları. Digər karbohidrogenlər kimi alkinlər də oksigen iştirakında yanaraq CO₂ və H₂O əmələ gətirir. Asetilen etan və etilənə nisbətən havada hisli alovla yanır. Buna səbəb asetilen molekulunda karbonun kütlə payının çox olmasıdır.



Alkenlər kimi alkinlər də oksidləşdiricimaddələrin (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) məhlulları ilə asanlıqla oksidləşirlər. Məsələn, alkinlərə KMnO_4 məhlulu ilə təsir etdikdə məhlulun bənövşəyi rəngi dərhal itir (məhlul rəngsizləşir) və qəhvəyi rəngli MnO_2 çöküntüsü alınır. Bu reaksiya alkinlərin təyini reaksiyasıdır.

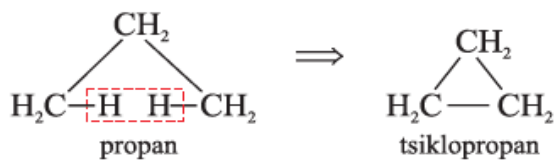


Əvəzetmə reaksiyaları. A setileni gümüş(I) oksidin ammoniyakda məhlulundan keçirdikdə gümüş(I) asetilenid çökür. Gümüş(I) oksidin ammoniyakda məhlulu **Tollens reaktivi** adlanır.

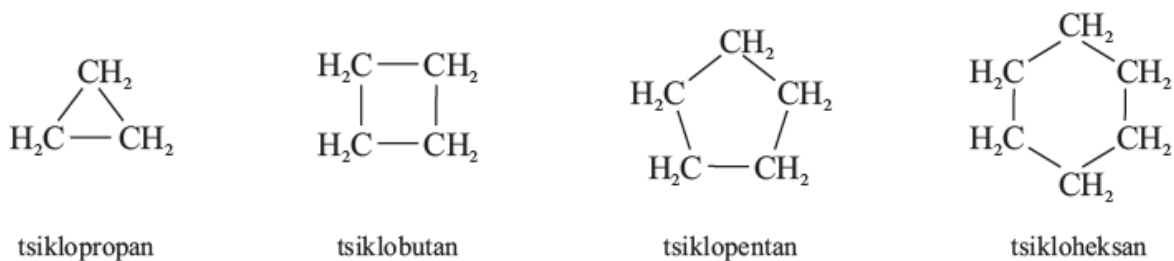


Tsikloalkanların homoloji sırası, qrafik formulları, adlandırılması və izomerliyi.

Beynəlxalq nomenklaturaya görə, C_nH_{2n} ($n \geq 3$) ümumi formuluna malik tsiklik karbohidrogenlər **tsikloparafinlər və ya tsikloalkanlar** adlanır. Alkan molekulunda qonşu olmayan karbon atomlarından fikrən iki hidrogen atomu qoparıldıqda karbon atomlarının bir-biri ilə rabitə yaratması hesabına tsiklik quruluşlu karbohidrogenlər yaranır.



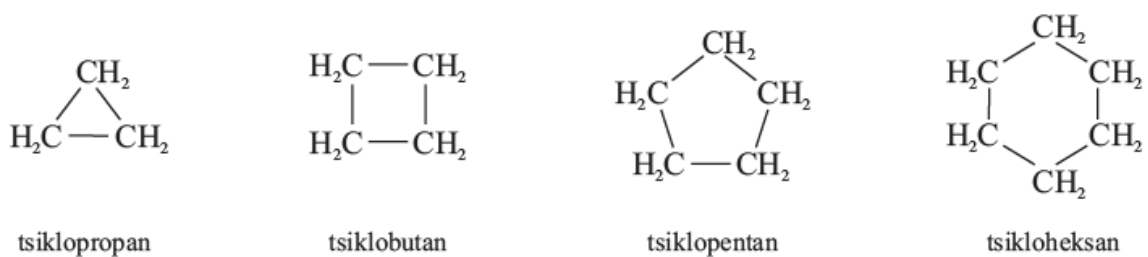
Deməli, alkan molekulunda minimum üç karbon atomu olmalıdır ki, hidrogen atomlarının ayrılması zamanı tsiklik karbohidrogen əmələ gəlsin. Ona görə də tsikloalkanların ilk nümayəndəsi tsiklopropandır. Aşağıda tsikloalkanların homoloji sırasının ilk dörd nümayəndəsi verilmişdir



Adlandırma

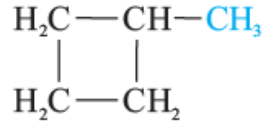
Beynəlxalq nomenklatura ilə şəxəsis quruluşlu tsikloalkanları adlandırmaq üçün eyni sayda karbon atomu olan alkanın adının əvvəlinə **tsiklo-** sözünü əlavə edilir.

Məsələn

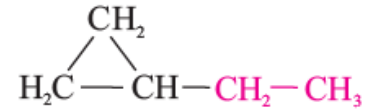


Tsikldə bir radikalı (əvəzedicisi) olan tsikloalkanları adlandırdıqda tsikli əmələ gətirən

karbon atomları əsas zəncir hesab edilir, əvvəlcə radikalın, sonra isə tsiklin adı



metiltsiklobutan

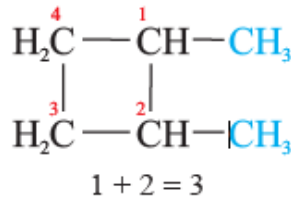


etiltsiklopropan

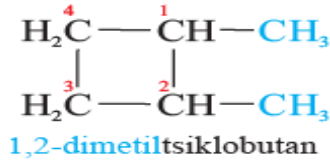
deyilir.

Tsiklində bir neçə radikal (əvəzedici) olan tsikloalkanların adlandırılması isə aşağıdakı ardıcılıqla aparılır.

1. Tsikldə olan karbon atomları nömrələnir. Bu zaman nömrələmə elə aparılmalıdır ki, radikal birləşən karbon atomlarının nömrələrinin cəmi kiçik olsun. Məsələn:



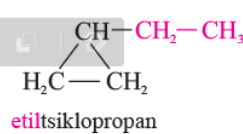
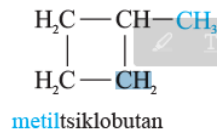
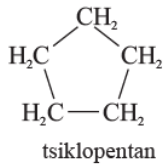
2. Radikalların birləşdiyi karbon atomlarının nömrələri göstərilməklə adları oxunur, sonra əsas **zəncirin** adı deyilir.



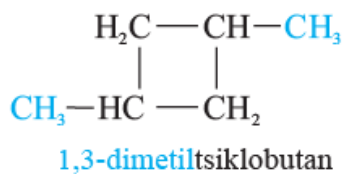
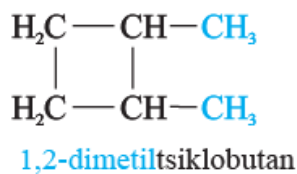
İzomerlik

Tsikloalkanlarda quruluş və həndəsi izomerlik mövcuddur. Onlar üçün quruluş izomerliyinin aşağıdakı növləri xarakterikdir.

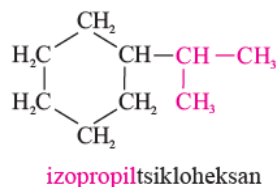
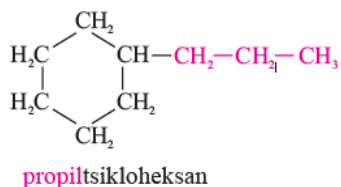
1. **Tsiklin ölçüsünə görə izomerlik:**



2. Tsikldə əvəzedicilərin vəziyyətinə görə izomerlik:



3. Əvəzedicinin quruluşuna görə izomerlik:

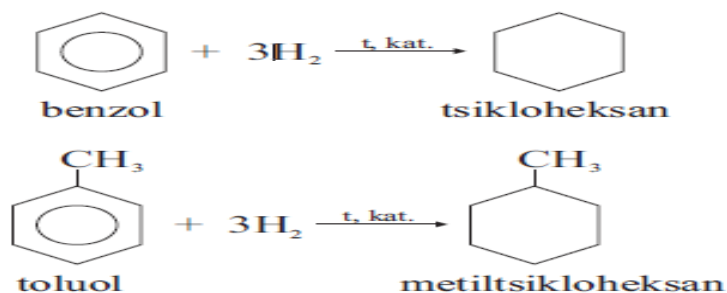


4. Sınıflərarası izomerlik. Eyni sayda karbon atomları olan tsikloalkanlar alkenlərlə sınıflərarası izomerdir.

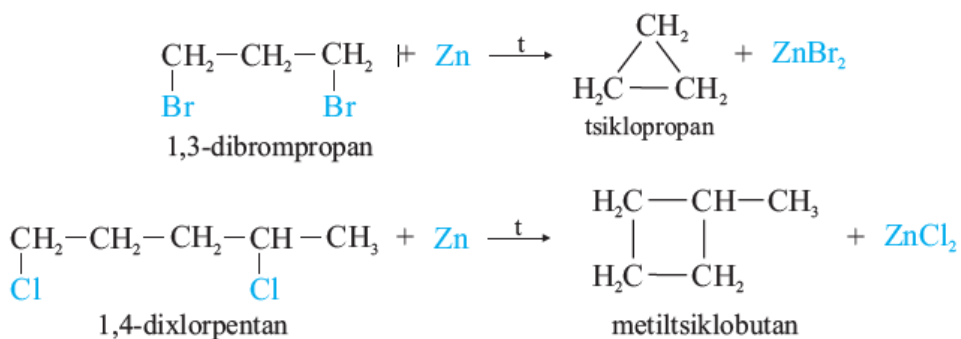
Tsiloalkanların alınması, fiziki və kimyəvi xassələri.

Aınması

Sənyədə aromatik karbohidrogenlərin hidrogenləşməsindən alınır.



Laboratoriyada alkanların halogen atomları eyni və qonşu karbon atomlarında olmayan dihalogenli törəmələrinə sinklə və ya natriumla təsir etdikdə uyğun tsikloalkanlar alınır:



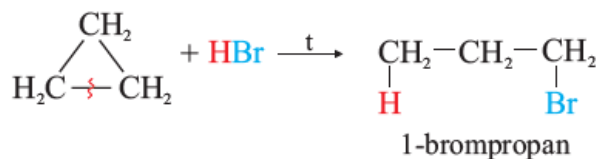
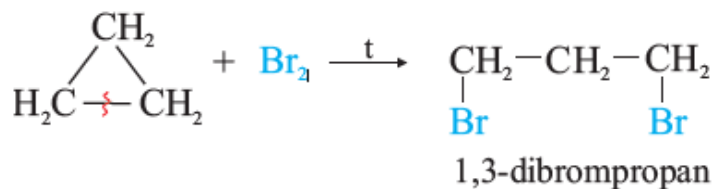
Fiziki xassələri

Adi şəraitdə tsiklopropan və tsiklobutanqaz, tsiklopentan və tsikloheksan isə mayedir. Tsikloalkanların molyar kütləsi artdıqca qaynamatəperaturu artır. Tsikloalkanlar praktiki

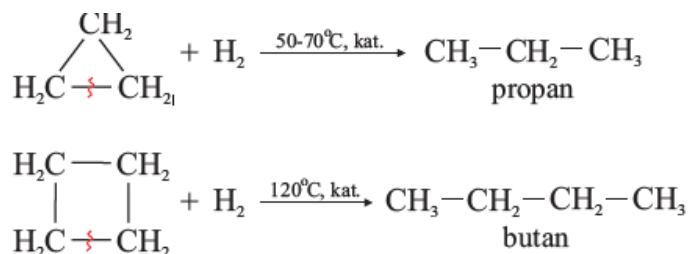
olaraq suda həll olmur və insan orqanizminə zərərli təsirə malikdir

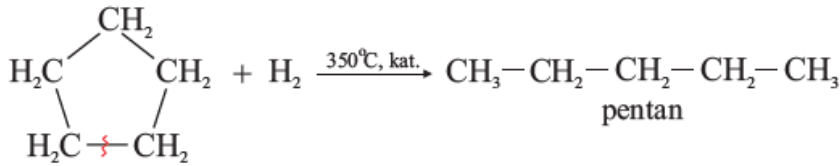
kimyəvi xassələri

1. Birləşmə reaksiyaları. Kiçik tsiklə malik tsikloalkanlar (tsiklopropan, tsiklobutan) qızdırılma zamanı alkenlərkimi halogenlər və hidrogen-halogenidlərlə birləşmə reaksiyasına daxil olur.

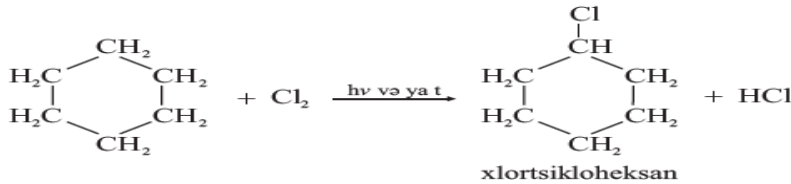
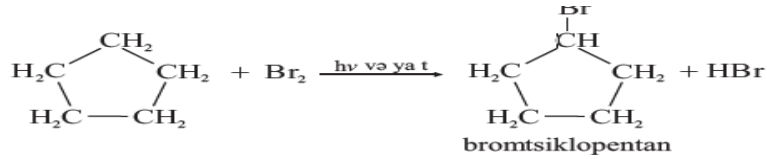


Katalizator iştirakında bəzi tsikloalkanlar hidrogenləşərək uyğun alkanlara çevrilir.



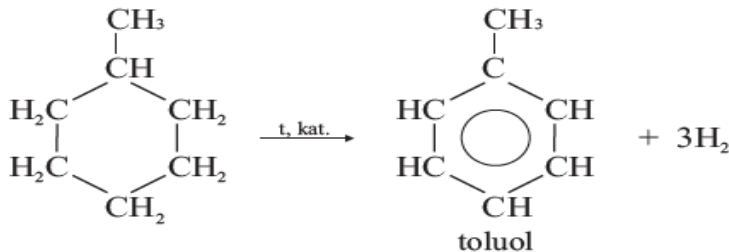
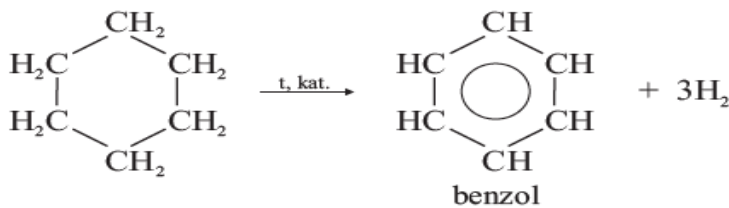


1.Əvəzetmə reaksiyaları. Böyük halqalı tsikloalkanlar halogenlərlə əvəzetmə reaksiyalarına daxil Olur.

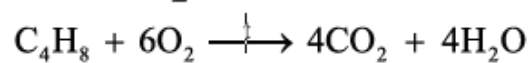
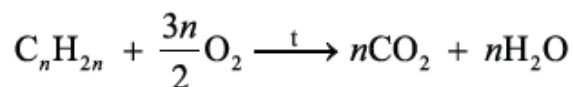


5. Dehidrogenləşmə reaksiyaları. Bəzi tsikloalkanlar dehidrogenləşmə reaksiyasına daxil

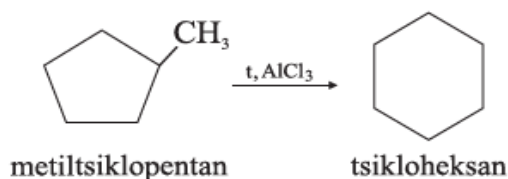
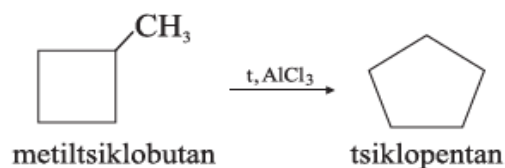
olur. Məsələn, katalizator iştirakında tsikloheksan dehidrogenləşdikdə benzol, metilsikloheksan dehidrogenləşdikdə isə toluol əmələ gəlir .



3.Yanma reaksiyası. Tsikloalkanlar tam yandıqda karbon qazı və su əmələ gəlir

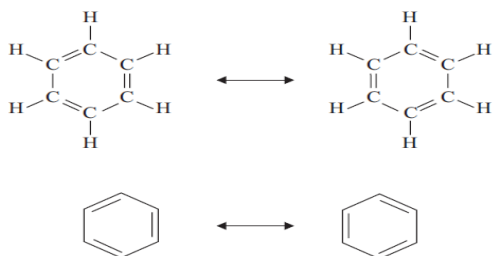


4.İzomerləşmə reaksiyası. Alüminium-xlorid katalizatoru iştirakında qızdırıldıqda tsikloalkanlar izomerləşir. İzomerləşmə reaksiyaları əsasən tsiklin böyüməsi ilə baş verir:

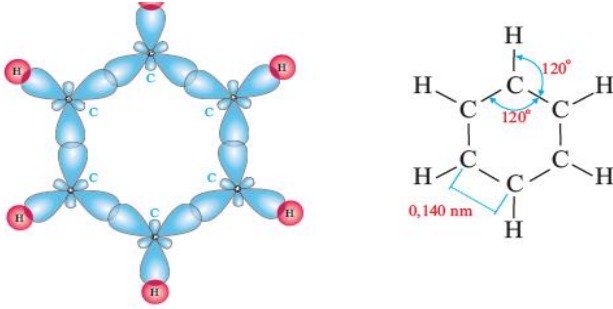


Aromatik karbohidrogenlər.Benzol molekulunun fəza quruluşu, benzolun homoloqlarının adlandırılması və izomerliyi.

Aromatik karbohidrogenlərin ilk nümayəndəsi benzoldur. Benzolun formulu C_6H_6 olduğu müəyyən edilmişdir. Lakin benzolun tsiklik quruluşa malik olması XIX əsrin ikinci yarısında öyrənilmişdir. 1865-ci ildə alman kimyaçısı F.A.Kekule benzolun qrafik formulu təklif etmişdir. Bu formula əsasən benzol karbon atomları arasında növbə ilə təkrarlanan birqat və ikiqat rabitələrdən ibarət tsiklik birləşmədir.

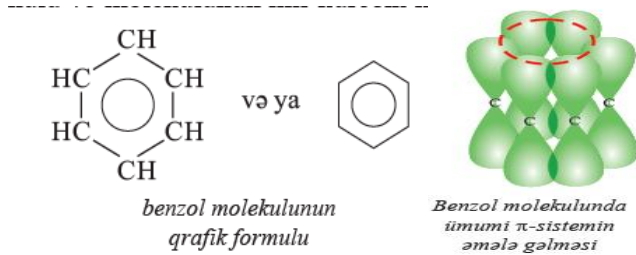


Benzol molekulunda bütün karbon atomları sp^2 -hibrid halındadır. Hər bir karbon atomu iki qonşu karbon atomu və bir hidrogen atomu ilə s-rabitə əmələ gətirir. Rabitə yaradan orbitallar eyni müstəvidə yerləşib bir-biri ilə 120° bucaq altında birləşir.



Beləliklə, altı karbon atomu bir-biri ilə birləşərək düzgün altıbucaqlı əmələ gətirir. Bundan başqa, hər bir karbon atomunun qeyri-hibrid p-orbitalı mövcuddur. Bu orbitallar molekul müstəvisinə perpendikulyar formada yerləşərək yuxarıdan və aşağıdan örtülür. Nəticədə altı elektrondan ibarət ümumi - π sistem əmələ gəlir.

σ -rabitələrlə əlaqələnmiş altı karbon atomundan və ümumi π -sistemdən ibarət tsikl benzol halqası və ya benzol nüvəsi adlanır.



Bütün aromatik karbohidrogenlərin molekulunda benzol nüvəsi olur. Quruluşuna görə aromatik karbohidrogenlər birnövəli və çoxnövəli olur

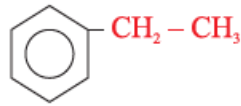
Beynəlxalq nomenklaturaya görə, C_nH_{2n-6} ümumi formuluna malik aromatik karbohidrogenlər benzol sırası karbohidrogenlər adlanır. Benzol molekulunda hidrogen atomlarını alkil radikalları ilə əvəz etməklə benzolun homoloqlarının formulu yazmaq olar..

Adlandırma

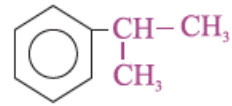
Beynəlxalq nomenklaturaya əsasən, benzolun homoloqlarını adlandırmaq üçün benzol halqasına birləşmiş radikalın adı və benzol sözü deyilir



metilbenzol
($C_6H_5-CH_3$)

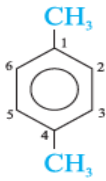


etilbenzol
($C_6H_5-C_2H_5$)

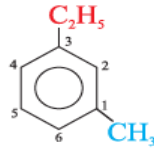


izopropilbenzol
($C_6H_5-C_3H_7$)

Əgər **molekulda** iki və daha çox radikal olarsa, halqadakı karbon atomları kiçik radikaldan başlayaraq elə nömrələnir ki, radikal birləşmiş karbon atomlarının nömrələrinin cəmi kiçik olsun.

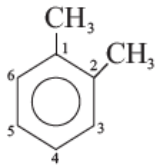


1,4-dimetilbenzol

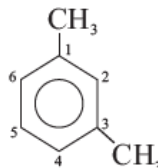


1-metil-3-etilbenzol

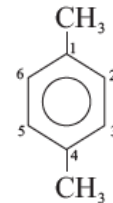
İki əvəzedicisi olan arenləri adlandırdıqda orto(o), meta(m), para-(p) sözönlüyündən istifadə olunur.



1,2-dimetilbenzol
(*o*-dimetilbenzol)

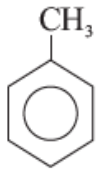


1,3-dimetilbenzol
(*m*-dimetilbenzol)

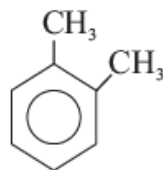


1,4-dimetilbenzol
(*p*-dimetilbenzol)

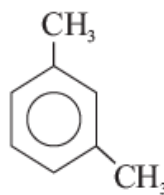
Benzolun bir sıra homoloqlarının trivial (tarixi) adları



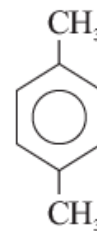
toluol



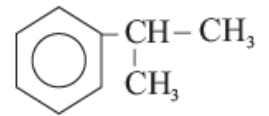
o-ksilol



m-ksilol

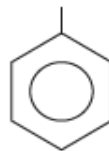


p-ksilol



kumol

Benzol molekulundan bir hidrogen atomu qoparıldıqda alınan qalıq fenil radikalı adlanır.

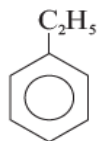


fenil radikalı
(C₆H₅ -)

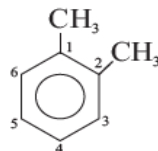
İzomerlik

Benzol sırası karbohidrojenlərdə quruluş izomerliyi radikalə, radikalın quruluşuna və radikalların benzol halqasında bir-birinə nəzərən yerləşməsinə görə müəyyən edilir

1.Radikala görə:

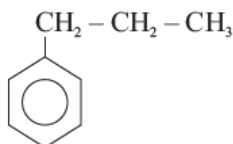


etilbenzol

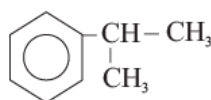


1,2-dimetilbenzol

2.Radikalın quruluşuna görə:

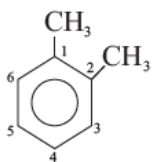


propilbenzol

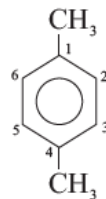


izopropilbenzol

3.Radikalın benzol halqasında yerləşməsinə görə:



1,2-dimetilbenzol

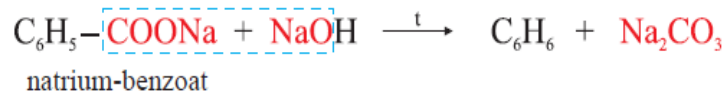


1,4-dimetilbenzol

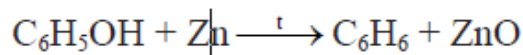
Benzol sırası karbohidrogenlərin alınması ,fiziki xassəl və kimyəvi xassələri Alınması.

Laboratoriyada benzol aşağıdakı üsullarla alınır.

1. Benzoy turşusunun duzlarının qələvilərlə əridilməsindən.



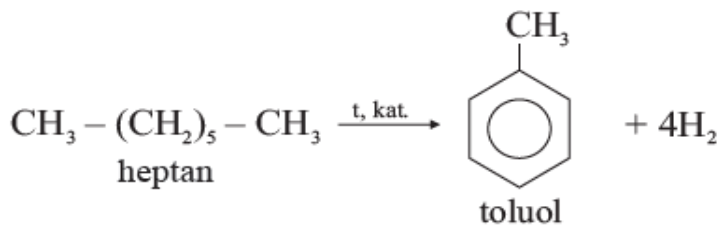
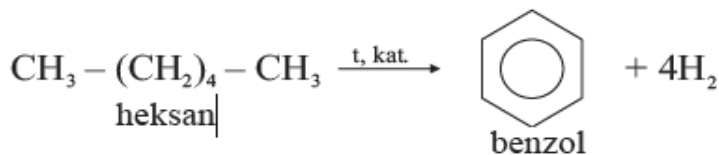
2. Fenolun sink tozu ilə qızdırılmasından.



Sənayedə aromatik karbohidrogenlərin alınmasının əsas mənbəyi neft və daş kömür qatranıdır. Daş kömür hava daxil olmadan yüksək temperaturda (1000–1200°C) qızdırıldıqda daş kömür qatranı əmələ gəlir. Daş kömür qatranının distilləsi ilə benzol, toluol, etilbenzol və digər aromatik birləşmələr ayrılır.

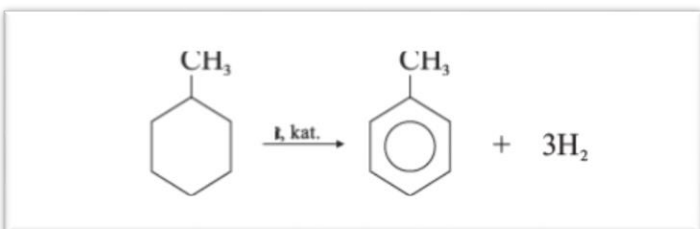
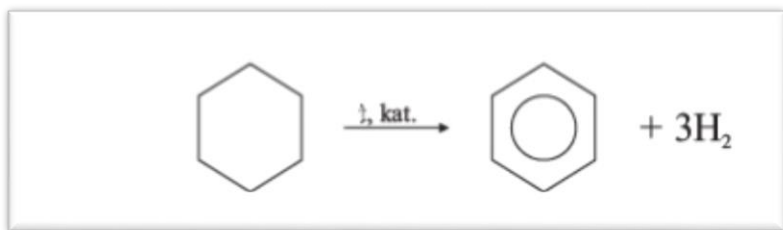
Benzol sırası karbohidrogenlər sənayedə həmçinin aşağıdakı reaksiyalar əsasında alınır:

1. Yüksək temperaturda katalizator iştirakında alkanların dehidrogenləşməsindən. Məsələn, heksandan benzol, heptandan isə toluol alınır.

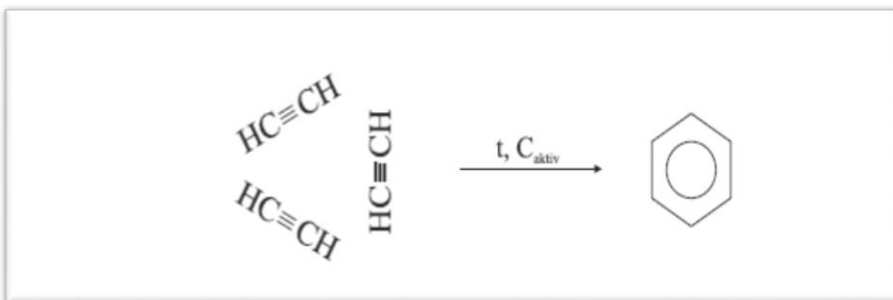


2. Katalizator iştirakında tsikloalkanların dehidrogenləşməsindən.

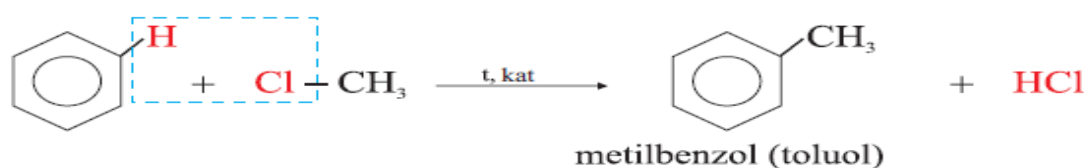
Bu reaksiya nəticəsində tsikloheksandehidrogenləşərək benzola çevrilir.



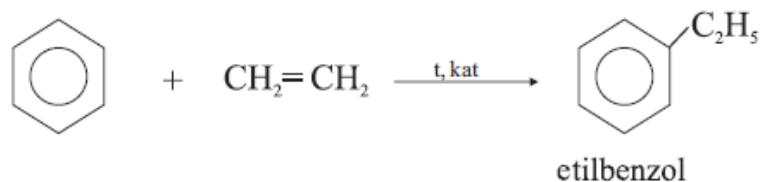
6. Asetilenin qızdırılmaqla aktivləşdirilmiş kömür üzərindən buraxılmasından. Bu zaman asetilen trimerləşərək benzola çevrilir (N.D.Zelinski və B.A.Kazanski reaksiyası).



4. Benzolun alkilləşmə reaksiyasından. Alkillaşmə reaksiyası benzol halqasına alkil radikalının daxil edilməsidir. Bu reaksiya əsasında benzolun homoloqları alınır.



Bu reaksiya Fridel-Krafts reaksiyası adlanır



Alkillaşmə reaksiyası ilə aromatik karbohidrogenlərin alınmasında azərbaycanlı

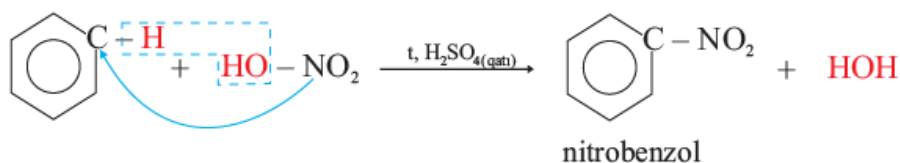
alim Yusif Məmmədəliyevin böyük əməyi olmuşdur.

Fiziki xassələri.Adi şəraitdə benzol rəngsiz, uçucu, spesifikliyi mayedir. Sudan yüngüldür və sudahəll olmur. Benzol bir sıra maddələr üçün yaxşı həlledicidir. O, soyudulduqda ağ kristal kütlə şəklində (5,5 °C) donur. Benzol və onun buxarı zəhərlidir.Toluol, etilbenzol və s. sudan yüngül, suda həllolmayan mayelərdir. Toluol ağ fosfor, kükürdvə bir sıra maddələrin həlledicisidir. Nisbi molekulkütlesi artdıqca benzol sırası karbohidrogenlərinqaynama **temperaturu** artır.

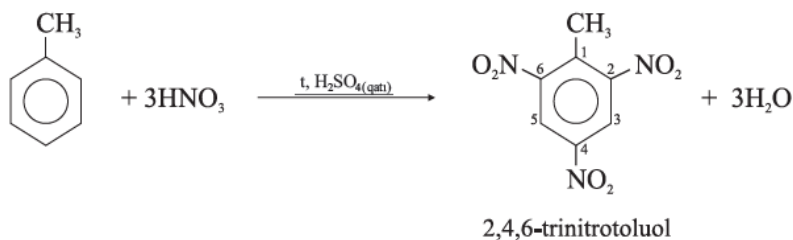
Kimyəvi xassələri. Benzol sırasıkarbohidrogenlər müəyyən şəraitdə əvəzetmə və oksidləşmə reaksiyalarına daxil olur.

Əvəzetmə reaksiyaları. Benzola qızdırmaqla sulfat turşusu iştirakında qatı nitrat turşusu ilə təsir etdikdə sarı rəngli, acı badam iyli nitrobenzol əmələ gəlir.

Reaksiya zamanı benzol molekulunda hidrogen atomu nitroqrupla əvəz olunur.



Toluol benzola nisbətən daha asan əvəzetmə reaksiyasına daxil olur.

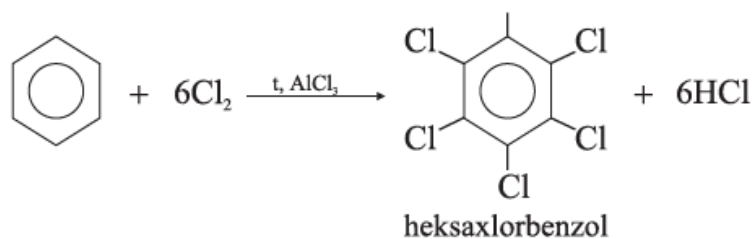


2,4,6-trinitrotoluol trotil (tol) adlanır, sarımtıl rəngli bərk maddədir. Preslənmiş şəkildə istifadə olunur, parçalanması nəticəsində güclü partlayış əmələ gəlir.

Kimyanın rolu

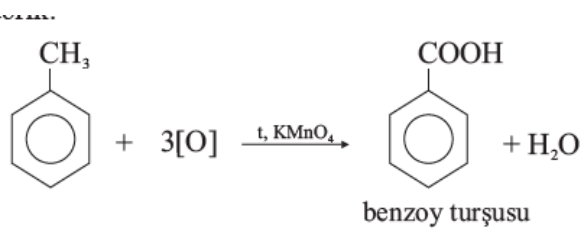
Alüminium-xlorid katalizatoru iştirakında benzolun xlorla reaksiyası zamanı benzol molekulunda olan bütün hidrogen atomları xlor atomları ilə əvəz olunur.

Cl



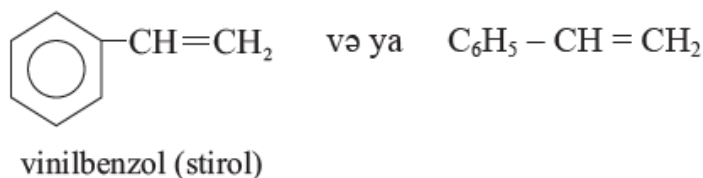
Oksidləşmə reaksiyası. Benzol havada hisli alovla yanaraq (tam oksidləşmə) karbon qazı və su əmələ gətirir:
 $2\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}_2 \rightarrow 12\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

Benzoldan fərqli olaraq onun homoloqları qızdırılma zamanı kalium-permanqanat məhlulunu rəngsizləşdirir. Məsələn, toluolun üzərinə kalium-permanqanat məhlulu əlavə edib qızdırsaq, məhlulun bənövşəyi rənginin tədricən itdiyini müşahidə edərik.



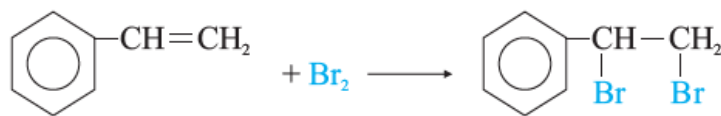
Stirol.

Yan zəncirində doymamış karbohidrogen radikalları olan aromatik karbohidrogenlərin sadə nümayəndəsi **vinilbenzol və ya stirol**dur

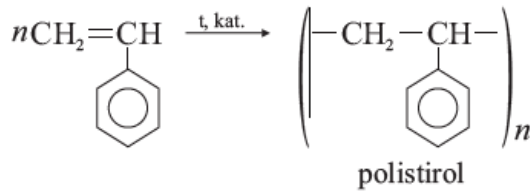


Fiziki xassələri. Stirol rəngsiz, suda həll olmayan, xoş iyli mayedir. Zəhərlidir, tənəffüs yollarının selikli qişasını və gözü qıcıqlandırır.

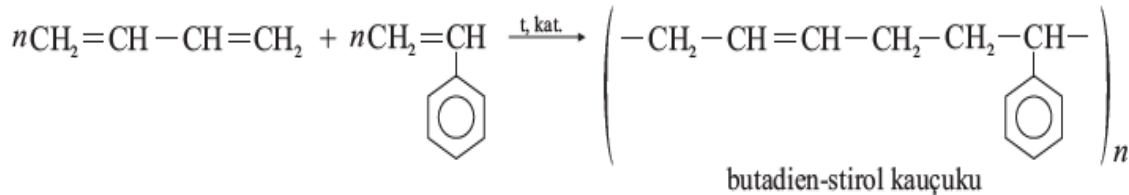
Kimyəvi xassələri. Stirol alkenlərə oxşar olaraq adi şəraitdə bromlu suyu (həmçinin kalium-permanqanat məhlulunu) rəngsizləşdirir:



Stirol polimerləşərək polistirol əmələ gətirir:



Stirolun butadien-1,3-lə birgə polimerləşməsi (**sopolimerləşməsi**) ilə yüksəkkeyfiyyətli sintetik kauçuk olan **butadien-stirol kauçuku** alınır.



Butadien-stirol kauçuku istiliyə, soyuğa və dağılmağa qarşı davamlıdır. Ondan avtomobil şinləri, konveyer və ekskalator lentləri, ayaqqabılar üçün yüngül və məsaməliyaqaqlıların, çəkmələrin, plastik qabların hazırlanması üçün istifadə olunur.

Karbohidrogenlərin təbii mənbələri Neft və onun ilkin emalı. Neft məhsullarının təkrar emalı. Neft məhsullarının keyfiyyəti və tətbiqi

Karbohidrogenlər təbiətdə geniş yayılmışdır. Karbohidrogenlərin əsas təbii mənbələri **Təbii qaz, neftlə birlikdə yerdən çıxan qazlar, neft, daş. kömür.**

Təbii qaz – əsas hissəsi metan (80–97%), qalanı isə etan, propan, butan və azmiqdarda digər qazlardan ibarət qarışıqdır. Karbohidrogenlərin molyar kütləsi artdıqca onun təbii qazdameiqdarı azalır. Müxtəlif yataqların təbii qazları tərkiblərinə görə birbirindən fərqlənir.

Hasil olunan təbii qazın təqribən 90%-i istilik elektrik stansiyalarında, sənaye müəssisələrində və yanacaq kimi istifadə olunur. Təbii qazdan avtonəqliyyatlar üçün yanacaq kimi istifadə olunur.

Neftlə birlikdə çıxan qazlar – neft layınınüzərində və ya təzyiq altında neftdə həll olmuş şəkildə olur. Neftlə birlikdə çıxan qazların tərkibində metandan başqa kifayət qədər etan, propan, butan və pentan vardır.

Qaz emalı zavodlarında neftlə birlikdə çıxan qazlar aşağıdakı fraksiyalara ayrılır:

Qaz benzini – tərkibində asan uçucu karbohidrogenlər (pentan, heksan və s.) saxlayır. Qaz benzini mühərriklərin işəsalınmasını yaxşılaşdırmaq üçün benzinə əlavə edilir.

Propan-butan qarışığı (sıxılmış qaz)

– məişətdə və avtomobillər üçün yanacaq kimi istifadə olunur.

Quru qaz – tərkibinə görə təbii qaza (əsasən, metan və etan) oxşardır. Ondan etilen, asetilen, hidrogen və s. maddələrin alınmasında, həmçinin yanacaq kimi istifadə olunur.

Neft və onun ilkin emalı. Neft – tünd-qonur və ya qara rəngli, sudan yüngül və suda praktiki həll olmayan, xarakterik iyli, yanıcı mayedir. Neft milyon illər ərzində bitki və heyvan qalıqlarının kimyəvi və bioloji çevrilməsi nəticəsində əmələ gəlir.

Neftin tərkibinə qaz, maye və bərk halda olan müxtəlif karbohidrogenlər (əsasən, alkan, tsikloalkan və aromatik karbohidrogenlər) daxil olduğundan onun qaynama temperaturu sabit deyil. Neftdən ayrılan maddələrdən sintetik kauçuklar, dərman preparatları, sintetik ipəklər, sabunlar, plastik kütlələr, partlayıcı maddələr və bir çox digər

məhsullar alınır. Yerin təkindən çıxarılan neft **xam neft** adlanır

Neftin ilkin emalı. Neftin ilkin emalı fiziki proseslərə əsaslanır. Xam neft qazlardan, sudan və mineral qarışıqlardan (qum, gil, mineral duzlar və s.) təmizlənir. Sonra isə neft fraksiyalı distilləyə uğradılır. Proses rektifikasiya kolonunda aparılır.

Fraksiyalı distillə (rektifikasiya) – qarışığın komponentlərə ayrılma prosesidir. Borulu sobada 350–400°C-dək qızdırılmış neft rektifikasiya kolonuna daxil olur.

Rektifikasiya kolonunda neftin tərkibində maye halda olan komponentlərin fasiləsiz buxarlanması və kondensasiyası prosesi

Baş verir. Neftin ilkin emalından aşağıdakı fraksiyalar alınır.

Qaz fraksiyası (rektifikasiya qazı, qaynama temperaturu 40°C-dək) tərkibinə CH_4 – C_4H_{10} karbohidrogenləri daxildir. Əvvəllər bu qazlar məşəl buxarlanması və kondensasiyası prosesi baş verir.

Benzin fraksiyası (qaynama temperaturu 40–200°C) tərkibinə C_5H_{12} – $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ karbohidrogenləri daxildir. Bu fraksiyanı təkrar distillə etdikdə qarışıqdan qaynama temperaturu daha az intervalda olan yüngül neft məhsulları ayrılır: petroleyn efiri (40–70°C), aviasiya və avtomobil benzini (70–120°C).

Liqroin fraksiyası (qaynama temperaturu 150–250°C) tərkibinə C_8H_{18} – $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ karbohidrogenləri daxildir. Bu fraksiya traktorlar, yük avtomobilləri və teplovozlar üçün yanacaq kimi tətbiq olunur.

Kerosin fraksiyası (qaynama temperaturu 180–300°C) tərkibinə $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ – $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$ karbohidrogenləri daxildir. Bu fraksiya reaktiv təyyarələr və raketlər üçün yanacaq kimi istifadə olunur.

Qazoyl (qaynama temperaturu 270–350°C) dizel yanacağı kimi istifadə olunur. Göstərilən fraksiyalar ayrıldıqdan sonra qara rəngli özlü maye – **mazut** qalır. Mazut qazanxanalarda yanacaq kimi istifadə olunur. Onun əsas hissəsi vakuumda (aşağı təzyiqdə) yenidən distillə edilir. Bu şəraitdə mazutdan **solyar yağları** (ondandizel yanacağı və sürtkü yağları), **vazelin** (kosmetik və dərman vasitələrinin əsası), **parafin** (şamların hazırlanmasında) alınır. Mazutun distilləsindən sonra alınan qalıq **qudron**

adlanır. Ondan yollara asfalt çəkilməsində istifadə edilir. Neftin fraksiyalı distilləsi zamanı benzin fraksiyasının çıxımı 20%-dən artıq olmur.

Neft məhsullarının təkrar emalı. Böyük molekul kütləli karbohidrogenlərin benzin fraksiyasına uyğun kiçik molekul kütləli karbohidrogenlərə parçalanması prosesi krekinq (ingiliscə cracking – parçalanma deməkdir) adlanır. Krekinq ağır neft məhsullarının (mazut, kerosin, liqroin) ikinci emalı prosesidir. Neftin ikinci emalı (təkrar) zamanı aşağıdakı proseslər baş verir:

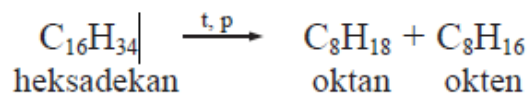
1. Katalitik krekinq

2. Termiki krekinq

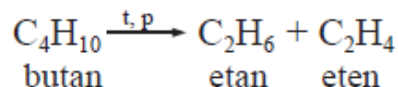
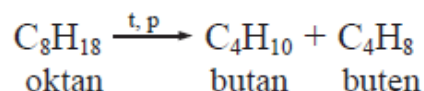
3. Riforinq

Termiki krekinq. Bu proses 470–550°C və 2–7 MPa təzyiqdə həyata keçirilir.

Termiki krekinq zamanı karbohidrogen zənciri parçalanaraq daha kiçik doymuş və doymamış karbohidrogen molekullarına çevrilir.



Bu reaksiyadan alınan maddələr də parçalanmaya uğrayır:



Termiki krekinq ilə alınan benzinin tərkibində alkenlərin miqdarı çox olması onun detonasiyaya davamlılığını artırır. Lakin belə benzin saxlanıldıqda alkenlər asanlıqla oksidləşir və polimerləşir. Belə benzinin yandırılması zamanı yanma silindrinin divarlarında, klapanlarında və digər hərəkət hissələrində ərp əmələ gəlir. Buna görə də termiki krekinq benzininin davamlılığını artırmaq üçün ona antioksidləşdiricilər əlavə olunur.

Krekinq prosesini daha yüksək temperaturda apardıqda kiçik molekul kütləli karbohidrogenlər (etilen, asetilen) və aromatik karbohidrogenlər (benzol, toluol) əmələ gəlir. Krekinqin bu növü piroliz adlanır.

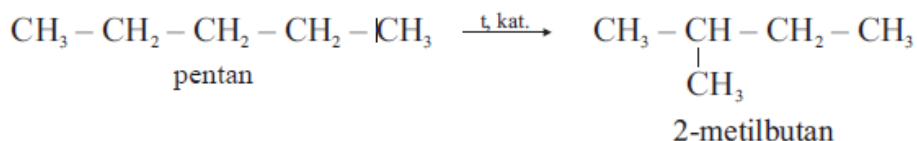
Piroliz – yüksək temperaturda (700–1000°C) hava daxil olmadan üzvi maddələrin parçalanmasıdır.

Katalitik krekinq. Bu proses zamanı katalizatorlar iştirakında nisbətən aşağı temperaturda (450–500°C) karbohidrogenlərin parçalanması baş verir. Termiki krekinqlə

müqayisədə katalitik krekinqin aşağıdakı üstünlükləri vardır:

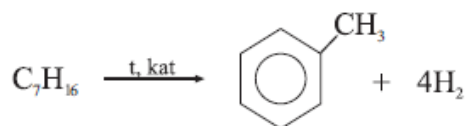
– Prosesin daha sürətli olması;

- Karbohidrogenlərin izomerləşməsi hesabına izoquruluşlu alkanların alınması və alkenlərin miqdarının az olması;
- Üzvi sintezdə xammal kimi istifadə olunan qazşəkilli məhsulların yüksək çıxımda alınması;
- Yüksək oktan ədədli və uzun müddət saxlanıla bilən benzinin əmələ gəlməsi. Katalitik krekinq zamanı karbohidrogenlərin parçalanması ilə yanaşı, karbohidrogenlərin izomerləşməsi də baş verir:

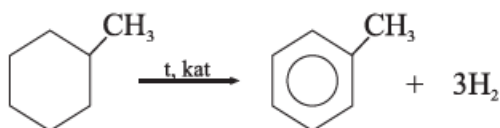


Riforminq – neft məhsullarının emalında əsas proseslərdən biridir. Riforminq prosesi zamanı aromatik karbohidrogenlər əmələ gəlir və nəticədə benzinin oktan ədədi artır. Bu prosədə katalizator kimi platindən istifadə edilir. Riforminq prosesi zamanı aşağıdakı reaksiyalar baş verir:

1. Alkanların dehidrotsiklləşməsi



2. Tsikloalkanların dehidrogenləşməsi:



Neft kimyası sənayesinin inkişafında görkəmli Azərbaycan kimyaçılarından akademiklər – Y.H.Məmmədəliyev, Ə.M.Quliyev, V.S.Əliyev, S.C.Mehdiyev, M.F.Nağıyev, İ.M.Orucova və başqalarının misilsiz əməyi olmuşdur.

Neft məhsullarının keyfiyyəti və tətbiqi

Benzinin keyfiyyəti onun detonasiyaya davamlılığı (fransızca detoner – partlayış deməkdir) ilə müəyyən olunur. Detonasiyanı başa düşmək üçün avtomobillərin daxili yanma mühərrikinin iş rejiminə diqqət edək.

Mühərrikin silindrinə benzin buxarları hava ilə sorularaq porşenlə sıxılır və elektrik

qılgılıcımla ilə bilavasitə yandırılır. Yanacağıın yanması zamanı əmələ gələn qazlar genişlənərək porşeni hərəkətə gətirir. Həcmi azalma dərəcəsi avtomobil mühərriklərinin işləməsinin mühüm xarakteristikasıdır. Benzin-hava qarışığı nə qədər güclü sıxılırsa, mühərrikin gücü bir o qədər çox olur və daha az yanacaq sərf edir. Lakin benzinin bütün növləri eyni dərəcədə sıxılmır. Sıxılma zamanı bir sıra karbohidrogenlər vaxtından əvvəl alovlanır və daha tez partlayışla yanır. Partlayışın təsirindən porşen silindirdə kəskin taqqıltı yaradaraq avtomobilin bəzi hissələrinin dağılmasına səbəb olur və mühərrikin gücü azalır. Benzinin bu cür partlayışla yanması detonasiya adlanır.

Yanacağıın keyfiyyəti ilk növbədə benzinin tərkibinə daxil olan karbohidrogenlərin molekulyar quruluşundan asılıdır. Şaxəsiz quruluşlu doymuş karbohidrogenlərin detonasiyaya davamlılığı ən azdır. Şaxəli quruluşlu doymuş karbohidrogenlər, həmçinin doymamış və aromatik karbohidrogenlərin detonasiyaya davamlılığı yüksəkdir.

Detonasiyaya davamlılığın miqdarı xarakteristikası oktan ədədidir. Oktan ədədi nə qədər böyük olarsa, benzinin detonasiyaya davamlılığı bir o qədər yüksək olur. Şərti olaraq asan detonasiya edən n-heptanın detonasiyaya davamlılığı sıfır, detonasiyaya daha davamlı olan izooktanın (2,2,4-trimetilpentan) detonasiyaya davamlılığı isə 100 qəbul edilir.

Əgər benzinin oktan ədədi 95-dirsə, bu onu göstərir ki, bu benzinin detonasiyaya davamlılığı 95% izooktan və 5% n-heptan qarışığının davamlılığı kimidir.

Fraksiyalıdistillə ilə alınmış benzinin tərkibində şaxəsiz quruluşlu karbohidrogenlərin miqdarı çox olduğundan onun oktan ədədi kiçik olur (50–60). Karbohidrogenlərin oktan ədədiaşağıdakı sıra üzrə azalır:

**Benzol sırası karbohidrogenlər → İzoalkanlar → Tsikloalkanlar →
→ Alkenlər → Normal alkanlar**

Yüksək keyfiyyətli benzin fraksiyası almaq üçün neft məhsullarının kimyəvi emal prosesləri işlənilib-hazırlanmışdır

Müasir dövrdə nəqliyyat vasitələrinin tüstüqazlarında zərərli maddələrin miqdarını tənzimləyən ekoloji standartlar tətbiq edilir. 2015-ci ildən tətbiq olunan Evro-6 standartına görə, benzinslə işləyən avtomobil 1 km məsafə qət etdikdə tüstü qazının tərkibində CO-nun miqdarı 1 q, karbohidrogenlər 0,1 q, azot oksidləri isə 0,06 q-dan çox olmamalıdır.

Istifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Abbasov M., Abbasov V., Abışov N., Əliyev V. Ümumtəhsil məktəblərinin 7-ci sinfi üçün Kimya fənni üzrə dərslik. Bakı, "Aspoliqraf", 2016, 96 səh.
2. Əliyeva R., Abbasov V., Məhərrəmov A., Abbasov M., Hacıyeva S., Abışov N., Əliyev V., Əliyev A. Kimya. Ümumtəhsil məktəblərinin 8-ci sinfi üçün dərslik. Bakı, "Aspoliqraf", 2015, 200 səh.
3. Lətifov İ., Mustafa Ş. Kimya. Ümumtəhsil məktəblərinin 9-cu sinfi üçün dərslik. Bakı, "Bakı" nəşriyyatı, 2016, 204 səh.
4. Məhərrəmov A.M., Məhərrəmov M.N. Üzvi kimya. Bakı, 2006, 538 səh.
5. Еремин В.В., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В., Дроздов А.А., Теренин В.И. Химия. 10 класс. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений. 2-е изд., М.: Дрофа, 2012, 463 с.
6. Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г. Неорганическая химия. Органическая химия. 9 класс учеб, для общеобразоват. учреждений. 13-е изд. М.: Просвещение, 2009, 191с.
7. Травень В.Ф. Органическая химия. М.: «Академкнига», т.1, 2004, 727 с.
8. Earl B., Wilford L.D.R. GCSE Chemistry. Second edition. Hodder Education an Hachette UK Company, 2001, 298 p.