



EIROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE

ANNO 1919



PROFESIONĀLAJĀ IZGLĪTĪBĀ IESAISTĪTO  
VISPĀRIZGLĪTOJOŠO MĀCĪBU PRIEKŠMETU PEDAGOGU  
KOMPETENCES PAAUGSTINĀŠANA

*Mihails Gorskis*

## ORGANISKO SAVIENOJUMU KLASES: VIELU ĪPAŠĪBAS UN IEGŪŠANA

Rokasgrāmatas 3. daļa

Materiāls izstrādāts

ESF Darbības programmas 2007. - 2013.gadam „Cilvēkresursi un nodarbinātība”  
prioritātes 1.2. „Izglītība un prasmes”

pasākuma 1.2.1. „Profesionālās izglītības un vispārējo prasmju attīstība”

aktivitātes 1.2.1.2. „Vispārējo zināšanu un prasmju uzlabošana”

apakšaktivitātes 1.2.1.1.2. „Profesionālajā izglītībā iesaistīto pedagogu  
kompetences paaugstināšana”

**Latvijas Universitātes realizētā projekta**

**„Profesionālajā izglītībā iesaistīto vispārīzglītojošo mācību priekšmetu pedagogu  
kompetences paaugstināšana”**

(Vienošanās Nr.2009/0274/1DP/1.2.1.1.2/09/IPIA/VIAA/003,

LU reģistrācijas Nr.ESS2009/88) īstenošanai.

Rīga, 2011

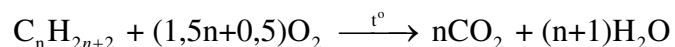
# ALKĀNI

## Alkānu ķīmiskās īpašības

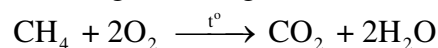
### 1. Oksidēšanas reakcijas

#### A. Degšana

Alkāniem pilnīgi sadegot, veidojas ogļskābā gāze un ūdens. Vispārīgā veidā degšanas reakcijas vienādojums izskatās šādi:

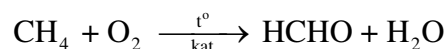
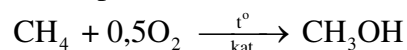


Metāns gaisā sadeg ar zilu liesmu

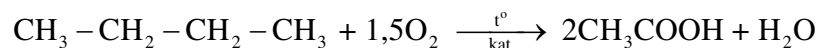


#### B. Katalītiskās oksidēšanas reakcijas

Zemākā temperatūrā atbilstošo katalizatoru klātbūtnē iespējama daļēja alkānu oksidēšanās līdz spirtiem, aldehīdiem, karbonskābēm u.c. Piemēram, šādi oksidējot metānu, var iegūt metanolu (metilspirtu) vai arī metanālu (formaldehīdu, skudrskābes aldehīdu):



Katalītiski oksidējot butānu, iegūst etānskābi (etiķskābi):



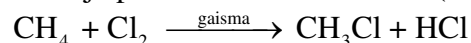
### 2. Aizvietošanas reakcijas

Aizvietošanas reakciju gaitā viens vai vairāki ūdeņraža atomi tiek aizvietoti ar citu ķīmisko elementu atomiem vai atomu grupām.

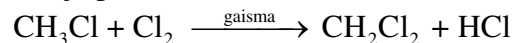
#### A. Iedarbība ar halogēniem.

Praktiskā nozīme ir alkānu iedarbībai ar hloru. Metānam reaģējot ar hloru, pēctecīgi visi četri ūdeņraža atomi var būt aizvietoti ar hlora atomiem.

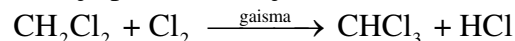
Pirmajā posmā rodas hlormetāns (metilhlorīds):



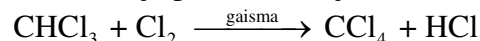
Otrajā posmā rodas dihlormetāns (metilēnhlorīds):



Trešajā posmā veidojas trihlormetāns (hloroforms):



Un ceturtajā posmā veidojas tetrahlorometāns (tetrahlorogleklis):

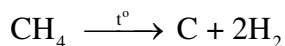


Ja oglekļa atomu skaits molekulā ir lielāks, vieglāk aizvietoja ūdeņraža atomi pie trešējā oglekļa atoma, grūtāk – pie otrējā, un vēl grūtāk – pie pirmējā oglekļa atoma. Piemēram, 2-metilbutānam reaģējot ar hloru, reakcijas produktu maisījumā pirmajā reakcijas stadijā dominēs 2-hlor-2-metilbutāns.

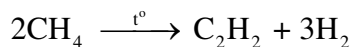
### 3. Alkānu pārvērtības paaugstinātā temperatūrā

Paaugstinātā temperatūrā alkāni sadalās. Atkarībā no reakcijas norises apstākļiem, var veidoties dažādi produkti.

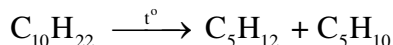
A. Temperatūrā ap 1000 °C metānam sadaloties, veidojas ūdeņradis un sodrēji:



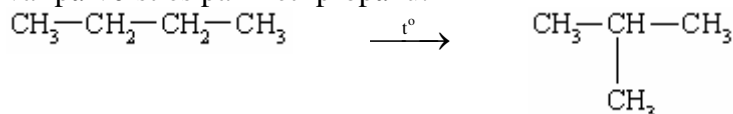
B. Augstākā temperatūrā, bet ātri atdziestojot sadalījušos metānu, iegūst etīnu (acetilēnu):



C. Temperatūrā 450-550 °C (katalizatora klātbūtnē 400-500 °C) norisinās alkānu krekings (no angļu to crack – sašķelt). Veidojas alkāns un alkēns. Piemēram:



D. Temperatūrā 350 °C katalizatora klātbūtnē norisinās izomerizācija: alkāni ar lineāru oglekļa atomu virkni pārvēršas par alkāniem ar dažādi sazarotu oglekļa atomu virkni. Piemēram, butāns var pārvērsties par metilpropānu:

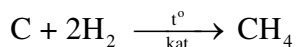


## Alkānu iegūšana

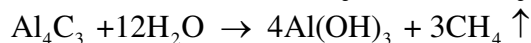
1. Rūpniecībā alkānus izdala no dabasgāzes, naftas gāzes un no naftas.

2. Citi alkānu iegūšanas paņēmieni.

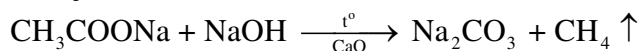
A. Alkāni var veidoties, oglei reaģējot ar ūdeņradi. Piemēram:



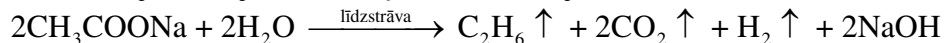
B. Metāns rodas, hidrolizējoties alumīnija karbīdam:



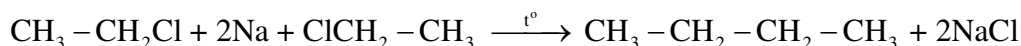
C. Metānu var iegūt arī, karsējot nātrija acetāta un natronkaļķu (nātrija hidroksīda un kalcija oksīda) maisījumu:



D. Alkāni rodas, elektrolizējot karbonskābes un karbonskābju sāļu šķīdumus. Piemēram, elektrolizējot nātrija acetāta šķīdumu, veidojas etāns:



E. Alkāni veidojas, to monohalogēnatvasinājumiem reaģējot ar sārnu metāliem. Šādu iegūšanas paņēmieni sauc par Virca sintēzi. Piemēram, nātrijam reaģējot ar hloretānu, rodas butāns:



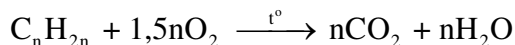
# ALKĒNI

## Alkēnu ķīmiskas īpašības

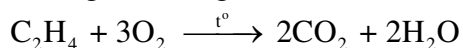
### 1. Oksidēšanas reakcijas

#### A. Degšana

Alkēniem pilnīgi sadegot, veidojas oglekļa gāze un ūdens. Vispārīgā veidā degšanas reakcijas vienādojums izskatās šādi:

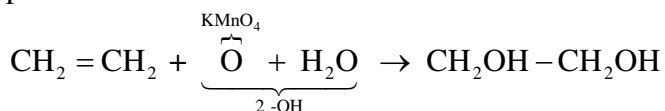


Etēns gaisā sadeg ar dzeltenu liesmu.



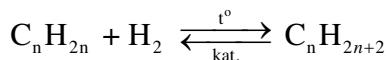
#### B. Alkēni atkrāso kālija permanganāta šķīdumu.

Pārvērtību sauc par Vāgnera reakciju par godu zinātniekam, kas piedāvājis šo reakciju kā nepiesātināto organisko savienojumu pierādīšanas reakciju. Etēnam reaģējot ar kālija permanganāta šķīdumu, rodas divvērtīgais spirts etāndiols-1,2 (etilēnglikols). Vienkāršota pārvērtības shēma varētu izskatīties šādi:

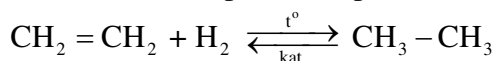


### 2. Pievienošanas reakcijas

#### A. Pievienojoties ūdeņradim, alkēni pārvēršas par alkāniem:

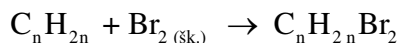


Piemēram, etēns pārvēršas par etānu:

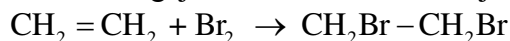


#### B. Alkēni spēj pievienot halogēnus (Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>).

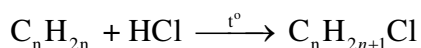
Bromūdens atkrāsošanos izmanto kā alkēnu pierādīšanas reakciju:



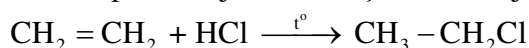
Etēnam reaģējot ar bromūdeni, veidojas 1,2-dibrometāns:



#### C. Alkēni spēj pievienot halogēnūdeņražus (HCl, HBr u.c.), veidojot alkānu halogēnatvasinājumus:

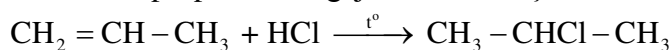


Etēnam pievienojot hlorūdeņradi, veidojas hloretāns:

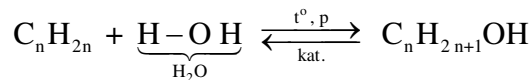


Pievienošanas reakcijas norisinās atbilstoši Markovņikova likumībai: pievienošanās reakcijās ūdeņradis pievienojas tam oglekļa atomam, kuram ūdeņraža atomu ir vairāk.

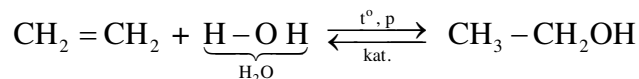
Piemēram, propēnam reaģējot ar hlorūdeņradi, veidojas 2-hlorpropāns:



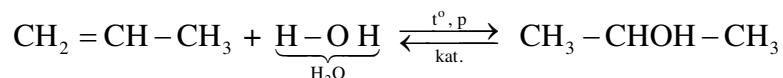
D. Alkēnu molekulas spēj pievienot ūdens molekulas. Ūdens pievienošanos sauc par hidratāciju. Alkēnu hidratācijas procesā veidojas vienvērtīgie spirti:



Praktiska nozīme ir etēna hidratācijai, kuras rezultātā rodas etanols:



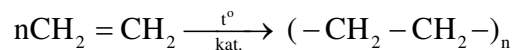
Ūdens pievienošanās norisinās atbilstoši Markovņikova likumībai. Piemēram, propēna hidratācijas reakcijā rodas propanols-2 (izopropilspirts):



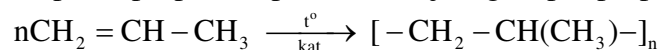
### 3. Polimerizācijas reakcijas

Alkēniem polimerizējoties, iegūst vielas, kuras kalpo par izejvielām plastmasu un šķiedru ražošanā.

Piemēram, polimerizējoties etēnam (etilēnam), veidojas polietilēns:



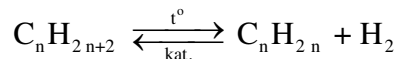
Propēna (propilēna) polimerizācijā iegūst polipropilēnu:



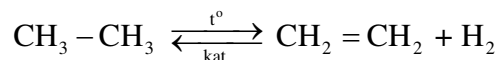
## Alkēnu iegūšana

### 1. Alkēnu iegūšana rūpniecībā

A. Daļēji alkēnus iegūst, dehidrogenējot alkānus:



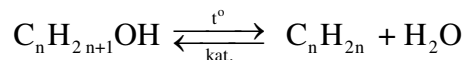
Piemēram, etēnu iegūst, atšķeļot ūdeņradi no etāna:



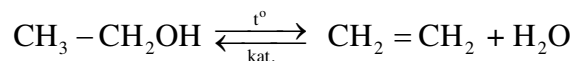
B. Daļēji alkēnus iegūst kā blakusproduktus, veicot alkānu krekingu

### 2. Citi alkēnu iegūšanas paņēmieni

A. Alkēni rodas spirtu dehidratācijas procesā:

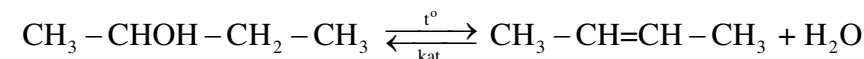


Piemēram, etēnu var iegūt, karsējot etanolu koncentrētas sērskābes klātbūtnē:

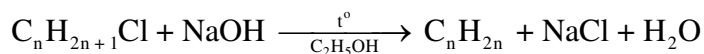


Atšķelšanas reakcijas norisinās atbilstoši Zaiceva likumībai: ūdeņraža atoms atšķeļas no tā oglekļa atoma, kuram ūdeņraža atomu ir mazāk.

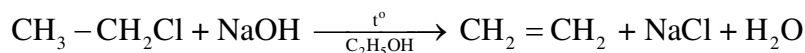
Piemēram, butanolu-2 karsējot ar koncentrēto sērskābi, veidojas butēns-2:



B. Alkēni veidojas, monohalogēnalkāniem reaģējot ar sārma spirta šķīdumu



Piemēram, hloretānam reaģējot ar nātrija hidroksīda šķīdumu etanolā, veidojas etēns:



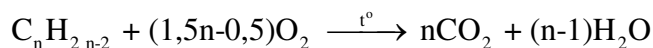
## ALKĪNI

### Alkīnu ķīmiskas īpašības

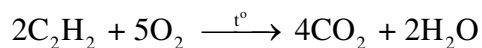
#### 1. Oksidēšanas reakcijas

##### A. Degšana

Alkēniem pilnīgi sadegot, veidojas ogļskābā gāze un ūdens. Vispārīgā veidā degšanas reakcijas vienādojums izskatās šādi:

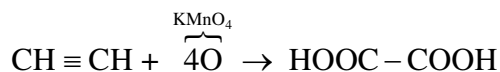


Etīns gaisā sadeg ar kūpošu liesmu. Degot skābeklī, liesma ir zila:



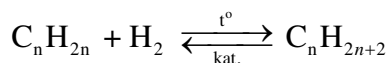
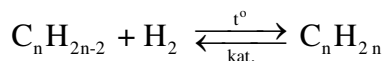
##### B. Alkīni atkrāso kālija permanganāta šķīdumu.

Pārvērtību sauc par Vāgnera reakciju par godu zinātniekam, kas piedāvājis šo reakciju kā nepiesātināto organisko savienojumu pierādīšanas reakciju. Etīnam reaģējot ar kālija permanganāta šķīdumu, rodas divvērtīga karbonskābe - skābeņskābe. Vienkāršota pārvērtības shēma varētu izskatīties šādi:

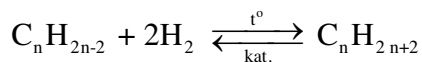


#### 2. Pievienošanas reakcijas

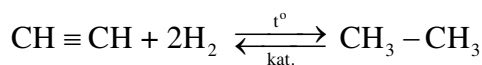
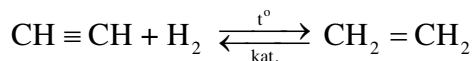
A. Pievienojoties ūdeņradim, alkīni sākumā pārvēršas par alkēniem, bet, ja ūdeņradis ir pārākumā, tad – par alkāniem:



Sanāk, ka viens mols alkīna spēj pievienot divus molus ūdeņraža:

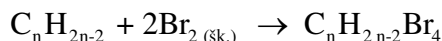


Piemēram, etīns atkarībā no pievienota ūdeņraža daudzuma, var pārvērsties gan par etēnu, gan par etānu:

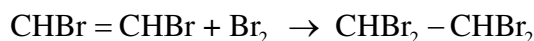
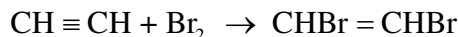


B. Alkīni spēj pievienot halogēnus (Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>).

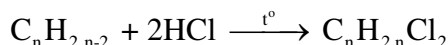
Bromūdens atkrāsošanos izmanto kā alkīnu pierādīšanas reakciju:



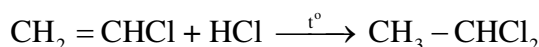
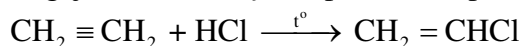
Etīnam reaģējot ar bromūdeni, sākumā veidojas 1,2-dibrometēns, bet, ja halogēns ir parākumā – tad veidojas 1,1,2,2-tetrabrometāns:



C. Alkēni spēj pievienot halogēnūdeņražus (HCl, HBr u.c.), veidojot alkānu halogēnatvasinājumus:

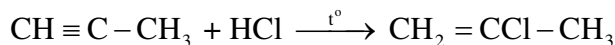


Etīnam pievienojot hlorūdeņradi, pirmajā reakcijas posmā veidojas hloretēns (vinilhlorīds), kas, reaģējot ar hlorūdeņraža pārākumu, pārvēršas par 1,1-dihloretānu:



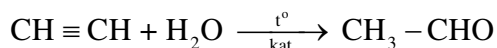
Pievienošanas reakcijas norisinās atbilstoši Markovņikova likumībai: pievienošanās reakcijas ūdeņradis pievienojas tam oglekļa atomam, kuram ūdeņraža atomu ir vairāk.

Piemēram, propēnam reaģējot ar hlorūdeņradi, pirmajā reakcijas stadijā veidojas 2-hlorpropēns:

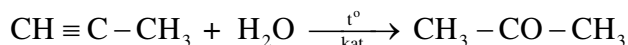


D. Alkīnu molekulas spēj pievienot ūdens molekulas. Šo reakciju sauc par Kučerova reakciju.

Etīna hidratācijas procesā veidojas etanāls (acetaldehīds, etiķskābes aldehīds):

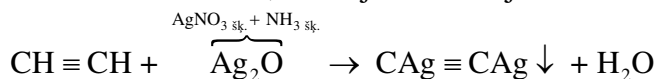


Citiem alkīniem pievienojot ūdeni, rodas ketoni. Piemēram, propīna hidratācijas reakcijā rodas propanons-2 (acetons):



### 3. Aizvietošanas reakcijas

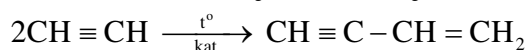
Ūdeņraža atomi, kuri pievienoti tam oglekļa atomam, kas veido trīskāršo saiti, spēj aizvietoties ar metāliem. Etīna pierādīšanai var izmantot reakciju ar tā saucamo „sudraba oksīda amonjakālo šķīdumu”. Minēto reaģentu iegūst sudraba nitrāta šķīdumam pievienojot amonjaka ūdens šķīdumu („ožamo spirtu”). Īstenībā alkīns reaģē ar sudraba komplekso savienojumu, bet vienkāršotības labad, reakcijas vienādojumu shematiski var atainot arī šādi:



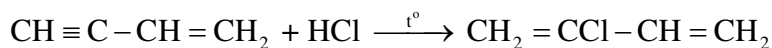
Rodas baltas sudraba acetilēnīda nogulsnes.

### 4. Polimerizācijas reakcijas

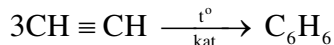
A. Etīnam dimerizējoties, veidojas vinilacetilēns.



Vinilacetilēns kalpo par izejvielu 2-hlorbutadiēna-1,3 (hloroprēna) iegūšanai hloroprēna kaučuka ražošanā:



B. Izcils angļu dabaszinātnieks Faradejs atklājis etīna trimerizācijas reakciju, kuras rezultātā etīns pārvēršas par benzolu:



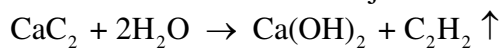
## Alkīnu iegūšana

### 1. Alkīnu iegūšana rūpniecībā

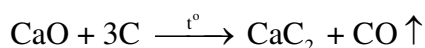
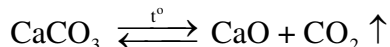
A. Etīnu iegūst no metāna, kas ir galvenā dabasgāzes sastāvdaļa:



B. Acetilēnu metināšanas vajadzībām dažreiz vēl joprojām iegūst, hidrolizējot kalcija karbīdu:

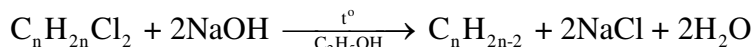


Par izejvielām kalcija karbīda iegūšanai kalpo kaļķakmens  $\text{CaCO}_3$  un kokss C:

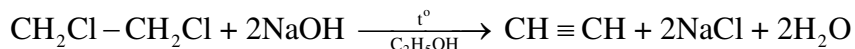


### 2. Citi alkīnu iegūšanas paņēmieni

Alkīni var veidoties, dihalogenalkāniem reaģējot ar sārma spirta šķīdumu



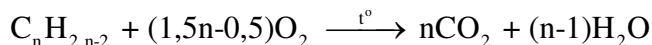
Piemēram, dihloretānam reaģējot ar nātrija hidroksīda šķīdumu etanolā, veidojas etīns:



## DIĒNU OGLŪDEŅRAŽI

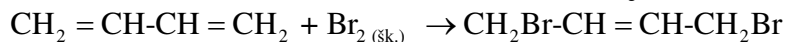
### Diēnu ogļūdeņražu ķīmiskās īpašības

1. Diēnu ogļūdeņraži oksidējas, piemēram, deg. Pilnīgi sadegot, rodas ogļskābā gāze un ūdens:

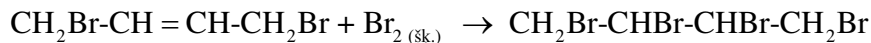


Diēnu ogļūdeņražu ķīmiskās īpašības lielā mērā ir līdzīgas alkēnu ķīmiskajām īpašībām.

2. Diēnu ogļūdeņraži atkrāso bromūdeni. Ja ar bromūdeni reaģē butadiēns-1,3, sākumā rodas 1,4-dibrombutēns-2 (*cis*- un *trans*-izomēru maisījums):

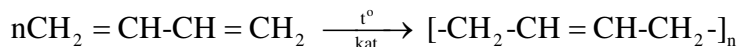


Otrajā reakcijas stadijā veidojas 1,2,3,4-tetrabrombutāns:



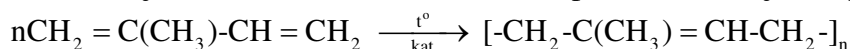
3. Diēnu spēju polimerizēties izmanto kaučuku ražošanā.

Polimerizējoties butadiēnam-1,3, rodas butadiēna kaučuks:

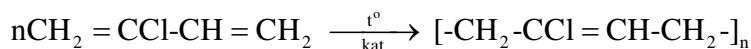




Polimerizējoties 2-metilbutadiēnam-1,3 (izoprēnam), veidojas izoprēna kaučuks:

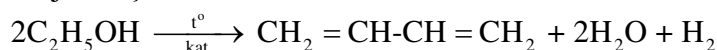


Bet hloroprēna kaučuku iegūst, polimerizējot 2-hlorbutadiēnu-1,3 (hloroprēnu):

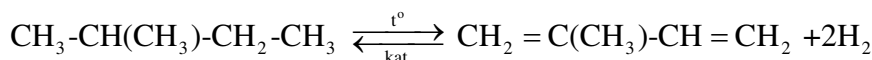
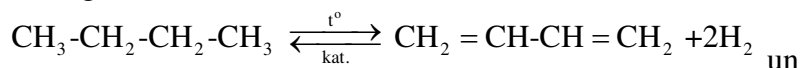


## Diēnu ogļūdeņražu iegūšana

1. No ķīmijas rūpniecības attīstības vēstures viedokļa interesants ir divinila iegūšanas paņēmieni, ko atklājis S. Lebedevs:



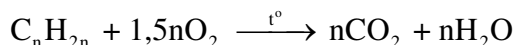
2. Mūsdienās perspektīvākā diēnu iegūšanas metode ir atbilstošo alkānu katalītiska dehidrogenēšana:



## CIKLOALKĀNI

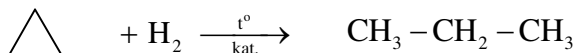
### Cikloalkānu ķīmiskas īpašības

1. Cikloalkāni deg. Pilnīgi sadegot, rodas ogļskābā gāze un ūdens.



2. Cikloalkāniem ar cikliem, kas satur trīs vai četrus oglekļa atomus, ir raksturīgas pievienošanas reakcijas.

Piemēram, ciklopropānam reaģējot ar ūdeņradi, veidojas propāns:

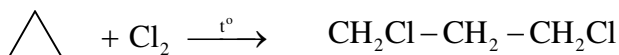


Ciklobutānam reaģējot ar ūdeņradi, veidojas butāns:

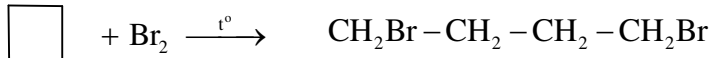


Pievienošanās reakcijās var piedalīties arī halogēni.

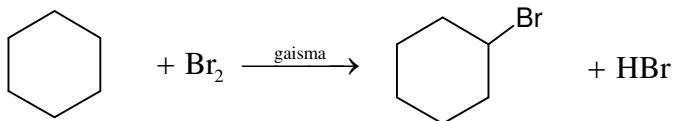
Piemēram, ciklopropānam reaģējot ar hloru, veidojas 1,3-dihlorpropāns:



Ciklobutānam reaģējot ar bromu, veidojas 1,4-dibrombutāns:

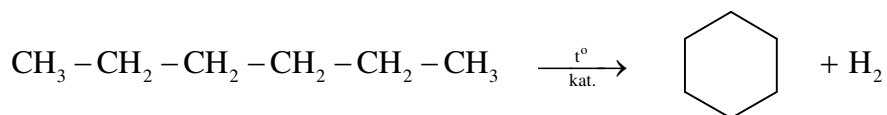


3. Cikloalkāniem ar lielākiem cikliem ir raksturīgas aizvietošanas reakcijas. Piemēram, cikloheksānam reaģējot ar bromu, veidojas bromcikloheksāns:

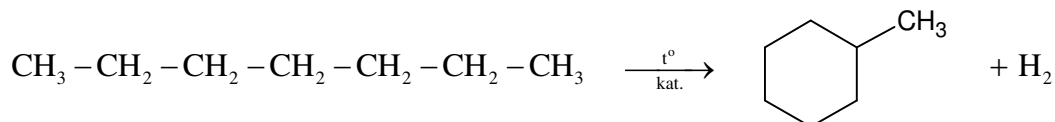


### Cikloalkānu iegūšana

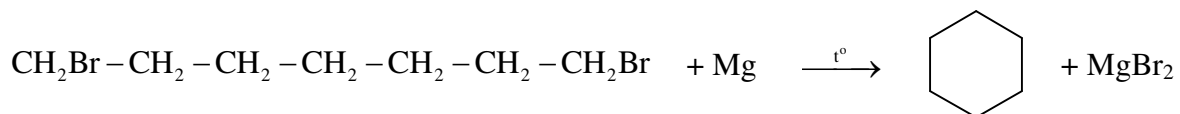
Rūpniecībā cikloalkānus iegūst, dehidrociklizējot alkānus. Piemēram, cikloheksānu iegūst no heksāna:



Metilcikloheksānu iegūst no heptāna:



Kā cikloalkānu laboratorijas iegūšanas paņēmieni var izmantot dihalogēnalkānu reakciju ar aktīvu divvērtīgu metālu, piemēram ar magniju. 1,6-dibromheksānam reaģējot ar magniju, rodas cikloheksāns:

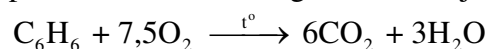


## ARĒNI JEB AROMĀTISKIE OGĻŪDENĀŽI

Benzola homologu rindas arēnu ķīmiskās īpašības.

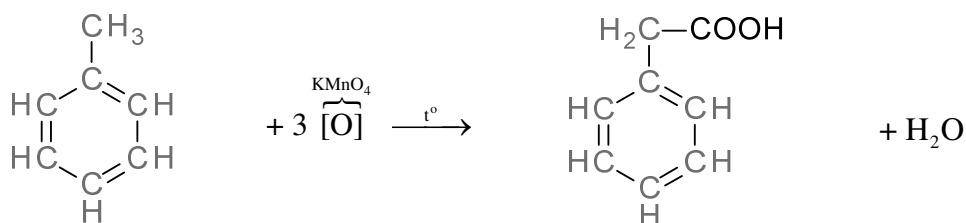
### 1. Oksidēšanas reakcijas

A. Aromātiskiem ogļūdeņražiem pilnīgi sadegot, veidojas ogļskābā gāze un ūdens. Šādi izskatās piemēram, benzola degšanas reakcijas vienādojums:

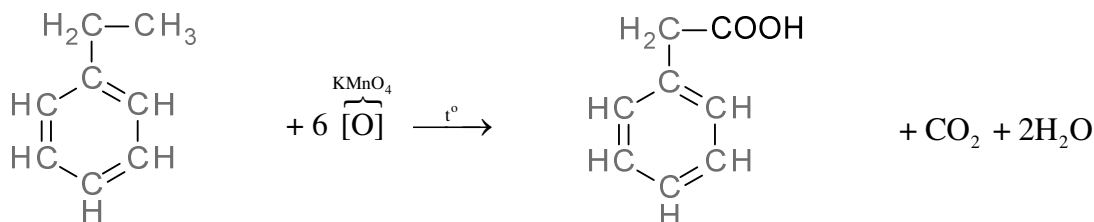


Aromātiskie ogļūdeņraži gaisā deg ar kūpošu liesmu. Sodrēju sastāvā ir benzpirēni un citi kancerogēnie savienojumi.

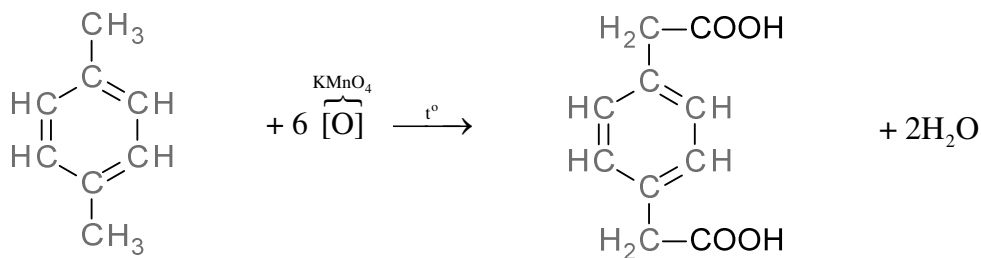
B. Stipro oksidētāju šķīdumi, piemēram, kālija permanganāta šķīdums, nereaģē ar benzolu, bet spēj oksidēt benzola homologus. Piemēram, toluols oksidējās līdz benzoskābei:



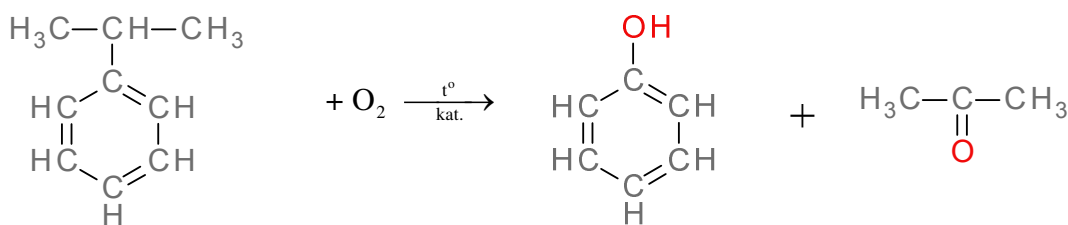
Līdzīgi oksidējās ksilols:



Para-ksilolam oksidējoties, rodas tereftalskābe:



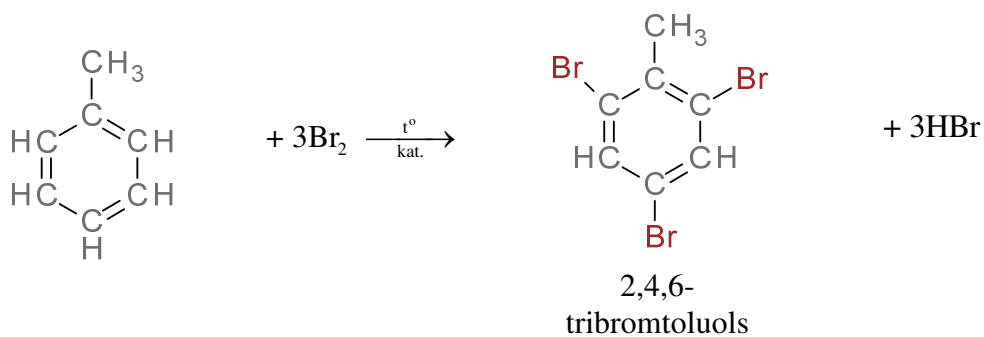
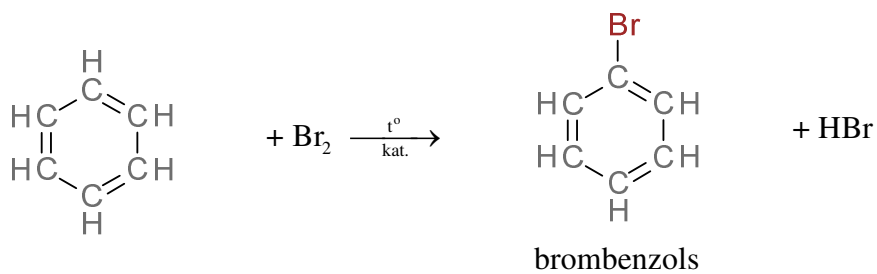
Praktiska nozīme ir arī kumola katalītiskās oksidēšanas reakcijai, kuru izmanto fenola un acetona iegūšanai. Shematiski doto pārvērtību var atainot šādi:



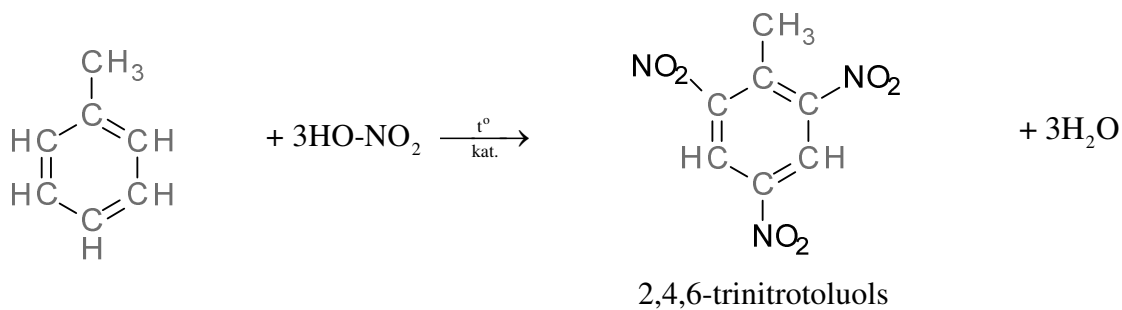
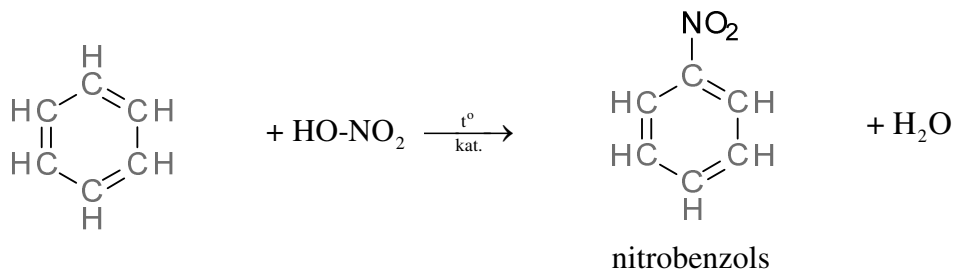
## 2. Aizvietošanās reakcijas

Aizvietošanās reakcijās benzola molekulā vieglāk aizvietojas tikai viens ūdeņraža atoms, bet toluola molekulā – trīs (2., 4. un 6. stāvoklī).

A. Aromātiskie ogļūdeņraži spēj reaģēt ar halogēniem. Piemēram:

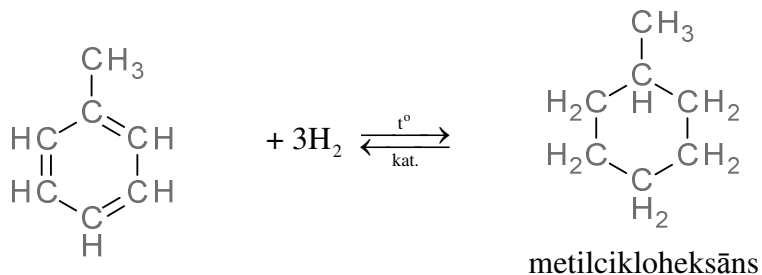
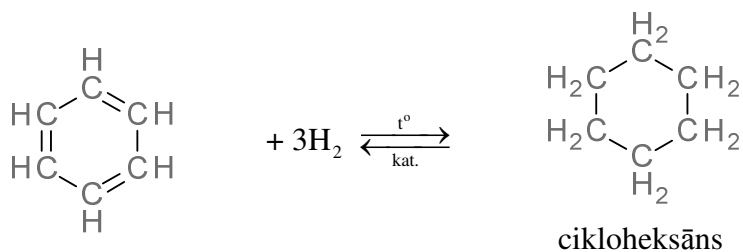


B. Aromātiskie ogleņdeņraži spēj reaģēt ar nitrējošo maisījumu (koncentrētas slāpekļskābes un koncentrētas sērskābes maisījumu).

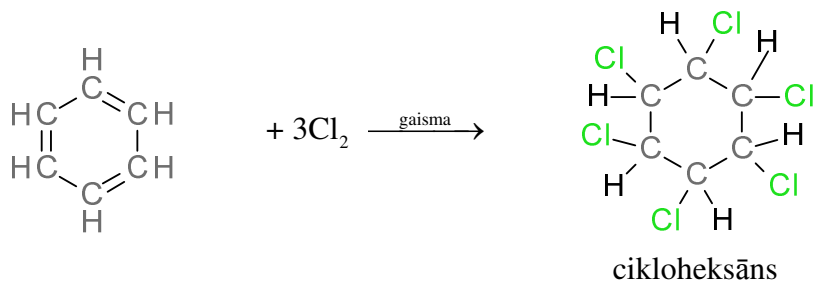


### 3. Pievienošanas reakcijas

A. Aromātiskie ogleņdeņraži spēj reaģēt ar ūdeņradi



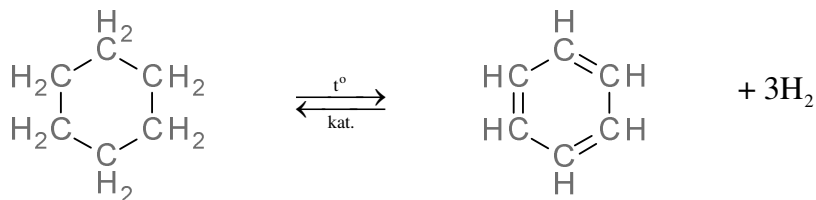
B. Aromātisko ogļūdeņražu molekulas spēj pievienot halogēnu molekulas. Piemēram, benzolam reaģējot ar hloru, veidojas 1,2,3,4,5,6-heksahlorcikloheksāns (heksahlorāns):

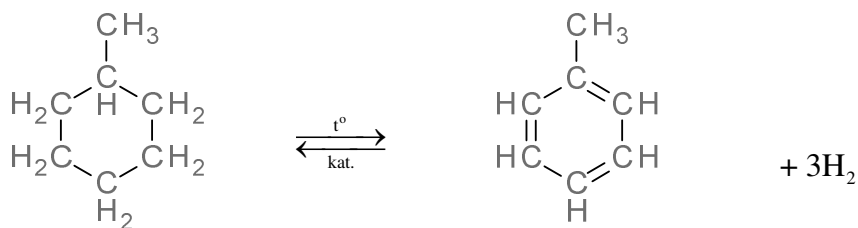


## Benzola homologu rindas arēnu iegūšana

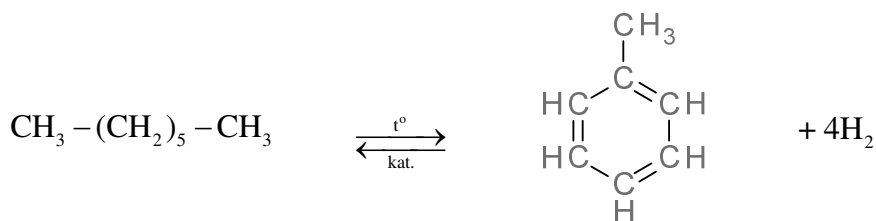
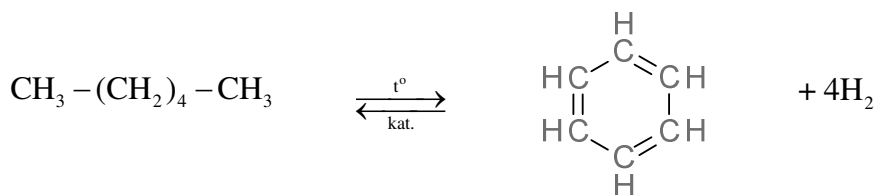
A. Aromātiskos ogļūdeņražus atdala no akmeņogles koksēšanas produktiem.

B. Aromātiskos ogļūdeņražus iegūst, dehidrogenējot (atšķeļot ūdeņradi) cikloalkānus. Piemēram:

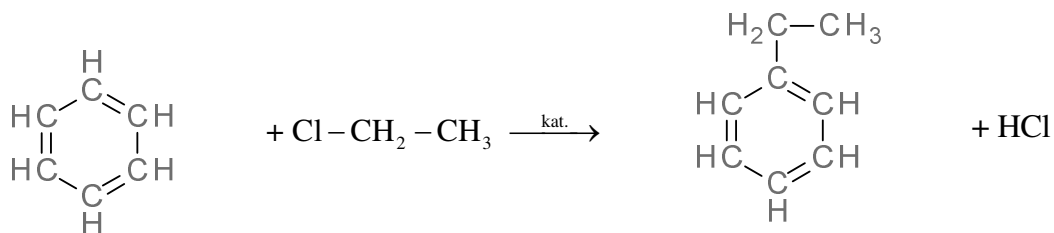
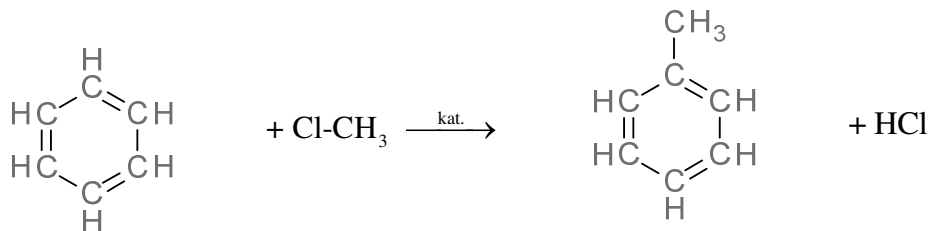




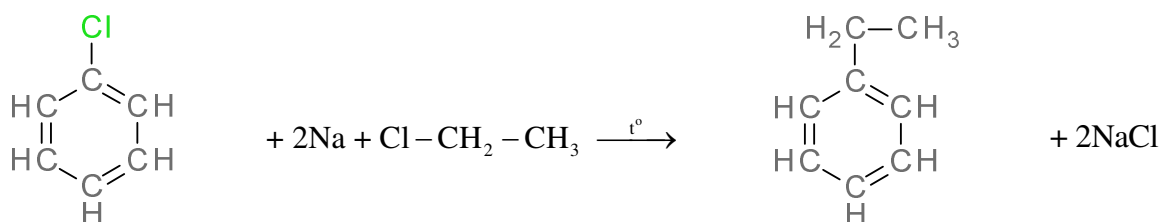
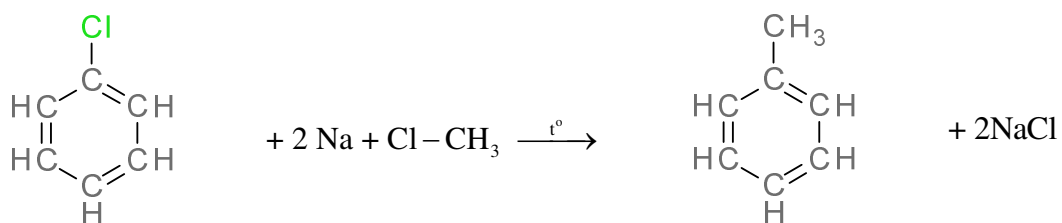
C. Aromātiskos ogļūdeņražus iegūst, dehidrociklizējot alkānus, kuru molekulās ir seši vai vairāk oglekļa atomu. Piemēram:



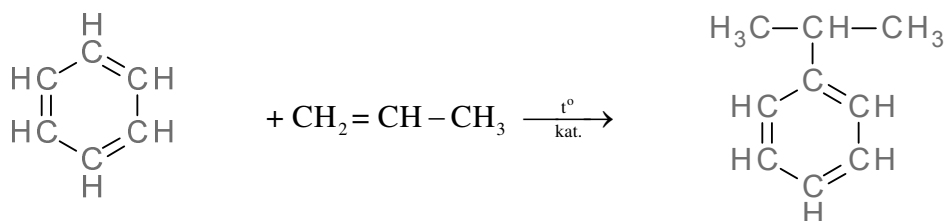
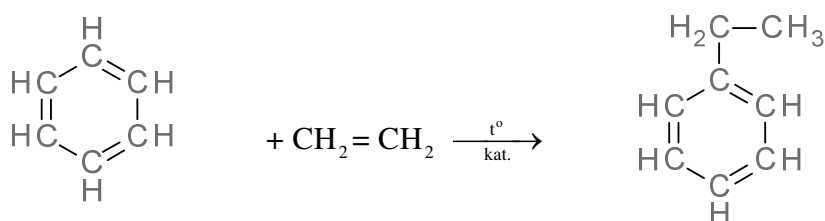
D. Benzola homologus iegūst, benzolam reaģējot ar alkānu halogēnatvasinājumiem. Piemēram:



E. Benzola homologu rodas, aromātisko ogļūdeņražu halogēnatvasinājumiem reaģējot ar alkānu halogēnatvasinājumiem nātrija klātbūtnē. Piemēram:



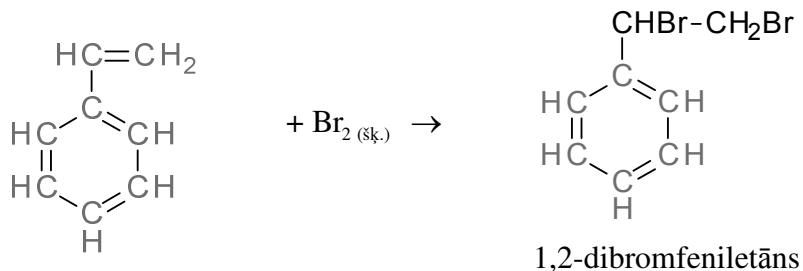
F. Benzola homologi rodas, benzolam reaģējot ar alkēniem. Piemēram:



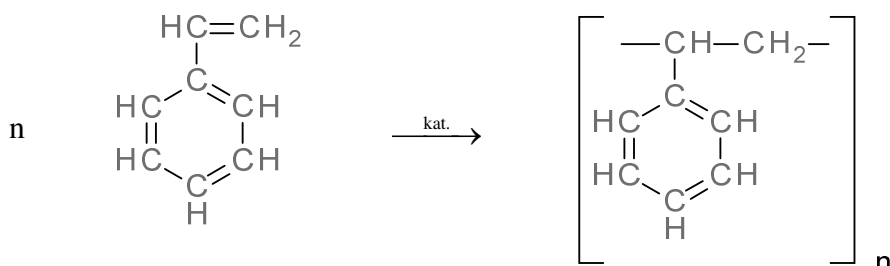
## Stiols

### Raksturīgākās stirola ķīmiskās īpašības

A. Stiols atkrāso bromūdeni.



B. Polimerizējot stirolu, iegūst polistirolu:



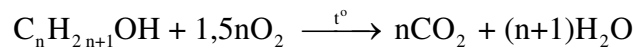
## SPIRTI

### Piesātinātie vienvērtīgie spirti

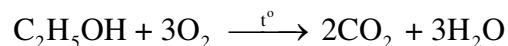
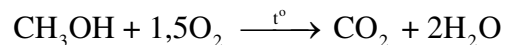
#### Vienvērtīgo piesātināto spirtu ķīmiskās īpašības

1. Oksidēšanas reakcijas

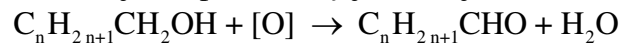
A. Spirti deg. Piesātinātiem vienvērtīgiem spirtiem degot, rodas ogļskābā gāze un ūdens.



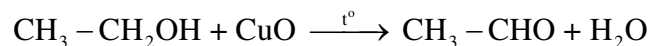
Piemēram:



B. Pirmējiem spirtiem daļēji oksidējoties, rodas aldehīdi.



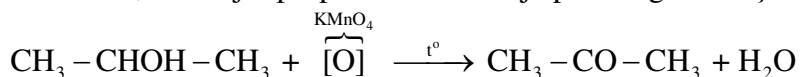
Piemēram, etanolam oksidējoties, veidojas etanāls (acetaldehīds, etiķskābes aldehīds):



C. Otrējie spirti oksidējās grūtāk, veidojot ketonus.

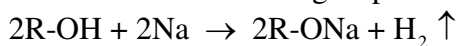


Piemēram, oksidējot propanolu-2 ar kālija permanganāta šķīdumu, veidojas propanons (acetons):

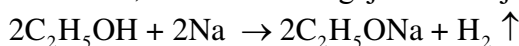


2. Spirtiem ir raksturīgas reakcijas, kurās piedalās funkcionālās grupas –OH ūdeņraža atoms.

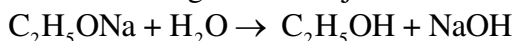
A. Piesātinātie vienvērtīgie spirti reaģē ar aktīviem metāliem, veidojot alkoholātus:



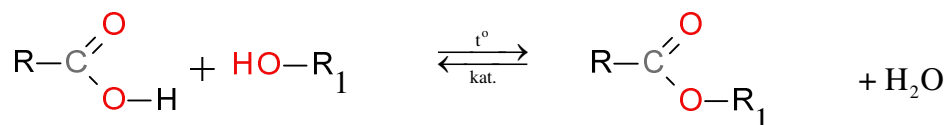
Piemēram, metanolam reaģējot ar nātriju, veidojas nātrija etilāts:



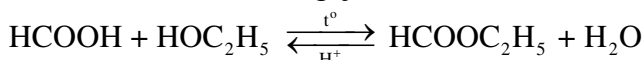
Alkoholāti viegli hidrolizējas. Piemēram:



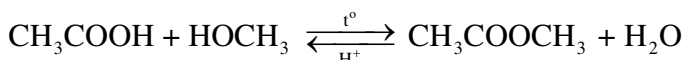
B. Piesātinātie vienvērtīgie spirti reaģē ar skābēm, veidojot esterus. Šādas pārvērtības sauc par esterificēšanas reakcijām:



Piemēram, etanolam reaģējot ar metānskābi (skudrskābi), veidojas etilmetanoāts (etilformiāts):

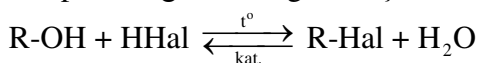


Bet, metanolam reaģējot ar etānskābi (etiķskābi), veidojas metiletanoāts (metilacetāts):

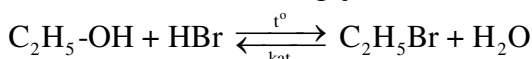


3. Spirtiem ir raksturīgas reakcijas, kurās piedalās visa –OH funkcionālā grupa.

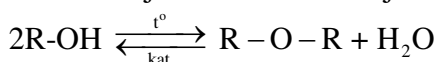
A. Spirti reaģē ar halogēnuūdeņražiem, veidojot halogēnalkānus:



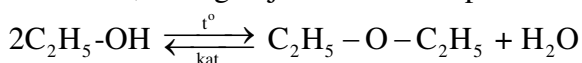
Piemēram, etanolam reaģējot ar bromūdeņradi, veidojas brometāns:



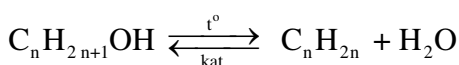
B. Karsējot spirtus koncentrētas sērskābes klātbūtnē, var norisināties starpmolekulāra dehidratācija. Rezultātā veidoja ēteri:



Piemēram, šādā gadījumā metanols pārvēršas par dietileteri (medicīnisko ēteri):



C. Karsējot spirtus koncentrētas sērskābes klātbūtnē augstākā temperatūrā, norisinās iekšmolekulāra dehidratācija, kuras rezultātā piesātinātais vienvērtīgais spirts pārvēršas par alkēnu:

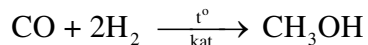


Piemēram, etanols pārvēršas par etēnu:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[\text{kat.}]{t^\circ} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$

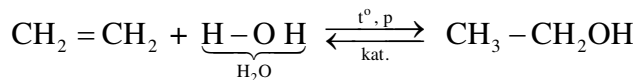
## Piesātināto vienvērtīgo spirtu iegūšana

### 1. Spirtu iegūšana rūpniecībā

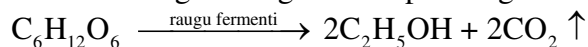
A. Metanolu iegūst no sintēzes gāzes (tvana gāzes un ūdeņraža maisījuma):



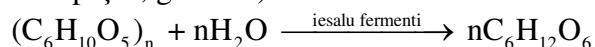
B. Tehnisko etanolu iegūst, hidratējot etēnu:



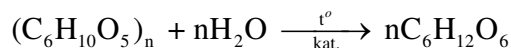
C. Etanolu iegūst arī glikozes spirta rūgšanā:



Savukārt glikozi iegūst, hidrolizējot cieti (šādā gadījumā par izejvielu spirta ražošanā izmanto kartupeļus, graudus):

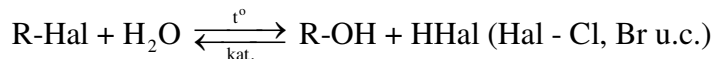


Glikozi var iegūt arī, hidrolizējot celulozi:

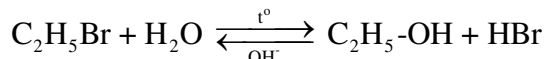


### 2. Citi spirtu iegūšanas paņēmieni

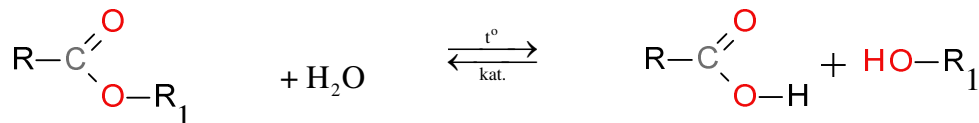
A. Spirti rodas, hidrolizējoties halogēnalkāniem:



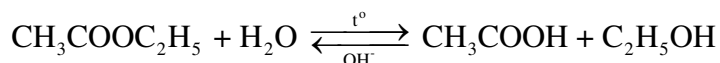
Piemēram, etanolu var iegūt, hidrolizējot brometānu:



B. Spirti rodas, hidrolizējoties esteriem:



Piemēram, etanols rodas, hidrolizējot etiletanoātu (etilacetātu):



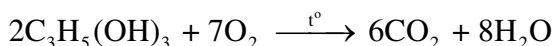
C. Spirti rodas, reducējot aldehīdus un ketonus.

## Daudzvērtīgie spirti

### Daudzvērtīgo spirtu ķīmiskās īpašības

#### 1. Daudzvērtīgie spirti oksidējas

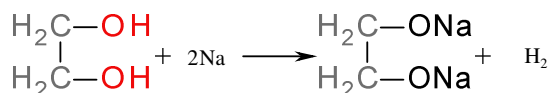
A. Daudzvērtīgiem spirtiem pilnīgi sadegot, rodas ogļskābā gāze un ūdens. Piemēram, glicerīna degšanas reakcijas vienādojums izskatās šādi:



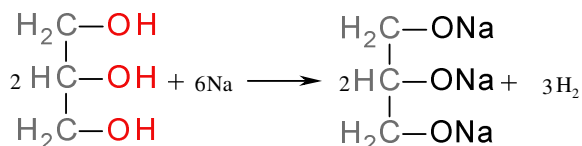
B. Līdzīgi piesātinātajiem vienvērtīgajiem spirtiem, reaģē ar stipru oksidētāju šķīdumiem (piemēram, ar kālija permanganāta šķīdumu), veidojot dažādu oksidēšanas produktu maisījumu.

#### 2. Reaģē ar aktīviem metāliem.

Piemēram, etilēnglikolam reaģējot ar nātriju, veidojas nātrija etilēnglikolāts un izdalās ūdeņradis:



Glicerīnam reaģējot ar nātriju, veidojas nātrija glicerāts un izdalās ūdeņradis:

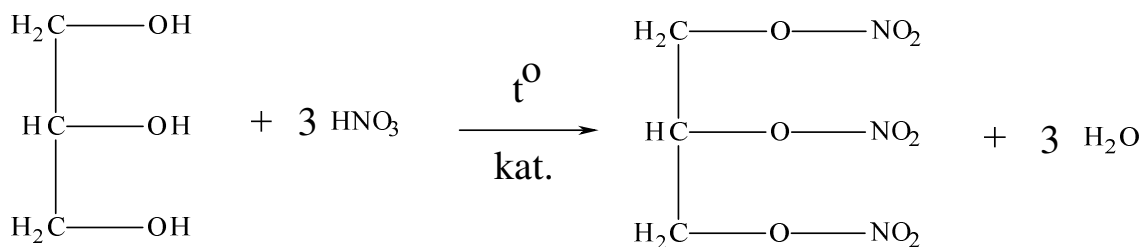


#### 3. Praktiska nozīme ir daudzvērtīgo spirtu spējai, reaģējot ar skābēm, veidot esterus.

Piemēram, etilēnglikolam polikondensējoties ar tereftalskābi, var veidoties polietilēntereftalāts (PET):



Glicerīnam reaģējot ar slāpekļskābi, veidojas trinitroglicerīns jeb nitroglicerīns.



4. Kā pierādīšanas reakciju izmanto daudzvērtīgo spirtu spēju veidot tumši zilās krāsas kompleksā savienojuma šķīdumu reakcijā ar vara(II) hidroksīdu.

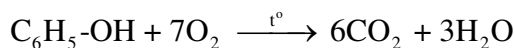
# FENOLI

## Fenola ķīmiskās īpašības

### 1. Fenols oksidējas

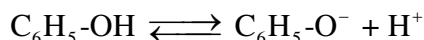
Saskaroties ar gaisu, lēni oksidējas, veidojot produktu maisījumu, kuram sākumā ir sāta krāsa, bet ar laiku tas paliek arvien tumšāks.

Fenolam pilnīgi sadegot, rodas ogļskābā gāze un ūdens.



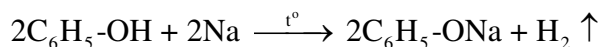
### 2. Fenolam ir raksturīgas reakcijas, kurās piedalās hidroksilgrupas ūdeņraža atoms.

A. Fenols ir ļoti vājš elektrolīts. Spēj disociēt:

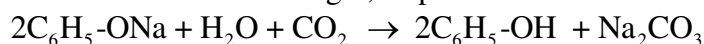


Fenola triviālais nosaukums ir karbolskābe.

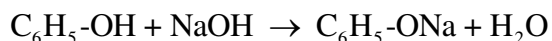
B. Reaģē ar sārmiem. Reakcijā ar nātriju veidojas nātrija fenolāts un izdalās ūdeņradis:



Fenolu no fenolāta var iegūt, izspiežot to ar kādu skābi, piemēram pat ar ogļskābi:



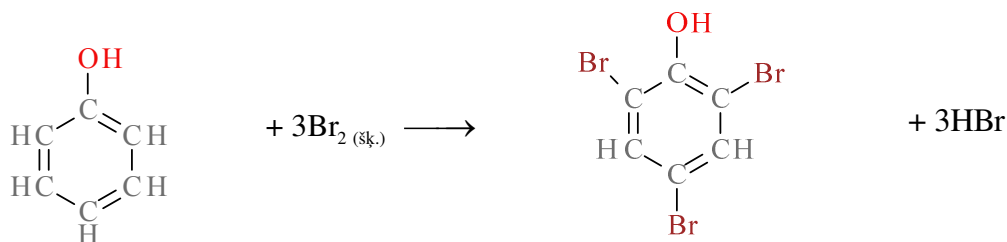
C. Fenols reaģē ar sārmiem. Fenolam reaģējot ar nātrija hidroksīdu, veidojas nātrija fenolāts un ūdens:



D. Fenols reaģē ar dzelzs(III) sāļu šķīdumiem, piemēram ar dzelzs(III) hlorīdu, veidojot dzelzs(III) fenolātu, kuram ir tumši violeta krāsa. Reakciju izmanto fenola pierādīšanai.

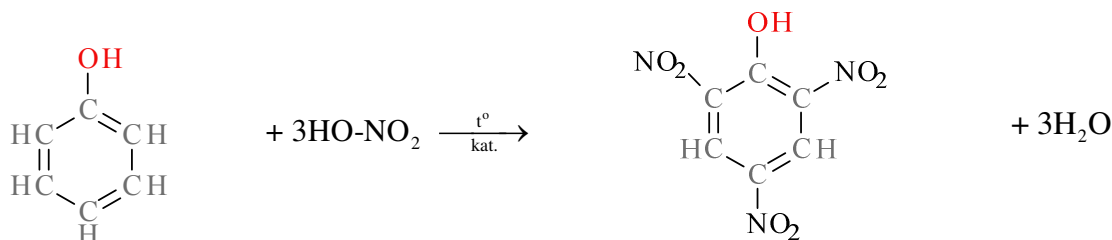
### 3. Fenolam ir raksturīgas reakcijas, kurās piedalās fenilgrupa.

A. Fenols reaģē ar bromūdeni. Šo reakciju izmanto kā fenola pierādīšanas reakciju. Rezultātā rodas 2,4,6-tribromfenols (baltas nogulsnes) un bromūdeņradis:



2,4,6-tribromfenols

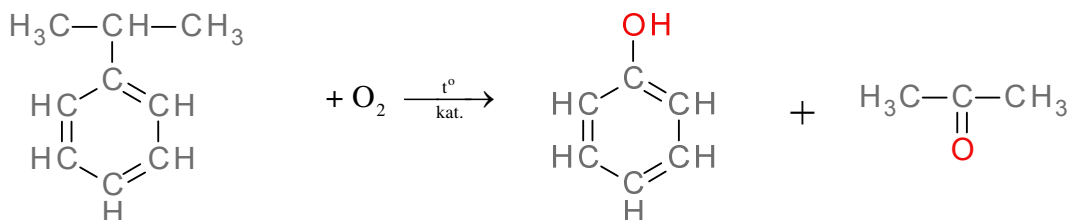
B. Fenols reaģē ar slāpekļskābi. Rezultātā rodas 2,4,6-trinitrofenols jeb pikrīnskābe un ūdens:



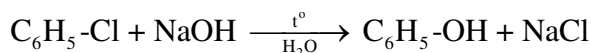
2,4,6-trinitrotofenols

## Fenola iegūšana

Rūpniecībā nelielu daļu fenola izdala no akmeņogļu darvas.  
Lielāko fenola daļu iegūst, katalītiski oksidējot kumolu:



Vēl fenolu var iegūt, hidrolizējot benzola halogēnatvasinājumus. Hidrolīze norisinās bāziskā vidē:

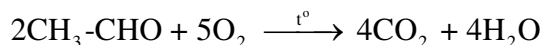


## ALDEHĪDI

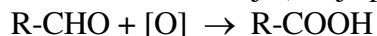
### Aldehīdu ķīmiskās īpašības

#### 1. Aldehīdi oksidējas.

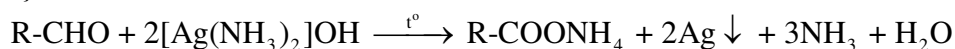
A. Aldehīdiem degot, rodas ogļskābā gāze un ūdens. Piemēram:



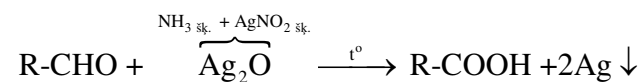
B. Vairāki oksidētāji (kālija permanganāta šķīdums u.c.) oksidē aldehīdus līdz karbonskābēm:



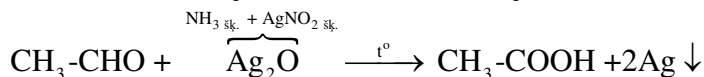
Aldehīdgrupas pierādīšanai izmanto „sudraba spoguļa reakciju” ar sudraba oksīda amonjakālo šķīdumu:



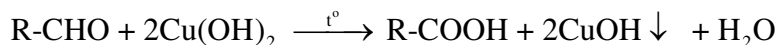
Jeb vienkāršoti:



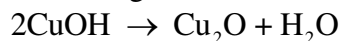
Piemēram, oksidējoties etanālam, veidojas etānskābe:



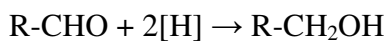
Aldehīdu pierādīšanai izmanto arī reakciju, kas norisinās ar vara(II) hidroksīdu paaugstinātā temperatūrā:



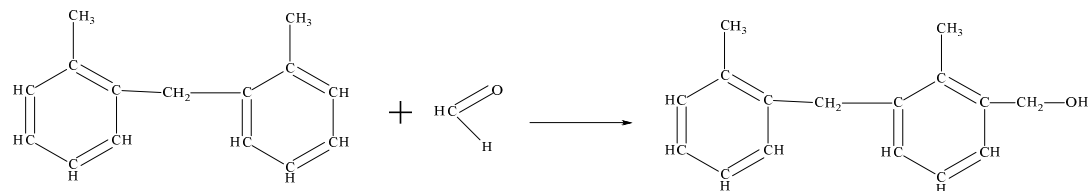
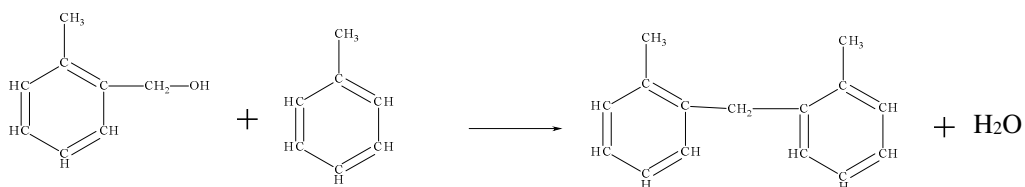
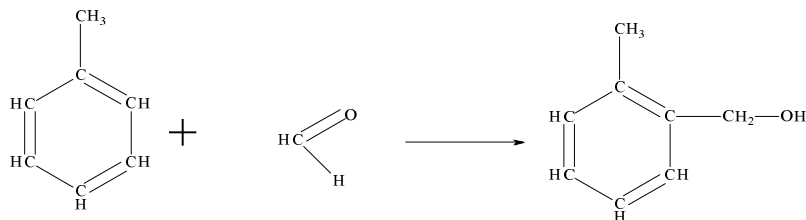
Dzeltenas vara(I) hidroksīda nogulsnes praktiski momentāni pārvēršas par sarkanām vara(I) oksīda nogulsnēm:



#### 2. Aldehīdi reducējas līdz pirmējiem spirtiem:



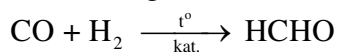
3. Praktiska nozīme ir fenola un formaldehīda polikondensācijas reakcijai. Šādi iegūst fenolformaldehīda sveķus:



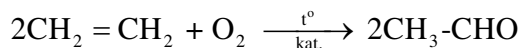
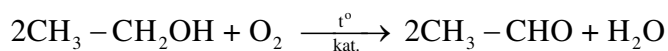
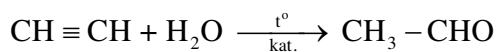
utt.

## Aldehīdu iegūšana

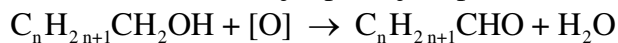
1. Metanālu iegūst no sintēzes gāzes (tvana gāzes un ūdeņraža maisījuma):



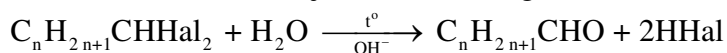
2. Etanāla iegūšanai rūpniecībā izmanto vairākus paņēmienus. Piemēram:



3. Aldehīdi rodas, oksidējot pirmējos spirtus:



4. Aldehīdi rodas, hidrolizējoties 1,1-dihalogēnalkāniem:



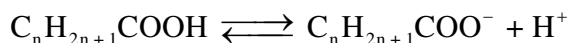
kur Hal – Cl, Br, I.

## KARBONSKĀBES

### Piesātinātās vienvērtīgās karbonskābes (PVK)

#### Piesātināto vienvērtīgo karbonskābju ķīmiskās īpašības

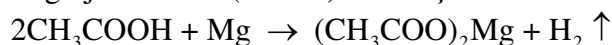
1. PVK ir elektrolīti. Disociē:



Pieaugot oglekļa atomu skaitam molekulā, disociētspēja samazinās. Metānskābe ir vidēji stiprs elektrolīts, citas PVK ir vāji elektrolīti.

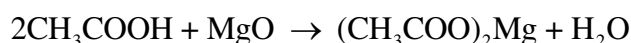
2. PVK šķīdumi maina indikatoru krāsu: metiloranžs, lakmuss un universālinдикators kļūst sarkani.

3. PVK spēj reaģēt ar metāliem. Piemēram, etānskābei (etiķskābei) reaģējot ar magniju, rodas magnija etanoāts (acetāts) un ūdeņradis:

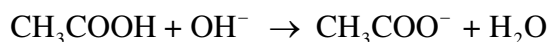
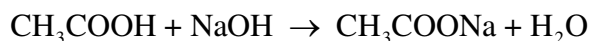


4. PVK spēj reaģēt ar bāziskajiem oksīdiem. Rodas sāls un ūdens.

Piemēram:

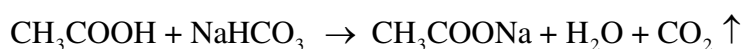
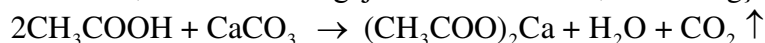


5. PVK spēj reaģēt ar bāzēm. Norisinās neitralizācijas reakcija. Piemēram, etānskābei (etiķskābei) reaģējot ar nātrija hidroksīdu, rodas nātrija etanoāts (acetāts) un ūdens:

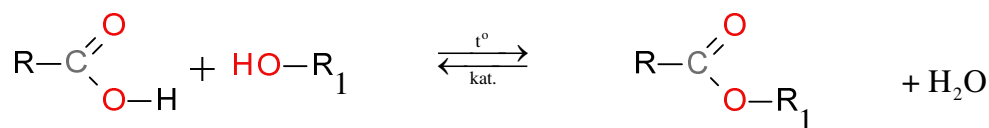


6. PVK spēj reaģēt ar sāļiem. Norisinās apmaiņas reakcija.

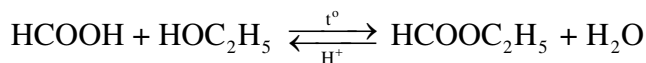
Piemēram, etānskābei reaģējot ar karbonātiem, izdalās ogļskābā gāze:



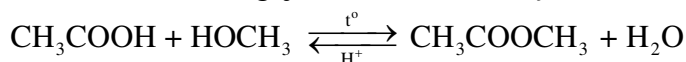
7. Reaģē ar spirtiem, veidojot esterus.



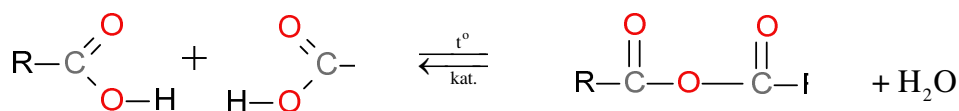
Piemēram, etanolam reaģējot ar metānskābi (skudrskābi), veidojas etilmetanoāts (etilformiāts):



Bet, metanolam reaģējot ar etānskābi (etiķskābi), veidojas metiletanoāts (metilacetāts):

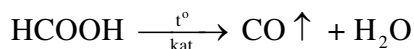


8. Karsējot ar koncentrēto sērskābi, norisinās starpmolekulārā dehidratācija. Rezultātā veidojas karbonskābju anhidrīdi:

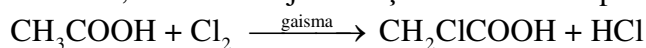


Piezīme.

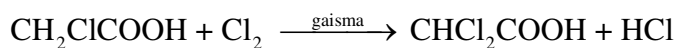
Metānskābi karsējot ar koncentrēto sērskābi, norisinās iekšmolekulāra dehidratācija, kuras rezultātā rodas tvana gāze:



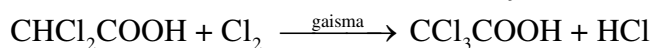
9. PVK spēj reaģēt ar halogēniem. Halogēna atomi aizvieto ūdeņraža atomus radikālā (alkilgrupā). Piemēram, hlora reakcija ar etiķskābi norisinās pakāpeniski:



monohloretiķskābe

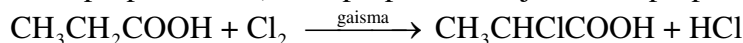


dihloretiķskābe



trihloretiķskābe

Visvieglāk aizvietojas ūdeņraža atomi, kuri pieder oglekļa atomam, kas ir vistuvāk funkcionālai grupai. Piemēram, propānskābei (propionskābei) reaģējot ar hloru daudzumu attiecībā 1:1, rodas 2-hlorpropānskābe (2-hlorpropionskābe jeb  $\alpha$ -hlorpropionskābe):

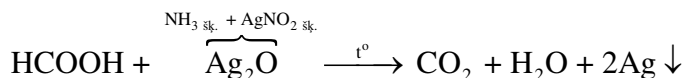


Palielinoties halogēna atomu skaitam molekulā, pieaug skābu disociētspēja. Piemēram, ja etiķskābe ir vājš elektrolīts, tad trihloretiķskābe ir stiprs elektrolīts.

Un vēl, jo tuvāk halogēna atoms atrodas funkcionālai grupai, jo karbonskābes atvasinājums ir stiprāks kā elektrolīts. Piemēram, 2-hlorpropānskābe pilnīgāk disociē, salīdzinot ar 3-hlorpropānskābi.

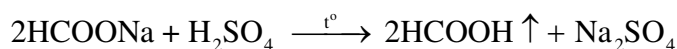
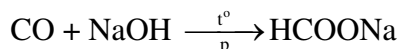
Jo lielāka ir halogēna elektronegativitāte, jo pilnīgāk elektrolīts disociē. Piemēram, fluoretiķskābes disociācijas pakāpe vienādos apstākļos ir lielāka par hloretiķskābes disociācijas pakāpi.

10. Metānskābei (skudrskābei) ir raksturīga „sudraba spoguļa reakcija”. Vienkāršoti notiekošo pārvērtību var atainot šādi:



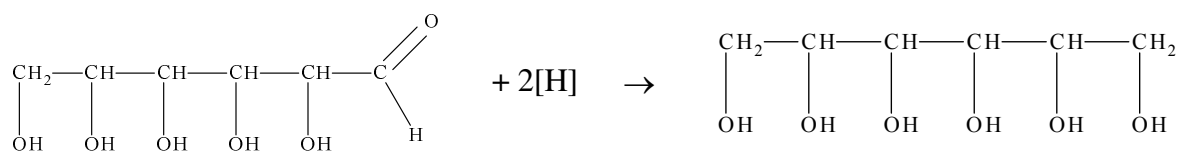
## Karbonskābju iegūšana

1. Rūpniecībā skudrskābi iegūst no tvana gāzes CO divās stadijās:





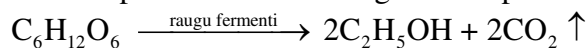




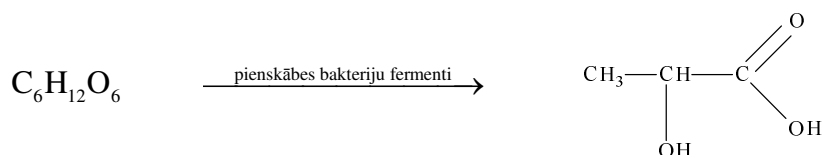
5. Glikoze, līdzīgi daudzvērtīgajiem spirtiem, bez karsēšanas ar vara(II) hidroksīdu veido tumši zilu šķīdumu.

6. Glikozei ir raksturīgi vairāki rūgšanas veidi.

A. Liela praktiska nozīme ir glikozes spirta rūgšanai:

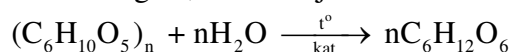


B. Liela praktiskā nozīme ir glikozes pienskābes rūgšanai:



## Glikozes iegūšana

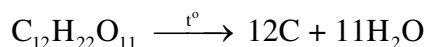
Glikozi iegūst, hidrolizējot cieti un celulozi:



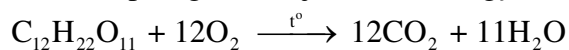
## Saharoze

### Saharozes ķīmiskās īpašības

1. Karsējot saharoze pārogļojas:

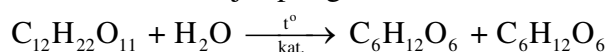


2. Saharozei pilnīgi oksidējoties, rodas ogļskābā gāze un ūdens:



3. Saharoze, līdzīgi daudzvērtīgajiem spirtiem, bez karsēšanas ar vara(II) hidroksīdu veido tumši zilu šķīdumu.

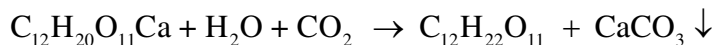
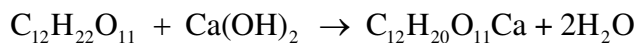
4. Saharoze hidrolizējas par glikozi un fruktozi:



Mutes dobumā saharoze sāk hidrolizēties siekalu fermentu klātbūtnē.

### Saharozes iegūšana

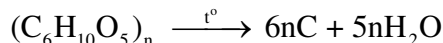
Saharozi izdala no cukurbietēm un cukurniedrēm. Ražošanā izmanto kaļķu pienu (kalcija hidroksīda suspensiju) un ogļskābo gāzi. Norisinās divas galvenās reakcijas:



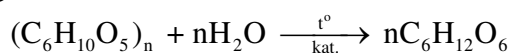
## Ciete

### Cietes ķīmiskās īpašības

1. Karsējot ciete pārroģojas:



2. Fermentu iedarbībā (vai arī karsējot skābā vidē) ciete hidrolizējas, gala rezultātā pārvēršoties par glikozi:

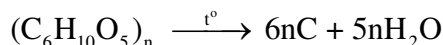


3. Joda šķīdums krāso cieti zilā krāsā.

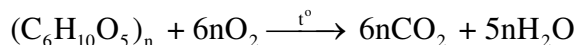
## Celuloze

### Celulozes ķīmiskās īpašības

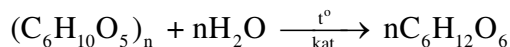
1. Karsējot celuloze pārroģojas:



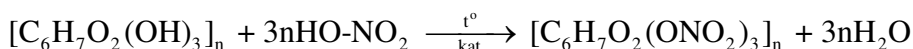
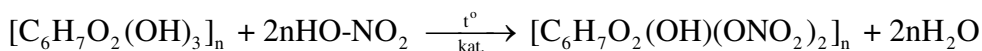
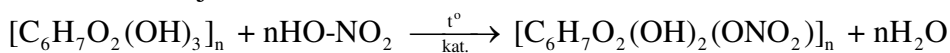
2. Celuloze deg:



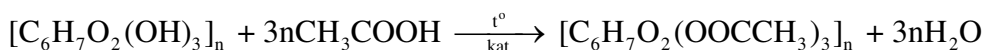
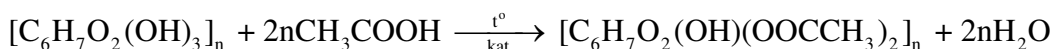
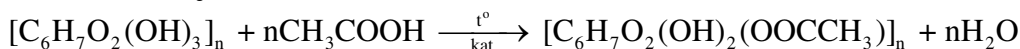
3. Karsējot skābā vidē celuloze hidrolizējas, gala rezultātā pārvēršoties par glikozi:



4. Praktiska nozīme ir celulozes reakcijai ar koncentrētu slāpekļskābi. Atkarībā no vielu daudzumu attiecības, veidojas mononitroceluloze, dinitroceluloze vai arī trinitroceluloze.



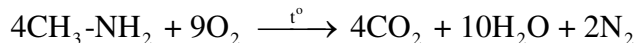
5. Praktiska nozīme ir celulozes reakcijai ar koncentrētu etiķskābi. Atkarībā no vielu daudzumu attiecības, veidojas monoacetilceluloze, diacetilceluloze vai arī triacetilceluloze.



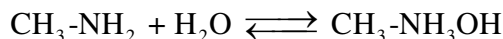
# AMĪNI

## Amīnu ķīmiskās īpašības

1. Amīni deg. Degšanas produkti ir ogļskābā gāze, ūdens un slāpeklis. Piemēram, metilamīna degšanas reakcijas vienādojums izskatās šādi:



2. Piesātinātie amīni spēj reaģēt ar ūdeni, veidojot šķīdumus ar bāzisku vidi. Piemēram, metilamīnam reaģējot ar ūdeni, veidojas metilamonija hidroksīds:

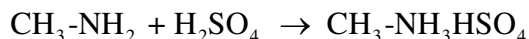
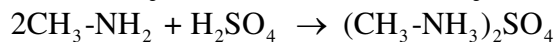


3. Amīni reaģē ar skābēm, veidojot sāļus.

Piemēram, metilamīnam reaģējot ar sālsskābi, veidojas metilamonija hlorīds:



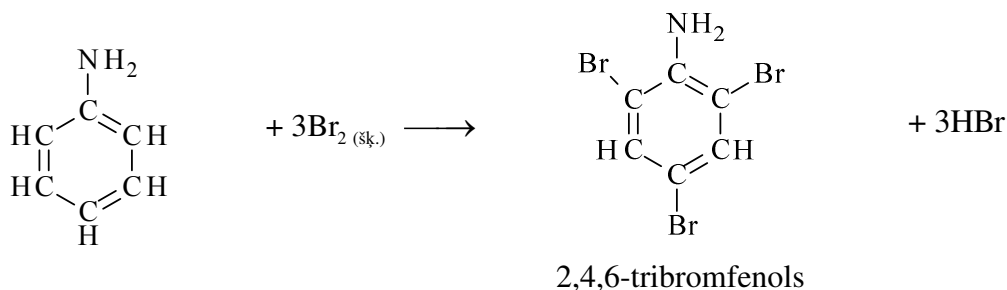
Ja metilamīns reaģē ar sērskābi, atkarībā no vielu daudzumu attiecības, var veidoties vai nu metilamonija sulfāts, vai metilamonija hidrogēnsulfāts:



Anilīnam (fenilamīnam) reaģējot ar sālsskābi, veidojas fenilamonija hlorīds:

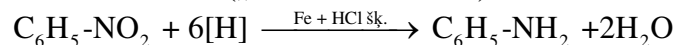


4. Anilīns reaģē ar bromūdeni. Rodas baltas 2,4,6-tribromanilīna nogulsnes. Reakciju var izmantot anilīna pierādīšanai.



## Amīnu iegūšana

Vēsturiska nozīme ir anilīna iegūšanas reakcijai pēc N. Ziņina, kad nitrogrupu reducē ar ūdeņradi izdalīšanas brīdī („in statu nascendi”):



Mūsdienās anilīna iegūšanai izmanto modificēto Ziņina paņēmieni:

