



# *Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ* *Жаратылыстану ғылымдары факультеті*

**Тақырыбы: «Катализдің түрлері және маңызы»**

*Орындаған: Шерахан А.Н.*

*Тобы: Хм-33*

*Қабылдаған: к.т.н., доцент Дауренбек Н.М.*

## **Жоспар:**

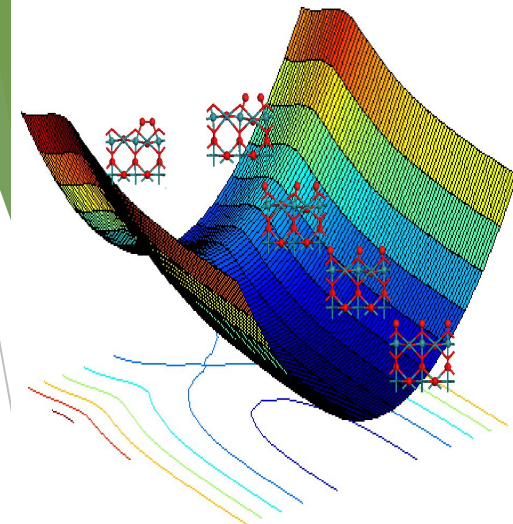
### ***I. Кіріспе***

### ***II. Негізгі бөлім***

- 1) Катализ құбылысы, өзіне тән ерекшеліктері. Маңызы***
- 2) Катализдің түрлері***
- 3) Гомогенді катализ. Механизмі. Ферментативті катализ***
- 4) Гетерогенді катализ***
- 5) Ингибитор. Таңдаушы, иондық, электронды, автокатализ***
- 6) Катализдің қолданылуы мен маңызы***

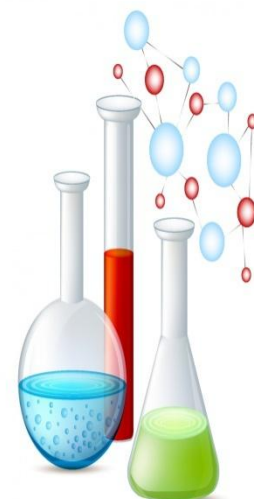
### ***III. Қорытынды***

### ***IV. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі***



Көптеген химиялық реакциялардың жылдамдығын реакцияға бөгде бір заттарды қатыстыру арқылы өзгертуге болады. Бөгде заттардың аз ғана мөлшері әсерінен реакция жылдамдығы кенеттен өседі, не азаяды, ал бөгде зат реакция аяғында таза күйінде бөлініп шығады. Бұл құбылысты «катализ» деп, ал реакция жылдамдығын өзгертетін бөгде затты «катализатор» деп атайды.

Катализ құбылысы ерте заманнан белгілі, бірақ оны ғылыми түрде зерттеу өткен ғасырдың басында басталған. Катализ дейтін терминді ғылымға 1836 жылы Берцелиус енгізген. Катализдік реакциялар табиғатта кең таралған, олардың химиялық технологияда және өмірде де маңызы өте зор. Катализатор қолдану арқылы қажетті бағытта жүргізе аламыз.



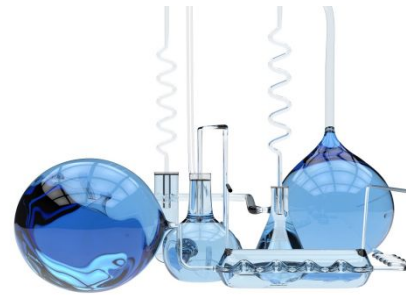
Химиялық өнеркәсіптің өте маңызды үдерістері - күкірт қышқылын алу, аммиакты синтездеу, азот қышқылын алу көптеген реакциялар катализатор қатысында жүреді. Кейбір катализаторсыз өтеді дейтін реакциялардың өзінде ыдыс қабырғасы, реакция жүретін орта (су) немесе реакция өнімі катализдік қасиет көрсетіп реакция жылдамдығын өзгертеді.

Катализаторсыз жер бетінде тіршілік те мүмкін емес деуге болады. Тірі жасушаларда белоктың, майдың, көмірсулардың және басқа күрделі молекулалары синтезі мен олардың ыдырау үдерістері жүреді.

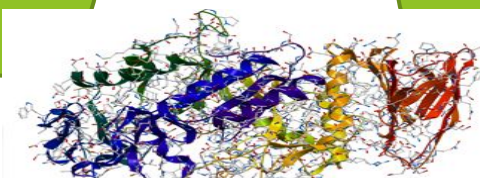


Бұл үдерістер биологиялық катализатордың, яғни ферменттердің қатысында өтеді. Ферменттердің катализдік активтігі химиялық катализатордың активтігінен әлдеқайда жоғары.

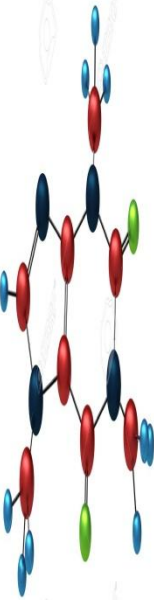
Мысалы, ферменттің 1 молі бөлме температурасында 1 секундта 720 моль спирті сірке альдегидіне айналдырады, өндірісте қолданатын катализатордың 1 молі (мысалы, мыстың 1 моль атомы)



200 °C температурада спирттің 0,1-1 молін ғана сірке альдегидіне айналдырады н/е 3 моль фермент 0 °C-де 1 с. ішінде сутек асқын оксидінің 200000 молін ыдыратады.



Enzymes



Catalyst



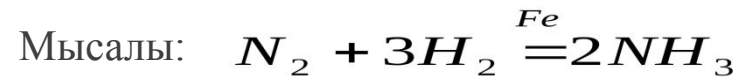
The frontiers of research



❖ Катализаторлар құбылысының өзіне тән бірнеше ерекшеліктері бар:

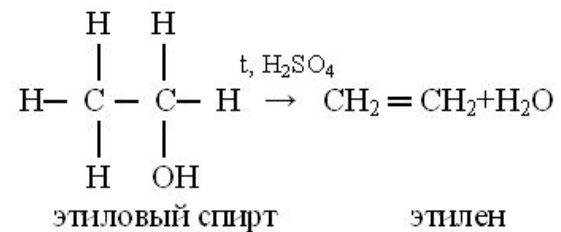
□ Талғағыштық –кат.әсері талғамалы. Оствальдтың айтуынша:

«Әр құлыптың өз кілті болатындай,әр реакцияның өзіне тән катализаторы болады»



Селективтілік -(кат.реакцияны белгілі бір бағытта жүргізе алатын қасиеті).

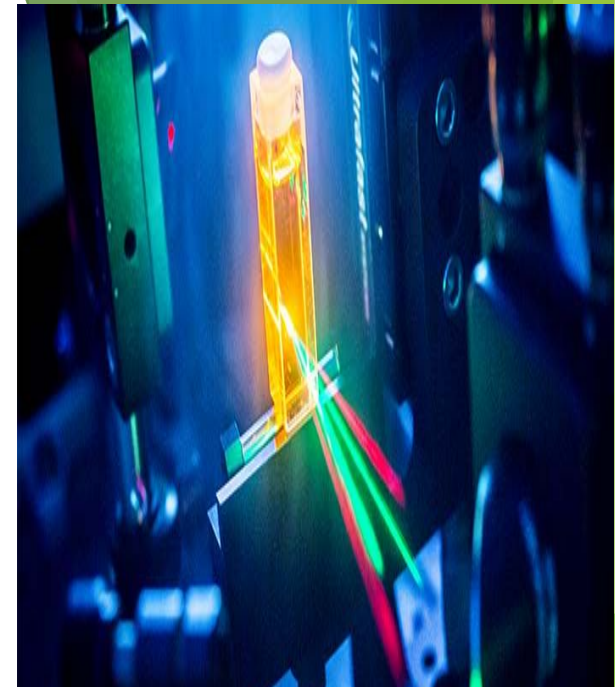
Мысалы:



□ Реакция аяғында *таза күйінде алынуы* – кат.реакцияласатын затпен ешқандай стехиометриялық қатынаста болмайды.

□ Реакцияның тепе-теңдік константасын өзгерте алмайды, тек реакцияның тепе-теңдік қалыпқа тез жетуін қамтамасыз етеді. ( $K_c = k_1/k_2$ )

\*Катализатор әсерінен тура және кері реакция жылдамдықтары бірдей өсетінін көреміз, яғни  $K_c$  өзгермейді.



# Каталыздің түрлері:

- Реакцияға түсетін заттар мен реакцияласушы заттар, реакция өнімдері және кат-ң агрегаттық күйлеріне байланысты
  - Оң
    - Гомогенді
    - гетерогенді
- теріс
  - Яғни, ингибрлеу





- Таңдаушы катализ
- автокатализ
- Электрондық катализ
- Иондық катализ
- Катализдің түрлері:





## Гомогенді катализ

Реакцияласушы заттар ,реакция өнімдері және катализатор барлығы да бір фазада болатын үдеріс.Көбінесе,сұйық не газды ортада өтеді.

### Кемшілігі:

- ❖ *гетерогенді катализге қарағанда аз тараған;*

### Артықшылығы:

- ❖ *реакция жүргенде катализатордың әрекеттесуші реагенттердің бірі-бірімен аса тұрақсыз аралық қосылыс түзуі, сосын оның келесімен тез әрекеттесіп катализатордың қайта қалпына келетіні;*

### Ерекшелігі:

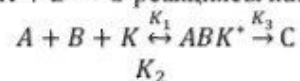
- ❖ *кинетикасы жағынан ерекшеленеді гетерогенді катализден.*



## □ Гомогенді катализ. Механизмі және ферментативтік кат



а) Біріккен механизм.  $A + B \rightarrow C$  реакциясы катализатор көмегімен жүрсе:



мұнда  $K_1, K_2, K_3$  - реакция сатыларының жылдамдық константалары;  $K$  - катализатор.

Реакцияның жалпы жылдамдығы:  $W = K_3[ABK^*]$ . Реакцияның тепе-теңдік сатысынан аралық активті комплекстің концентрациясын табамыз, демек,  $\frac{\rightarrow}{W} = \frac{\leftarrow}{W}$ ,

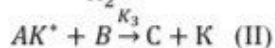
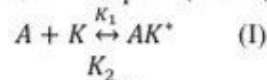
яғни  $K_1[A][B][K] = K_2[ABK^*]$ , осыдан  $[ABK^*] = \frac{K_1}{K_2}[A][B][K]$ .

Бұны жылдамдықтың теңдеуіне қойсақ:  $W = \frac{K_3 K_1}{K_2}[A][B][K] = K'[A][B][K]$ ,

(1)

мұнда  $K' = \frac{K_3 K_1}{K_2}$ .

б) Дараланған механизм.  $A + B \rightarrow C$  реакциясында



Реакцияның жалпы жылдамдығы:  $W = K_3[B][AK^*]$ ,  $[AK^*]$ -ны реакцияның тепе-теңдік сатысынан табамыз. Тепе-теңдік күйде  $\frac{\rightarrow}{W} = \frac{\leftarrow}{W}$ ;  $\frac{\rightarrow}{W} = K_1[A][K]$ ;  $\frac{\leftarrow}{W} =$

$K_2[AK^*]$ , осыдан  $[AK^*] = \frac{K_1[A][K]}{K_2}$ .

Сонда

$$W = \frac{K_3 K_1}{K_2}[A][B][K] = K'[A][B][K] \quad (2)$$

(1) және (2) – теңдеулерден катализдік реакцияның жылдамдығы реакция қандай механизммен жүрсе де әрекеттесетін заттардың концентрациясымен бірге катализатор концентрациясына да тәуелді болатынын көреміз.

Катализатор әсері немен байланысты?

Реакция соңында катализатор таза күйінде бөлініп шығуына қарағанда, ол реакцияға түсетін заттармен химиялық әрекетке түспейтін сияқты, бірақ катализатор бастапқы заттармен реакцияның аралық сатыларында әрекеттесіп аралық активті комплекс түзеді.

Соған байланысты, реакцияның энергиясының өзгерісі (энергиялық профилі) күрделілеу болады (әсіресе гетерогенді катализде)

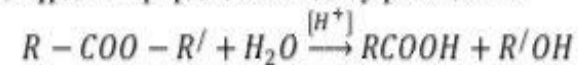
1-суреттен гомогенді реакцияның катализатор қатысындағы активтену энергиясы катализаторсыз жүрген кездегі активтену энергиясынан төмен болатынын көреміз ( $E_{a,cat} < E_a$ ) демек, катализатор активтену энергиясын

төмендетіп, жылдамдықты жоғарылатады. Басқа сөзбен айтқанда, катализатор термодинамикалық мүмкін болатын реакцияның энергиялық тиімді жолмен жүруін қамтамасыз етеді.

Гомогенді катализдік реакцияларға қышқылдық-негіздік катализ, ферментативтік катализ жатады.

### Қышқылдық-негіздік катализ

Қышқылдық-негіздік катализде катализатор рөлін  $H^+$  және  $OH^-$  иондары атқарады. Мысалы, күрделі эфирдің сабындану реакциясы:



Реакцияның жалпы жылдамдығы:

$$W_{ж} = K C_{эф} C_{H_2O} C_{H^+} \approx K' C_{H^+}$$

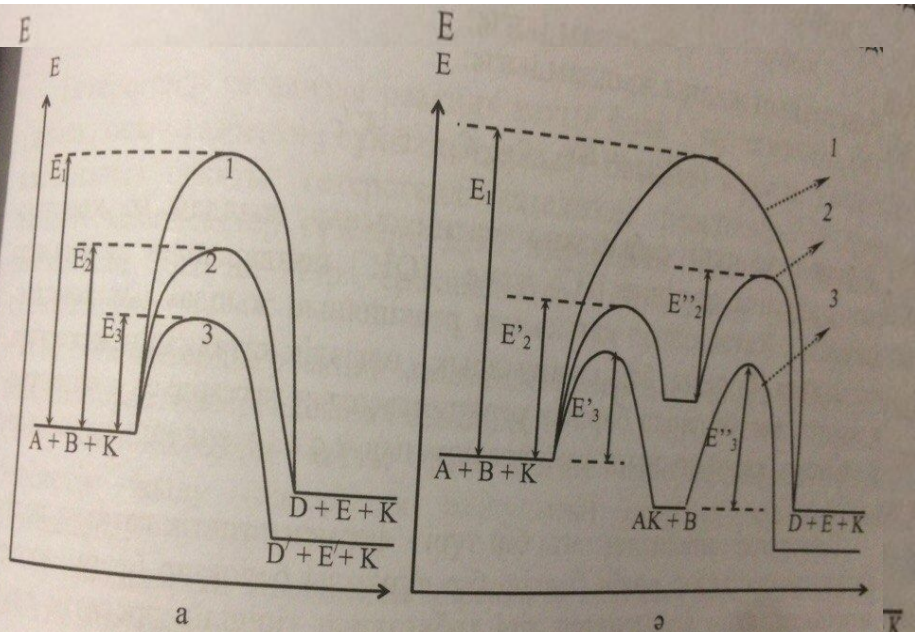
Күрделі эфирдің сабындану реакциясының жылдамдық константасын практика жүзінде  $H^+$  және  $OH^-$  иондарының қатысында анықтайды. Катализатор қатысында реакцияның жылдамдық константасы жоғары болады. Бұл қышқылдық-негіздік катализдің жеке түрі, ал жалпы жағдайларда барлық реакцияласатын заттардың концентрациясының, табиғатының, температураның т.с.с. әсерлерін қарастыру қажет.

Гомогенді катализдің тағы бір түрі – ферментативтік катализ дедік, мұнда катализатор рөлін белгілі бір құрамды белоктар (ферменттер) атқарады, яғни ферменттер тірі табиғаттың тіршілік әрекетін каталитикалық реттеп отыратын өте күрделі биохимиялық заттар.

Бұл орайда табиғат күшінің кереметтігін айтуға болады, табиғат құрамы және әсері осы уақытқа дейін құпия катализаторлар дайындап берген үлкен бір зауыт сияқты. Катализатор – ферменттердің әсері адам денесінің температурасында (36-37°C) ғана болады, ал одан жоғары немесе төмен температураларда ферменттер әсер етпей жойылады. Жасанды ферменттер 2-4 есе әлсіз әсер етеді. Іс жүзінде, барлық тірі ағзалардағы процестер катализаторлық қасиеті бар ферменттердің қатысуымен жүреді.



# Каталлизатор әсері немен байланысты?



1-сурет.  $A+B \rightarrow D+E$  реакциясының активтену энергиясына каталлизатордың әсері:

а - біріккен механизм; б - дараланған механизм; 1 - каталлизатор қатысынсыз;  
2 - каталлизатор қатысында; 3 - реакцияның басқадай бағыты

2-сурет.  $A+B \rightarrow D+E$  реакциясының активтену энергиясына каталлизатордың әсері:

а - біріккен механизм; б - дараланған механизм; 1 - каталлизатор қатысынсыз;  
2 - каталлизатор қатысында; 3 - реакцияның басқадай бағыты

- ▶ Гомогенді реакцияның каталлизатор қатысындағы активтену энергиясы каталлизаторсыз жүрген кездегі активтену энергиясынан төмен болатынын көреміз ( $E_{a.cat} < E_{a.}$ )
- ▶ Каталлизатор акт.эн.төмендетіп, жылдамдықты жоғарылатады;
- ▶ Термодинамикалық мүмкін болатын реакцияның энергиялық тиімді жолмен жүруін қамтамасыз етеді.





# ■ Гетерогенді каталлиз



www.shutterstock.com - 654293602

- ▶ Гетерогенді каталлиз-реакцияласушы заттар, реакция өнімдері, катализатор әр түрлі фазада болатын үдерісті айтады. Гет.кат. түрлері:



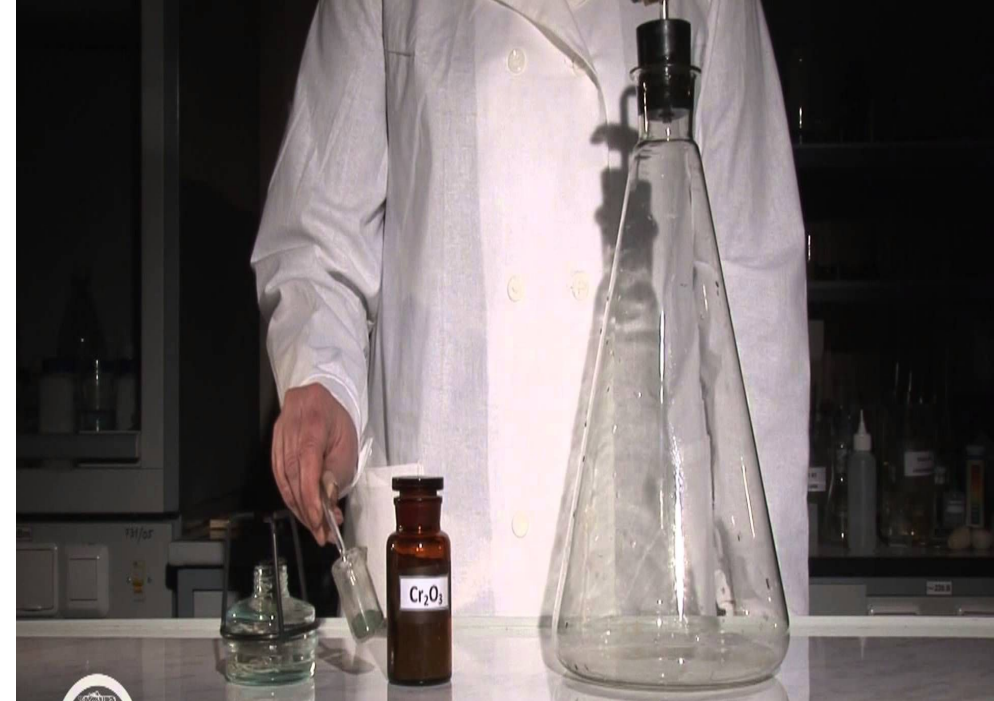
- ▶ Артықшылығы:
- ❖ микрогетерогендік катализ коллоид бөлшектердің қатысуымен сұйық фазада өтеді;
- ❖ Ферменттік катализ үлкен маңызға ие, өсімдік және жануарлар жасушаларында жүреді, мұнда коллоидты түрде еріген белоктік бөлшектер-ферменттер тірі табиғаттағы күрдеі органикалық процесстердің жүруін тездетеді.



# Гетерогенді катализ

## Кемшілігі:

- ❖ Еа төмендеуі аралық катализатордың реагентпен адсорбциялану нәтижесіне жетеді,
- ❖ бұл деген химиялық байланыстардың әлсіреуіне әкеледі.
- ❖ Мысалы :
- ❖ көмірқышқыл оксидін жандырғанда бөлінетін оттегі газдарында платиналық катализатордың беттік бөлігінде адсорбция жүреді.
- ❖ Молекула адсорбциялық газдардың реакциясы әлсіз молекулаішілік байланыстардың бөлінуі активтендіру энергиясы аз болады, аналогиялық реакциялардың газды ортада жүргеніне қарағанда. Одан кейін түзілген молекулалардың десорбциясы катализатор бетінде орындалады.





## Маңызды гетерогенді каталитикалық процестер

- Фишер-Бош процесі:  $N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$

Fe / Ru катализаторлары, жоғары қысымы мен температурасы

Тыңайтқыштар мен азот қышқылын өндіру үшін

- Фишер-Троп химиясы

$n CO + 2n H_2 \rightarrow (CH_2)_n + n H_2O$ , сұйық отынды синтездеу

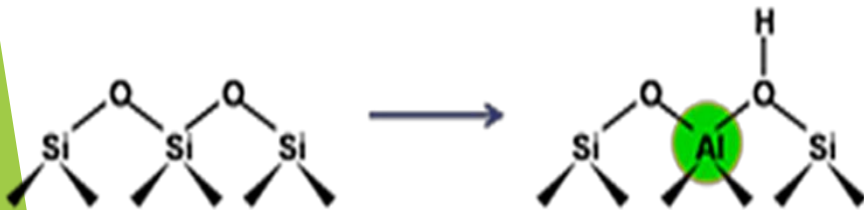
Fe / Co катализаторлары

Екінші дүниежүзілік соғыстағы ось үшін отын көзі.

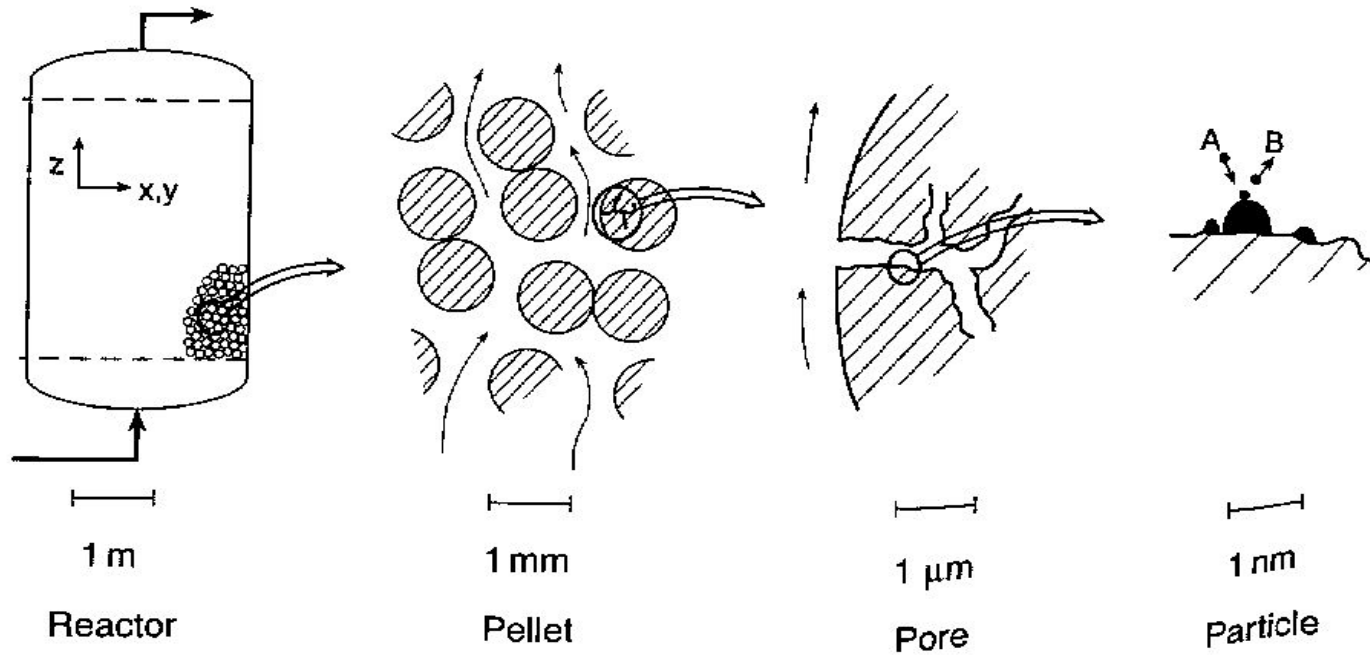
- Сұйықталған каталитикалық крекинг

Жоғары МВт мұнай → төмен МВт отыны, мыалға бензин.

Цеолит катализаторлары



# Гетерогенді катализдегі процестер:



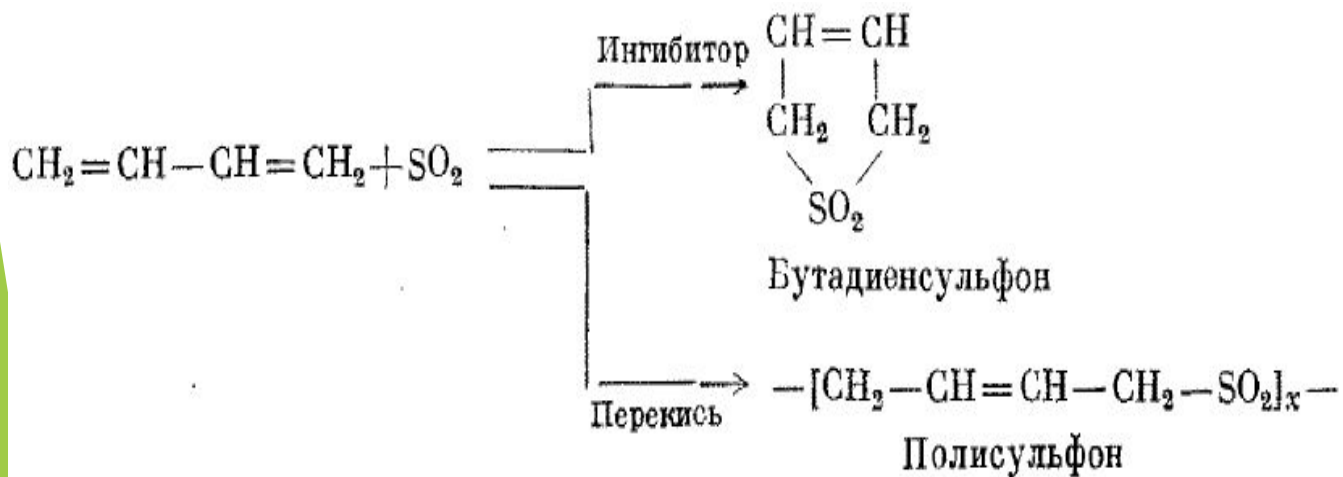
Жаппай тасымалдау /  
диффузия  
Reactor-реактор;  
Pellet-түйіршік;  
Pore-кеуек; particle-бөлшек

Химиялық адсорбция және реакция

# □ Ингибитор

Ингибиторлар (латынша *inhibeo* - тоқтату, тежеу) - зиянды химиялық реакцияларды (металдардың коррозияға ұшырауын, жағар май, тамақ өнімдерінің тотығуын), тірі организмдегі ферменттер активтігін, өсімдіктердің өсуін тежейтін табиғи және синтетикалық заттар. Басқаша:

Реакция жылдамдығын төмендететін заттарды ингибиторлар деп атайды. Олар реакция жолын өзгертеді бастапқы заттар интермедиат. Жүйенің активтендіру энергиясы аралық байланыстан соңғы өнім нәтижесі аса үлкен және мұндай процесс болуы мүмкін емес. Нәтижесінде интермедиат бастапқы заттардың түзілуімен айырылады.



Неингибированный раствор

Раствор ингибированный 3% КСl и 5% ХБН

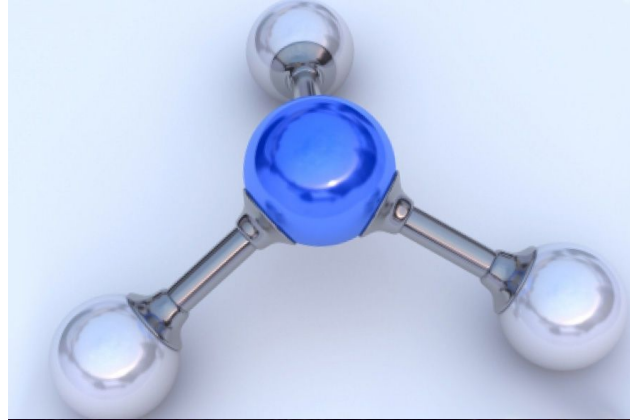
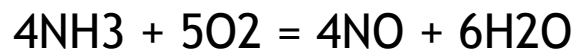


## ❖ Таңдаушы катализ

- Қатар жүретін бірнеше реакциялардың ішінен керекті тек біреуінің ғана жылдамдығын өсіруші катализді айтады.

$$I_{\text{кат.}} = \frac{G_k}{G} = \frac{G_{\text{коэд.}}}{G_{\text{коэд.}} + G_{\text{жст.}}}, \quad (7.6)$$

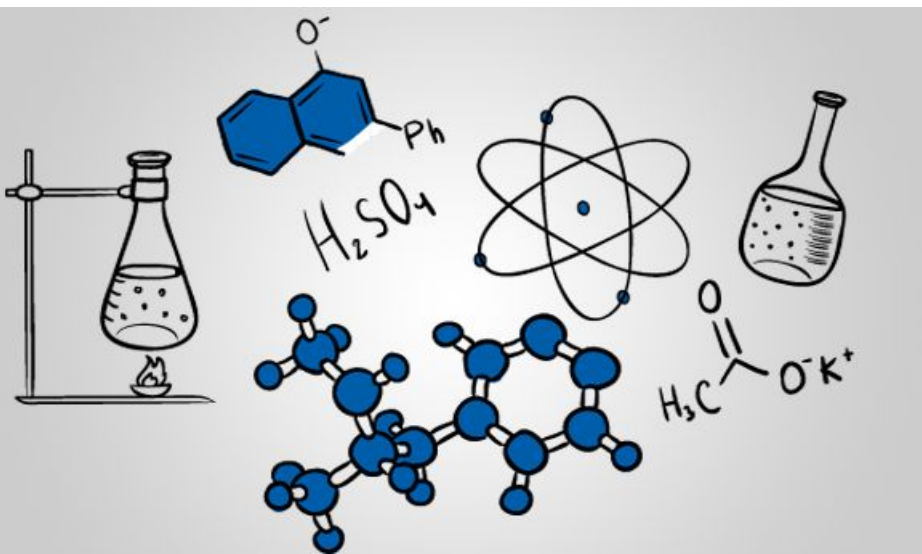
мұндағы  $I_{\text{кат.}}$  – катализатор таңдаушылығы;  
 $G_{\text{коэд.}}$  – негізгі бастапқы заттың көзделген өнімге айналған мөлшері, моль;  
 $G_{\text{жст.}}$  – бастапқы заттың жанама реакцияларға кеткен бөлігі, моль;  
 $G$  – негізгі бастапқы заттың жалпы мөлшері, моль.



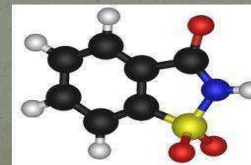


# Автокатализ. Электрондық катализ

- ▶ Бұл реакция кезіндегі аралық н/е соңғы өнімнің біреуі катализатор қызметін артқаратын реакция болып табылады. Тізбекті реакцияларда автокатализатор қызметін бос радикалдар атқарады.
- ▶ Автокатализ реакциялар қатарына қопарылғыш заттардың кейбір бөлінгіш реакциялары, жану, полимерлеу.
- ▶ Автокатализге тән нәрсе бастапқы кезде реакцияның жай жүруі индукция мерзімі деп аталаы.



## КАТАЛИЗ



- ▶ Электрондық катализ -гомогенді тотығу-тотықсыздануда, реакцияларға ерітінділердегі ауыспалы тотыққыш металлдардан мыс, марганец, темір(III) иондары арқылы жеделдейтін тотығу-тотықсыздану реакциялары жатады. Мысалы, SO<sub>2</sub> газы бар ауаны темір сульфаты ерітіндісі арқылы өткізгенде SO<sub>2</sub> газы SO<sub>3</sub>-ке гомогенді түрде тотығады, нәтижесінде күкірт қышқылы пайда болады. Темір(III) ионының жеделдету әсері орын алады.

# Иондық катализз

- Қышқыл-негіздік катализде катализатор есебінде қатты қышқылдар мен негіздер қызмет атқарады, бұл заттар тек иондық өткізгіштер болып табылады. Мысалы, көп қуысты тасушыларға жағылған ұшпайтын қышқылдар, қышқыл тұздар, анион бере алатын қатты бейорганикалық заттар жатады.

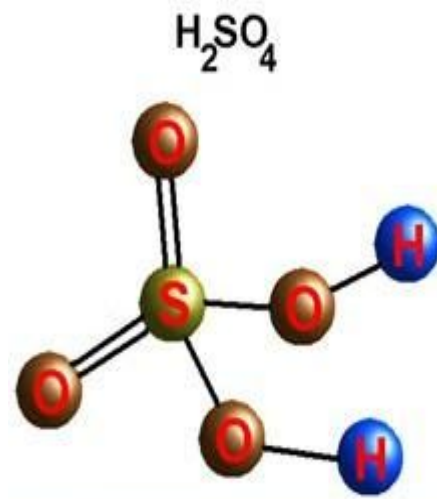
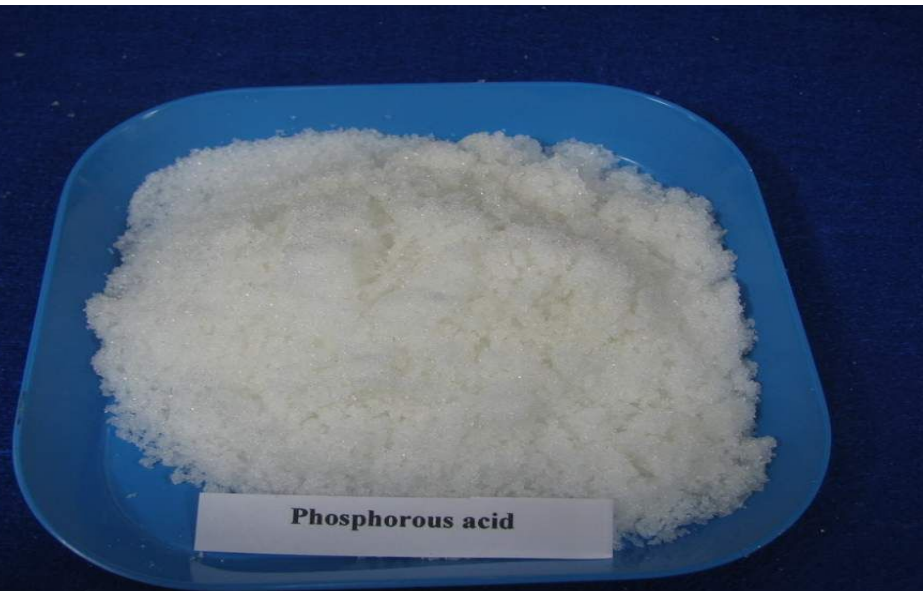


Рис. 38. Луцкый ағыртт тремолити в силоводный ағыртт актинилити



## Карбонаттар



# *Катализдің қолданылуы және маңызы:*

- ▶ Катализ бейорганикалық химия өнеркәсібінің мынадай маңызды өнімдерін шығару үшін қолданыс табады.

Аммиак  
Күкірт  
және азот

катализ  
тотықтыру,  
гидридсизл

және  
поликонденс  
ация жасап,  
жоғары

Мұнай  
өнімдерін  
өңдеу әдістері  
катализаторды  
қолдануға  
негізделген.  
Кейінгілерге  
катализдік  
крекинг,  
риформинг,  
көмірсутектерді  
изомерлеу.

Соңғы  
жылдары  
энергетика  
лық,  
экологиялы  
қ  
міндеттерд  
і шешуде,  
яғни  
жасауда

- Автомобилл  
ьдер және  
өндіріс  
шығаратын  
газдарды  
тазалауда  
катализатор  
ларды  
кеңінінт  
қолдана  
бастады



# Қорытынды:

- ▶ Катализ - энергетикалық тосқауылды жеңілдетуде, химиялық өзгерістердің жолын реттуде үлкен рөл атқарады.
- ▶ Катализатор бастапқы әрекеттесуші заттармен әрекеттесіп және тікелей активтелген комплекстің түзілуіне қатысады, энергетикалық тосқауылдың шамасын төмендетіп химиялық реакцияның жылдамдығын арттырады.



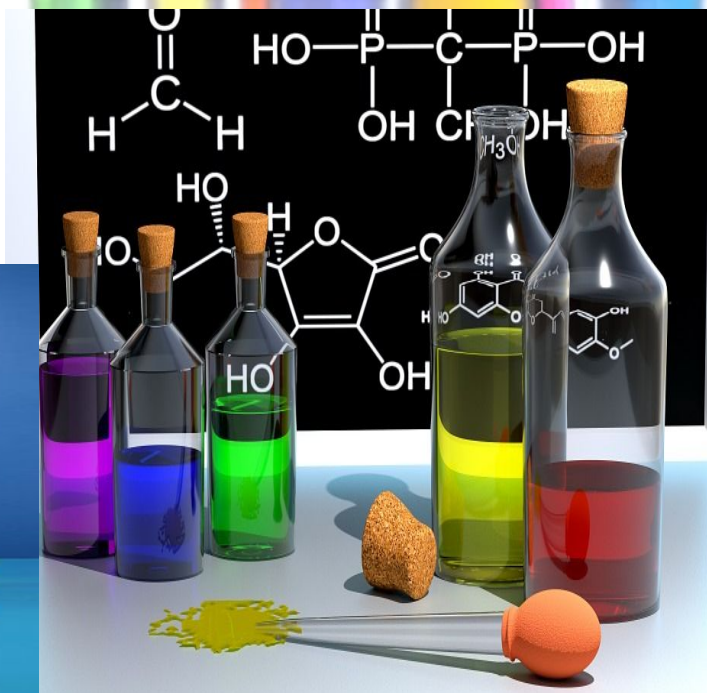
THE ENVIRONMENT AND CHEMISTRY





# Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. «Жалпы химиялық технология», Қ.Ж.Керімқұлов, Ш.Ш.Нұрсейітов, Астана-2013, 103-112 б.
2. «Химиялық кинетика және электрохимия», Ә.Қ.Оспанова, Г.А.Сейілханова, II басылым, Алматы-2010, 36-56 б.
3. «Физкалық химия», Х.Қ.Оспанов, Д.Х.Қамысбаев, Е.Х.Абланова, Г.Х.Шәбікова, Алматы- 2014. 352-382 б.
4. Суреттер: интернет желісінен (<https://www.google.com>, <http://tutmet.ru>)
5. «Жалпы химиялық технология» Ж.Қ.Қайырбеков, Е.А.Әубәкіров, Ж.К.Мылтықбаева, Алматы-2009, 94-125 б.





***НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА РАХМЕТ!!!***

