

# Лекція 1

## Предмет органічної хімії. Основні поняття органічної хімії



Термін «органічна хімія» ввів 1806 року Йенс Якоб Берцеліус (1779 – 1848). Органічні сполуки – ті, що виділені з організмів. Деякі (здебільшого в неочищеному стані – крохмаль, цукор, оцтова кислота, етиловий спирт) були відомі з давніх давень. Ось деякі дати з історії органічної хімії.

Рік	Учений	Сполука, реакція
XIII ст.	алхімік Луллій	етер
1526	Парацельс	винний камінь (калій гідрогентартрат)
1540	Валеріус Кордус	етер (діетиловий етер)
1546	Г. Агрикола	бурштинОва (янтарна) кислота (дистиляція бурштину)
1556	Нострадамус	бензойна кислота з бензойної смоли (росного ладану)
1615	Ф.Бертолетті	молочний цукор з молока
1637	А.Сале	чистий буряковий цукор
1640	І.Глаубер	етилхлорид ( $\text{HCl} + \text{етанол}$ ); Оцтова кислота (суха дистиляція деревИни)
1660	Р.Бойль	ацетон (суха дистиляція кальцій ацетату)
1670	Д.Рей	мурашина кислота з рудИх лісових мурашок
1672	П.Сегнетт	сегнетова сіль (калій натрій тартрат)
1730	О.Фробеніус	синтез етеру

1747	А.Маргграф	кристалічний буряковий цукор
1759	Л.де Лаурагвайс	етилацетат
1760	А.Каде	рідина Каде
1769	К.Шееле	виннокамінна кислота
1771	П.Вульф	пикринова кислота
1773	І.Руелль	сечовина з сечі
1773	Ж.Конрадї	холестерол з жовчних каменів
1776	К.Шееле	сечова кислота з сечових каменів
1776	А.Вольта	описав метан (болотний газ)
1777	Ф.Фонтана	поглинання газів деревним вугіллям
1779	К.Шееле	гліцерин гідролізом жиру
1782	К.Шееле	HCN, Оцтовий альдегід, поняття “ефір”
1784	К.Шееле	кристалічна лимонна кислота, щавлева кислота
1785	К.Шееле	яблучна кислота
1786	К.Бертолле	визначення складу метану, синільної кислоти
1796	Т.Е.Ловіц	абсолютний спирт
1796	А.Фуркуа, П.Вокелен	склад сечовини, назва “сечовина”
1802	Л.Пруст	глюкоза з виноградного соку
1806	Й.Я.Берцеліус	поняття “органічна хімія”
1806		манїт, аспарагін
1811		глюкоза
1812		фосген
1815		ціан (диціан)
1815	Ж.Біо	обертання площини поляризації світла - оптична активність
1815		йод + крохмаль → синє забарвлення
1815		холестерол з тканин тварин
1817		ксантин, хлорофіл, масляна кислота
1818		стрихнін з блювотного горіха
1819		виноградна кислота, нафтаген з кам'яновугільної смоли, малеїнова кислота з яблучної кислоти
1820		кумарин, гліцин, лейцин, хінін, цинхонін
1821		кофеїн з чаю
1822		ціанова кислота - ізомер гримучої кислоти; йодоформ, калій ксантогенат
1823	Ю.Лібїг, Ф.Велер	відкриття ізомерії
1823	М.Е.Шеврель	жири
1824	Ф.Велер	щавлева кислота з ціану
1825		кроконова кислота, родизонова кислота
1825	М.Е.Шеврель, Ж.Л.Гей-Люсак	стеаринові свічки (патент)
1826		нафтаген - визначення елементного складу; алїзарин з марени; анїлін з індїго; панкреатин з жовчі
1827		ціанамід, етилбромід
1827	В.К.Цейзе	сіль Цейзе з калїй хлороплатинату(IV) і етилену
1828	Ф.Велер	сечовина з амонїй ціанату
1828	Посселт, Райманн	нікотин з тютюну
1830		термін “парафіни”
1831	Й.Берцеліус	терміни “ізомер”, “полімер”
1831		синтез оцтової кислоти; визначення складу ацетону
1831		хлороформ, ванїлін з ванїлі, каротин
1832		антрацен з кам'яновугільної смоли; камфорА; визначення складу метанолу; кофеїн
1833		тринїтроцелюлоза; нафтаген з етилену; меркаптан; біуретова реакція
1834		синтез щавлевої кислоти; поняття металепсії; бензенсульфої кислота, нїтробензен, фенол



C–C	<b>346</b>	154	C=N	615	129	C–S	272	182
C=C	602	134	C≡N	887	116	C=S	573	160
C≡C	835	120	C–P	264	184	C–F	485	135
C–Si	318	185	C–O	358	143	C–Cl	327	177
C–Ge	238	195	C=O	799	120	C–Br	285	194
C–Sn	192	216	C≡O	1072	113	C–I	213	214
C–Pb	130	230	C–B	356				
C–N	305	147						
Si–Si	222	233	Ge–Ge	188	241	Sn–Cl	323	233
Si–N	355		Ge–N	257		Sn–Br	273	250
Si–O	452	163	Ge–F	470	168	Sn–I	205	270
Si–S	293	200	Ge–Cl	349	210	Pb–F	331	
Si–F	565	160	Ge–Br	276	230	Pb–Cl	243	242
Si–Cl	381	202	Ge–I	212		Pb–Br	201	
Si–Br	310	215	Sn–F	414		Pb–I	142	279
Si–I	234	243						
N–N	167	145	P–P	201	221	As–As	146	243
N=N	418	125	P–O	335	163	As–O	301	178
N≡N	<b>942</b>	110	P=O	544	150	As–F	484	171
N–O	201	140	P=S	335	186	As–Cl	322	216
N=O	607	121	P–F	490	154	As–Br	458	233
N–F	283	136	P–Cl	326	203	As–I	200	254
N–Cl	313	175	P–Br	264				
			P–I	184				
Sb–Sb	121		O–O	142	148	S=S	425	149
Sb–F	440		O=O	494	121	S–F	284	156
Sb–Cl (SbCl <sub>5</sub> )	248		O–F	190	142	S–Cl	255	207
Sb–Cl (SbCl <sub>3</sub> )	315	232	S=O	522	143	Se–Se	172	
			S–S (S <sub>8</sub> )	226	205	Se=Se	272	215
F–F	155	142	I–O	201		Kr–F (KrF <sub>2</sub> )	50	190
Cl–Cl	240	199	I–F	273	191	Xe–O	84	175
Br–Br	190	228	I–Cl	208	232	Xe–F	130	195
I–I	148	267	I–Br	175				
At–At	116							

## 1.2. Розмаїття класів і безмежне число органічних сполук.

Алкани, алкени, алкіни, циклоалкани, арени, гетероцикли, функціональні похідні, **числа ізомерів** швидко ростуть і за певних умов можуть перевищувати число частинок у Всесвіті ( $10^{80}$ ).

Числа ізомерів алканів  $C_NH_{2N+2}$

<i>K</i>	<i>N</i>	<i>K</i>	<i>N</i>	<i>K</i>	<i>N</i>
1	1	910726	21	165351455535782	41
1	2	2278658	22	438242894769226	42
1	3	5731580	23	1163169707886427	43
2	4	14490245	24	3091461011836856	44
3	5	36797588	25	8227162372221203	45
5	6	93839412	26	21921834086683418	46
9	7	240215803	27	58481806621987010	47
18	8	617105614	28	156192366474590639	48
35	9	1590507121	29	417612400765382272	49
75	10	4111846763	30	1117743651746953270	50
159	11	10660307791	31	2994664179967370611	51
355	12	27711253769	32	8031081780535296591	52
802	13	72214088660	33	21557771913572630901	53
1858	14	188626236139	34	57919180873148437753	54
4347	15	493782952902	35	155745431857549699124	55
10359	16	1295297588128	36	419149571193411829372	56
24894	17	3404490780161	37	1128939578361332867936	57
60523	18	8964747474595	38	3043043571906827182530	58
148284	19	23647478933969	39	8208615366863753915949	59
366319	20	62481801147341	40	22158734535770411074184	60

<i>K</i>	<i>N</i>
59858097847706865855186	61
161805725349297357221898	62
437671691526158936922623	63
1184616185385310843585573	64
3208285066181475821271463	65
8694130712024868414002815	66
23573796134448175745408811	67
63955159527348138708694312	68
173603007393950249896865875	69
471484798515330363034639871	70
1281151315764638215613845510	71
3482965749140691245110434511	72
9473447386804490449091871124	73
25779306238954404972323916397	74
70183211512214096492433058105	75
191156381393249393027319384769	76
520874195248906781713044332539	77
1419908915343952137338409797325	78
3872282575137005474139119076135	79
10564476906946675106953415600016	80
28833609436277333169440806135431	81
78725585464391037293036629979444	82
215027809474796675607407513633870	83

587531723826577193455385789266377	84
1605913778494711520354663202536756	85
4391002908093323425994602631972445	86
12010257907756938974208750945664835	87
32861295558120887536942123568548502	88
89940959024891576997396491928932689	89
246245150242821439632304475956113295	90
674391606297983432514229725117306224	91
1847515048012613337782670842346319120	92
5062818112121161180862827915688625902	93
13877857529584521384324419956411729295	94
38051836070803837001309074456088423358	95
104363664561059273927704242814298678658	96
286312976836850192359345859166390622180	97
785684759853087702778573182234297830503	98
2156596319845084996862701478402986311496	99
5921072038125809849884993369103538010139	100

*Корнілов М.Ю.* Числа структурних ізомерів і "паперові" алкани // Біологія и хімія в школі. – 2006. – № 1. – С. 1–7.

### 1.3. Джерела органічної сировини.

Рослини, тварини, нафта, кам'яне вугілля і кам'яновугільна смола, природний газ.

### 1.4. Методи вилучення, очищення та ідентифікації органічних сполук.

Дистиляція, кристалізація, екстракція, сублимація, хроматографія, спектроскопічні методи дослідження: електронні спектри (УФ, видимі), ІЧ, ЯМР, мас-спектрометрія. РСА – рентгеноструктурний аналіз. Теоретичний розрахунок спектрів: програма ACDLabs. Теоретичний розрахунок структури молекули – програми HyperChem, MORAC.

### 1.5. Органічні речовини і життя. Значення органічних речовин у практичній діяльності людини. <http://www.b-i-o-n.ru/theory/himija-v-zhizni-cheloveka>

Усі живі істоти містять Карбон. Крім нього, Гідроген, Оксиген, Нітроген, Сульфур і Фосфор, Кальцій, Магній, Калій, Натрій, Ферум, мікроелементи. Найважливішою складовою частиною живих істот і засобів їхнього харчування є вода, без якої життя неможливе. Переважна більшість матеріалів, якими користується сучасна людина, робиться з органічних речовин.

### 1.6. Основні поняття органічної хімії, що стосуються хімічної будови, у тому числі ізомерії, хімічних формул, реагентів і типів хімічних реакцій. <http://goldbook.c60.kiev.ua/compendium>

абсолютна конфігурація, аксіальне положення, акцептор електронів, аніон-радикал, ароматичність, асиметричний карбоновий атом, атропоізомери, бар'єр обертання, бетаїни, біполярні йони, бірадикал, брутто-формула, валентний кут, вихід реакції, вільне обертання, вільний радикал, водневий зв'язок, геометрична ізомерія, гетероатом, гетероцикл, гібридизація орбіталей, гомолог, гомологічний ряд, делокалізація електронів, димеризація, діастереомери, довжина зв'язку, донор електронів, екваторіальне положення, електрофіл і нуклеофіл; електрофільне і нуклеофільне заміщення; енергія активації, енергія зв'язку, енергія резонансу, загальмоване обертання, замісники I і II роду, збереження і обернення конфігурації, зміщення електронної густини, зміщення рівноваги, ідентифікація речовин, ізомер, ізомеризація, ізомерія, іменні реакції, індукційний і мезомерний ефекти, карбаніон, карбокатион, карбоновий скелет, каркасна будова, каталіз, катенан, катіон-радикал, кислотність і основність, ковалентний і йонний зв'язок, ковалентний радіус, конденсовані системи, конфігурація, конформація, напруження валентних кутів, неподілена електронна пара, неспарений електрон, номенклатура IUPAC, механізм реакції, обернення конфігурації, оборотні реакції, окисно-відновні реакції, онієві сполуки, оптична ізомерія, оптична активність, оптичні антиподи (енантіомери), орбіталь, перехідний стан, полярний зв'язок, порядок реакції, правила орієнтації замісників, проєкційні формули Ньюмена, Фішера та Хеурса; простий і кратний зв'язок, просторова будова, просторові перешкоди, протонування, рацемати та їх розщеплення; рацемізація, реакції елімінування, конденсації, перегрупування, приєднання; резонансні (граничні) структури; ряди, класи і похідні сигма- і пі-зв'язки, сигма- і пі-комплекси, синтон, спряження (кон'югація) зв'язків, стереохімія, структурна ізомерія, структурна формула, таутомер і таутомерія, теорія резонансу, фізичні методи дослідження (ЕПР, ІЧ, масс-, УФ, ЯМР), хімічний зв'язок, хіральність, хромофор, циклічна будова, швидкість реакції.

### 1.7. Гомологічні ряди.

Склад кожного наступного гомолога утворюється шляхом додавання до брутто-формули групи  $\text{CH}_2$ :  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ , ... Бензогомологи – додавання чотирьох, трьох або двох ароматичних атомів Карбону: бензен – нафтален – антрацен – тетрацен..., бензен – нафтален – фенален – пірен..., фуран – бензофуран, дибензофуран... Ізологи

мають стале число атомів Карбону, всі ступені ненасиченості:  $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2$ .  
Вінілоги відрізняються на групу  $CH=CH$ :  $CH_2=CH-CHO$ ,  $CH_2=CH-CH=CH-CHO$ ...

### 1.8. Формування і основні положення теорії будови органічних сполук.

Теорія типів. Теорія радикалів. Життєва сила. Хімічна будова та її зв'язок з хімічними властивостями. Взаємний вплив атомів у молекулах. Теорія хімічної будови:

О.М.Бутлеров (1861) – сувора теорія, А.Купер (1858) інтуїтивна теорія, А.Кекуле (чотиривалентність Карбону, будова бензену).

<http://a-nomalia.narod.ru/100otkr/22.htm> <http://www.xumuk.ru/organika/09.html>

### 1.9. Валентність і координаційне число.

Визначення валентності і координаційного числа.

Валентність (від лат. *valens* – такий, що має силу) – здатність атомів хімічних елементів утворювати певне число хімічних зв'язків з атомами інших елементів. У сполуках з ковалентними зв'язками валентність атомів визначається числом усупільнених електронних пар. Валентність атомів Карбону 4.

Координаційне число – число лігандів (атомів, молекул, йонів), що утворюють першу координаційну (внутрішню) сферу комплексоутворювача.

Координаційне число Карбону 4, внаслідок чого насичені карбонові сполуки не здатні до реакцій приєднання, що пояснює, наприклад, стійкість метану і його гомологів до повітря, а тетрагалогенометанів  $CF_4$ ,  $CCl_4$ ,  $CBr_4$ ,  $CI_4$  до води за звичайних умов.

Навпаки, валентність Силіцію 4, тоді як його координаційне число 6, що пояснює високу активність силанів  $SiH_4$ ,  $Si_2H_6$ ,  $Si_3H_8$  до повітря (самозаймаються) і  $SiF_4$ ,  $SiCl_4$ ,  $SiBr_4$  до води (швидко гідролізуються). Валентність бору 3, координаційне число 4, тому гідриди бору – борани, як і силани, самозаймаються на повітрі, галогеніди бору  $BF_3$ ,  $BCl_3$ ,  $BBr_3$  легко гідролізуються. У сполуці сульфуру  $SF_6$  валентність і координаційне число (6) збігаються, сполука без запаху, дуже стійка до води і повітря, навпаки, сполука  $SF_4$  дуже швидко гідролізує.

### 1.10. Основні типи структурних фрагментів органічних молекул: прості і кратні зв'язки, вуглецеві ланцюги і цикли, радикали і функціональні групи.

$C-C$ ,  $C=C$ ,  $C\equiv C$ ,  $C-Het$ ,  $Het-C-Het$ ,  $C=Het$ ,  $Het-C=Het$ ,  $Het=C=Het$ ,  $C\equiv Het$  ( $Het = O, N, S$ ), ...- $C-C-C-C$ ..., ...- $C=C-C=C$ ..., ...- $C\equiv C-C\equiv C$ ..., ...- $C=C-C=C=C=$ ...,  
моноцикли, біцикли (спірани, конденсовані цикли, каркаси), поліцикли. Замісники, ієрархія (старшинство) функціональних груп:

Клас	Формула групи	Префікс	Суфікс
Солі карбонових кислот	$-(C)OOC^+M^+$ $-COO^-M^+$		(катион)...оат (катион)...карбоксилат
Карбонові кислоти	$-(C)OON$ $-COON$	- карбоксі-	-ова кислота -карбонова кислота
Сульфонові кислоти (сульфоокислоти)	$-SO_2ON$	сульфо-	-сульфонова кислота -сульфоокислота
Естери карбонових кислот	$-(C)OOR$ $-COOR$	- (R)оксикарбоніл-	(R)...оат (R)...карбоксилат



Галогенангідриди карбонових кислот	-(C)OOR -COOR	- галогенокарбоніл-	-оїлгалогенід -карбонілгалогенід
Аміди карбонових кислот	-(C)OOR -COOR	- карбамоїл-	-амід -карбоксамід
Нітрили карбонових кислот	-(C)≡N -C≡N	- ціано-	-нітрил -карбонітрил
Альдегіди	-(C)HO -CHO	форміл- форміл-	-аль -карбальдегшід
Кетони	>(C)=O	оксо-	-он
Спирти і феноли	-OH	гідрокси-	-ол
Тіоли	-SH	сульфаніл	-тіол
Гідроперокси	-O-OH	гідроперокси-	-
Аміни	-NH <sub>2</sub>	аміно-	-амін
Етери	-OR	(R)-окси-	-
Сульфід	-SR	(R)-сульфаніл-	-
Перокси	-O-OR	(R)-перокси-	-
Група (формула)	Префікс	Група (формула)	Префікс
-F	флуоро-	-OR	(R)-окси-, алкокси-
-Cl-	хлоро-	-O-CH <sub>3</sub>	метокси-
-Br	бромо-	-O-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	етокси-
-I	йодо-	-O-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	пропокси-
-N <sub>3</sub>	азидо-	-O-CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ізопропокси-
-N <sub>2</sub>	діазо-	-O-(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	бутокси-
-NO	нітросо-	-O-CH <sub>2</sub> -CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	ізобутокси
-NO <sub>2</sub>	нітро-	-O-CH(CH <sub>3</sub> )-CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	<i>втор</i> -бутокси-
-SR	(R)-сульфаніл-, алкілсульфаніл	-O-C(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	<i>трет</i> -бутокси
		-OC <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	фенокси-

### 1.11. Ряди і класи органічних сполук.

Ряди: жирний ряд (ациклчні сполуки), аліциклічний ряд, ароматичний ряд, гетероциклічний ряд.

Класи: алкани, алкени, алкіни та інші вуглеводні, алканоли, або спирти (одноатомні, двох- і більше атомні), етери, аміни (первинні, вторинні, третинні, четвертинні амонієві солі), тіоли та тіоетери, сульфоксиди, сульфони, сульфенові, сульфіннові і сульфонові кислоти та їх похідні, карбонільні сполуки (альдегіди, кетони, кетени) та їх похідні (ацеталі, кеталі, оксими, гідразони, азини), карбонові кислоти та їх похідні (солі, естери, ангідриди, галогенангідриди, аміди, амідини, ортоестери, нітрили, імідоестери, тіокислоти). Сполуки зі змішаними функціями: ненасичені функціональні похідні, похідні з кількома функціональними групами (однаковими і різними).

### 1.12. Структурна ізомерія та її різновиди.

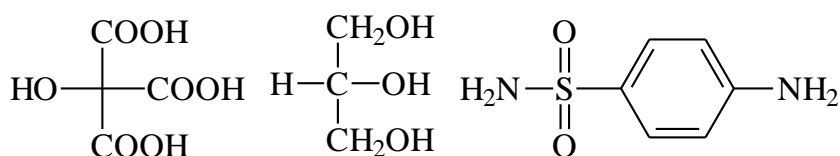
Ізомерія скелету, числа ізомерів. Ізомерія за рахунок кратних зв'язків і циклів (дієни кумульовані, метиленрозділені, кон'юговані і ізольовані), ненасичені галогенопохідні (вінілгалогеніди, алілгалогеніди). Ізомерія за рахунок участі функціональних груп (спирти – етери, аміни первинні, вторинні і третинні, карбонові кислоти – ненасичені карбонільні сполуки) тощо.

### 1.13. Просторова ізомерія.

Сполуки з одним і кількома асиметричними атомами Карбону. Геліцени. Хіральні фулерени.

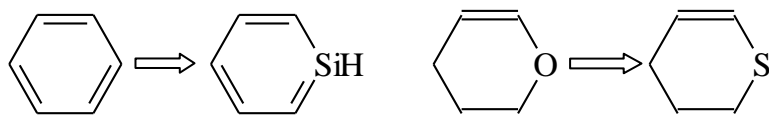
1.14. Номенклатура в органічній хімії: тривіальна, замінна, радикально-функціональна, раціональна, систематична (номенклатура IUPAC).

#### Тривіальна:



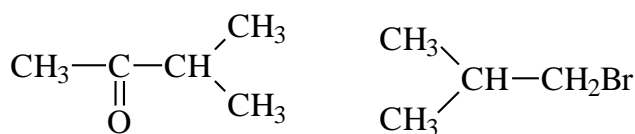
Лимонна кислота    Гліцерол    Сульфанілова кислота

#### Замінна:



Бензен    Силабензен    Піран    Тіапіран

#### Радикально-функціональна:



Метилізопропілкетон    Ізобутилбромід

#### Раціональна:

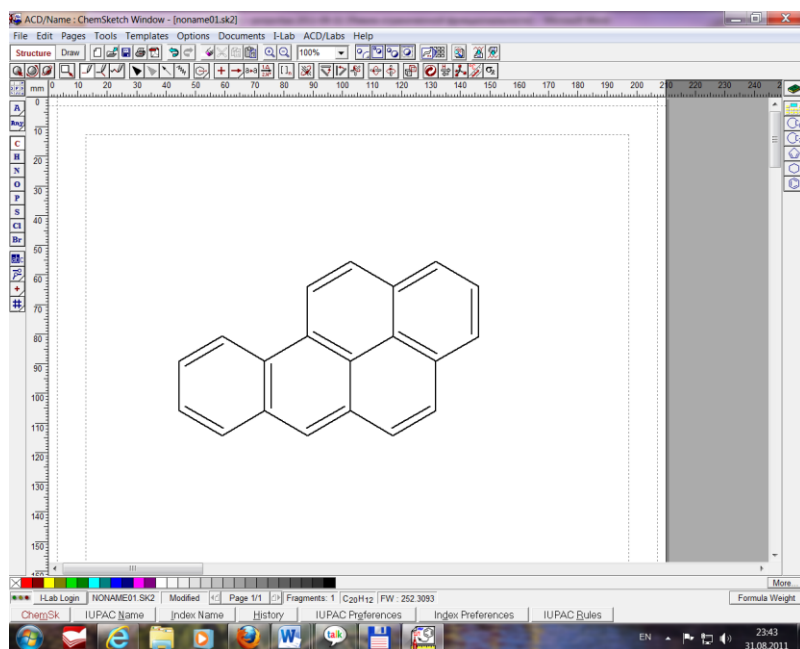
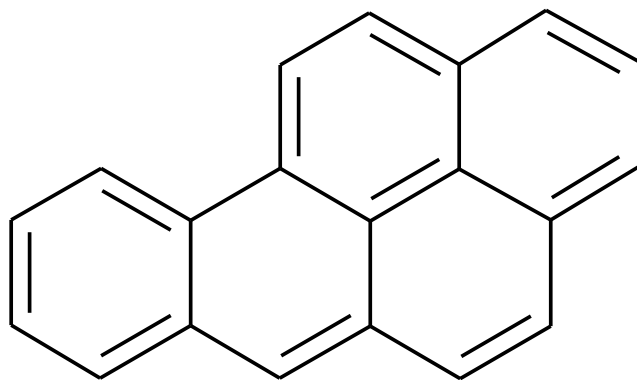


Тетраметилметан    Триметилоцтова кислота

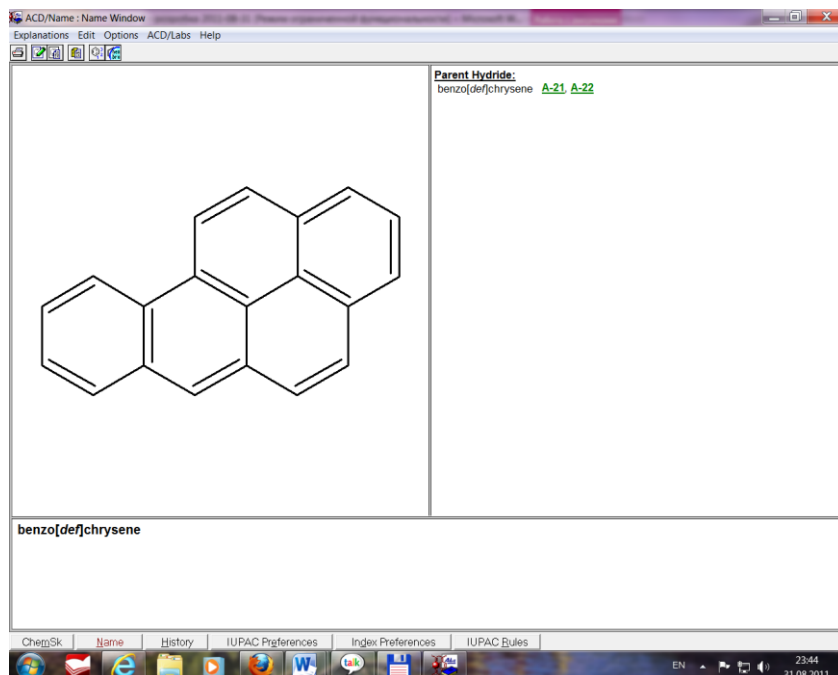
### Номенклатура IUPAC

Реєстри тривіальних назв органічних сполук. Автоматична побудова назв за номенклатурою IUPAC (програма ACDLabs) і розрахунок спектрів.

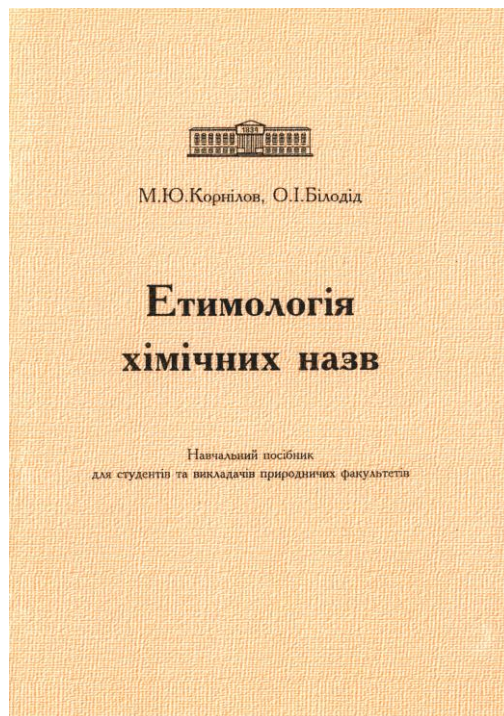
Приклад – небезпечна сполука бензо[def]хризен (колишня назва бензо[a]пірен), від якої страждали середньовічні сажотруси:



Назва за номенклатурою IUPAC, яку дає програма ACDLabs:

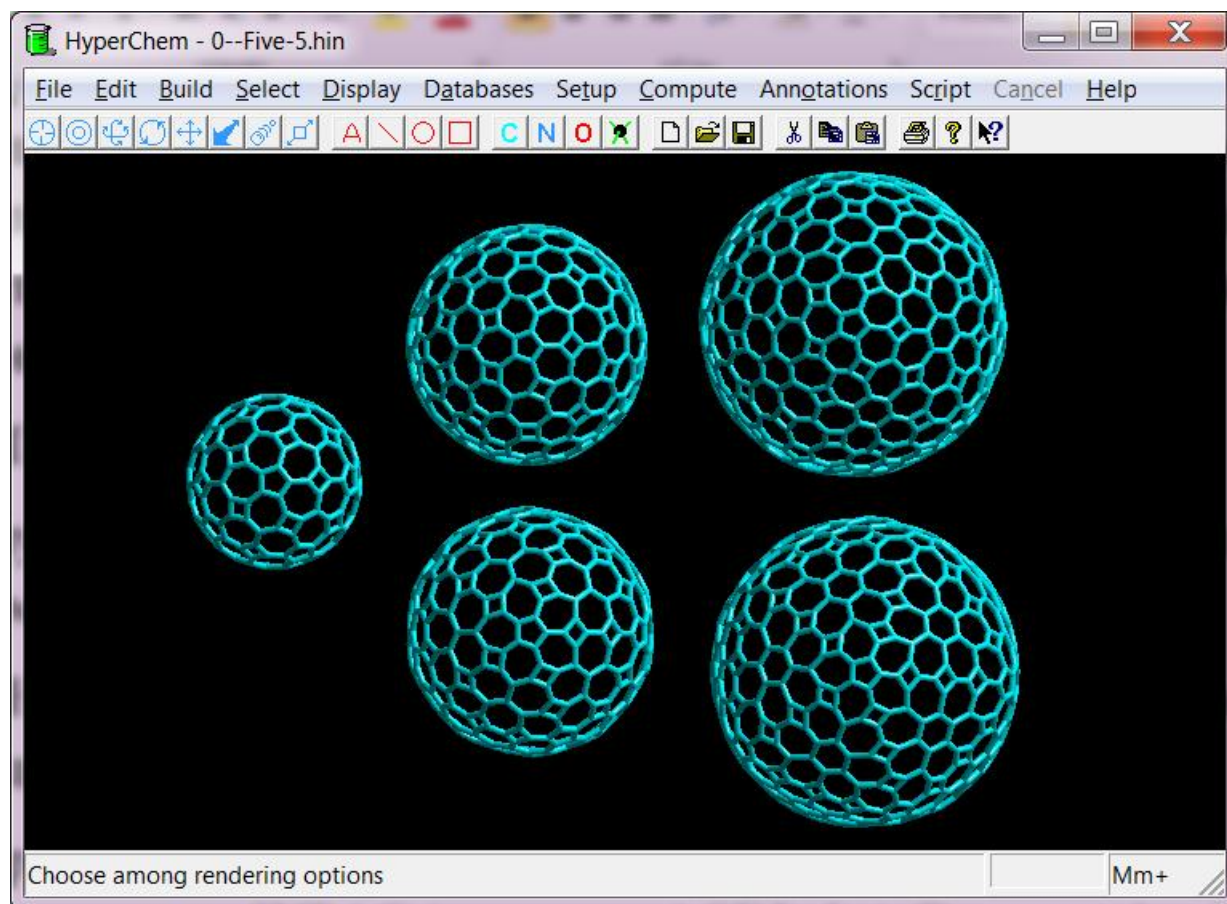


Етимологія (походження) хімічних назв. Посібник 1998 року видання:



Моделювання в органічній хімії. Програма HyperChem.

Приклад: моделі теоретично можливих, але ще не зроблених аналогів фулеренів  $C_{200}$ ,  $C_{380}$  і  $C_{600}$  (І. Кулай).



Рекомендована література до загального курсу «Органічна хімія»:

Основна:

1. Марч Дж. Органическая химия: В 4 т. М.: Мир, 1985.
2. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир, 1974.

3. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1990.
4. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии: В 2 т. М.: Мир, 1978.
5. Терней А. Современная органическая химия: В 2 т. М.: Мир, 1981.
6. Реутов О. А., Курц А. Л., Бутин К. П. Органическая химия: В 4 частях. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004 г.

Додаткова:

1. Бочков А.Ф., Смит В.А. Органический синтез. М.: Наука, 1987.
2. Вацура К.В., Мищенко Г.Л. Именные реакции в органической химии. М.: Химия, 1976.
3. Ласло П. Логика органического синтеза. М.: Мир, 1998. В 2 т.
4. Мандельштам Т.В. Стратегия и тактика органического синтеза. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989.
5. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии: В 2 кн. М.: Химия, 1974.
6. Потапов В.М. Стереохимия. М.: Химия, 1978.
7. Потапов В.М., Кочетова Э.К. Химическая информация. Где и как искать химику нужные сведения. М.: Химия, 1988.
8. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М.: Мир, 1977.
9. Салем Л. Электроны в химических реакциях. М.: Мир, 1985.
10. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия. М.: Мир, 1999.
11. Физер Л., Физер М. Реагенты для органического синтеза: В 7 т. М.: Мир.
12. Яновская Л.А. Современные теоретические основы органической химии. М.: Химия, 1978.
13. Ковтуненко В.О. Загальна стереохімія (2-е видання, перероблене). Підручник для студентів вищих навчальних закладів. К., Кондор, 2005.
14. Іщенко В. В., Ковтуненко В. О., Тилтін А. К. Нуклеофільне заміщення при насиченому атомі вуглецю. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 1997.
15. Іщенко В. В., Ковтуненко В. О. Синтези на основі магній- та цинкорганічних сполук. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2004.
16. Воловненко Т.А., Воловенко Ю.М. Окиснення органічних сполук. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2006.
17. Воловенко Ю.М., Іщенко В.В. Кількісний елементний і функціональний аналіз органічних сполук. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2006.
18. Хиля О.В., Воловенко Ю.М. Аліфатичні аміни та амінування. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2006.
19. Горічко М.В. Ароматичні аміни та діазосполуки. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2006.
20. Гордієнко О.В., Корнілов М.Ю., Воловенко Ю.М. Електрофільне та нуклеофільне заміщення в ароматичному ядрі. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2009 р.
21. Чирва В.Я., Ярмолюк С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія. Львів, БаК, 2009.
22. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Львів, Центр Європи, 2000.

Електронні підручники з окремих розділів органічної хімії розміщені на сайті хімічного факультету:

23. Іщенко В. В., Ковтуненко В. О., Тилтін А. К. Нуклеофільне заміщення при

насиченому атомі вуглецю. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 1997.

24. Іщенко В. В., Ковтуненко В. О. Синтези на основі магній- та цинкорганічних сполук. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2004.
25. Воловненко Т. А., Воловенко Ю. М. Окиснення органічних сполук. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2006.
26. Воловенко Ю. М., Іщенко В. В. Кількісний елементний і функціональний аналіз органічних сполук. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2006.
27. Хиля О. В., Воловенко Ю. М. Аліфатичні аміни та амінування. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2006.
28. Горічко М. В. Ароматичні аміни та діазосполуки. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2006.
29. Войтенко З. В. Відновлення органічних сполук. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2007 р.
30. Гордієнко О. В., Корнілов М. Ю., Воловенко Ю. М. Електрофільне та нуклеофільне заміщення в ароматичному ядрі. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2009 р.

Інші підручники і навчальні посібники, програми та допоміжний матеріал з курсу органічної хімії можна також знайти на сайті кафедри органічної хімії:

[http://organic.chem.univ.kiev.ua/ua/teaching\\_resources/e\\_books/](http://organic.chem.univ.kiev.ua/ua/teaching_resources/e_books/)

Довідкові таблиці з курсу органічної хімії

[Дати з історії органічної хімії і енергії зв'язків](#)

[http://organic.chem.univ.kiev.ua/ua/teaching\\_resources/learning\\_programs/](http://organic.chem.univ.kiev.ua/ua/teaching_resources/learning_programs/)

Робочі навчальні програми (згідно Болонської системи).

[Органічна хімія](#)

Сайт кафедри органічної хімії:



**КАФЕДРА ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ**  
Хімічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Ua Ru En

Ласкаво просимо

Новини

Загальна інформація

Історія в особах

Видатні випускники

Співробітники

Наукові напрямки

**Навчання**

Навчальні програми

Підручники

Методична література

Слайди до лекцій

Навчальні програми

Робочі навчальні програми (згідно Болонської системи)

**Органічна хімія**

**Фізичні методи дослідження хімічних сполук**

Нормативні курси спеціальних хімічних дисциплін

**Органічна хімія**