

**Безпечна для довкілля хімія  
(«green chemistry»).**  
**Основні напрямки та  
перспективи розвитку.**



Виконала учениця 11 класу  
Тимощук Юлія

\* **Зелена хімія (*Green chemistry*)** - науковий напрям у хімії, до якого можна віднести будь-яке вдосконалення хімічних процесів, що позитивно впливає на довкілля.

\* Як науковий напрям виникла в 90-ті роки ХХ століття.

\* Прикладом зеленої хімії можна назвати **водневу енергетику**, коли відновлювана енергія запасається у вигляді водню, отриманого із води, який при використанні дає енергію і знову воду.



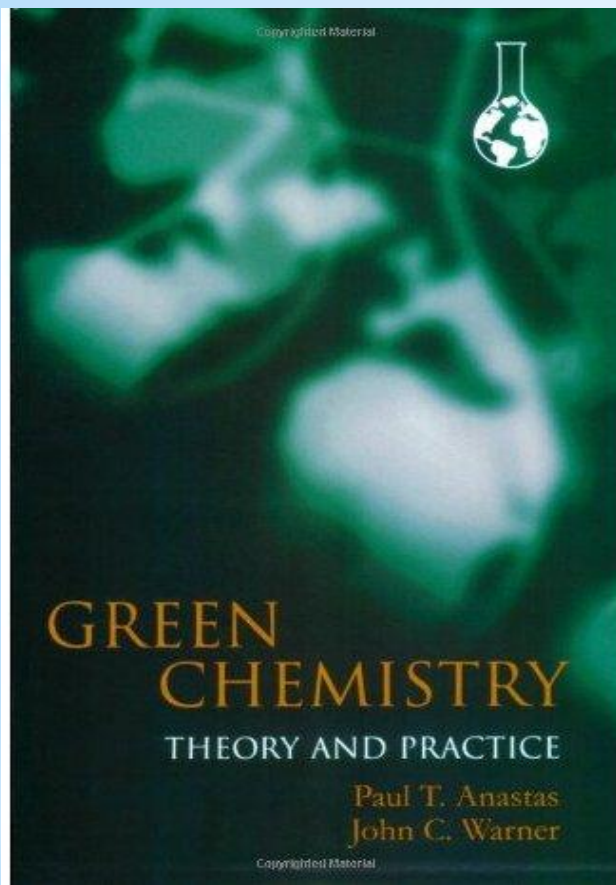
**\* Основна мета зеленої хімії** - пошук безпечних щодо хімії й екології способів діяльності суспільства у всіх аспектах — починаючи від процесів виробництва і способів використання енергоресурсів до способів виконання нашої щоденної домашньої роботи.

\* Наприклад, це процеси окислення, в яких окислювачем служить кисень повітря; процеси, де в якості розчинника використовується вода; або замість органічних і мінеральних кислот ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$  і т.п.) застосовується двоокис вуглецю.



**12 основних принципів** зеленої хімії, якими

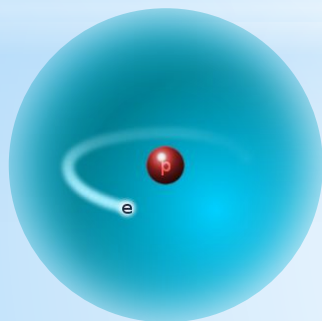
слід керуватися дослідникам, котрі працюють у цій галузі, вперше розробили фахівці промисловості Пол Анастас і Джон В. Ворнер у 1998 році у своїй книзі **«Зелена хімія: теорія і практика»**.



*Пол Анастас*



*Джон В. Ворнер*





# Принципи GREEN CHEMISTRY



- 1. Випередження.** Краще запобігти втратам, ніж переробляти і чистити залишки.
- 2. Економія атомів.** Методи синтезу треба вибирати таким чином, щоб усі матеріали, використані в процесі, були максимально переведені в кінцевий продукт.
- 3. Зниження небезпеки процесів і продуктів синтезу.** Методи синтезу по можливості слід вибирати так, щоб використовувані і синтезовані речовини були якомога менш шкідливими для людини і довкілля.
- 4. Конструювання «зелених» матеріалів.** Створюючи нові хімічні продукти, варто намагатися зберегти ефективність роботи, якої досягли раніше, зменшуючи при цьому токсичність.
- 5. Використання менш небезпечних допоміжних реагентів.** Допоміжні у виробництві речовини, такі як розчинники або розділяючі агенти, краще не використовувати зовсім, а якщо це неможливо, їх використання має бути нешкідливим.
- 6. Енергозбереження.** Обов'язково слід враховувати енергетичні витрати та їхній вплив на навколишнє середовище і вартість продукту. Синтез по можливості треба проводити за температури, близької до

7. **Використання відновлюваної сировини.** Вихідні і необхідні матеріали повинні бути відновлюваними у всіх випадках, коли це технічно й економічно вигідно.
8. **Зменшення числа проміжних стадій.** За можливості треба уникати отримання проміжних продуктів (блокувальних груп, приєднання і зняття захисту тощо).
9. **Використання каталітичних процесів.** Завжди слід надавати перевагу каталітичним процесам (за можливості найбільш селективним).
0. **Біорозкладність.** Хімічний продукт повинен бути таким, щоб після його використання він не залишався в навколишньому середовищі, а розкладався на безпечні продукти.
1. **Забезпечення аналітичного контролю в реальному масштабі часу.** Потрібно розвивати аналітичні методики, щоб можна було стежити в продуктів.
2. **Запобігання можливості аварій.** Речовини і їхні форми, що використовуються в хімічних процесах, потрібно вибирати таким чином, щоб ризики хімічної небезпеки, включаючи витоки, вибух і пожежу, були мінімальними.



Є. С. Локтева та В. В. Лунін додали до цього списку додатковий,

**13-й** принцип: Якщо ви робите все так, як звикли, то й отримаєте те, що зазвичай отримуєте.



# Напрямки «Green chemistry»



## Нові шляхи синтезу

- реакції з застосуванням каталізатора;
- фотохімія,
- мікрохвильове випромінювання

## Відновлювані джерела сировини та енергії

- використання біомаси замість нафти;
- біотехнологія

## Заміна традиційних органічних розчинників.

- використання надкритичних рідин (в основному, вуглекислий газ і вода)
- використання іонних рідин



# \* Нові шляхи синтезу.

- \* Найпоширеніший — **використання каталізатора**, який знижує енергетичний бар'єр реакції. Деякі з новітніх каталітичних процесів мають дуже високу атомну ефективність. Так, наприклад, процес синтезу оцтової кислоти з метанолу та СО на родієвому каталізаторі, розроблений фірмою Монсанто, відбувається зі 100-відсотковим виходом:  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$
- \* Інший напрям — **використання локальних джерел енергії** для активації молекул (фотохімія, мікрохвильове випромінювання), що дають змогу знизити витрати енергії.



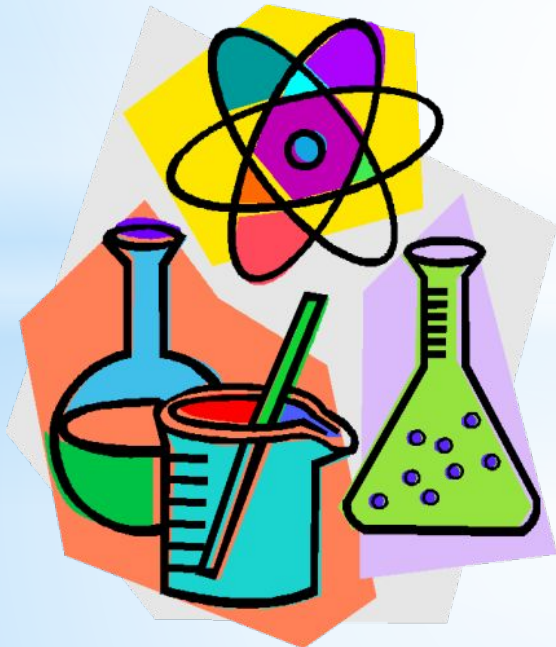
# \* Відновлювані вихідні реагенти

- \* Ще один шлях, що веде до цілей зеленої хімії - **широке використання біомаси замість нафти**, з якої хімічні підприємства створюють нині все різноманіття речовин — конструкційні матеріали, хімікати, ліки, парфумерію і багато іншого.
- \* Також швидко зростає виробництво ефірів жирних кислот (**біодизель**) і, останнім часом, целюлозного етанолу (**біопаливо**).

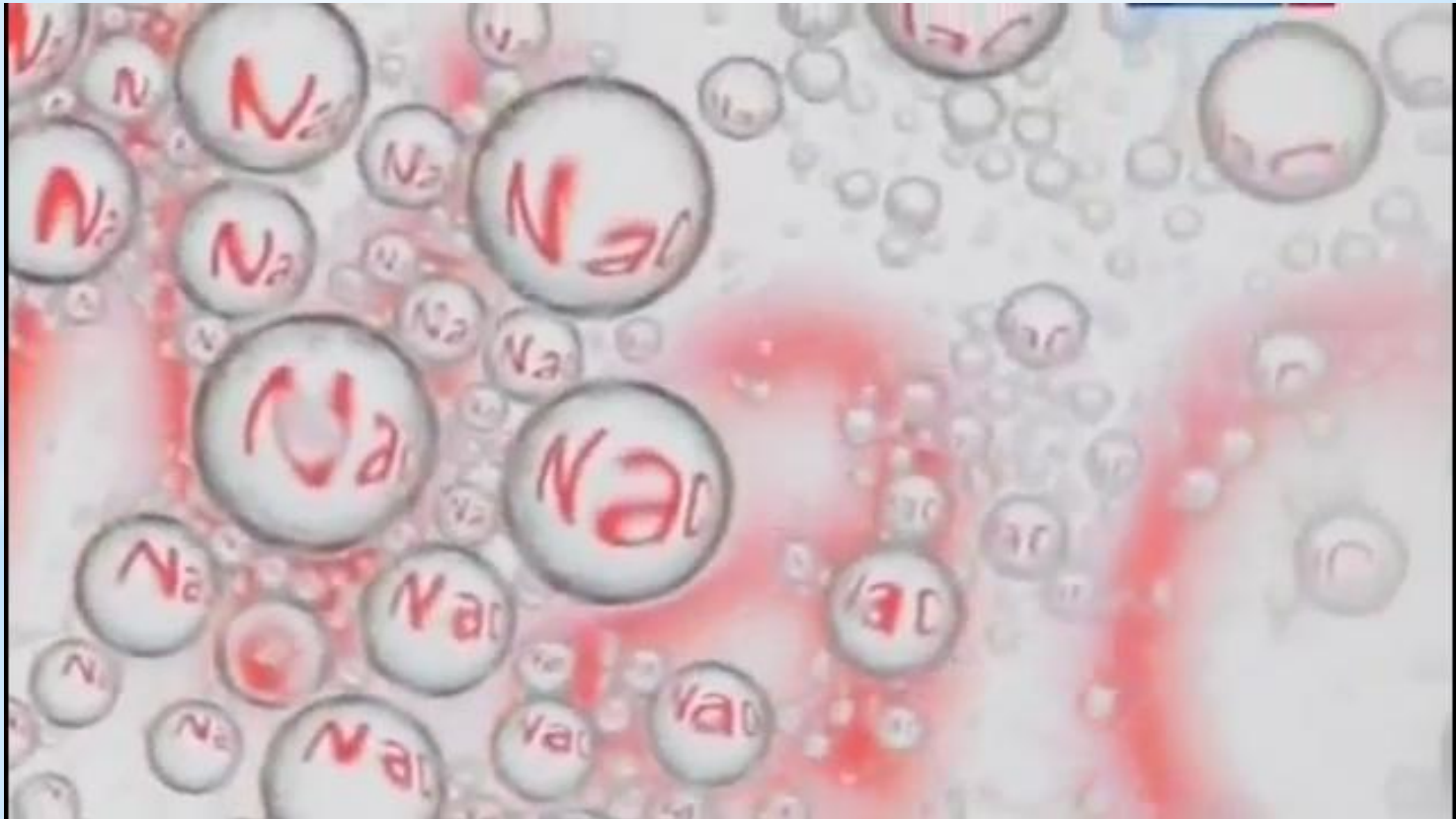


# \* Заміна традиційних органічних розчинників

- \* Велика надія покладається на **використання надкритичних речовин** (переважно вуглекислий газ і вода, меншою мірою — амоніак, етан, пропан тощо)
- \* Надкритичний  $\text{CO}_2$  вже широко застосовується як нешкідливий, екологічно чистий розчинник — наприклад, для екстракції кофеїну з кавових зерен, ефірних олій із рослин і як розчинник для певних хімічних реакцій.



\* Перспективний напрям - використання **іонних рідин**. Вони являють собою рідкі солі при низьких температурах. Це новий клас розчинників, які не мають тиску насиченої пари і тому не випаровуються й не є горючими. Мають дуже хорошу здатність розчиняти широкі гама речовин, у тому числі і біополімери. Їх можлива кількість віртуально не обмежена, і вони можуть бути отримані з будь-якими заданими наперед властивостями. Крім того, вони можуть бути отримані з поновлюваних джерел, бути не токсичними і не небезпечними для навколишнього середовища і людини.





**Дякую за увагу!**