

Загальна характеристика неметалічних елементів.

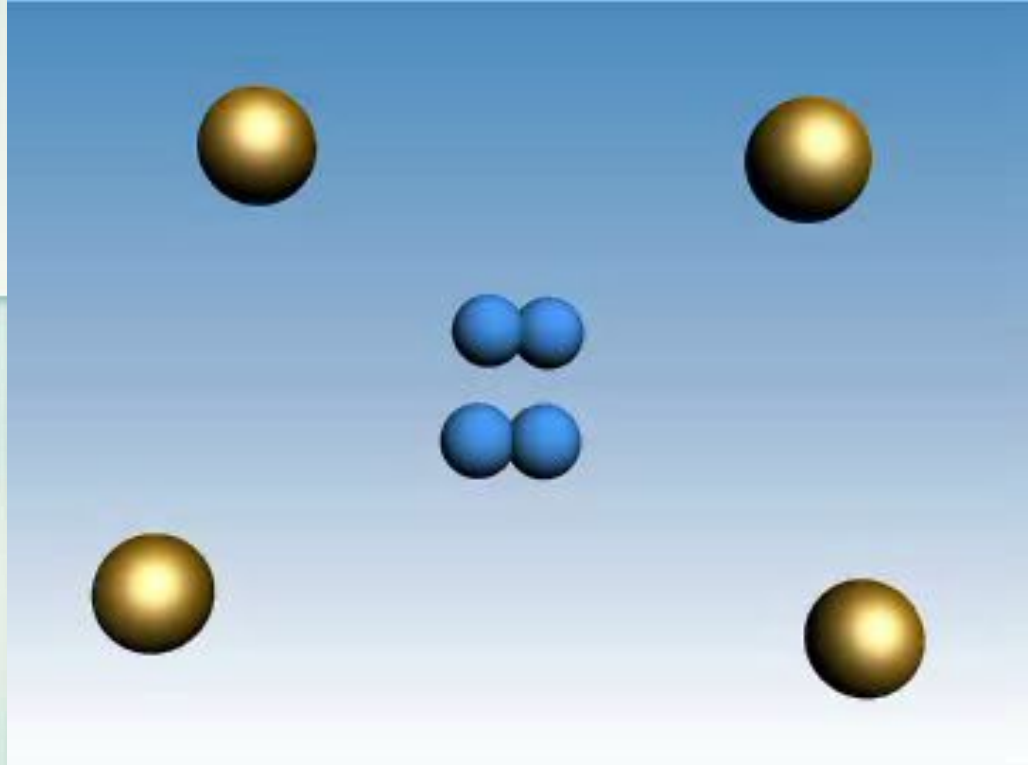
Неметали як прості речовини.

Явище алотропії, алотропні видозміни Оксигену і Карбону.

Значення озонового шару для життя організмів на Землі.

Мета:

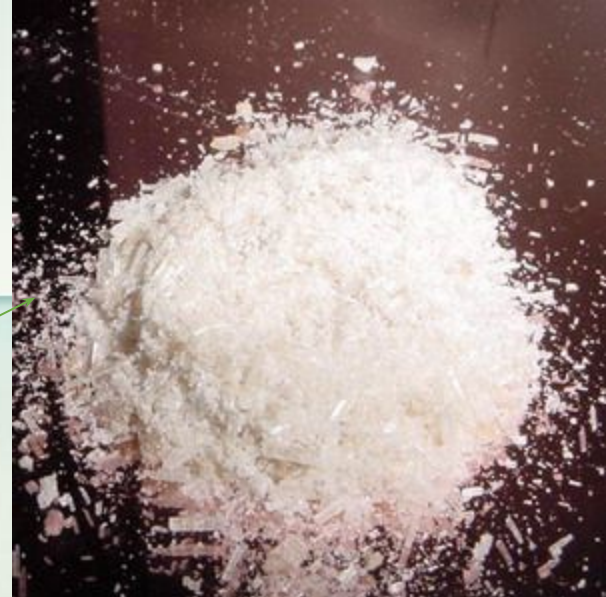
- Ознайомити з місцем розташування елементів-неметалів у періодичній системі.
- Закріпити в пам'яті ознаки, за якими відрізняють елементи-неметали від елементів-металів.
- Дати характеристику місцю Оксигену та Карбону в періодичній системі і особливостям будови їх атомів
- Дати поняття “алотропія” та “алотропних видозмін хімічного елемента”.
- Висвітлити причини існування “алотропних видозмін.
- Формувати розуміння залежності властивостей речовин від їх складу і будови.
- Дати характеристику озону, його властивостям (здатність поглинати шкідливе ультрафіолетове випромінювання), застосуванню (як окисника для знезараження питної води).
- Розкрити роль озонового шару для життя організмів на Землі.
- **Лабораторний дослід № 1.**
- **Ознайомлення із зразками сірки та її природних сполук.**



- **Атоми хімічних елементів сполучаються між собою, утворюючи всю різноманітність речовин, або хімічних сполук.**
- **Усі речовини вважаються хімічними сполуками, оскільки атоми, з яких вони складаються, утримуються один з одним хімічними зв'язками.**

Речовини

Вилучення
речовин



- Речовина— вид матерії, яка на відміну від поля, характеризується масою.
- Речовина складається з елементарних частинок із масою найчастіше — з електронів, протонів та нейтронів, які утворюють атоми і молекули
- Вся різноманітність фізичних та хімічних властивостей речовин зумовлюється взаємодією між електронами та атомними ядрами, а також між атомами, молекулами, йонами.

- Речовини поділяють на прості й складні.

речовини

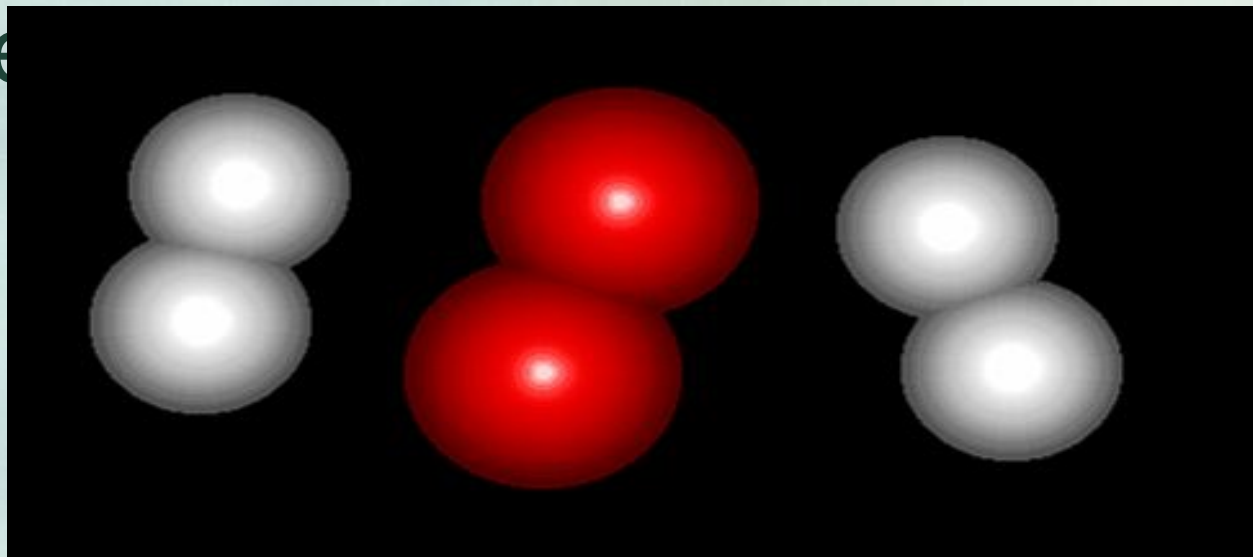
```
graph TD; A[речовини] --- B[прості]; A --- C[складні]
```

прості

складні

- Прості речовини – форма існування хімічних елементів у вільному стані.

- Переважна більшість елементів, які містяться у природних об'єктах, виділені у вигляді простих речовин, наприклад азот N_2 , хлор Cl_2 , водень H_2 , кисень O_2 , озон O_3 та ін.
- Їхні молекули містять атоми одного й того самого хімічного елемента, інших елементів не



■ Хімічна сполука, утворена атомами різних хімічних елементів, називається складною речовиною.

■ HCl

■ MgCl₂

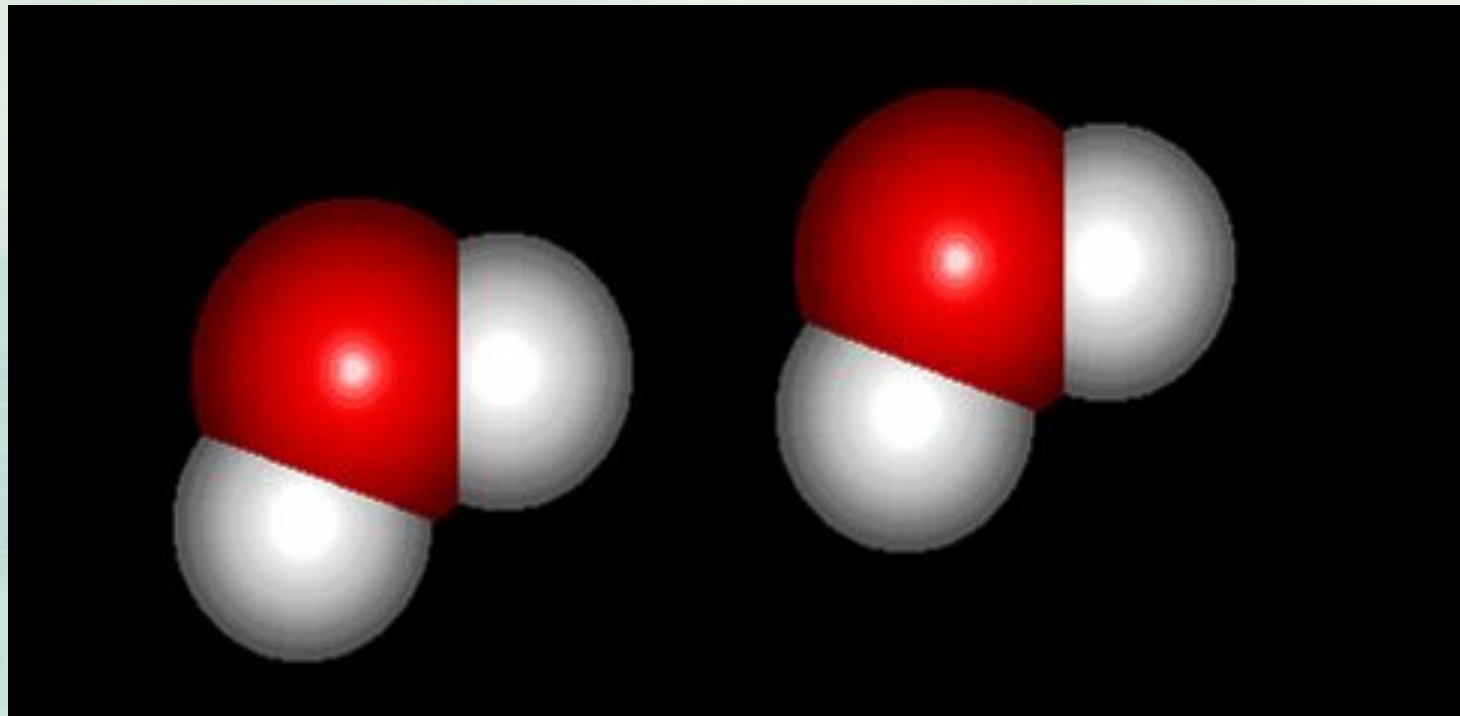
■ NaCl

■ KClO₃

■ KCl

■ CH₄

■ C₂H₂



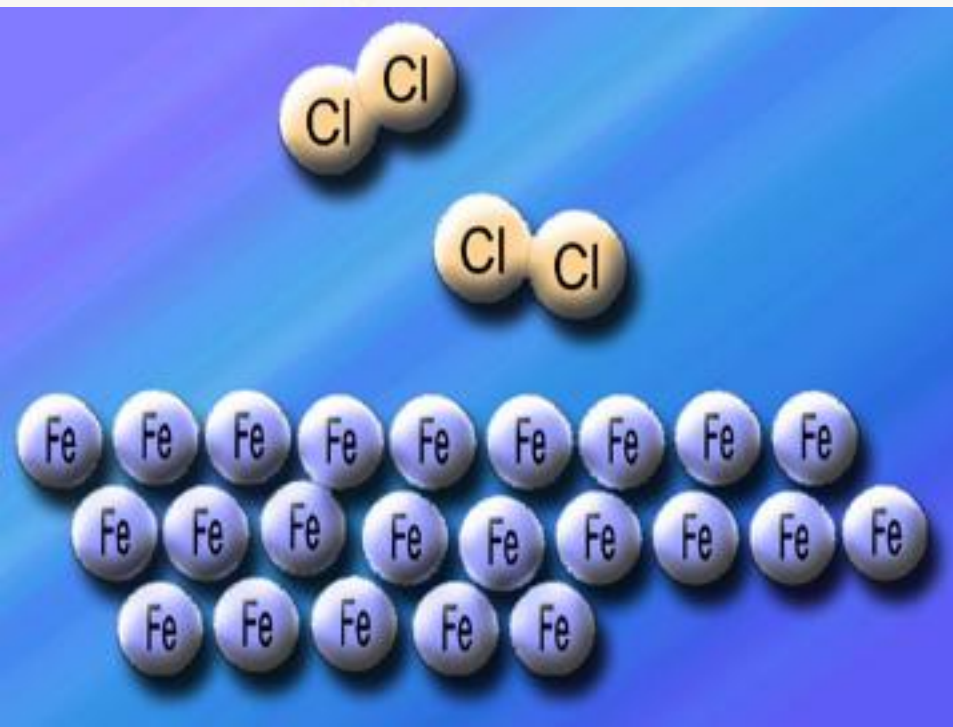
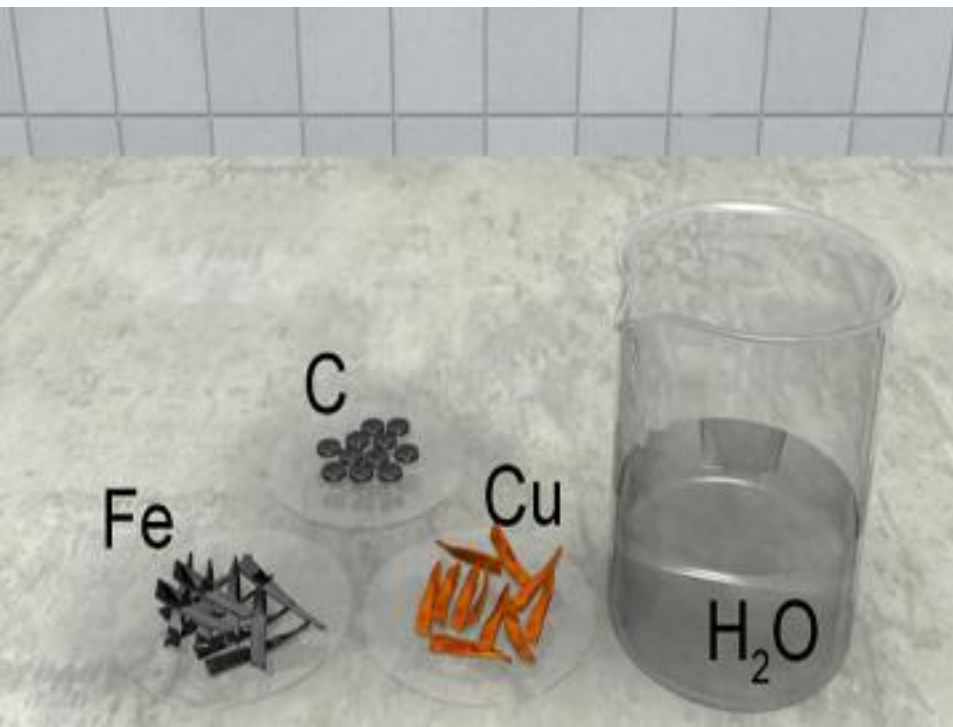
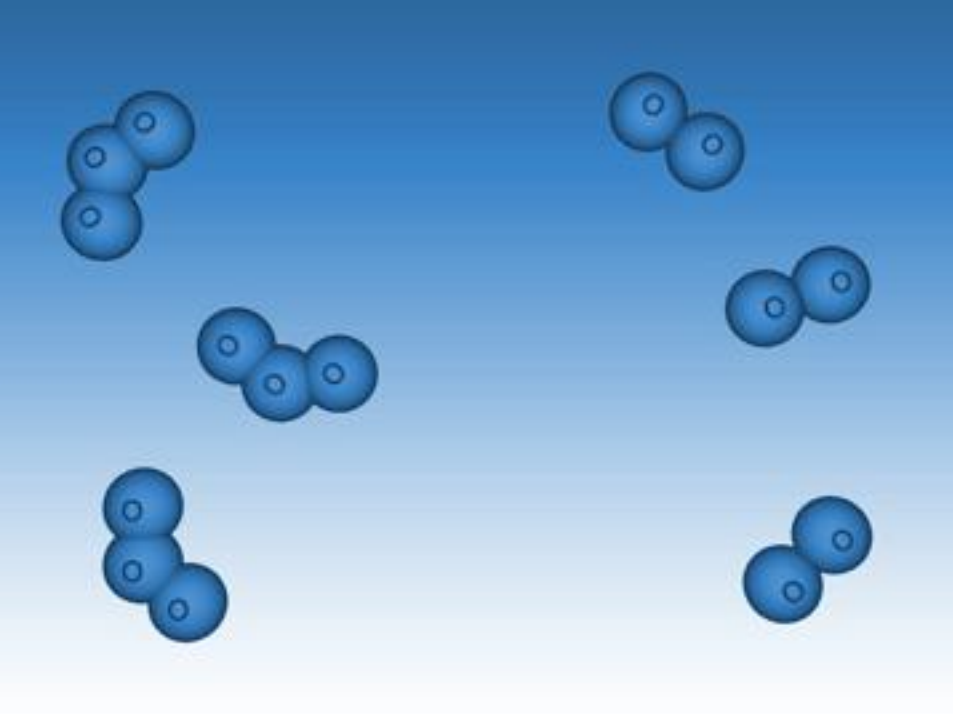
- Прості речовини поділяють на:
- **метали** (натрій Na, цинк Zn, барій Ba, магній Mg)
- **неметали** (сірка S, фосфор P, йод I₂, бром Br₂).

Прості речовини

```
graph TD; A[Прості речовини] --- B[метали]; A --- C[неметали]
```

метали

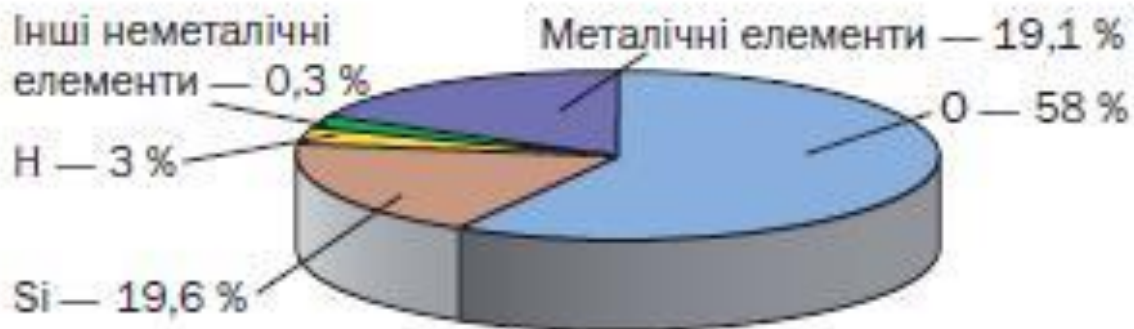
неметали



■ Неметали – це хімічні елементи, які утворюють в вільному вигляді прості речовини, які не мають фізичних властивостей металів



Атомні частки виражають у відсотках (мал. 2).



Неметали

- Неметали – прості речовини, які не мають властивостей металів, а саме: металічного блиску, непридатні для кування, погано проводять тепло, електричний струм.
- У хімічних реакціях атоми неметалів, як правило, одержують електрони.
- До типових неметалів зараховують 22 елементи: водень (гідроген), азот, кисень (оксиген), флуор, хлор, інертні гази, бром, карбон, фосфор, сульфур, селен, йод, астат, телур, бор.
- Типові оксиди неметалів є ангідридами.
- Різкої межі між металами, металоїдами та неметалами немає.

Неметали



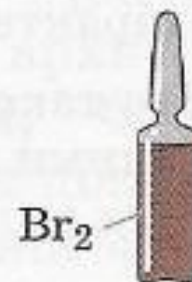
Кислород



Водород



Хлор



Бром



Иод



Алмаз



Графит



Сера

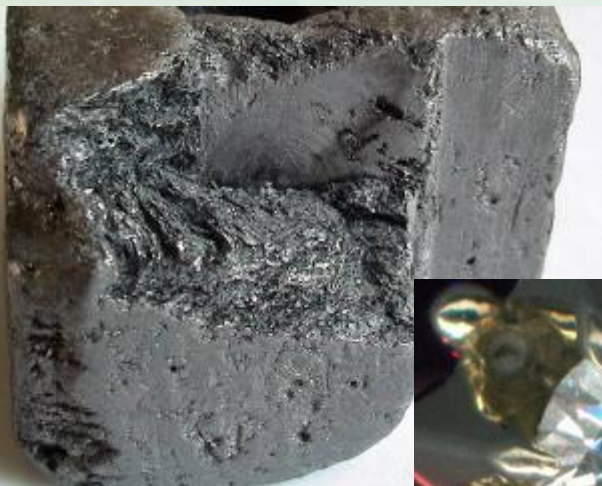
Властивості неметалів

- Неметали можуть мати як молекулярну, так і немолекулярну структури.
- Вони погано проводять теплоту й електричний струм, крихкі, мають різний колір.
- Так, фосфор червоного кольору, сірка — жовтого, графіт — чорного, водень — безбарвний газ.





■ Фосфор



■ Сірка

■ Углерод

Неметали мають різний агрегатний стан за звичайних умов:





■ Сіліцій



Бром



■ Азот



гелій

Назви неметалічних елементів і неметалів за сучасною українською хімічною номенклатурою

| Хімічний елемент | | Проста речовина | | Хімічний елемент | | Проста речовина | |
|------------------|--------|-----------------|----------------------------------|------------------|--------|--|-----------------|
| Назва | Символ | Назва | Формула | Назва | Символ | Назва | Формула |
| Гідроген | H | водень | H ₂ | Бром | Br | бром | Br ₂ |
| Нітроген | N | азот | N ₂ | Йод | I | йод | I ₂ |
| Оксиген | O | кисень озон | O ₂ O ₃ | Карбон | C | вуглець (графіт, алмаз, карбін) | C |
| Флуор | F | фтор | F ₂ | Силіцій | Si | силіцій | Si |
| Хлор | Cl | хлор | Cl ₂ | Сульфур | S | сірка | S |

Положення неметалів в ПС

- Неметали розташовані в основному в правому верхньому куті ПС, умовно обмеженому діагоналлю бор-Астат. Найактивнішим є флуор.

| Періоди | Групи елементів | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------|--|--------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | | | | | | | | |
| 1 | H 1 Гідроген | | | | | | | He 2 Гелій | Перехідний метал | | | | | | | |
| 2 | Li 3 Літій | Be 4 Берилій | B 5 Бор | C 6 Карбон | N 7 Азот | O 8 Кисень | F 9 Флуор | Ne 10 Неон | 25 Cr 26 Fe 27 Co 28 Ni 29 | | | | | | | |
| 3 | Na 11 Натрій | Mg 12 Магній | Al 13 Алюміній | Si 14 Силіцій | P 15 Фосфор | S 16 Сульфур | Cl 17 Хлор | Ar 18 Аргон | 35 Br 36 Kr 38 | | | | | | | |
| 4 | K 19 Калій | Ca 20 Кальцій | Sc 21 Скандій | Ti 22 Титан | V 23 Ванадій | Cr 24 Хром | Mn 25 Манган | Fe 26 Залізо | Co 27 Кобальт | Ni 28 Нікель | | | | | | |
| 5 | Rb 37 Рубідій | Sr 38 Стронцій | Y 39 Йттрій | Zr 40 Цирконій | Nb 41 Ніобій | Mo 42 Молибден | Tc 43 Технецій | Ru 44 Рутеній | Rh 45 Родій | Pd 46 Паладій | | | | | | |
| 6 | Cs 55 Цезій | Ba 56 Барій | *La 57 Лантан | Hf 72 Гафній | Ta 73 Тантал | W 74 Вольфрам | Re 75 Реній | Os 76 Осмій | Ir 77 Ірідій | Pt 78 Платина | | | | | | |
| 7 | Fr 87 Францій | Ra 88 Радій | **Ac 89 Актиній | Rf 104 Рифторій | Db 105 Дубній | Sg 106 Сєбегей | Bh 107 Богровій | Hs 108 Хасєн | Mt 109 Міттергейм | Uun 110 Унунівій | | | | | | |
| Вані елементів | R ₂ O | RO | R ₂ O ₃ | RO ₂ | R ₂ O ₅ | RO ₃ | R ₂ O ₇ | RO ₄ | | | | | | | | |
| Перші водні сполуки | | | | RH ₄ | RH ₃ | H ₂ R | HR | | | | | | | | | |
| | * Sc 21 Скандій | * Y 39 Йттрій | * La 57 Лантан | * Pr 59 Прометій | * Nd 60 Неодім | * Pm 61 Прометій | * Sm 62 Самарій | * Eu 63 Європій | * Gd 64 Гадоліній | * Tb 65 Тербій | * Dy 66 Дісмій | * Ho 67 Голландій | * Er 68 Ербій | * Tm 69 Темір | * Yb 70 Йттрій | * Lu 71 Люцій |
| | ** Th 90 Торій | ** Pa 91 Пакетій | ** U 92 Уран | ** Np 93 Нептуній | ** Pu 94 Плутоній | ** Am 95 Америцій | ** Cm 96 Курчатовій | ** Bk 97 Беркелій | ** Cf 98 Каліфорній | ** Es 99 Ейнштейнівій | ** Fm 100 Фермій | ** Md 101 Мейтнерівій | ** No 102 Нобелівій | ** Lr 103 Лоренцій | | |

Рис. 4. Розміщення неметалічних елементів у періодичній системі хімічних елементів

Електронні формули зовнішнього енергетичного рівня атомів неметалічних елементів та значення їх електронегативності

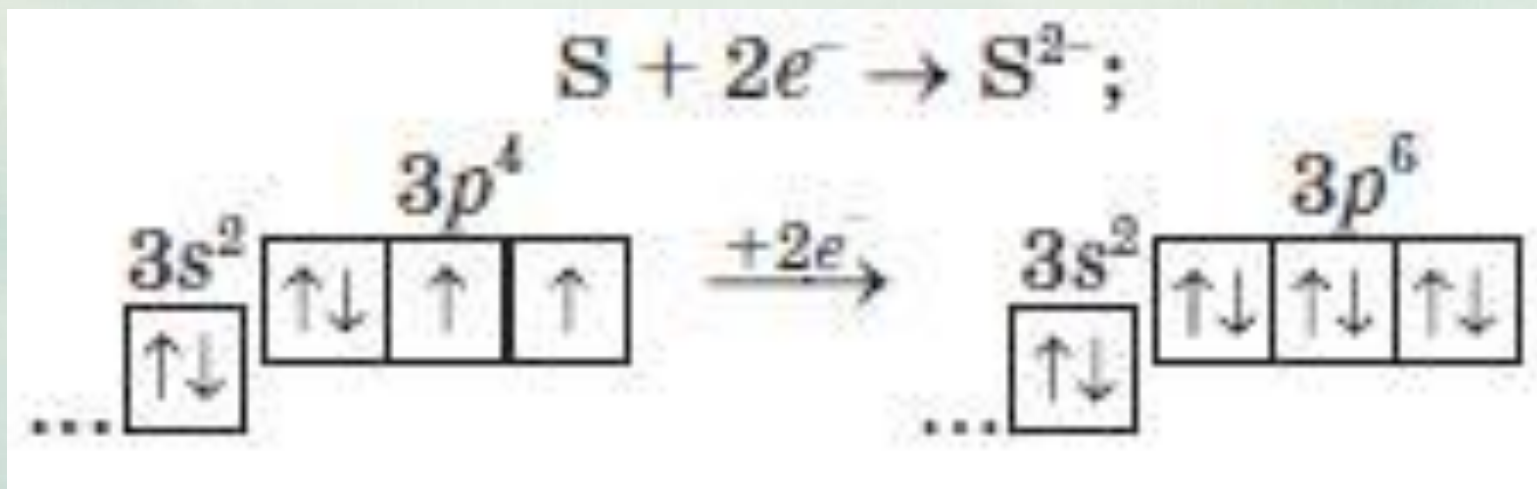
| Періоди | Групи | | | | | |
|---------|--|--|--|--|--|---|
| | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| 1 | | | | | ${}_{1}\text{H}$ $1s^1$ 2,1 | ${}_{2}\text{He}$ $1s^2$ |
| 2 | ${}_{5}\text{B}$ $\dots 2s^2 2p^1$ 2,0 | ${}_{6}\text{C}$ $\dots 2s^2 2p^2$ 2,5 | ${}_{7}\text{N}$ $\dots 2s^2 2p^3$ 3,0 | ${}_{8}\text{O}$ $\dots 2s^2 2p^4$ 3,5 | ${}_{9}\text{F}$ $\dots 2s^2 2p^5$ 4,0 | ${}_{10}\text{Ne}$ $\dots 2s^2 2p^6$ |
| 3 | | ${}_{14}\text{Si}$ $\dots 3s^2 3p^2$ 1,8 | ${}_{15}\text{P}$ $\dots 3s^2 3p^3$ 2,1 | ${}_{16}\text{S}$ $\dots 3s^2 3p^4$ 2,5 | ${}_{17}\text{Cl}$ $\dots 3s^2 3p^5$ 3,0 | ${}_{18}\text{Ar}$ $\dots 3s^2 3p^6$ |
| 4 | | | ${}_{33}\text{As}$ $\dots 4s^2 4p^3$ 2,0 | ${}_{34}\text{Se}$ $\dots 4s^2 4p^4$ 2,4 | ${}_{35}\text{Br}$ $\dots 4s^2 4p^5$ 2,8 | ${}_{36}\text{Kr}$ $\dots 4s^2 4p^6$ |
| 5 | | | | ${}_{52}\text{Te}$ $\dots 5s^2 5p^4$ 2,1 | ${}_{53}\text{I}$ $\dots 5s^2 5p^5$ 2,5 | ${}_{54}\text{Xe}$ $\dots 5s^2 5p^6$ |
| 6 | | | | | ${}_{85}\text{At}$ $\dots 6s^2 6p^5$ 2,2 | ${}_{86}\text{Rn}$ $\dots 6s^2 6p^6$ |

Особливості будови атомів неметалів.

| | | |
|--------------------|------------------|----------------|
| ${}_5\text{B}$ | $1s^2 2s^2 2p^1$ | |
| ${}_6\text{C}$ | $1s^2 2s^2 2p^2$ | |
| ${}_7\text{N}$ | $1s^2 2s^2 2p^3$ | |
| ${}_8\text{O}$ | $1s^2 2s^2 2p^4$ | |
| ${}_9\text{F}$ | $1s^2 2s^2 2p^5$ | |
| ${}_{10}\text{Ne}$ | $1s^2 2s^2 2p^6$ | |
| | | 1s 2s 2p |

- Атоми неметалічних елементів на зовнішньому енергетичному рівні мають, як правило, від 4 до 8 електронів.
- Майже всі вони можуть приєднувати певну кількість електронів і перетворюватися на негативно заряджені йони — аніони .

- Приклад перетворення атома Сульфуру на сульфід-іон:



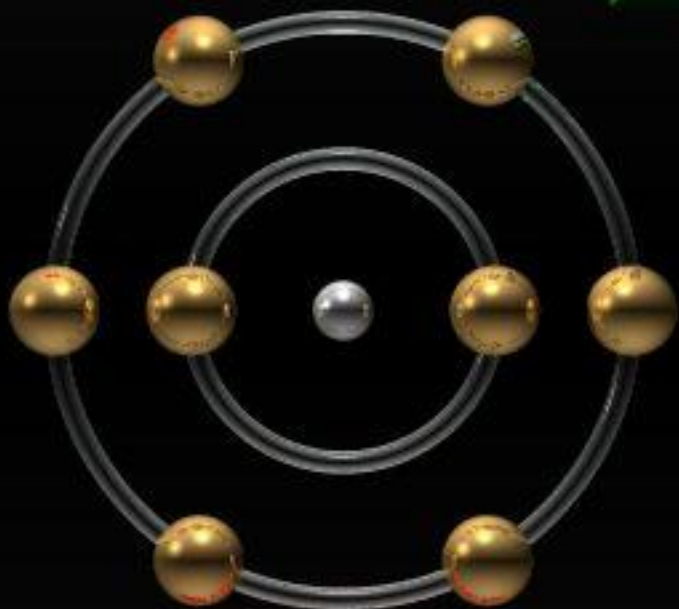
- Елементи - неметали більш здатні, в порівнянні з металами, до Алотропії.
- Здатність атомів одного хімічного елемента утворювати кілька простих речовин називається Алотропія, а ці прості речовини - алотропні видозміни або модифікаціями.

- **Алотропія** (від гр. *ἄλλος, állos* — інший і *τρόπος, trópos* — властивість)
- Здатність атомів одного хімічного елемента утворювати декілька простих речовин.

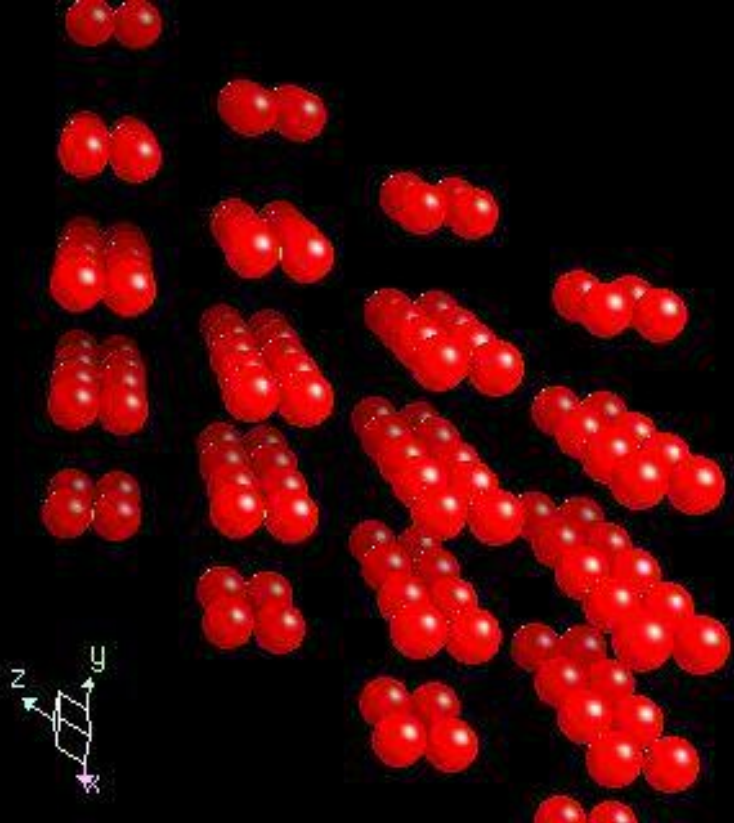
Алотропні модифікації



| | |
|---|------------------------------------|
| Утворення молекул з різною кількістю атомів | Утворення різних кристалічних форм |
|---|------------------------------------|

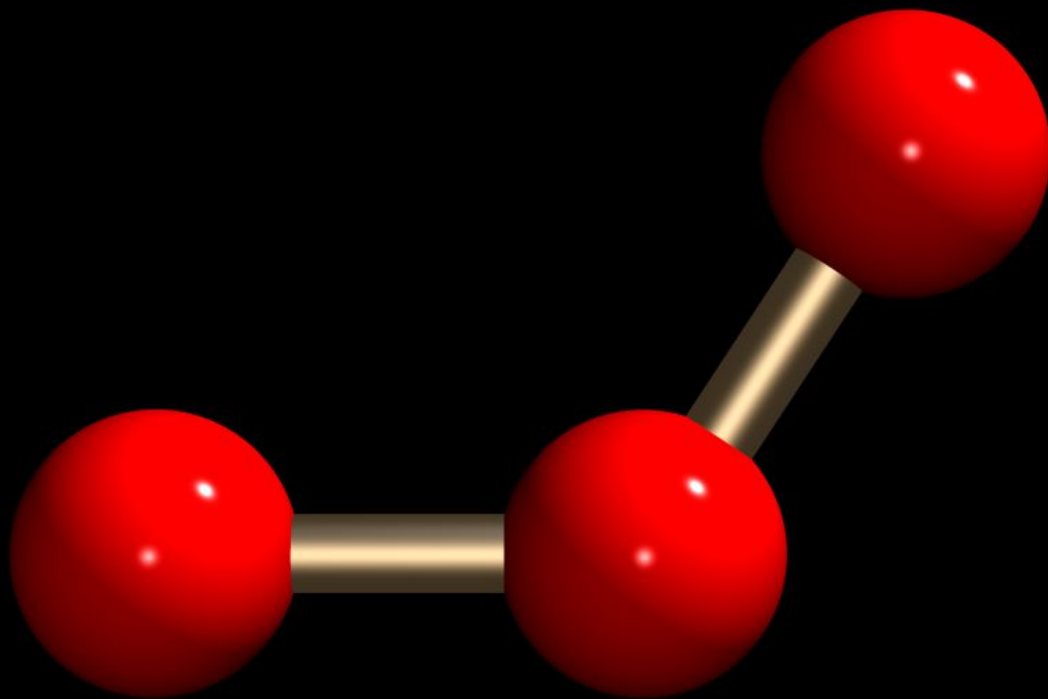


- **Поширення в природі.**
- Оксиген – найпоширеніший елемент у природі. Входить до складу води, багатьох мінералів і гірських порід, а також органічних речовин і живих організмів. Половина маси земної кори припадає на Оксиген. Оксиген утворює дві алотропні модифікації – кисень **O₂** та озон **O₃**.



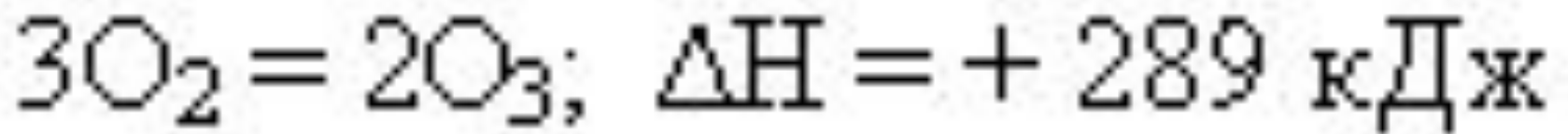
ОЗОН O_3

КИСЕНЬ O_2



| Властивості простих речовин | Прості речовини | Прості речовини |
|--|-----------------|----------------------|
| | кисень | ОЗОН |
| Агрегатний стан за звичайних умов | Газ | Газ |
| Колір | Безбарвний | Синій |
| Запах | Без запаху | Різкий, своєрідний |
| Розчинність (у 100 об'ємах Н2О при 200С) | 3 об'єми | 49 об'ємів |
| Густина газу за н. у. | 1,43 г/л | 2,14 г/л |
| Температура кипіння Температура плавлення | -193 °С -219 °С | -112 °С -192 °С |
| Фізіологічна дія | Неотруйний | Дуже отруйний |
| Хімічні властивості | Окисник | Дуже сильний окисник |
| Реакційна здатність | Висока | Дуже висока |

- **Фізичні властивості.**
- Озон – газ синього кольору із своєрідним різким запахом, розчинність у воді майже в 7 разів вища, ніж у кисню. Отруйний навіть у малих концентраціях.
- Озон – дуже сильний окисник. Він дуже активний. Це пояснюється тим, що озон – нестійка сполука, він легко розкладається з утворенням атомів Оксигену:



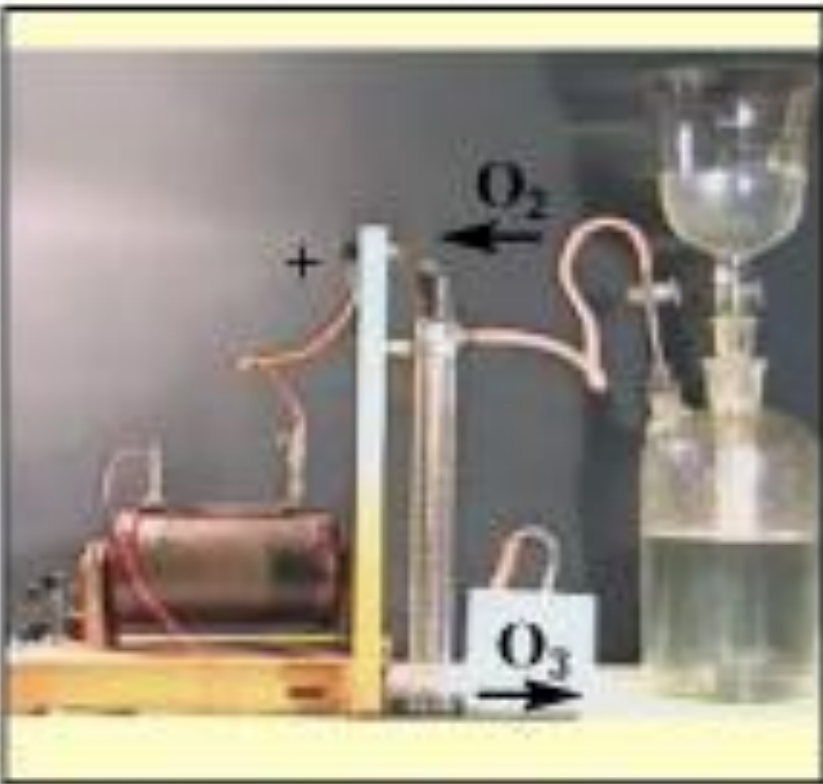


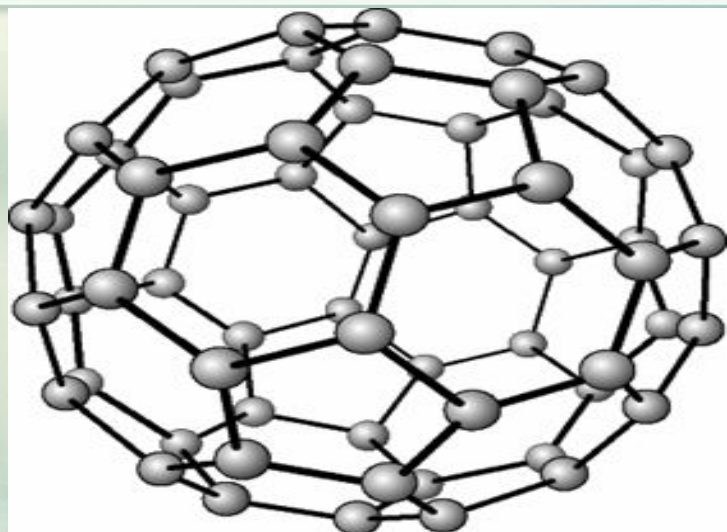
Рис. 5. Озонатор – прилад для добування озону

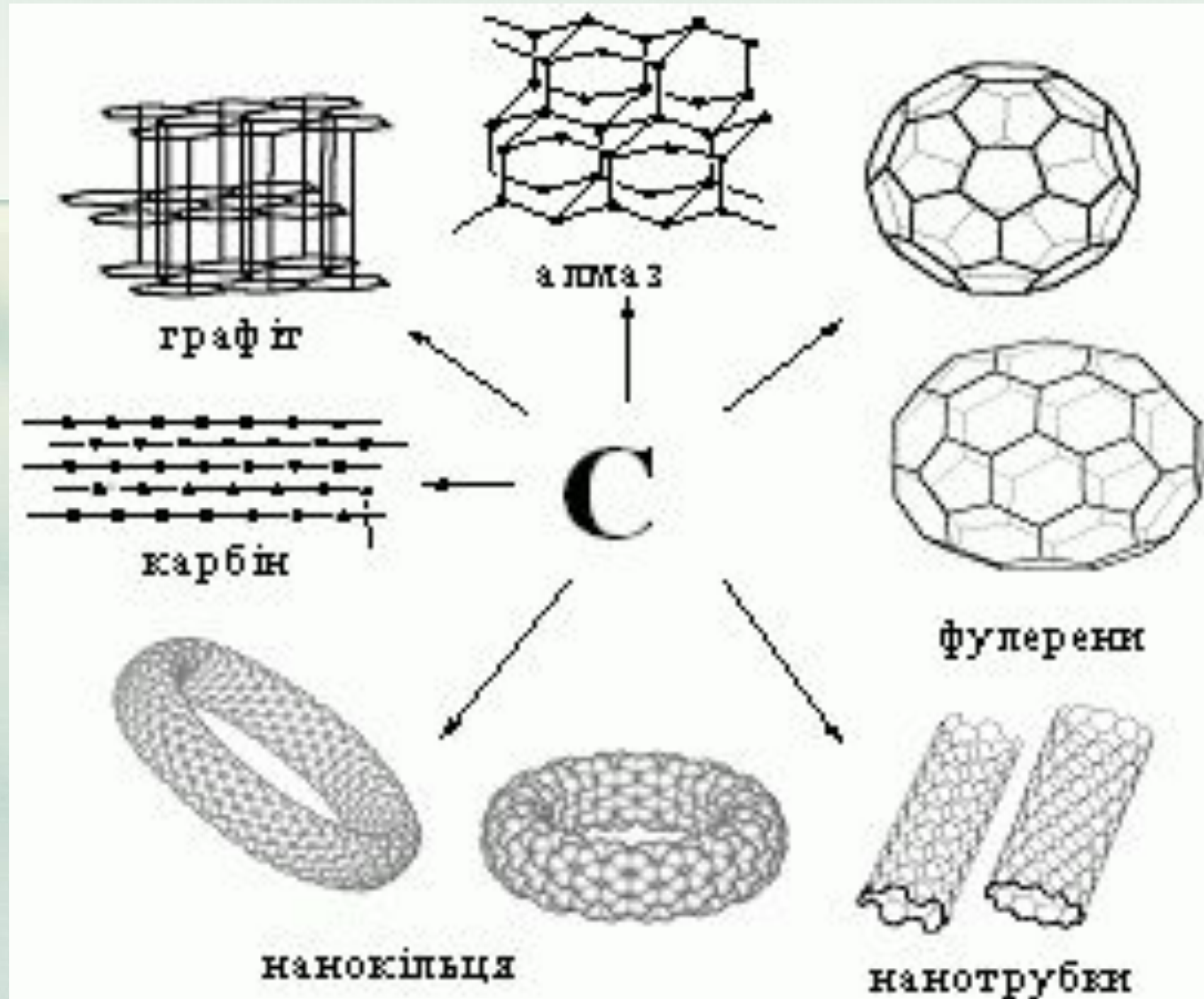
- Озон можна добути в лабораторії

- **Поширення в природі**
- Озон присутній в атмосфері Землі.
- Біля поверхні Землі озону мало.
- Його концентрація у повітрі коливається – вночі менша, вдень – більша.
- Влітку й навесні озону в повітрі у 3,5 рази більше, ніж узимку і восени.
- Над полярними частинами Землі вміст озону в повітрі вищий, ніж над екватором, в атмосфері міст – вищий, ніж у сільській місцевості.
- З віддаленням від поверхні Землі концентрація озону збільшується і досягає максимуму на висоті 20 - 25 км.
- Там утворюється так званий **озоновий шар**.
- Він забезпечує збереження життя на Землі, оскільки затримує найбільш згубну для живих організмів частину ультрафіолетової радіації Сонця, що спричинює онкологічні (ракові) захворювання. Крім того озон так само, як і вуглекислий газ, поглинає інфрачервоне випромінювання Землі і тим самим запобігає її охолодженню.

- Над Україною (окрім південної частини) загальний вміст озону за останні 20 років зменшився на 6 %, і утворилася аномальна зона.
- Вам про це слід пам'ятати! Особливо небезпечна «озонова дірка» влітку.
- У цей період дуже потерпають очі, тому треба користуватися сонцезахисними окулярами.
- Варто утримуватися і від загару, щоб не зашкодити шкірі.

Все це - чистий карбон





углерод

sp^3

алмаз

кубический
гексагональный
(лонсдейлит)

sp^2

графит

гексагональный
ромбоэдрический

sp

карбин

α -карбин
 β -карбин
чаоит (C V)
C VI
C VIII – C XII

$sp^3 + sp^2 + sp$

смешанные
формы

«аморфный» и
алмазоподобный углерод
стеклоуглерод
сажа и т.д.

sp^n ($1 < n < 3, n \neq 2$)

промежуточные
формы

$1 < n < 2$

моно [N] циклы
 $N = 18, 24, 30, \dots$

при $N \Rightarrow \infty$
 $n \Rightarrow 1$

$2 < n < 3$

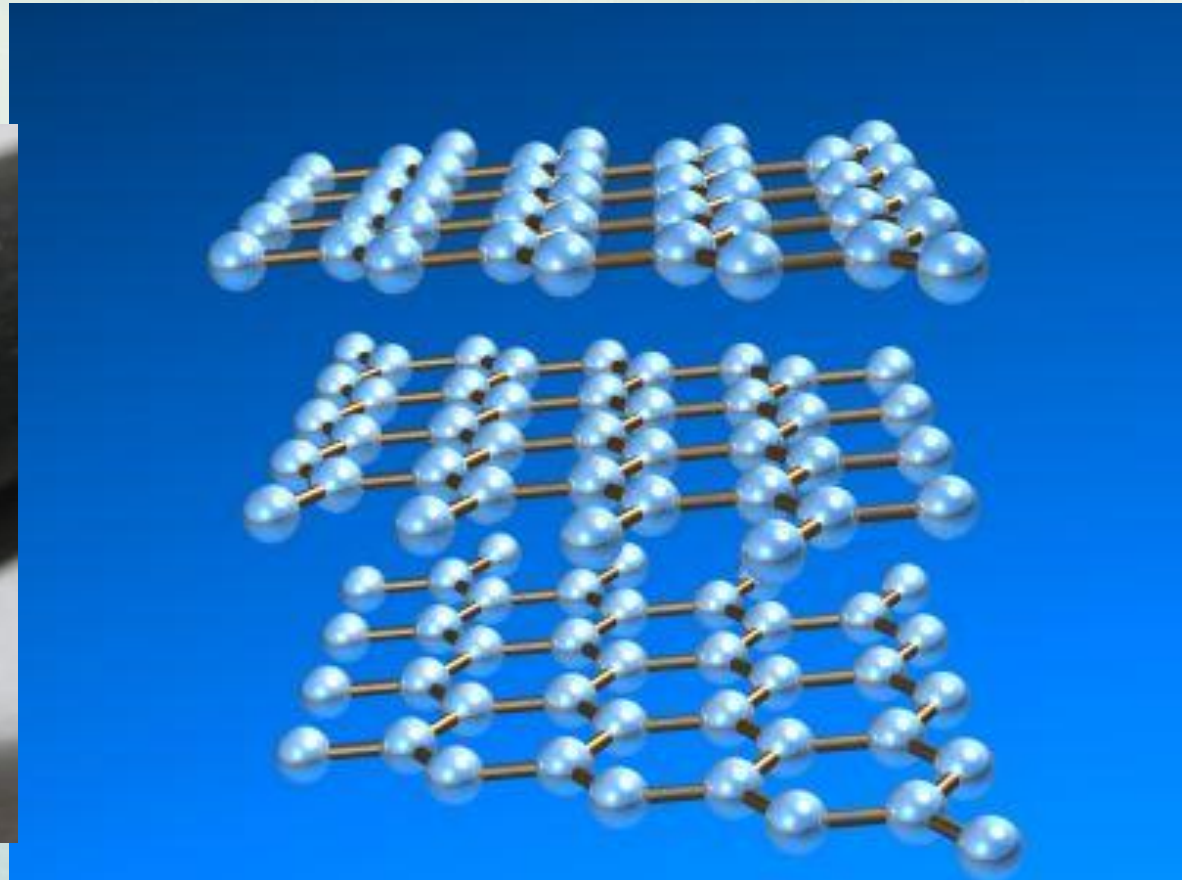
фуллерены, C_x
 $x = \dots, 60, 70, 84, \dots$
нанотрубки
и т.д.

при $x \Rightarrow \infty$
 $n \Rightarrow 2$

- Дві основні різновиди вуглецю - графіт і алмаз - істотно відрізняються за властивостями.
- М'який графіт має шаруваті будову



Copyright © 2003 Theodore W. Gray



- Структура алмазу типовой тетраэдрическая; атомы вуглецю міцно з'єднані за рахунок перекриття sp^3 -орбіталей.



Фізичні властивості алмазу і графіту.

■ Алмаз



- Прозорий, безбарвний.
- Не проводить електричний струм, оскільки немає вільних електронів.
- Самий твердий з природних речовин.

■ Графіт



- Непрозорий, сірого кольору з металевим блиском.
- Досить добре проводить електричний струм, завдяки наявності рухомих електронів.
- Слизький на дотик.
- Один з найбільш м'яких серед твердих речовин.

Висновок:

- Неметали здатні до дій протилежних: як правило, вони можуть набувати електрони, але можуть їх і віддавати.
- Тільки фтор і кисень не знають компромісів — вони беруть електрони і ніколи не віддають їх.
- А метали значно менш «дипломатичні», постійніші в своїх прагненнях. Девіз, якого вони неухильно додержуються: віддавати і тільки віддавати свої електрони і ставати при цьому позитивно зарядженими іонами.
- Різкої межі між металами й неметалами немає.
- Деякі неметали виявляють металічні властивості, а метали — неметалічні.

Це цікаво!

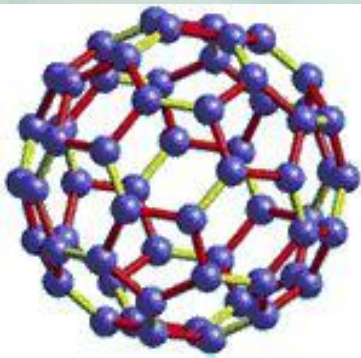
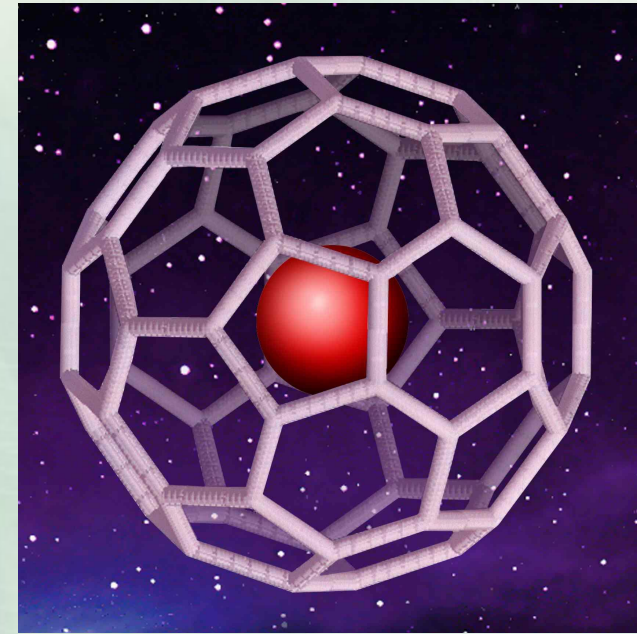
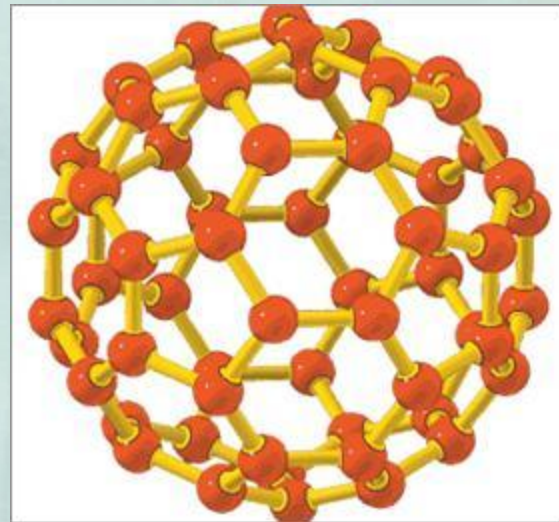
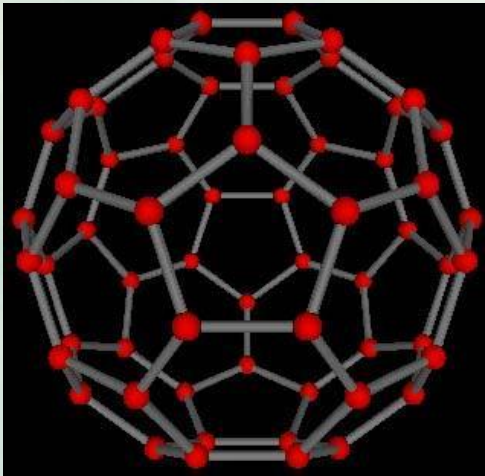


- Хоча в звичайних умовах алмаз нестабільний, але практично він може зберігатися невизначено довгий час.
- При сильному прожарюванні алмазу відбувається його поступова графітизація.

- Всі атоми вуглецю знаходяться тут у стані sp^2 -гібридизації
- Кожен з них утворює три ковалентні зв'язки з сусідніми атомами, причому кути між напрямками зв'язку рівні 120° .
- Графіт електропроводи і добре розколюється по площині.
- У звичайних умовах графіт і є найбільш стійкою модифікацією.
- Перехід графіту в алмаз можливий при тиск близько 125000 атм і температурі близько 3000°C .
- Проте дослідження цього процесу спочатку з теоретичних позицій, а потім експериментальним шляхом показало, що в присутності каталізаторів (залізо, платина) графіт перетворюється на алмаз вже при тиску 60000-80000 атм і температурі $1400-1600^\circ\text{C}$.

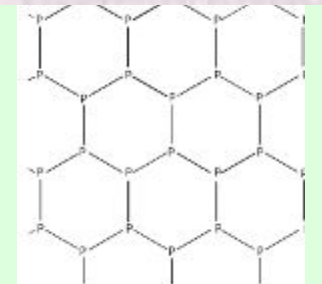
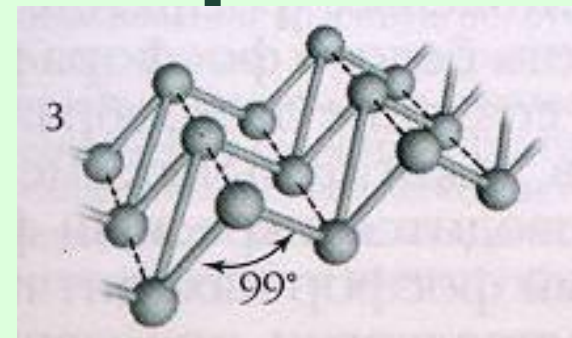
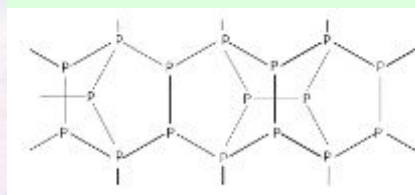
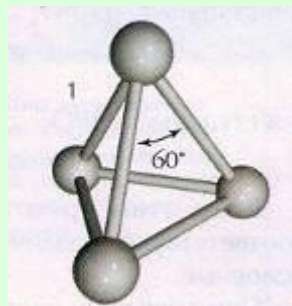
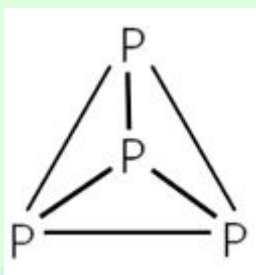
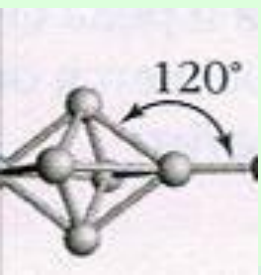
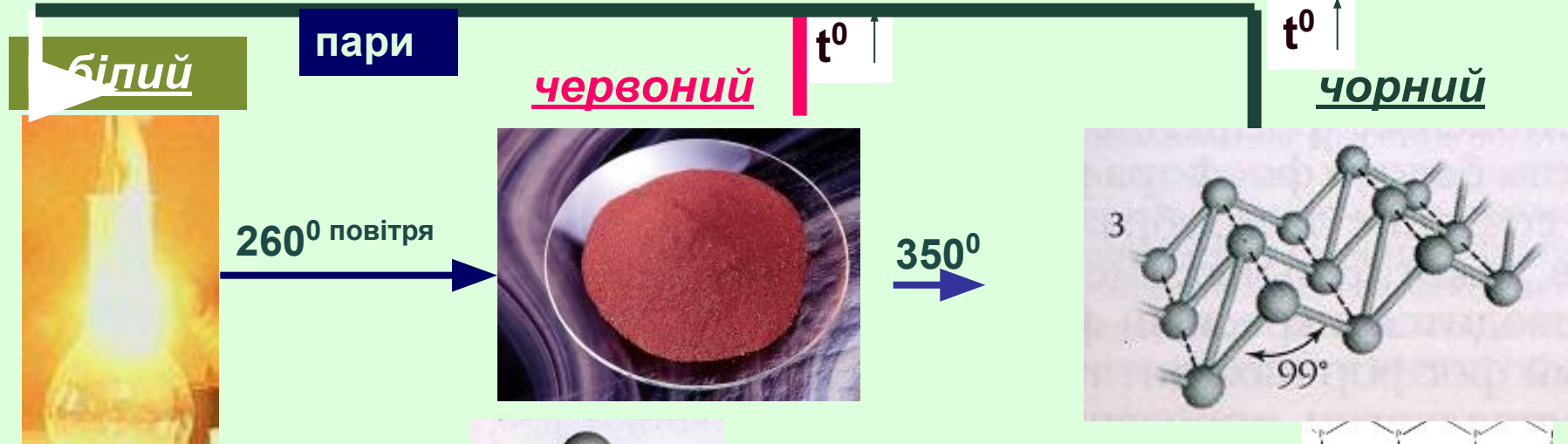
Фулерен?! Що це?

- Фулерени - молекулярні з'єднання, що належать класу алотропних форм вуглецю (інші - алмаз, карбін і графіт) і представляють собою опуклі замкнені багатогранники, складені з парного числа трехкоордінованих атомів вуглецю.



- Відкриття фулеренів - нової форми існування одного з найпоширеніших елементів на Землі - вуглецю, визнано одним з дивних і найважливіших відкриттів у науці ХХ століття.
- Незважаючи на давно відому унікальну здатність атомів вуглецю зв'язуватися у складні, часто розгалужені і об'ємні молекулярні структури, яка складає основу всієї органічної хімії, фактична можливість утворення тільки з одного вуглецю стабільних каркасних молекул все одно виявилось несподіваною.

Алотропні видозміни фосфора

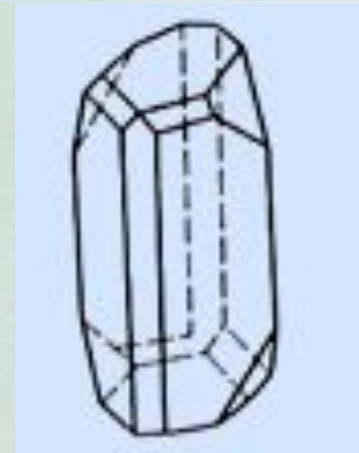
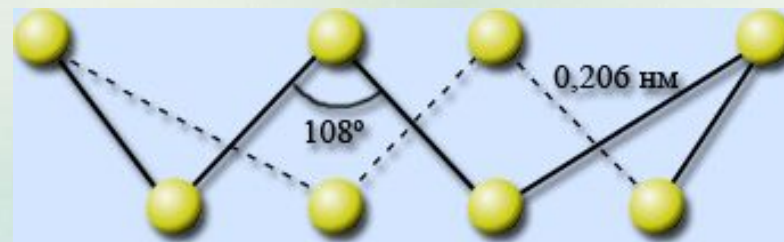
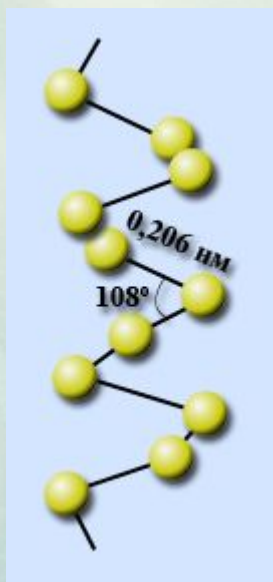
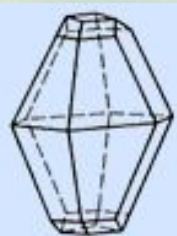


P₄, запах часнику, H₂O, органічні розчиники, летуч, T_{пл}= 44°С, молекулярна кристалічна ґратка, активний, на повітрі окиснюється, в темноті світиться, ЯДОВИТИЙ!!!

колір червоно-бурий, H₂O і органічних розчиниках, атомна кр. ґратка, стійкий не ядовитий.

без запаху, схожий на графіт, масний на дотик, T_{пл}= 1000°С, H₂O і органічних розчиниках, напівпровідник, атомная кр. ґратка, стабільний.

Хімічний елемент Сульфур
утворює дві алотропні модифікації
– ромбічну і моноклінну сірку.
Обидві складаються з молекул S₈.



Селён / Selenium (Se) Черные, серые и красные аллотропные модификации

