

# Карбон

Карбон (С) або вуглець — хімічний елемент з атомним номером 6. Позначається С, належить до поширених елементів земної кори, складаючи близько 0,1% її маси. Сполуки вуглецю є основою всіх живих організмів.



Вуглець - речовина з найбільшим числом алотропічних модифікацій.

Природні:

- алмаз
  - графіт
- Вуглець утворює декілька алотропних видозмін:
- лонсдейліт
  - фулерен
  - вуглецеві нанотрубки

Штучні:

- карбіт
- лантануїд
- графен
- карботоменупрофіт
- бінотроксіцин

Відомі чотири кристалічні  
модифікації карбону: графіт, алмаз,  
карбін і лонсдейліт



# Графіт



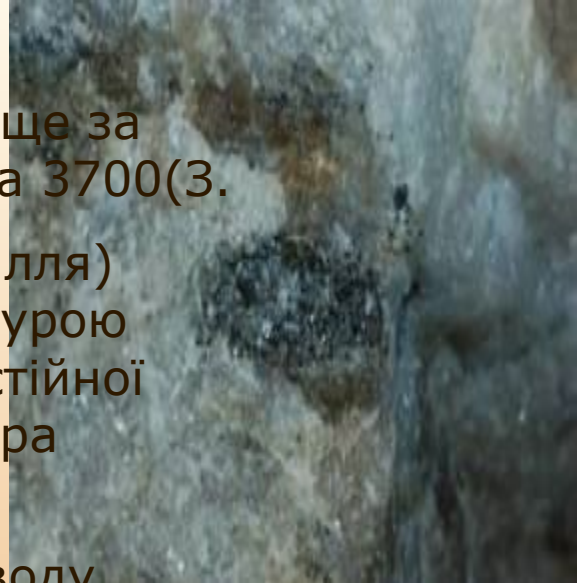
Графіт - сіро-чорна, непрозора, жирна на дотик, дуже м'яка маса з металевим блиском. При кімнатній температурі і нормальному тиску ( $0,1 \text{ Мн/м}^2$ , або  $1 \text{ кгс/см}^2$ ) графіт термодинамічно стабільний. При атмосферному тиску і температурі біля  $3700^\circ\text{C}$  графіт переганяється.

# Алмаз



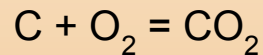
Алмаз - дуже тверда, кристалічна речовина. Кристали мають кубічні межацентрировані ґрати:  $a=3,560$ . При кімнатній температурі і нормальному тиску алмаз метастабільний. Помітне перетворення алмаза в графіт спостерігається при температурах вище за  $1400^{\circ}\text{C}$  у вакуумі або в інертній атмосфері.

- Рідкий карбон може бути отриманий при тиску вище за  $10,5 \text{ Мн/м}^2$  ( $1051 \text{ кгс/см}^2$ ) і температурах вище за  $3700^\circ\text{C}$ .
- Для твердого вуглеводу (кокс, сажа, деревне вугілля) характерно також стан з нерегульованою структурою "аморфний" вуглевод, який не являє собою самостійної модифікації; в основі його будови лежить структура мелкокристаллического графіту.
- Нагрівання деяких різновидів "аморфного" вуглеводу вище за  $1500-1600^\circ\text{C}$  без доступу повітря викликає їх перетворення в графіт. Фізичні властивості "аморфного" вуглеводу дуже сильно залежать від дисперсності часток і наявності домішок. Щільність, теплоємність, теплопровідність і електропровідність "аморфного" вуглеводу завжди вище, ніж графіту.
- Карбін отриманий штучно. Він являє собою мелкокристаллический порошок чорного кольору (щільність  $1,9 - 2 \text{ г/см}^3$ ). Побудований з довгих ланцюжків атомів С, укладених паралельно один одному.
- Лонсдейліт знайдений в метеоритах і отриманий штучно; його структура і властивості остаточно не встановлені.

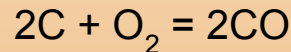


# Хімічні властивості:

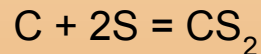
- Хімічна активність різних алотропних видозмін вуглецю різна. Алмаз і графіт майже не вступають в хімічні реакції. Вони можуть реагувати лише з чистим киснем і тільки за дуже високої температури.
- Аморфний вуглець, а також вугілля за звичайної температури досить інертні, але при сильному нагріванні їх активність різко зростає і вуглець безпосередньо сполучається з багатьма елементами. Так, при нагріванні на повітрі вугілля горить, утворюючи діоксид вуглецю



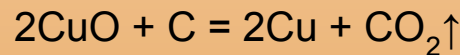
- При недостатньому доступі кисню повітря він частково згоряє до монооксиду вуглецю CO, в якому вуглець двовалентний:



- Коли через розжарене вугілля пропускати пари сірки, то утворюється сіковуглець:



- При високій температурі вугілля досить сильний відновник. Воно віднімає кисень від оксидів багатьох металів. Наприклад:



Через цю здатність, вугілля широко застосовують у металургії для добування металів із руд.

- Ступені окислення +4, -4, рідко +2 (3, карбіди металів), +3 (C<sub>2</sub>N<sub>2</sub>, галогенциани); спорідненість до електрона 1,27 еВ; енергія іонізації при послідовному переході від C<sup>0</sup> до C<sup>4+</sup> відповідно 11,2604, 24,383, 47,871 і 64,19 еВ.

## Органічні сполуки

- Завдяки здатності вуглецю утворювати полімерні ланцюжки, існує величезний клас з'єднань на основі вуглецю, яких значно більше, ніж неорганічних. Найбільші групи: вуглеводні, білки, жири та ін.

# Хімічні властивості:

- Конфігурація зовнішньої оболонки атома карбону  $2s^2 2p^2$ . Для карбону характерне утворення чотирьох ковалентних зв'язків, зумовлене збудження зовнішньої електронної оболонки до стану  $2sp^3$ . Тому карбон здатний в рівній мірі як притягати, так і віддавати електрони.
- У сполуках карбон проявляє ступені окислення  $-4$ ;  $+2$ ;  $+4$ . Атомний радіус  $0,77\text{Å}$ , ковалентні радіуси  $0,77\text{Å}$ ,  $0,67\text{Å}$ ,  $0,60\text{Å}$  відповідно в одинарному, подвійному і потрійному зв'язках; іонної радіус  $C^{4-} 2,60\text{Å}$ ,  $C^{4+} 0,20\text{Å}$ . При звичайних умовах карбон хімічно інертний, при високих температурах він сполучається з багатьма елементами, виявляючи сильні відновні властивості.



- Всі форми карбону стійкі до лугів і кислот і повільно окислюються тільки дуже сильними окислювачами
- "Аморфний" карбон реагує з фтором при кімнатній температурі, графіт і алмаз - при нагріванні.
- При температурах вище за  $1000^{\circ}\text{C}$  карбон взаємодіє з багатьма металами, даючи карбіди. Всі форми карбону при нагріванні відновлюють оксиди металів з утворенням вільних металів (Zn, Cd, Cu, Pb і інш.) або карбідів ( $\text{CaC}_2$ ,  $\text{Mo}_2\text{C}$ ,  $\text{WC}$ ,  $\text{TaC}$  і інш.). Карбон реагує при температурах вище за  $600 - 800^{\circ}\text{C}$  з водяною парою і оксиди карбону (IV) - вуглекислим газом
- Всі форми карбону нерозчинні в звичайних неорганічних і органічних розчинниках, але розчиняються в деяких розплавлених металах (наприклад, Fe, Ni, Co).



# Застосування:

Деревне вугілля має здатність адсорбувати (поглинати) на своїй поверхні різні гази і деякі речовини з розчинів. Адсорбція відбувається поверхнею вугілля, тому воно здатне поглинати (адсорбувати) тим більшу кількість речовин, чим більша його сумарна поверхня, тобто чим більше воно подрібнене або пористе. Пористість, а разом з тим і адсорбційна здатність деревного вугілля різко збільшується при попередньому нагріванні в струмені водяної пари. При цьому пори вугілля очищаються від смолистих речовин і його внутрішня поверхня дуже збільшується. Таке вугілля називається активованим.

Активоване деревне вугілля широко використовують у цукровому виробництві для очистки цукрового сиропу від домішок, що надають йому жовтого забарвлення, в спиртовому виробництві для очистки винного спирту від сивушних олій, в деяких виробництвах для вловлювання парів цінних летких речовин — бензину, ефіру, сірковуглецю, бензолу тощо з наступним видаленням їх при нагріванні.

У першу світову війну активоване вугілля за пропозицією академіка М. Д. Зелінського було застосовано в протигазах для захисту органів дихання від отруйних газів, зокрема від хлору, який німці застосували в 1915 р. проти французьких військ. Активоване вугілля як адсорбент застосовується і в сучасних протигазах.



Графіт використовується в олівцевій промисловості. Також його використовують як мастило при особливо високих або низьких температурах.



□ Алмаз, завдяки винятковій твердості, незамінний абразивний матеріал. Алмазним напиленням володіють шліфувальні насадки бормашин. Крім цього, ограновані алмази — діаманти використовуються як дорогоцінне камення в ювелірних прикрасах. Завдяки рідкості, високим декоративним якостям і збігом історичних обставин, діамант незмінно є найдорожчим дорогоцінним каменем. Виключно висока теплопровідність алмазу (до 2000 Вт/м·К) робить його перспективним матеріалом для напівпровідникової техніки в якості підкладок для процесорів. Але відносно висока ціна (близько 50 доларів/грам) і складність обробки алмазу обмежують його застосування в цій галузі.



- У фармакології та медицині широко використовуються різні сполуки вуглецю — похідні вугільної кислоти та карбонових кислот, різні гетероцикли, полімери та інші сполуки. Так, карболен (активоване вугілля), застосовується для абсорбції та виведення з організму різних токсинів; графіт (у вигляді мазей) — для лікування шкірних захворювань; радіоактивні ізотопи вуглецю — для наукових досліджень (радіовуглецевий аналіз).



# Розповсюдження

- Вуглець у природі зустрічається як у вільному стані (алмаз, графіт, карбін і лонсдейліт, фулерен, вуглецеві нанотрубки), так і у вигляді різноманітних сполук. Середній вміст вуглецю у земній корі  $2,3 \times 10^{-2} \%$  (мас); основна маса вуглецю концентрується в осадових гірських породах. Вуглець накопичується у верхній частині земної кори, де його присутність пов'язана в основному з живою речовиною, кам'яним вугіллям, нафтою, антрацитом, а також з доломітами і вапняками. Відомо понад 100 мінералів вуглецю, серед яких найпоширеніші карбонати кальцію, магнію і заліза. Він входить до складу кам'яного вугілля, нафти і природного газу, а також різних мінералів: мармуру, крейди і вапняку —  $\text{CaCO}_3$ , доломіту —  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , магнезиту —  $\text{MgCO}_3$ , малахіту —  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$  тощо.
- Важливу роль вуглець відіграє в космосі; на Сонці вуглець посідає 4-е місце за поширеністю після водню, гелію та кисню, ядра вуглецю беруть участь у процесах нуклеосинтезу (вуглецево-азотний цикл, потрійна  $\alpha$ -реакція).
- Більшість сполук вуглецю, і насамперед вуглеводні, мають яскраво вираженим характером ковалентних сполук. Міцність простих, подвійних і потрійних зв'язків атомів С між собою, здатність утворювати стійкі ланцюги та цикли з атомів С обумовлюють існування величезного числа вуглецевмісних сполук, що вивчаються органічною хімією.
- У природі зустрічається мінерал шунгіт, в якому міститься як твердий вуглець ( $\approx 25\%$ ), так і значні кількості оксиду кремнію ( $\approx 35\%$ ).