Дәріс 2

Көміртекті материалдардың құрылымы және физика-химиялық қасиеттері

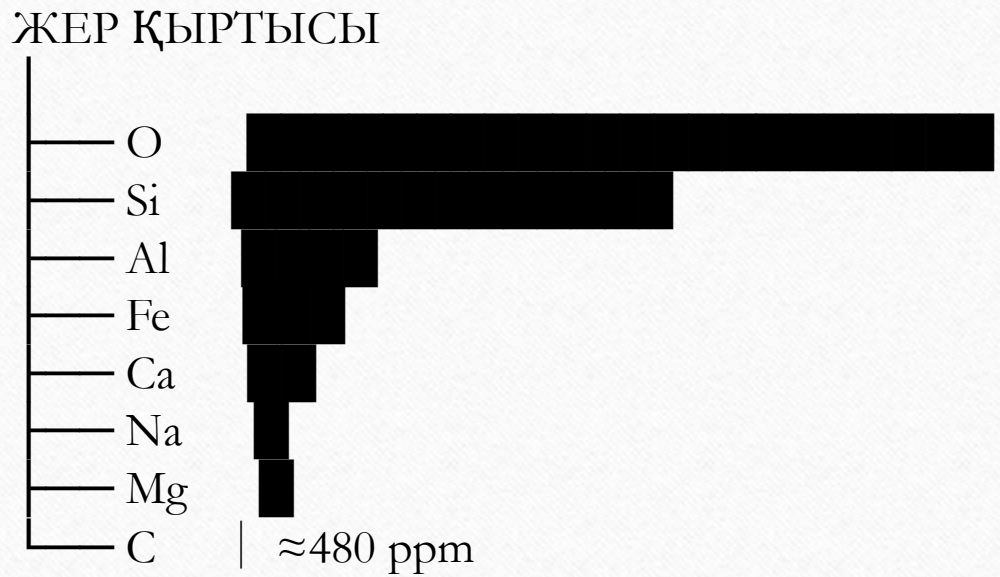
Неліктен бір ғана көміртек элементі алмаз, графит, графен және нанотүтікше сияқты қасиеттері мүлде әртүрлі материалдар түзеді?

Көміртек туралы жалпы мәлімет

Химиялық элемент - Көміртек
Химиялық таңбасы - C
Атомдық нөмірі: 6
Салыстырмалы атомдық массасы: 12,011
Периодтық жүйедегі орны: 2-период, 14-топ
Блогы: p-блок
Валенттік электрондар саны: 4
Электрондық конфигурациясы: $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$
Электрондық қабаттар бойынша: 2, 4
Қалыпты жағдайдағы күйі: Қатты
Негізгі аллотроптары: Алмаз, графит, графен, фуллерендер, нанотүтікшелер
Гибридтену түрлері: sp, sp^2, sp^3
Түсі: Құрылымына байланысты: түссіз (алмаз), қара-сұр (графит)
Ерекшелігі: 4 коваленттік байланыс түзе алады және C–C байланыстары арқылы күрделі құрылымдар қалыптастырады

Көміртек табиғатта қаншалықты таралған?

Көміртек Жер қыртысында салыстырмалы түрде аз мөлшерде кездеседі.
RSC деректерінің бірінде:
≈480 ppm
деп көрсетіліп, элементтік таралу бойынша **15-орында** берілген.
480 ppm = 0,048%
Яғни шартты түрде:
1 000 000 үлестің ≈480-і — көміртек

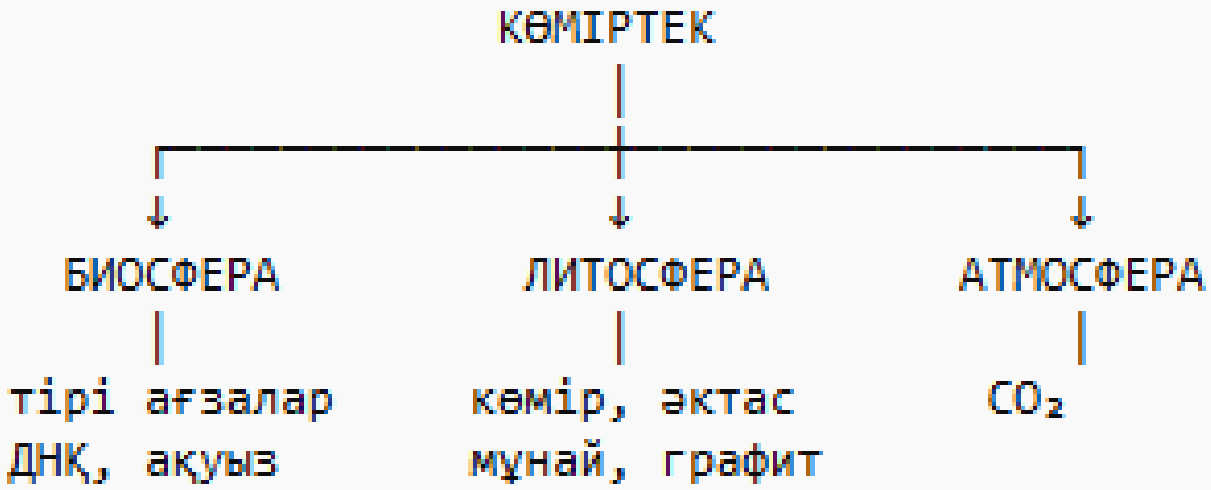


Көміртек табиғатта қайда кездеседі?

Бос күйінде:
•алмаз;
•графит;
•басқа көміртектік құрылымдар.

Қосылыс құрамында:
•көмірқышқыл газы — CO_2;
•карбонаттар;
•көмір;
•мұнай;
•табиғи газ;
•тірі организмдердің органикалық қосылыстары.

RSC мәліметі бойынша көміртек тірі организмдердің құрамында, көмірсутектерде және карбонат минералдарында кең таралған.

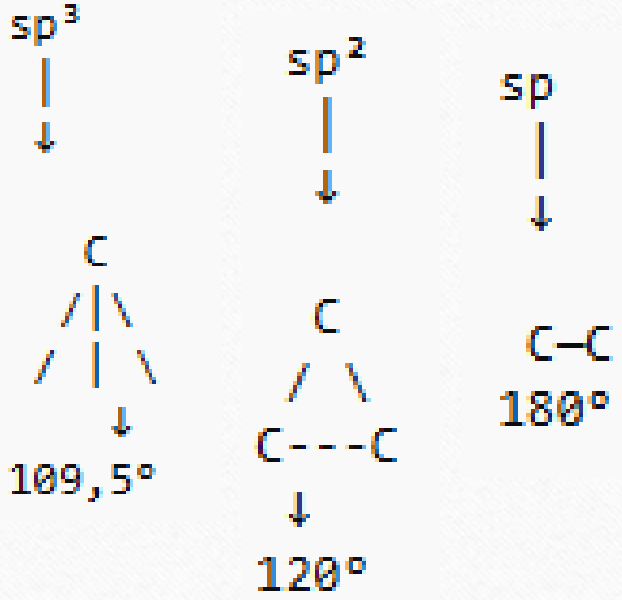


Көміртек атомының құрылысы және гибридтенуі

Көміртек атомында:
6 протон + 6 электрон
Ең кең таралған тұрақты изотопы:
^{12}C — 98,93%
^{13}C — **1,07%**
^{14}C — радиоактивті изотоп, жартылай ыдырау периоды шамамен **5715 жыл**

$$C = 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$$

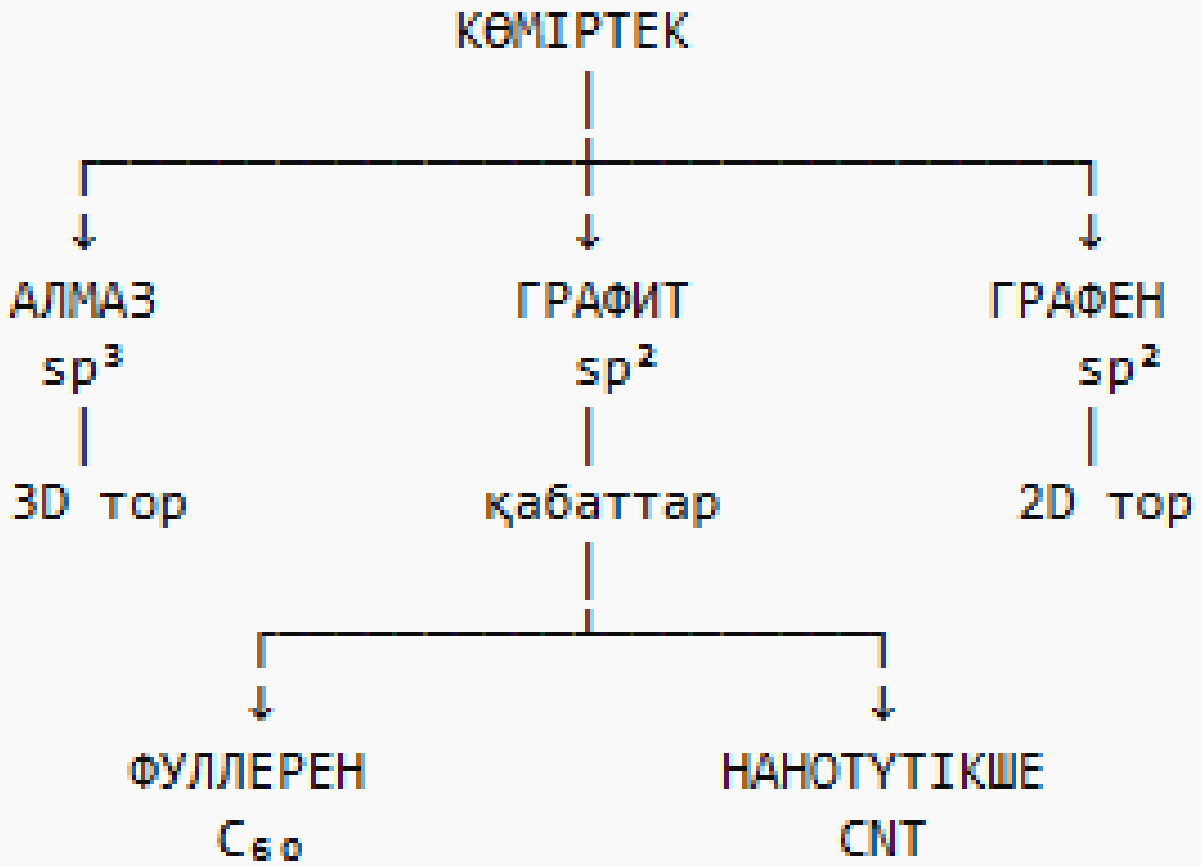
	Геометрия	Бұрыш	Мысал
sp	сызықтық	180°	сызықтық құрылымдар
sp^2	жазық	120°	графит, графен
sp^3	тетраэдр	109,5°	алмаз



Isotope	Nucleus structure	Half-Life	Decays into
^{8}C	6 protons + 2 neutrons	3.5 zeptoseconds ($3{,}5*10^{-21}$s)	Beryllium-6
^{9}C	6 protons + 3 neutrons	126,5 milliseconds	Boron-9; Lithium-5; Beryllium-8
^{10}C	6 protons + 4 neutrons	19,3 seconds	Boron-10
^{11}C	6 protons + 5 neutrons	20,3 minutes	Boron-11
^{12}C	6 protons + 6 neutrons	**STABLE**	-
^{13}C	6 protons + 7 neutrons	**STABLE**	-
^{14}C	6 protons + 8 neutrons	5700 years	Nitrogen-14
^{15}C	6 protons + 9 neutrons	2,5 seconds	Nitrogen-15
^{16}C	6 protons + 10 neutrons	750 milliseconds	Nitrogen-15; Nitrogen-16
^{17}C	6 protons + 11 neutrons	193 milliseconds	Nitrogen-17; Nitrogen-16
^{18}C	6 protons + 12 neutrons	92 milliseconds	Nitrogen-18; Nitrogen-17
^{19}C	6 protons + 13 neutrons	46,2 milliseconds	Nitrogen-18; Nitrogen-19; Nitrogen-17
^{20}C	6 protons + 14 neutrons	16 milliseconds	Nitrogen-19; Nitrogen-18; Nitrogen-20
^{21}C (a typo of ^{14}C)	6 protons + 15 neutrons	5700 years	Carbon-14
^{22}C	6 protons + 16 neutrons	6,2 milliseconds	Nitrogen-21; Nitrogen-20; Nitrogen-22

Көміртектің аллотроптары

Аллотропия — бір элементтің атомдары әртүрлі құрылым түзіп, әртүрлі қасиет көрсетуі.



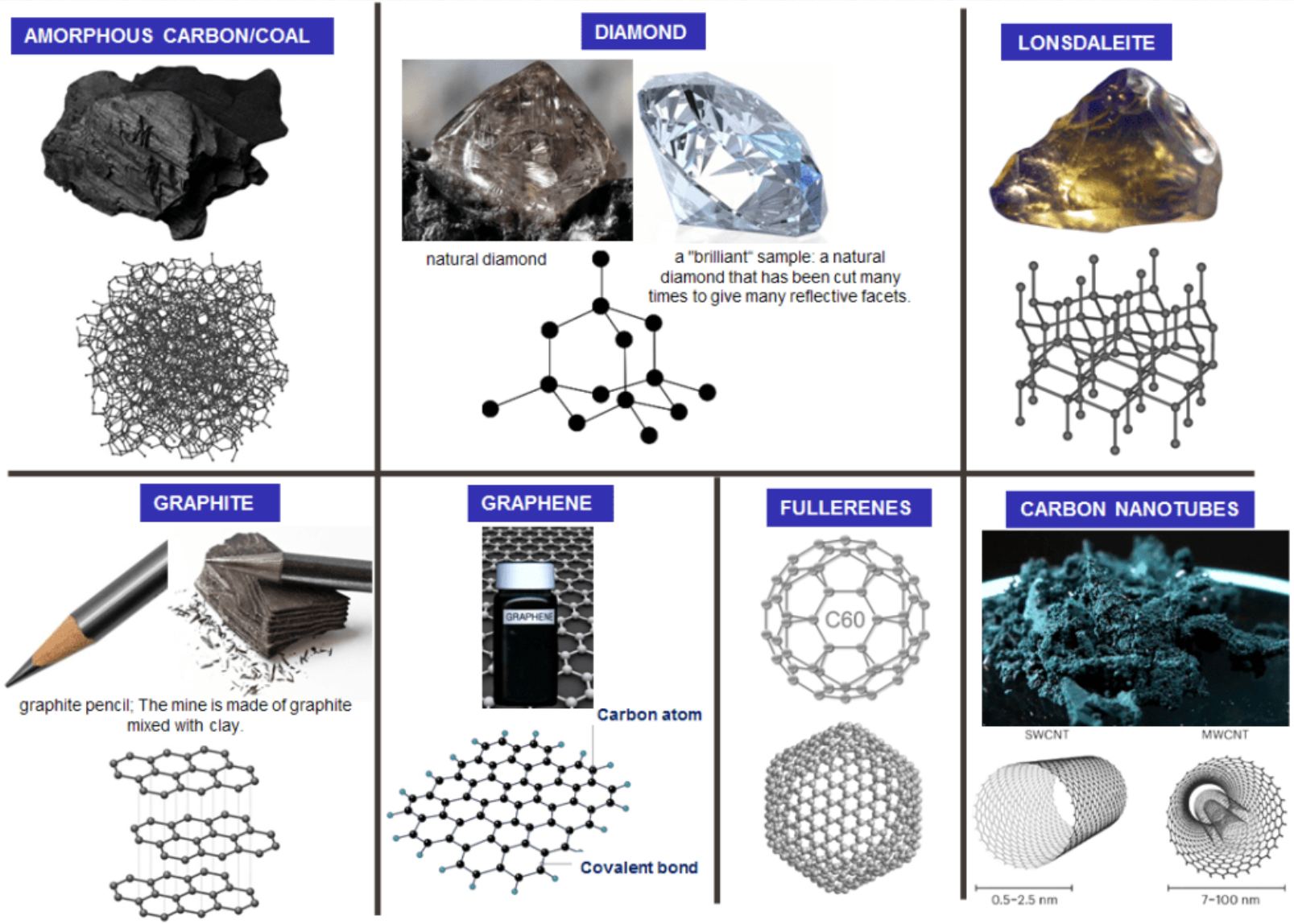


FIGURE 11 – The most known carbon allotropes

Қасиет	Алмаз	Графит	Графен
Гибридтену	sp^3	sp^2	sp^2
Өлшемі	3D	3D қабатты	2D
Тығыздығы	≈3,51 г/см^3	≈2,2 г/см^3	≈2,3 г/см^3
Электр өткізгіштік	өте төмен	жоғары	өте жоғары
Жылу өткізгіштік	≈600–2000	≈200–2000*	≈5000*
Қаттылық	өте жоғары	төмен	өте жоғары беріктік

Көміртекті материалдардың физикалық қасиеттері

Негізгі қасиеттер:

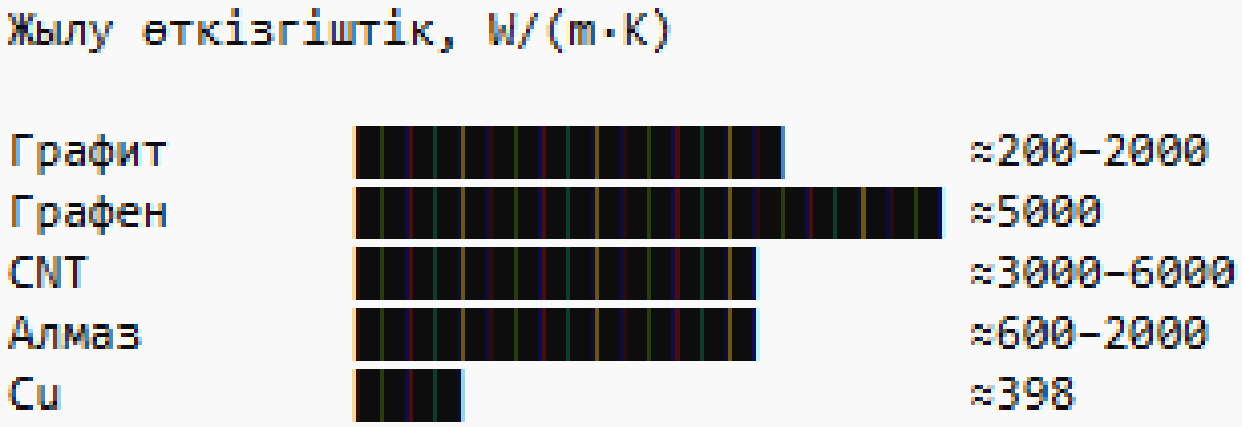
1. Электр өткізгіштік

Графит пен графенде π-электрондардың делокализациясы электр өткізгіштікке мүмкіндік береді.

2. Жылу өткізгіштік

Кейбір көміртекті материалдардың жылу өткізгіштігі өте жоғары.

Графеннің жоғары жылу өткізгіштігі оның күшті sp^2 байланыстарымен және фонондардың тиімді тасымалдануымен байланысты.



Көміртектің химиялық қасиеттері

Оттекпен реакциясы

Толық жану:

$C + O_2 \rightarrow CO_2$

Оттек жетіспеген жағдайда:

$2C + O_2 \rightarrow 2CO$

Металлургияда

Көміртек металл оксидтерін тотықсыздандыруға қатыса алады.

Мысалы:

$2Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 4Fe + 3CO_2$

Неліктен бір ғана көміртек элементі алмаз, графит, графен және нанотүтікше сияқты қасиеттері мүлде әртүрлі материалдар түзеді?

Себебі **көміртек атомдарының байланысу тәсілі мен кеңістікте орналасуы әртүрлі**. Көміртек атомдары **sp, sp^2 және sp^3 гибридтену** арқылы әртүрлі құрылымдар түзеді. Ал құрылымның өзгеруі материалдың физикалық және химиялық қасиеттерін өзгертеді.

Мысалы:

- **Алмазда** көміртек атомдары **sp^3-гибридтенген**, әр атом 4 атоммен берік коваленттік байланыс түзеді. Сондықтан алмаз **өте қатты және электр тогын өткізбейді**.
- **Графитте** атомдар **sp^2-гибридтенген қабаттар** түзеді. Қабаттар бір-бірімен әлсіз байланысқандықтан, графит **жұмсақ**, ал қабат ішіндегі электрондардың қозғалысына байланысты **электр тогын өткізеді**.
- **Графенде** sp^2-гибридтенген көміртек атомдары бір ғана екіөлшемді қабат түзеді. Сондықтан оның **электр және жылу өткізгіштігі өте жоғары**, әрі механикалық қасиеттері ерекше.
- **Нанотүтікшелерде** графен тәрізді қабат цилиндр пішініне оралған. Олардың **жоғары беріктігі, төмен массасы және ерекше электрлік қасиеттері** бар.

Ең қысқа түрде:

Көміртектің химиялық құрамы өзгермейді (C), бірақ атомдардың орналасуы өзгереді → байланыс түрі өзгереді → электрондық құрылым өзгереді → физика-химиялық қасиеттері өзгереді.