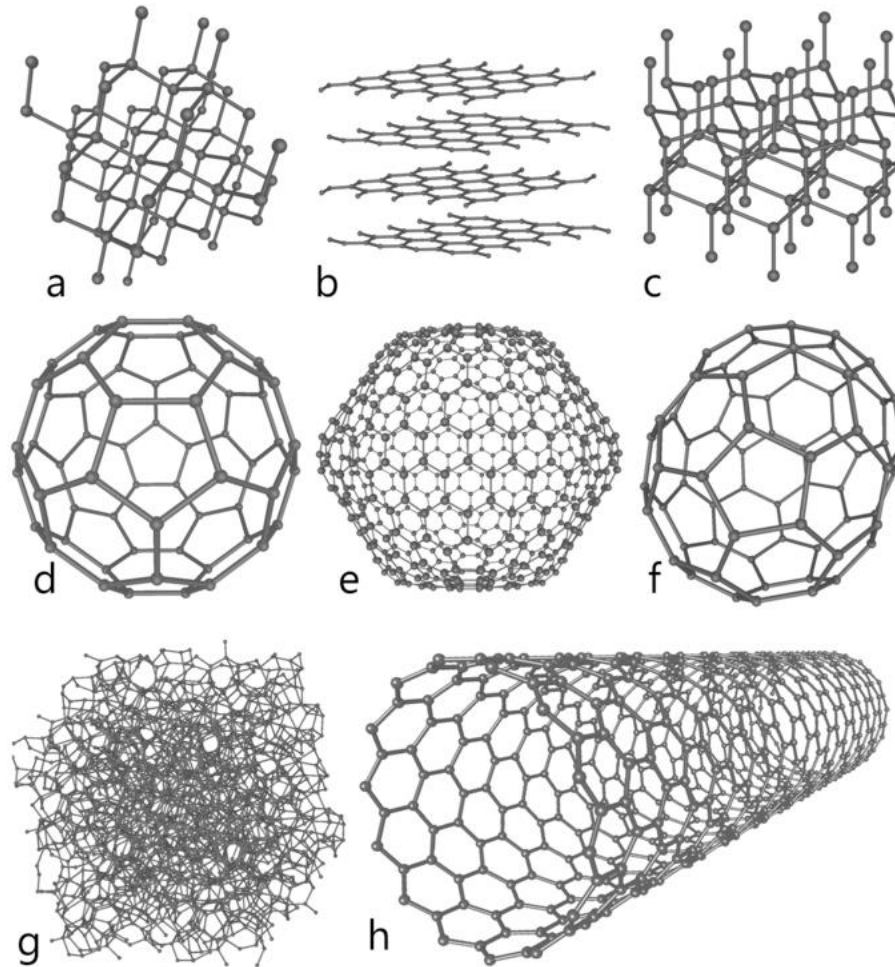


Forme alotrope ale Carbonului: diamantul si grafitul

Echipa IoT

Universitatea Valahia din Târgoviște, ROMÂNIA



Stare naturala

Carbonul este al patrulea element chimic cel mai comun în univers și este elementul de bază al materiei organice.



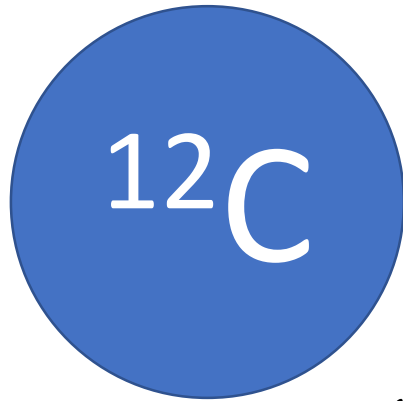
În stare liberă

Carbonul nativ a fost cunoscut pentru mult timp ca existând în două forme alotrope: diamant și grafit.

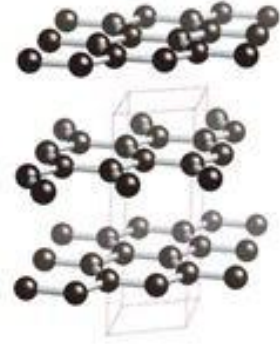
ALOTROPIE

În prezent sunt cunoscute mai multe forme alotrope ale carbonului.

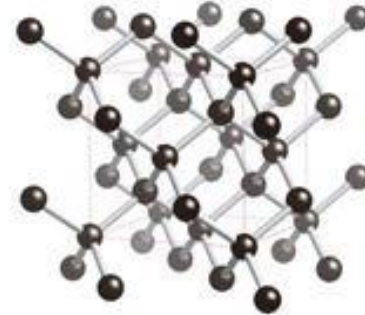
De la



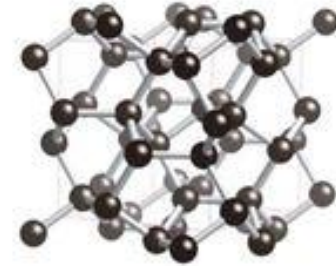
la



grafit



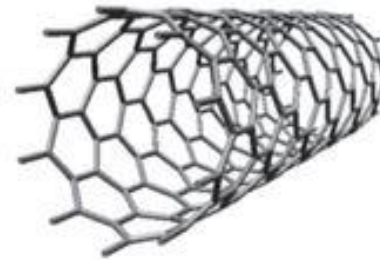
diamant



BC8



fulerenă



nanotub

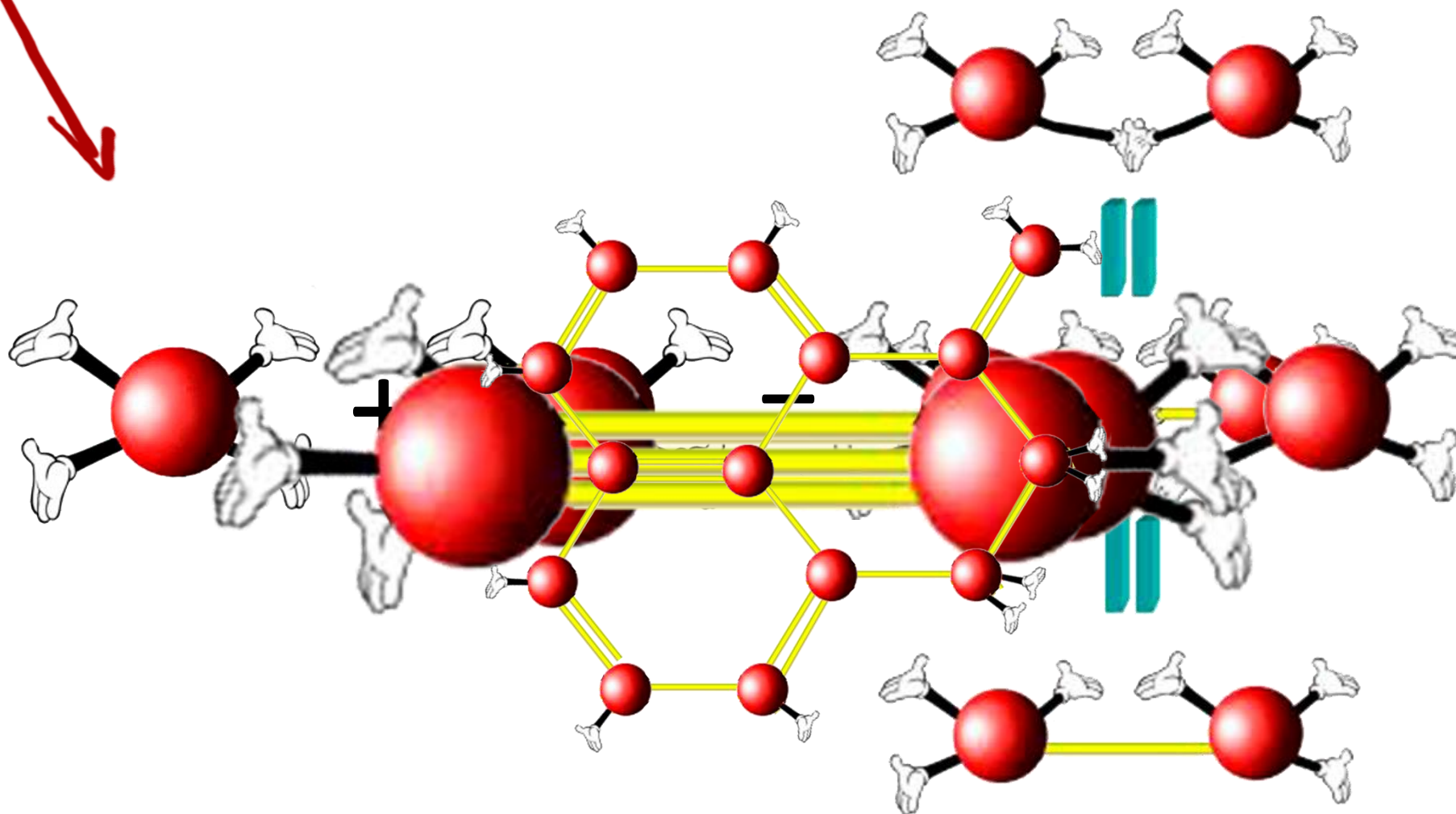


grafenă

^{12}C

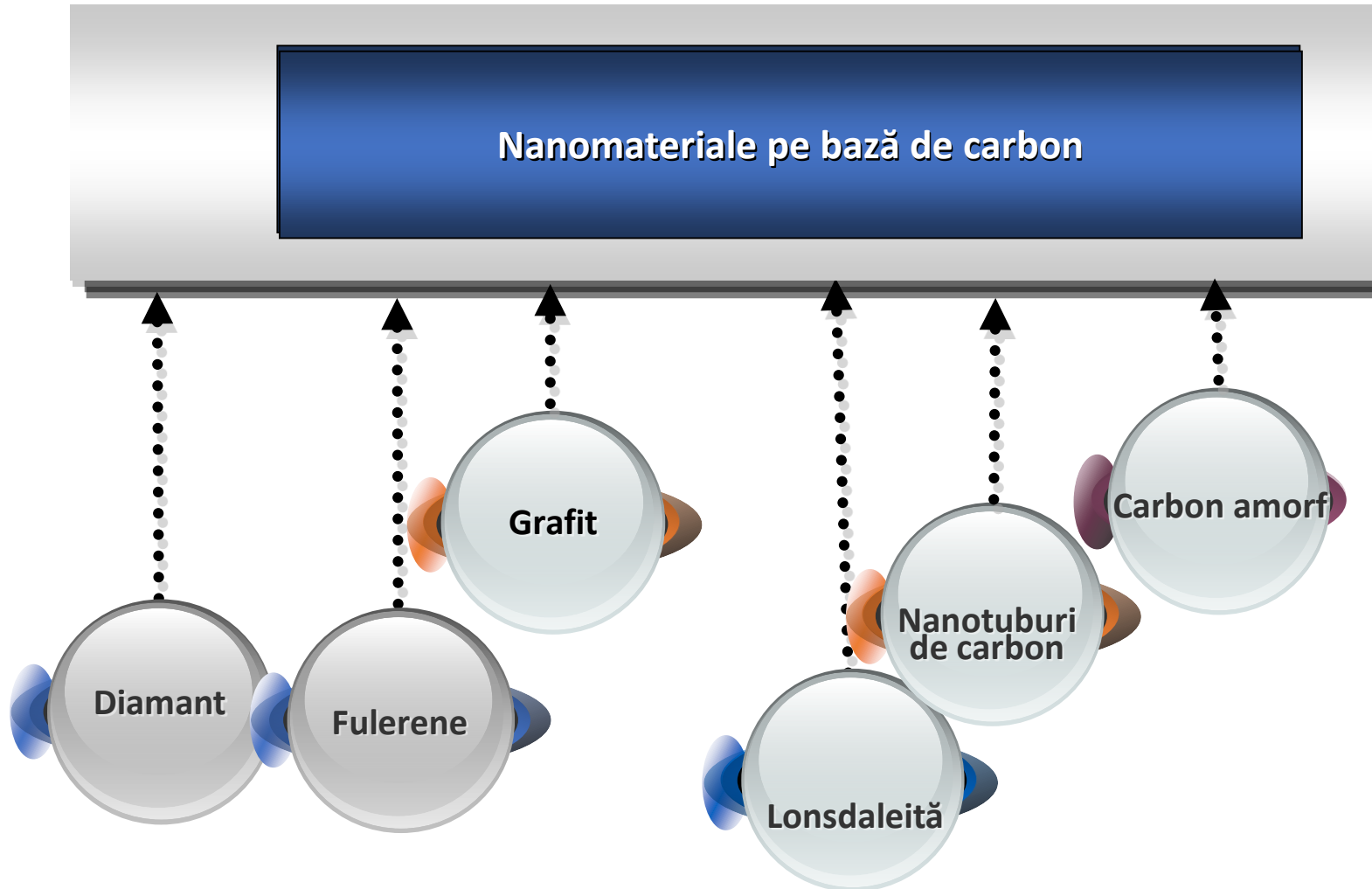
Carbonul

- Carbonul este un element chimic foarte neobișnuit. Atomii de carbon se pot asocia între ei sau se pot asocia cu atomi ai altor elemente, conducând la formarea unor compuși cu proprietăți diferite. Între atomii de carbon pot exista legături simple, duble, triple.



Care sunt formele alotrope ale carbonului?

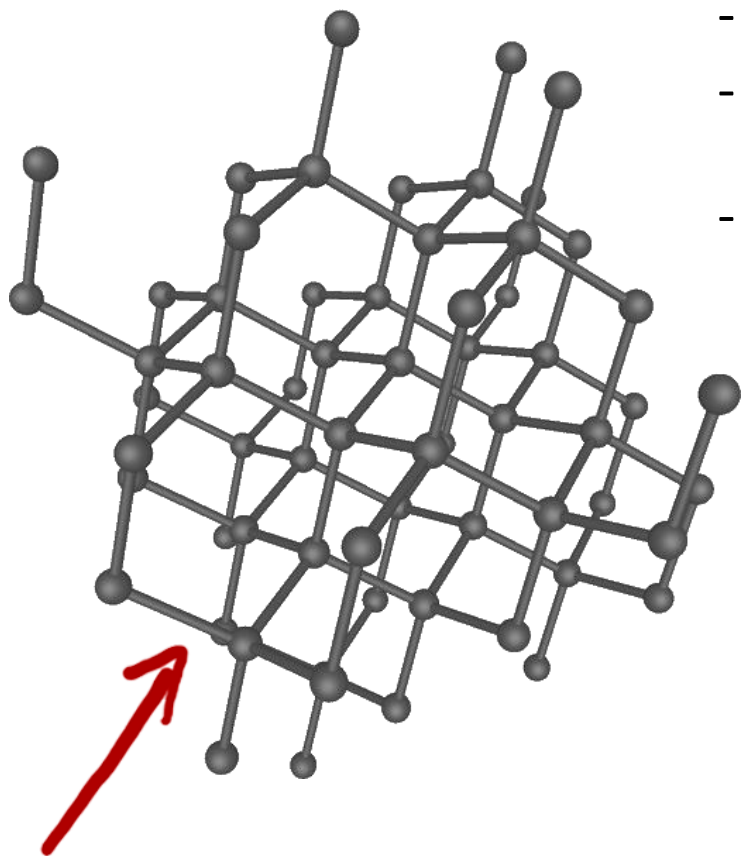
Posibilitatea formării unor legături și aranjamente spațiale diferite între atomii de carbon conduce la diferite forme alotrope de carbon.



Cu toate acestea, în secolul trecut, știința ne-a oferit încă câteva stări alotropice: fullerenele și nanotuburile de carbon.



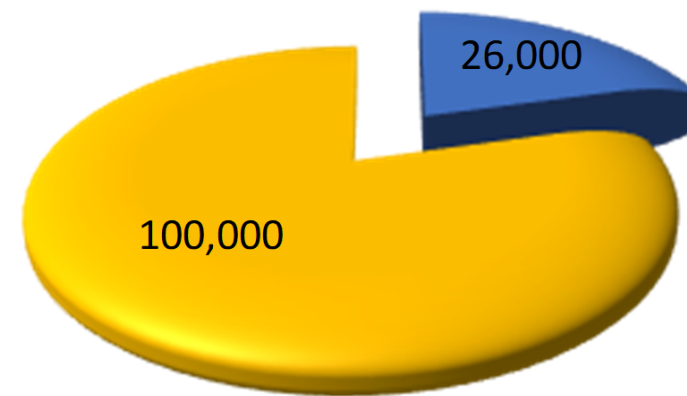
Diamantul



Structura diamantului

- Vine din limba **Greacă** αδάμας – *adámas* „de neînvins”.
- A apărut în viața oamenilor cu 6000 de ani în urmă în India și utilizarea sa a fost legată de frumusețea lui.
- Este cel mai dur material natural cunoscut pe Pământ.

Diamant (tone/an)

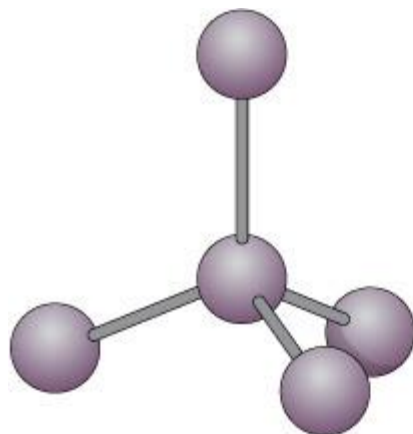


■ Exploatat ■ Sintetizat

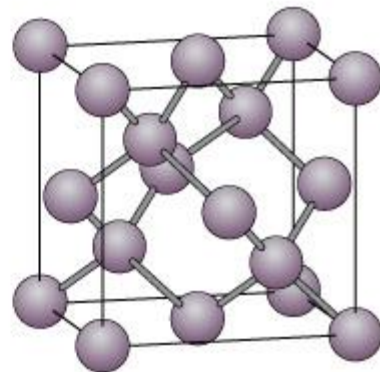




Diamantul



(a)



(b)



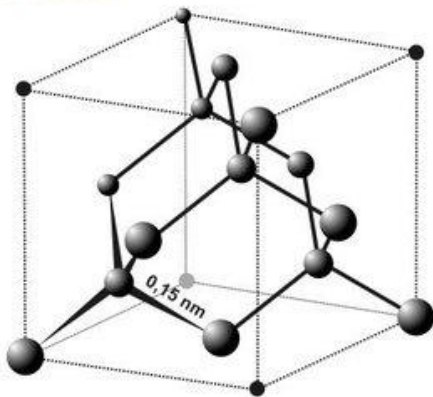
Structura diamantului

- În cristalul de diamant atomii de carbon sunt legați între ei prin legături covalente.
- Fiecare atom de carbon din cristalul de diamant este legat covalent de alți patru atomi de carbon formând un tetraedru.
- Aceste tetraedre sunt conectate între ele într-o structură tridimensională de inele de carbon cu șase membri în configurația scaunului.
- Această rețea stabilă de legături covalente și inele hexagonale este motivul pentru care diamantul este atât de incredibil de puternic ca substanță.





Diamantul

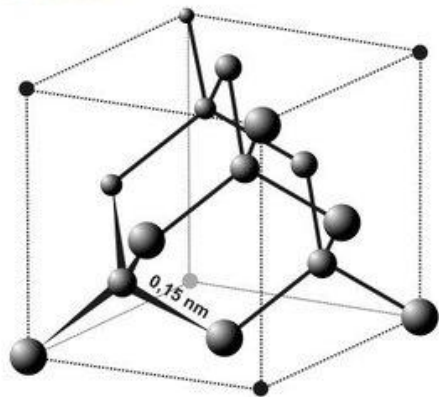


Structura diamantului

- Ca urmare, diamantul este materialul care prezintă cea mai mare duritate și conductivitate termică. În plus, rețeaua sa rigidă previne contaminarea cu multe elemente.
- Suprafața diamantului este lipofilică și hidrofobică, ceea ce înseamnă că nu poate fi udată de apă, dar poate fi udată de ulei.
- Diamantul nu reacționează în general cu nici un reactiv chimic, inclusiv acizi și baze tari.



Diamantul



Structura diamantului

Proprietati fizice

- Solid, incolor și transparent (prezența unor impurități poate conduce la apariția culorii), structură cristalină cubică;
- p.t. $> + 350^{\circ} \text{C}$;
- Mai greu decât apa;
- $\rho = 3.51 \text{ g/cm}^3$;
- Insolubil în orice solvent;
- Prezintă duritatea maximă pe scala Mohs (10);
- Izolator electric;
- Reflectă lumina din acest motiv fiind stralucitor.



Diamantul



Aspectul diamantului

- Durețea și dispersia ridicată a luminii de către diamant îl fac util atât pentru aplicațiile industriale, cât și pentru realizarea bijuteriilor.
- Diamantul este **cel mai dur mineral natural cunoscut**. Acest lucru îl face un abraziv excelent dar îi oferă și o suprafață extrem de lustruită și lucioasă.
- Utilizarea **industrială dominantă a diamantului** constă în tăiere, găurire, șlefuire și lustruire.

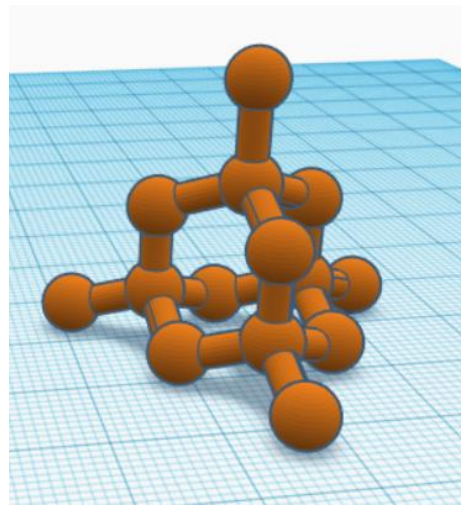
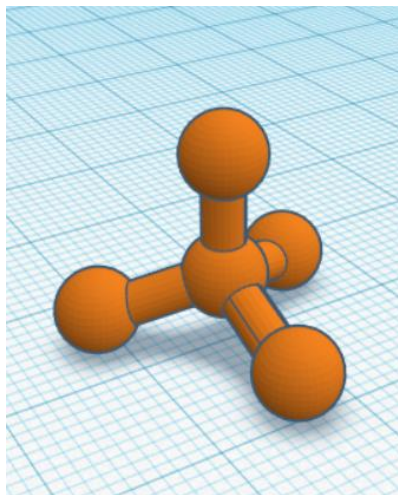




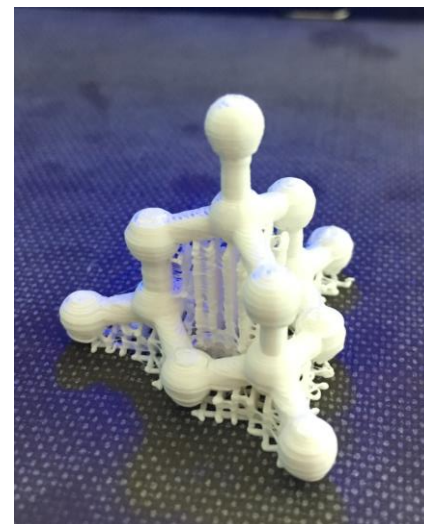
Diamantul



- Încercați să modelați pentru tipărirea 3d structura unității diamantului, respectând ceea ce ați învățat până acum despre unghiurile dintre atomii de carbon și tipurile și lungimile de legătură.
- Încercați să multiplicați structura unității în spațiul 3d, până când obțineți 4 tetraedre.
- Imprimați modelul obținut, utilizând imprimanta 3d. Ar trebui să obțineți un obiect ca acesta:



Structura unității de diamant



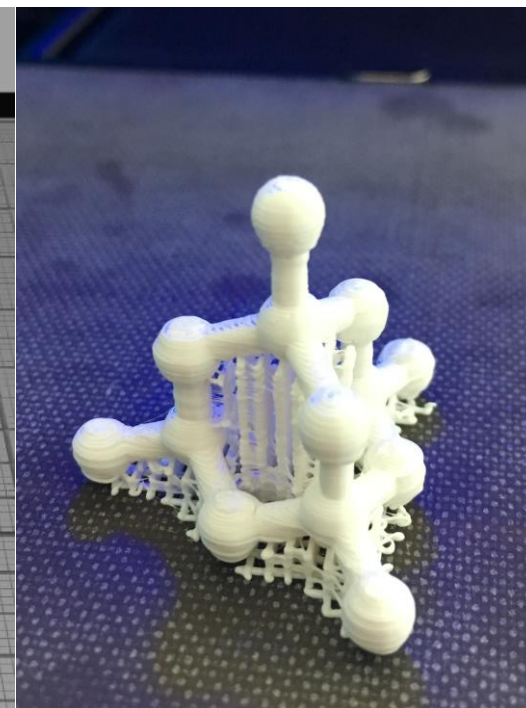
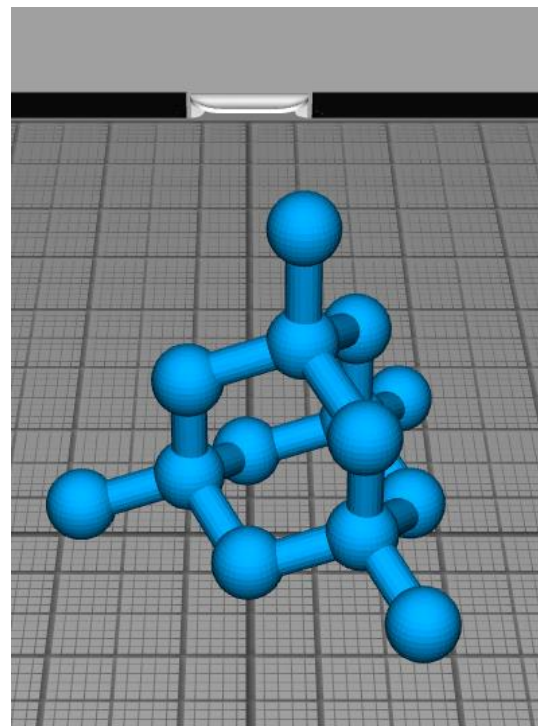
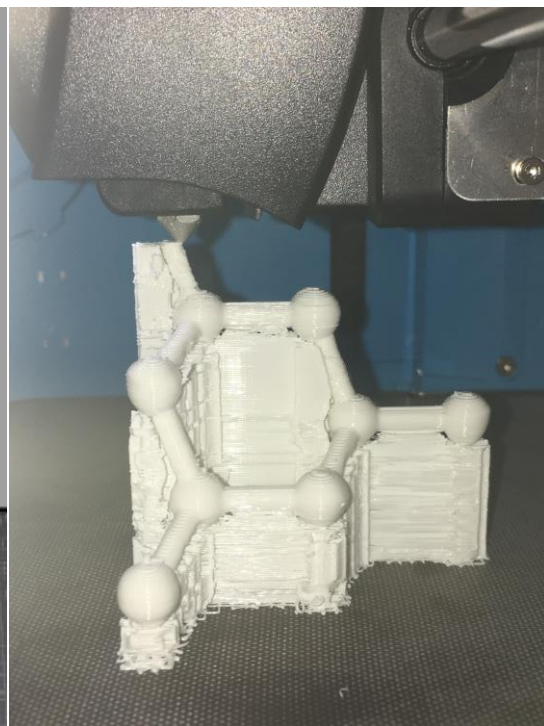
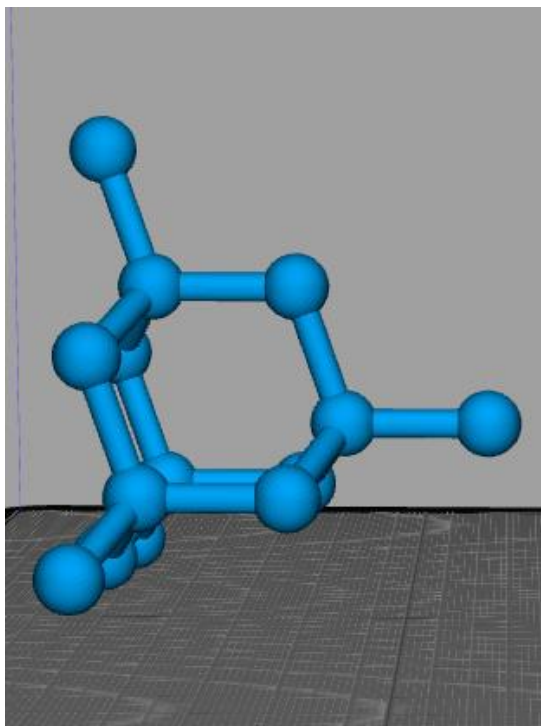
După tipărire, ar trebui să suportul, pentru a finisa structura.





Diamantul

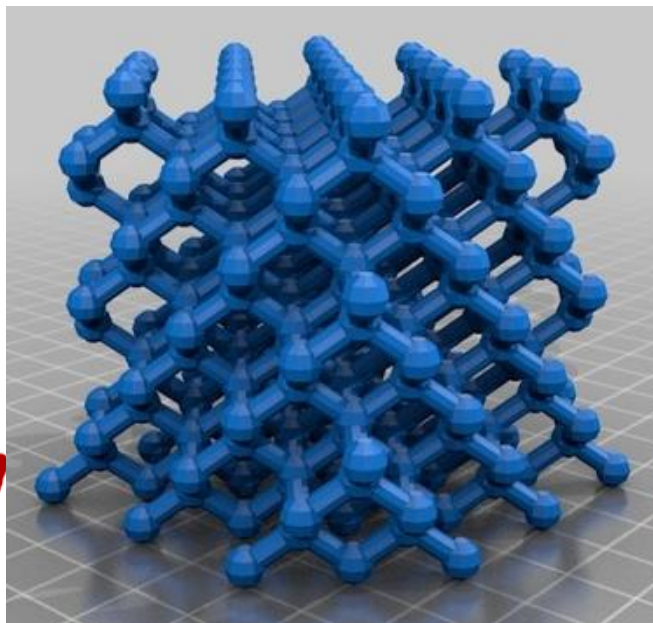
Observație: În funcție de poziția în spațiu a modelului în zona de imprimare și de așezarea sa pe spațiul suport, se va folosi mai mult sau mai puțin material suport (PLA).





Diamantul

- Dacă continuați să multiplicați și să faceți legăturile dintre tetraedre în spațiu, puteți chiar să tipăriți 3d structura cristalină a diamantului!



Structura cristalină a diamantului

- Analizați structura imprimată! Puteți să vă explicați rigiditatea și duritatea diamantului? Foarte bine!

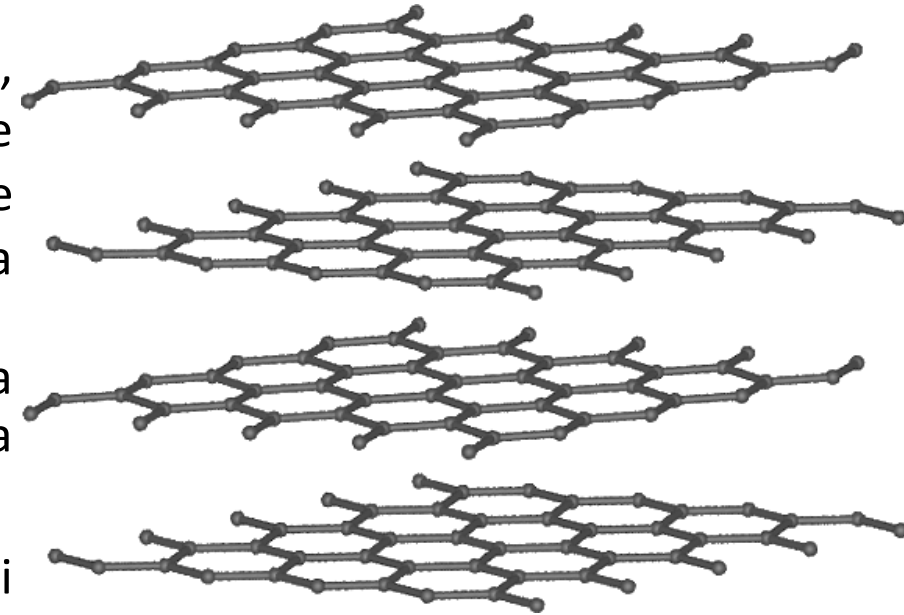


Several yellow pencils with black erasers and sharpened tips are arranged around the central text. Some are pointing towards the title, others are positioned horizontally or diagonally, creating a decorative border.

Grafitul

Grafitul este o altă formă alotropă a carbonului, cunoscută de 6,000 de ani. Descoperirile arheologice au pus în evidență faptul că Europa de Est a fost primul loc de pe pământ în care grafitul a fost utilizat.

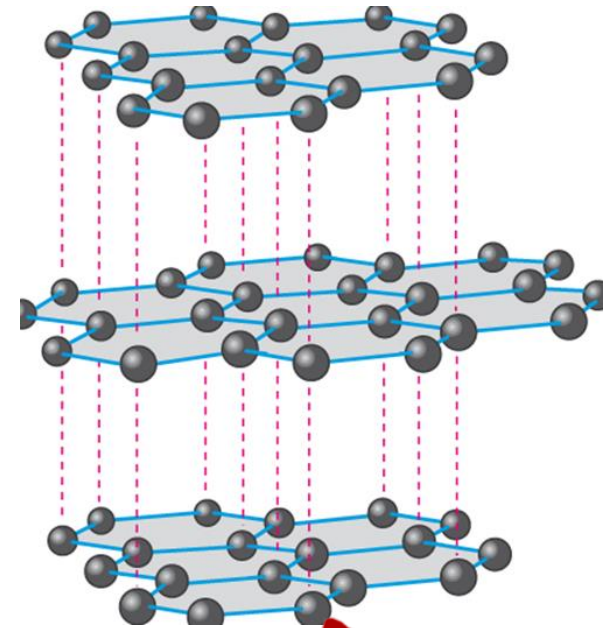
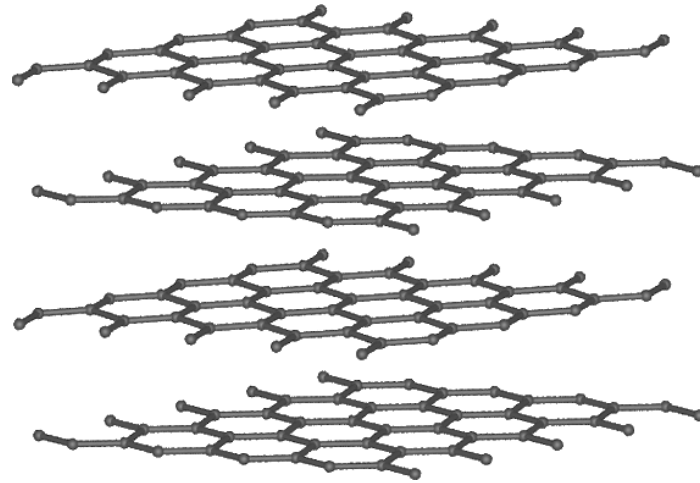
- Vine din cuvântul grecesc γράφω (*graphō*), "a desena/scrie" datorită utilizării sale în realizarea instrumentelor de scris (creioanelor).
- Prezintă o culoare de la fier-negru până la oțel-gri și chiar albastru intens în lumina transmisă.
- Grafitul a fost folosit de mileniul al IV-lea î.e.n. pentru a crea o vopsea ceramica în sud-estul Europei.

A red arrow pointing from the caption 'Structura grafitului' up towards the diagram of the graphite structure.

Structura grafitului

Grafitul

În grafit, fiecare atom de carbon este legat de alți trei atomi, prin intermediul legăturilor covalente orientate simetric în plan, către vârfurile unui triunghi echilateral. O serie de forțe slabe (Van der Waals) se stabilesc între planuri.

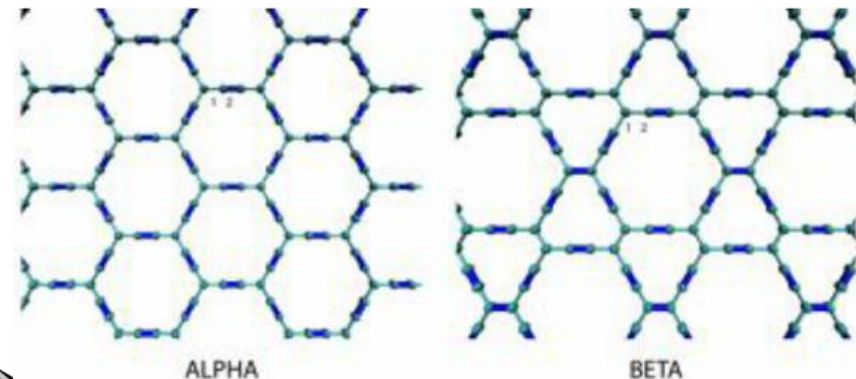


Structura grafitului

Grafitul

Grafitul are o structură stratificată, plană. În fiecare strat, atomii de carbon sunt aranjați într-o rețea hexagonală cu o latură de 0,142 nm, iar distanța dintre planuri (straturi) este de 0,335 nm. Cele două forme cunoscute de grafit, alfa (hexagonal) și beta (rombic), au proprietăți fizice foarte asemănătoare (cu excepția faptului că straturile sunt stivuite puțin diferit).

Forma alfa poate fi transformată în forma beta prin tratare mecanică, iar forma beta revine la forma alfa atunci când este încălzită la peste 1300 ° C.

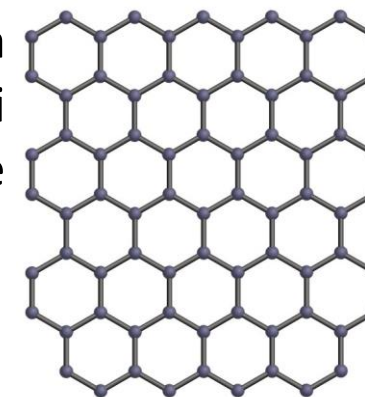
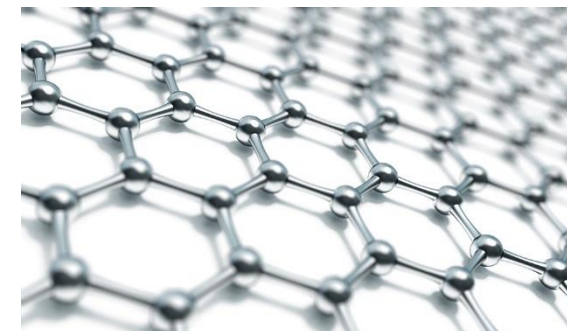


Structura alfa și beta grafitului

Grafitul

Un singur strat de grafit se numește grafen. Acest material prezintă proprietăți electrice, termice și fizice extraordinare. Este o formă alotropă a carbonului, a cărei structură este o singură foaie plană de atomi de carbon hibridizați sp^2 , care sunt împachetați dens într-o rețea de cristal de tip fagure.

Lungimea legăturii carbon-carbon în grafenă este ~ 0.142 nm, iar aceste foi plane se stivuiesc la o distanță interplanară de 0.335 nm pentru a forma structura grafitului. Grafenul este elementul structural de bază al formelor alotrope de carbon, cum ar fi grafitul, cărbunele, nanotuburile de carbon și fullerenele. Grafenul este un semiconductor, prezentând o mobilitate ridicată a electronilor la temperatura camerei. Grafenul a condus deja la realizarea unei clase noi de materiale interesante, ale cărei proprietăți unice fac subiectul cercetărilor în curs de desfășurare în multe laboratoare.

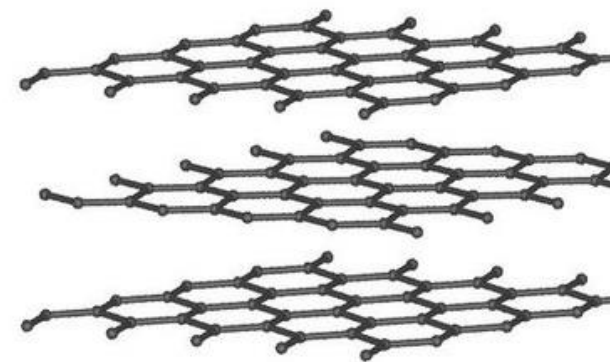


Structura grafenului

Grafitul

Proprietati fizice

- Solid opac, de culoare negru-gri, lucios, gras, cristalizat hexagonal;
- p.t. $> + 350^{\circ}\text{C}$;
- Mai greu decât apa, dar mai ușor decât diamantul;
- $\rho = 2.25 \text{ g/cm}^3$;
- Insolubil în orice solvent;
- Duritate scăzută (1 pe scala Mohs);
- Conductor electric;
- Planurile în care atomii sunt legați unul de altul alunecă unele față de altele, grafitul lăsând urme pe hârtie din acest motiv; Procesul se numește clivaj.



Structura grafitului

Grafitul

Grafitul poate conduce electricitate datorită delocalizării electronilor în straturile (planurile) de carbon; deoarece electronii sunt liberi să se miște în cristalul de grafit, acest lucru permite grafitului să fie utilizat ca un conductor electric.

Grafitul are proprietăți lubrifiante, putând fi utilizat ca un lubrifiant uscat (solid).

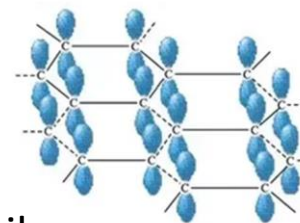
Grafitul are de asemenea aplicații în realizarea materialelor rezistente la căldură, deoarece poate rezista la temperaturi de până la 3000 ° C.

Aplicații

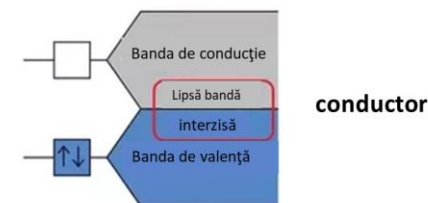
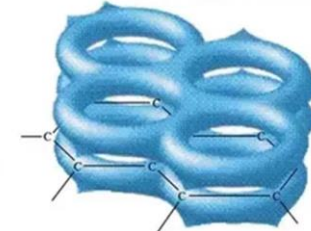
- Mine de creion;
- Creuzete metalurgice;
- Electrozi;
- Lubrifianti.

Conductivitatea electrică în grafit

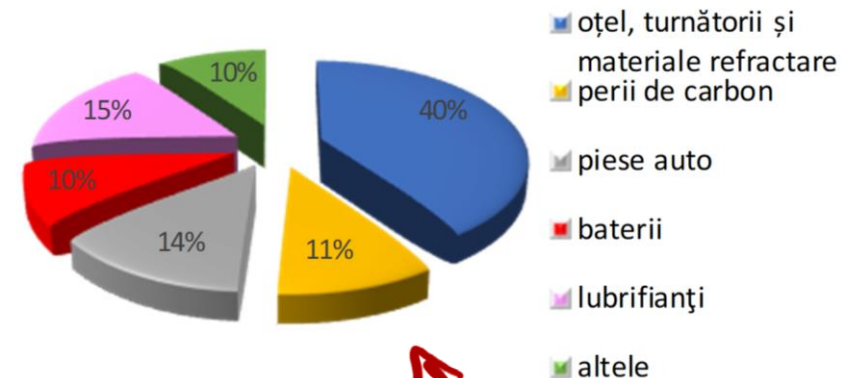
hibridizare sp^2



orbitali π delocalizați



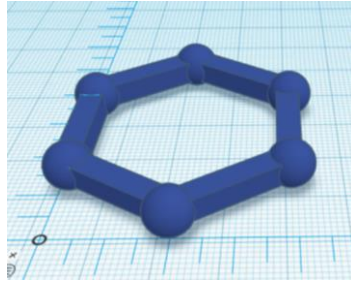
Aplicații ale grafitului



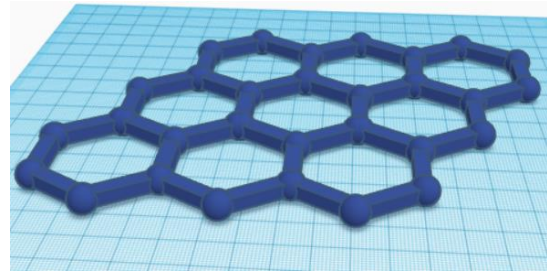
Aplicațiile grafitului

Grafitul

- Pornind de la unitatea hexagonală, încercați să modelați pentru tipărirea 3d structura unității grafenului, având în vedere ceea ce ați învățat până acum despre unghiurile dintre atomi și lungimi de legătură.

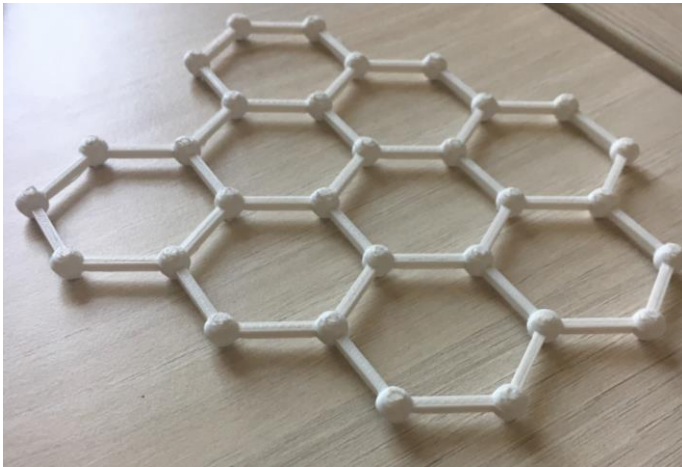


Hexagon



Structura grafenului

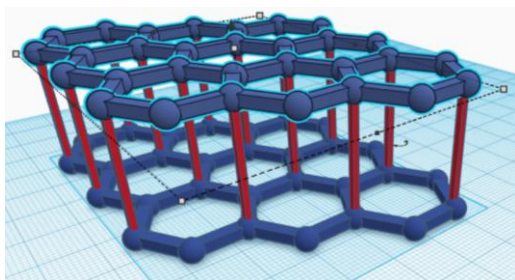
- Imprimați modelul de grafen utilizând imprimanta 3d. Ar trebui să obțineți un obiect ca cel din imagine:



- După imprimare, încercați să verificați duritatea / flexibilitatea structurii. Puteți identifica o diferență între această structură și cea a diamantului?

Grafitul

- Pe baza modelului anterior, încercați să multiplicați structura unității pentru a obține structură plană a grafitului. Modelați o structură cu cel puțin două planuri de atomi de carbon.
- Imprimați modelul folosind imprimanta 3d. Ar trebui să obțineți un obiect ca cel din imagine:



Structura grafitului

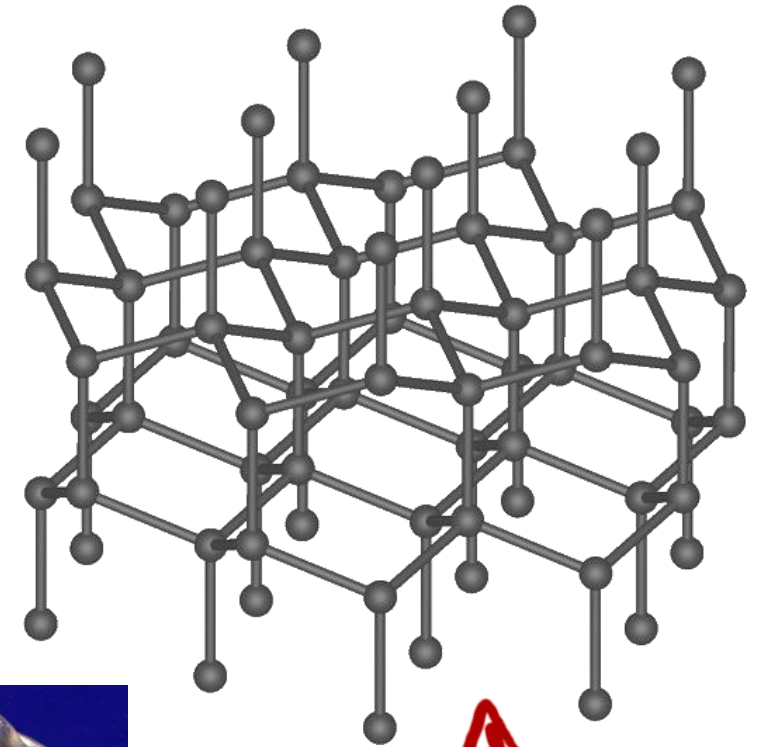


- După tipărire, ar trebui să eliminați suportul, pentru a finisa structura.
- Încercați să vedeți cum planurile de atomi de carbon se mișcă unul față de celălalt. Acest lucru explică clivarea grafitului.
- Electronii liberi care provin câte unul de la fiecare atom de carbon și se mișcă liber între planuri formând o rețea care creează opacitatea grafitului.

... Alte forme alotrope mai puțin cunoscute ale carbonului

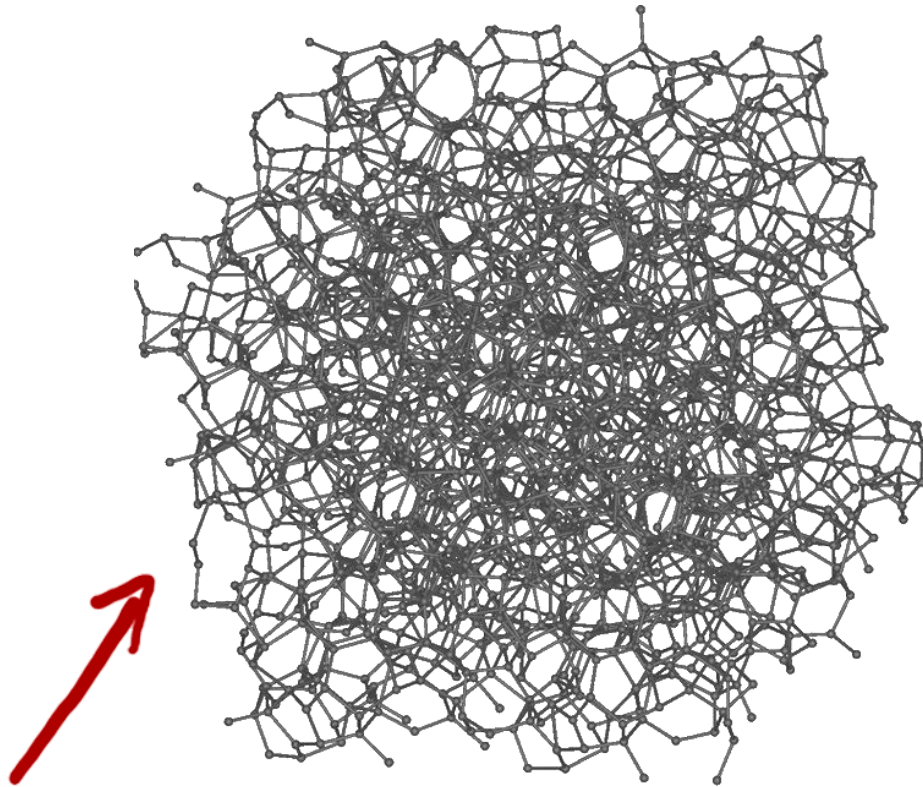
Lonsdaleita

- Lonsdaleita este un mineral foarte rar, foarte asemănător diamantului.
- A fost numit în cinstea cercetătoarei engleze în cristalografie Kathleen Lonsdale.
- Lonsdaleita a fost identificată în 1967 în meteoritul Canyon Diablo.
- O probă pur simulată a fost de 58% mai dură decât diamantul.



Structura **Lonsdaleitei**

Carbonul amorf



Structura Carbonului Amorf

- ✓ Este un carbon liber, reactiv, care nu prezintă structură cristalină.
- ✓ În general, în practică, multe forme amorfe sunt compuși chimici cu un conținut ridicat de carbon și nu o formă pură alotropă a carbonului.