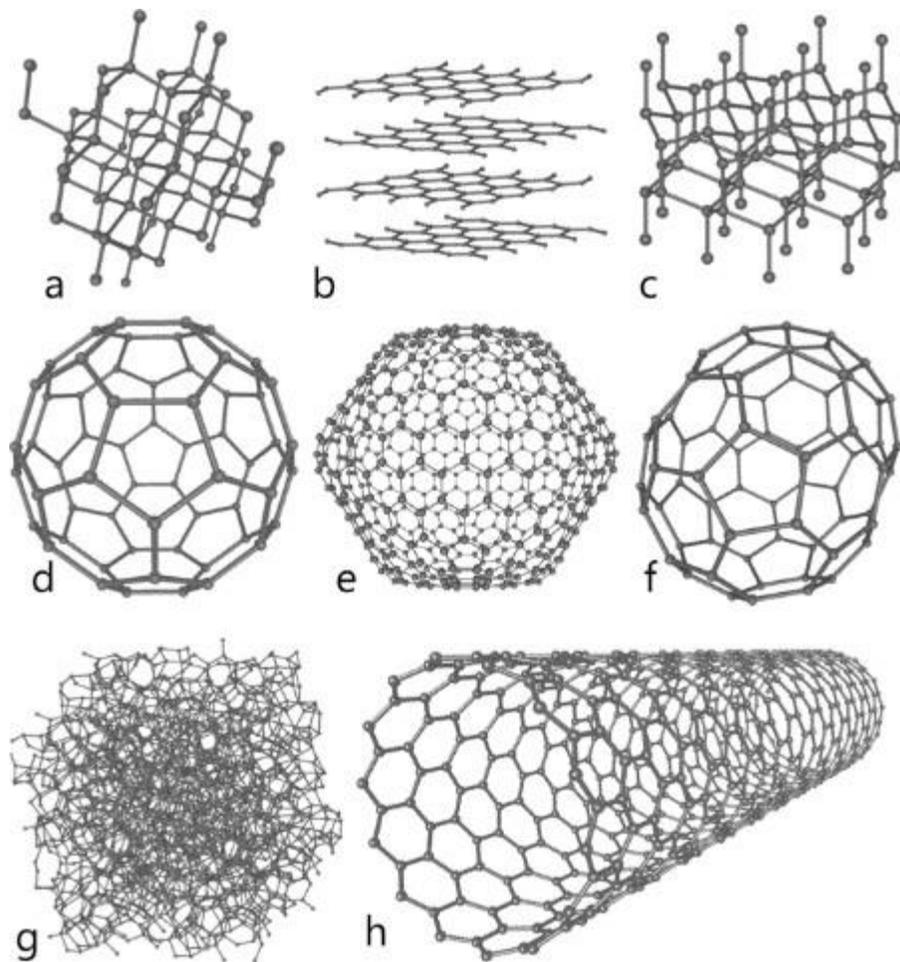




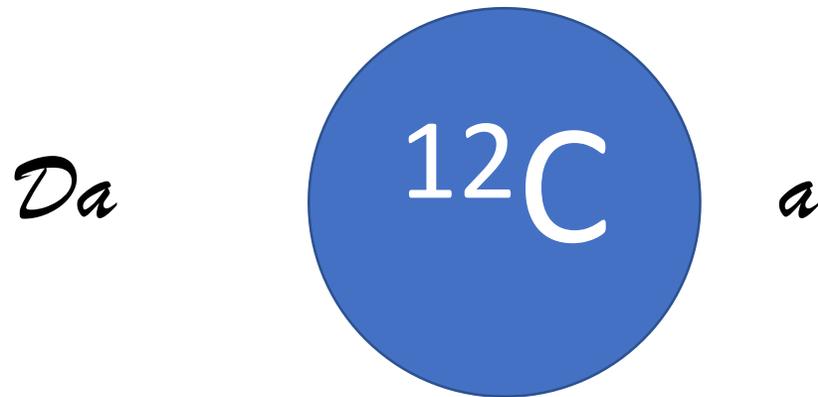
Allotropi Carbonio: Diamante e Grafite

IoT Team of
Valahia University of Targoviste, ROMANIA



Lo stato naturale

Il carbonio è il quarto elemento chimico più comune nell'universo, ed è anche il componente base della materia organica.



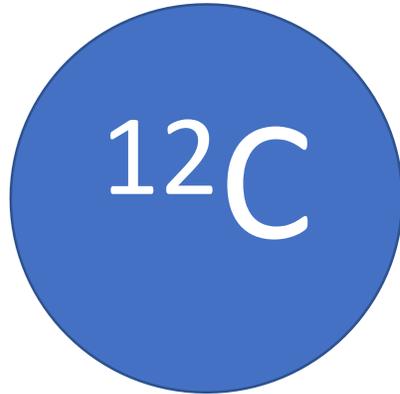
Nello stato libero

Il carbonio nativo era noto da tempo in due forme allotropiche: il diamante e la grafite.

ALLOTROPY

Oggi sono noti diversi allotropi di carbonio.

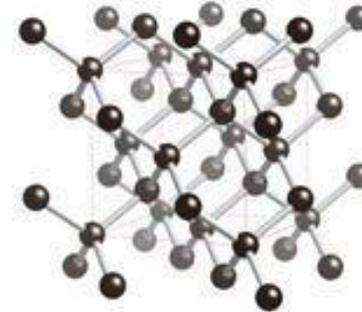
Da



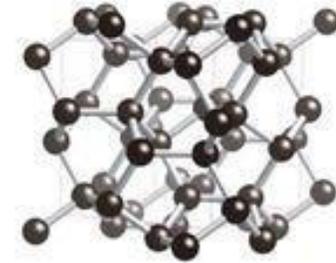
a



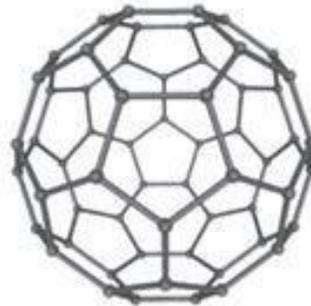
graphite



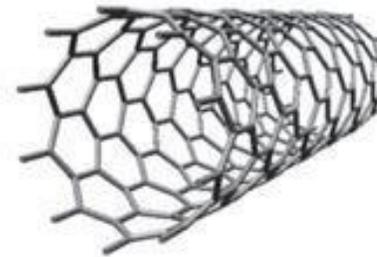
diamond



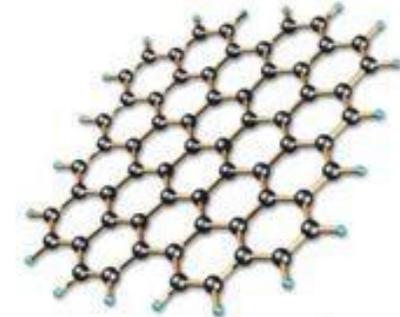
BC8



fullerene



nanotube

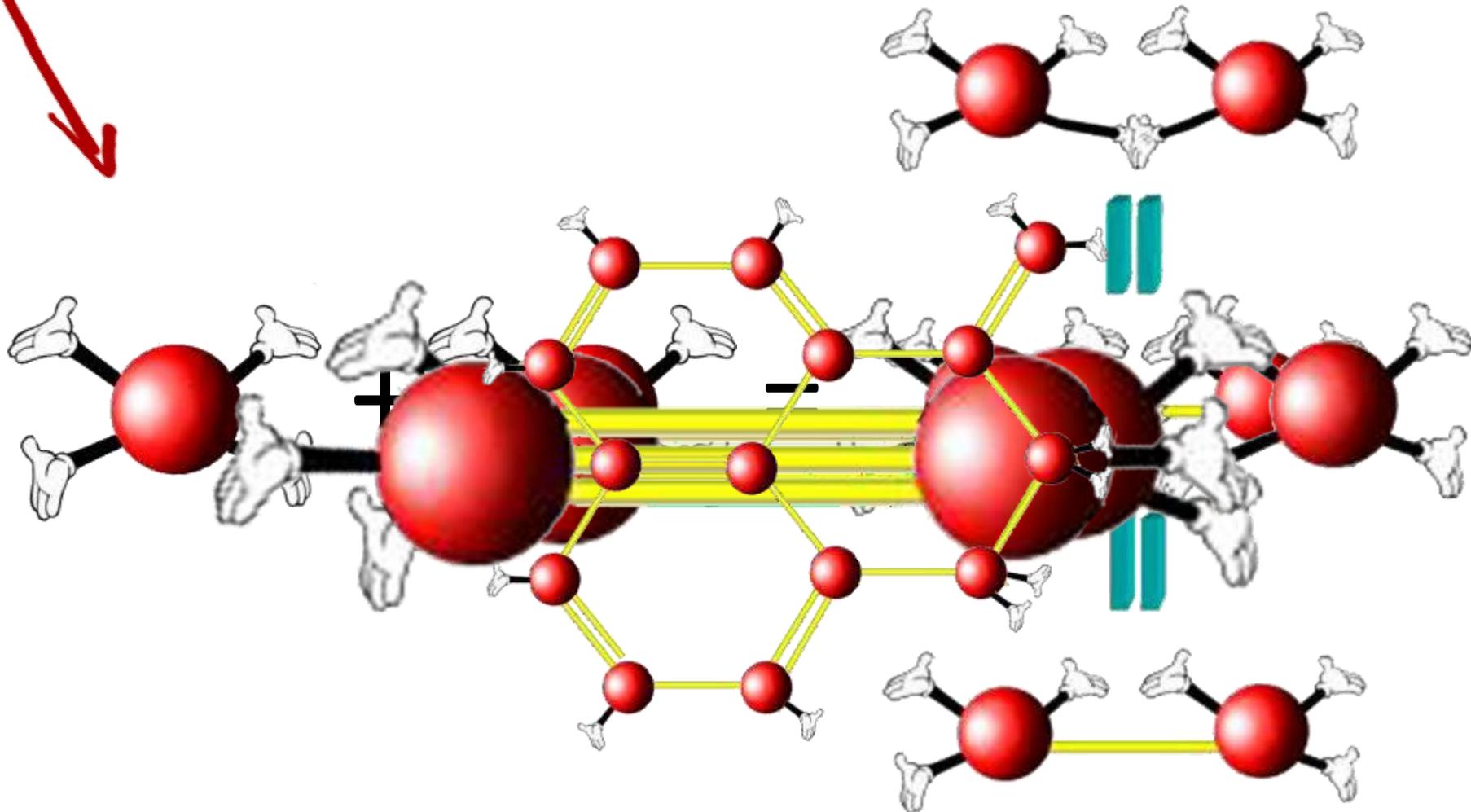


graphene

^{12}C

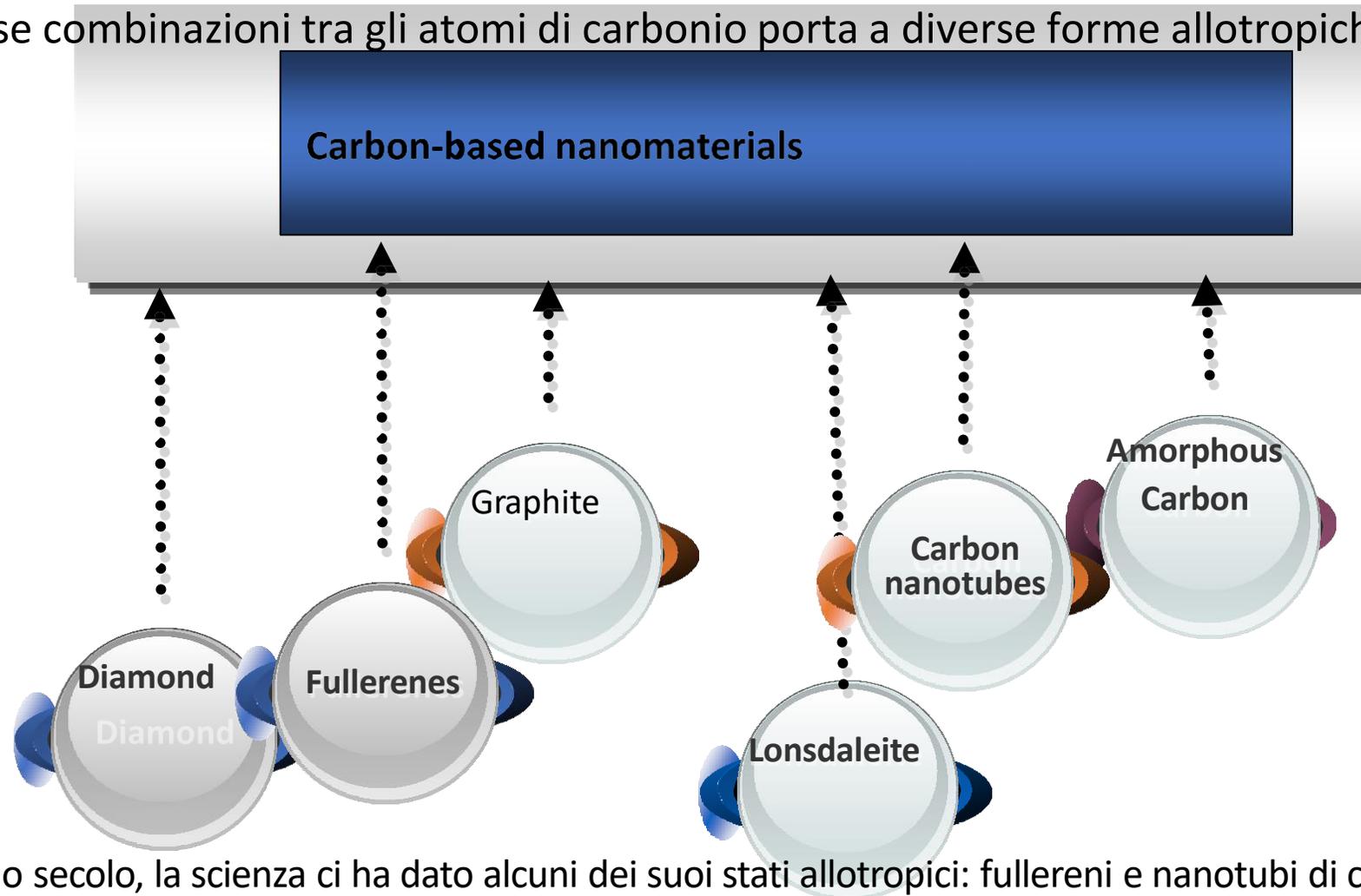
Carbonio

Il carbonio è un elemento chimico molto insolito. Gli atomi di carbonio possono associarsi tra di loro o con atomi di altri elementi, dando origine a composti con proprietà diverse. Tra gli atomi di carbonio possono esistere legami semplici, doppi, tripli.



Cosa sono le forme allotropiche del carbonio?

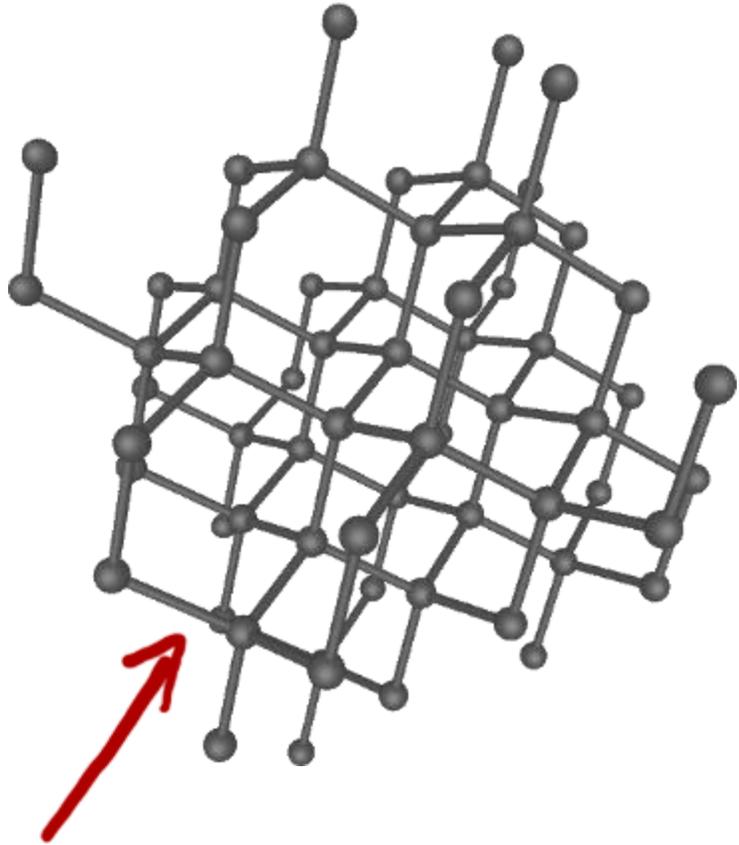
La possibilità di diverse combinazioni tra gli atomi di carbonio porta a diverse forme allotropiche di carbonio.



Tuttavia, nell'ultimo secolo, la scienza ci ha dato alcuni dei suoi stati allotropici: fullereni e nanotubi di carbonio.



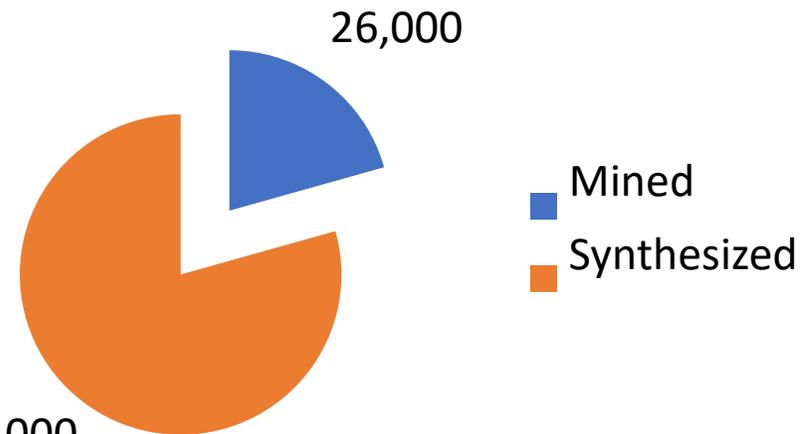
Diamante



Struttura del
diamante

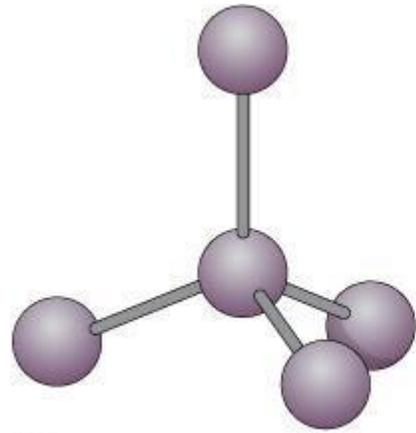
- (dal greco antico αδάμας - adámas
- "indistruttibile"
- Apparso nella vita umana 6000 anni fa in India e il suo uso era legato alla sua bellezza
- Il materiale naturale più duro conosciuto sulla Terra

Diamante (tons/anni)

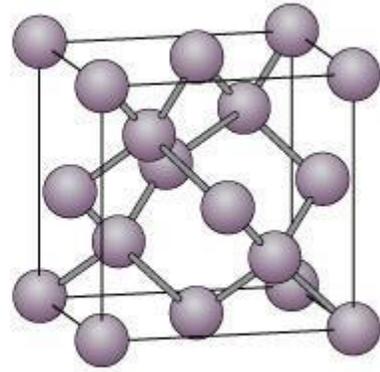




Diamante



(a)



(b)



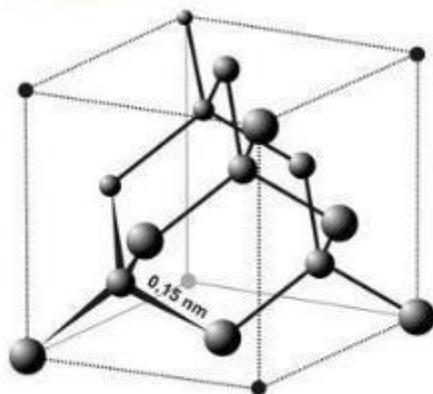
Struttura diamante

- Nel cristallo di diamante, gli atomi della rete sono uniti da legami covalenti.
- Ogni atomo di carbonio in un diamante è legato covalentemente ad altri quattro carboni in un tetraedro.
- Questi tetraedri insieme formano una rete tridimensionale di anelli di carbonio a sei membri nella conformazione della sedia, che permette una deformazione dell'angolo di legame pari a zero.
- Questa rete stabile di legami covalenti e anelli esagonali è la ragione per cui il diamante è così incredibilmente forte come sostanza.





Diamante



Structure of diamond

- Di conseguenza, il diamante mostra la più alta durezza e conducibilità termica di qualsiasi materiale sfuso. Inoltre, il suo reticolo rigido impedisce la contaminazione da parte di molti elementi.
- La superficie del diamante è lipofila e idrofoba, il che significa che non può bagnarsi con l'acqua ma può essere in olio.
- I diamanti non reagiscono generalmente con alcun reagente chimico, compresi gli acidi e le basi forti.



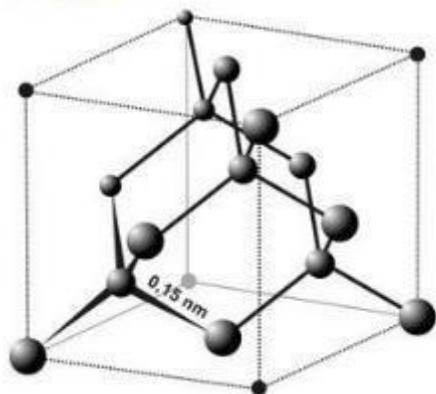


Diamond



Proprietà fisiche

- solido incolore e trasparente (varie impurità possono causare colorazione), cubico cristallizzato;
- m.p. $> + 350^{\circ}\text{C}$;
- più duro dell'acqua;
- $\rho = 3,51 \text{ g/cm}^3$;
- insolubile in tutti si scioglie;
- ha la durezza massima sulla scala Mohs (10);
- isolante elettrico;
- riflette la luce, essendo brillante.



Struttura diamante





Diamante



- La durezza e l'elevata dispersione della luce del diamante lo rendono utile sia per applicazioni industriali che per la gioielleria.
- Il diamante è il più conosciuto **minerale naturale**. Questo lo rende un **eccellente** abrasivo e lo rende estremamente lucido e brillante.
- L'uso industriale dominante del diamante è nel taglio, nella foratura, nella smerigliatura e nella lucidatura.



Aspetto diamante



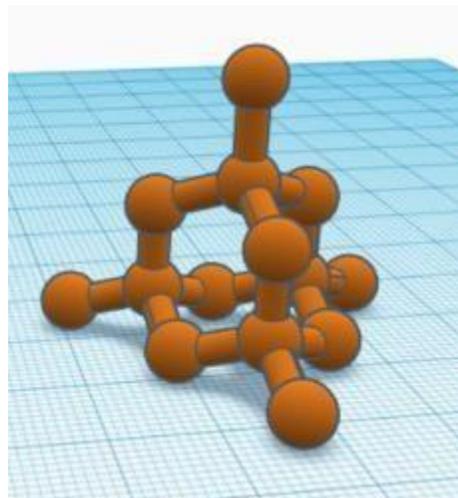
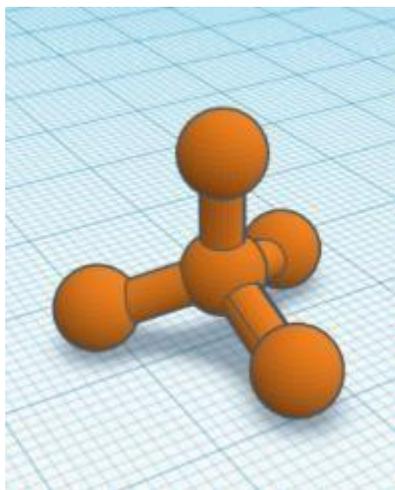


Diamante



- Provate a modellare per la stampa 3d la struttura unitaria del diamante, nel rispetto di quanto appreso sugli angoli tra gli atomi e le lunghezze di legame, fino ad ora.

- Provate a moltiplicare la struttura dell'unità nello spazio 3d, fino ad ottenere 4 tetraedri.
- Stampate il vostro modello utilizzando la stampante 3d. Si dovrebbe ottenere un oggetto come questo:



Struttura diamante

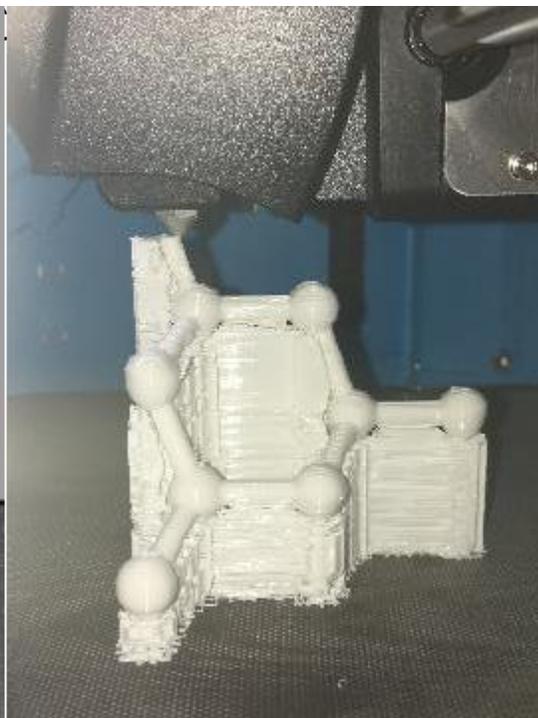
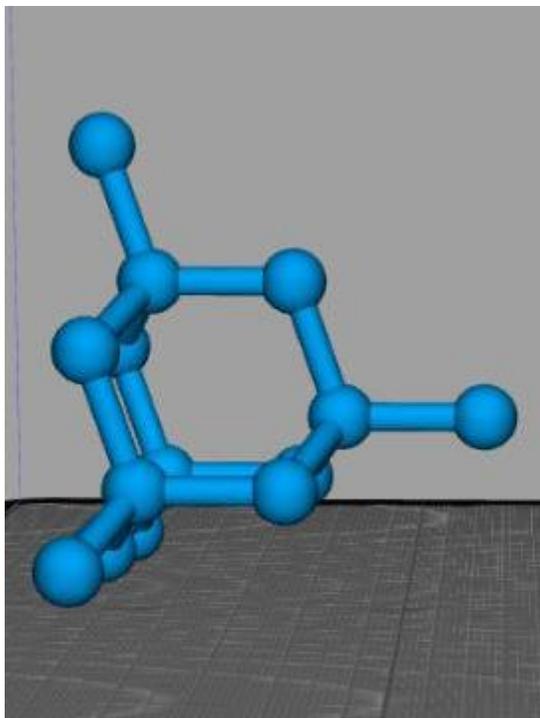
Dopo la stampa, si dovrebbero tagliare i fili PLA non necessari, per lucidare la struttura.



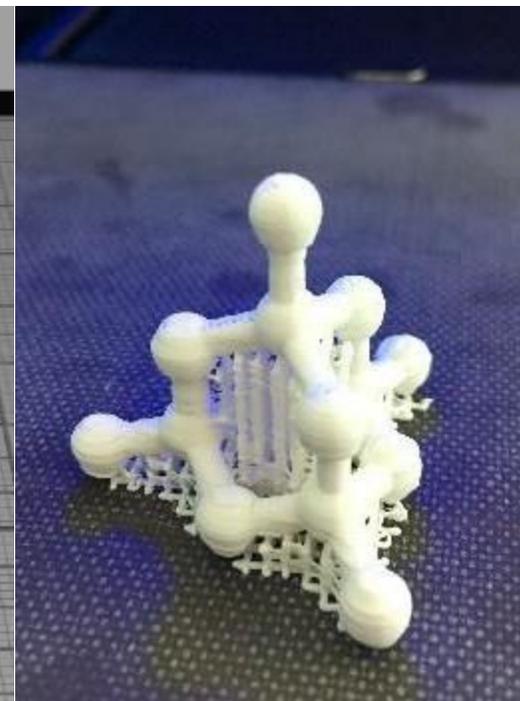
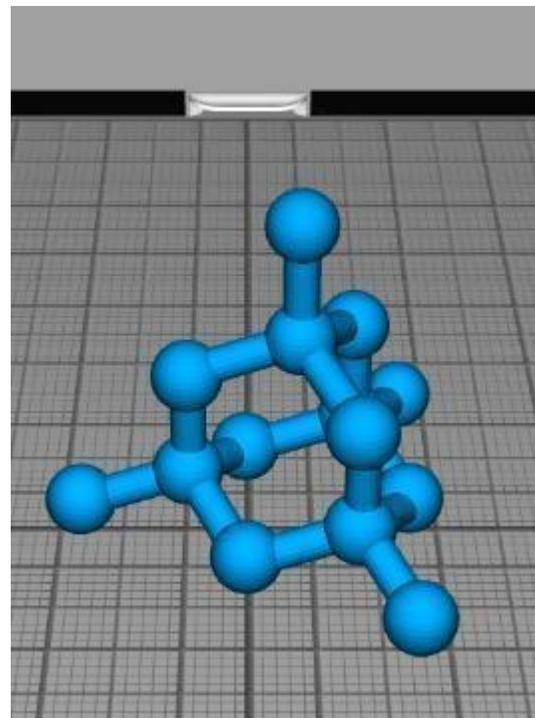


Diamante

Oss: A seconda della posizione dello spazio del modello nell'area di stampa e del modello di supporto,



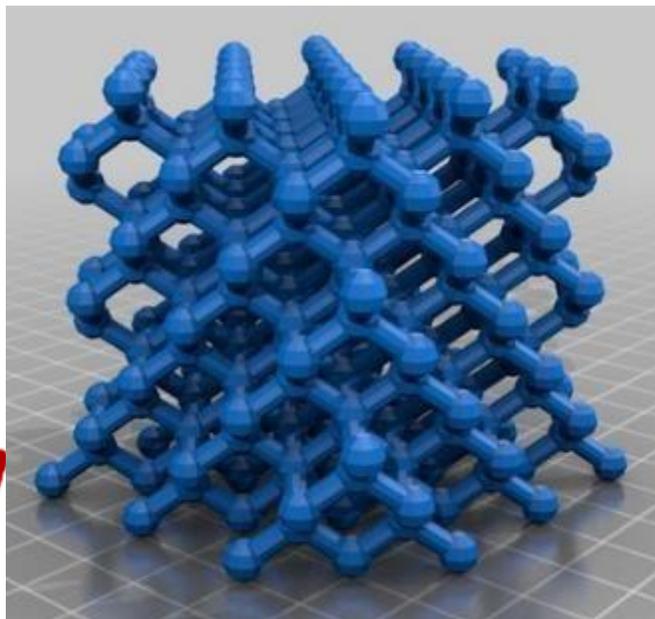
rto.





Diamante

- Se si continua a moltiplicare e a fare i collegamenti tra i tetraedri nello spazio, si può anche stampare la struttura cristallina del diamante!



Struttura del cristallo
diamantato

- Analizza la struttura stampata! Puoi spiegarti meglio
la rigidità e la durezza del diamante? Ben fatto!



Grafite

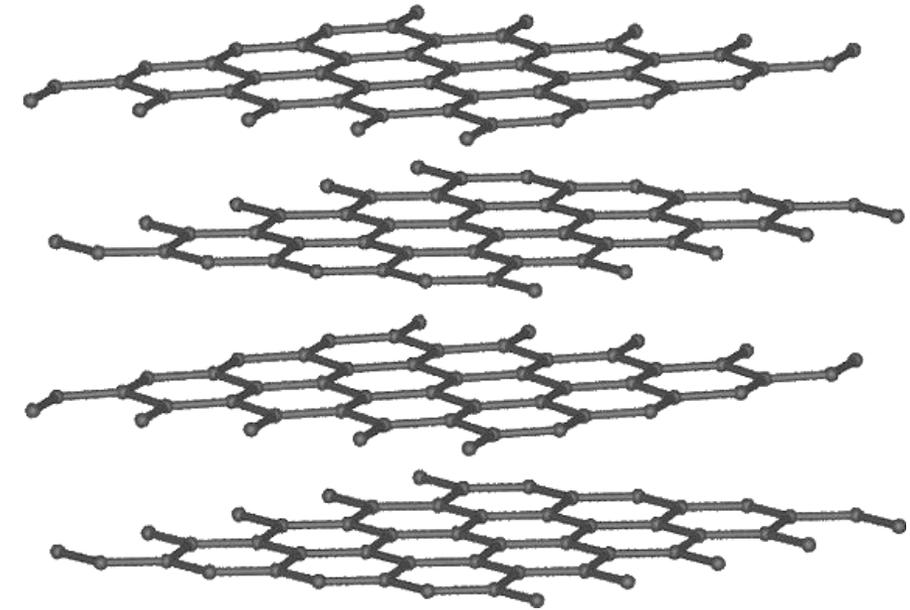
La grafite è un'altra forma allotropica di carbonio, nota da 6.000 anni. I ritrovamenti archeologici dimostrano che l'Europa orientale è stata il primo luogo in cui la gente ha utilizzato la grafite.

- dal greco antico γράφω (graphō), «disegnare/scrivere" per il suo utilizzo in matite

Dal nero ferro al grigio acciaio; blu profondo in luce trasmessa

La grafite è stata utilizzata dal 4° millennio a.C. per creare

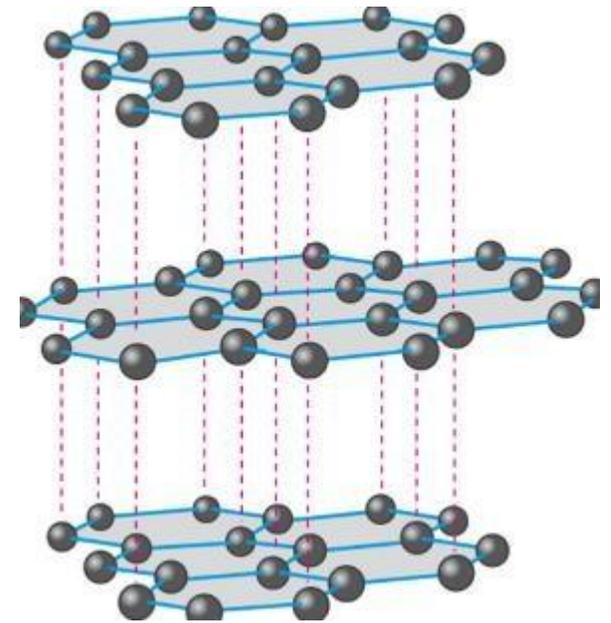
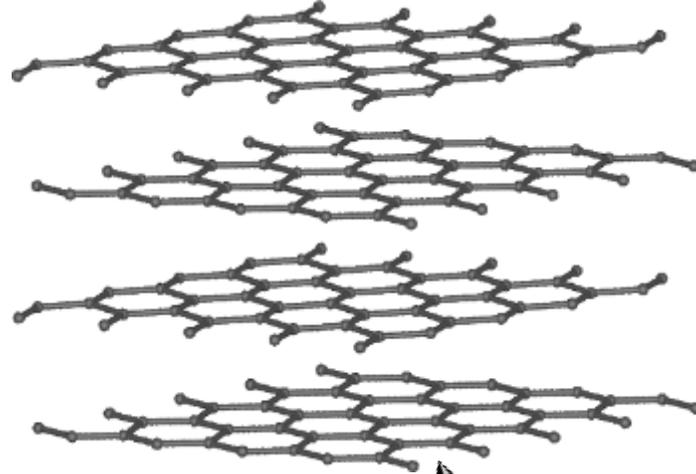
una pittura in ceramica nell'Europa orientale




Struttura della Grafite

Grafite

Nella grafite, ogni atomo è unito da altri tre atomi mediante legami covalenti orientati simmetricamente nel piano dopo i vertici di un triangolo equilatero. Tra i piani successivi si stabiliscono forze lente.

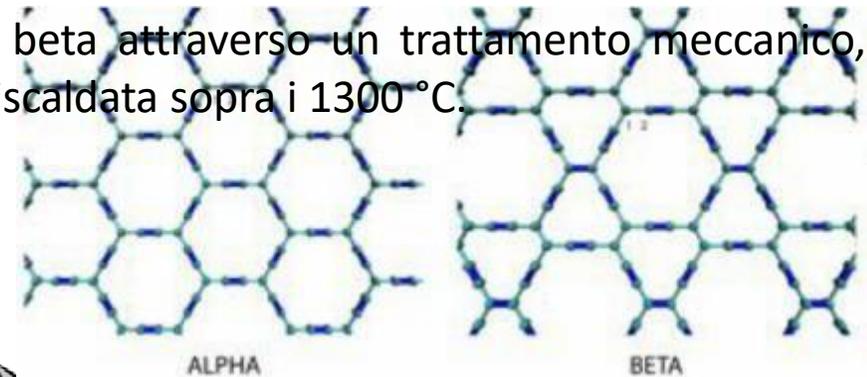


Structure of graphite

Grafite

La grafite ha una struttura stratificata e planare. In ogni strato, gli atomi di carbonio sono disposti in un reticolo esagonale con separazione di 0,142 nm, e la distanza tra i piani (strati) è di 0,335 nm. Le due forme note di grafite, alfa (esagonale) e beta (romboedrico), hanno proprietà fisiche molto simili (tranne che gli strati si sovrappongono in modo leggermente diverso).

La forma alfa può essere convertita alla forma beta attraverso un trattamento meccanico, e la forma beta ritorna alla forma alfa quando viene riscaldata sopra i 1300 °C.

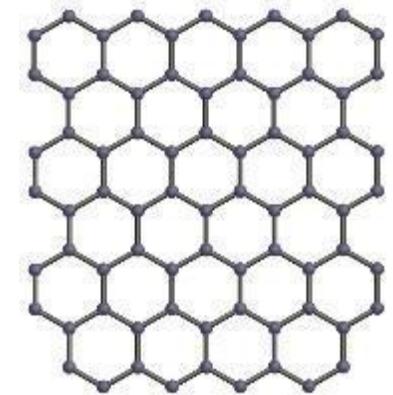
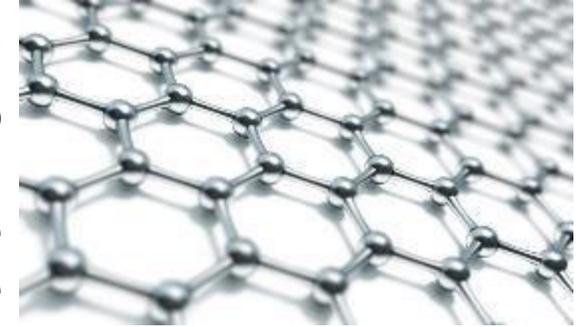


Struttura della
grafite alfa e beta

Grafite

Un singolo strato di grafite è chiamato grafene. Questo materiale mostra straordinarie proprietà elettriche, termiche e fisiche. Si tratta di un allotropio di carbonio la cui struttura è un singolo foglio planare di atomi di carbonio legato sp^2 che sono densamente compressi in un reticolo cristallino a nido d'ape.

La lunghezza del legame carbonio-carbonio nel grafene è di $\sim 0,142$ nm, e questi fogli si impilano a formare grafite con una spaziatura interplanare di $0,335$ nm. Il grafene è l'elemento strutturale di base degli allotropi di carbonio come la grafite, il carbone, i nanotubi di carbonio e i fullereni. Il grafene è un semiconduttore semi-metallico o a gap zero, che gli permette di mostrare un'elevata mobilità degli elettroni a temperatura ambiente. Il grafene è una nuova ed entusiasmante classe di materiali le cui proprietà uniche lo rendono oggetto di continue ricerche in molti laboratori.



Struttura del grafene

Grafite

Proprietà fisiche

- solido opaco, nero-grigio, lucido, grasso, esagonale cristallizzato;

m.p. > + 350°C;

più duro dell'acqua, ma più leggero del diamante;

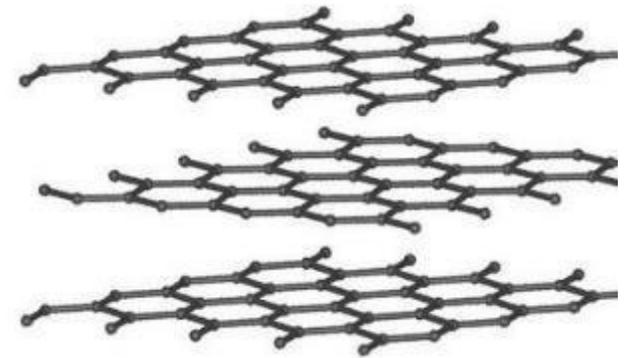
$\rho = 2,25 \text{ g/cm}^3$;

insolubile in tutti si scioglie;

bassa durezza (1 sulla scala Mohs);

conduttore elettrico;

Piani in cui gli atomi si trovano fatti scivolare l'uno sull'altro, lasciando tracce sulla carta.



Struttura della grafite

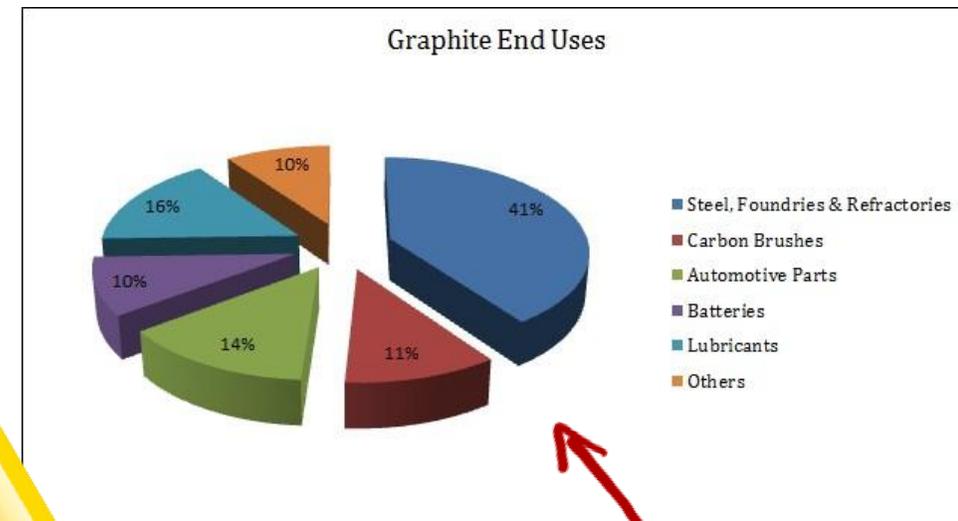
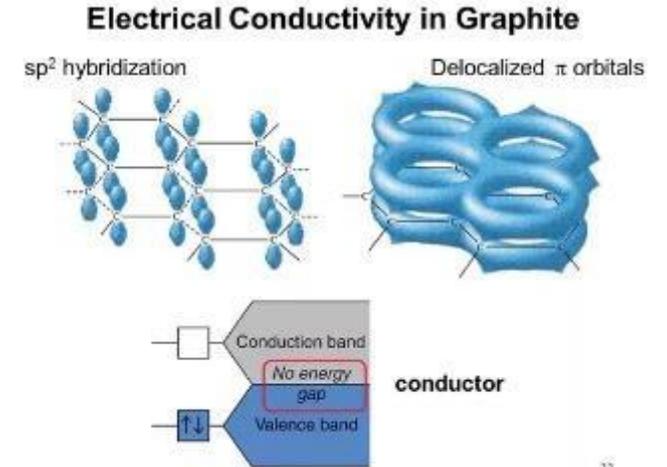
Grafite

La grafite può condurre l'elettricità a causa della vasta delocalizzazione degli elettroni all'interno degli strati di carbonio; poiché gli elettroni sono liberi di muoversi, l'elettricità si muove attraverso il piano degli strati.

La grafite ha anche proprietà autolubrificanti e lubrificanti a secco. La grafite ha applicazioni in materiali protesici contenenti sangue e materiali resistenti al calore in quanto può resistere a temperature fino a 3000°C.

Applicazioni

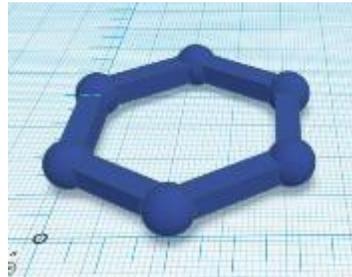
- Mine a matita;
- crogioli metallurgici;
- elettrodi;
- lubrificanti.



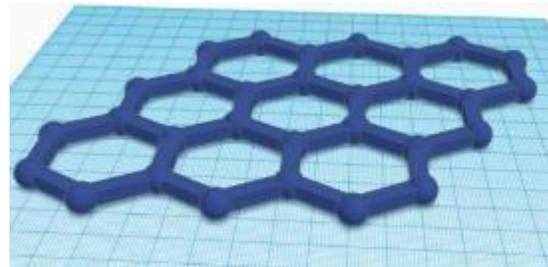
Applicazioni grafite

Grafite

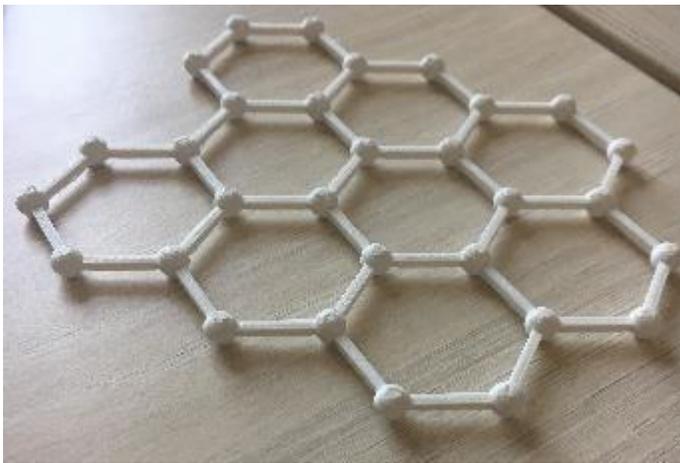
- Partendo dall'unità esagonale, provate a modellare per la stampa 3d la struttura unitaria del grafene, nel rispetto di quanto appreso sugli angoli tra gli atomi e le lunghezze di legame fino ad ora.



Hexagon unit



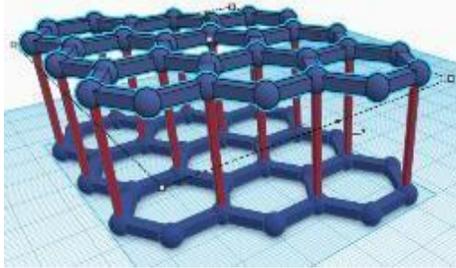
Structure of graphene



- Stampate il vostro modello di grafene utilizzando la stampante 3d. Si dovrebbe ottenere un oggetto come questo:
- Dopo la stampa, provare a controllare la durezza/flessibilità della struttura. Potete identificare una differenza tra questa struttura e quella del diamante?

Grafite

- Sulla base del modello precedente, cercare di moltiplicare la struttura dell'unità per ottenere la struttura planare della grafite. Modellare una struttura con almeno due piani di atomi di carbonio.
- Stampare il modello utilizzando la stampante 3d. Si dovrebbe ottenere un oggetto come questo:



Struttura della grafite

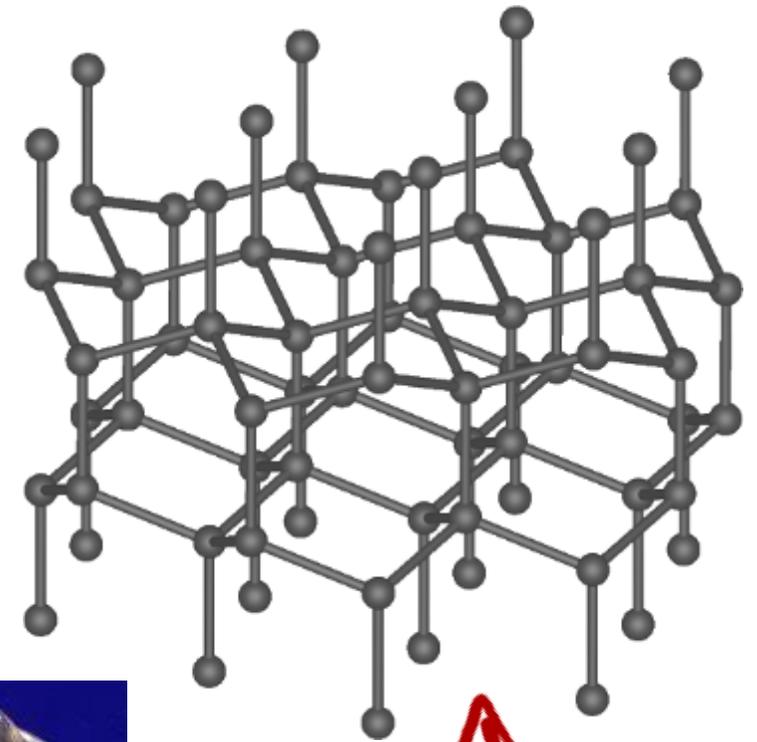


- Dopo la stampa, si dovrebbero tagliare i fili PLA non necessari, per lucidare la struttura.
- Provate a vedere come i piani degli atomi di carbonio si muovono l'uno verso l'altro. Questo spiega la scissione di
- grafite.
- Gli elettroni liberi che provengono da ogni atomo di carbonio e si muovono tra i piani formano una rete che crea l'opacità della grafite.

... Altre forme allotropiche meno conosciute di carbonio

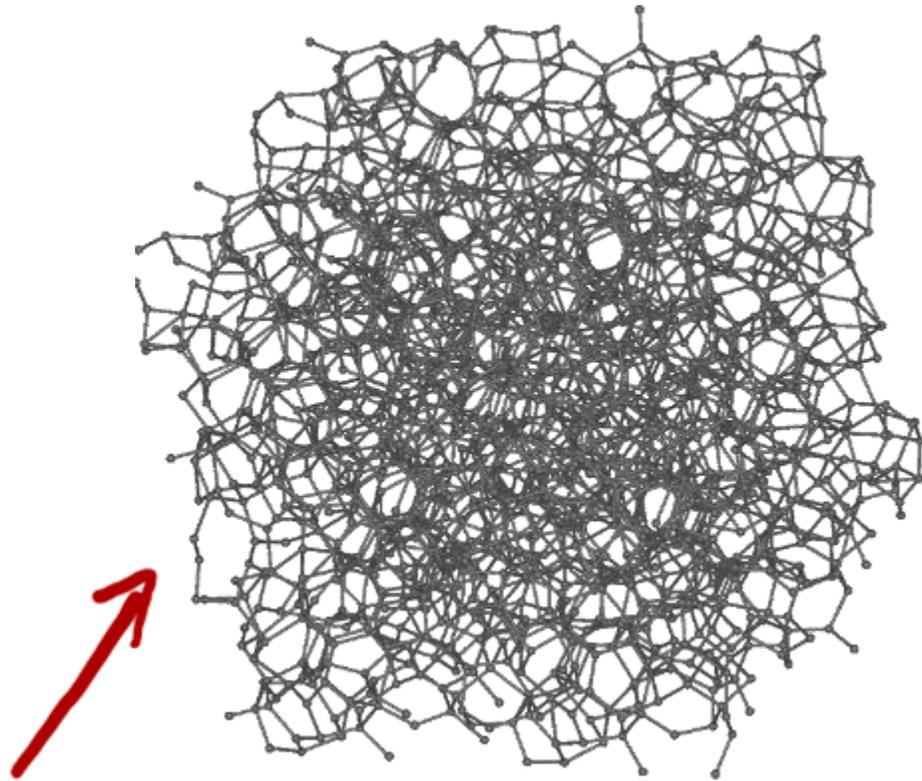
Lonsdaleite

- La lonsdaleite è un minerale molto raro, molto simile al diamante
- in onore di Kathleen Lonsdale, una cristallografa britannica
- Lonsdaleite è stato identificato per la prima volta nel 1967 dal meteorite del Canyon Diablo
- Un campione puro simulato è risultato essere il 58% più duro del diamante



Struttura della
Lonsdaleite

Carbonio amorfo



Struttura del carbonio amorfo

- ✓ è carbonio libero e reattivo che non ha alcuna struttura cristallina
- ✓ In pratica, in genere, le molte forme amorfe sono composti chimici ad alto contenuto di carbonio, e non forme allotropiche pure di carbonio