

HISTÒRIA DEL GRAFÈ

1564

Descobriment d'un jaciment de grafit molt pur, després d'una tempesta, a Cumberland (Anglaterra).



A mitjans del s. XVII

Els pastors utilitzen el grafit per marcar el bestiar.

Es popularitza ràpidament i es comença a vendre en barretes.

Inconvenient: les barretes es trenquen fàcilment i embruten les mans i tot allò que toquen.

1795

El pintor francès **Nicolas-Jacques Conté** inventa el llapis, una barreja de grafit i argila coberta amb fusta.



Nicolas-Jacques Conté



1840

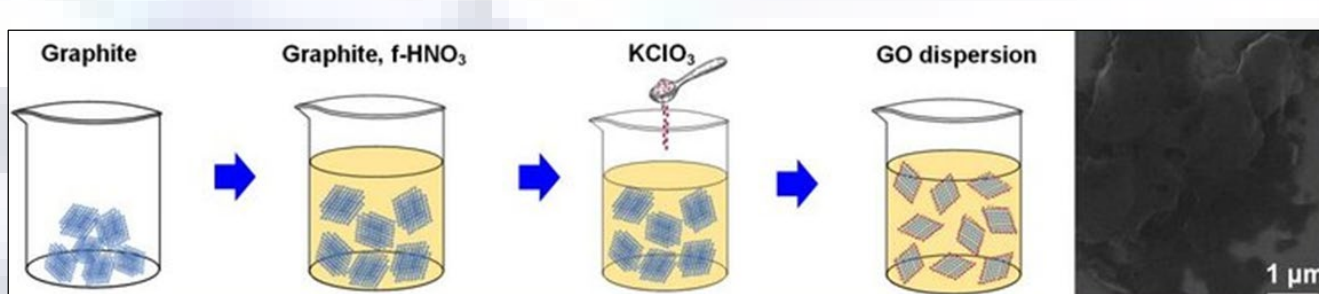
C. Schaffhäutl fa els primers experiments d'intercalació de molècules petites entre les capes de grafit amb àcid sulfúric (H_2SO_4) i àcid nítric (HNO_3). Observa la formació de «grafit blau».

1859



Benjamin C. Brodie

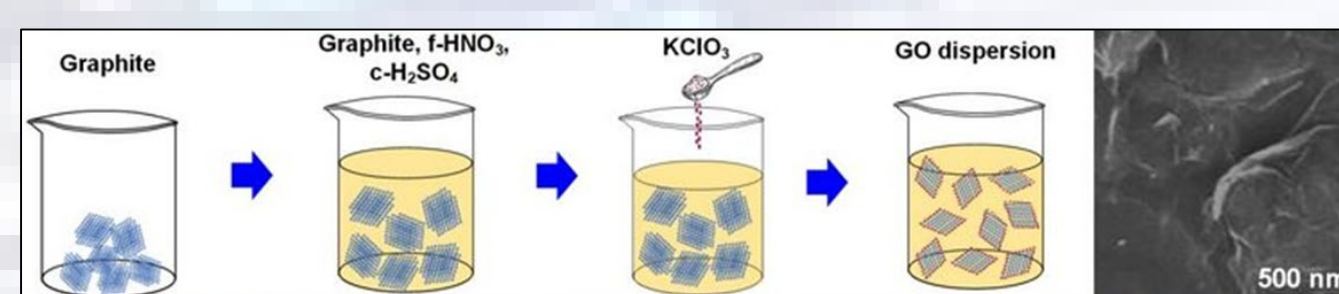
Benjamin C. Brodie aconsegueix la intercalació i l'oxidació química de la superfície del grafit fent-lo reaccionar amb clorat potàssic ($KClO_3$) i HNO_3 fumant.



1898

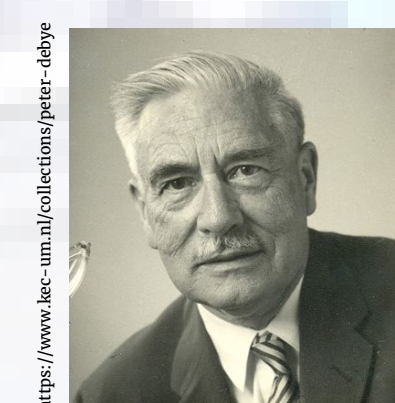
L. Staudenmaier modifica el mètode de Brodie. Utilitza H_2SO_4 concentrat i HNO_3 fumant i hi va afegint alíquotes de $KClO_3$.

Aconsegueix la separació de les lamel·les d'òxid de grafit.

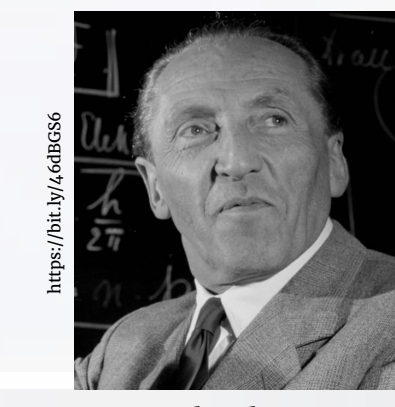


1916

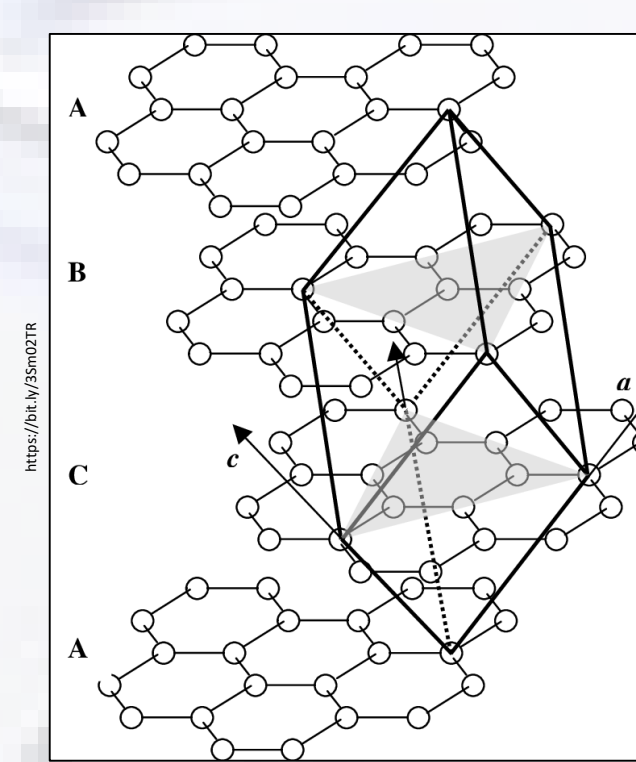
Peter Debye i Paul Scherrer resolen l'estructura cristal·lina del grafit mitjançant la difracció de raigs X de la pols.



Peter Debye



Paul Scherrer



Estructura cristal·lina del grafit.

1918

Volkmar Kohlschütter i P. Haenni descriuen un material d'un gruix de micròmetres obtingut a partir d'òxid de grafit que anomenen *paper d'òxid de grafit* o *paper d'òxid de grafit*.

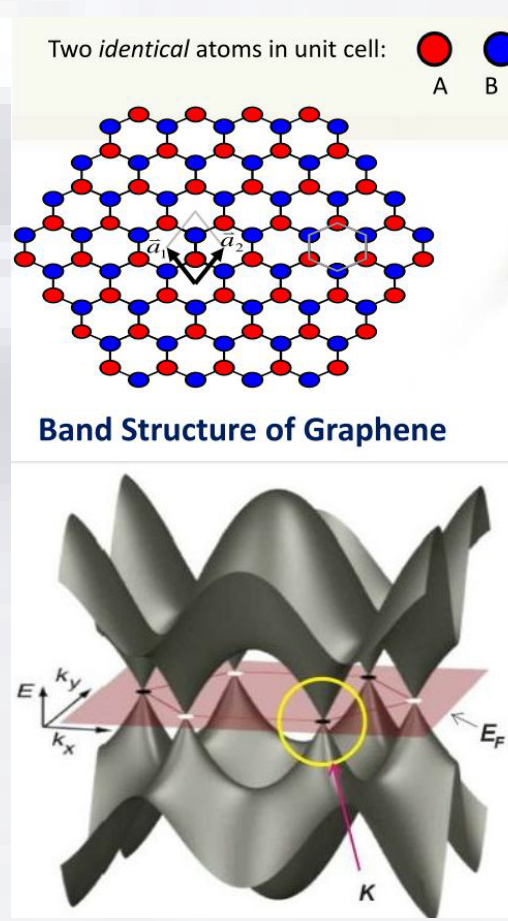
Obté una suspensió de petits cristalls d'òxid de grafit (GO) que anomena *graphon*, creient que havia descobert una nova forma de carboni.

1947

P. R. Wallace preveu el grafè com a punt de partida teòric per estudiar les propietats del grafit mitjançant la teoria de bandes.

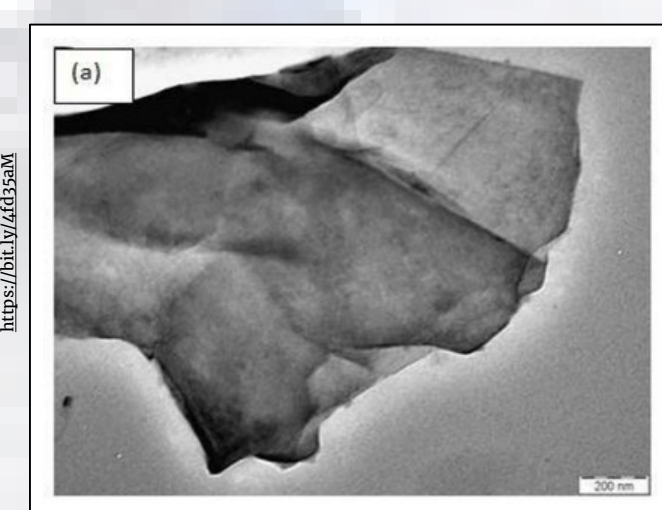
Considera que el grafit està format per cristalls individuals de xarxa hexagonal i suposa que la conducció es produeix exclusivament a les capes de grafè.

Demostra que el grafit és un material que té un comportament semimetàl·lic.



1948

G. Ruess i F. Vogt detecten grafit de poques capes mitjançant les imatges captades amb microscopi electrònic de transmissió (TEM).

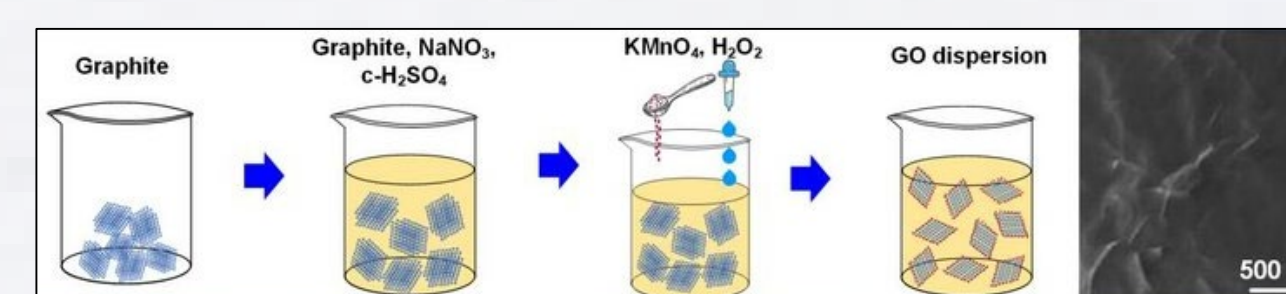


Imatge TEM d'òxid de grafit.

1958

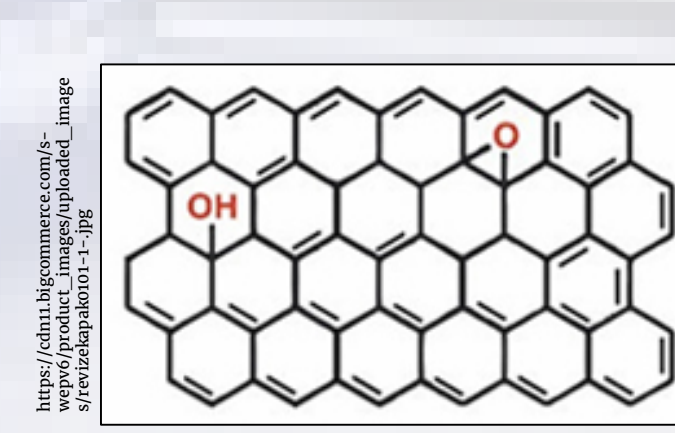
W. S. Hummers obté òxid de grafit per oxidació de grafit amb $KMnO_4$, $NaNO_3$ i H_2SO_4 concentrat.

Aquest mètode és més ràpid que el de Staudenmaier.



1962

Hanns-Peter Boehm i els seus col·laboradors preparen òxid de grafit reduït (r-GO) mitjançant reducció química i tèrmica d'òxid de grafit.



Òxid de grafit reduït



Hanns-Peter Boehm

1968

A. E. Morgan i G. A. Somorjai obtenen patrons LEED (Low Energy Electron Diffraction) per a l'absorció de molècules petites sobre Pt(100).

1969

J. W. May planteja la presència d'una monocapa de grafit sobre la superfície del platí per interpretar les dades obtingudes per Morgan i Somorjai.

1970

Jack M. Blakely i col·laboradors preparen grafit monocapa segregant carboni sobre una superfície de Ni (100).

1975

Per primera vegada A. J. van Bommel i col·laboradors preparen grafit monocapa (grafè) mitjançant la sublimació del silici d'una superfície de carbur de silici (SiC).

1986

Hanns-Peter Boehm, Ralph Setton i Eberhard Stumpp recomanen l'ús del terme *grafè* per denominar les capes individuals de grafit que formen els compostos d'intercalació.

grafè: terme format a partir de *graf-* (de grafit) i *-è* per la seva naturalesa d'hidrocarburs aromàtics policíclics.

1990

Comença la recerca per obtenir pel·lícules fines de grafit mitjançant exfoliació mecànica.

Fins al 2004, les pel·lícules fines de grafit que s'obtenien estaven formades per 50-100 capes de grafè.

1995

La IUPAC formalitza la definició de grafè.



«El terme *grafè* s'ha de fer servir solament quan es tracta de reaccions, relacions estructurals o altres propietats de capes individuals».

1999

Rodney S. Ruoff i col·laboradors exfolien grafit micromecànicament.

Descobreixen, mitjançant microscòpia electrònica de rastreig (SEM) que les plaquetes fines que obtenen estan formades per múltiples capes de grafè.



Rodney S. Ruoff

2004

Andre Geim i Konstantin Novoselov aïllen les primeres mostres de grafè a partir de grafit mitjançant un procés d'exfoliació micromecànica amb una cinta adhesiva o (tècnica de la cinta Scotch).



Tècnica de la cinta Scotch

2010

A. K. Geim i K. S. Novoselov reben el Premi Nobel de Física «pels experiments innovadors sobre el material bidimensional grafè».



Andre Geim



Konstantin Novoselov

Fabricació a gran escala de dispositius amb pantalla tàctil de grafè o materials tipus grafè.

A partir de 2012

Comença la comercialització d'algunes aplicacions del grafè:

- Impressió per injecció de tinta de grafè en electrònica (2012).
- Bateria amb millors prestacions (2014-2015).
- Sensors ultrasensibles (2015).
- Telèfons mòbils: pantalles, bateries i sistemes de refredament (2016).
- Compòsits per a la indústria automobilística i aeronàutica (2016).
- Fotodetectors ultraràpids per a la transmissió de dades (2016).
- Cèl·lules solars de gran àrea (2017).