

LOS POLÍMEROS: EL CUARTO REINO

3 REINOS DE LA NATURALEZA: ANIMAL



3 REINOS DE LA NATURALEZA: VEGETAL

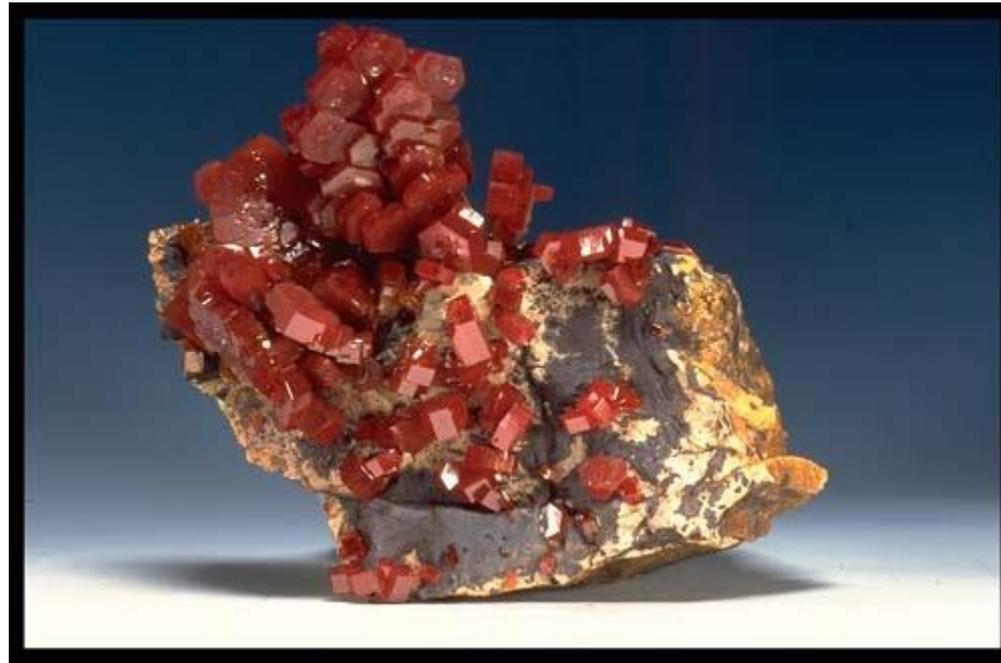


2 a 5 REINOS DE LA NATURALEZA:

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

REINO	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS DE ORGANISMOS
Móneras	Organismos procariotas unicelulares.	Bacterias
Protistas	Organismos eucariotas unicelulares y sus descendientes más inmediatos.	Algas, protozoos
Hongos	Organismos heterótrofos que obtienen su alimento por absorción. No realizan la fotosíntesis. La pared celular contiene generalmente quitina.	Levaduras, setas
Vegetal	Organismos inmóviles que realizan la fotosíntesis. Pared celular compuesta de celulosa.	Musgos, helechos, árboles
Animal	Organismos móviles sin pared celular. Ingieren el alimento. Presentan tejidos diferenciados.	Moluscos, peces, aves

3 REINOS DE LA NATURALEZA: MINERAL



LOS POLÍMEROS: EL CUARTO REINO



Hay polímeros naturales y polímeros sintéticos

Polímero

Deriva de griego:

POLI

que significa “muchos”

y de **MEROS**

que significa “partes”

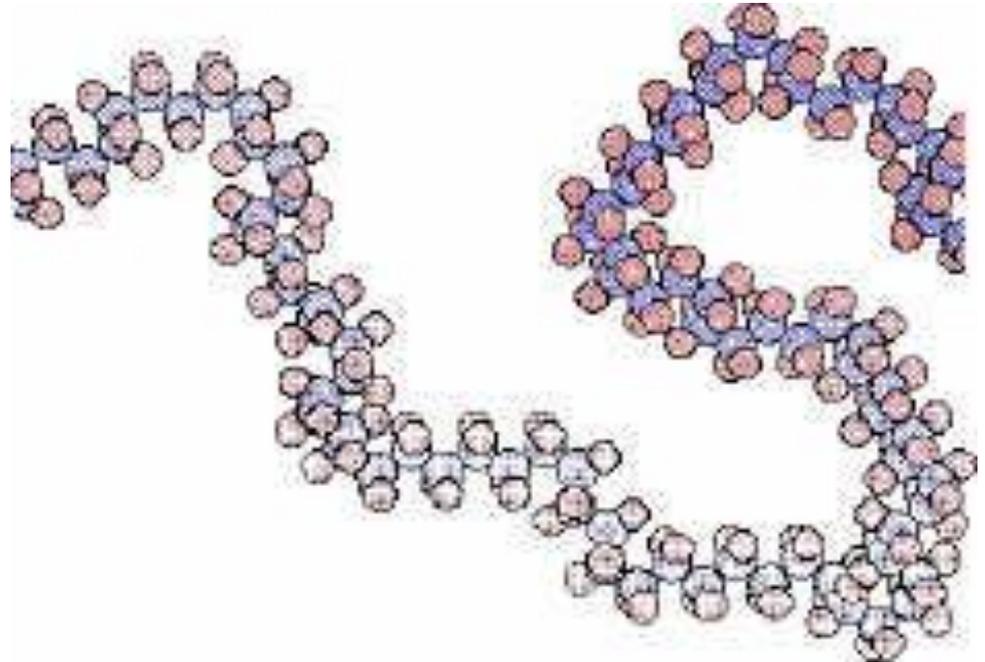
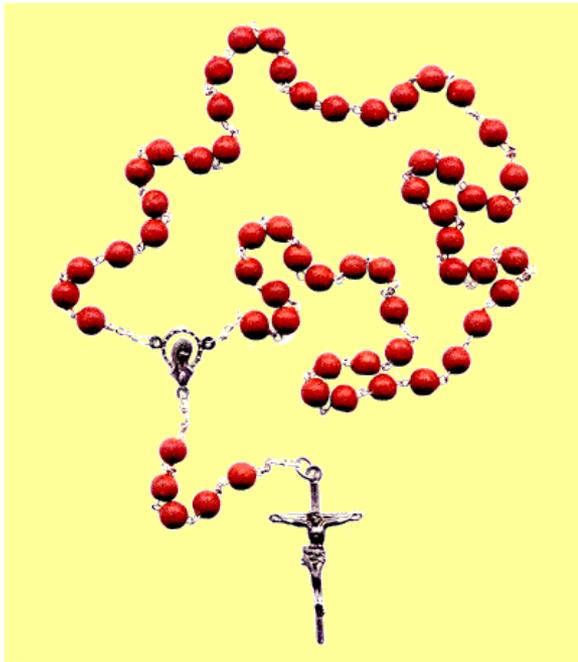
PLÁSTICO

Deriva de griego:

"plastikos" que significa **moldeable**

Es el término popular para una gran variedad de polímeros sintéticos hechos por el hombre

Los **Polímeros** son moléculas grandes que están constituidas de unidades químicas que se repiten (“**los meros**”) que están unidas entre sí, y es usual que sea en una línea, como las cuentas en un rosario. Cada uno de los “meros” tiene 5 o más átomos pero menos de 500 átomos; la palabra polímero se aplica cuando se tiene un material constituido por más de **500** “meros” unidos entre sí





Dijo la morsa: ..."ha llegado el momento para hablar de muchas cosas : De los zapatos, y barcos, y cera (laca) para sellar...y de coles y Reyes"
Lewis Carroll, *A través del espejo* (1872)



Las "muchas cosas" enumeradas por la morsa son en realidad muy similares en composición química y estructura: polímeros.



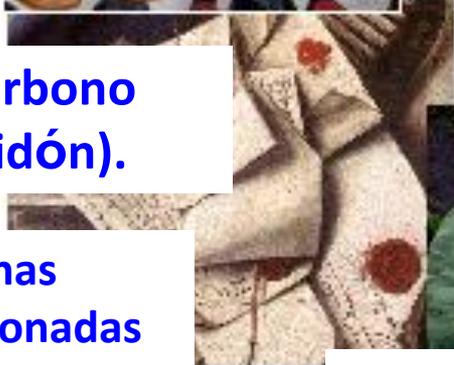
Principalmente
proteínas
(colágeno,
queratina)

Hidratos de carbono
(celulosa, almidón).



Principalmente
proteínas
(colágeno,
queratina)

Hidratos de carbono
(celulosa, almidón).



Cadenas
hidrocarbonadas
(ceras)



Hidratos de carbono
(celulosa, almidón).

Desde 1872 los químicos han identificado polímeros producidos por las plantas y los animales

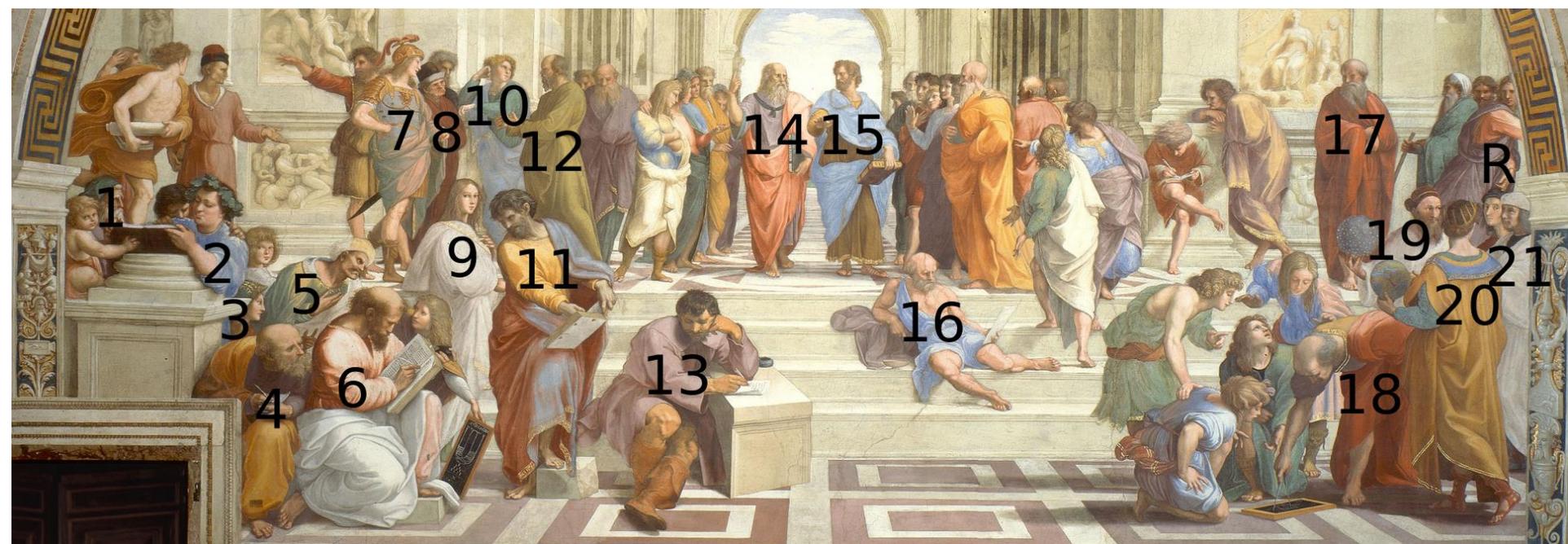
Proteínas (colágeno, queratina)

Hidratos de carbono (celulosa, almidón).

Los químicos también han aprendido a sintetizar nuevos polímeros de productos químicos simples, creando una gran variedad de plásticos y fibras sintéticas

El búsqueda del equilibrio y la armonía
La Escuela de Atenas, Rafael Sanzio
Estancias de Rafael, ubicadas en el Vaticano





- 1: Zenón de Citio o Zenón de Elea – 2: Epicuro – 3: Federico II Gonzaga –
4: Boecio o Anaximandro o Empédocles – 5: Averroes – 6: Pitágoras – 7: Alcibíades o Alejandro Magno – 8: Antístenes o Jenofonte – 9: Hipatia (pintada como Margherita o el joven Francesco Maria della Rovere) – 10: Esquines o Jenofonte – 11: Parménides – 12: Sócrates –
13: Heráclito (pintado como Miguel Ángel) – 14: Platón sosteniendo el Timeo (pintado como Leonardo da Vinci) – 15: Aristóteles sosteniendo la *Ética* – 16: Diógenes de Sinope – 17: Plotino –
18: Euclides o Arquímedes junto a un grupo de estudiantes (pintado como Bramante) –
19: Estrabón o Zoroastro? – 20: Claudio Ptolomeo – R: Apeles como Rafael –
21: Protógenes como El Sodoma

Platón

Aristóteles



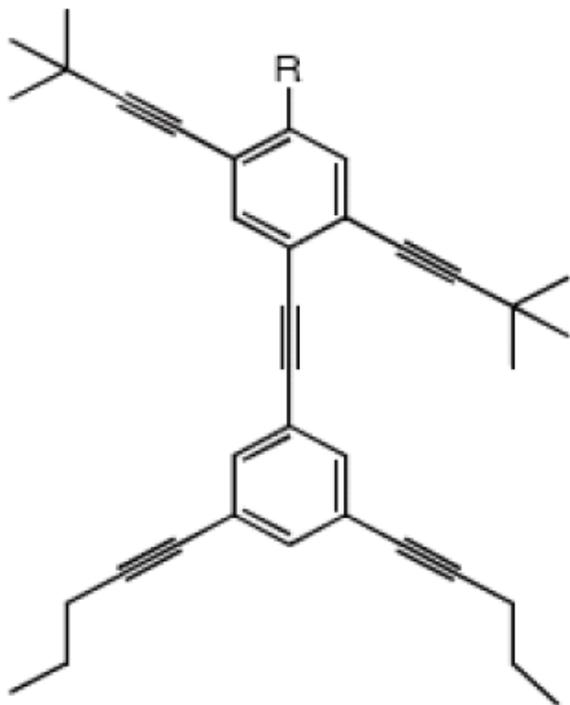
Timeo
Dialogo de Platón

Ethica



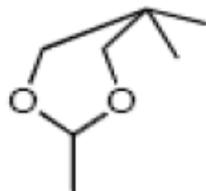
Síntesis de moléculas interesantes

Las moléculas objetivo pueden ser compuestos con propiedades artísticas o antropomórficas ...

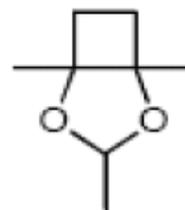


NanoPutianos

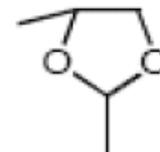
Tour, J. M. *JOC* 2003, 8750



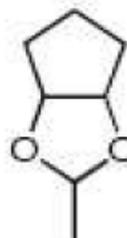
Nanoatleta



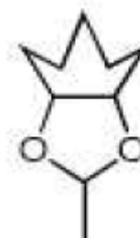
Nanopilgrim



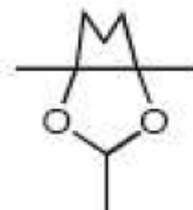
**Nanogreenbeteret
(boina verde)**



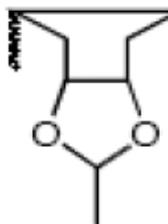
Nanoguasón



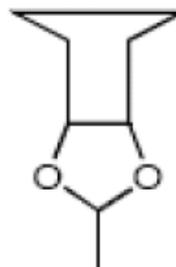
Nanomonarca



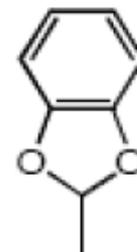
Nanotexano



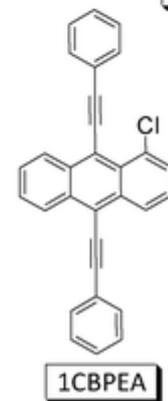
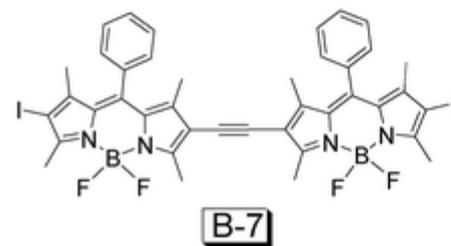
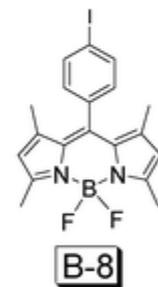
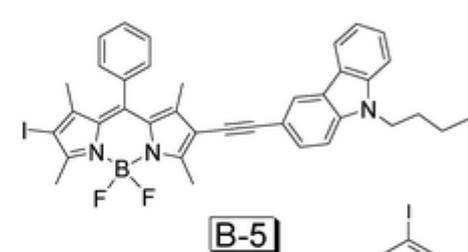
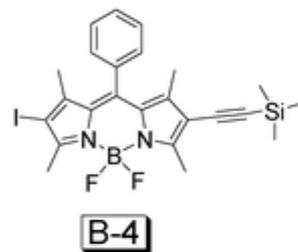
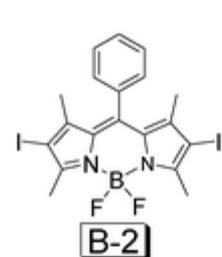
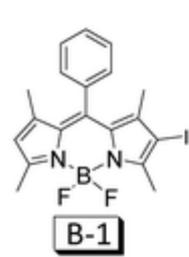
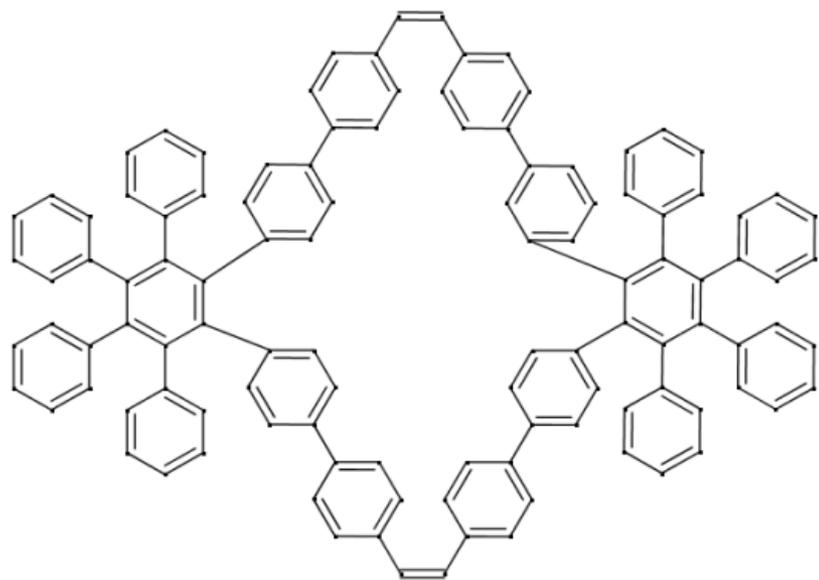
Nanoescolar



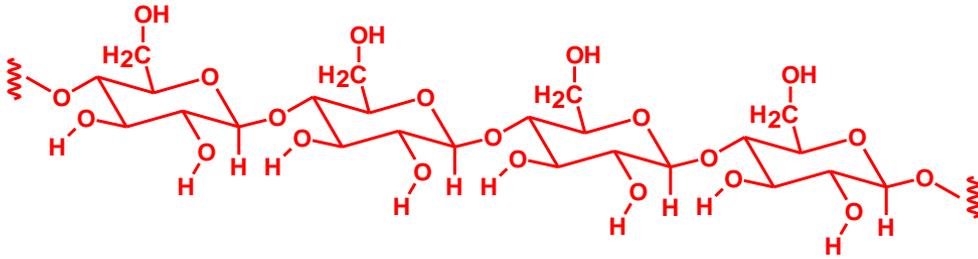
Nanobaker



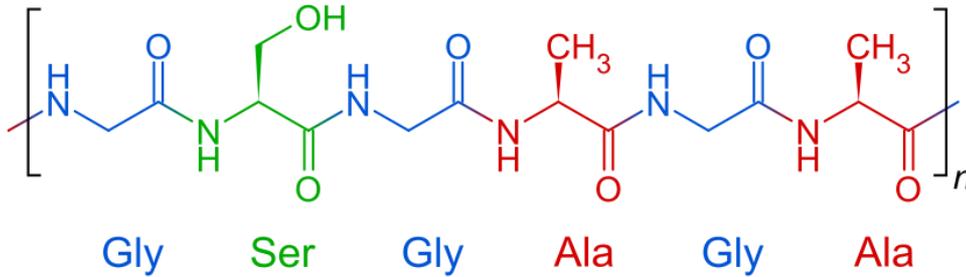
Nanochef



Polímeros Orgánicos Naturales



CARBOHIDRATOS
CELULOSA



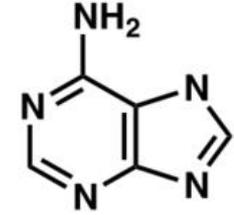
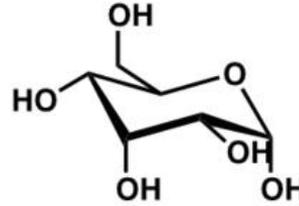
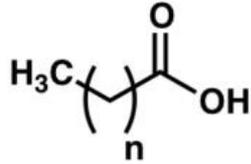
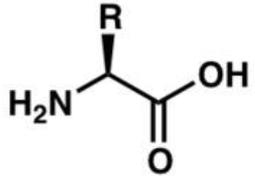
PROTEINAS
FIBROÍNA



ÁCIDOS NUCLEÍCOS
(Estructura de un gene, la
cual está constituida por
una cadena de ADN)

PRODUCTOS NATURALES

Metabolitos primarios



AMINOÁCIDOS

ÁCIDOS GRASOS

CARBOHIDRATOS

NUCLEOBASES

PROTEÍNAS

FOSFOLÍPIDOS

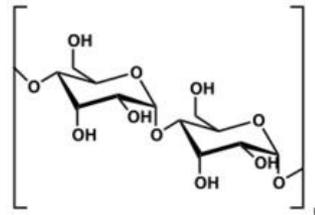
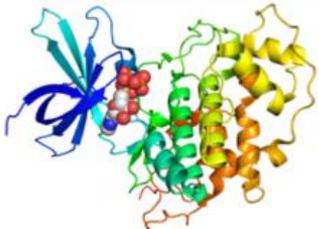
GLICEROL

MONO-SACÁRIDOS

NUCLEÓTIDOS

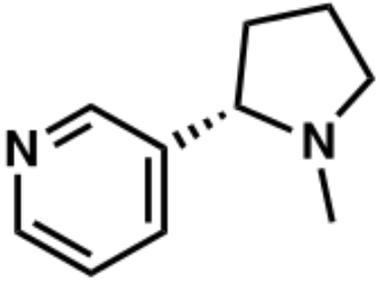
POLÍ-SACÁRIDOS

ADN Y ARN

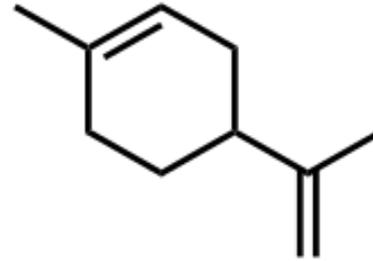


PRODUCTOS NATURALES

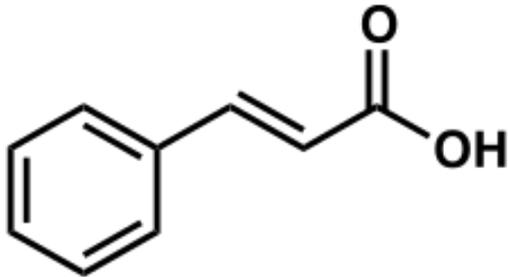
Metabolitos secundarios



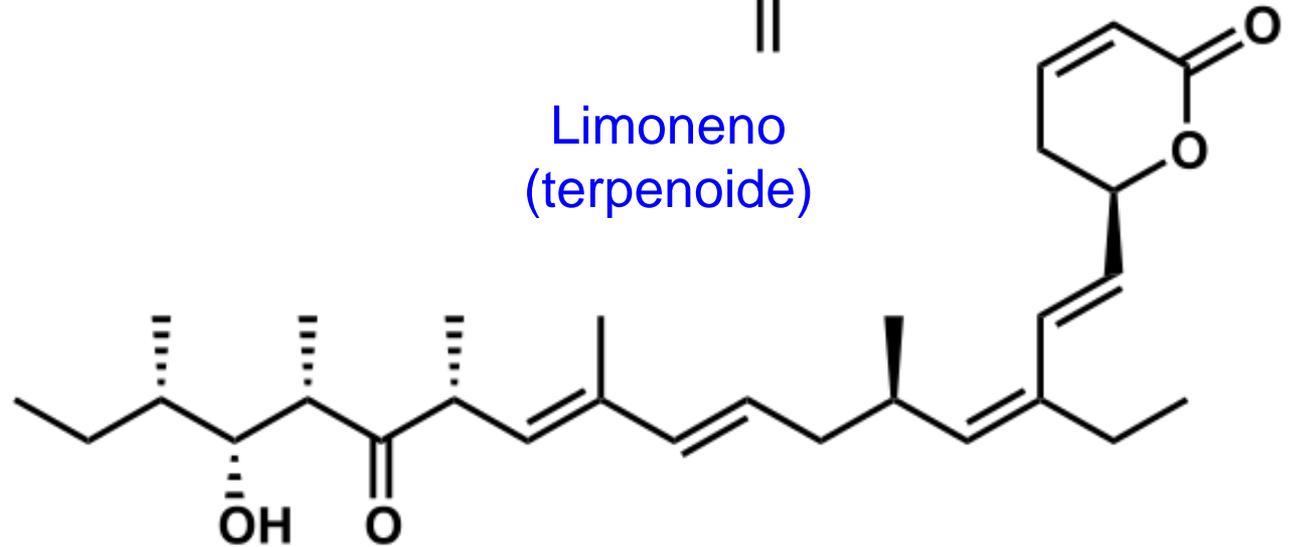
Nicotina
(alcaloide)



Limoneno
(terpenoide)



Ácido cinámico
(fenilpropanoide)



Calistatina A
(policétido)

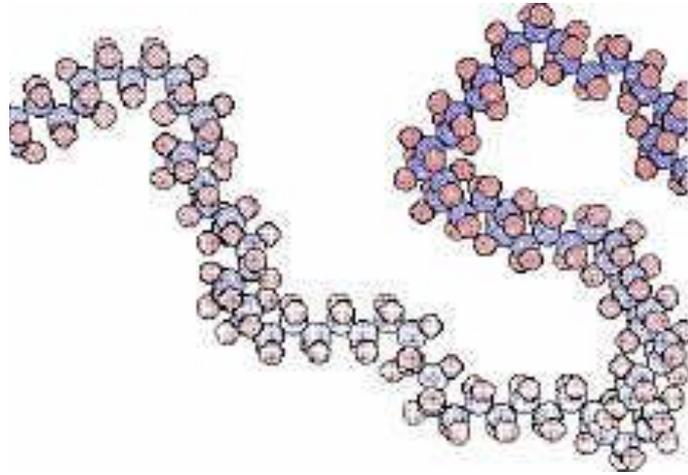
Polímeros Orgánicos Naturales

- **Polisacáridos**
(celulosa, almidón)
- **Proteínas**
(cabello, piel, tejido)
- **Polinucleótidos**
(ADN, ARN)

Polímeros Orgánicos Sintéticos

- **Nylons**
- **Poliésteres**
- **Acrílicos**
- **Polivinílicos (hojas plásticas y materiales para plomería)**
- **Poliestirenos (materiales aislantes)**

Estructura básica de un polímero



POLÍMEROS NATURALES

Polímeros Orgánicos Naturales

-  ■ **Polisacáridos**
(celulosa, almidón)
- **Proteínas**
(cabello, piel, tejido)
- **Polinucleótidos**
(ADN, ARN)

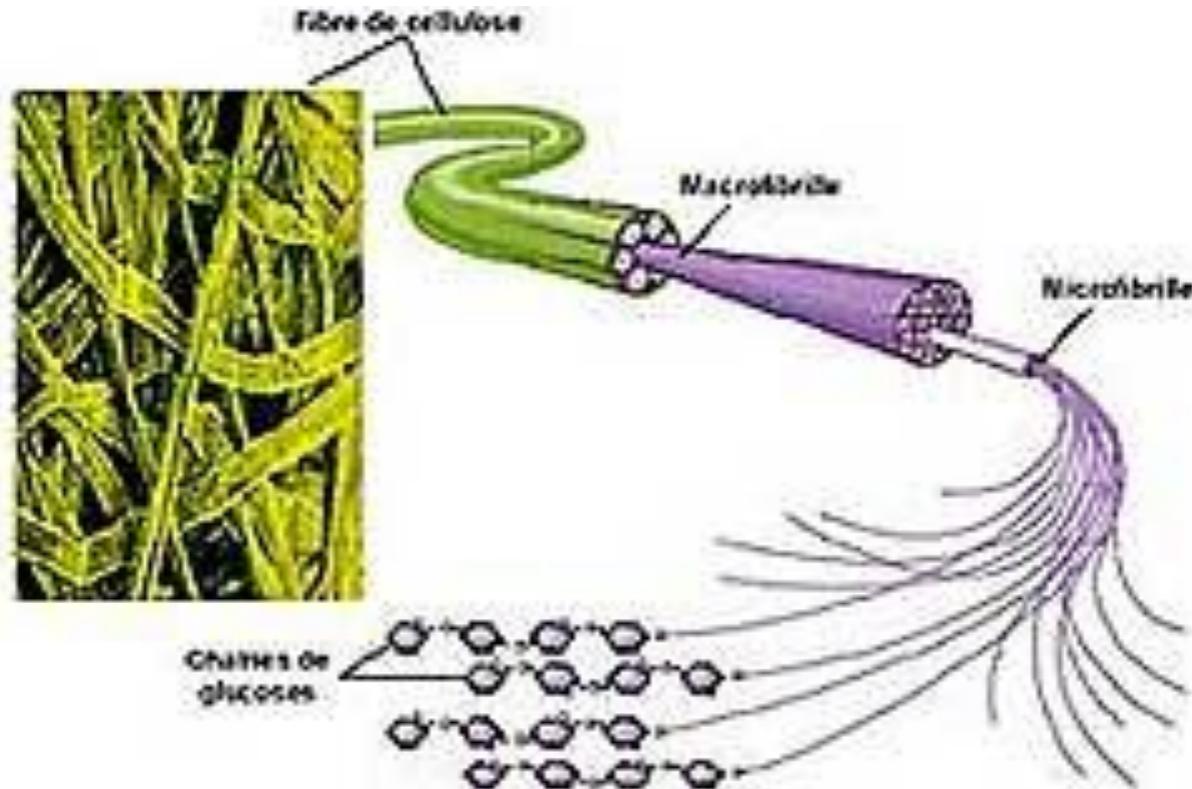
Polisacáridos **CELULOSA**

La celulosa es uno de los muchos polímeros encontrados en la naturaleza. Es el material orgánico más abundante. La madera, el papel y el algodón contienen celulosa.



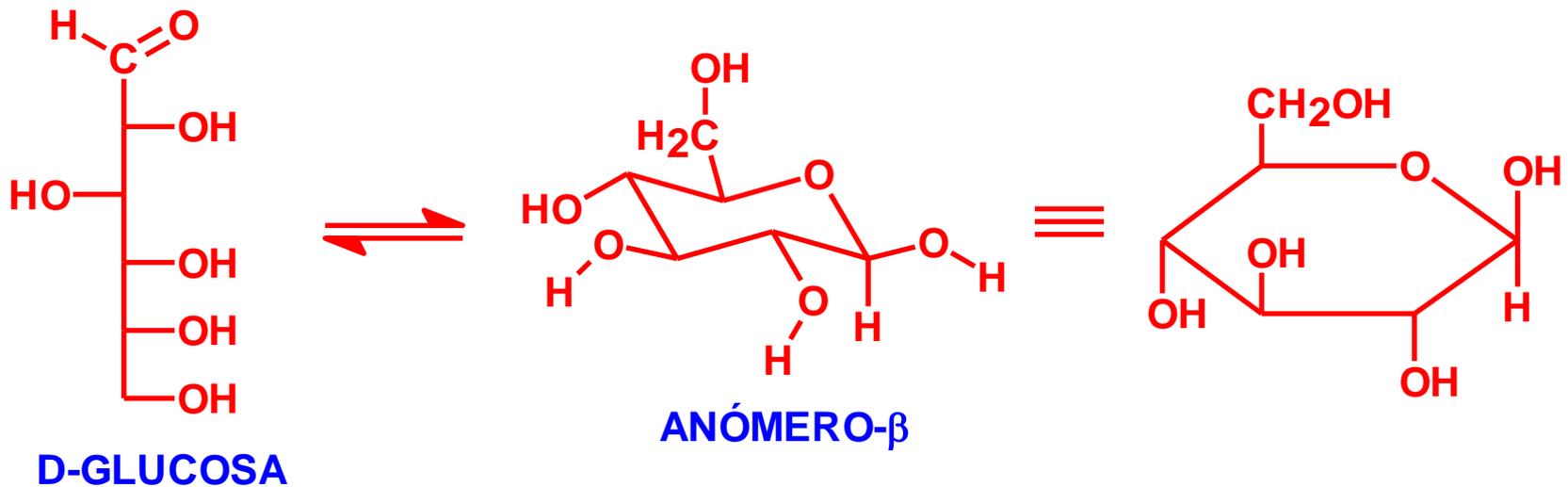
Polisacáridos **CELULOSA**

La celulosa es una excelente fibra. La madera, el algodón y la cuerda de cáñamo están constituidas de celulosa fibrosa. La celulosa está formada por unidades repetidas del monómero glucosa.



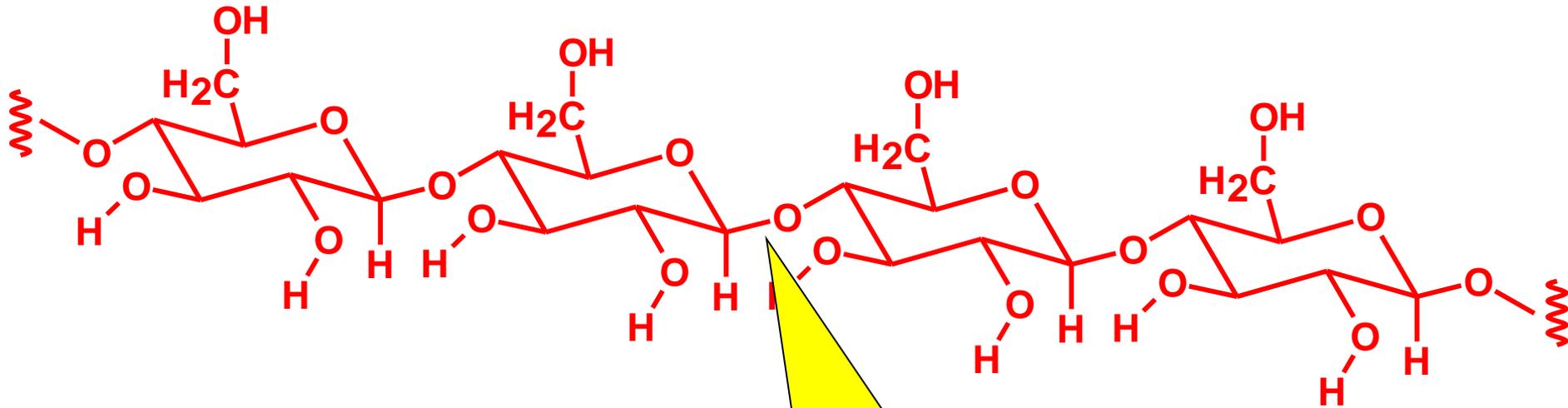
Polisacáridos **CELULOSA**

Dado que la celulosa está constituida por un monómero, la D-glucosa, se le denomina polisacárido.



Polisacáridos **CELULOSA**

Estructura de la celulosa



**Unión
 β -glucosídica**

Polímeros Orgánicos Naturales

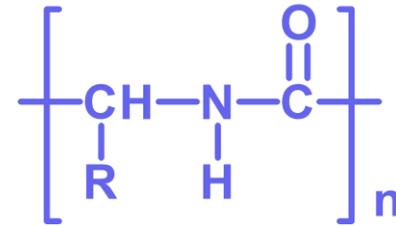
- Polisacáridos
(celulosa, almidón)



- Proteínas
(cabello, piel, tejido)

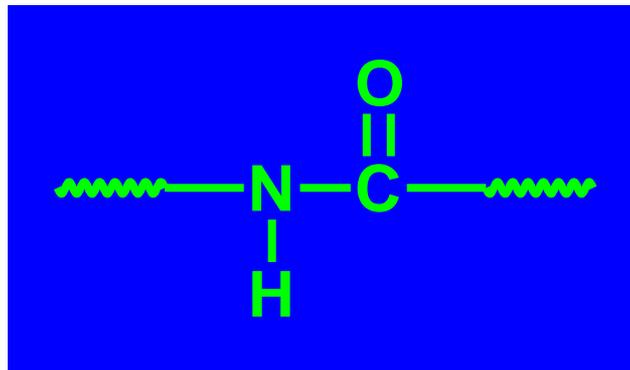
- Polinucleótidos
(ADN, ARN)

PROTEÍNAS

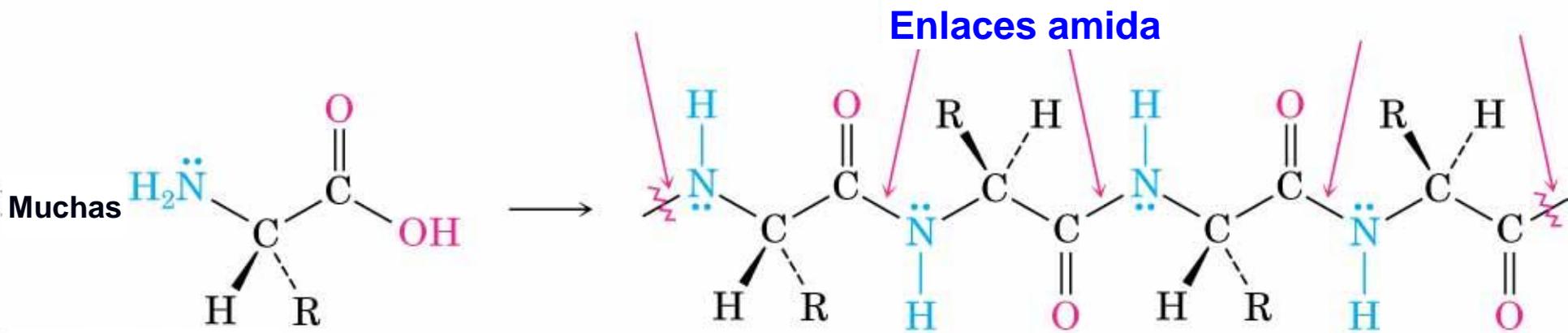


Son unos de los varios tipos de polímeros naturales, y de hecho son los más versátiles.

Una proteína es una poliamida natural. Es un polímero que contiene un *grupo amida* en la cadena principal.



PROTEÍNAS

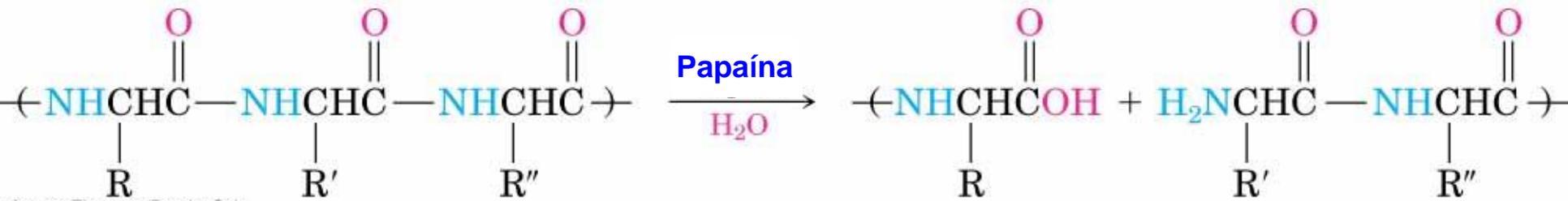


¿Qué pueden hacer las proteínas?.

Pueden ser catalizadores. Algunas proteínas llamadas enzimas, hacen que ciertas reacciones químicas ocurran hasta un millón de veces más rápido de lo que lo harían sin las enzimas.

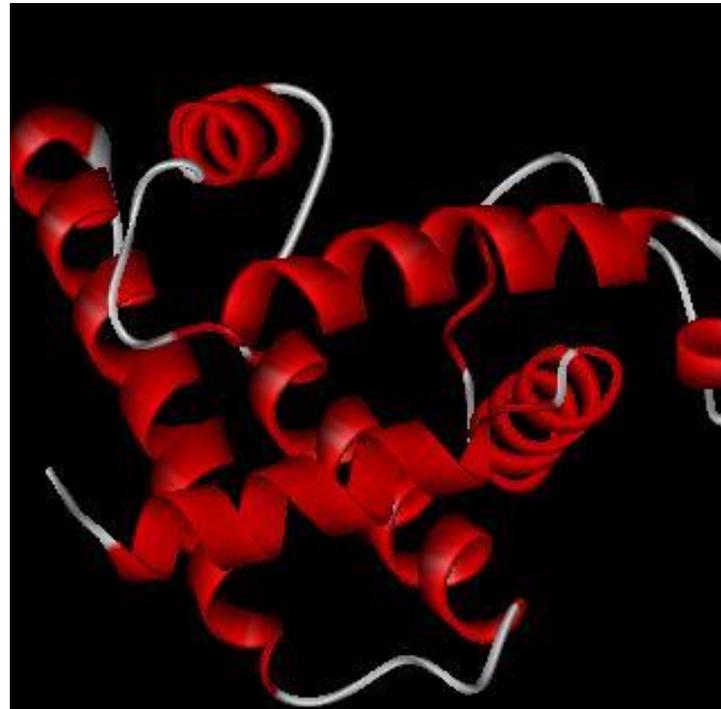
PROTEÍNAS

La mayoría de las enzimas son específicas para determinados sustratos, mientras que las enzimas involucradas en la digestión como la papaína atacan a muchos sustratos, hidrolizando la unión peptídica



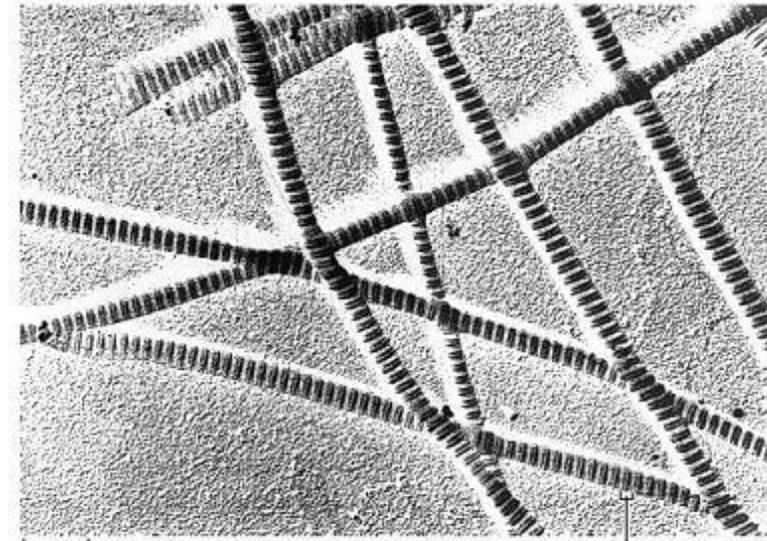
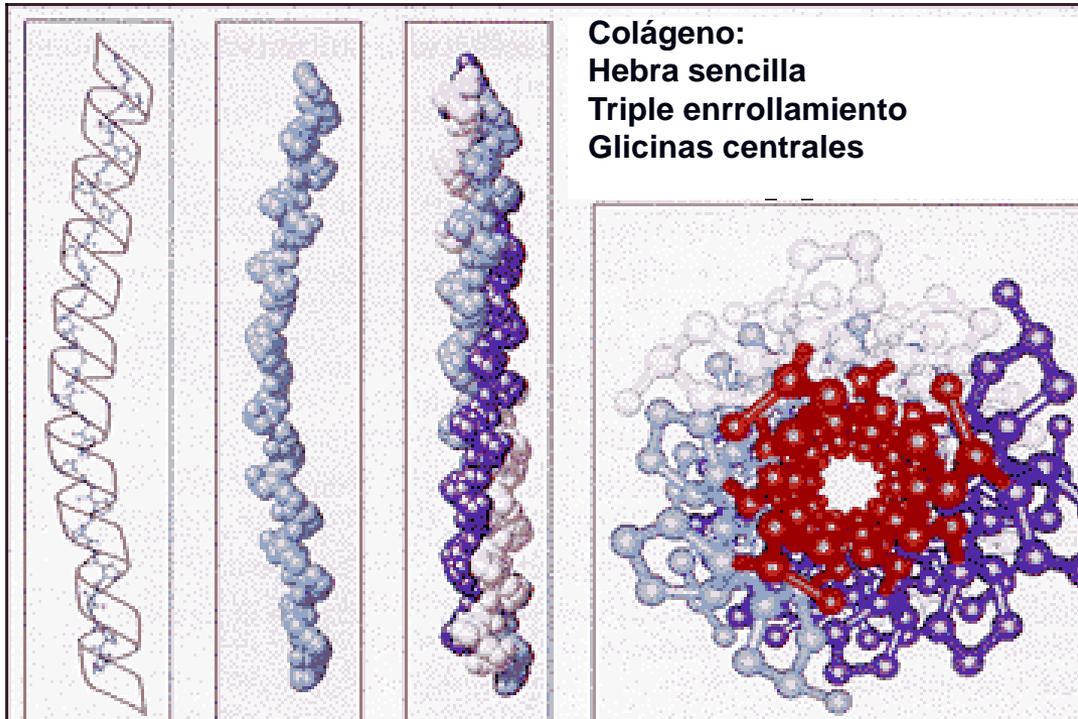
PROTEÍNAS

La *hemoglobina* se encuentra en la sangre y lleva oxígeno de los pulmones a las células.

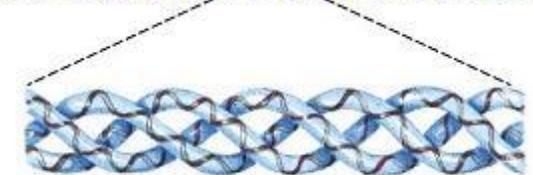
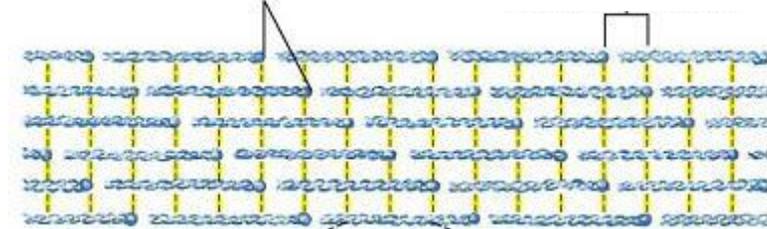


PROTEÍNAS

Otra proteína llamada *colágeno* es un material fuerte y resistente, presente en la piel, el pelo y las uñas



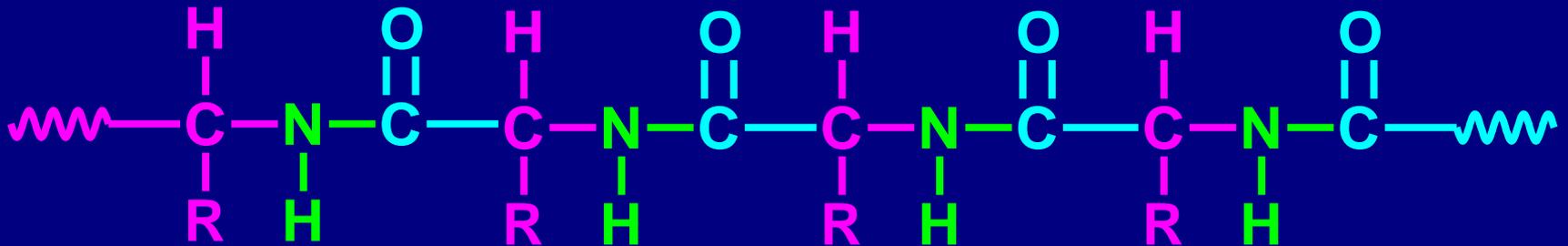
250 nm
Cabezas de moléculas de colágeno
Estrías por entrecruzamiento



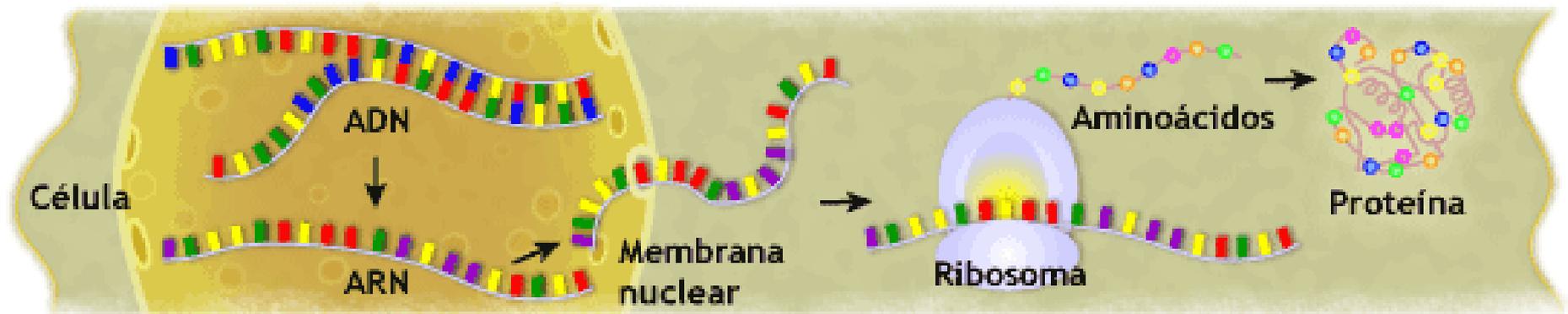
Sección de un molécula de colágeno

PROTEÍNAS

En una proteína, el grupo R' es un único átomo de carbono, que tiene unidos dos grupos. Uno de estos grupos es siempre un átomo de hidrógeno; el otro puede ser de naturaleza diversa. En esta figura lo representamos simplemente como *R'*.

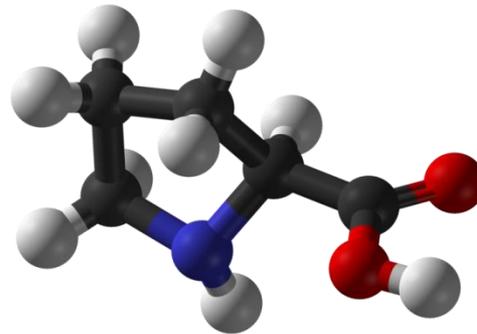
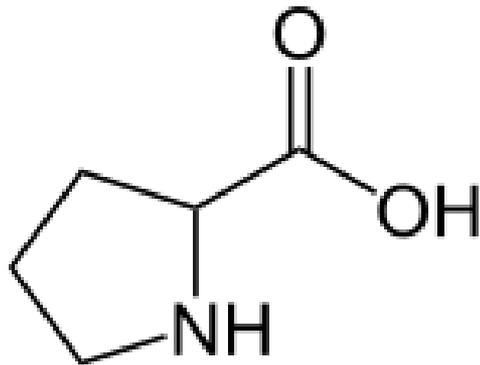


PROTEÍNAS



AMINOÁCIDOS

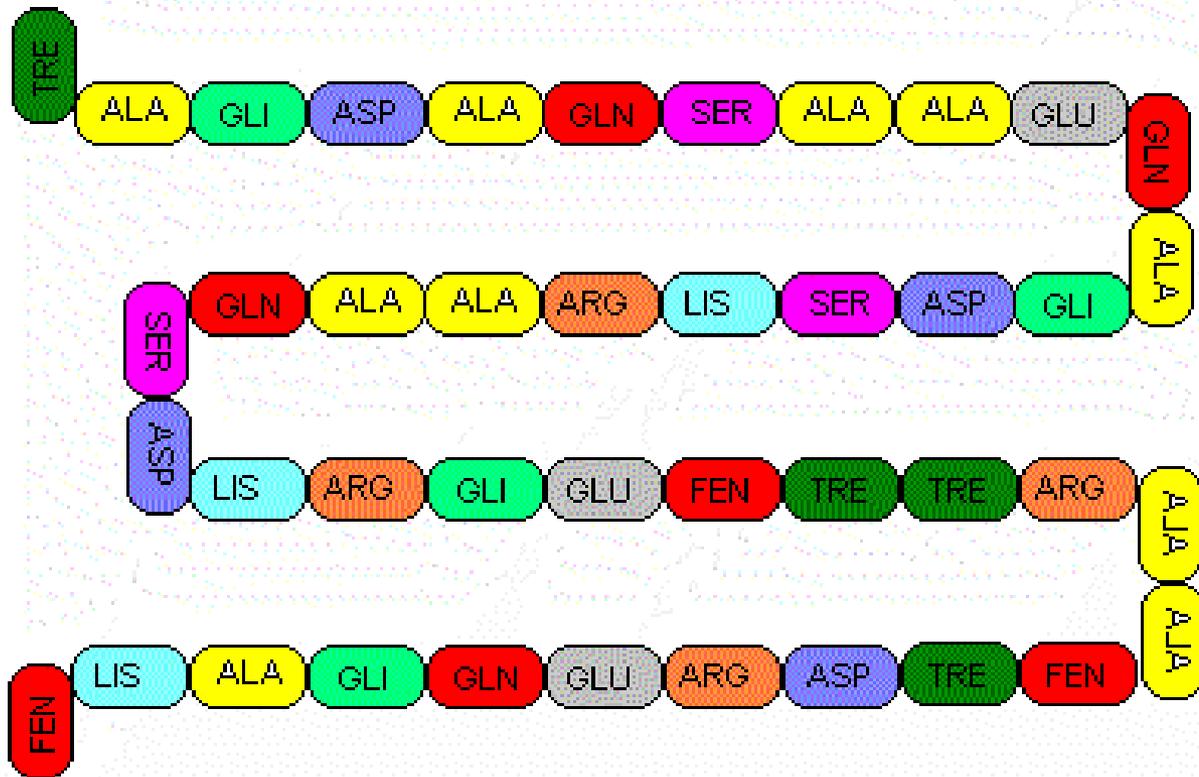
- La prolina, es una amina secundaria dentro de un anillo de cinco miembros, con el nitrógeno y el carbono α formando parte de la estructura cíclica



PROLINA
 α -AMINOÁCIDO
(amina secundaria)

AMINOÁCIDOS

Cada proteína tiene una secuencia específica de diversos aminoácidos, de tal modo que en cada proteína, hay una secuencia distinta de grupos R' que cuelgan de la cadena principal. Esta secuencia determina las propiedades de la proteína.

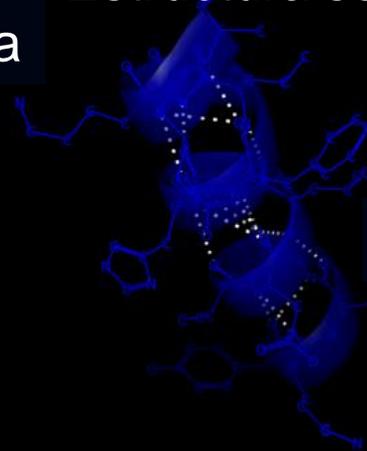
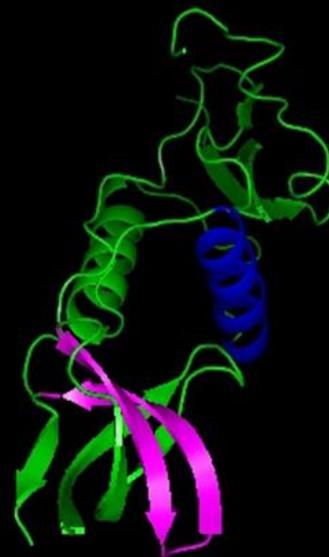
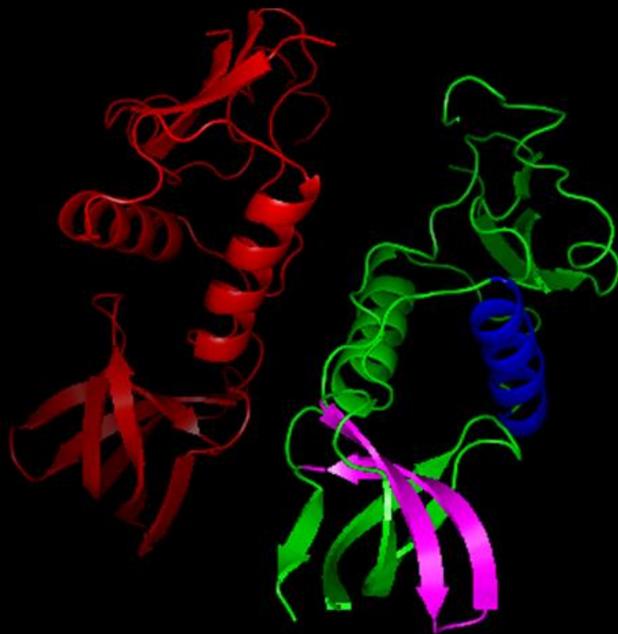


PROTEÍNAS

Estructura cuaternaria

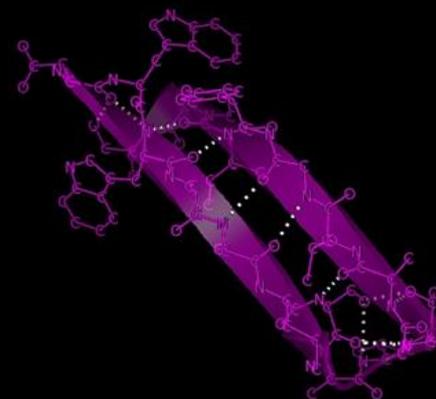
Estructura terciaria

Estructura secundaria



α -hélice

Estructura primaria



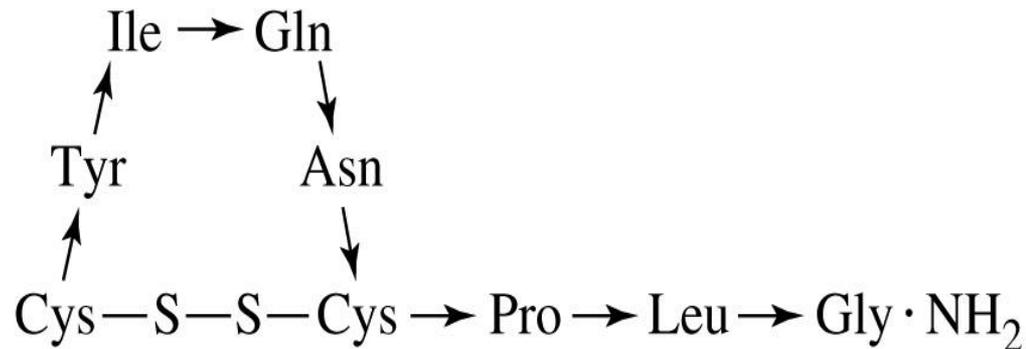
hoja
plegada
 β

Tyr-Lys- Ala-Ala-Val-Asp-Leu-Ser-His-Phe-Leu-Lys-Glu-Lys

Asp-Trp-Trp-Glu-Ala-Arg-Ser-Leu-Thr-Thr-Gly-Glu-Thr-Gly-Tyr-Pro-Ser

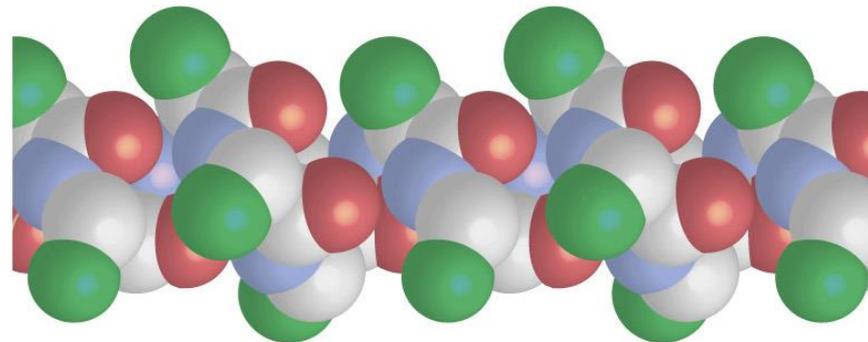
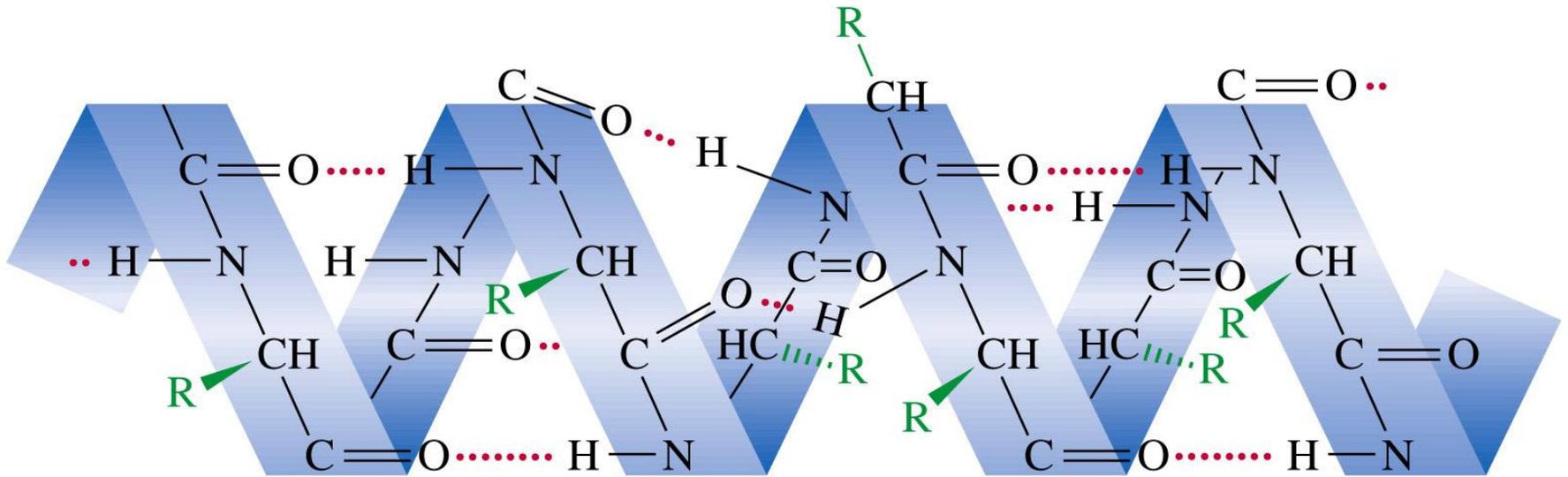
ESTRUCTURA PRIMARIA

Es una estructura covalente, que incluye a la secuencia de los aminoácidos y puede estar presente cualquier puente por un enlace S-S



LA ESTRUCTURA DE α -HÉLICE

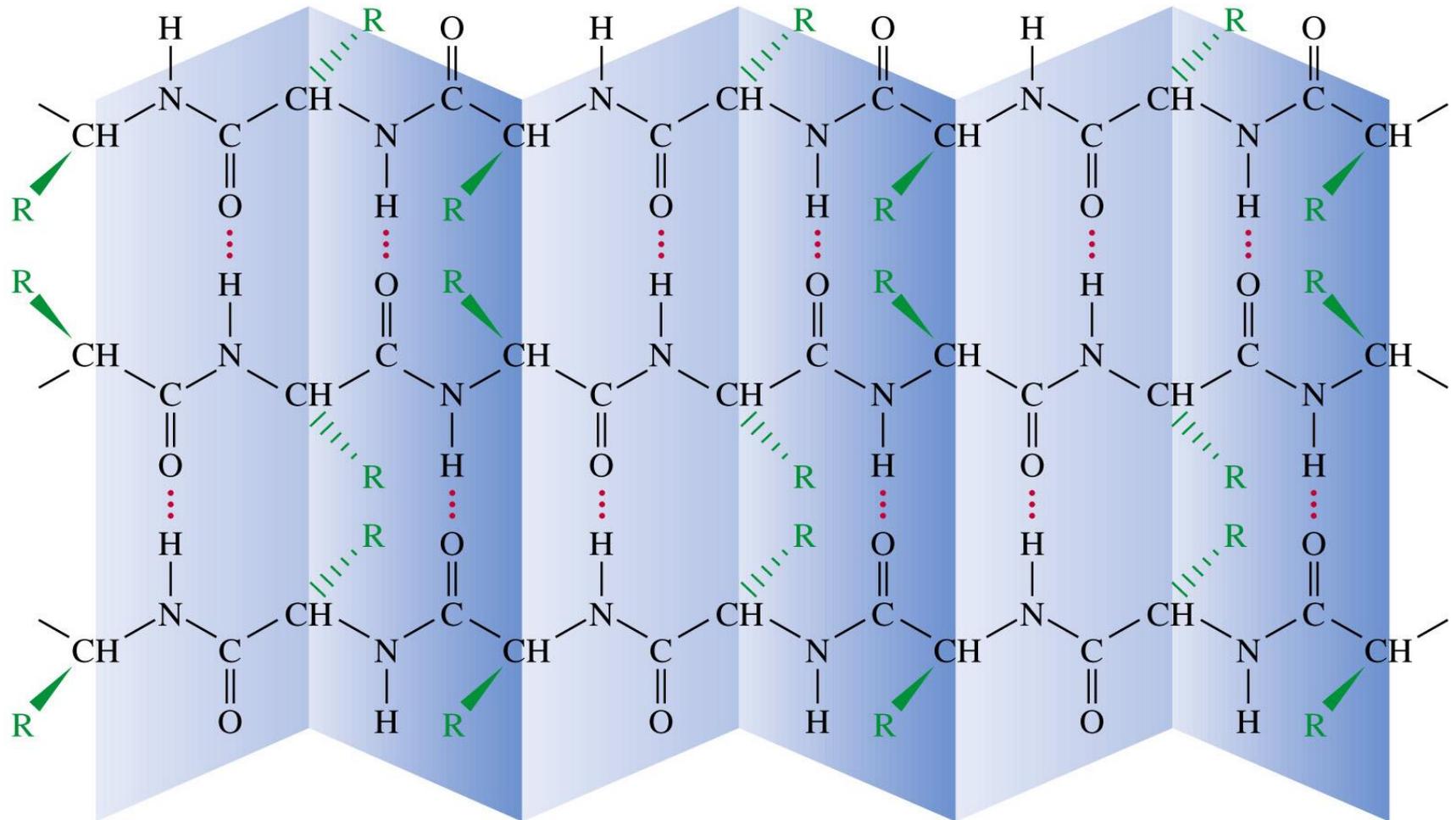
Cada uno de los grupos carbonilo C=O del péptido interacciona con los hidrógenos del grupo N-H en cada uno de los giros que hace la hélice



C = GRIS
N = AZUL
O = ROJO
R = VERDE

ESTRUCTURA DE HOJA PLEGADA

Cada uno de los grupos carbonilo $C=O$ del péptido interacciona con los hidrógenos del grupo $N-H$ en cada una de las cadenas adyacentes



HISTORIA DE LOS POLÍMEROS SINTÉTICOS

MODIFICACIÓN ESTRUCTURAL A LOS POLÍMEROS NATURALES

HULE

CELULOSA

MODIFICACIÓN ESTRUCTURAL A LOS POLÍMEROS NATURALES

HULE

CELULOSA



Charles Spencer Goodyear

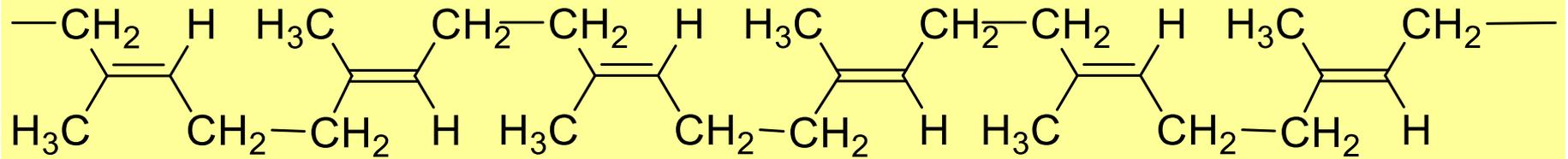


Hule natural o hule India como era conocido, tenía una utilidad limitada para la industria

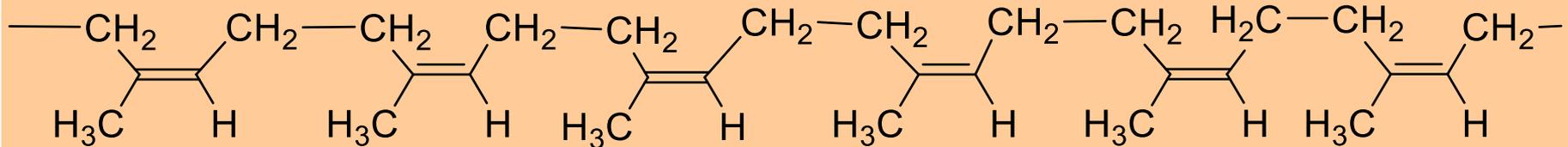
Los productos que se obtenían del hule se fundían en climas calientes, se congelaban y rompían en climas fríos, y se adherían prácticamente a todo



ESTRUCTURA QUÍMICA DEL HULE NATURAL



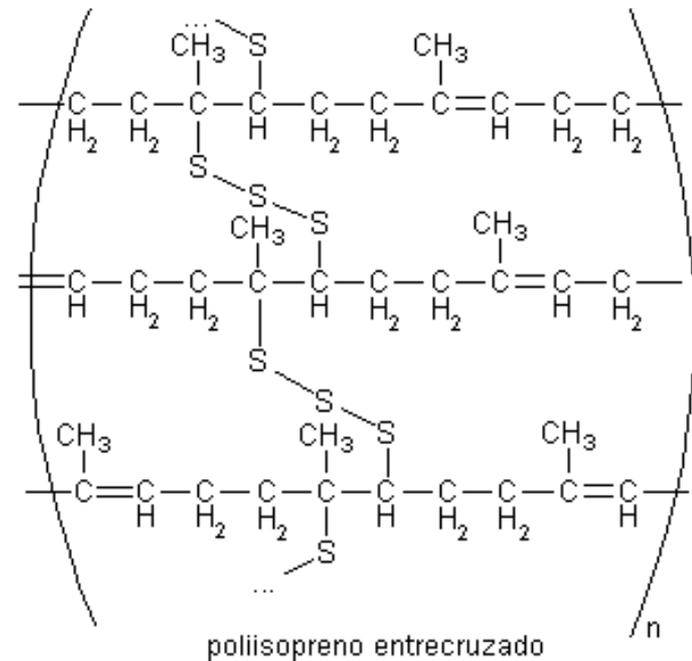
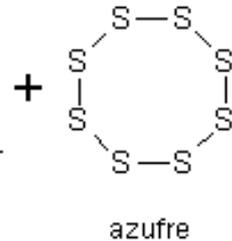
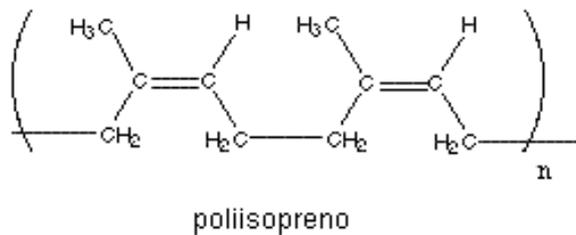
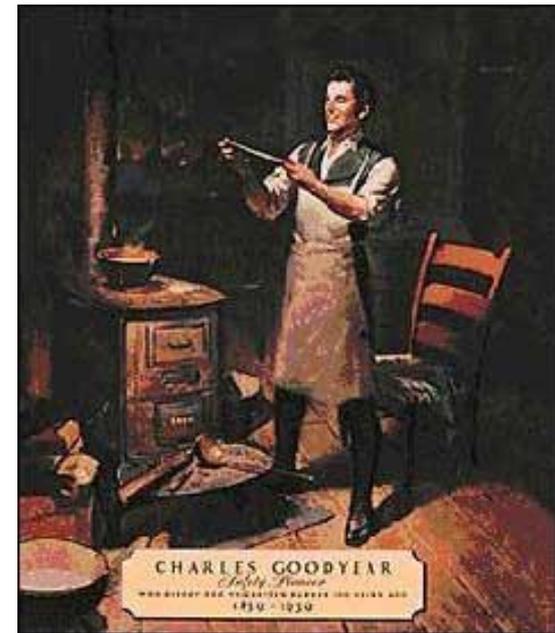
TODO TRANS



TODO CIS

HULE NATURAL

En el siglo XIX **Charles Goodyear** en forma accidental mezcló algo de hule con azufre en una estufa caliente



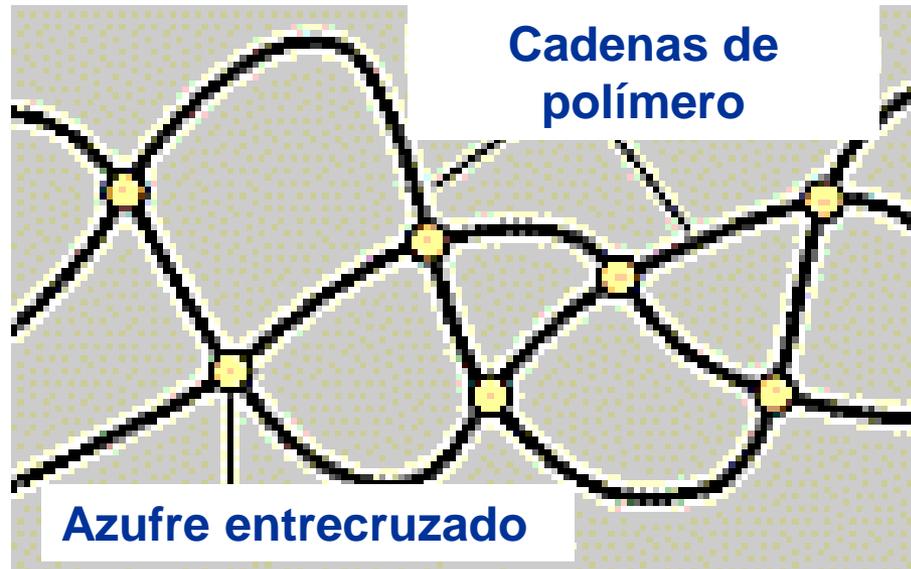
En 1839, Charles Goodyear dejó caer de manera accidental una mezcla de caucho natural y azufre en una estufa caliente. Se sorprendió al descubrir que el caucho se había vuelto resistente y elástico. Este descubrimiento condujo al proceso que Goodyear llamó **vulcanización**, en honor a **Vulcano**



Vulcano, el dios romano del fuego y de los volcanes.

Hule vulcanizado

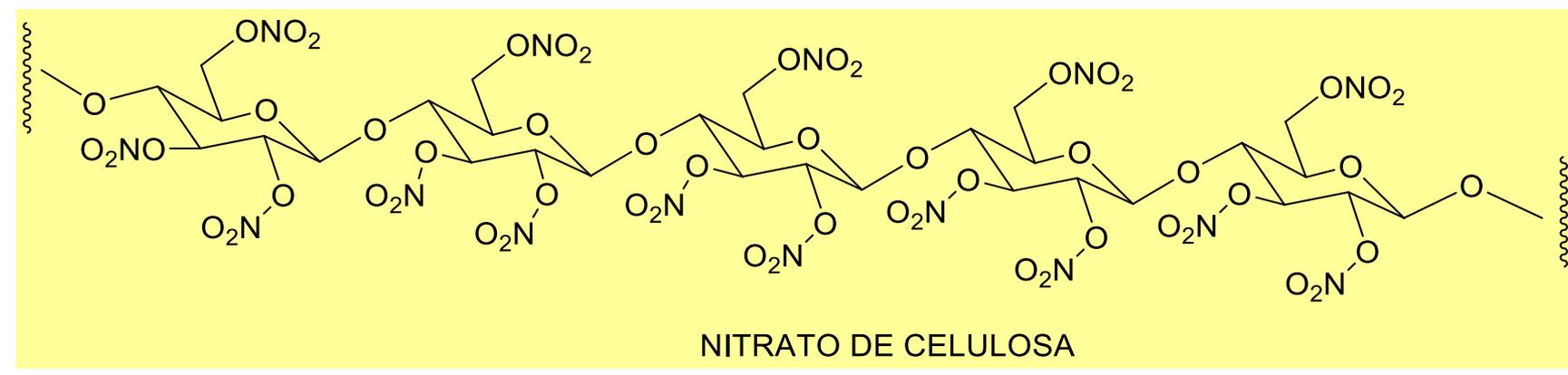
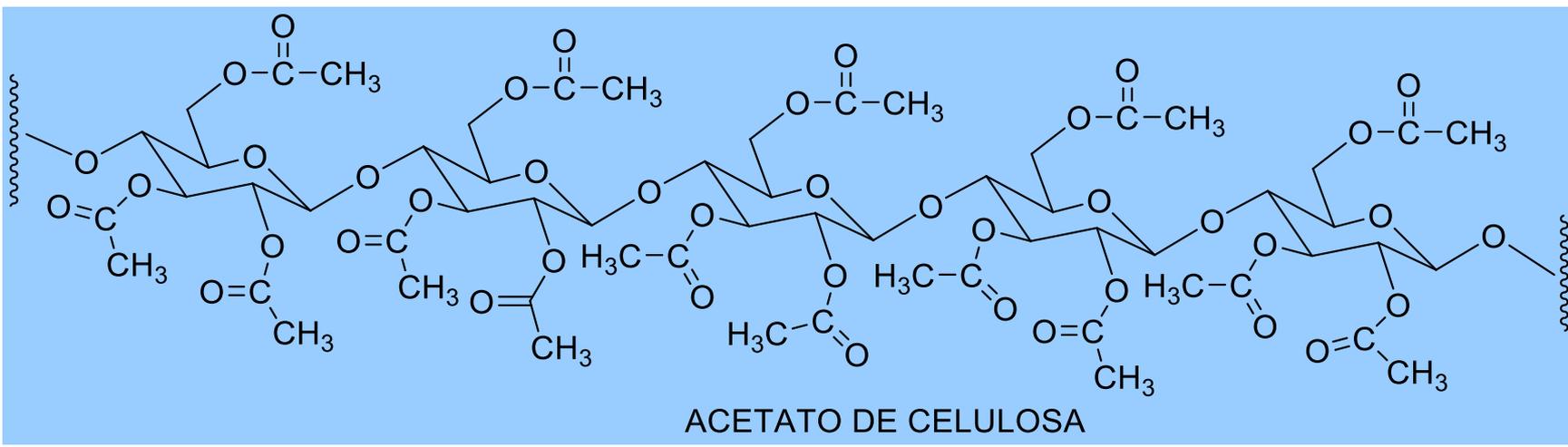
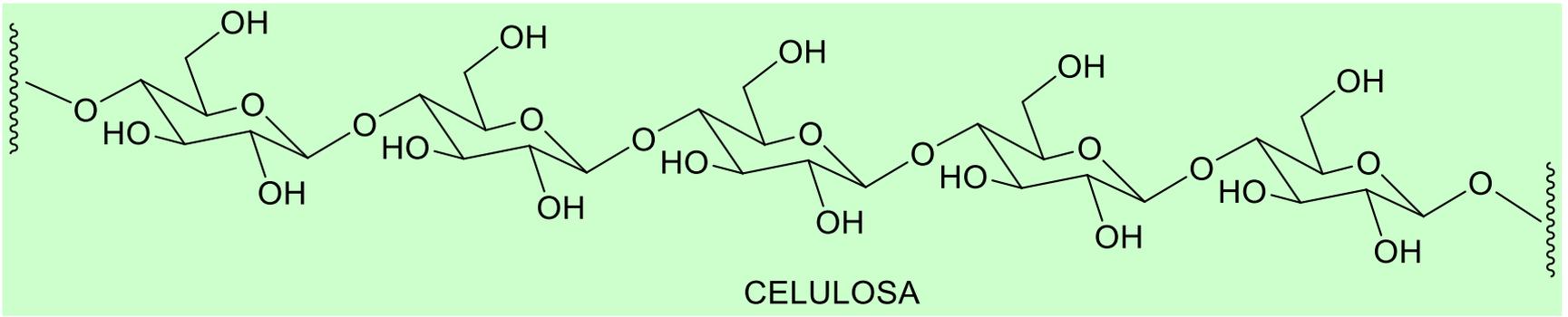
El caucho vulcanizado tiene una dureza y una elasticidad mucho mayores que el caucho natural. Soporta temperaturas relativamente altas sin ablandarse, y permanece elástico y flexible cuando se enfría.

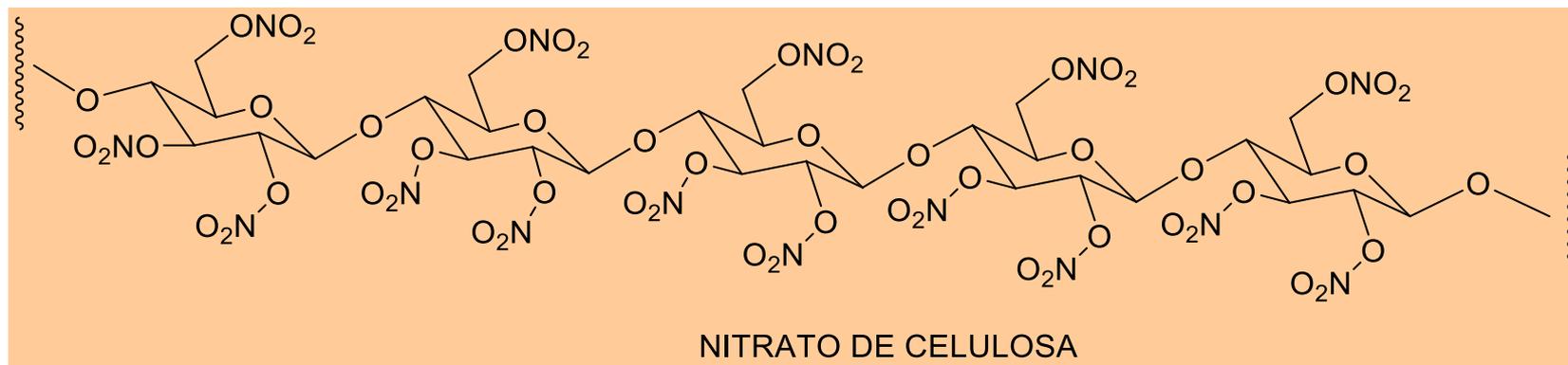
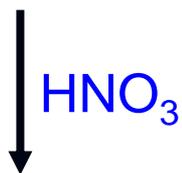
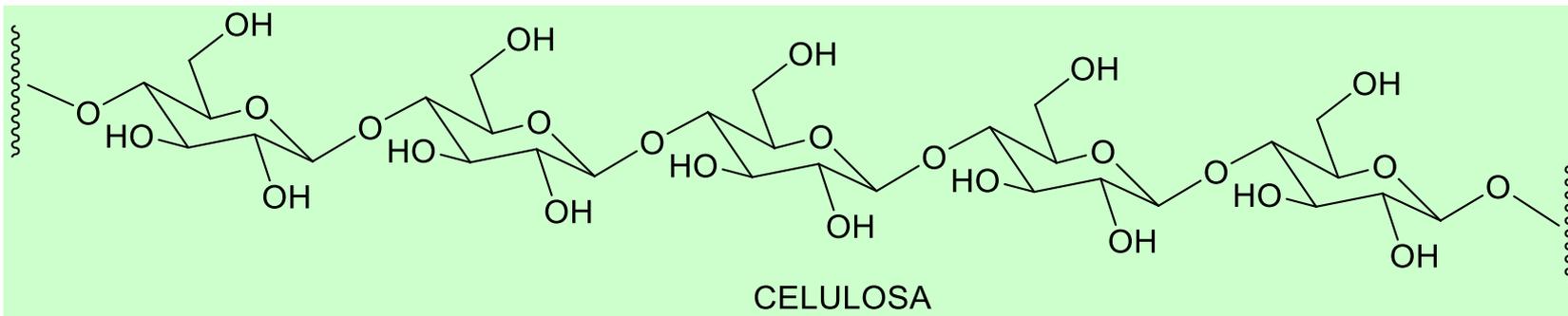


MODIFICACIÓN ESTRUCTURAL A LOS POLÍMEROS NATURALES

HULE

CELULOSA







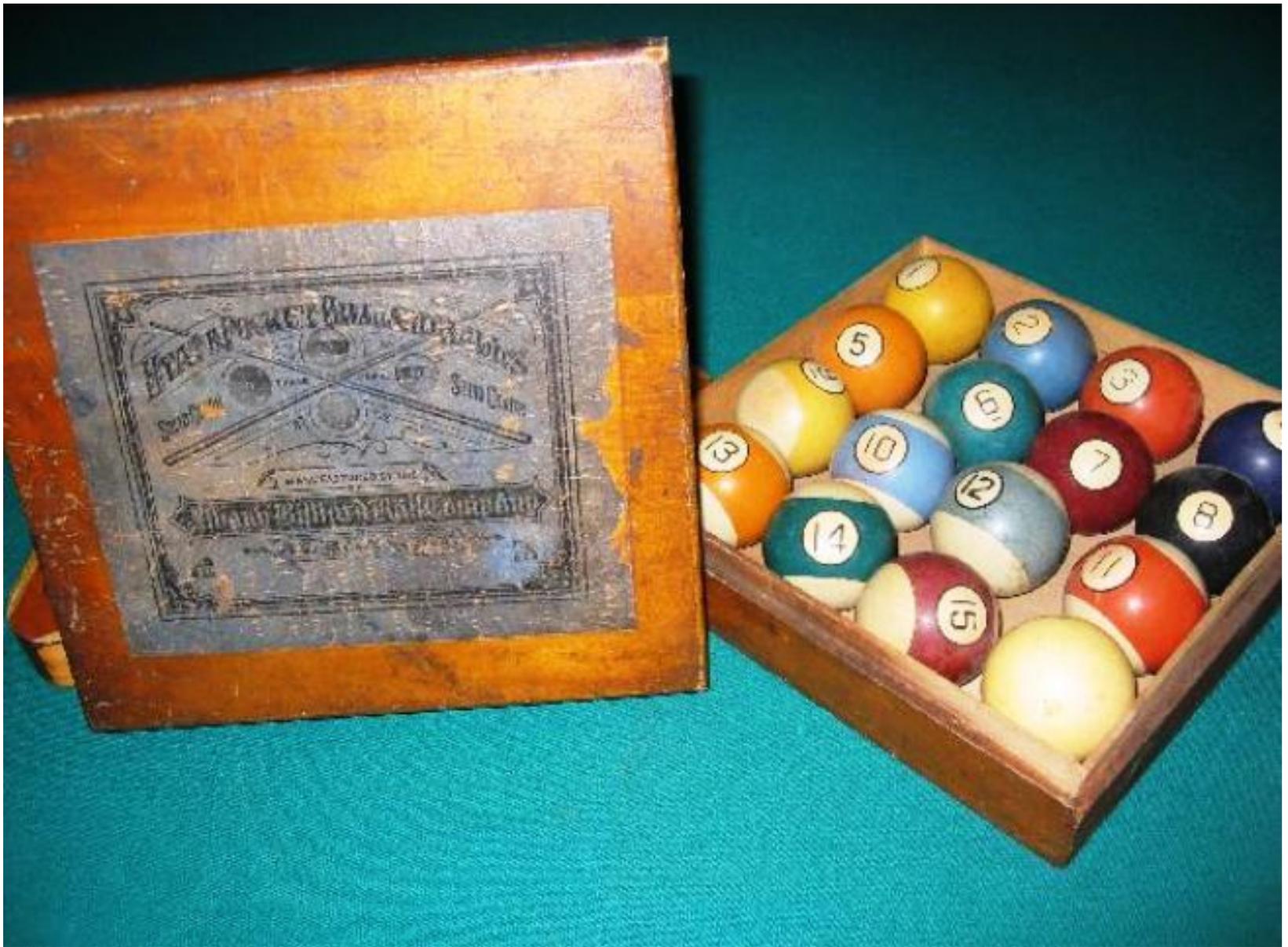
John Wesley Hyatt
(1837 - 1920)

Inventor estadounidense. Alcanzó fama internacional por ser el inventor, junto con su hermano Isaías, del primer material plástico, al que llamó celuloide.

Una compañía de billares de Nueva York organizó un concurso para diseñar materiales alternativos al marfil, un bien escaso en la época y con el que se fabricaban las bolas del popular juego de mesa. Cuando los hermanos Hyatt trabajaban en su laboratorio, John sufrió un corte accidental y para proteger la herida utilizó un ungüento elaborado a base de nitrato de celulosa, alcanfor y alcohol. Al aplicarse la mezcla, una parte se derramó en el suelo, y al secarse formó una fina capa que tenía la propiedad de unir el serrín y el papel.



http://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_2947



<http://vintage-celluloid-collectibles.com/images/hyatt-billiard-balls.jpg>

En el siglo XIX se buscó modificar a los coloides y a los polímeros naturales para formar nuevos materiales. En 1870, **John Wesley Hyatt** usó celulosa modificada químicamente para producir un nuevo producto que se conoce con el nombre de **celuloide**,



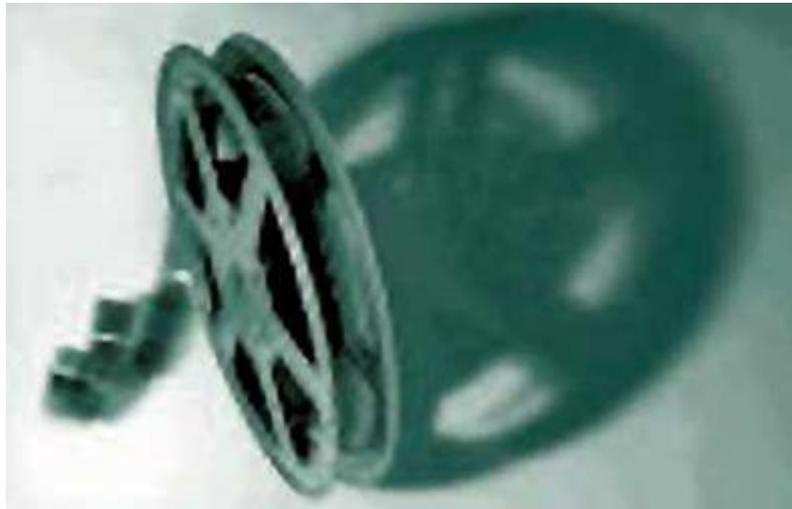
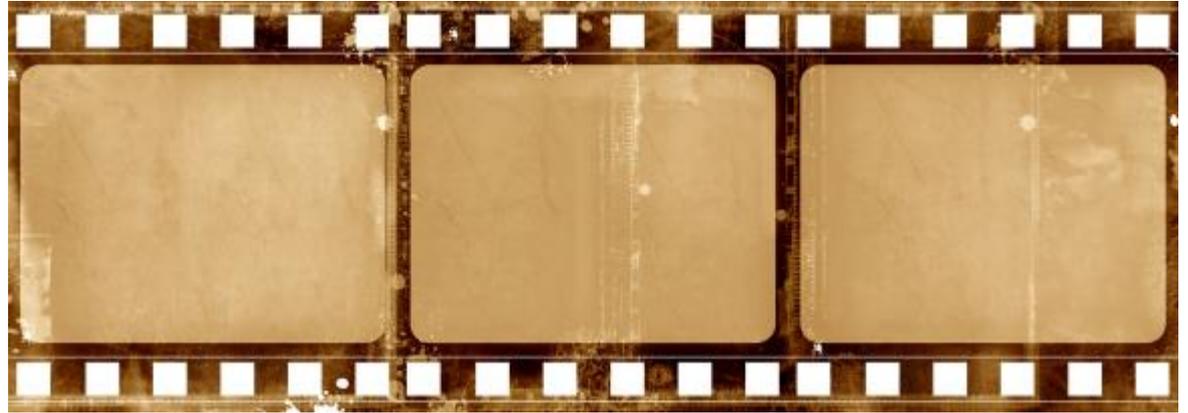
John Wesley Hyatt

Se utilizó para fabricar diversos productos como peines para el pelo



Celuloide, nitrato de celulosa

o bien para las películas del cine mudo.



**Celuloide:
nitrato de celulosa**

Polisacáridos

CELULOSA

La celulosa ocupa un lugar importante en la historia de los polímeros porque fue utilizada para hacer algunos de los primeros polímeros sintéticos, tales como el nitrato de celulosa (rayón) y acetato de celulosa

Más de 25,000 Películas.

NUESTRA FILMOTECA ARCHIVA LA

MEMORIA HISTÓRICA VISUAL

DEL SIGLO XX Y LA
ÉPOCA DE ORO DEL CINE MEXICANO.

EL ACERVO FÍLMICO
MÁS IMPORTANTE
DEL PAÍS.



ORGULLOSAMENTE
UNAM
450 años

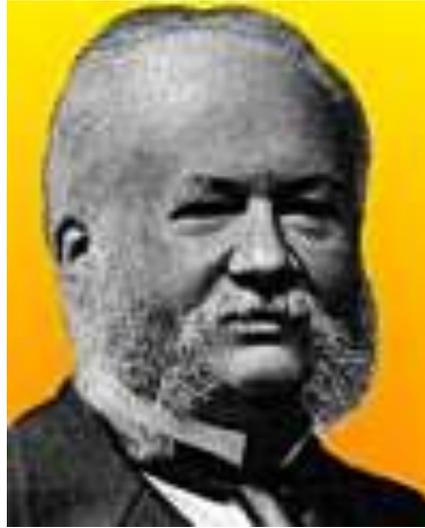
Preparando
a **México**
para el futuro.



Hilado de fibras de algodón para formar el hilo de algodón



En 1890:



**Louis-Marie-Hilaire Bernigaud,
Comte de Chardonnet**

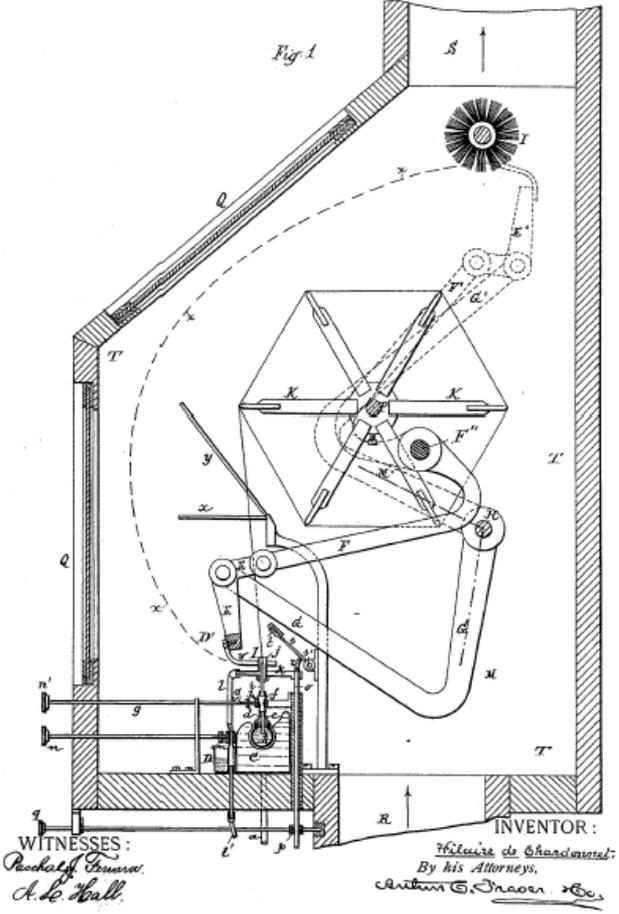
Comercializó la primera fibra textil sintética, al hilar hilos de nitrato de celulosa para formar una fibra artificial, que se conoce como rayón o seda de **Chardonnet**

H. DE CHARDONNET.

ARTIFICIAL SILK AND METHOD OF AND APPARATUS FOR MAKING THE SAME.

No. 394,559.

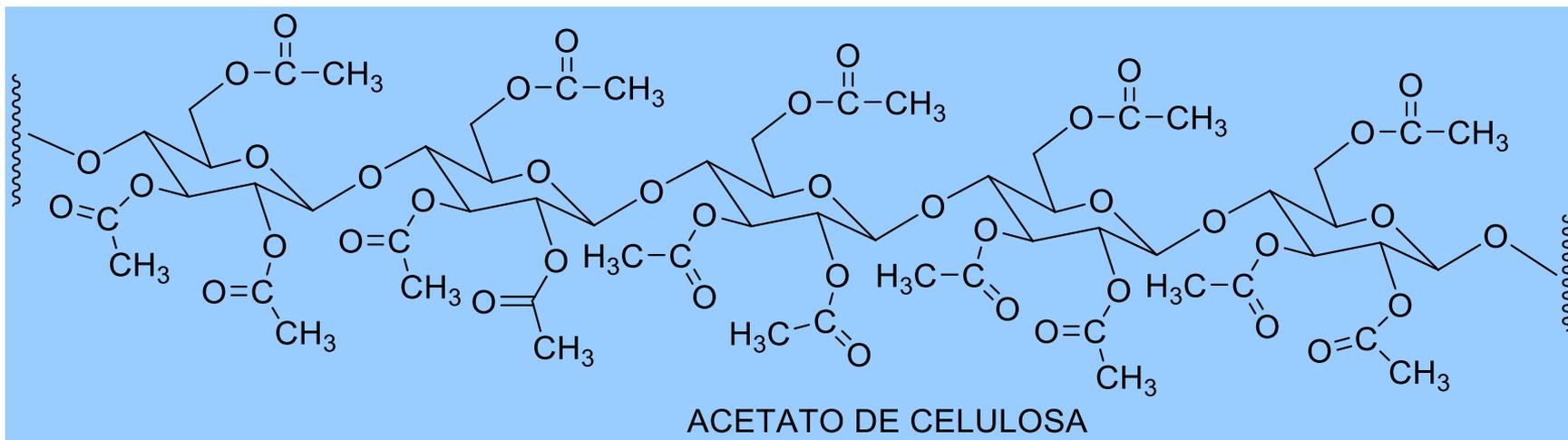
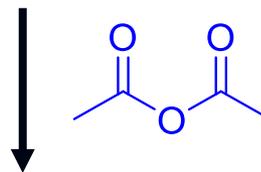
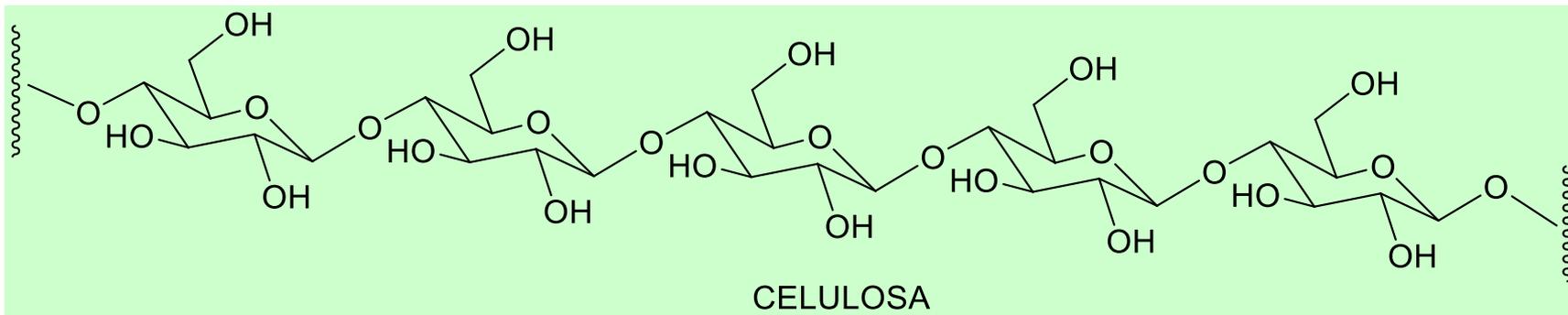
Patented Dec. 18, 1888.



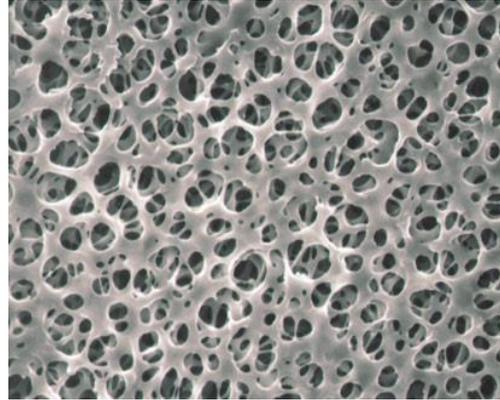
WITNESSES:
Richard C. Curran
A. L. Hall

INVENTOR:
H. de Chardonnet
 By his Attorneys,
Arthur G. Draper & Co.

Obtuvo una patente en 1884 por una fibra que obtuvo por un proceso de extrusión de nitrato de celulosa a través de capilares muy finos, controlando la inflamabilidad del compuesto
 En la Exposición de Paris de 1889 mostró por primera vez diferentes productos hechos a base de rayón.



El **acetato de celulosa** (también conocido como zyl, zylonita, Cellon y Rodoid), fue elaborado por primera vez en 1865



► Acetato, el elegido.



Otros usos:

- Adhesivos
- Explosivos
- Fibra textil
- Filtros de cigarrillos
- Barajas

POLÍMEROS SINTÉTICOS

Grupos funcionales en monómeros y polímeros

Amina

Ácido carboxílico

Alcohol

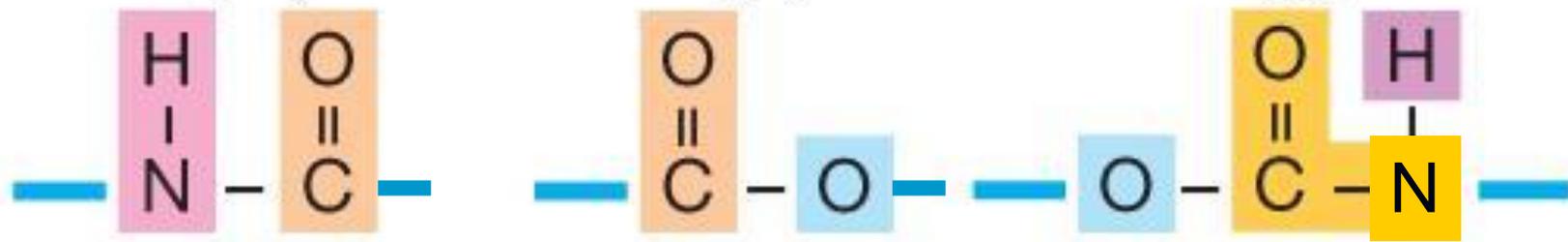
Isocianato

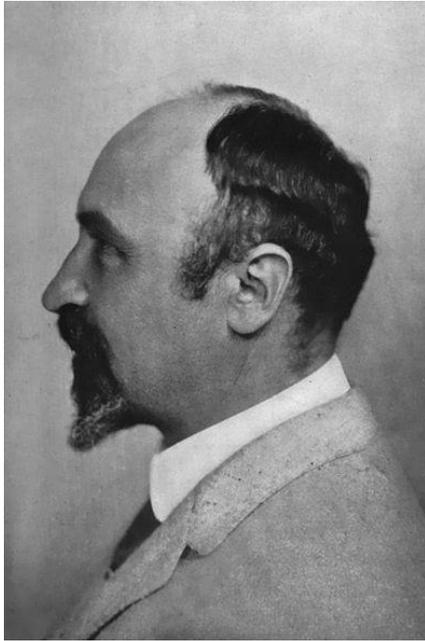


Amida

Éster

Carbamato (uretano)



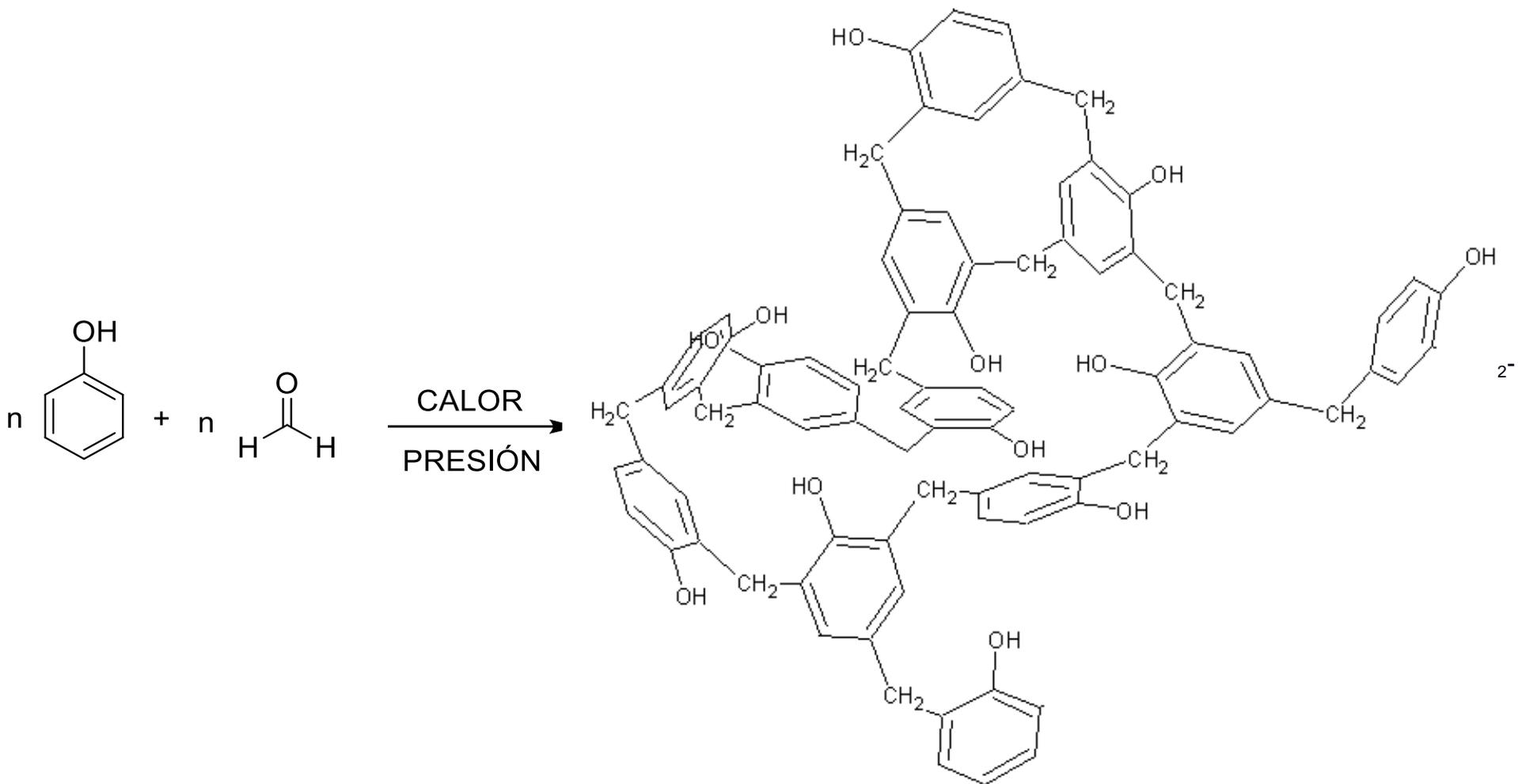


Leo Hendrik Baekeland



El original Baekelizador, el cual fue usado por Baekeland y sus colaboradores de 1907 a 1910 para formar Bakelita por medio de la reacción entre fenol y formaldehído, bajo presión y altas temperaturas

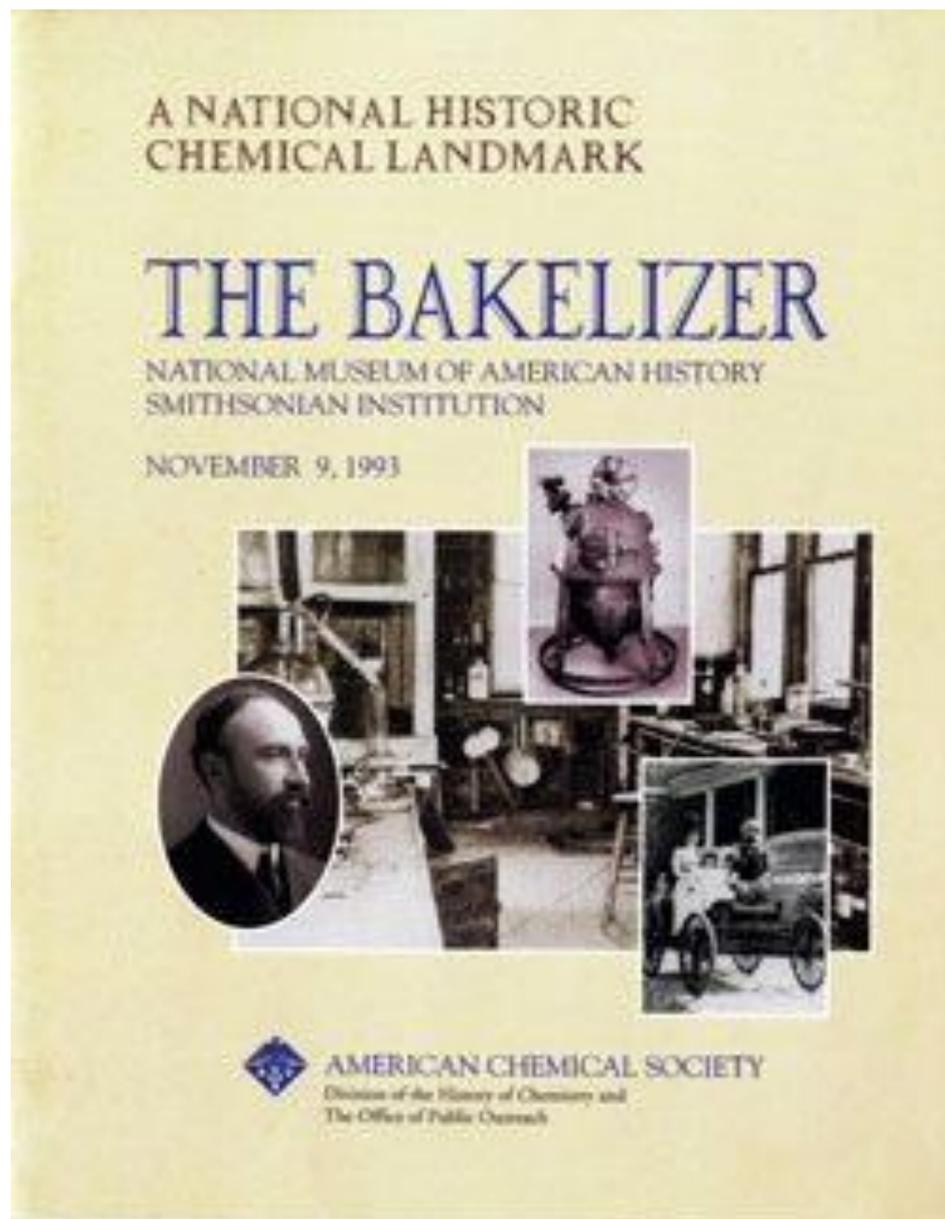




BAKELITA (POLÍMERO ENTRECruzADO)



Leo Hendrick Baekeland
(1863-1944).







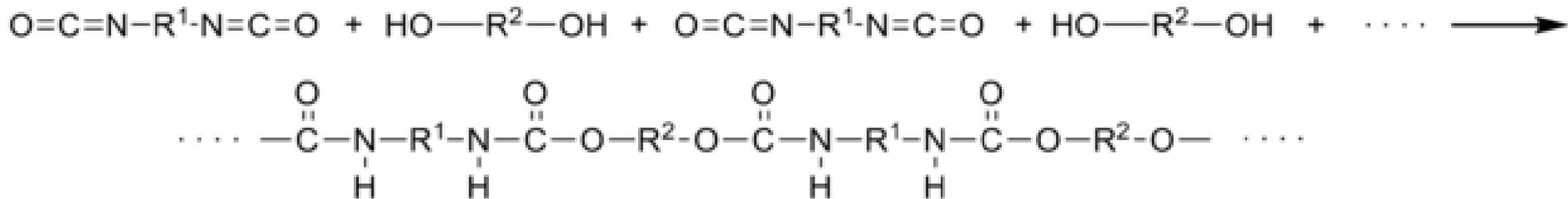
ROTOR DE BAKELITA
(la bakelita es un excelente aislante)

Historia

Otto Bayer consiguió la primera síntesis en 1937 en Alemania. La producción industrial empezó en 1940. Sin embargo y debido a la falta de recursos por la Segunda Guerra Mundial, la producción creció lentamente.

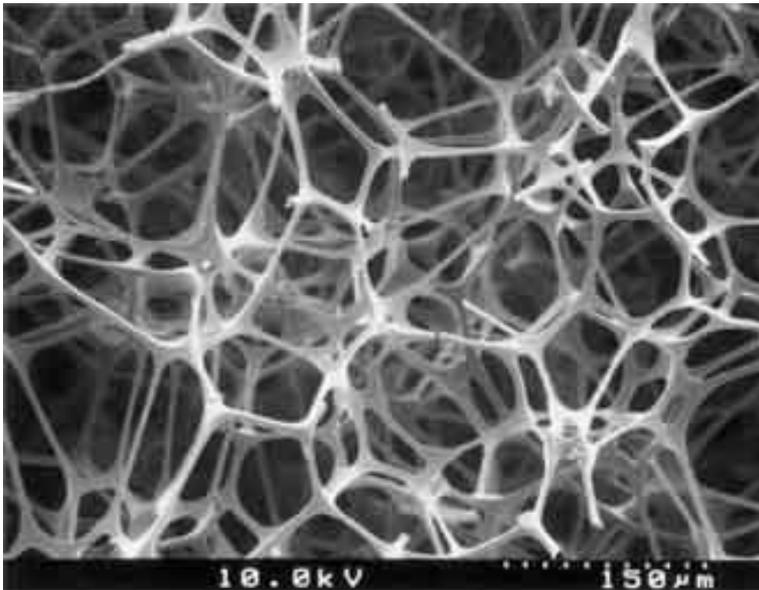


Otto Bayer
(1902 - 1982)

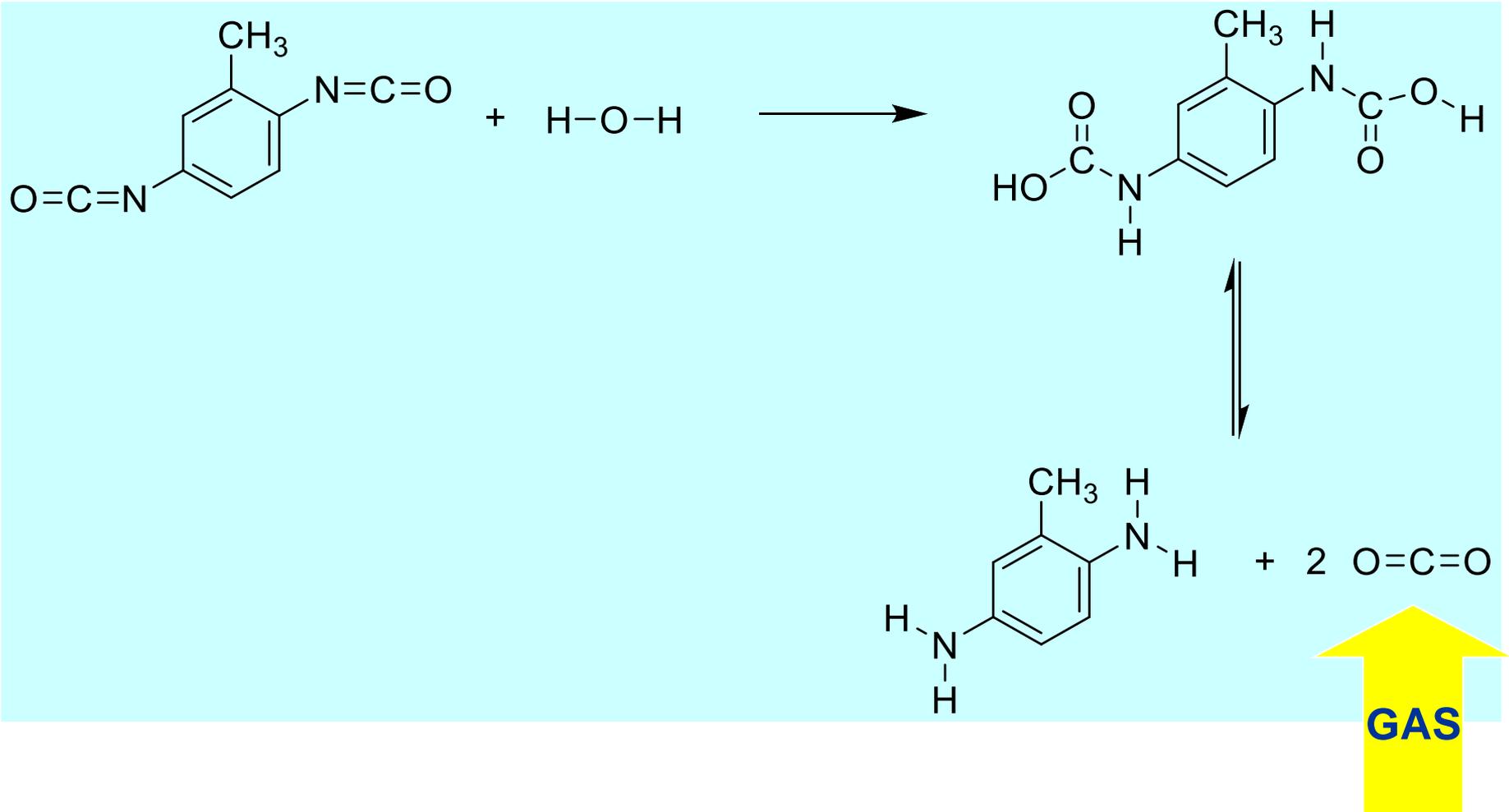


POLIURETANOS.

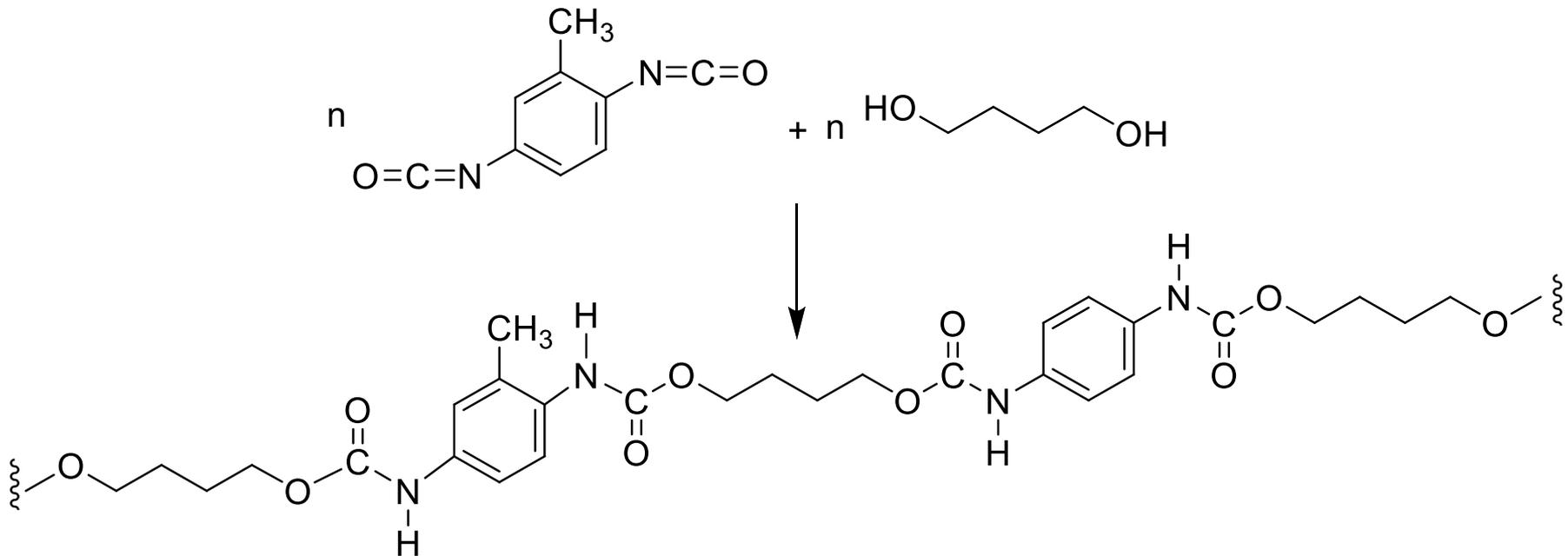
Sus propiedades mecánicas pueden ser variadas en gran medida por el empleo de diferentes isocianatos o dioles como, por ejemplo, el polietilenglicol. La adición de cantidades variables de agua provoca la generación de más o menos cantidad de dióxido de carbono, el cual aumenta el volumen del producto en forma de burbujas. En contra a lo que pasa en las esponjas naturales, se suele tratar de materiales con poro cerrado



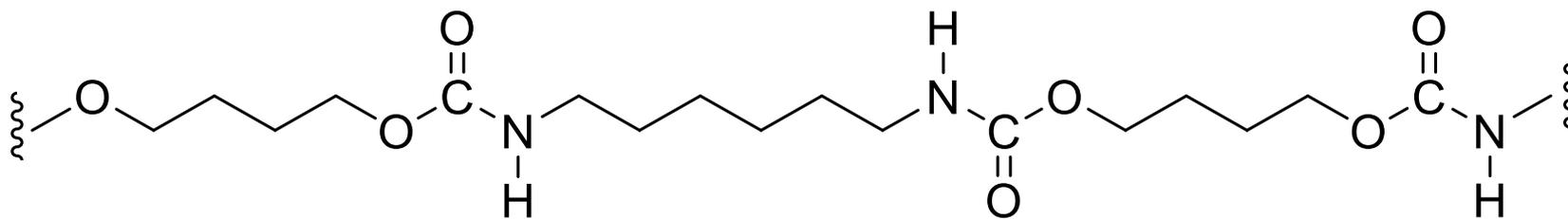
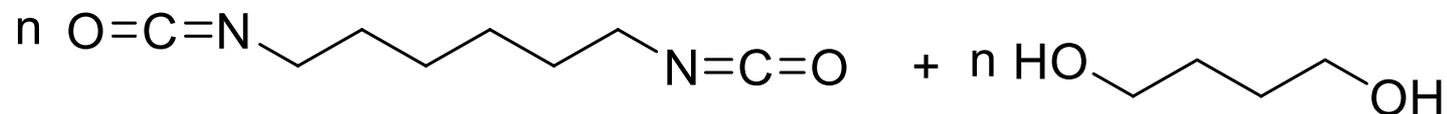
La invención de estas espumas (las cuales inicialmente se llamarano como imitaci3n de un queso suizo por sus inventores fue gracias a que el agua se introdujo accidentalmente en la mezcla de reacci3n



Hasta 1952 fue que los poliisocianatos estuvieron comercialmente disponibles. La producción comercial de la espuma flexible de poliuretano comenzó en 1954, y la cual utilizó como materias primas al **toluenisocianato** y a **polioles**.



Estos materiales también se usaron para producir espumas rígidas, gomas de hule y elastómeros. También se produjeron **fibras lineales** a partir del **diisocianato de hexametileno** y el **1,4-butanodiol**



POLIURETANO

**¿EN DONDE ENCONTRAMOS A LOS
POLÍMEROS SINTÉTICOS?**

**¿SON IMPORTANTES EN NUESTRA VIDA
DIARIA?**

**Madeiras de lana
(fibra)**



**Botella de polietileno
(termoplástico)**



**Lentes de
policarbonato
(termoestable)**



**Ligas de hule
(elastómero)**

Polímeros Orgánicos Sintéticos

- Nylons
- Poliésteres
- Polivinílicos
(hojas plásticas y materiales para plomería)
- Poliestirenos
(materiales aislantes)
- Acrílicos (vidrios orgánicos)

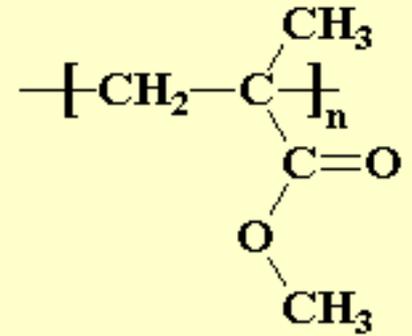
Las telas que se emplean pueden estar confeccionadas con una mezcla de poliéster y algodón. El algodón también es un polímero (es una forma de celulosa).



POLIMETACRILATO DE METILO

Vidrios orgánicos

El poli (metacrilato de metilo), PMMA, es un plástico claro, usado como material irrompible en reemplazo del cristal. Por ejemplo, la barrera en la pista de hielo que impide que los discos de jockey sean proyectados hacia las caras de los espectadores, se hace de PMMA.



Esto hace del PMMA un material excelente para fabricar inmensos acuarios



La ventana más grande del mundo, una ventana panorámica en el acuario de la bahía de Monterrey en California, está hecha de una sola pieza gigante de PMMA de 16.6 m de largo, 5.5 m de alto y 33 centímetros de espesor



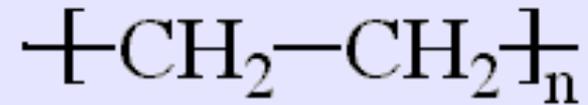


POLIMETACRILATO DE METILO

La compañía química Rohm y Haas hace ventanas, techos o mesas con PMMA y las llama Plexiglás. Las Imperial Chemical Industries también las hace y las llama Lucite.



POLIETILENO

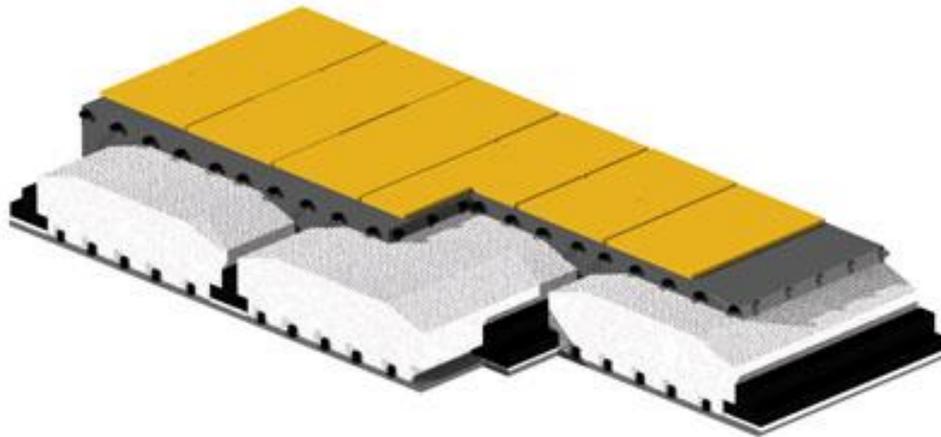


El polietileno es probablemente el polímero que más se ve en la vida diaria. Es el plástico más popular del mundo. Éste es el polímero que hace las bolsas de almacén, los frascos de champú, los juguetes, e incluso chalecos a prueba de balas.



POLIESTIRENO

El poliestireno también se presenta en forma de espuma para envoltorio y como aislante (Styrofoam® es una marca de espuma de poliestireno).



POLIESTIRENO

Las tazas plásticas transparentes están hechas de poliestireno.

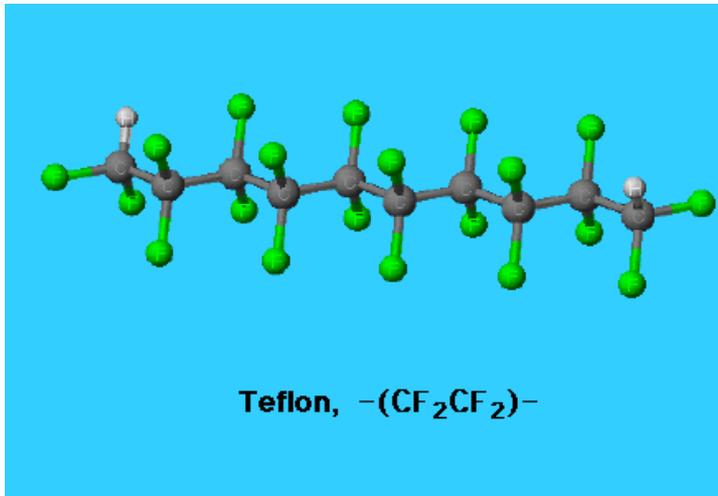


También una gran cantidad de partes moldeadas en el interior un auto, como los botones del radio.



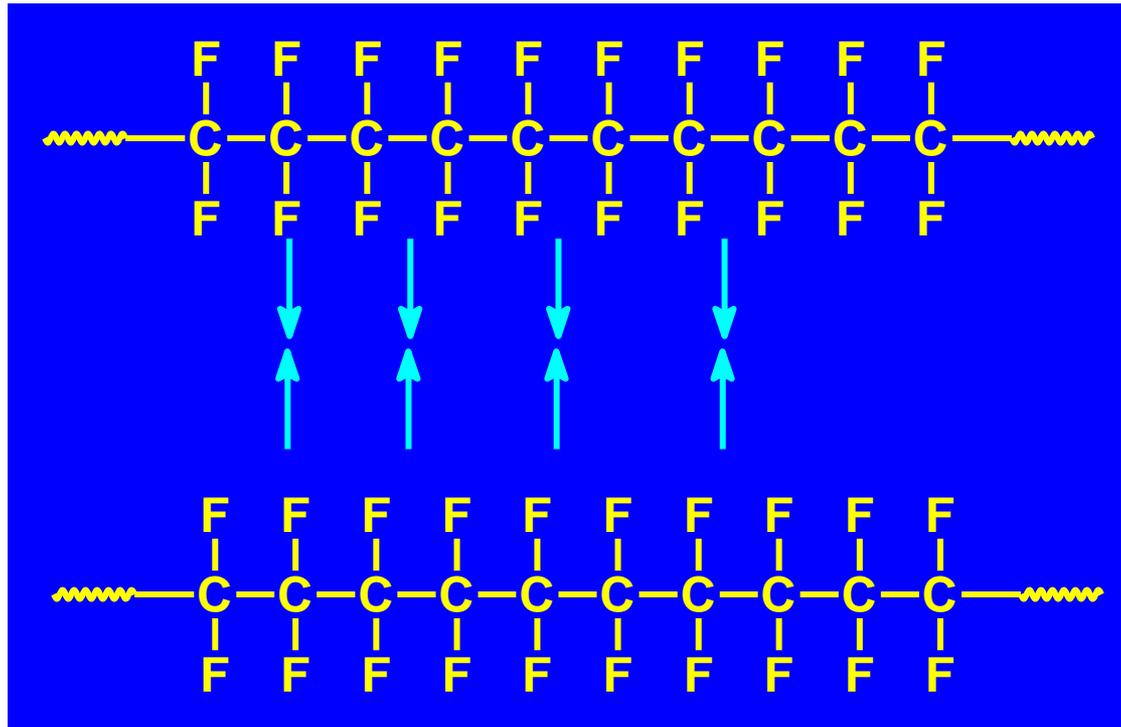
POLITETRAFLUOROETILENO

Flúor, elemento muy electronegativo. Repulsión electrónica. De modo que una molécula de PTFE, estando tan repleta de átomos de flúor como está, quisiera estar lo más alejada posible de otras moléculas.

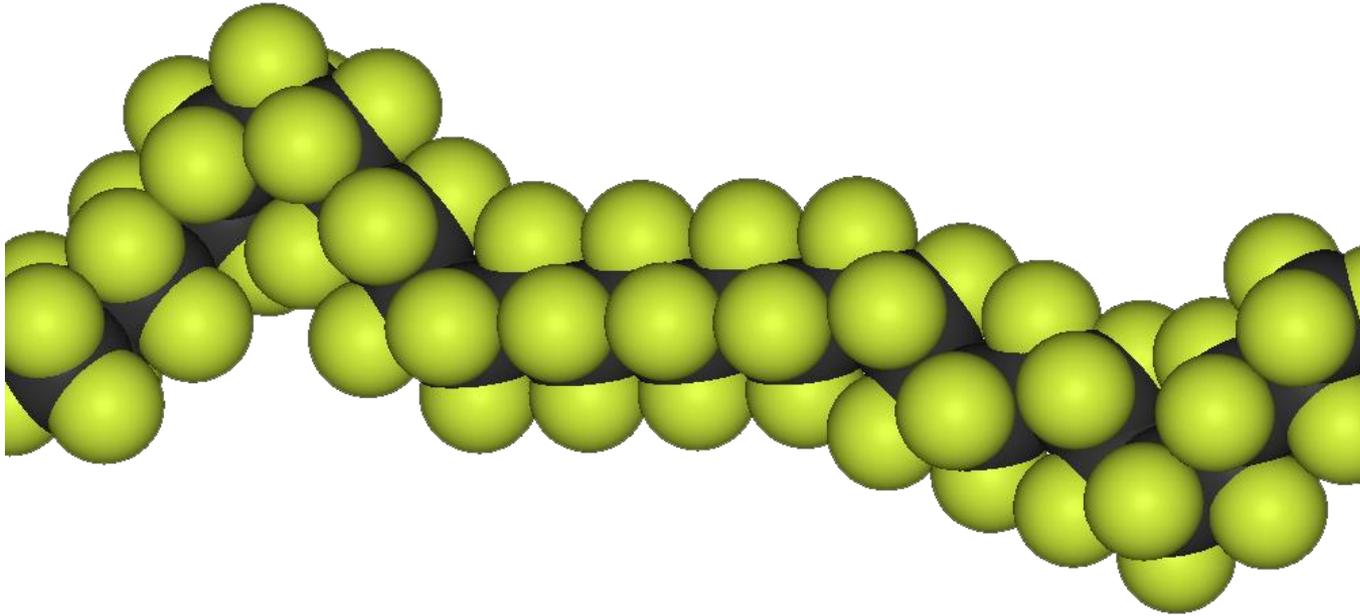


POLITETRAFLUOROETILENO

Esto se debe básicamente a la protección de los átomos de flúor sobre la cadena carbonada. Tiene un muy bajo coeficiente de rozamiento y gran impermeabilidad, manteniendo además sus cualidades en ambientes húmedos.



Propiedad principal de este material es que es prácticamente inerte, no reacciona con otras sustancias químicas excepto en situaciones muy especiales.



Es también un gran aislante eléctrico y sumamente flexible, no se altera por la acción de la luz y es capaz de soportar temperaturas desde $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$ (3.15 K) hasta $270\text{ }^{\circ}\text{C}$ (543.15 K). Su cualidad más conocida es la antiadherencia.



1. Mediante el impacto de chorros de arena a presión (*sandblast*) sobre la superficie metálica (formación de microporos).
2. Con la aplicación de abrasivos metálicos de forma mecánica.
3. Con el empleo de procesos químicos.

Esa capa se somete a continuación a un proceso de sinterización elevando la temperatura por encima de 400 °C (aproximadamente 800 °F) por espacio de unos pocos minutos para de esa forma curar el polímero.

POLIACRILAMIDAS

La poliacrilamida es soluble en agua y se usa en la industria. Las poliacrilamidas entrecruzadas pueden absorber agua. (Si piensa un poco, los polímeros entrecruzados en realidad no se disuelven). Estos geles se emplean para hacer lentes de contacto blandas. Es el agua absorbida la que las hace blandas.



ROPA



Con sólo una breve visita por aquí, nos podremos dar cuenta que sin los polímeros, no tendríamos ropa.

ROPA

Los suéteres como éste son de lana, que es otro tipo de colágeno. Por cierto, la piel y el cabello de usted, también contienen colágeno.



Además los suéteres se hacen con acrílicos, como el poliacrilonitrilo o el rayón



ROPA

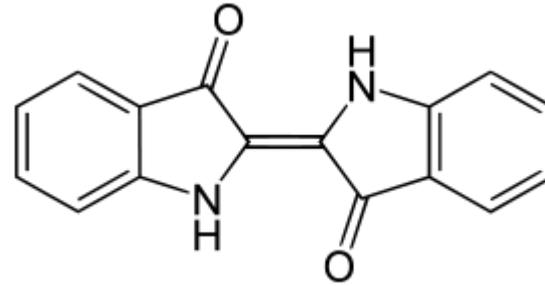


Estas playeras y estos jeans están hechos de algodón, un tipo de celulosa.



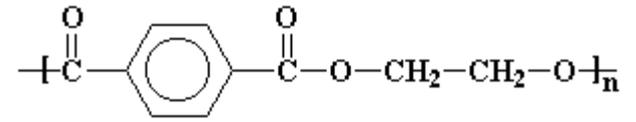


Indigofera tinctoria (índigo verdadero) Índigo; azul



POLIÉSTERES

Son polímeros en forma de fibras



SEDA



La **fibroína** es un tipo de proteína con carácter fibroso producida por algunos artrópodos, como el gusano de seda (un insecto) o las arañas (un orden de arácnidos) durante la segregación del hilo.



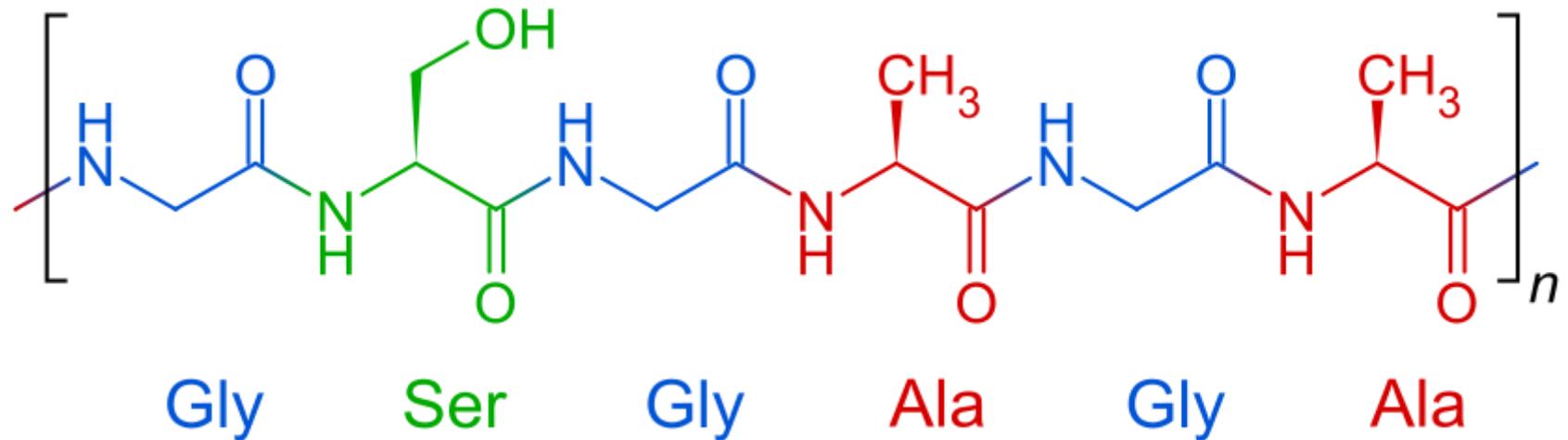


ywgolddtiger.en.alibaba.com

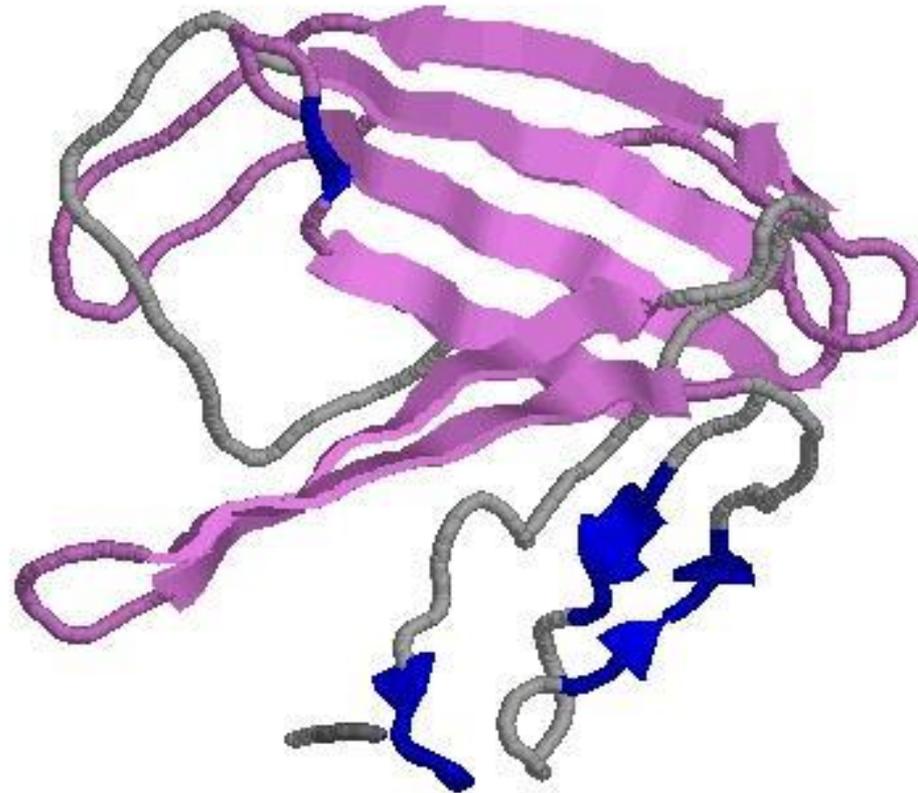


El hilo se compone de dos proteínas principales:
la sericina y la fibroína.;

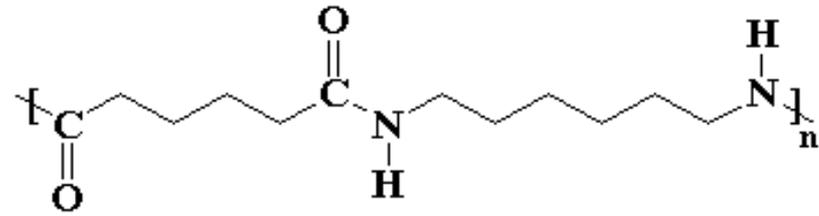
La fibroína es el centro estructural de la seda



La sericina es el material pegajoso que la rodea.



NYLON



Los nylons se usan como fibras.

El verdadero éxito del nylon vino primeramente con su empleo para la confección de medias femeninas, alrededor de 1940.



NYLON



Anuncio del Nylon, Octubre 1938

NYLON

Fueron un gran suceso, pero pronto se hicieron muy difíciles de conseguir, porque al año siguiente los Estados Unidos entraron en la Segunda Guerra Mundial y el nylon fue necesario para hacer material de guerra, como cuerdas y paracaídas.



NYLON

Se asoció a las iniciales de las dos ciudades en las que se pensaba que se iba a tener una gran demanda por el producto (o a las ciudades de las que provenían los investigadores que trabajaban en la DuPont):

New York LONdon

NYLON

Se asoció a las iniciales de la siguiente frase:

Now You Loose Old Nippons





MAGASIN SPÉCIAL POUR LA VENTE
des APPAREILS de
toutes Marques

LE
VEST POCKET
KODAK
Autographic
depuis
55 frs



LE CATALOGUE GÉNÉRAL
DES APPAREILS
KODAK

Blocs Notes GAUMONT
Vérascopes & Glyphos RICHARD
Stéréos Panoramiques MONOBLOCS
& LEROY, etc.

EST ENVOYÉ FRANCO PAR LE
PHOTO-PLAIT
37, Rue Lafayette - PARIS-OPÉRA

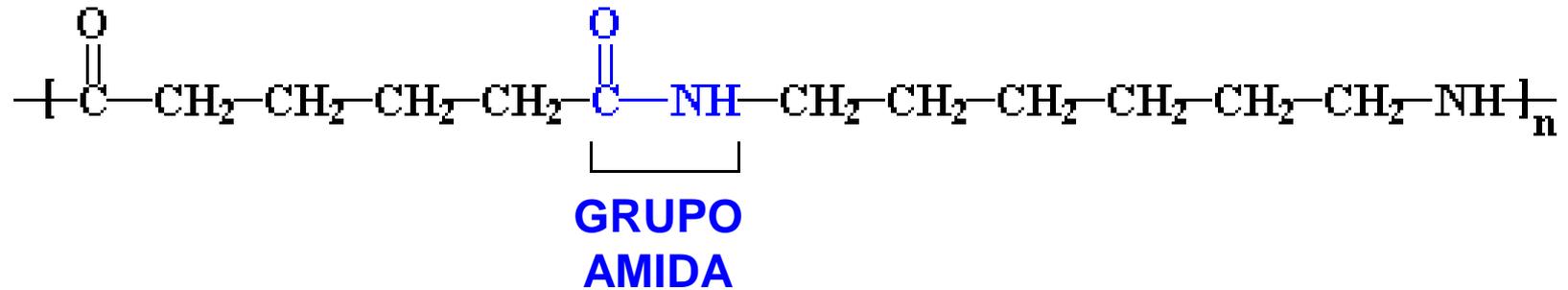


NYLON



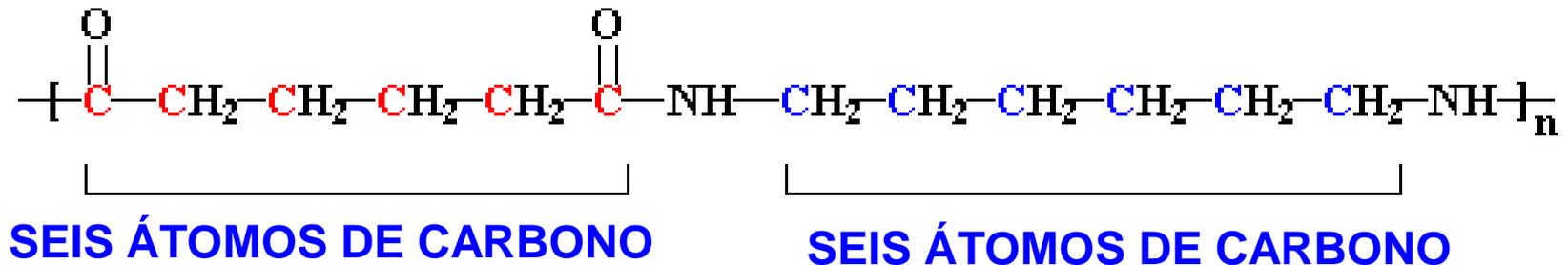
NYLON

Los nylons también se llaman poliamidas



Las proteínas, tales como la seda a la cual el nylon reemplazó, también son poliamidas.

NYLON



NYLON-6,6

diamina

Ácido dicarboxílico

En la fórmula se muestra la estructura de un nylon que se llama nylon-6.6, porque cada unidad repetitiva de la cadena polimérica, tiene dos extensiones de átomos de carbono, cada una con una longitud de seis átomos de carbono. Otros tipos de nylon pueden tener diversos números de átomos de carbono en estas extensiones.



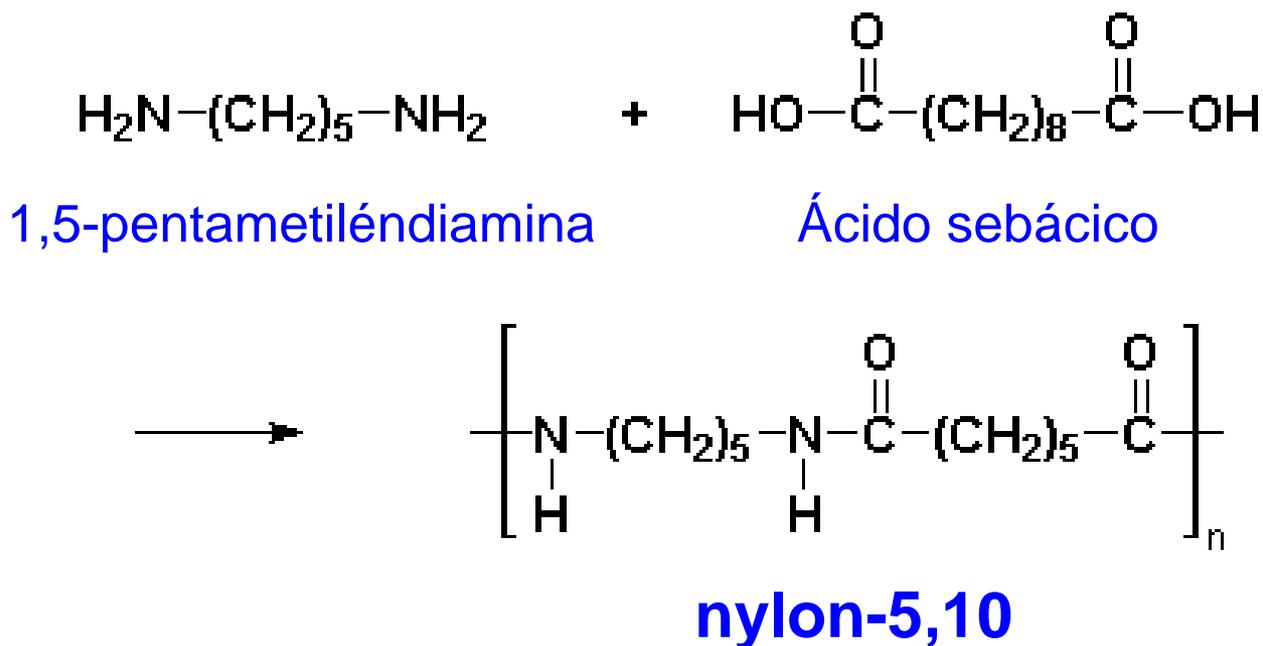
Carothers era el líder del grupo en los laboratorios de la estación experimental DuPont, cerca Wilmington, Delaware, donde se llevó a cabo la mayoría de la investigación sobre polímeros.

Wallace Hume Carothers

NYLON

Carothers quería que la poliamida formada a partir de la 1,5-pentametiléndiamina y el ácido sebácico (el cual tiene propiedades superiores a las del nylon-6,6) fuera el primer nylon que se produjera comercialmente, pero resultó más barata la producción del nylon-6,6

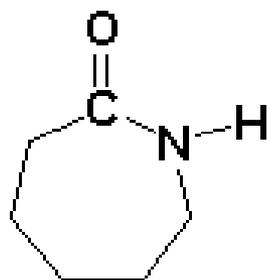
¿Cómo se conoce a éste nylon?



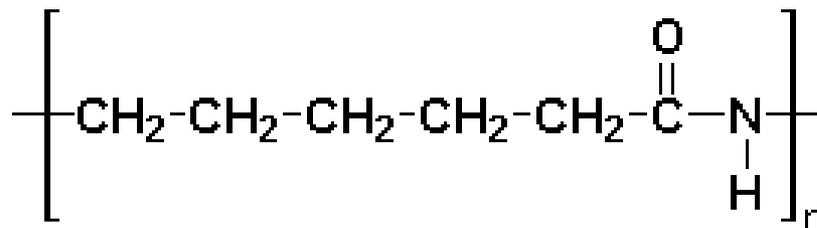
NYLON

Algunos nylons se hacen a partir de un solo tipo de monómero, como la amida cíclica que se llama lactama. Por ejemplo, la ϵ -caprolactama es una lactama con seis átomos de carbono.

¿Cómo se conoce a éste nylon?



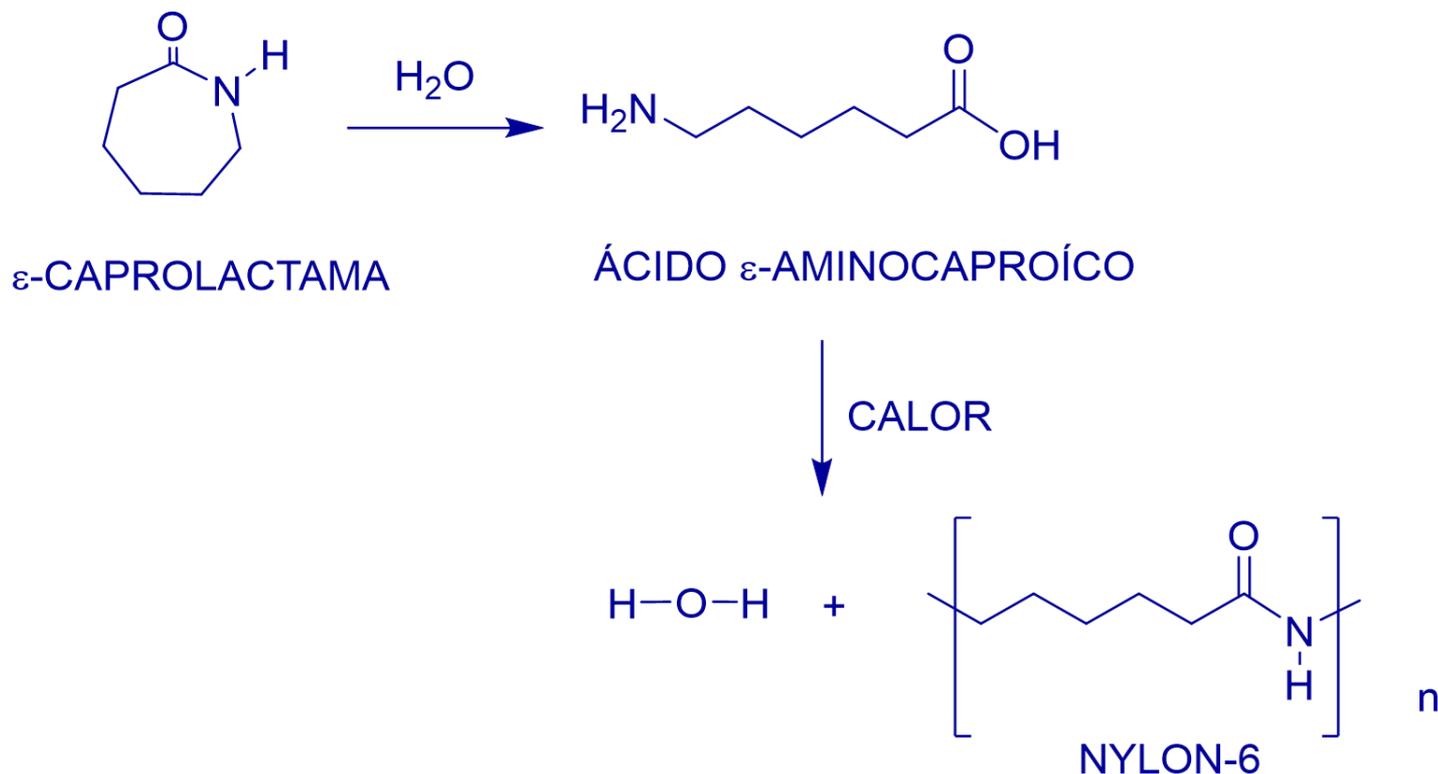
ϵ -caprolactama



nylon-6

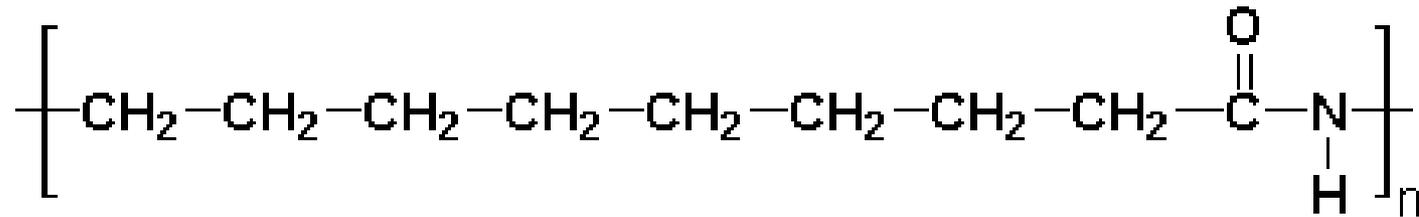
NYLON

La ϵ -caprolactama primero se hidroliza para formar el ácido ϵ -aminocaproico y después se lleva a cabo la reacción de polimerización para formar el nylon-6



NYLON

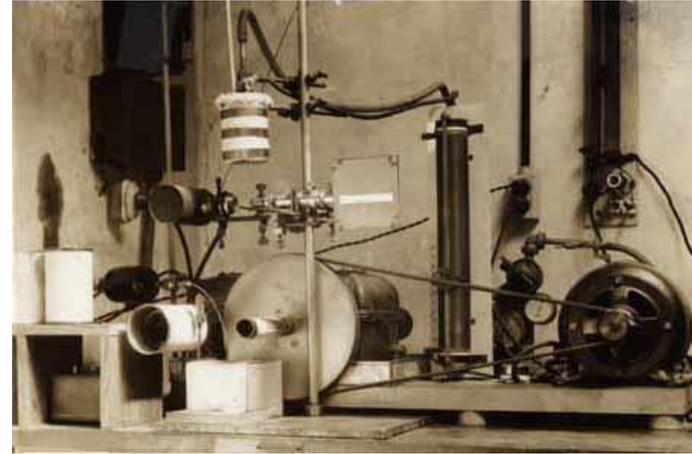
¿Cómo se conoce a éste nylon?



nylon-9

NYLON

Primera maquina para hilar
con nitrógeno gas y para secar
con aire

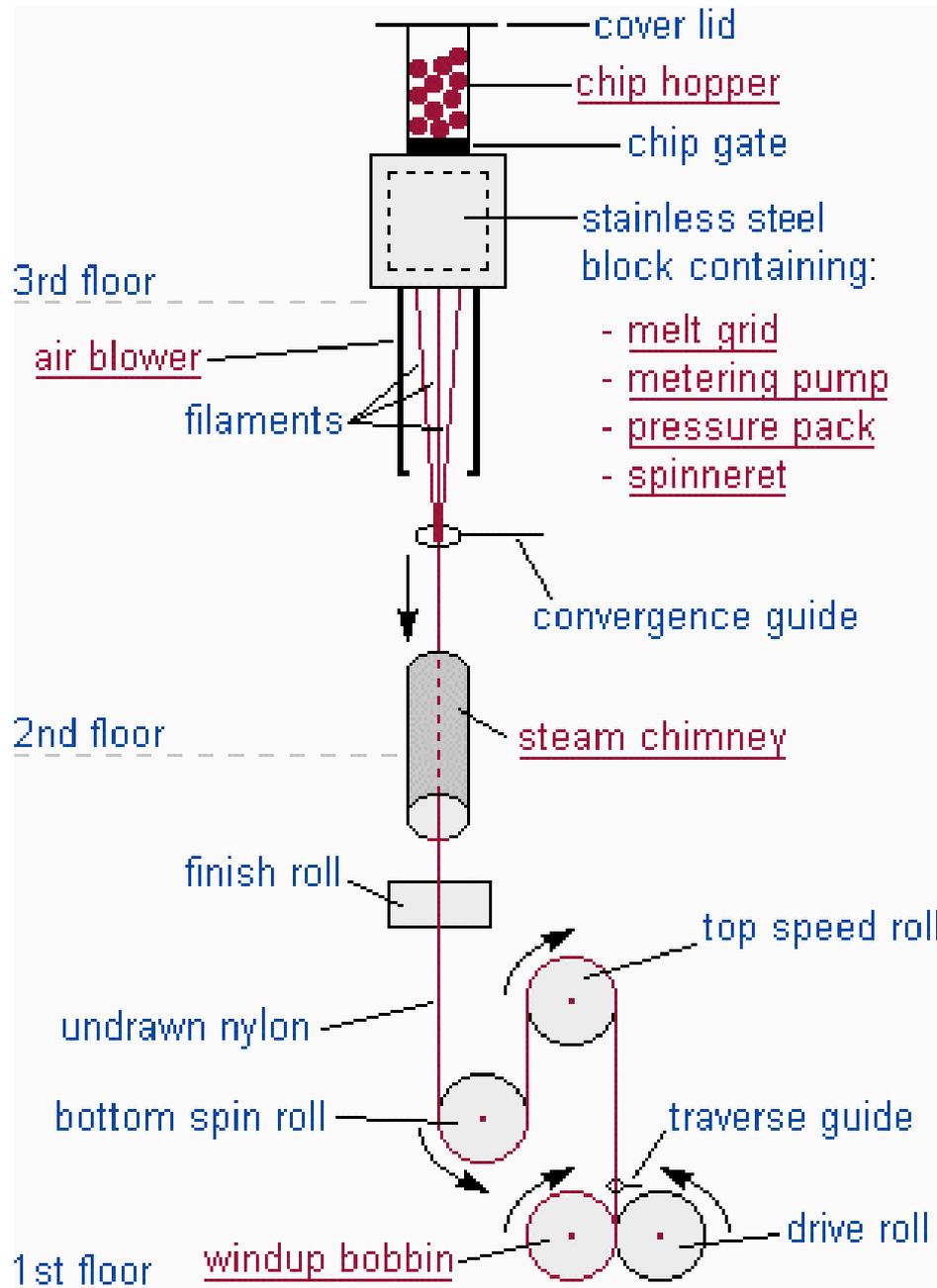


Modelo para la máquina para hilar
desarrollado en 1935



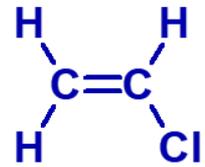
NYLON

Hilado del nylon

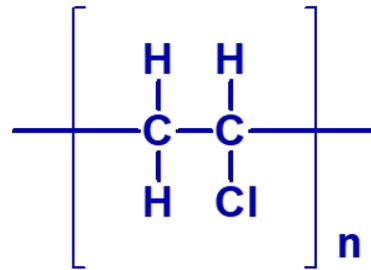


Polímeros vinílicos

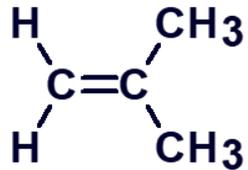
Polímeros vinílicos



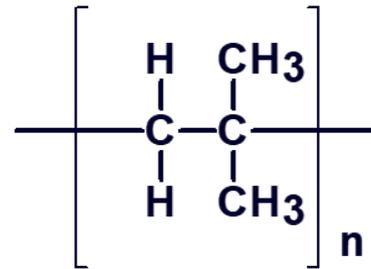
CLORURO DE VINILO



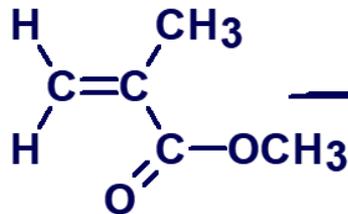
POLICLORURO DE VINILO



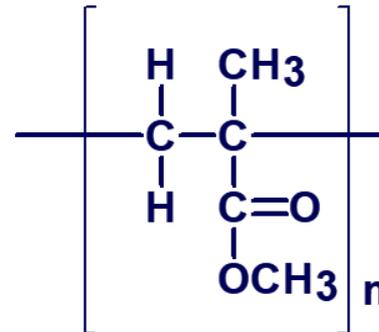
ISOBUTILENO



POLIISOBUTILENO



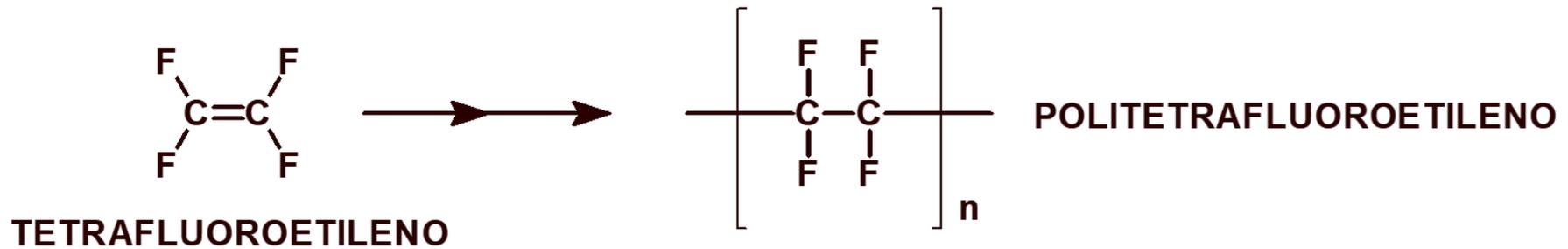
METACRILATO DE METILO

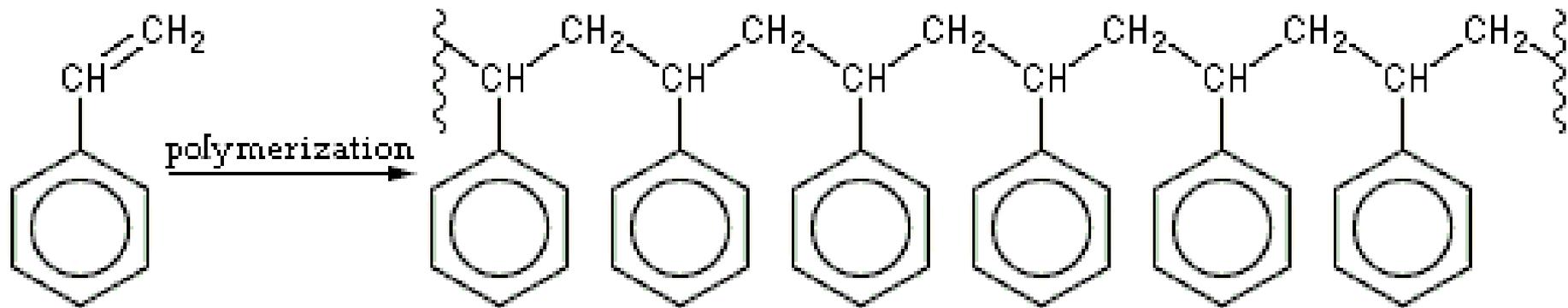


POLIMETACRILATO DE METILO

Polímeros vinílicos

POLITETRAFLUOROETILENO, QUE FABRICA LA COMPAÑÍA DU PONT Y LO LLAMA TEFLON.



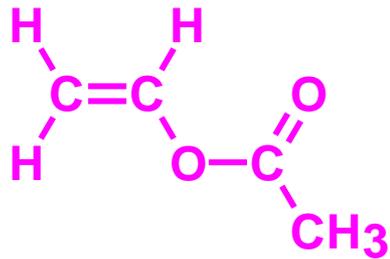


Estireno

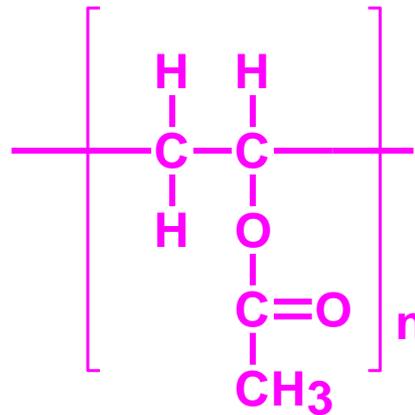
Poliestireno

POLIACETATO DE VINILO

El PVA es un polímero vinílico. Se sintetiza por polimerización vinílica de radicales libres del monómero vinil acetato (o acetato de vinilo).

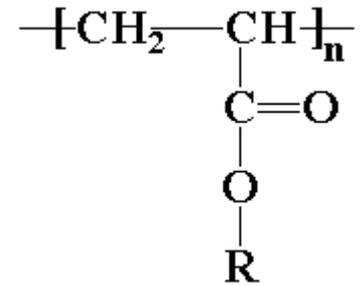


ACETATO DE VINILO

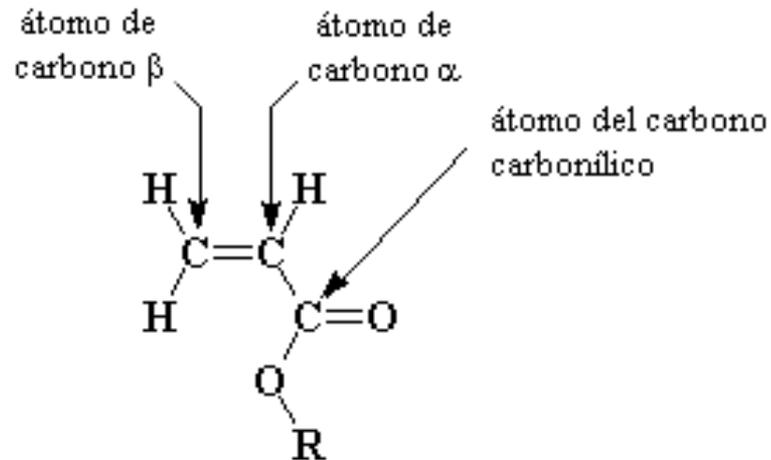


POLIACETATO DE VINILO

POLIACRILATOS

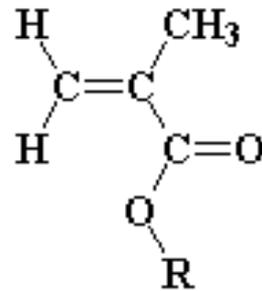


Los acrilatos son una familia de polímeros que pertenece a un tipo de polímeros vinílicos. Los poliacrilatos derivan obviamente de monómeros acrilatos y a su tiempo explicamos qué eran éstos. Los monómeros acrilato son ésteres que contienen grupos vinílicos, es decir, dos átomos de carbono unidos por una doble ligadura, directamente enlazados al carbono del carbonilo.

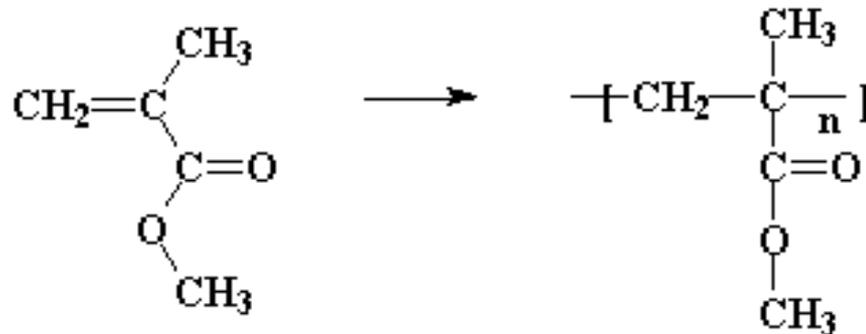


POLIACRILATOS

Algunos acrilatos poseen un grupo metilo extra unido al carbono alfa, y se denominan *metacrilatos*. Uno de los polímeros metacrílicos más comunes es el poli(metacrilato de metilo).



un metacrilato

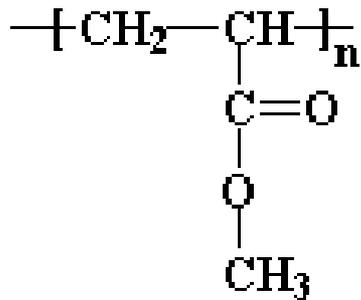


metacrilato de metilo

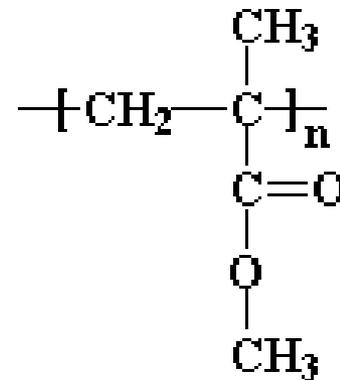
poli(metacrilato de metilo)

POLIACRILATOS

El poli(acrilato de metilo) es un caucho blanco a temperatura ambiente, pero el poli(metacrilato de metilo) es un plástico duro, resistente y transparente.



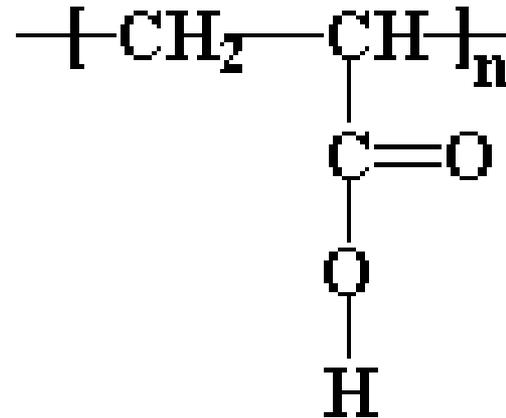
Este es el poli(metil acrilato). Es blando y similar al caucho.



Este es el poli(metil metacrilato). Es un plástico rígido.

POLIACRILATOS

Poli(ácido acrílico)

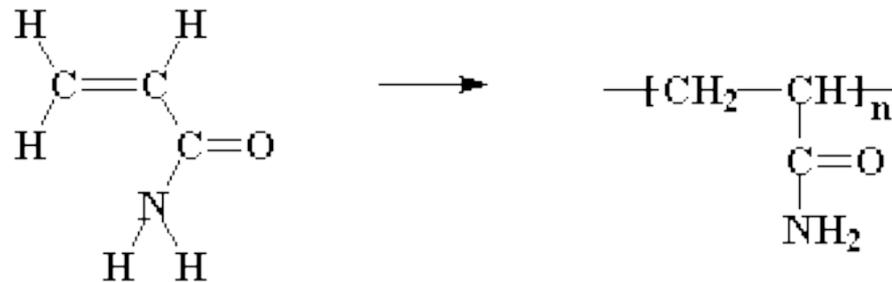


Es un polielectrolito. Es decir, cada unidad repetitiva es un grupo ionizable. En este caso, es un ácido carboxílico. El poli(ácido acrílico) es extraño porque absorbe enormes cantidades de agua. Absorbe muchas veces su propio peso sin ninguna dificultad. Los polímeros como éstos se denominan *superabsorbentes*

POLIACRILAMIDAS

Derivados con Nitrógeno

Existen varios derivados de los poliacrilatos que contienen nitrógeno. La poliacrilamida y el poliacrilonitrilo se muestran en la figura. El poliacrilonitrilo se emplea para hacer fibras.



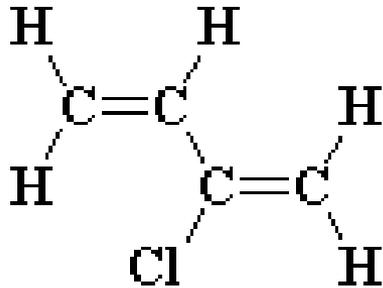
acrilamida y poliacrilamida



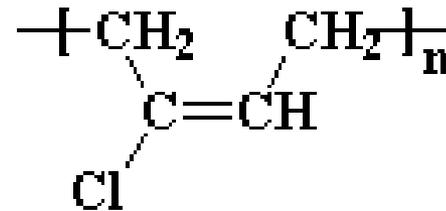
acrilonitrilo y poliacrilonitrilo

Policloropreno

El policloropreno se obtiene a partir del monómero cloropreno, de la siguiente manera:



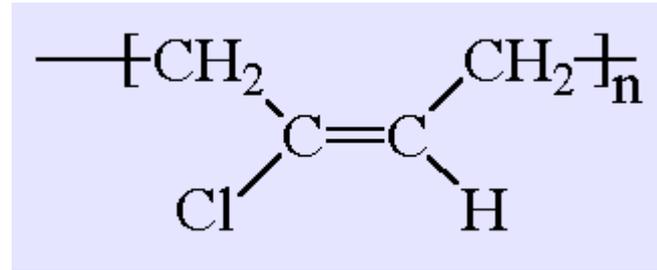
Cloropreno



Policloropreno

El cloropreno tiene dos enlaces dobles, por lo que lo llamamos un *dieno*. El policloropreno tiene características similares a las de otros polímeros dieno, como el poliisopreno y el polibutadieno.

Policloropreno



El policloropreno se vende generalmente bajo el nombre comercial Neopreno. Es especialmente resistente al aceite. Fue el primer elastómero sintético, o caucho, que tuvo éxito a nivel comercial. Fue inventado por Arnold Collins, mientras trabajaba con Wallace Carothers, creador del nylon.



CLASIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS ORGÁNICOS SINTÉTICOS

Clasificación de los Polímeros Orgánicos Sintéticos

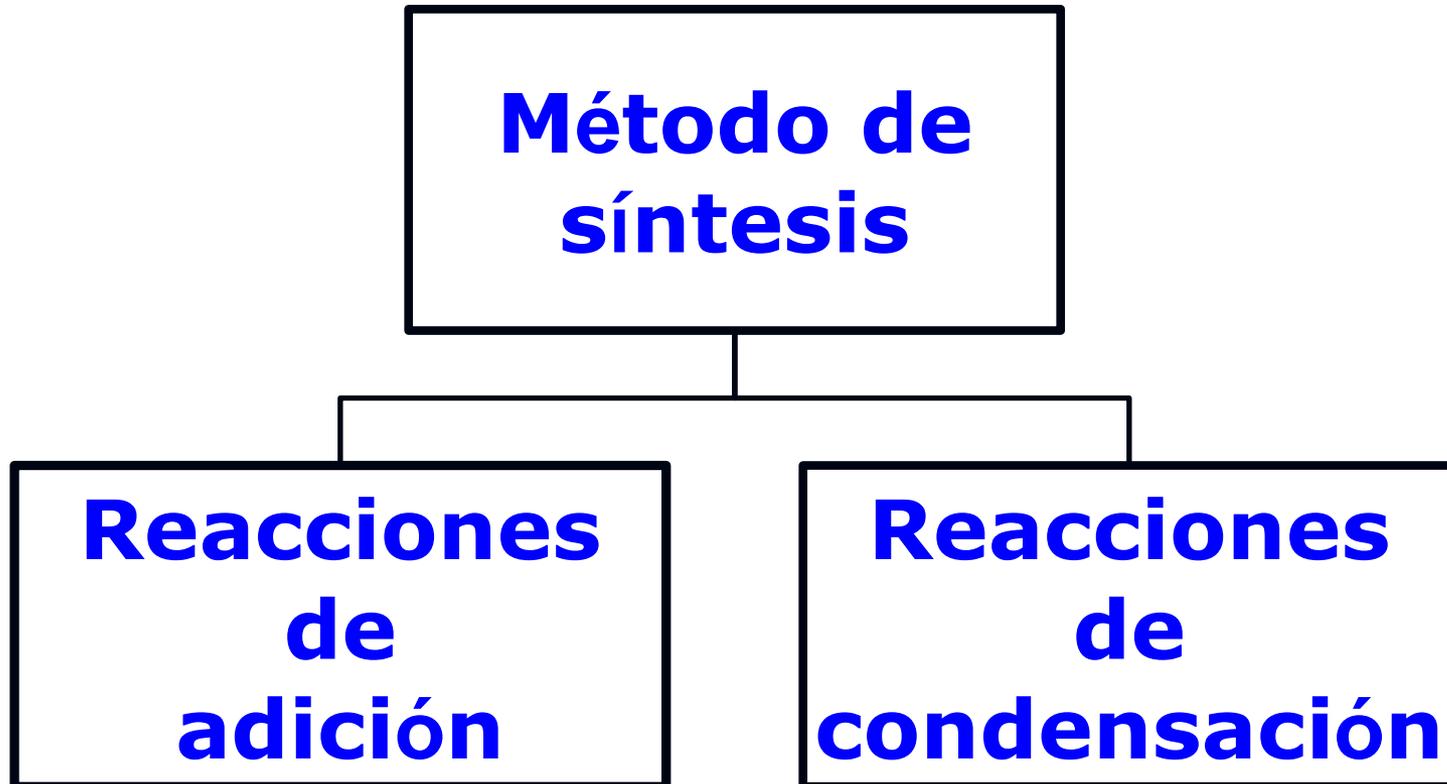


Se clasifican en función del tipo de reacción a través del cual se lleva a cabo la reacción de polimerización:

- 1) Reacciones de adición
- 2) Reacciones de condensación

Wallace Hume Carothers

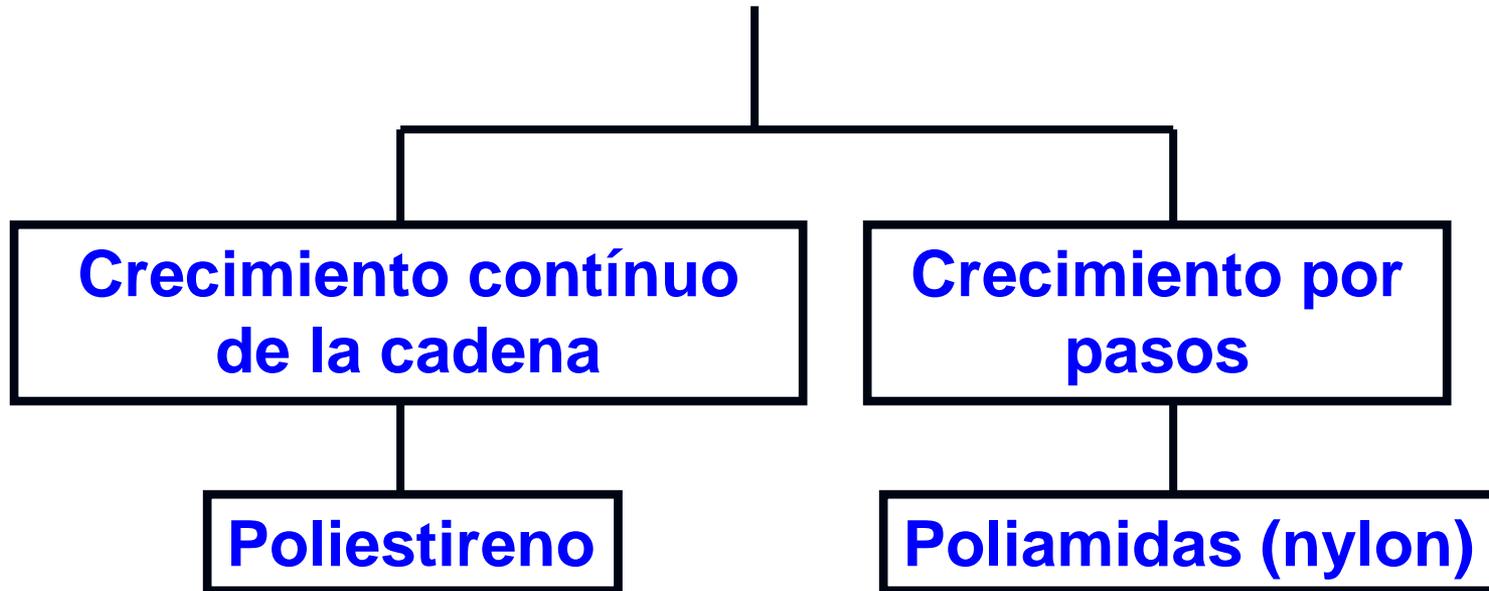
Clasificación por el tipo de reacción



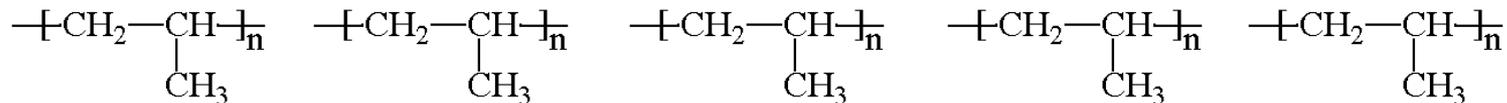
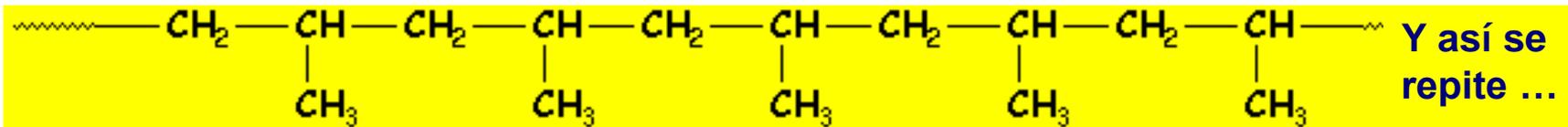
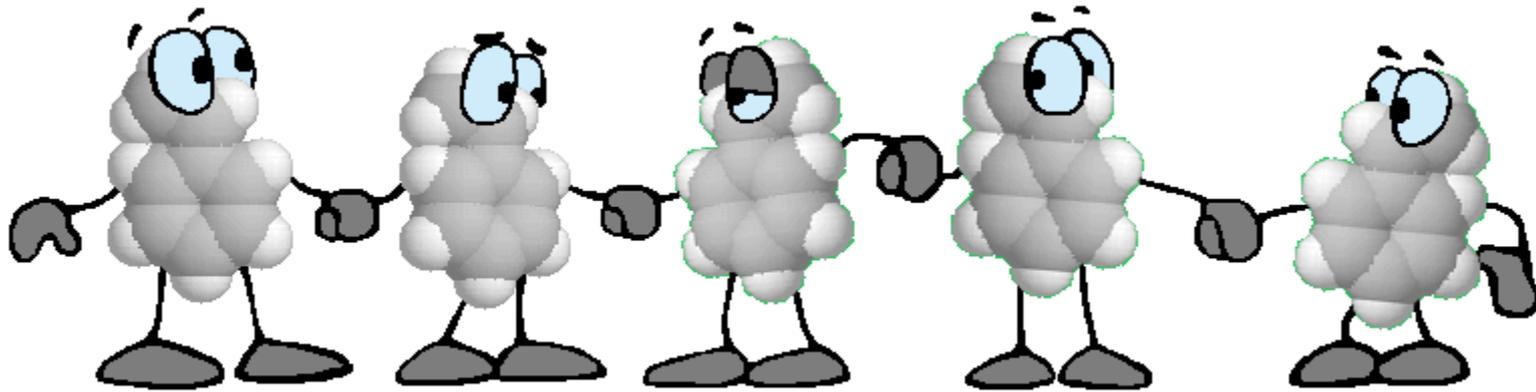
Clasificación de los Polímeros Sintéticos

Los polímeros sintéticos se clasifican con base en sus métodos de síntesis

Método Sintético



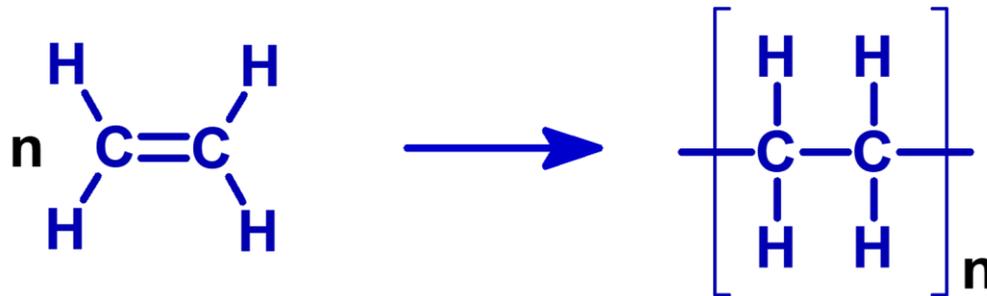
Polimerización de etileno



REACCIONES DE ADICIÓN

CRECIMIENTO CONTÍNUO DE LA CADENA

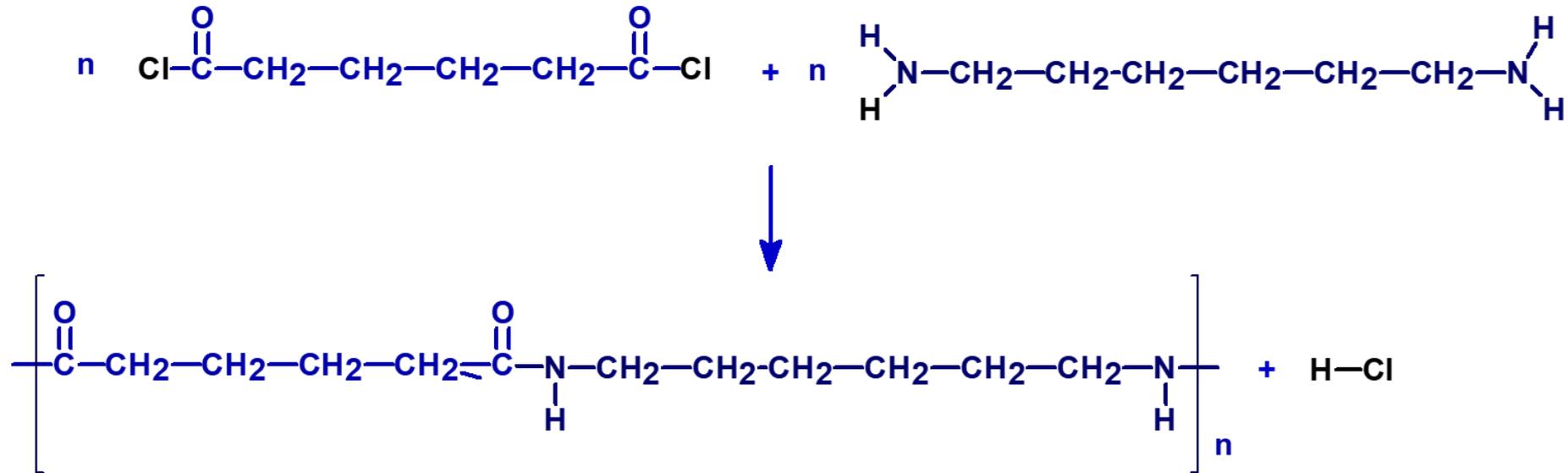
Cuando se polimeriza el etileno para obtener polietileno, cada átomo de la molécula de etileno se transforma en parte del polímero. El monómero es *adicionado* al polímero en su totalidad.



Nada se gana, nada se pierde

REACCIONES DE CONDENSACIÓN

CRECIMIENTO POR PASOS



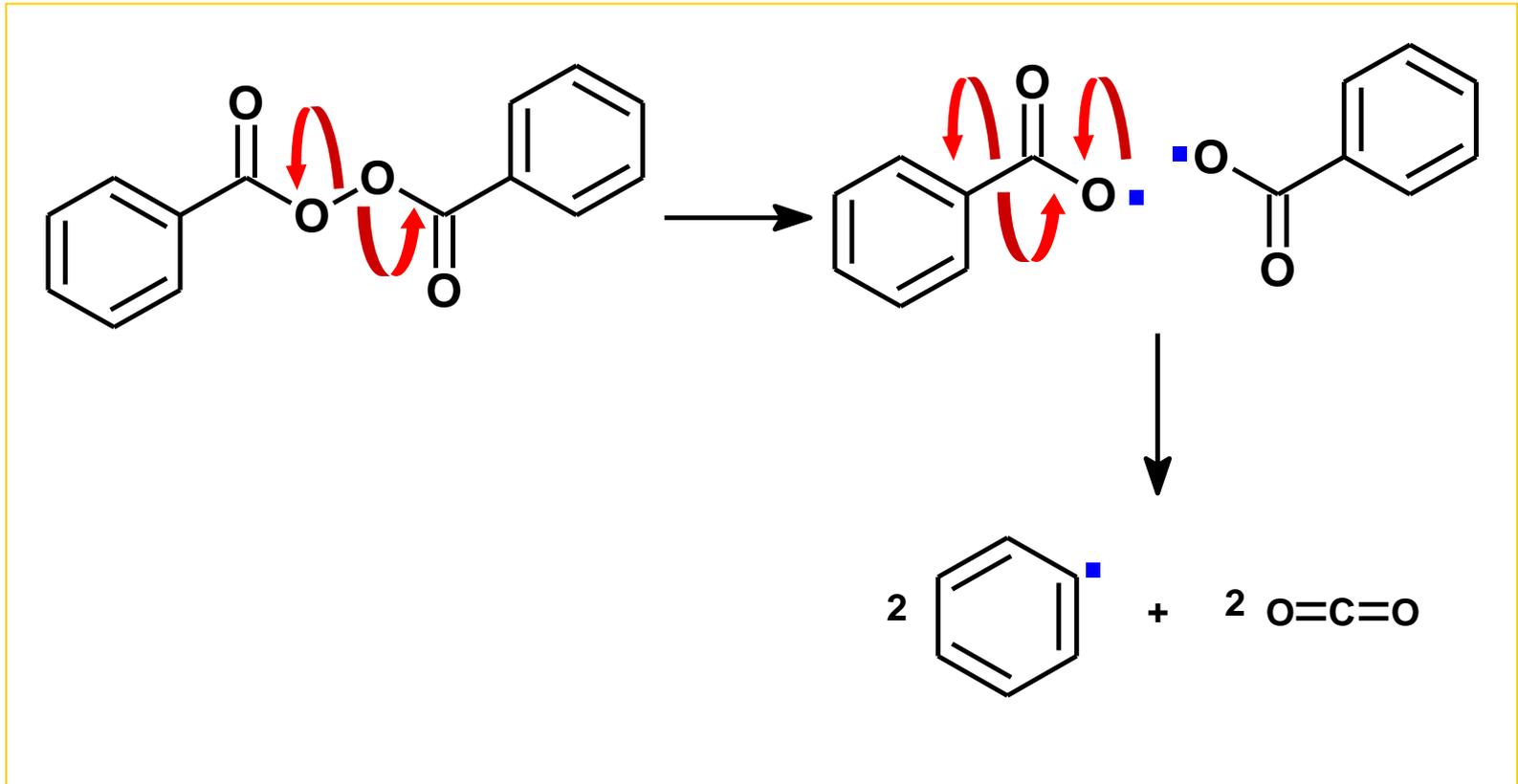
En Conclusión

Para ser breves, las polimerizaciones por condensación generan subproductos. Las polimerizaciones por adición, no.

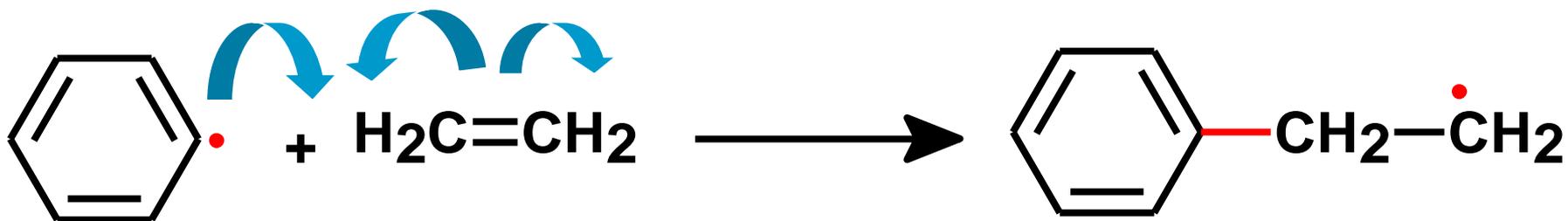
Reacciones de polimerización

POLIMERIZACIONES POR CRECIMIENTO DE CADENA (REACCIONES DE ADICIÓN)

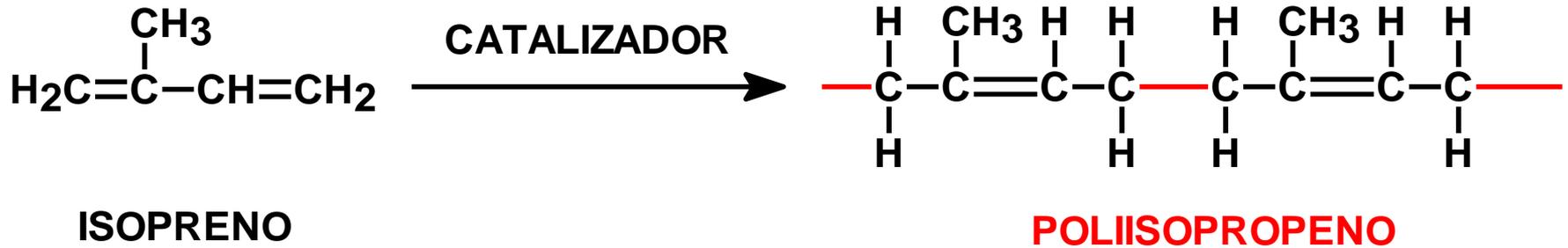
- Generalmente se usa un peróxido



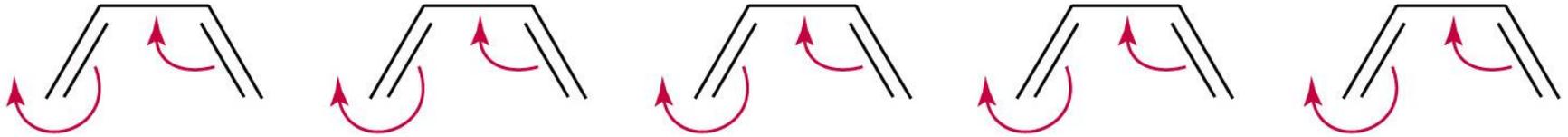
- Los radicales libres fenilos atacan la doble ligadura del alqueno para seguir produciendo radicales libres:



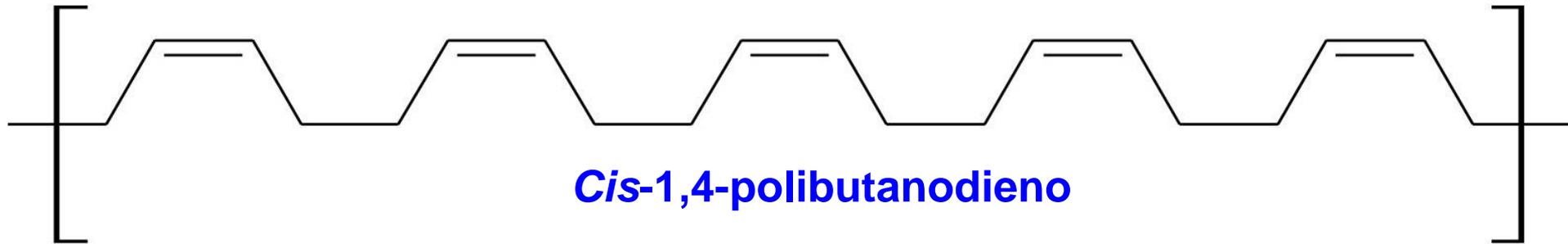
- Con el isopreno, se obtiene el poliisopreno



PLÁSTICO SINTÉTICO

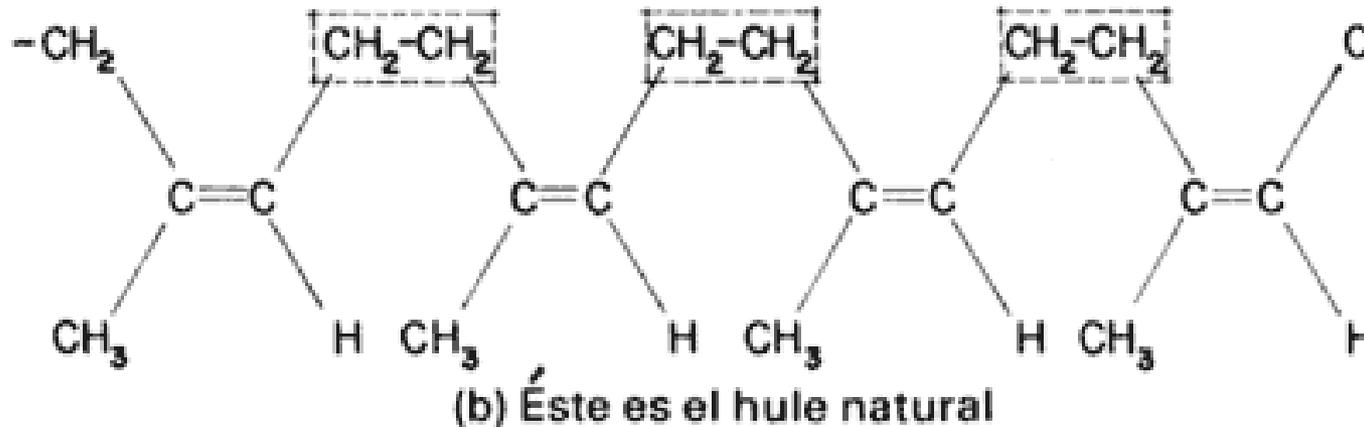
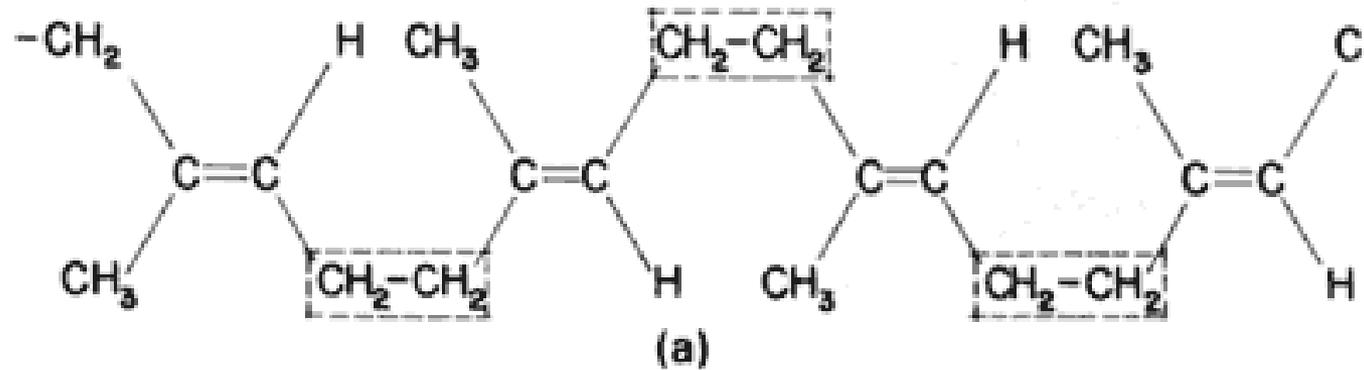


Polimerización-1,4 del 1,3-butanodieno



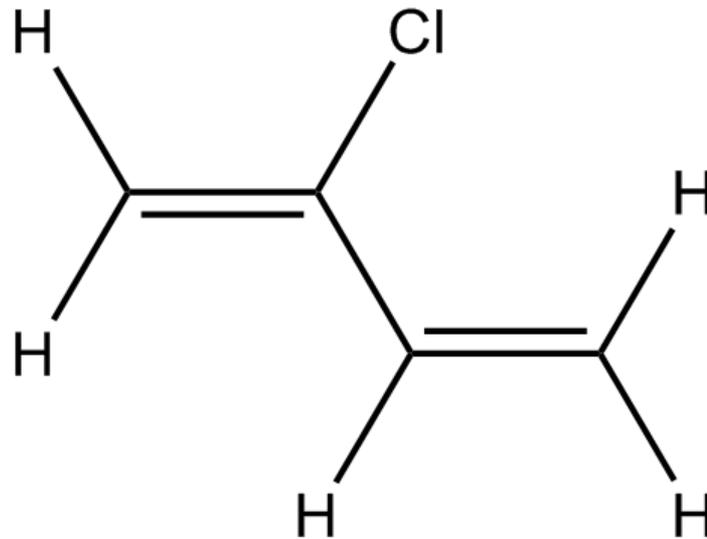
***Cis*-1,4-polibutanodieno**

- Por la doble ligadura que queda en el poliisopreno, se pueden presentar dos isómeros: cis o trans



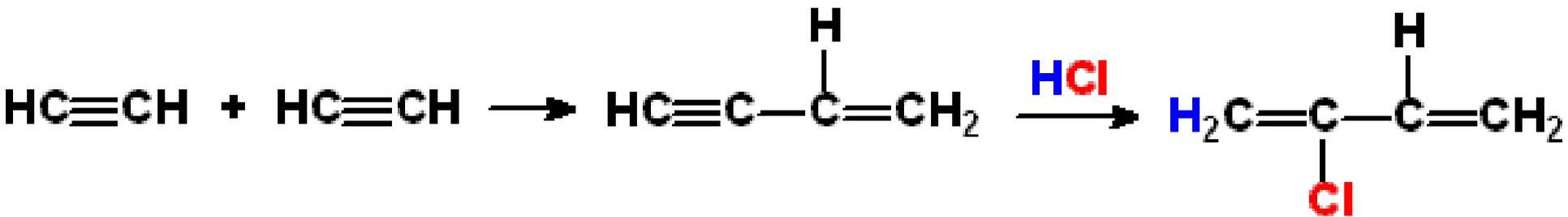
Cloropreno

Se utiliza como monómero para obtener el policloropreno, un caucho sintético. El policloropreno se conoce también como neopreno, la marca comercial con la que DuPont lo desarrolló y lo comercializa actualmente.



Wallace Hume Carothers y el NEOPRENO

Director de Investigación en Química Orgánica en la Compañía Dupont en 1928. En esta Compañía primero trabajó en la polimerización del acetileno y sus derivados, lo cual dio como resultado el desarrollo del neopreno.

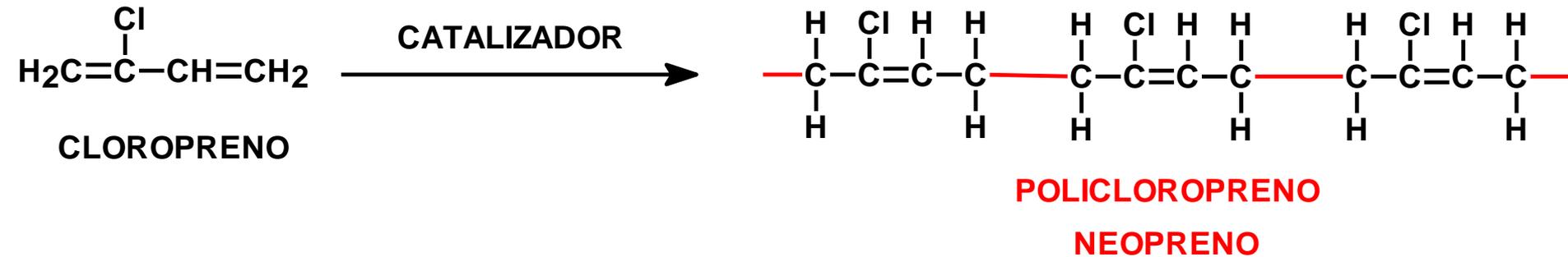




Wallace Hume Carothers y el NEOPRENO

Wallace Hume Carothers y el NEOPRENO

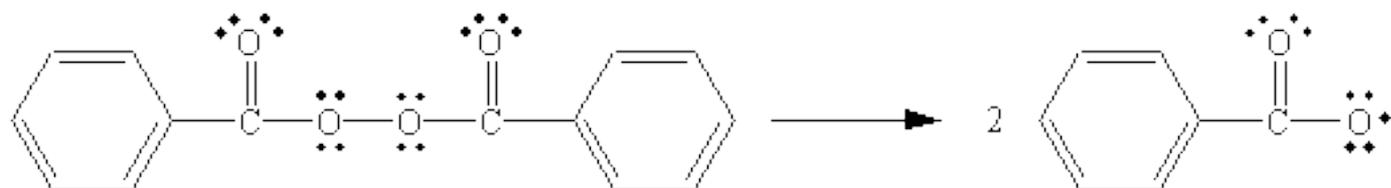
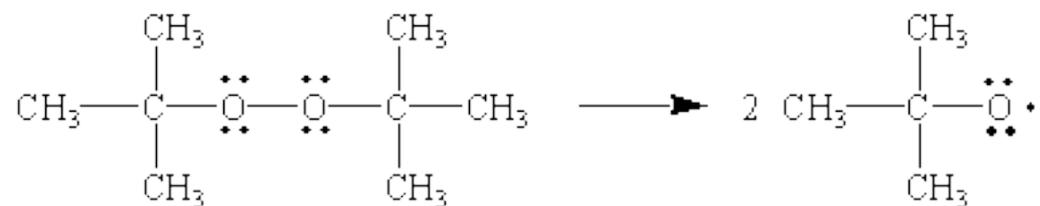
La estructura del neopreno es la siguiente:



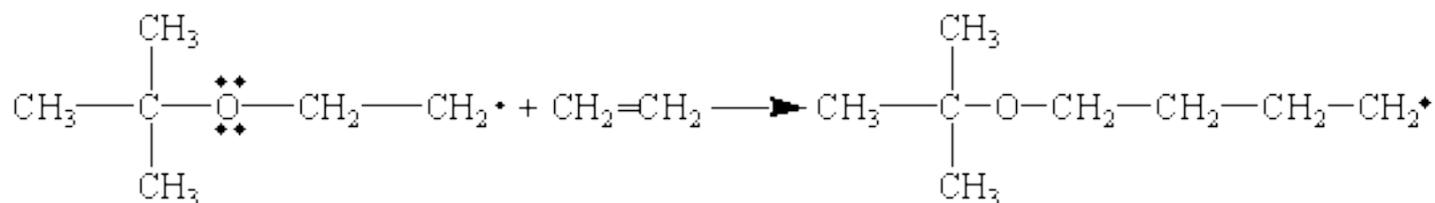
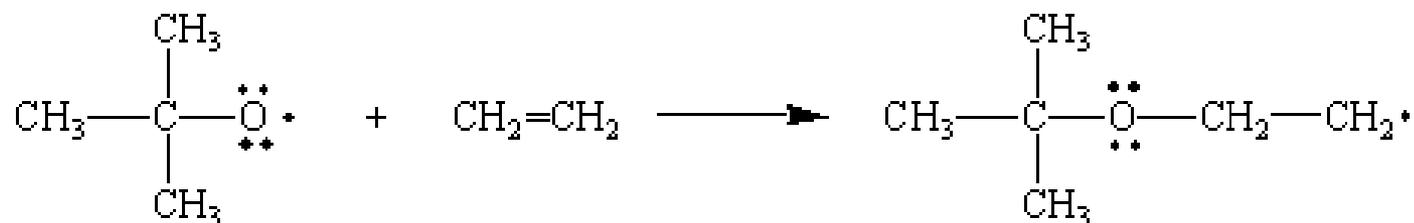
CRECIMIENTO CONTÍNUO DE LA CADENA

Polimerización por adición

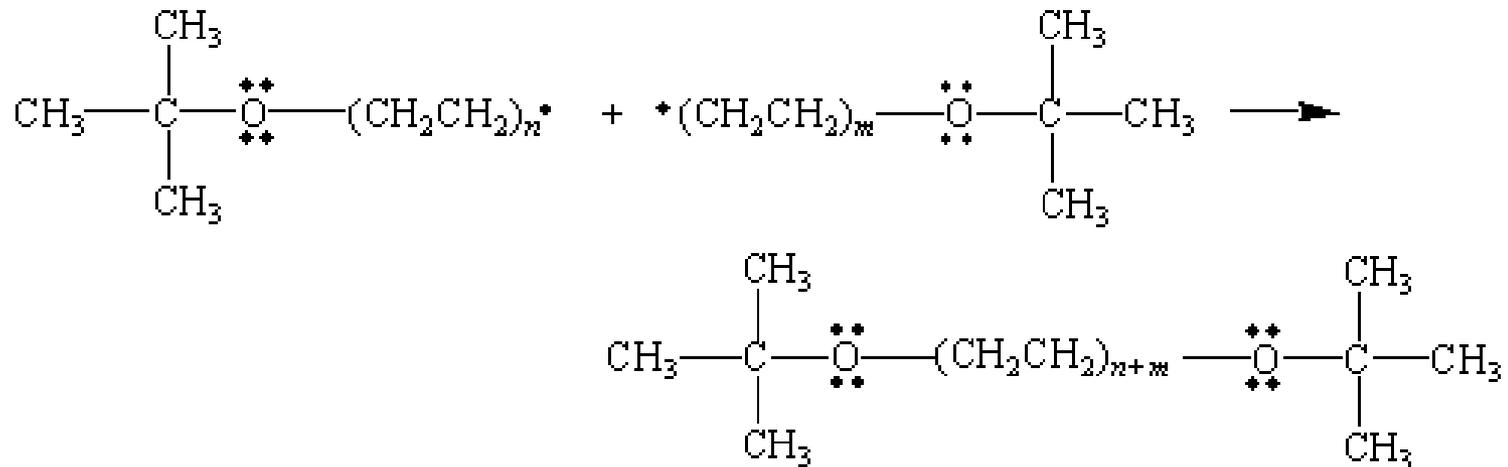
INICIACIÓN



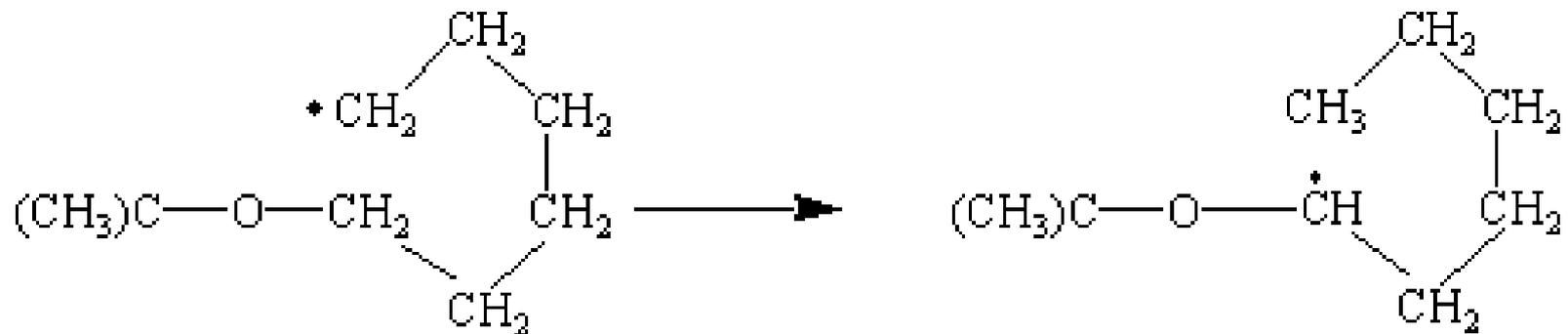
PROPAGACIÓN

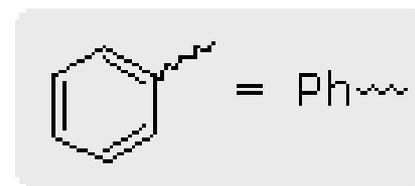
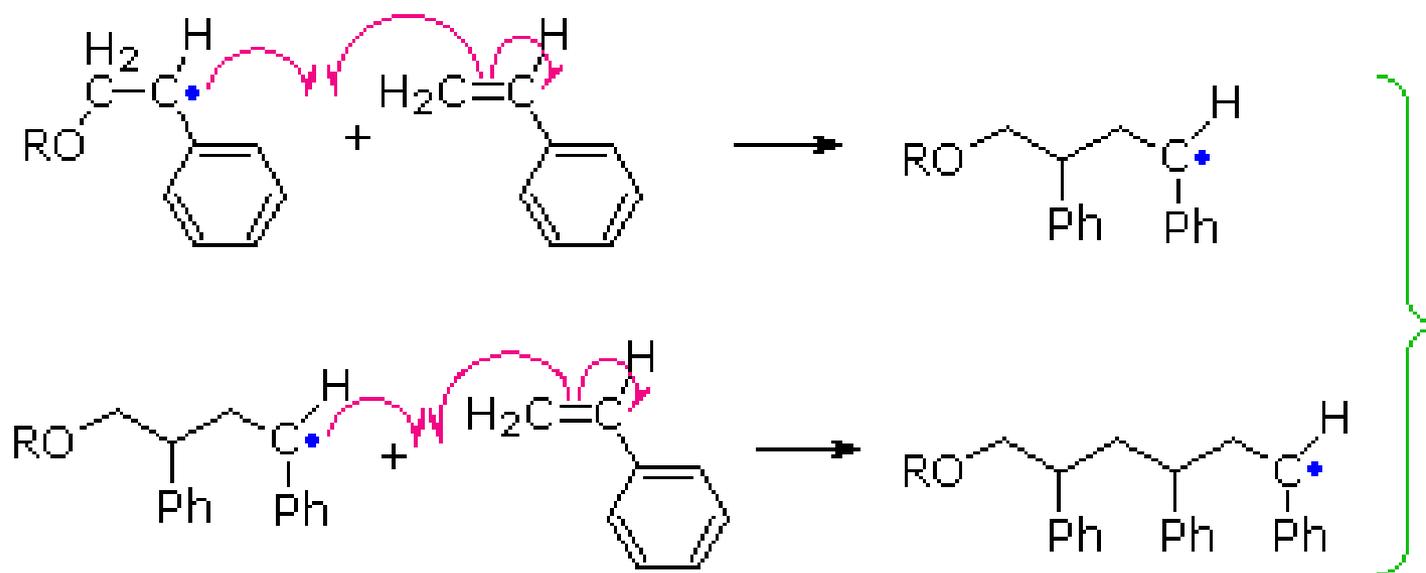
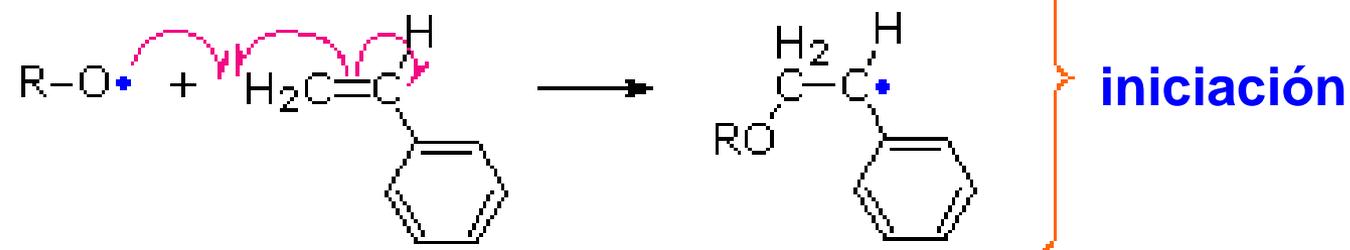


TERMINACIÓN



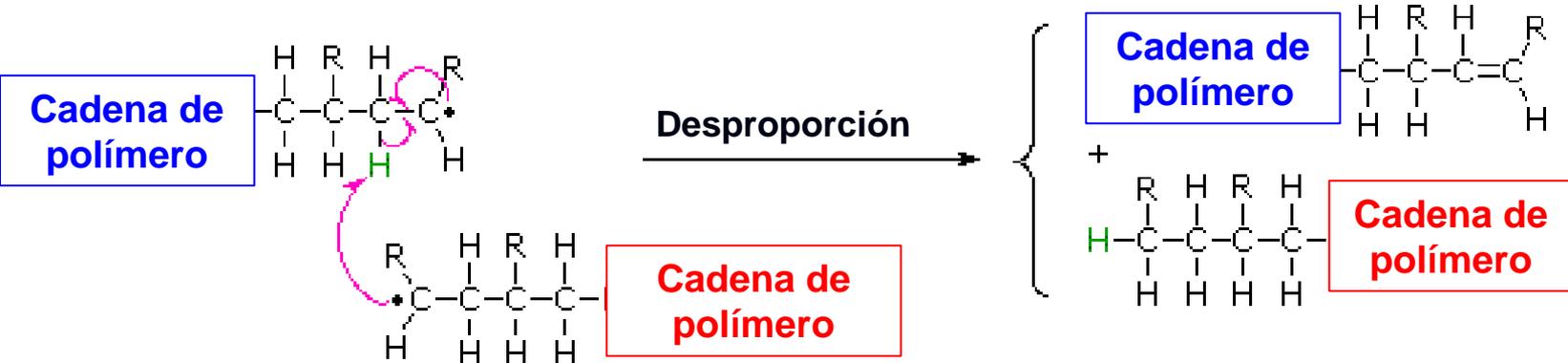
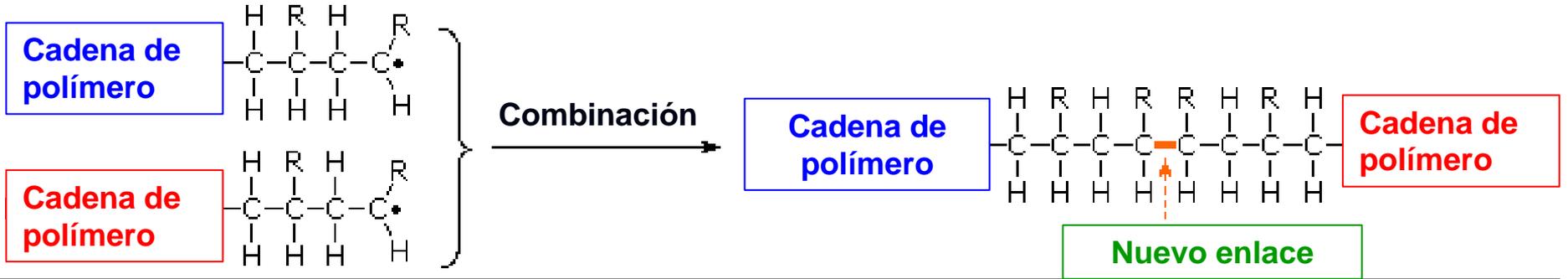
FORMACIÓN DE POLÍMEROS RAMIFICADOS



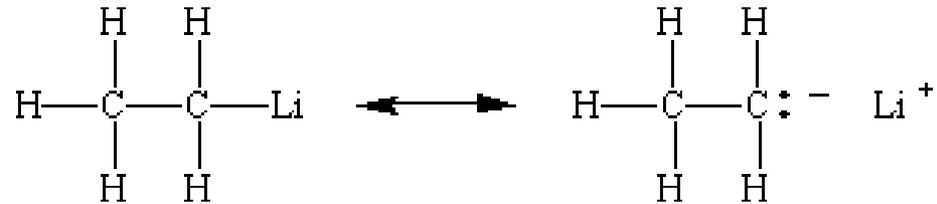


Una cadena de poliestireno en crecimiento

Reacciones de terminación de la cadena

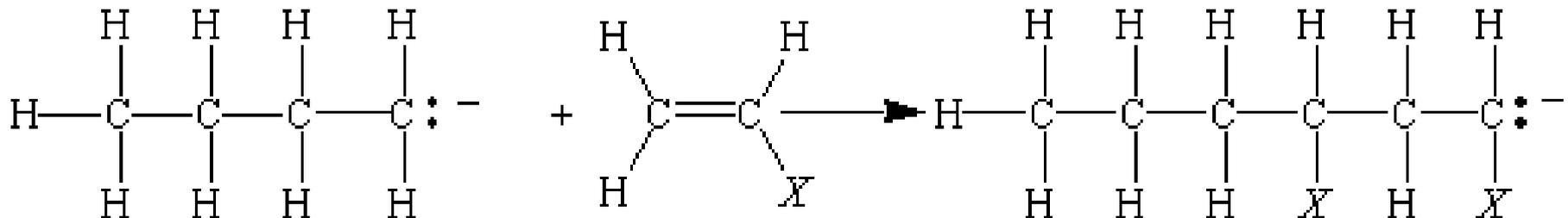
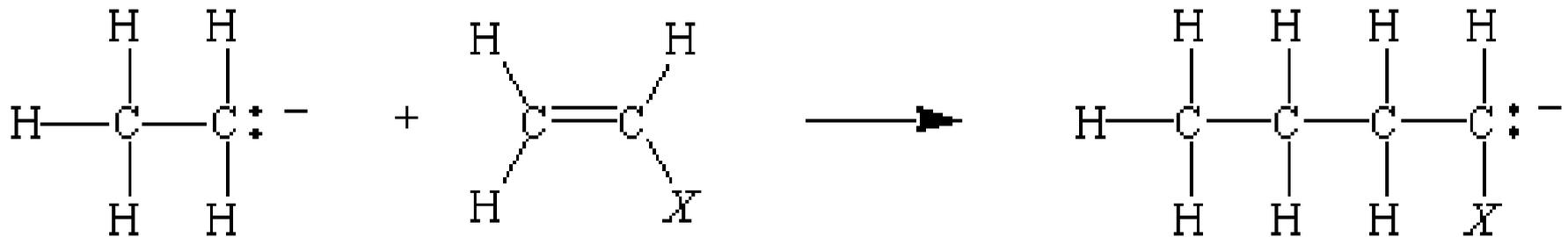


INICIACIÓN

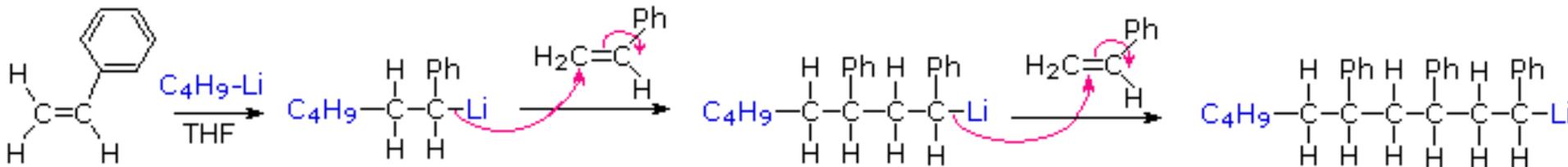


La etapa de iniciación en las reacciones de polimerización iónicas tiene una energía de activación mucho más pequeña que la etapa equivalente para polimerizaciones de radicales libres.

PROPAGACIÓN



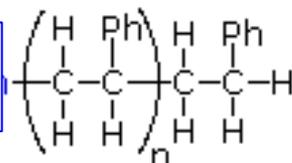
TERMINACIÓN



1. Repetir

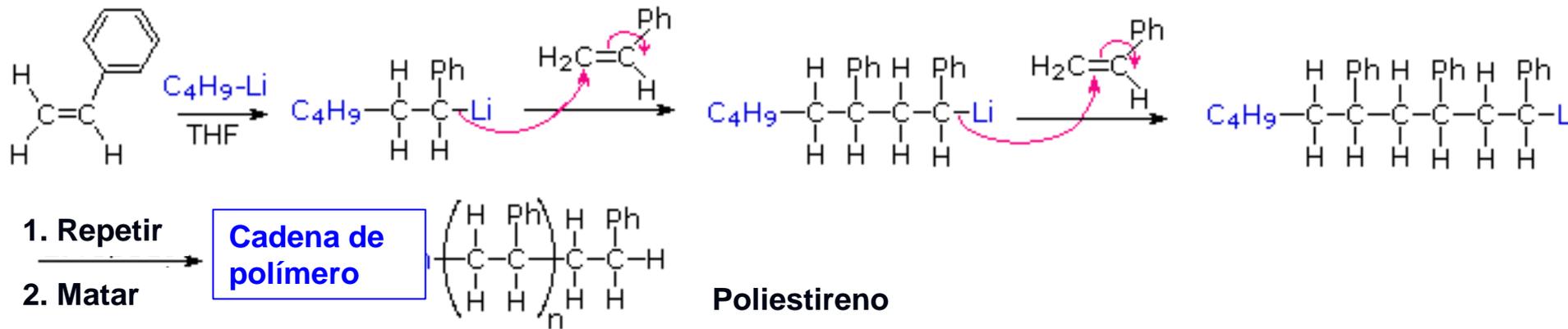
2. Matar

Cadena de polímero

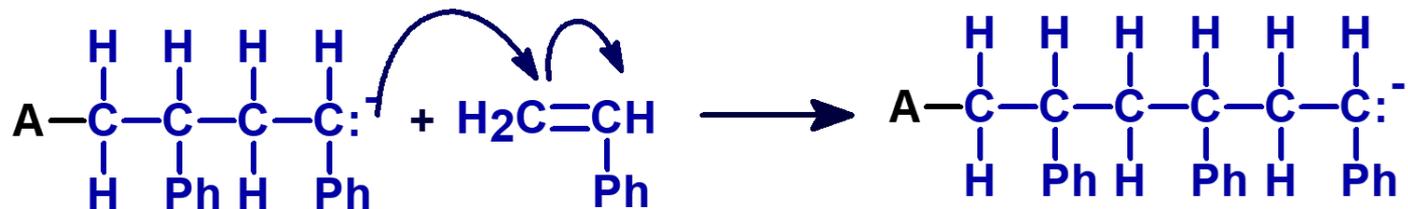
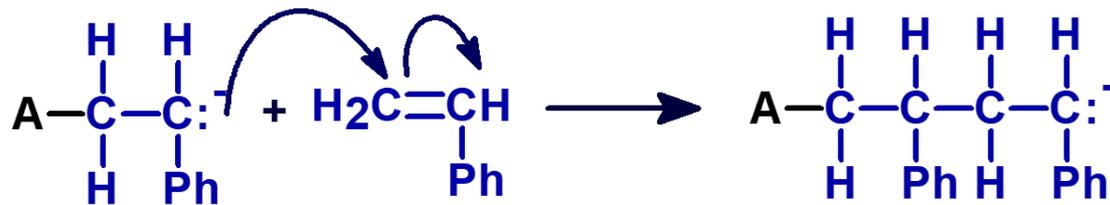
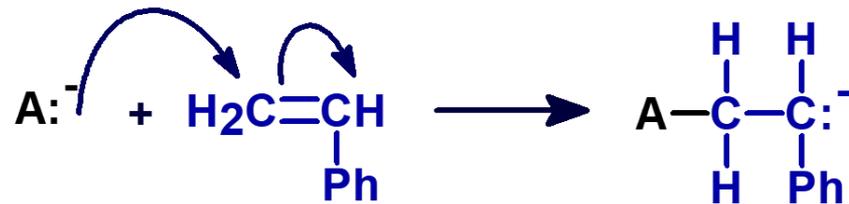


Poliestireno

Ante la menor energía de activación de las polimerizaciones iónicas, estas son relativamente insensibles a la temperatura, y se puede llevar a cabo a temperaturas tan bajas como $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por lo tanto, la polimerización iónica tiende a producir un polímero más regular, con menos ramificación a lo largo de la cadena, y tacticidad más controlada.

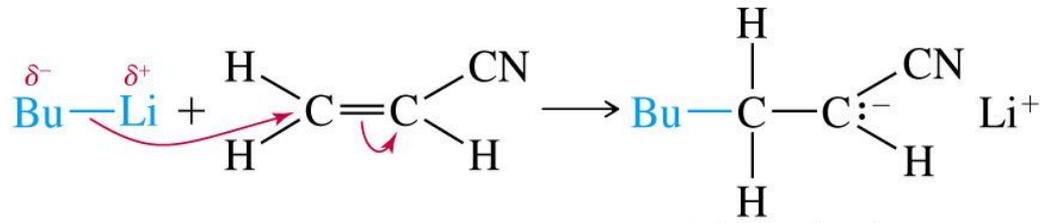


En una polimerización por crecimiento de cadena, los monómeros pasan a formar parte del polímero de a uno por vez. Esta es una la polimerización aniónica del estireno, para obtener poliestireno



MECANISMO DE LA POLIMERIZACIÓN ANIÓNICA

Paso de iniciación: El iniciador se adiciona al monómero para formar un anión

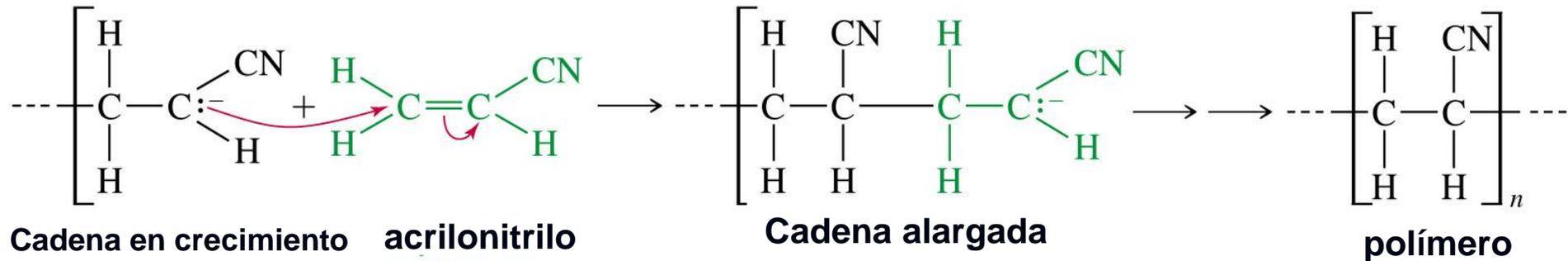


n-Butillitio

acrilonitrilo

Carbanión estabilizado

Paso de propagación: Otra molécula de monómero se adiciona al anión



Cadena en crecimiento

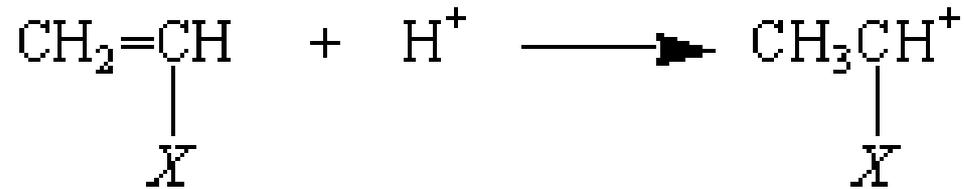
acrilonitrilo

Cadena alargada

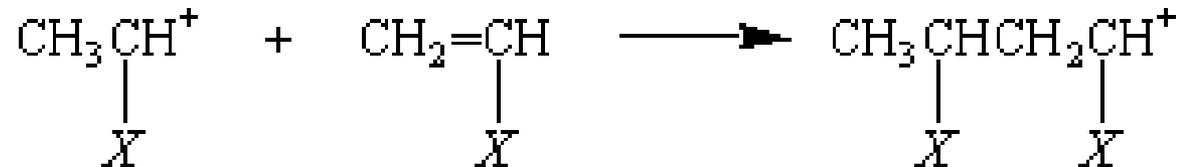
polímero

POLIMERIZACIÓN CATIONICA

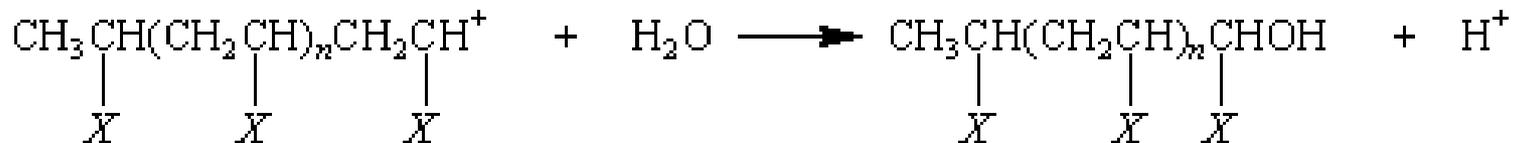
INICIACIÓN

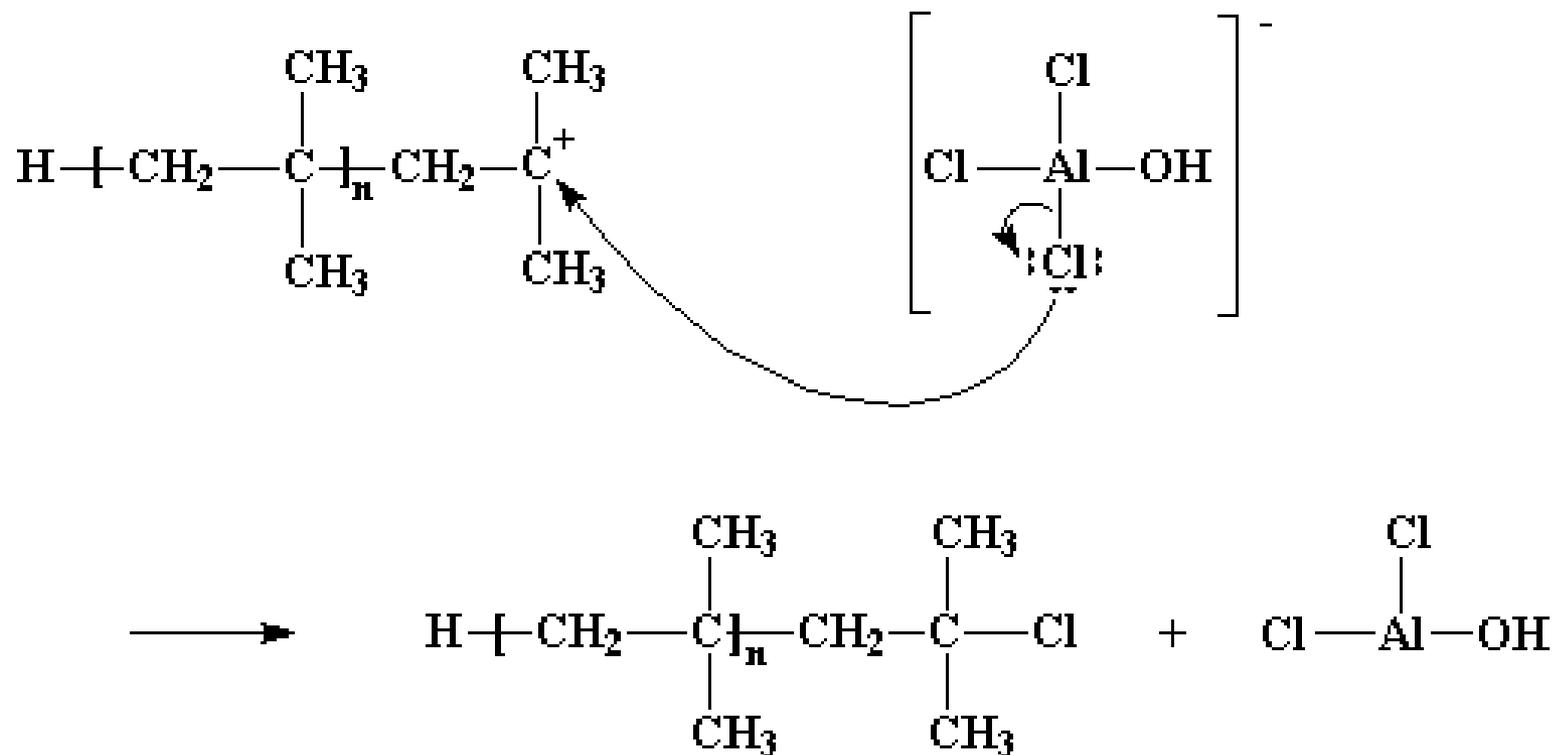


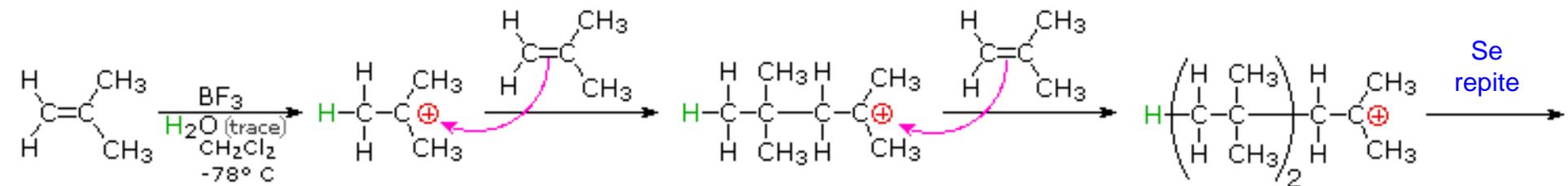
PROPAGACIÓN



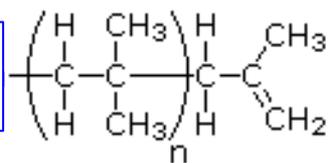
TERMINACIÓN





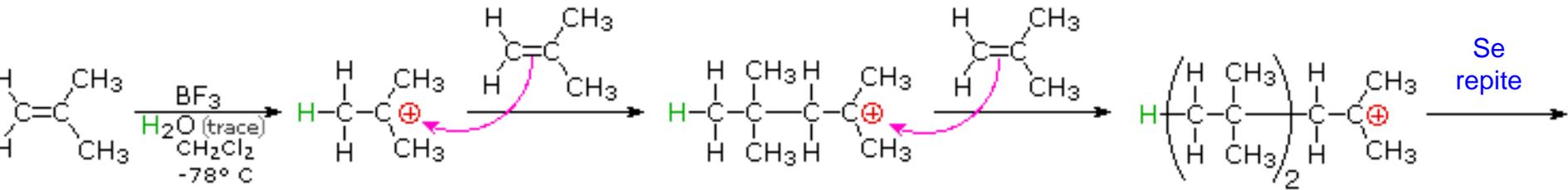


Cadena de polímero

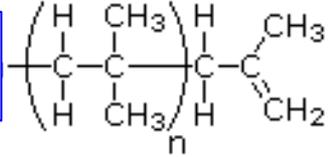


Poli-(isobutileno), (hule butilo)
[Se muestra solo un grupo de terminación]

Debido a que los intermedios implicados en las reacciones de polimerización iónicas no pueden combinarse unos con otros, el paso de terminación de la cadena sólo se produce cuando la cadena en crecimiento reacciona con las impurezas o reactivos que se pueden añadir específicamente para controlar la rapidez de crecimiento de la cadena.



Cadena de polímero

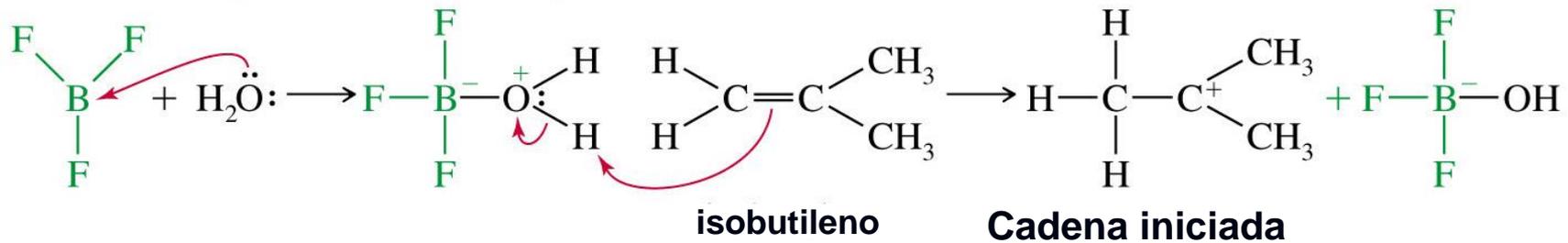


Poli-(isobutileno), (hule butilo)
[Se muestra solo un grupo de terminación]

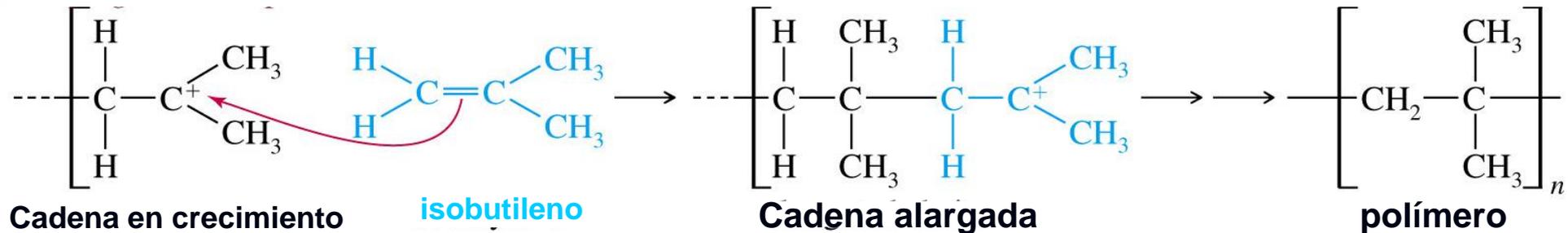
MECANISMO DE LA POLIMERIZACIÓN CATIONICA

Esta polimerización se lleva a cabo por medio de un mecanismo similar al del proceso por radicales libres, solo que aquí se forman carbocationes como intermediarios reactivos

Paso de iniciación: El catalizador protona al monómero, se inicia la cadena

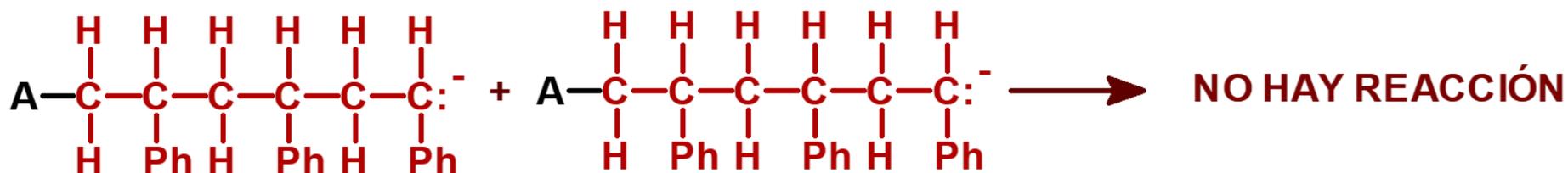


Paso de propagación: Otra molécula del monómero se adiciona a la cadena



Sin embargo, las reacciones de polimerización iónicas son más difíciles de llevar a cabo a escala industrial que las reacciones de polimerización por radicales libres.

En la polimerización aniónica dos cadenas en crecimiento no pueden reaccionar entre si:

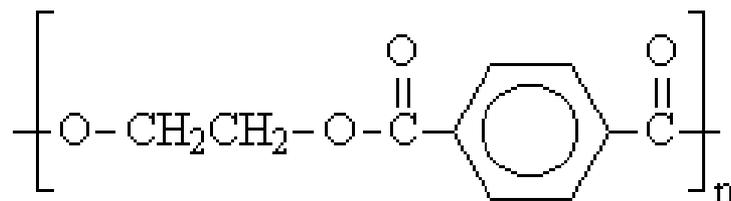
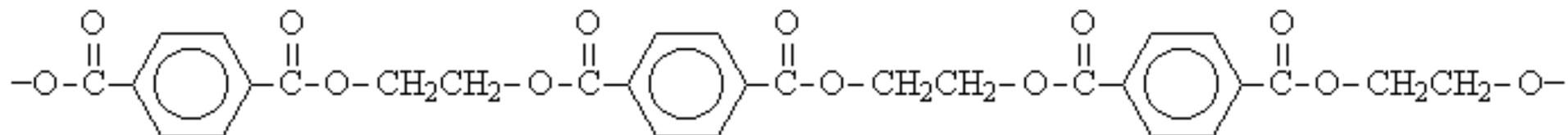
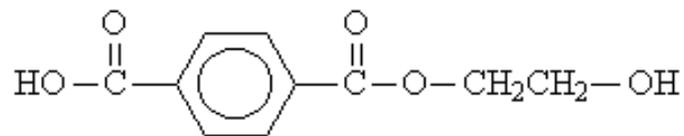
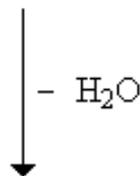
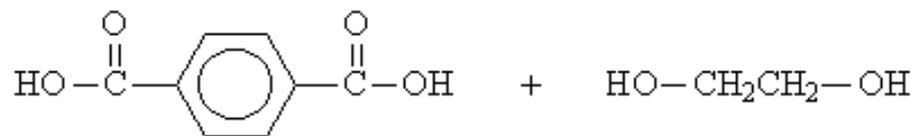


Por lo tanto, las reacciones de polimerización iónica sólo se utilizan para monómeros que no polimerizan por el mecanismo de radicales libres o bien para preparar polímeros con una estructura regular.

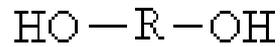
CRECIMIENTO POR PASOS
Polimerización por condensación
Reacciones S_NAc

POLIMERIZACIÓN POR CONDENSACIÓN

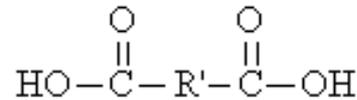
REACCIONES
 S_NAc



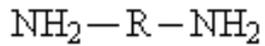
Monómeros Típicos



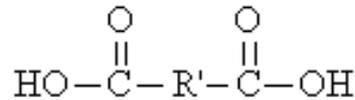
Dioles



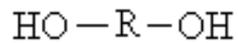
Ácido Dicarboxílico



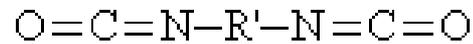
Diaminas



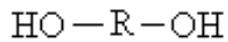
Ácido Dicarboxílico



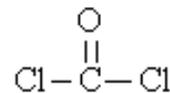
Dioles



Diisocianato



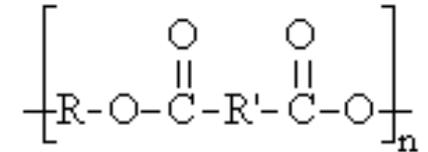
Dioles



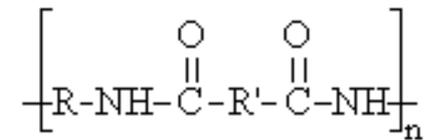
Fósgeno

Tipo de polímero

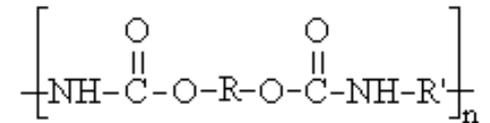
Poliéster



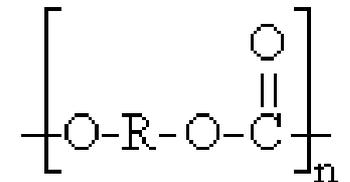
**Poliamida
(nylon)**



Poliuretano



Policarbonato



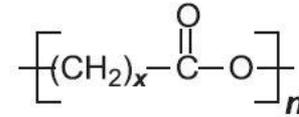
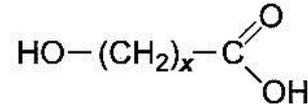
Polímero

Monómero

Fórmula

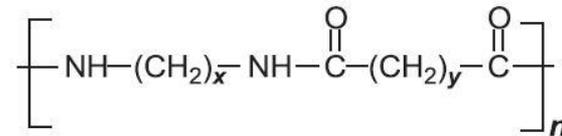
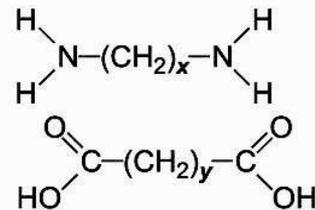
Marca comercial

Poliéster



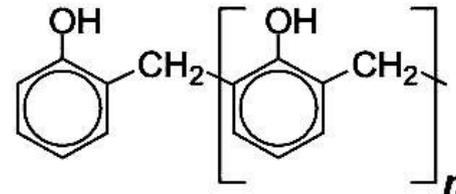
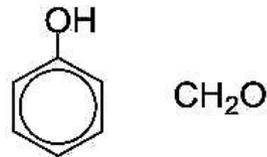
Dacrón
Mylar

Poliamidas



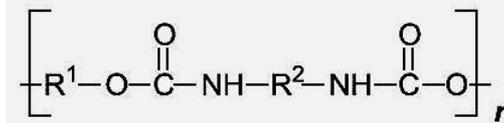
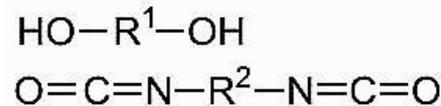
Nylon 6,6

Fenol-
formaldehído
Termofijo



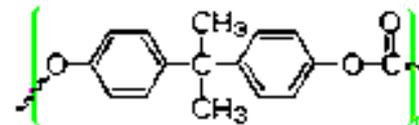
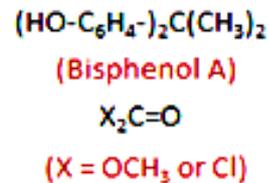
Bakelita

Poliuretanos



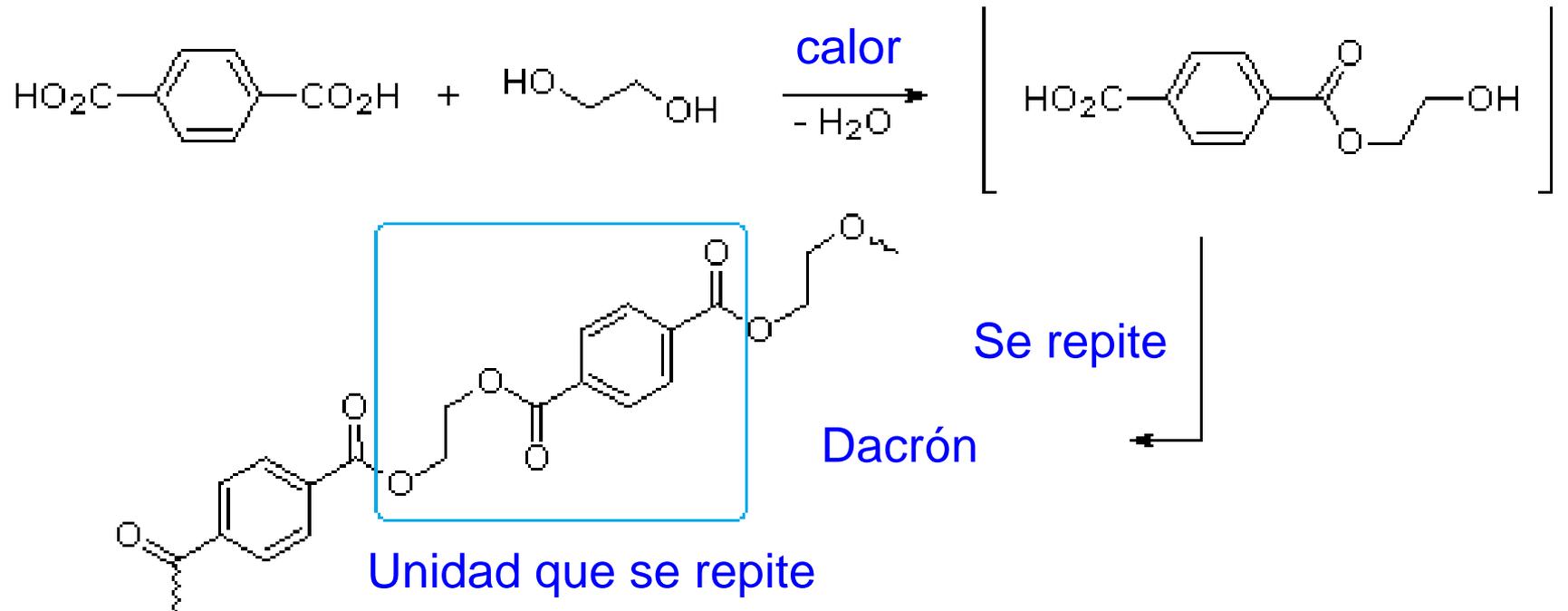
Spandex

Policarbonatos
(Poliésteres)

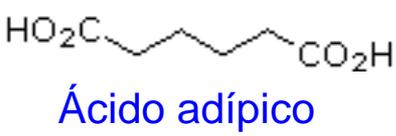


Lexan

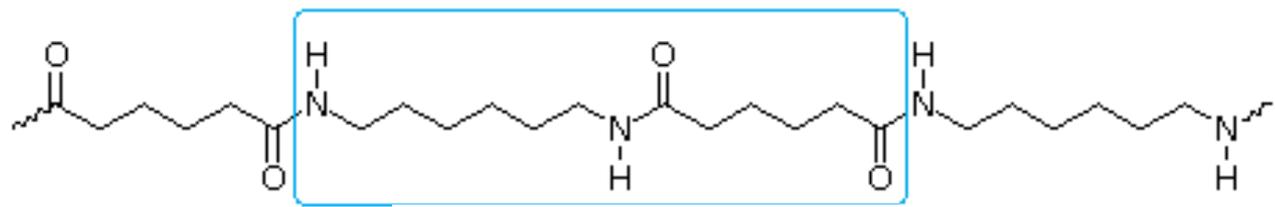
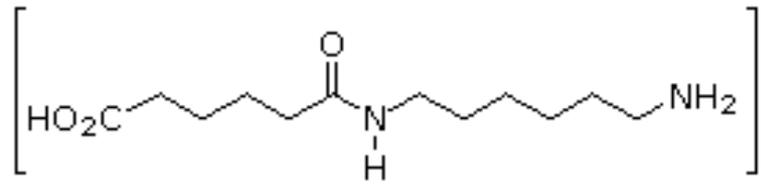
Poliéster



Poliamida



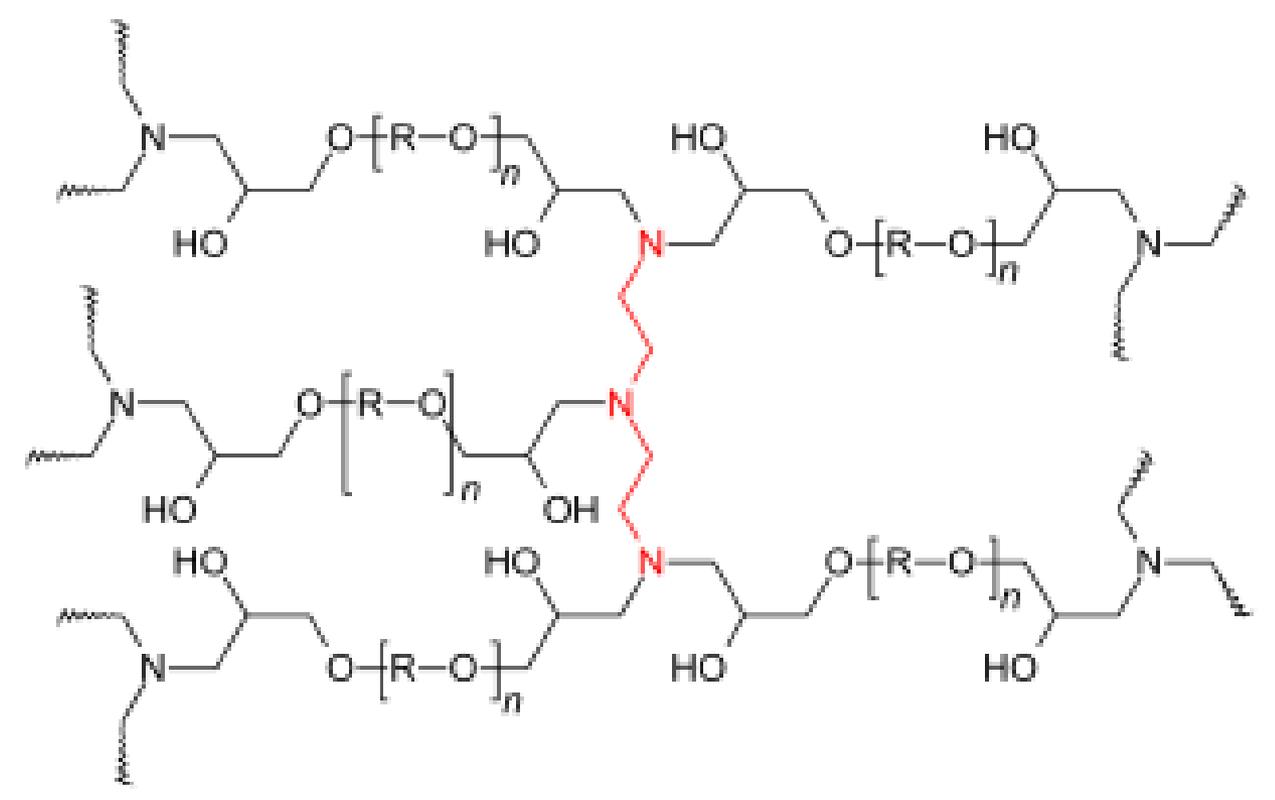
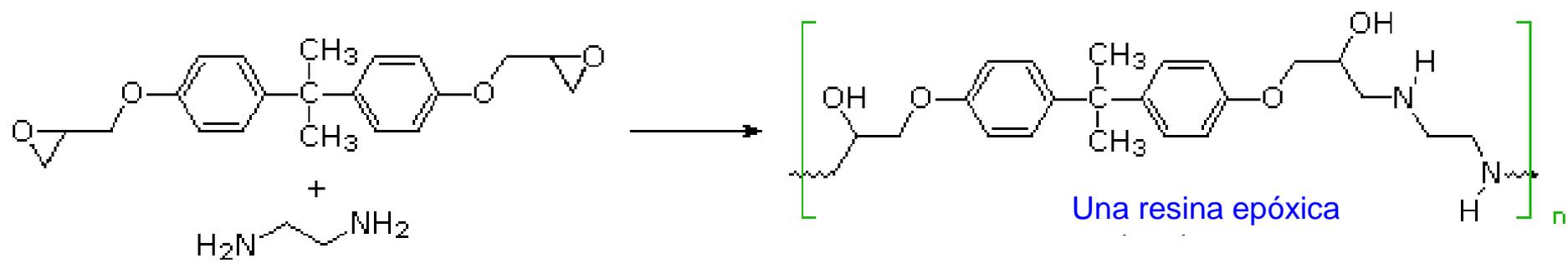
calor
- H₂O



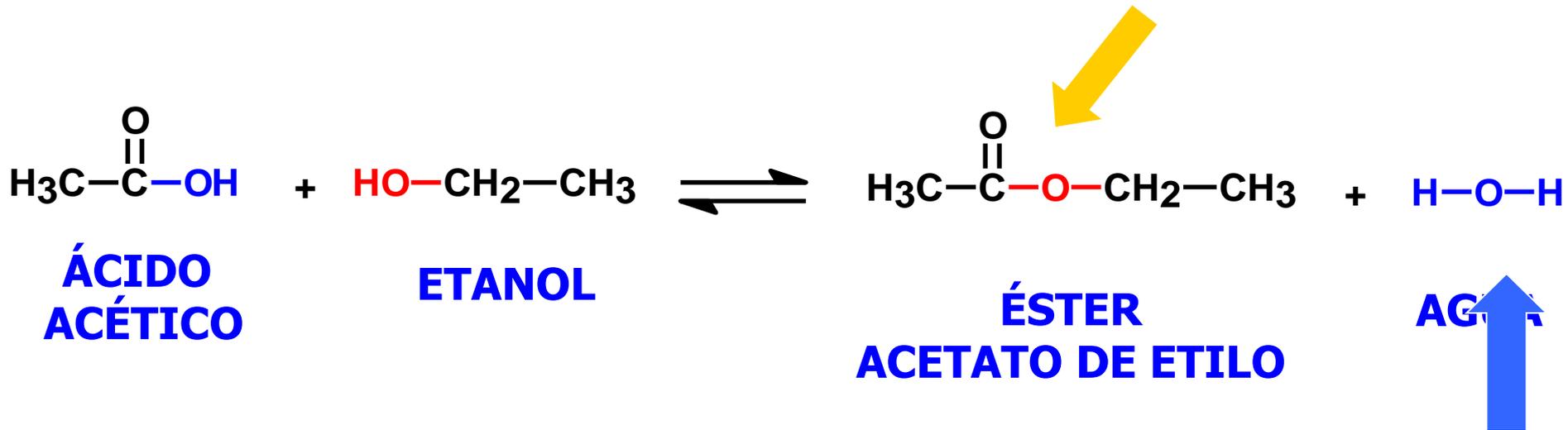
Unidad que se repite
Nylon **6,6**

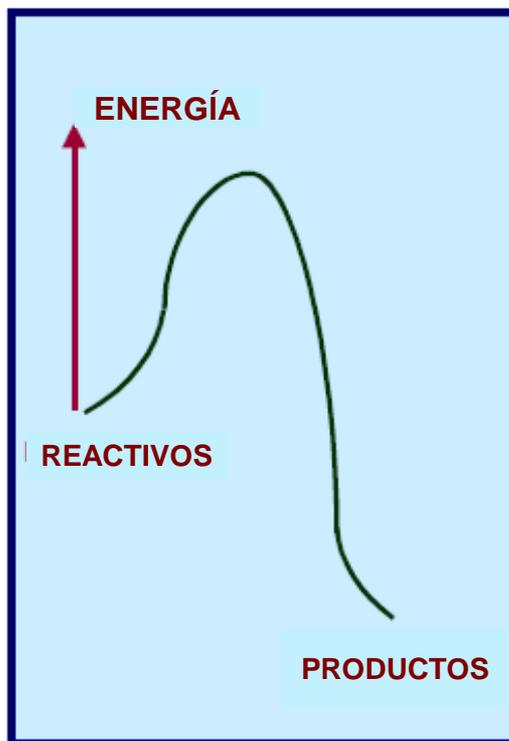
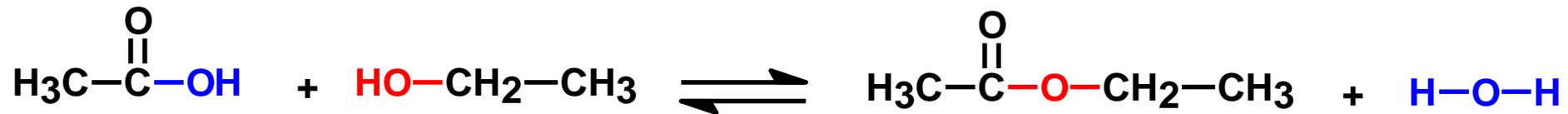
Se repite

Nylon 66



REACCIONES DE CONDENSACIÓN





HACIENDO UN POLÍMERO

Si se tiene el ácido acético y el etanol y se calientan por arriba de 100 °C

¿Por qué no se forma un polímero?. Solo se forma acetato de etilo.



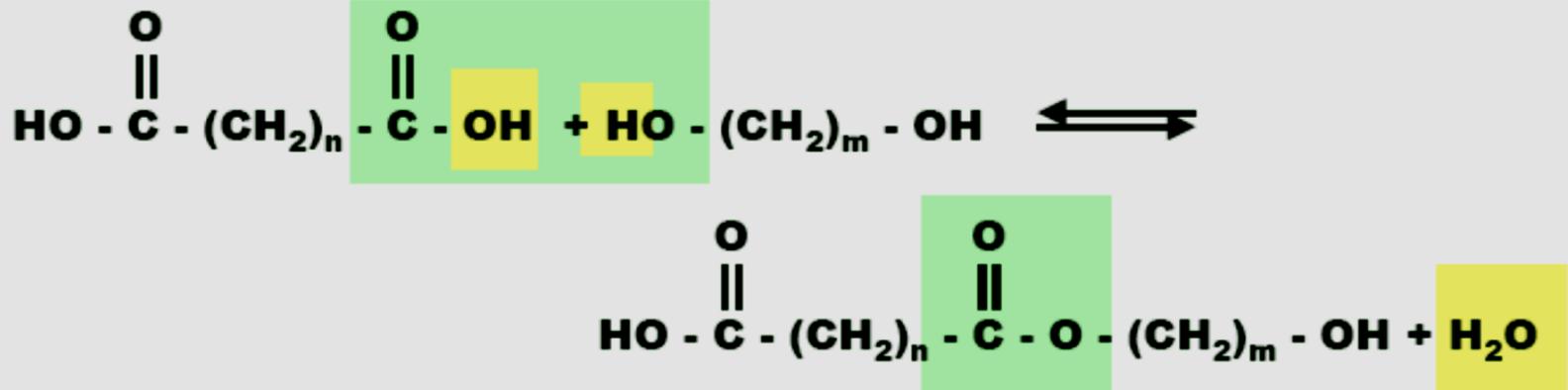
ÁCIDO ACÉTICO

ALCOHOL
ETÍLICO

ACETATO DE ETILO

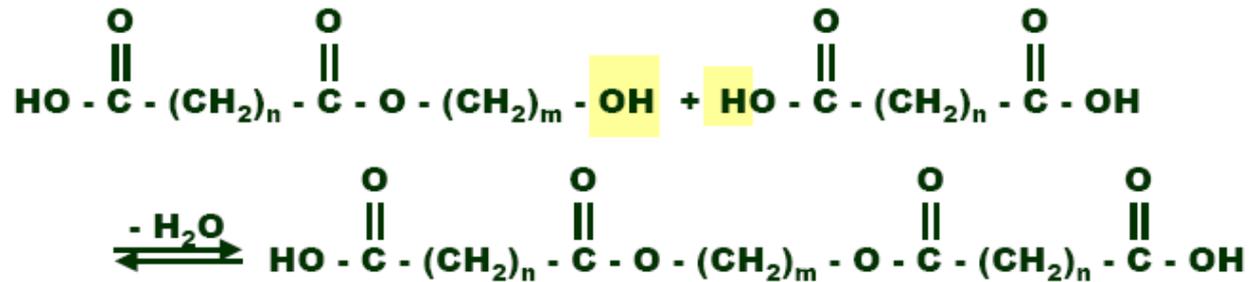
HACIENDO UN POLIÉSTER

Si se toma un ácido bifuncional y un alcohol bifuncional, entonces en el primer paso consiste en una serie de reacciones simples entre pares de monómeros para formar dímeros (y agua, la cual se debe eliminar para desplazar las reacciones en equilibrio para obtener un polímero de alto peso molecular)

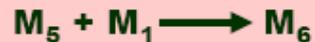
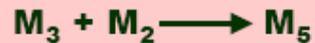
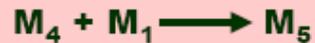
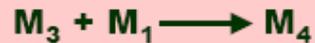
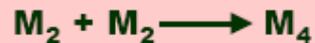
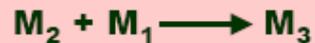
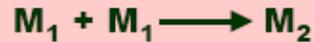


HACIENDO UN POLIÉSTER

Los dímeros formados ahora pueden reaccionar con otras moléculas de monómero para formar trímeros

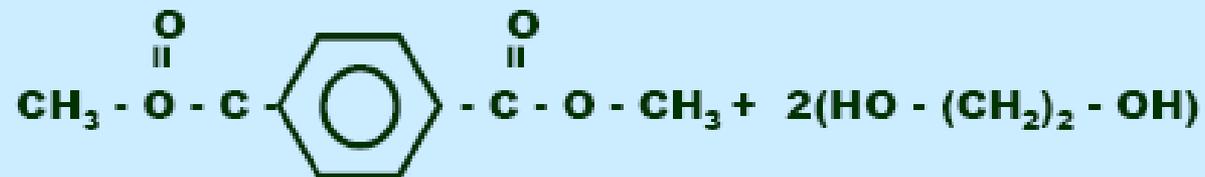


Y así continua



Etc.

POLIÉSTERES: PET

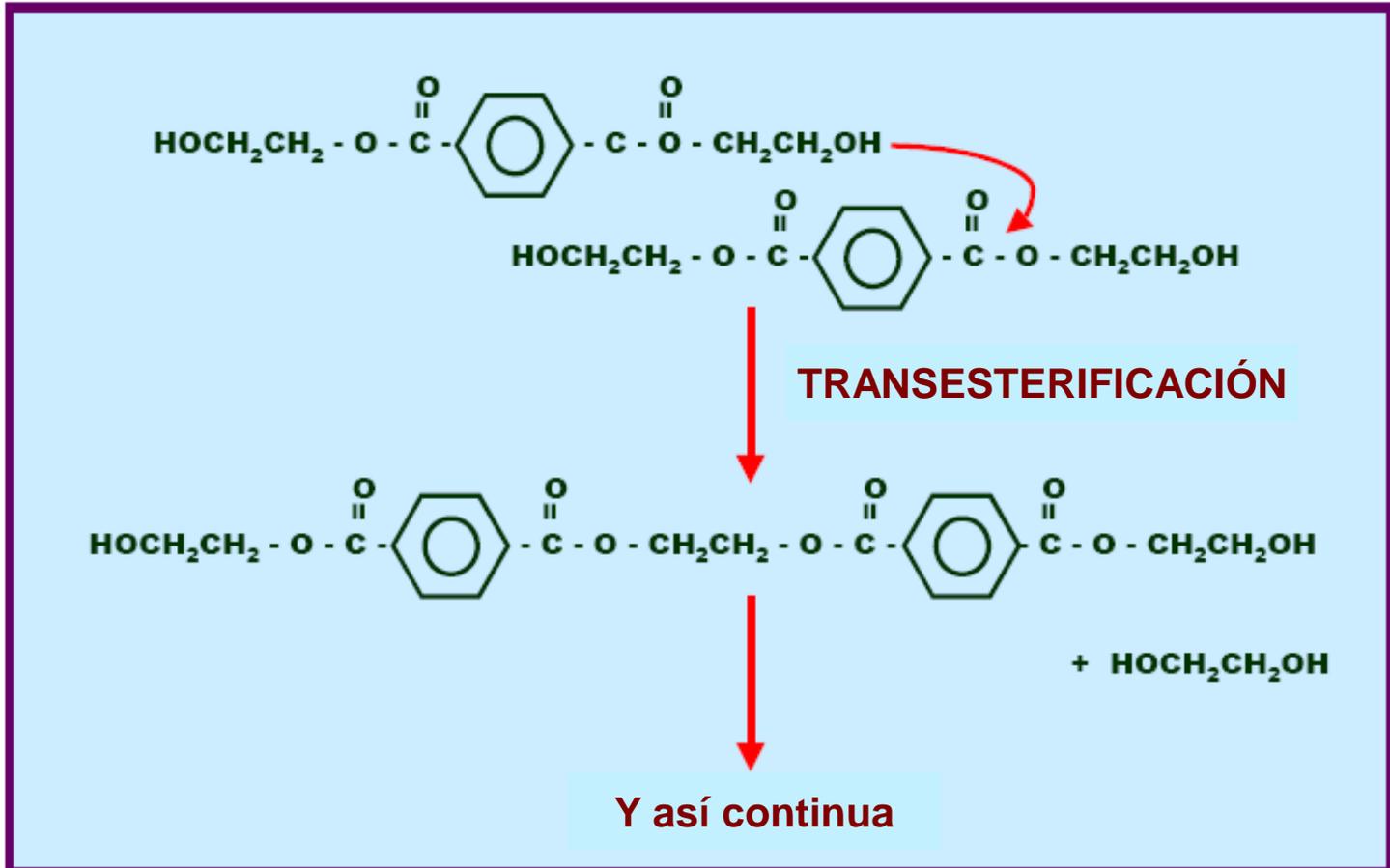


TEREFTALATO DE DIMETILO

ETILÉNGLICOL

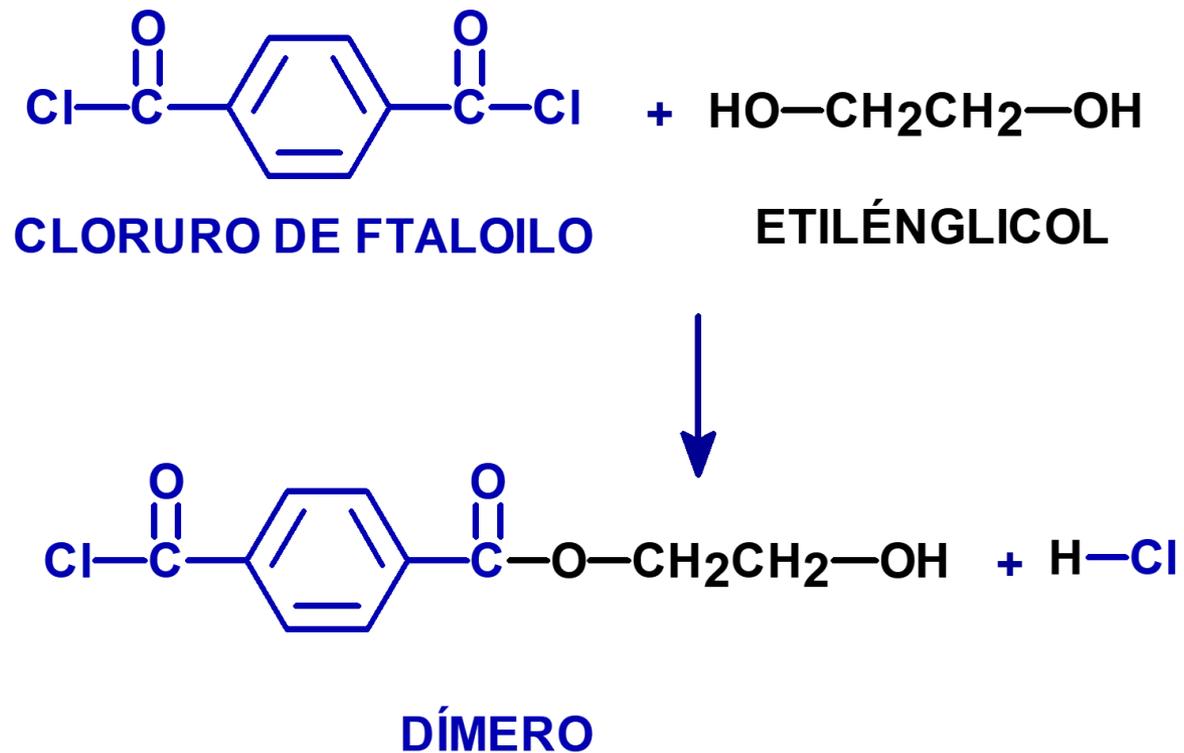


TRANSESTERIFICACIÓN

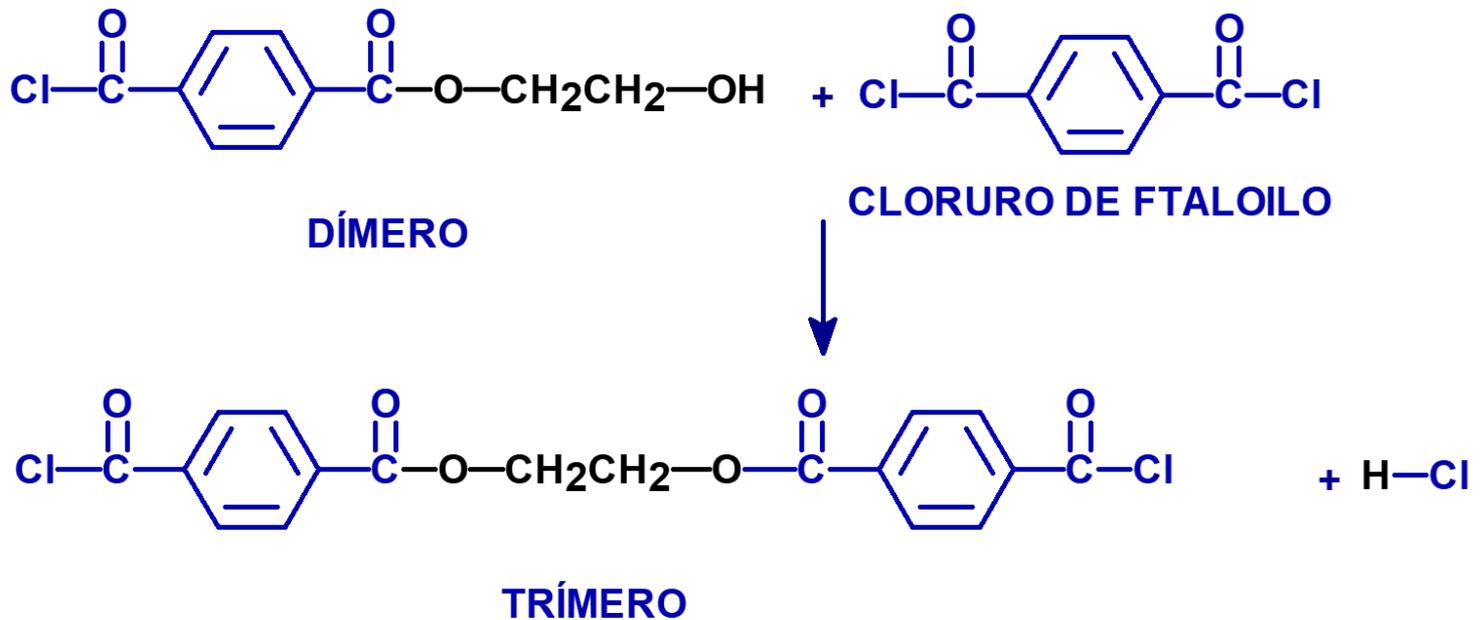


POLIMERIZACIÓN POR CRECIMIENTO EN ETAPAS

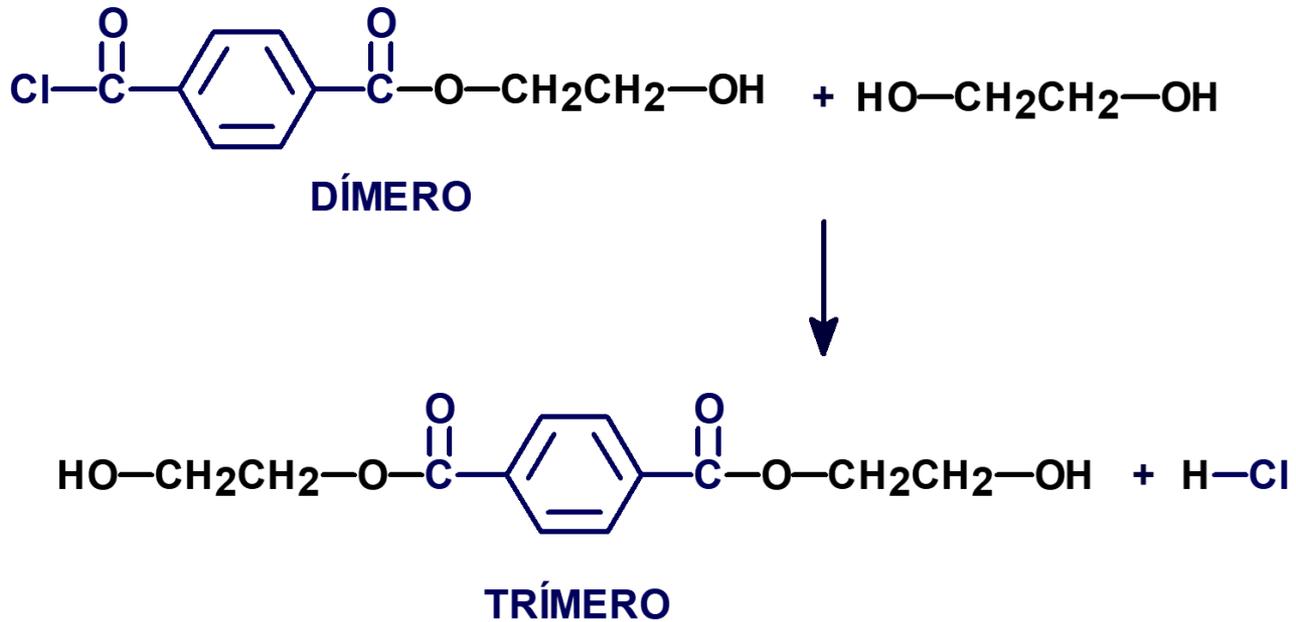
Veamos un ejemplo de reacción entre dos monómeros, el cloruro de tereftoilo y el etilenglicol, para formar un poliéster llamado poli(etilen tereftalato). Lo primero que sucede, es la formación de dímero



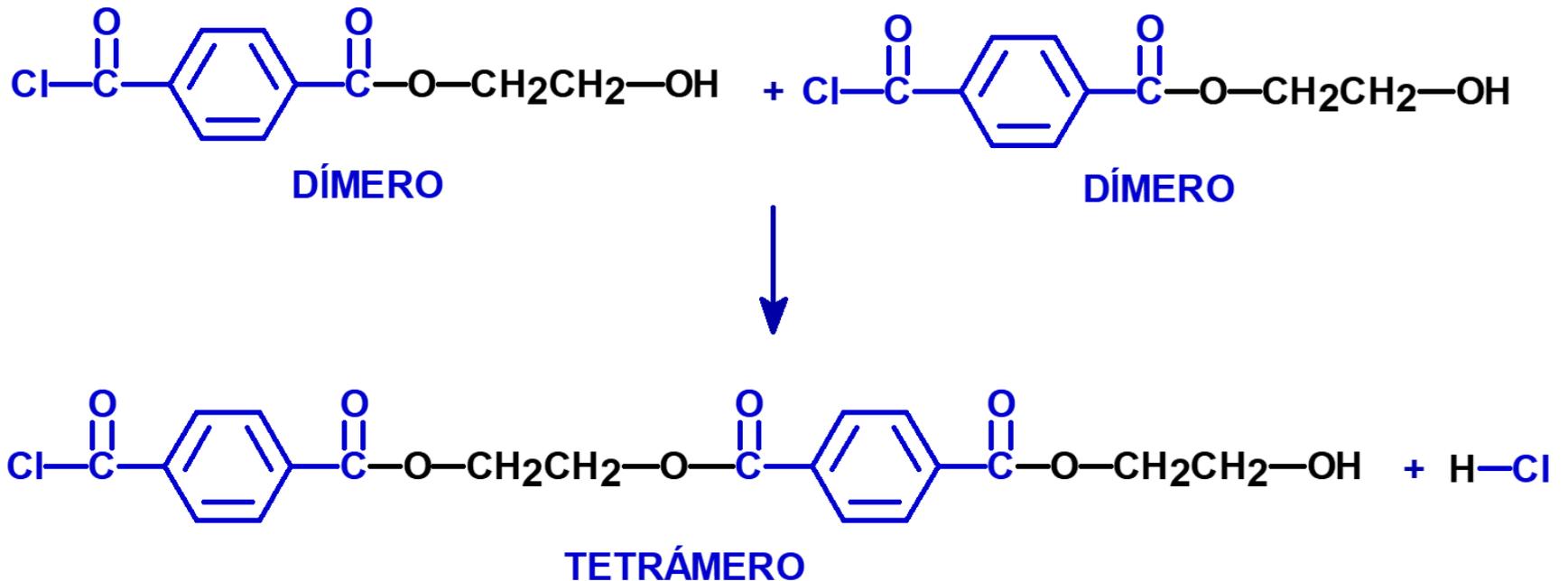
En este punto de un sistema de crecimiento de cadena, sólo podría suceder una cosa: que se adicione un tercer monómero al dímero para dar lugar a un trímero. O bien puede reaccionar con uno de los monómeros para formar un trímero.



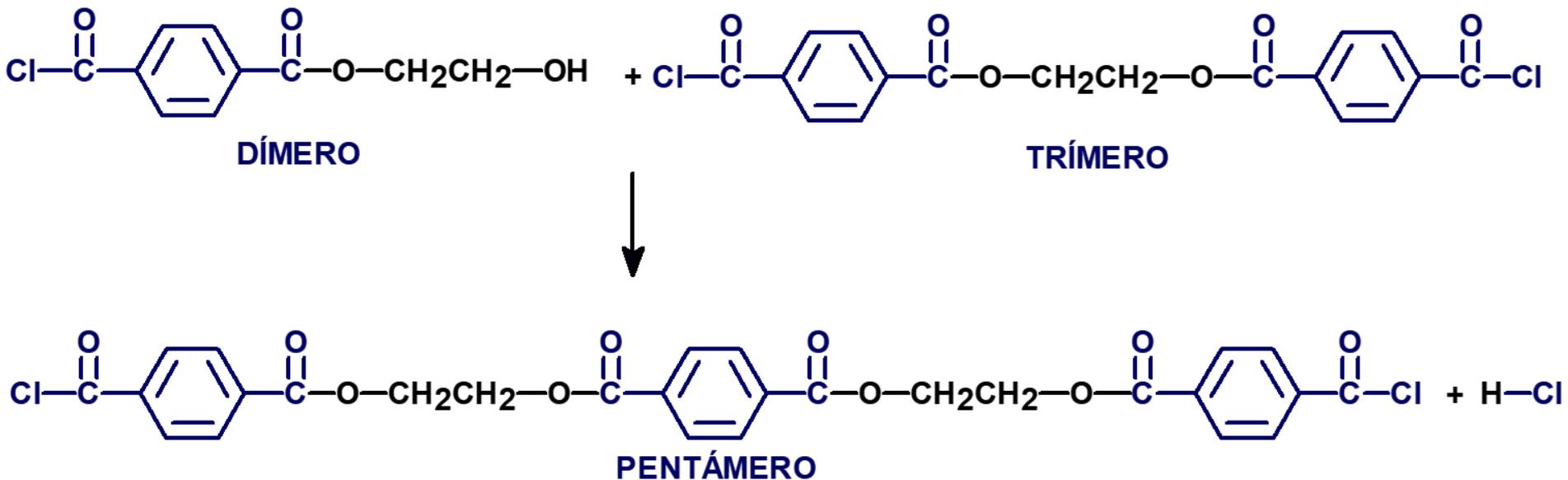
O bien puede reaccionar con otra molécula de etiléntrico



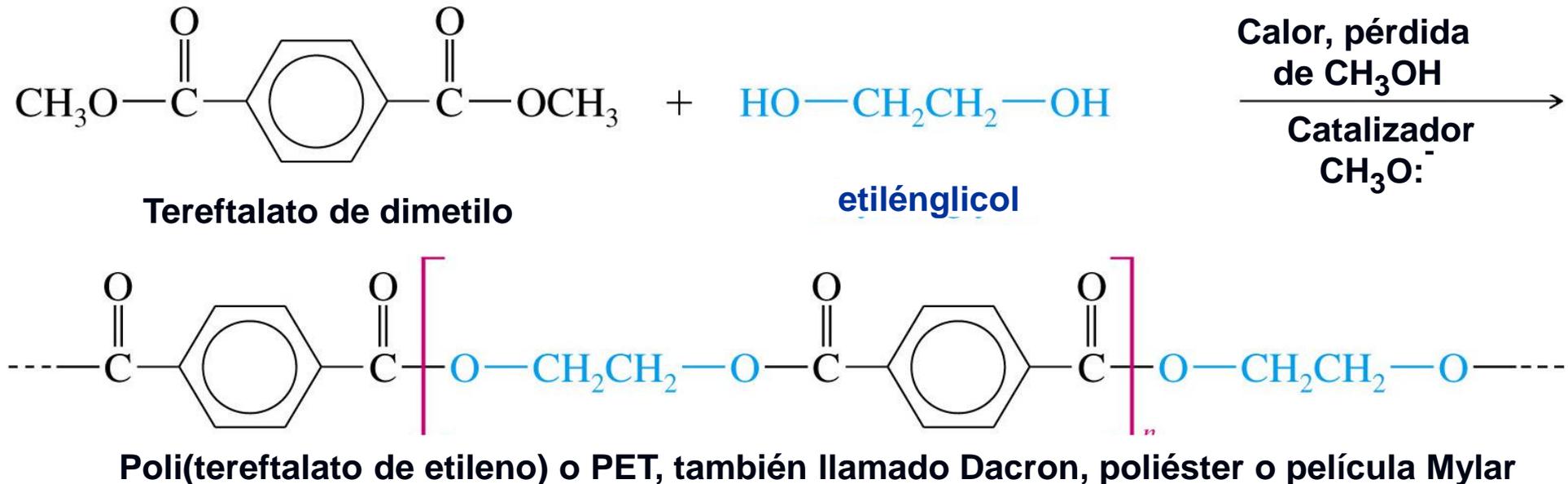
**Pero puede hacer otras cosas también.
Puede reaccionar con otro dímero para
formar un tetrámero:**



O puede reaccionar con un trímero para formar un pentámero.



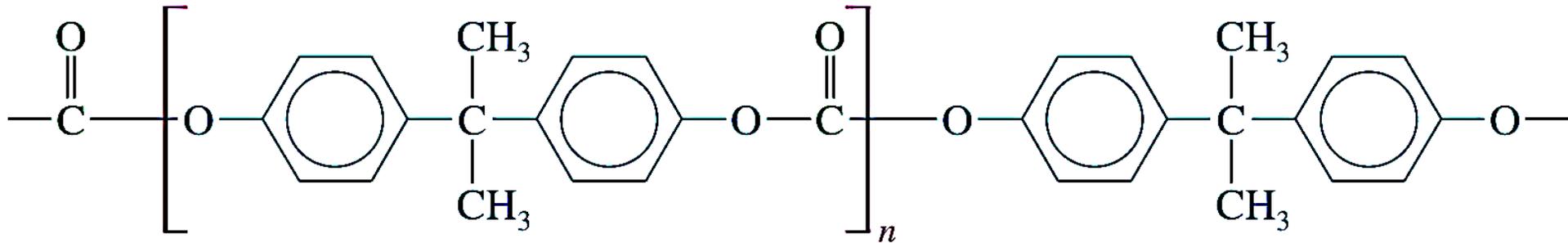
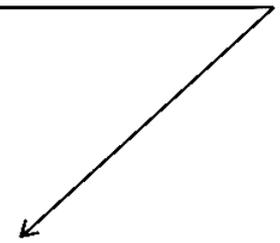
OBTENCIÓN DE PET, UN POLIÉSTER



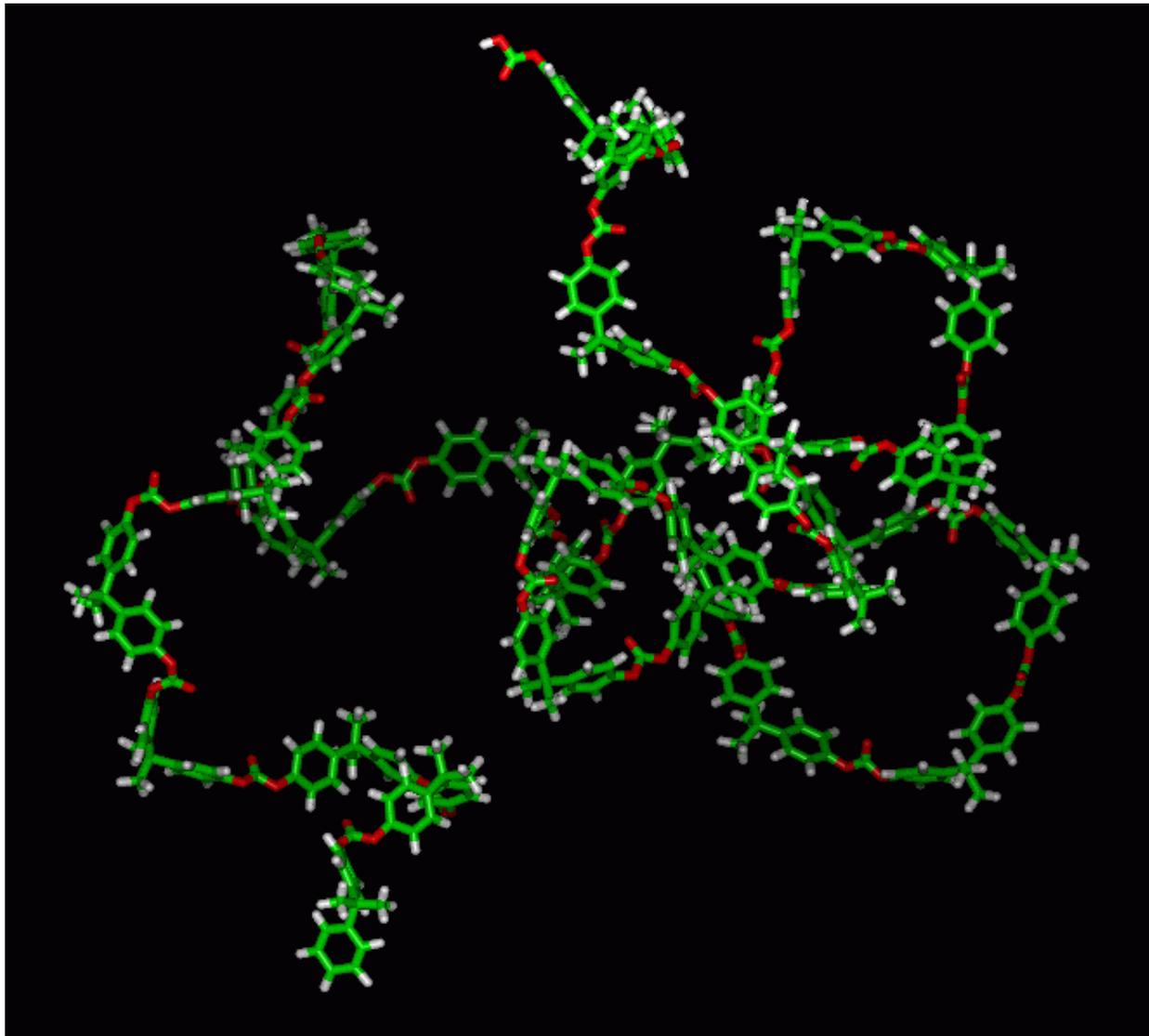
OBTENCIÓN DE LEXAN, UN POLICARBONATO



Calor, pérdida de 2 HCl



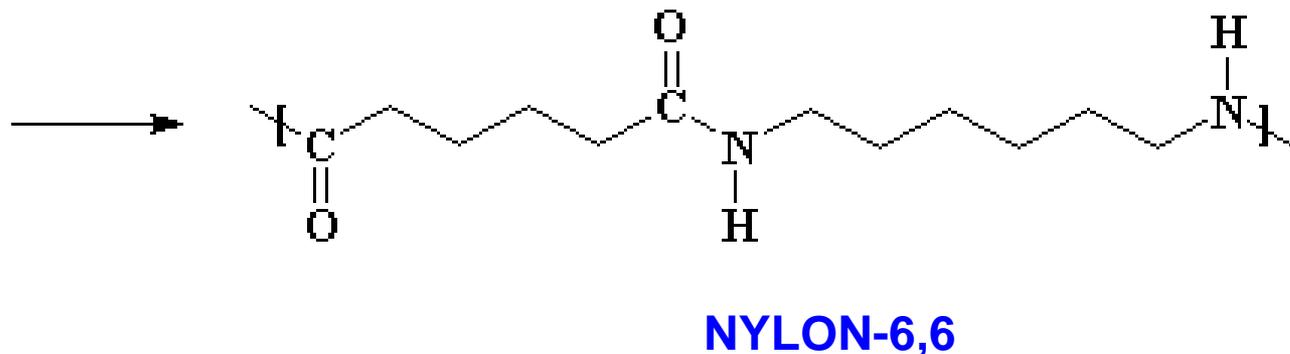
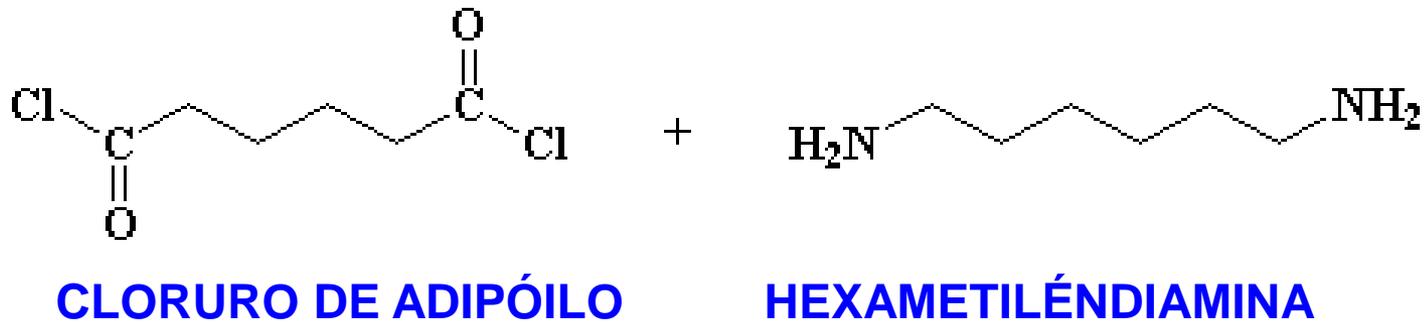
Lexan, un policarbonato



Numan Özgün, Birgitta Nick, Bernd Jung, Franz-Josef Wortmann, Hartwig Höcker , "*Modelling of theta-conditions for Bisphenol-A Polycarbonate single chains*" , Macromol. Symp. **127**, 151-159 (1998)

NYLON

Los nylons se pueden sintetizar a partir de las diaminas y los cloruros de diácido. El nylon-6,6 se hace con los monómeros cloruro de adipóilo y hexametiléndiamina.



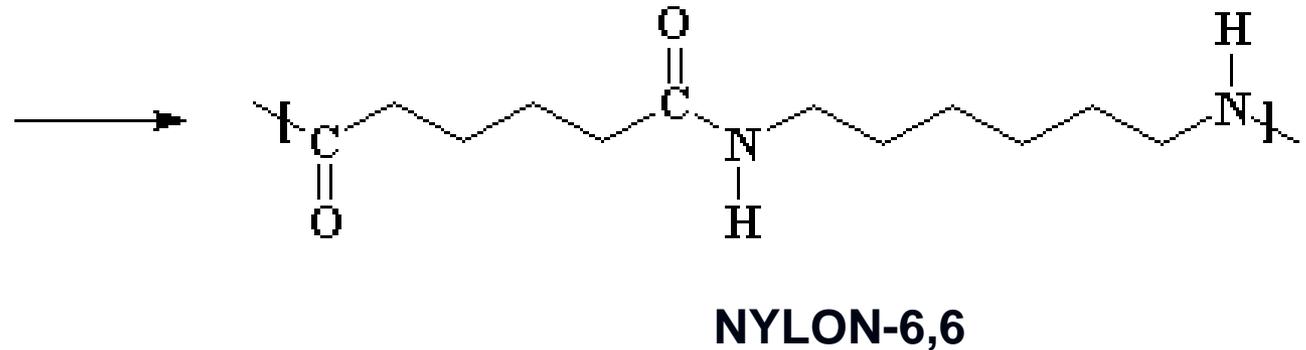
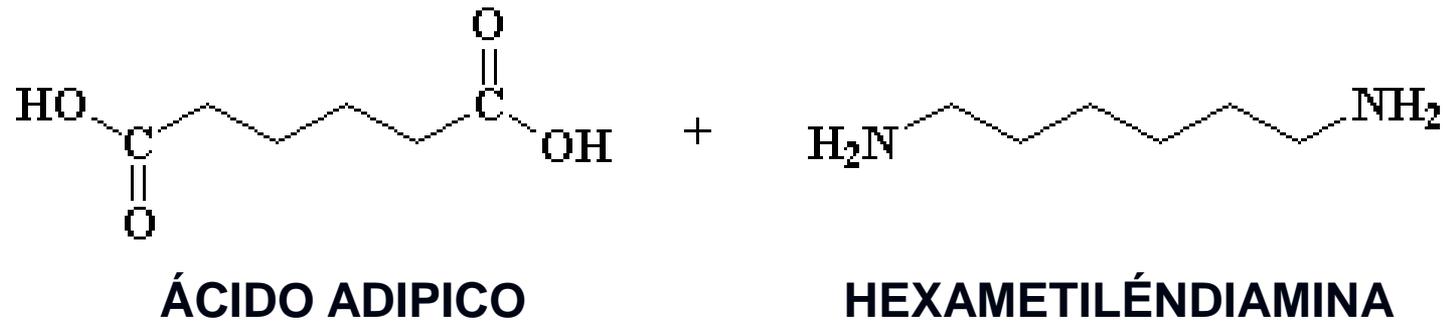
NYLON

NYLON

NYLON

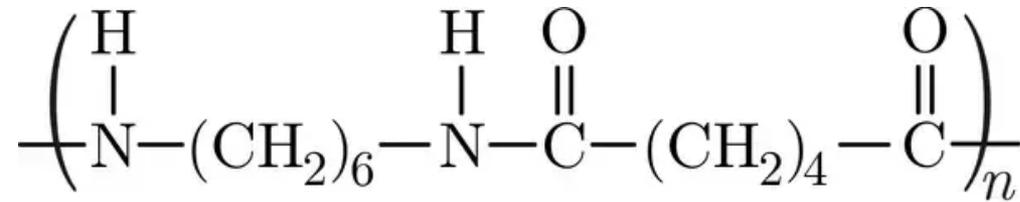


Pero en una planta industrial de nylon, se fabrica generalmente haciendo reaccionar el ácido adípico con la hexametiléndiamina.

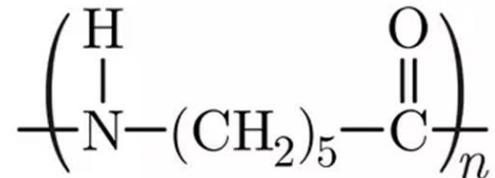


NYLON

Otra clase de nylon es el nylon-6. Es muy parecido al nylon-6,6, excepto que tiene sólo un tipo de cadena carbonada, de seis átomos de largo.



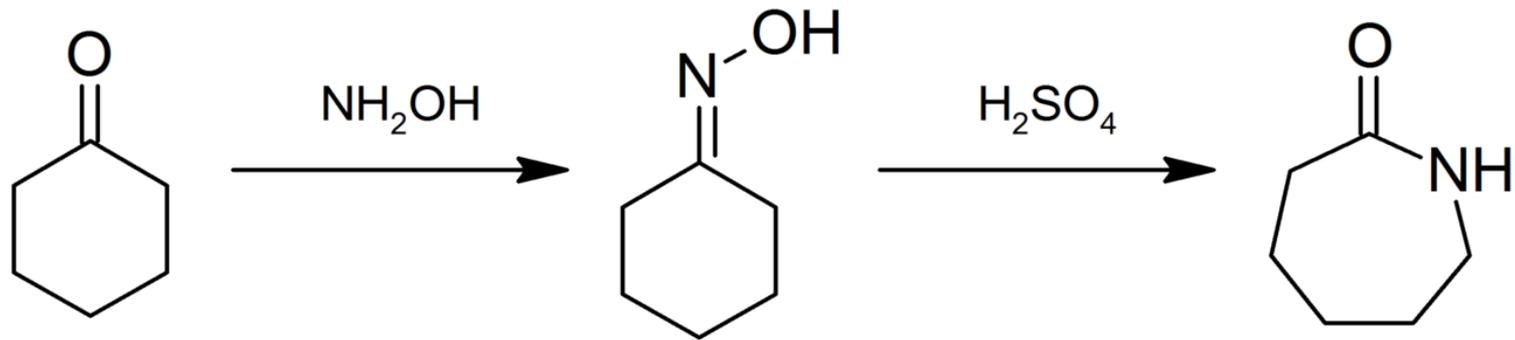
NYLON-6



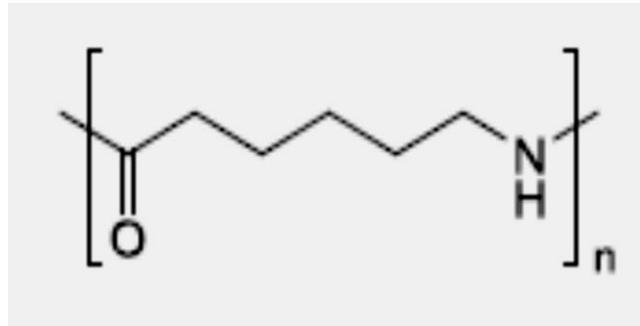
NYLON-6

NYLON

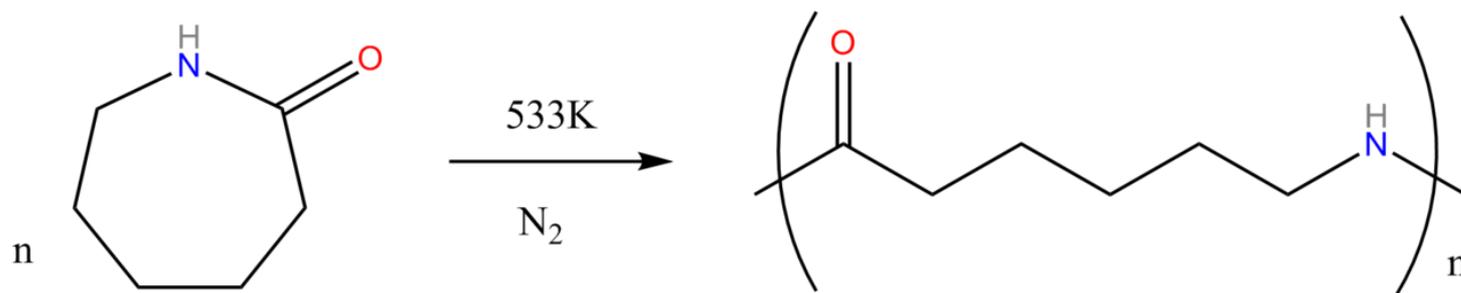
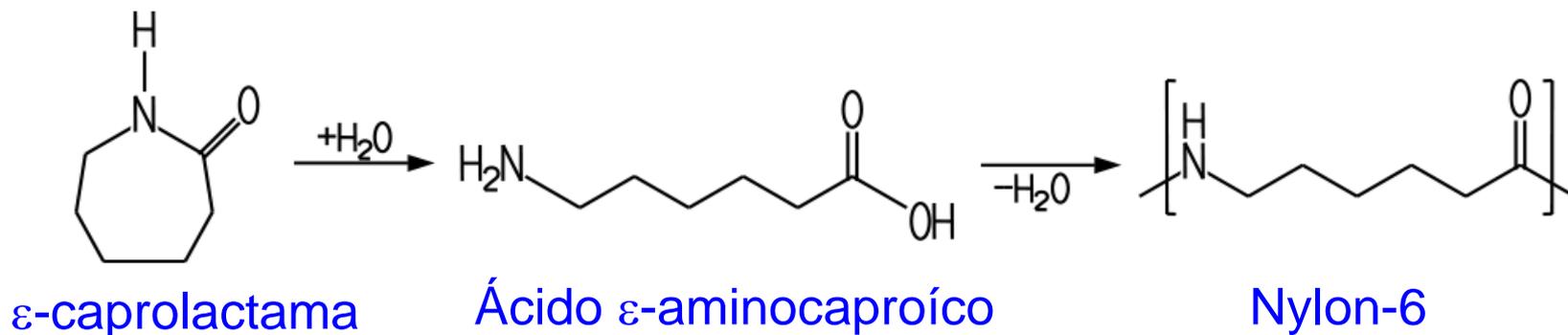
Se hace a partir del monómero caprolactama, por medio de una polimerización por apertura de anillo. El nylon-6 no se comporta de manera diferente al nylon-6,6. La única razón por la que se fabrican los dos tipos, es porque DuPont patentó el nylon-6,6 y otras compañías tuvieron que inventar el nylon-6 para poder entrar en el negocio del nylon.



El Nylon-6 es una poliamida lineal sintética. Su unidad de repetición contiene seis átomos de carbono. Este polímero fue sintetizado por primera vez por Paul Schlack en IG Farben. La mayoría de nylon 6 los polímeros tienden a ser semicristalinos y se producen en forma de hilos de fibra. El nylon es un material duro, con buena resistencia térmica y química.

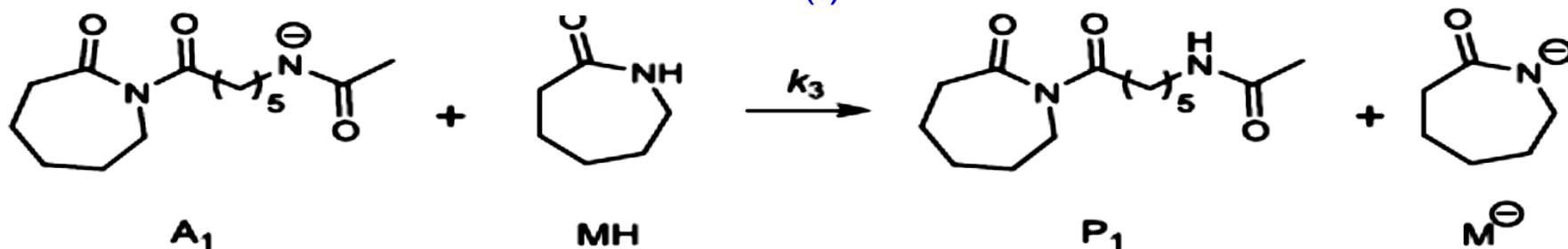
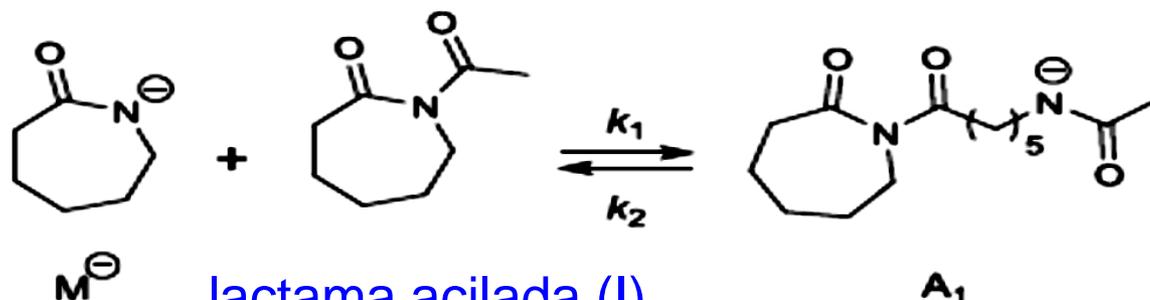
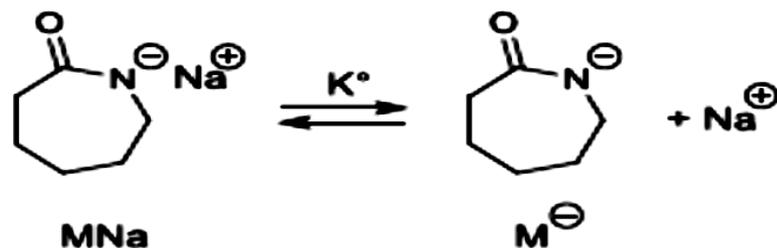
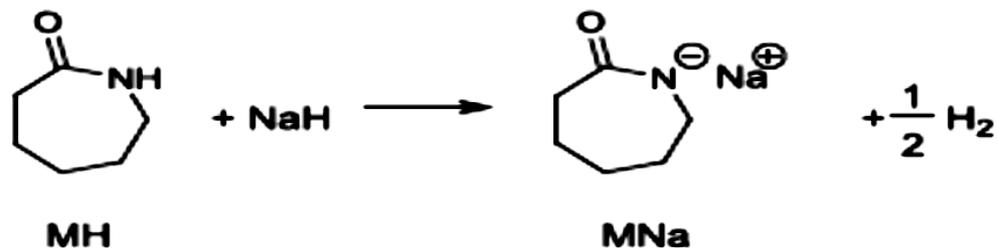


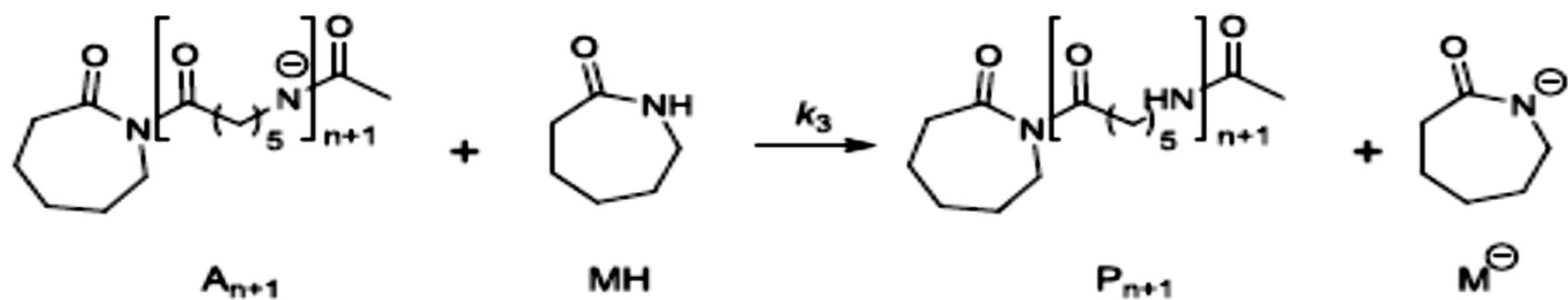
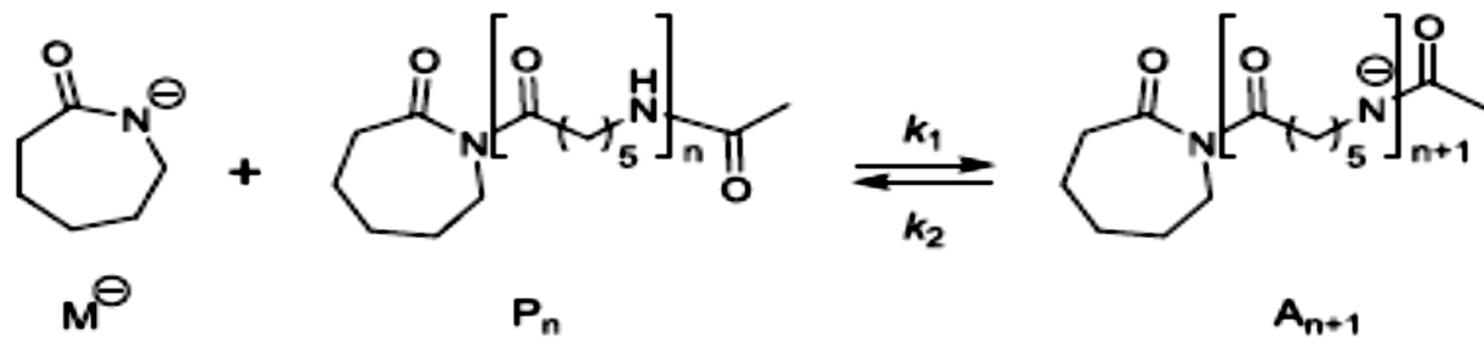
El nylon 6 se puede preparar a partir de ϵ -caprolactama a través de la siguiente apertura



https://www.seilnacht.com/Chemie/ch_capro.html

La reacción se acelera si en la apertura se emplea como catalizador un anillo aniónico para llevar a cabo la polimerización. A continuación se muestra como la polimerización puede acelerarse empleando una lactama acilada (I). Uno de los mecanismos que se han propuesto para esta reacción se muestran a continuación.





El primer uso comercial popular de nylon en los Estados Unidos comenzó a principios de la década de 1940 cuando el material se utilizó para producir medias para mujeres. Cuando comenzó la Segunda Guerra Mundial y muchos de los recursos del país estaban orientados a ayudar en el esfuerzo de guerra, los científicos fueron al laboratorio para fabricar materiales nuevos y más fuertes. El resultado fue la creación de variedades de nylon como Nylon 6 y Nylon 66, que son mucho más duraderas que el nylon utilizado para las medias.



El nylon-6 se utiliza en todo tipo de productos, incluidos cabezales de martillo, tablas de cortar de plástico, cables y disyuntores. Una de sus mayores fortalezas es su flexibilidad, que lo convierte en un reemplazo de metal adecuado en productos como piezas de automóviles. También es un poco más brillante que el Nylon 66, por lo que se usa más comúnmente en elementos como las rejillas de los radiadores, los asientos de los estadios o los componentes de armas de fuego donde los fabricantes desean un acabado de superficie atractivo.

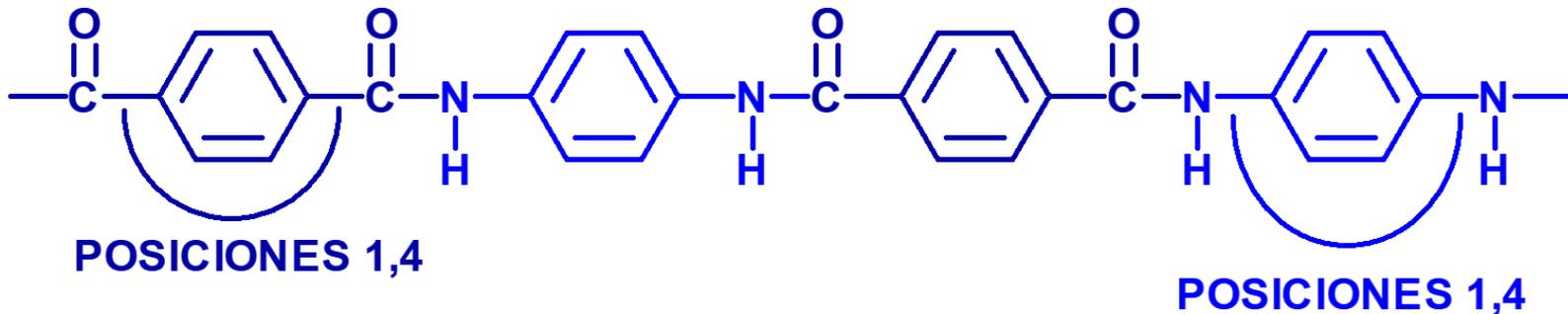


El Nylon 66 tiene un punto de fusión más alto y generalmente es más duradero que el Nylon 6, por lo que es una buena opción para productos de alto rendimiento que deben soportar el calor o el desgaste. Esa característica lo convierte en una opción popular para artículos como cojinetes de fricción, módulos de baterías, maletas y cintas transportadoras.

Tanto el Nylon 6 como el 66 se usan en artículos para el hogar. El Nylon 66 tiende a usarse más comúnmente para hacer productos como alfombras duraderas, mientras que el Nylon 6 se encuentra a menudo en lugares como las cerdas de un cepillo de limpieza.

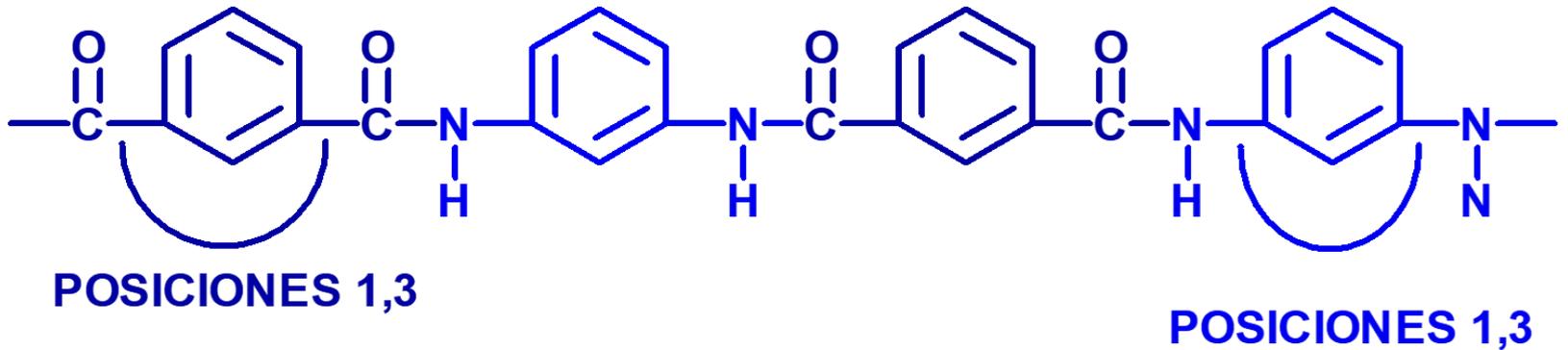
ARAMIDAS

El Kevlar es una poliamida, en la cual todos los grupos amida están separados por grupos *para*-fenileno, es decir, los grupos amida se unen al anillo fenilo en posiciones opuestas entre sí, en los carbonos 1 y 4.



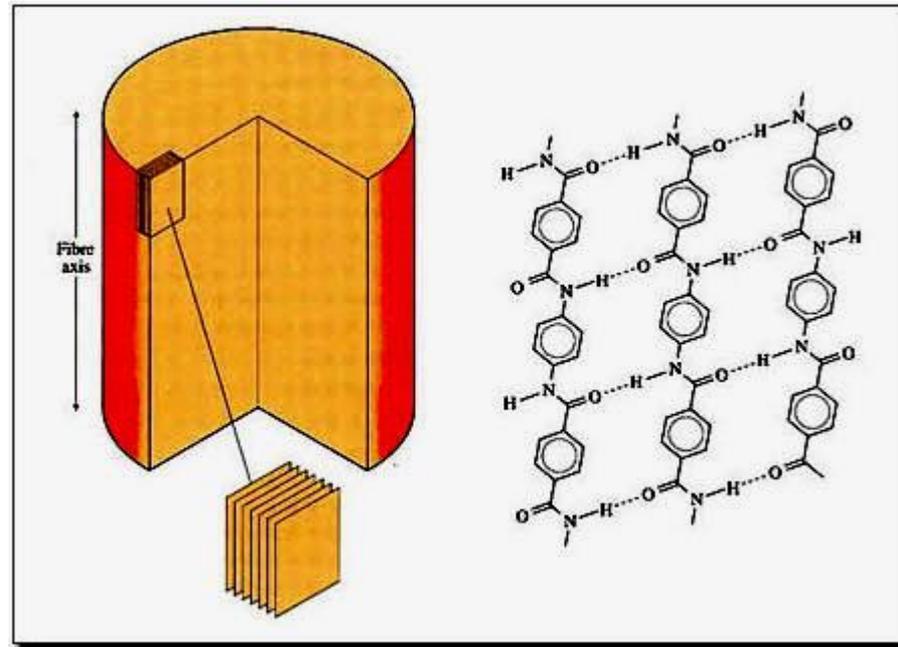
ARAMIDAS

El Nomex, por otra parte, posee grupos *meta*-fenileno, es decir, los grupos amida se unen al anillo fenilo en las posiciones 1 y 3.



ARAMIDAS

El Kevlar es un polímero altamente cristalino. Llevó mucho tiempo encontrar alguna aplicación útil para el Kevlar, dado que no era soluble en ningún disolvente. Por lo tanto, no se podía procesarlo en solución. No se derretía por debajo de los 500 °C, de modo que también se descartaba el hecho de procesarlo en su estado fundido.



ARAMIDAS

Cuando se coloca en una vara para hilar (spining rod) en un líquido normal las moléculas son lanzadas hacia el exterior y se apartan de la varilla. Pero en un polímero líquido, las cadenas del polímero se enredan alrededor de la varilla, creando el efecto de Weissenbeg



ARAMIDAS

Fue entonces cuando Stephanie Kwolek logró disolver el Kevlar (quedó una solución turbia cuando empleó ácido sulfúrico caliente)



Stephanie Kwolek
1923 - 2014

ARAMIDAS

Las aramidas pertenecen a una familia de nylons, incluyendo el Nomex y el Kevlar. El Kevlar se utiliza para hacer objetos tales como chalecos a prueba de balas y neumáticos de bicicleta resistentes a las pinchaduras.



ARAMIDAS



Las mezclas de Nomex y de Kevlar se utilizan para hacer ropas anti-llama. El Nomex es el que protege de morir quemados a los conductores de grandes camiones y de tractores, en el caso de que sus trajes se incendien.

ARAMIDAS



Los sistemas de supresión de fuego pueden llegar a reducir el riesgo de fuego en las llantas de los camiones y en algunas minas se llegan a usar sprays de agua para reducir las temperaturas de las llantas, al transportar la carga en distancias grandes

ARAMIDAS



Los polímeros juegan otro papel en esos inmensos camiones, bajo la forma de elastómeros con los cuales se fabrican sus gigantescos neumáticos

ARAMIDAS

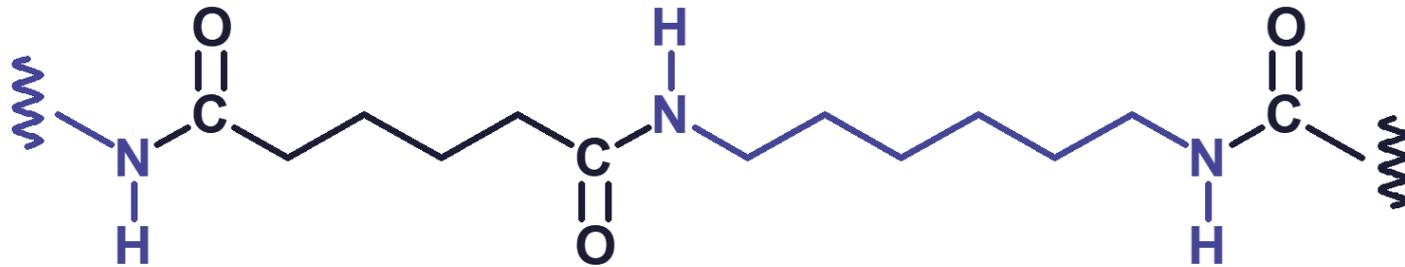
Las mezclas de Nomex-Kevlar también protegen a los bomberos.



**¿POR RAZÓN SON DIFERENTES
LOS NYLONS A LAS ARAMIDAS?**

ARAMIDAS

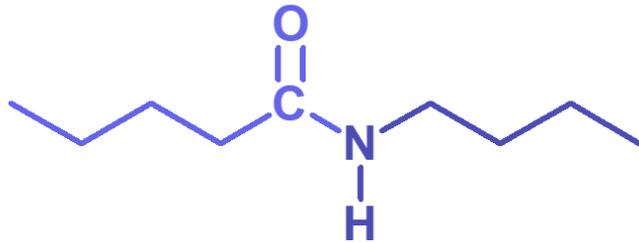
Las aramidas se utilizan en forma de fibras.
Forman fibras aún mejores que las poliamidas
no aromáticas, como el nylon 6,6.



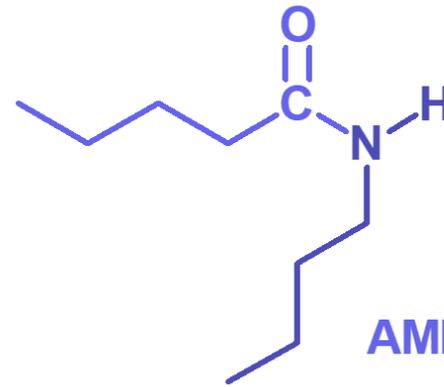
NYLON-6,6

ARAMIDAS

CONFORMACIONES DE LAS AMIDAS



AMIDA *TRANS*

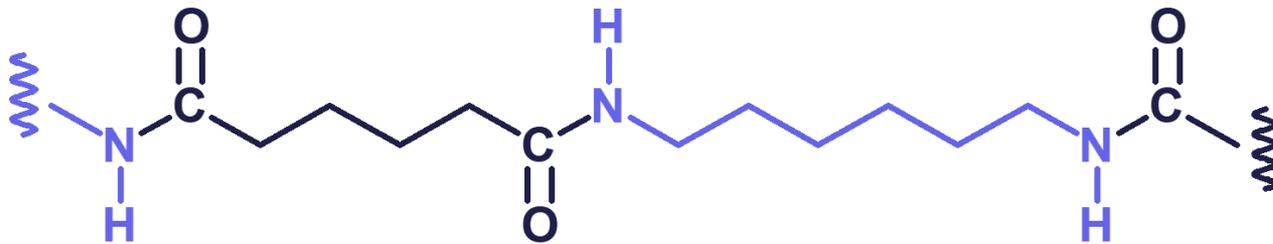


AMIDA *CIS*

La misma molécula de la amida se puede interconvertir entre las conformaciones *cis* y *trans*, originando una pequeña energía.

ARAMIDAS

En las poliamidas también existen las conformaciones *cis* y *trans*.

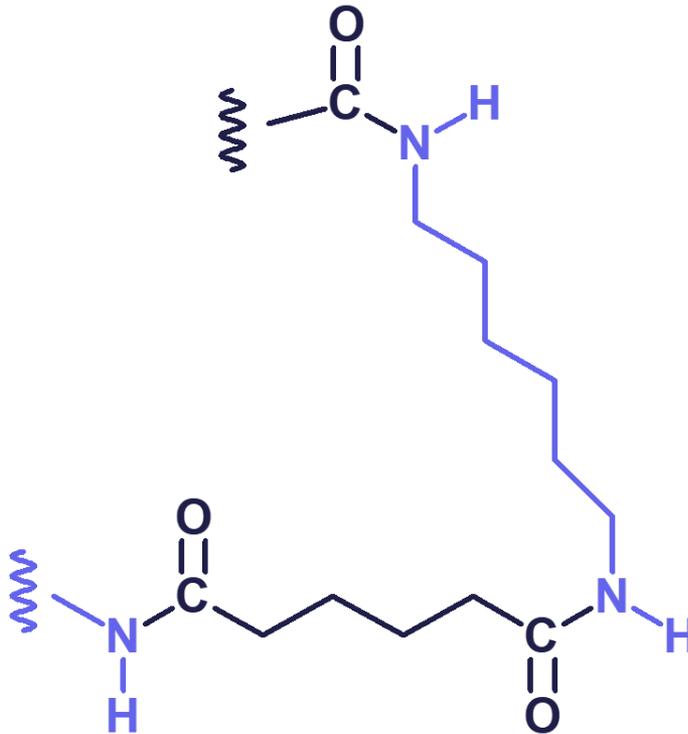


NYLON-6,6

Cuando en una poliamida todos los grupos amida están en su conformación *trans*, como por ejemplo en el nylon 6,6, el polímero se estira completamente en una línea recta.

ARAMIDAS

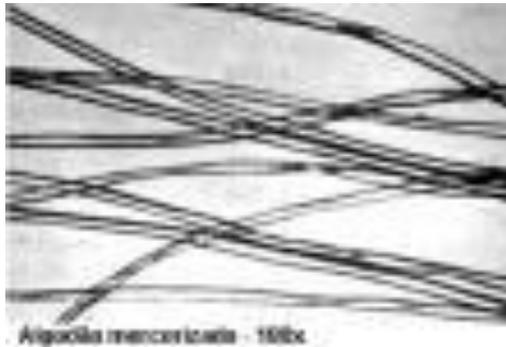
Pero lamentablemente, siempre existen unos pocos enlaces amida en la conformación *cis*. Por ello las cadenas del nylon 6.6 nunca llegan a estar completamente extendidas.



SI UNA SOLA UNIÓN ES *CIS*
CAUSA UN RETORCIMIENTO

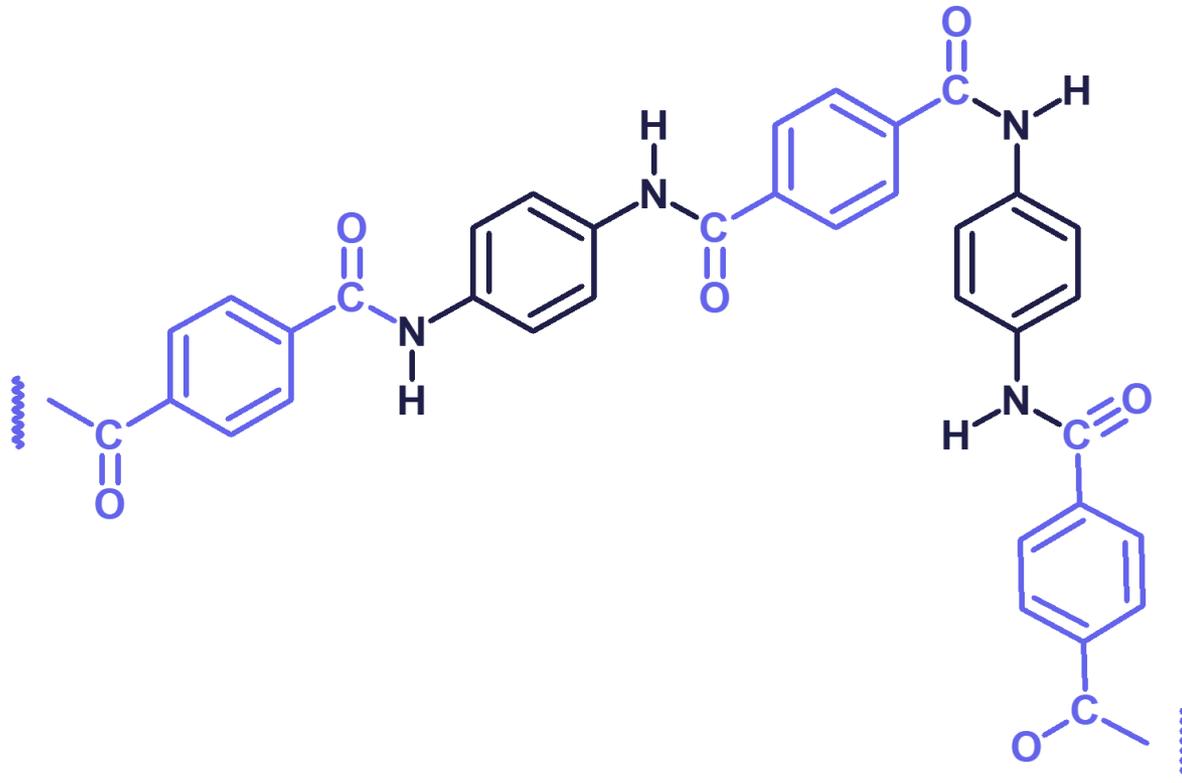
ARAMIDAS

Esto es exactamente lo que deseamos para las fibras, porque las cadenas largas y completamente extendidas se empaquetan más adecuadamente, dando lugar a la forma cristalina que caracteriza a las fibras.



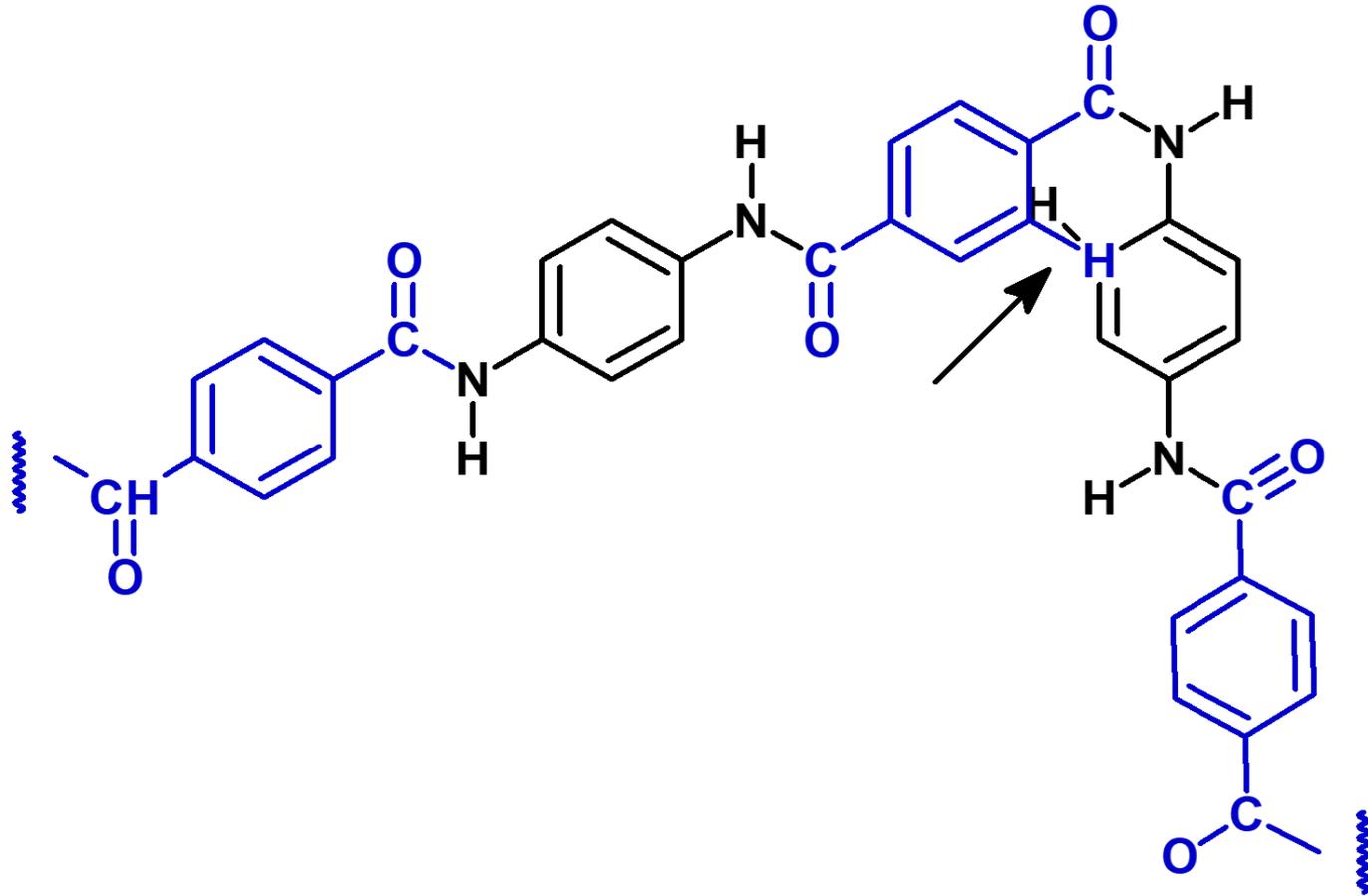
ARAMIDAS

En el Kevlar, no es posible que la molécula adopte la conformación cis, por los Hidrógenos de los grupos aromáticos



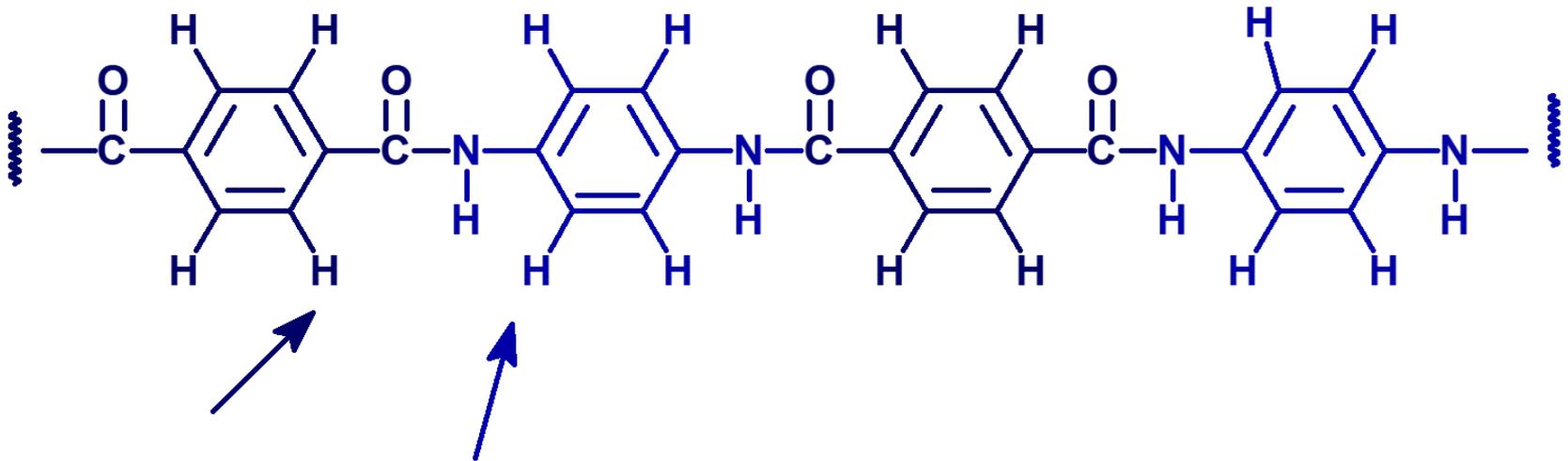
ARAMIDAS

Veamos ésto más de cerca:



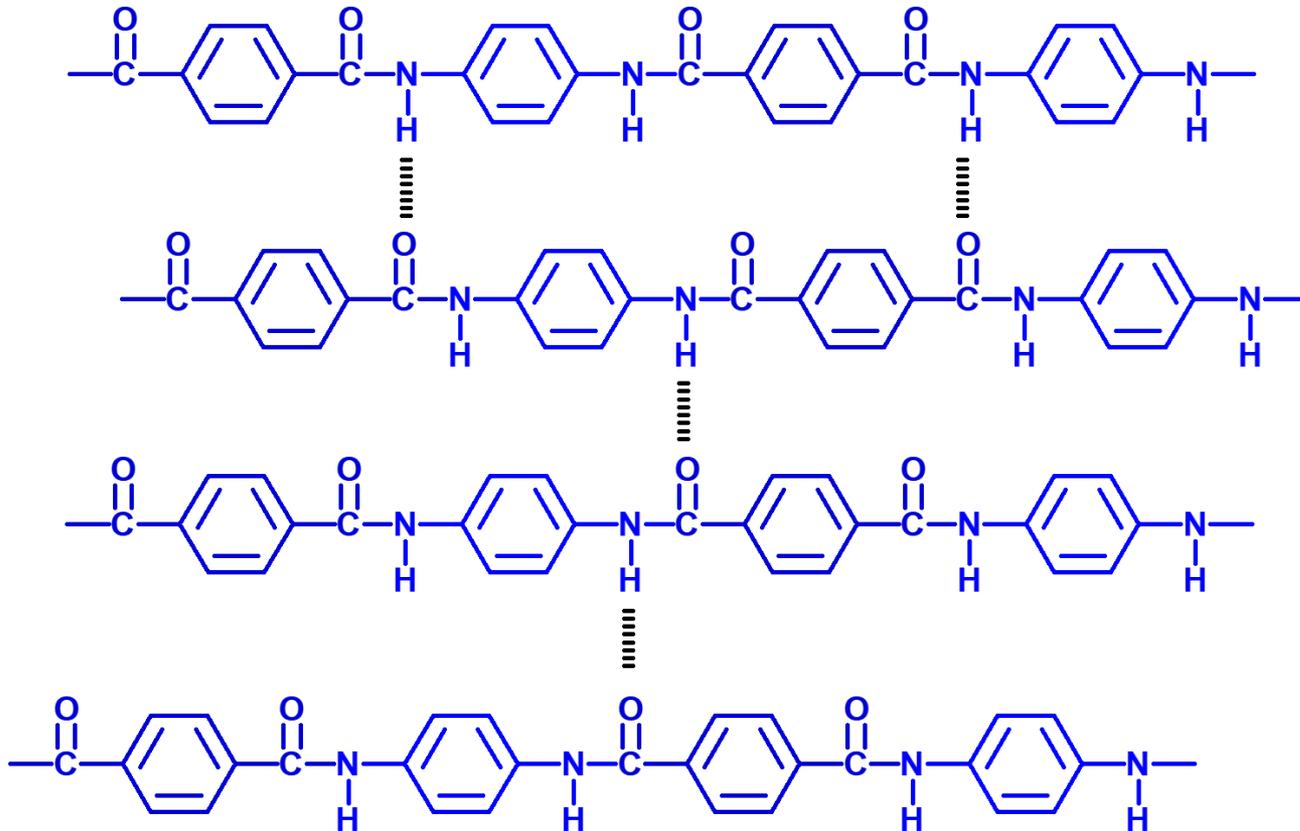
ARAMIDAS

De modo que la conformación *trans* es la que se encuentra generalmente.



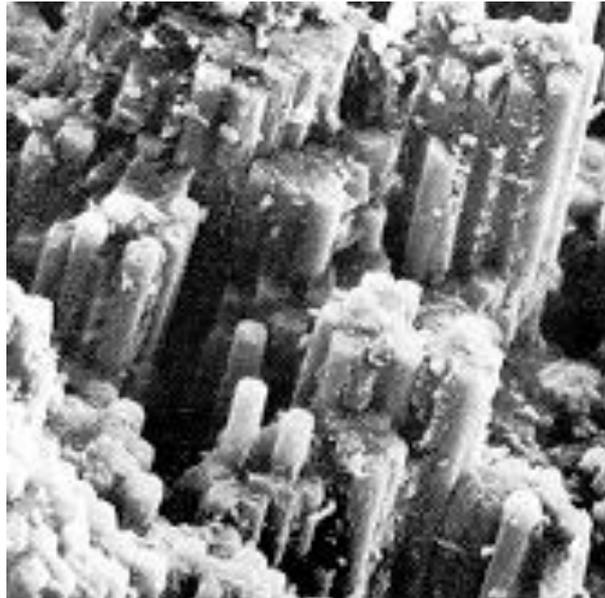
ARAMIDAS

Los anillos fenilos de las cadenas adyacentes se acomodan muy fácil y cuidadosamente uno encima de otro, lo que hace al polímero aún más cristalino, y sus fibras más resistentes.



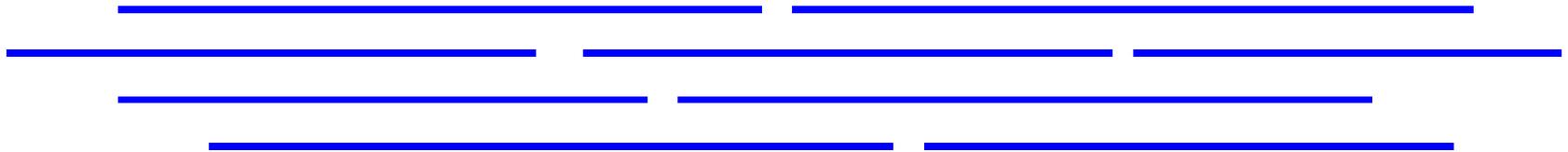
ARAMIDAS

Pero hay otro polímero capaz de estirarse aún mejor, el polietileno de peso molecular ultraalto. Incluso sustituyó al Kevlar en la confección de chalecos a prueba de balas



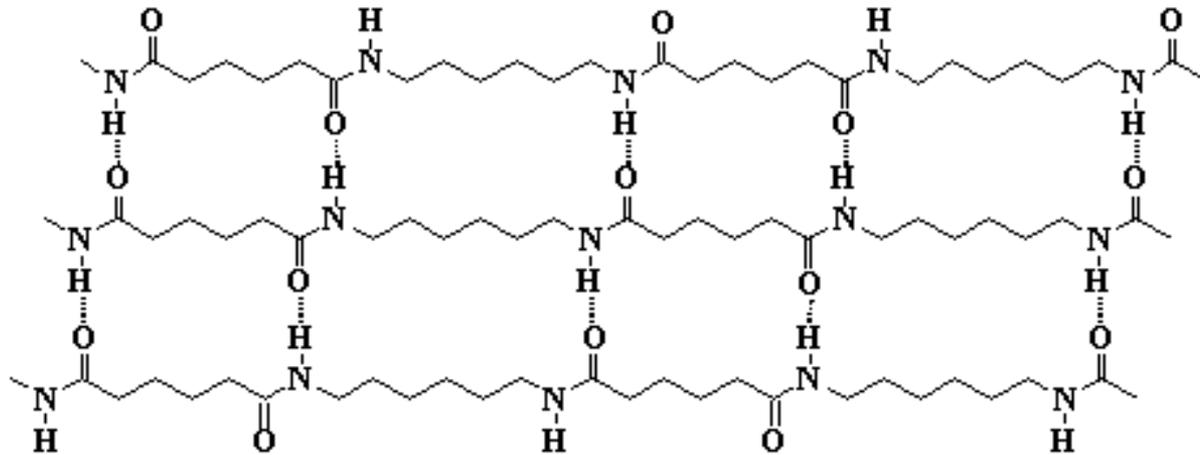
FIBRAS

Las fibras poliméricas, están constituídas por un polímero cuyas cadenas están extendidas en línea recta (o casi recta) una al lado de la otra a lo largo de un mismo eje, tal como se observa en la figura:



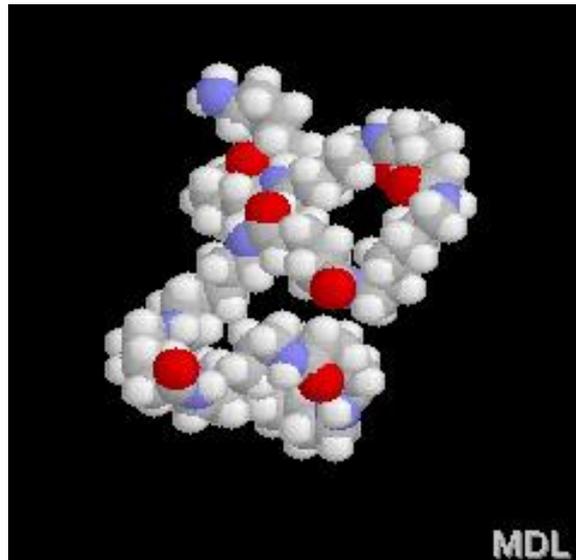
FIBRAS

El nylon-6,6 se empaqueta formando fibras cristalinas.



FIBRAS

Los enlaces por puente de hidrógeno y otras interacciones secundarias entre cadenas individuales, mantienen fuertemente unidas a las cadenas poliméricas. Tan fuerte, que éstas no apetecen particularmente deslizarse una sobre otra.

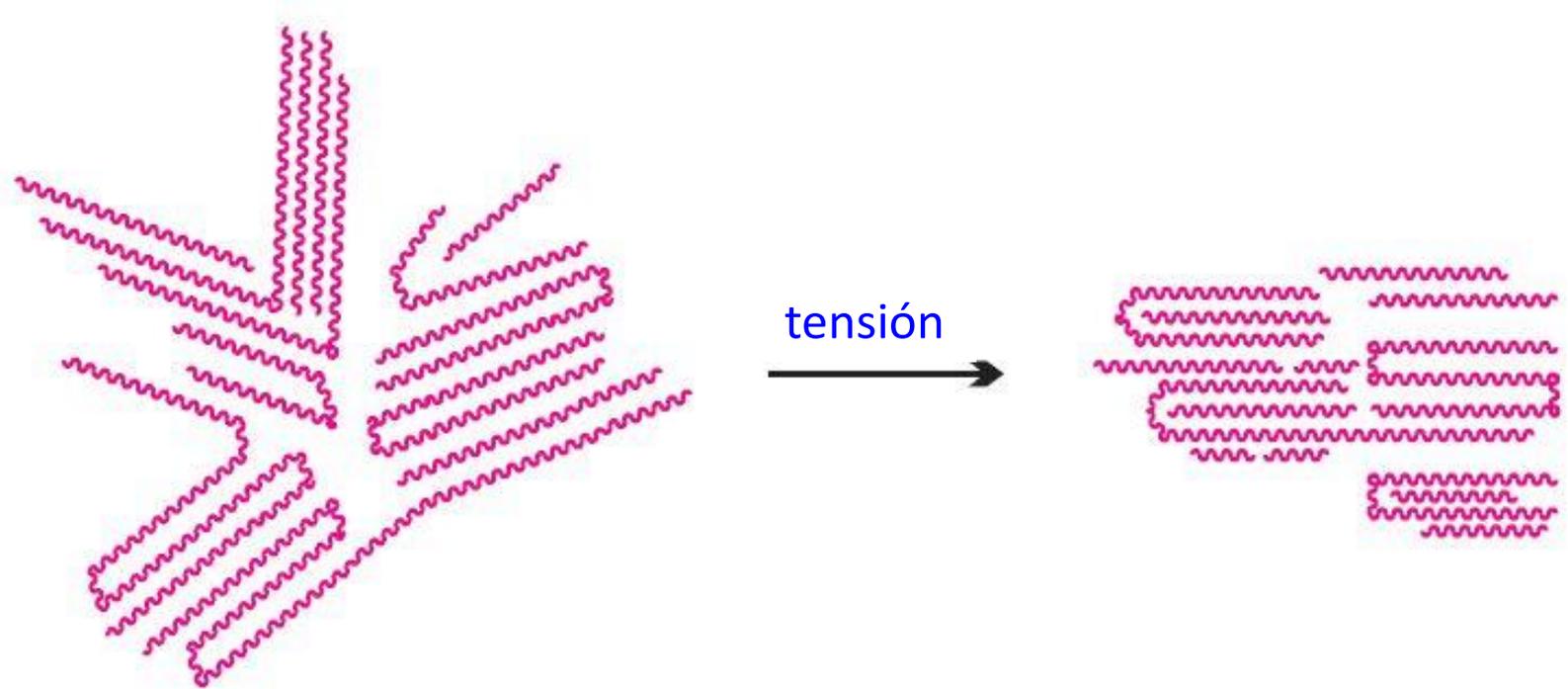


FIBRAS

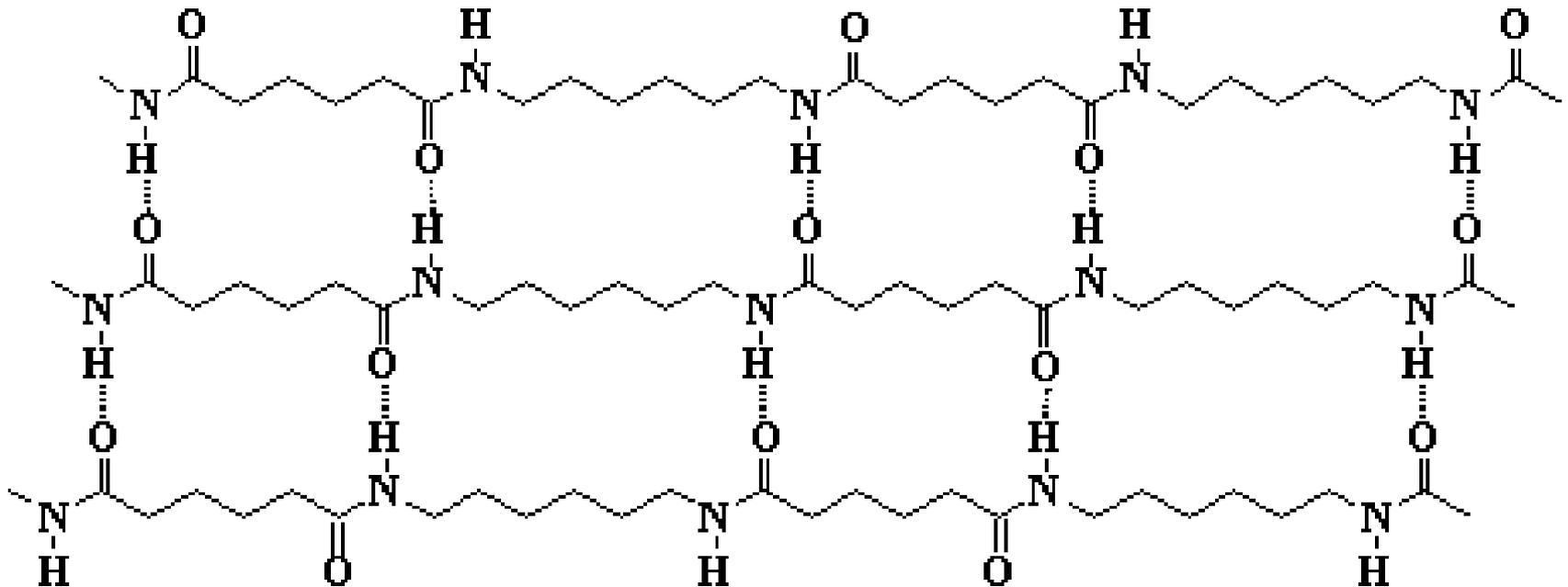
Esto significa que cuando usted estira las fibras de nylon, no se extienden mucho, si es que lo hacen. Lo cual explica por qué las fibras son ideales para emplearlas en hilos y sogas.



Después de estirar para hacer una fibra, las regiones de cristalitas son alineadas a lo largo del eje de la fibra, y esto añade fuerza a la misma. Después de haber sido extruido y estirado, las moléculas de polímero se alinean en la dirección de la fibra.

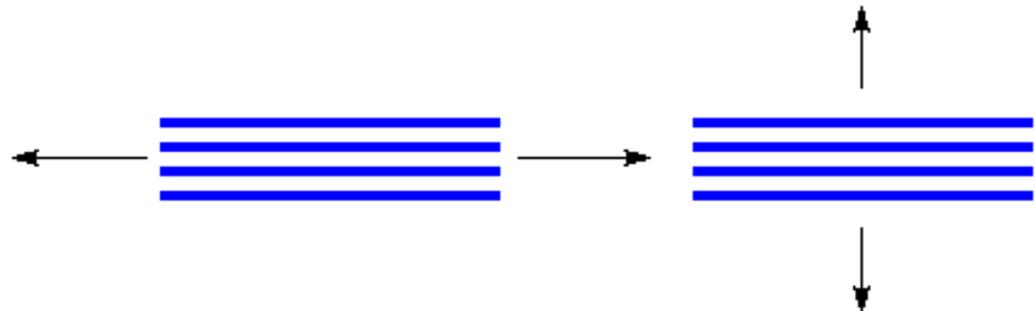
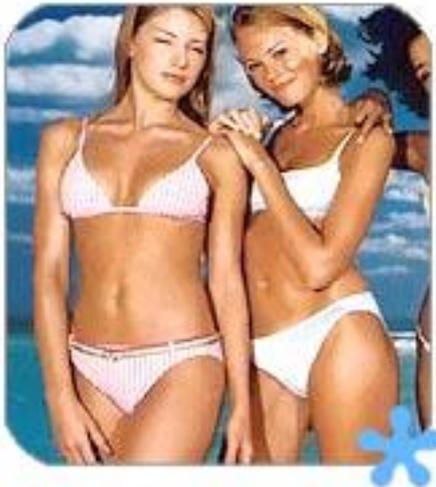


Cualquier tendencia a volver a una orientación aleatoria es impedida por las fuertes fuerzas intermoleculares entre las moléculas. Las fibras son retorcidas en hilos y luego pueden ser tejidas en paño o incrustadas en un plástico para darle una resistencia mucho mayor



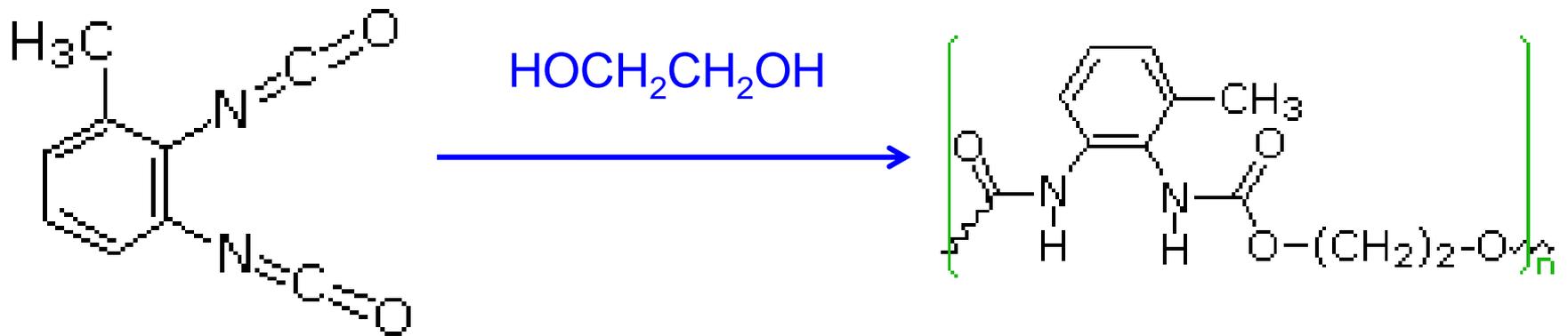
FIBRAS

Las fibras también tienen sus inconvenientes. Si bien poseen buena fuerza tensil, es decir que son resistentes cuando se las estira, por lo general tienen baja fuerza *compresional*, o sea, son débiles cuando se aprietan o se comprimen.



Las fibras orientadas son resistentes cuando usted estira en la dirección de las fibras.

Pero son débiles en ángulos rectos a la dirección de las fibras.



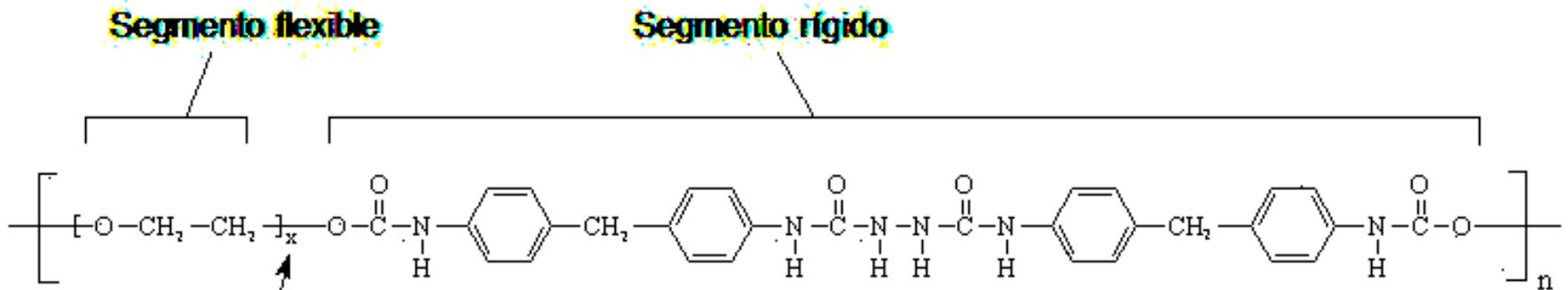
**Poliuretano
Spandex**

El traje **LZR Racer** (que se pronuncia como "láser") es una línea de alta gama de trajes de baño fabricados por Speedo con una tela de trajes de baño de alta tecnología compuesta por un tejido de un polímero: **elastano - nylon y poliuretano** .



La línea fue lanzada el 13 de febrero de 2008. La tecnología está patentada en Portugal y protegida en todo el mundo.

Spandex, Lycra o elastano es una fibra sintética conocida por su elasticidad excepcional. Es más fuerte y más durable que el caucho natural. Es un copolímero de poliéster - poliuretano que fue inventado en 1958 por el químico Joseph Escalofríos en Benger Laboratorio de DuPont en Waynesboro , Virginia



x=40 o mas

El spandex tiene una complicada estructura, con enlaces urea y uretano en la cadena principal

La mayor controversia gira en torno a los trajes de cubiertos totalmente de poliuretano que ayudan a la flotación, ya que los antiguos trajes sólo tenían láminas fabricadas con ese material.



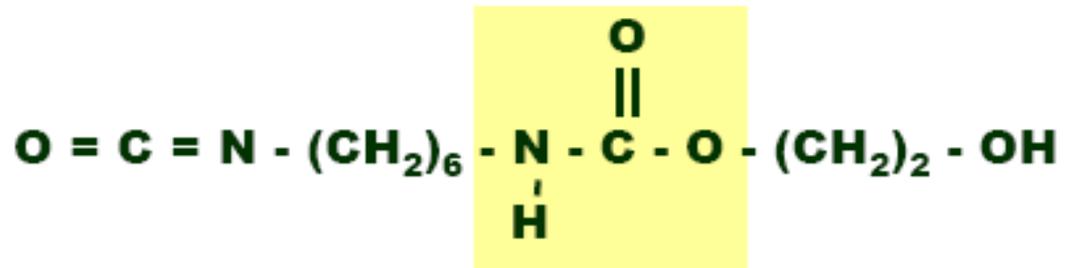
POLIURETANOS

Un ejemplo de una reacción entre moléculas bifuncionales **que no implican la eliminación** de una molécula pequeña se encuentra en la síntesis de poliuretanos



Diisocianato de hexametileno

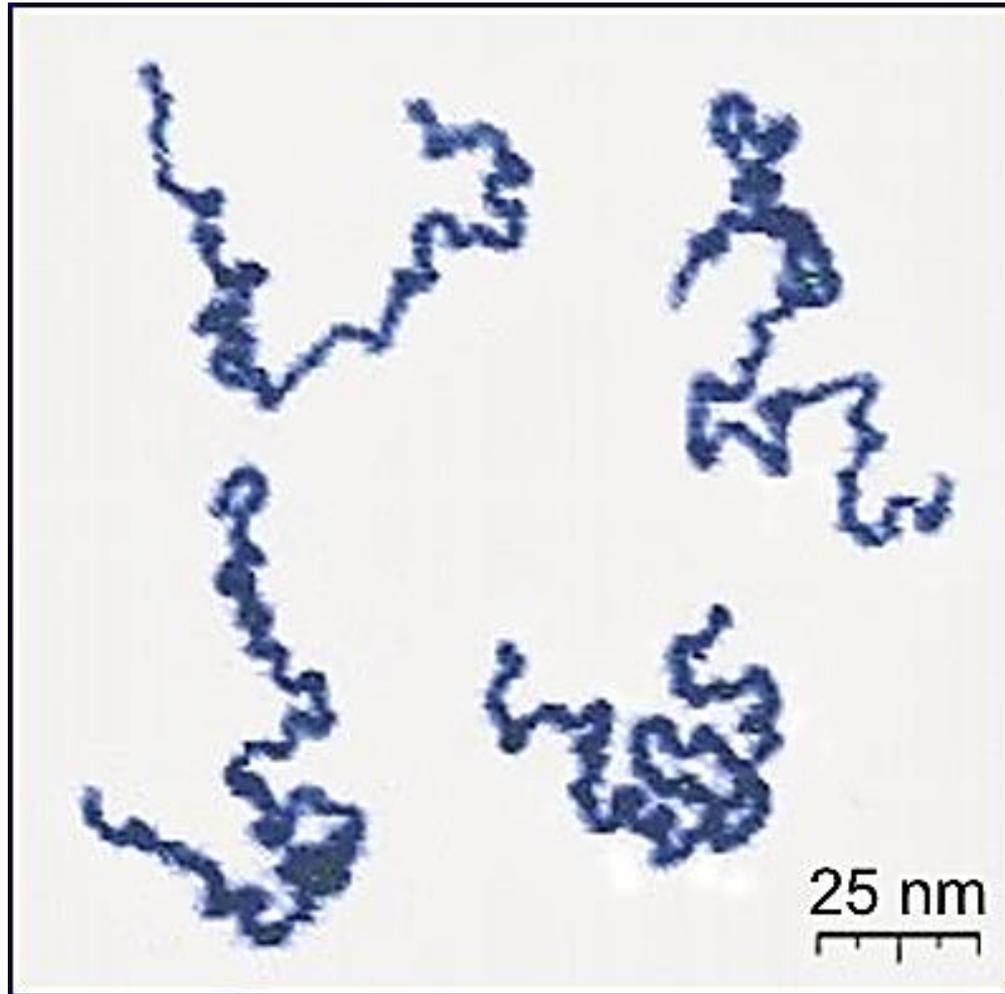
Etilénglicol



Unión uretano (carbamato)

En Conclusión

en una reacción por crecimiento en etapas, las cadenas en crecimiento pueden reaccionar entre sí para formar cadenas aún más largas. Esto es aplicable a cadenas de todos los tamaños. El monómero o dímero puede reaccionar del mismo modo que una cadena de cientos de unidades monoméricas.



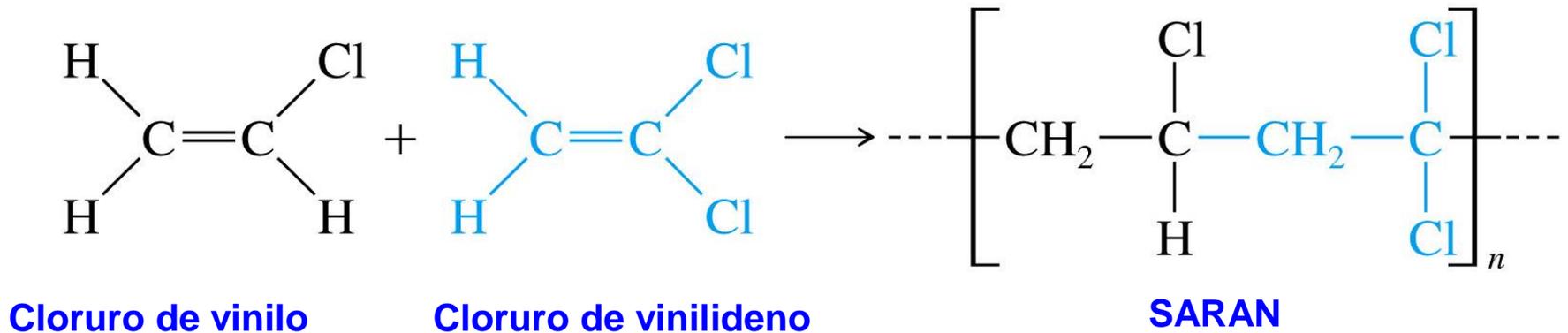
Apariencia de las cadenas de un polímero lineal real como se observaron usando microscopia de fuerza atómica sobre la superficie bajo un medio líquido. La longitud del contorno de la cadena para este polímero es de 204 nm; y un grosor de ~ 0.4 nm

Pero en una polimerización por crecimiento de cadena, sólo los monómeros pueden reaccionar con cadenas en crecimiento. Dos cadenas en crecimiento no pueden unirse como si se tratara de una polimerización por crecimiento en etapas.

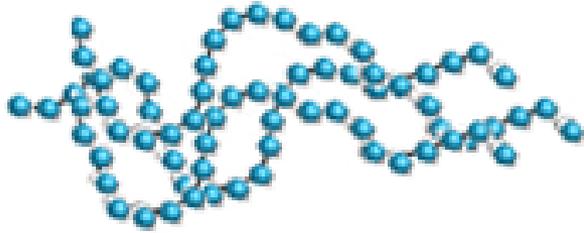
COPOLÍMEROS DE DOS Ó MÁS MONÓMEROS

muchos materiales poliméricos son polímeros que se hacen al polimerizar dos o más monómeros diferentes en forma simultánea

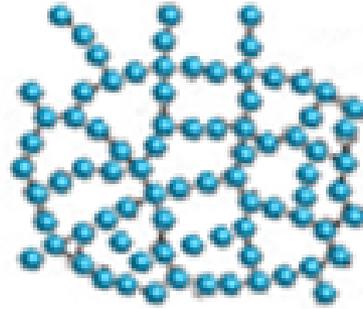
REACCIÓN GLOBAL



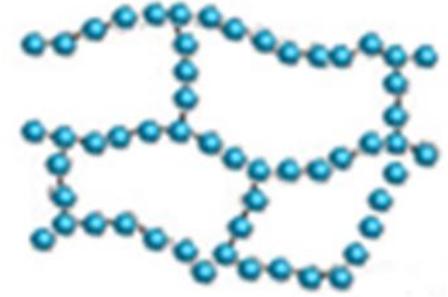
Por ejemplo, cuando se induce la polimerización de una mezcla de cloruro de vinilo y cloruro de vinilideno, la cadena en crecimiento se adiciona en forma preferente al monómero que no está en el extremo de la cadena



Termoplástico



Termofijo



Elastómero

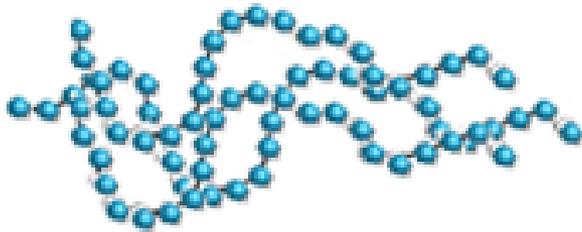
TERMOPLÁSTICOS

Pueden ser calentados y moldeados muchas veces.

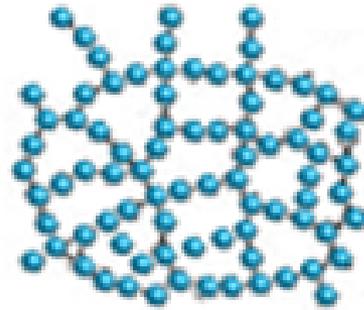
Los termoplásticos se ablandan cuando se calientan y pueden ser moldeados cuando están calientes.

El polímero se endurece cuando se enfría, pero puede ser reformado porque no hay enlaces entre las cadenas de polímero.

Algunos termoplásticos comunes son ABS (acrilonitrilo butadienestrieno), Nylon (poliamida), acrílico (metacrilato de polimetilo), PVC (cloruro de polivinilo), poliestireno, polipropileno y acetato de celulosa.



Termoplástico



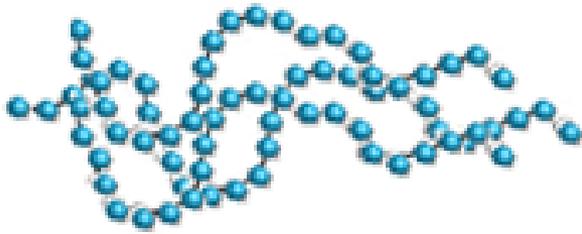
Termofijo



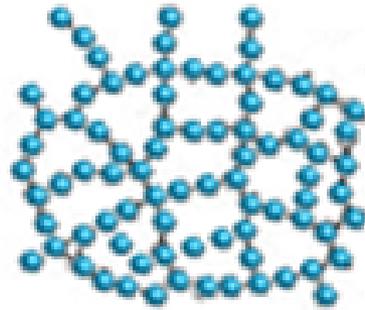
Elastómero

Termofijo

La reticulación determina muchas de las características de los termofijos. Los hace fuertes, dimensionalmente estables y altamente resistentes al calor y a los productos químicos. Un ejemplo familiar es la goma de silicona para hornear. La reticulación le permite soportar fácilmente temperaturas de 400 °C del horno y hace que sea inherentemente características antiadherentes muy deseables para el horneado, pero los termoendurecidos también tienen sus responsabilidades. En formas más duras, los plásticos termofijos no son tan resistentes al impacto como los termoplásticos y pueden tender a romperse. Los materiales no pueden ser reutilizados, y en algunos casos el acabado superficial puede ser difícil.



Termoplástico



Termofijo

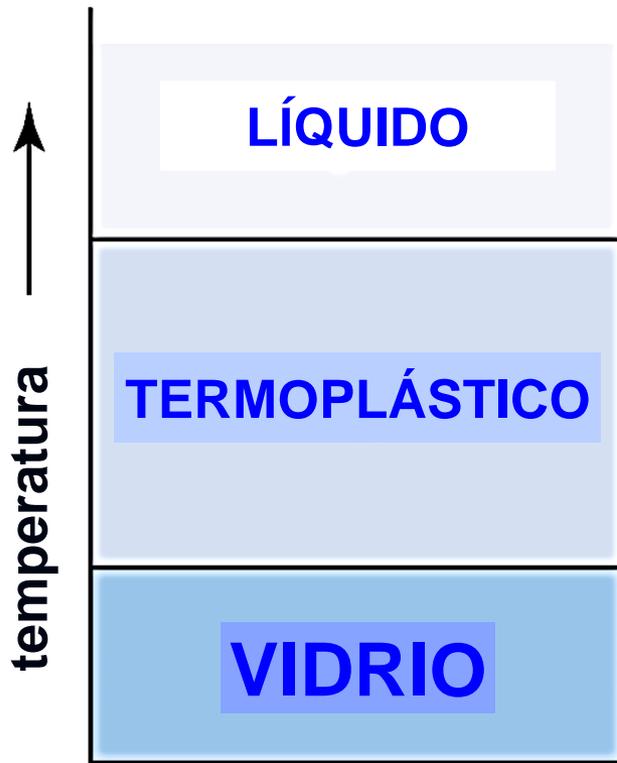


Elastómero

Elastómero

La principal característica de los materiales elastómeros es la alta elasticidad y flexibilidad o elasticidad de estos materiales, en contra de su rotura o agrietamiento.

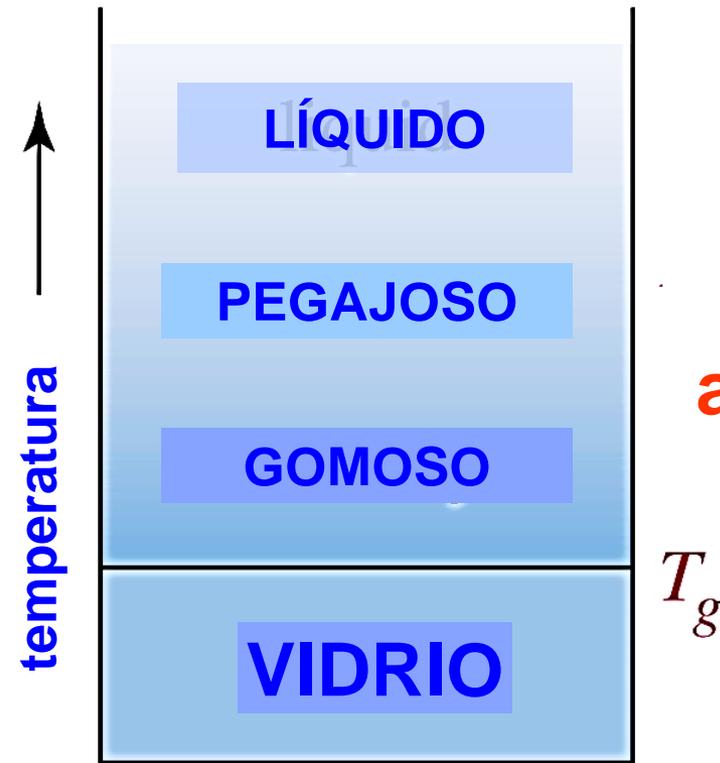
POLÍMEROS CRISTALINOS Y AMORFOS



T_m
definido

T_g

Polímero cristalino



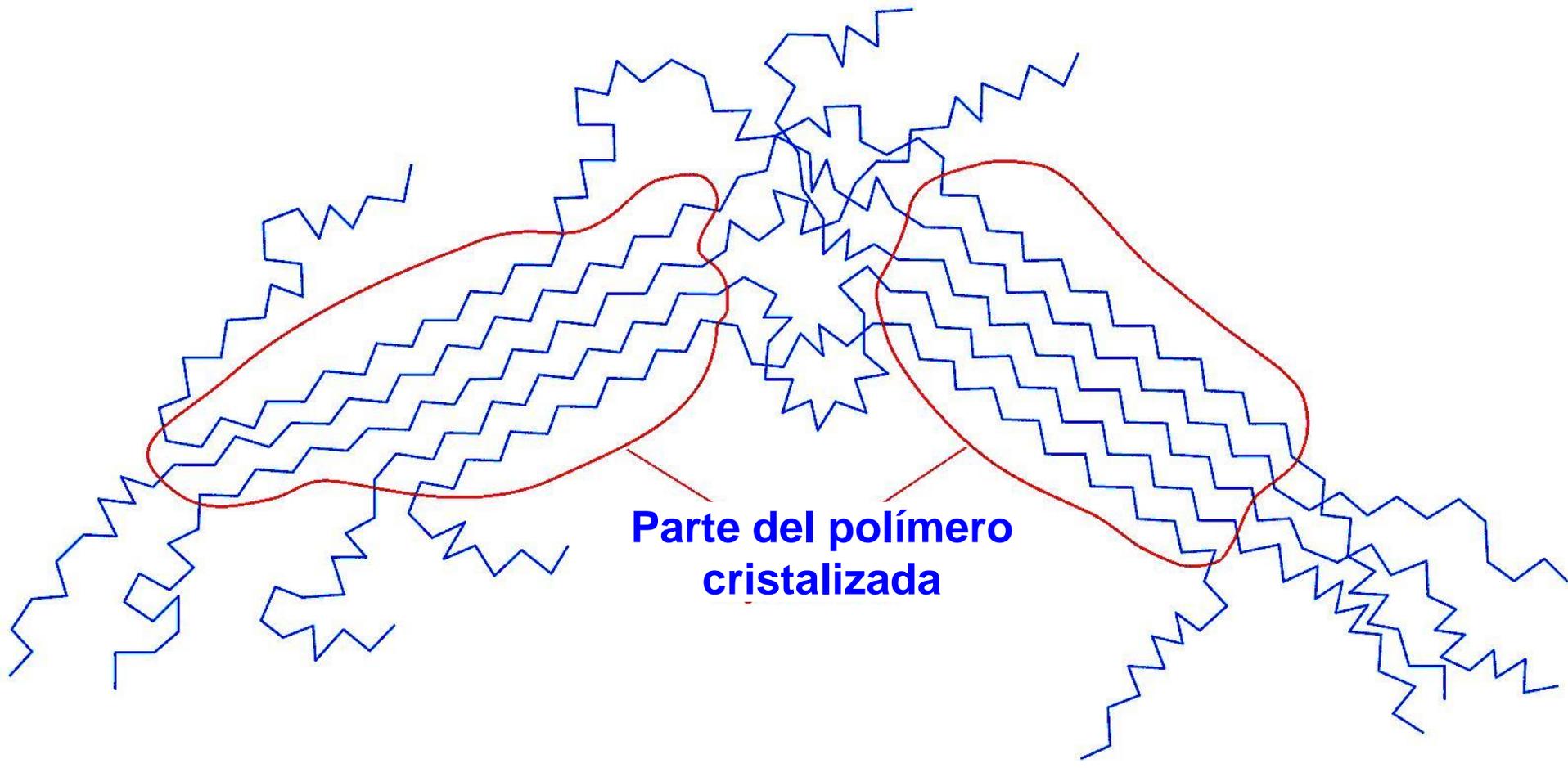
T_m
ancha

T_g

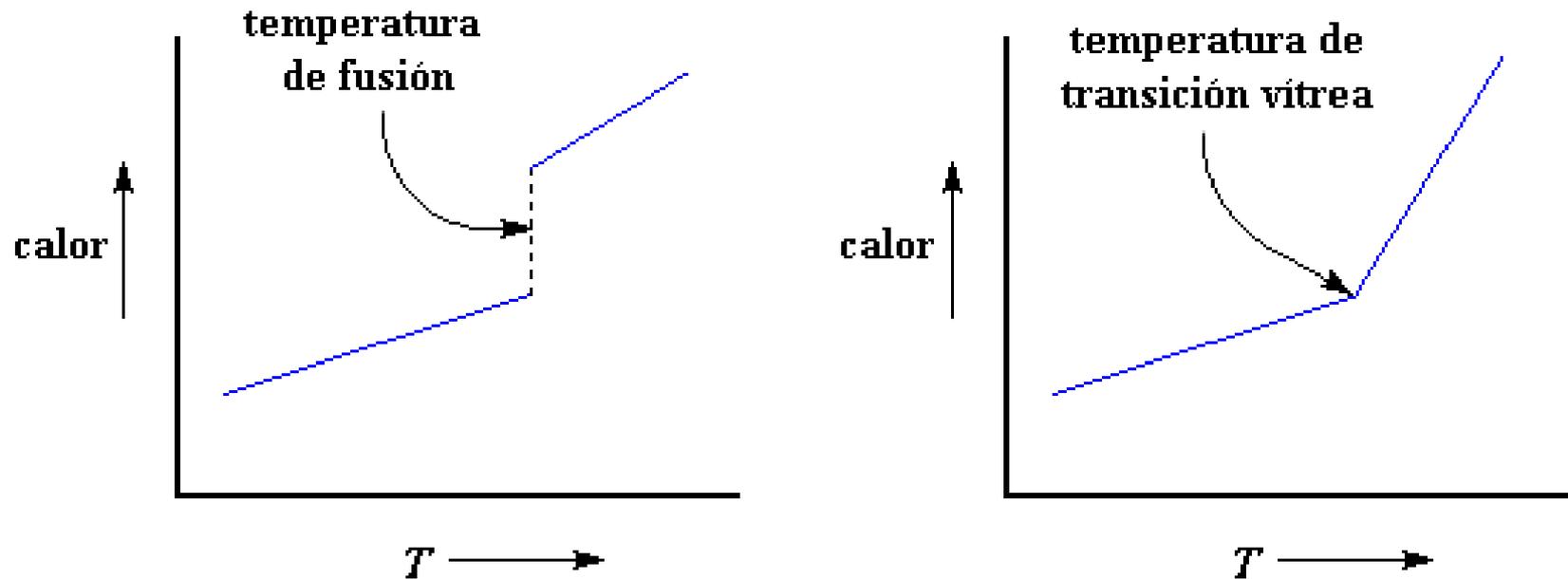
Polímero amorfo

La transición vítrea no es lo mismo que la fusión. La fusión es una transición que se manifiesta en los **polímeros cristalinos**. Ocurre cuando las cadenas poliméricas abandonan sus estructuras cristalinas y se transforman en un líquido desordenado. La transición vítrea es una transición que se manifiesta en los **polímeros amorfos**; es decir, polímeros cuyas cadenas no están dispuestas según un ordenamiento cristalino, sino que están esparcidas en cualquier ordenamiento, aún en estado sólido.

Pero incluso los **polímeros cristalinos** tienen alguna porción **amorfa**. Esta porción generalmente constituye el 40-70% de la muestra polimérica. Esto explica por qué una misma muestra de un polímero puede tener tanto una temperatura de transición vítrea *como* una temperatura de fusión.



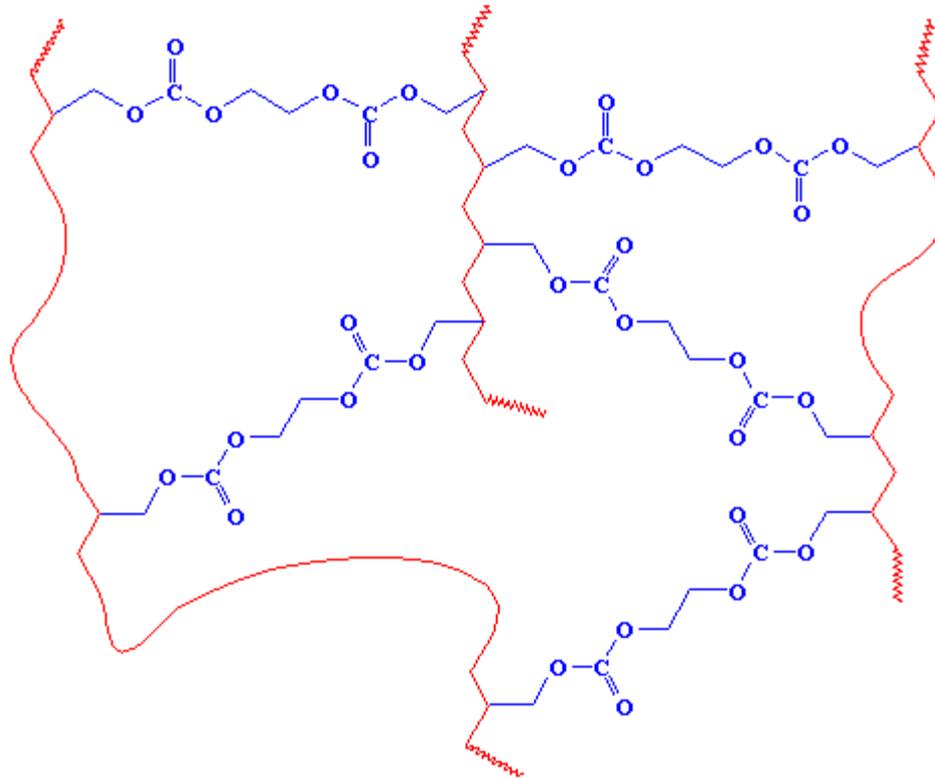
Existe otra gran diferencia entre fusión y **transición vítrea**. Cuando se calienta un polímero cristalino a velocidad constante, la temperatura aumentará a velocidad constante. La cantidad de calor requerida para incrementar un grado Celsius la temperatura de un gramo de polímero, se denomina *capacidad calorífica*.



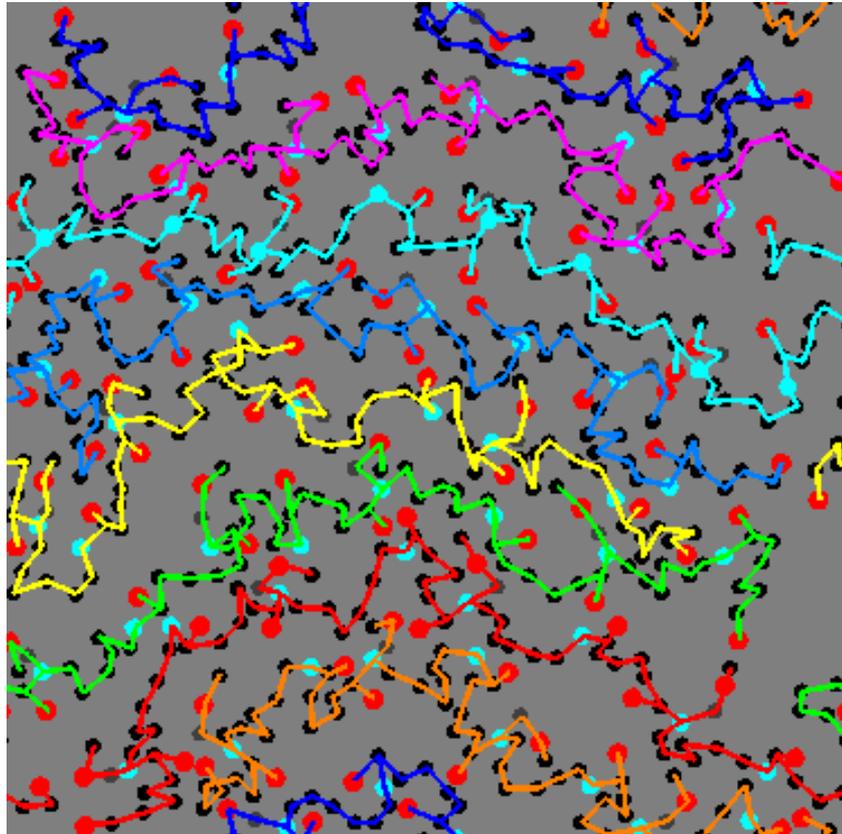
Gráficos calor vs. temperatura para un polímero cristalino (izquierda) y un polímero amorfo (derecha).

¿Qué es lo que influye para que la transición vítrea de un polímero sean 100 °C y de otro 500 °C?

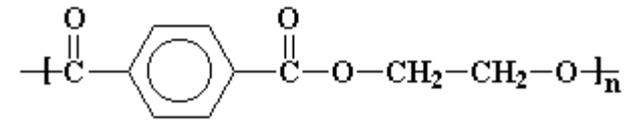
Todo depende de la facilidad con la que se muevan las cadenas. Una cadena polimérica que pueda movilizarse fácilmente, tendrá una T_g muy baja, mientras que uno que no se mueve tanto, tendrá una **T_g alta**.



Cuanto más fácilmente pueda moverse un polímero, menor calor habrá que suministrarle para que las cadenas empiecen a contornearse para salir de un estado vítreo rígido y pasar a otro blando y flexible.



POLIÉSTERES



Botellas plásticas irrompibles

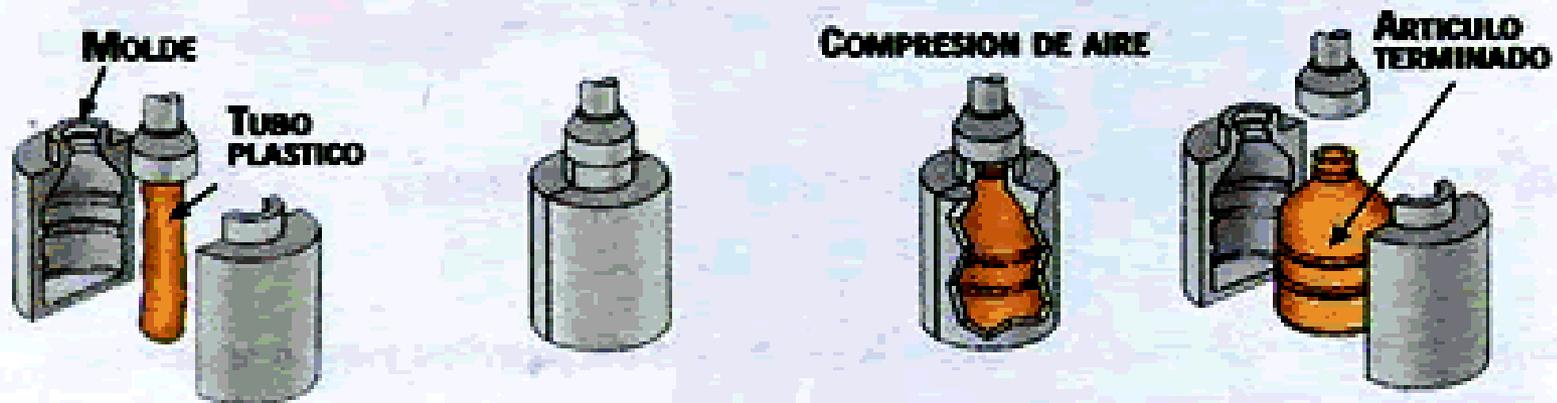


Obtención de envases para líquidos: PET

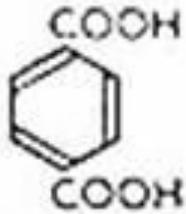
Proceso de Polimerización



Proceso de Moldeo

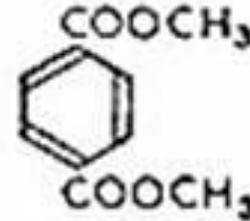
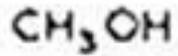


POLIÉSTERES

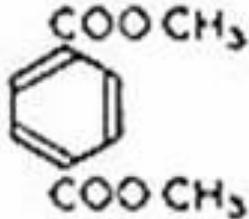


Ácido
tereftálico

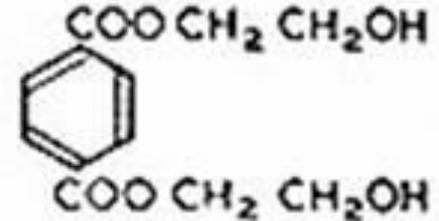
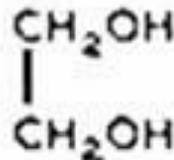
+



Tereftalato de
dimetilo

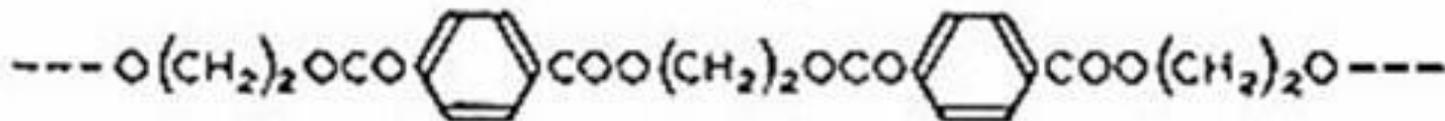


+



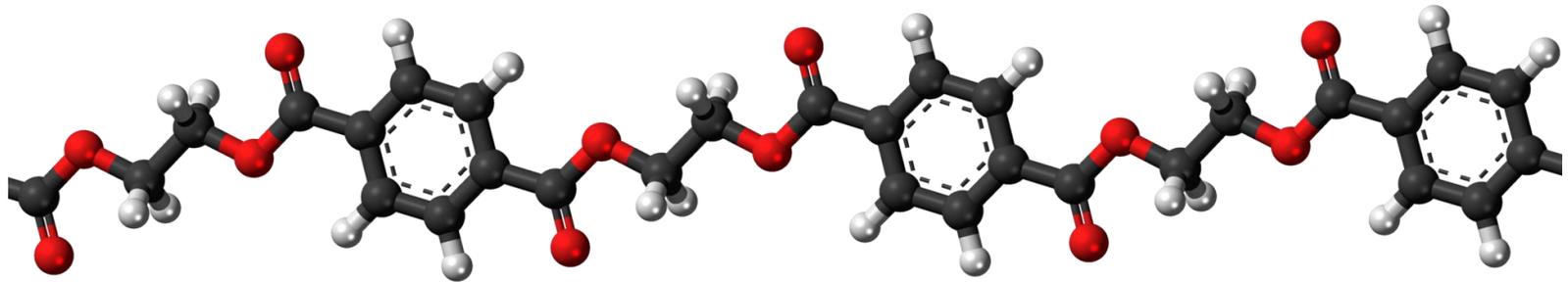
Dietilén-
glicol

Tereftalato de
dietilénglicol



PET

POLIÉSTERES



El Tereftalato de polietileno en general se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad. De acuerdo a su orientación presenta propiedades de transparencia, resistencia química; esta resina es aceptada por la Food and Drug Administration (FDA).

POLIÉSTERES

Envases para gaseosas, aceites, agua mineral, cosmética, frascos varios (mayonesa, salsas, etc.).

Películas transparentes

Laminados de barrera (productos alimenticios)

Envases al vacío

Bolsas para horno

Bandejas para microondas

Películas radiográficas

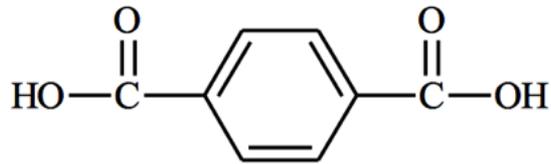
Cintas de video audio

Geotextiles (pavimentación /caminos)

En 1958 se desarrolló otra fibra poliéster llamada Kodel, la cual fue introducida por la compañía Eastman Chemical Products, Inc



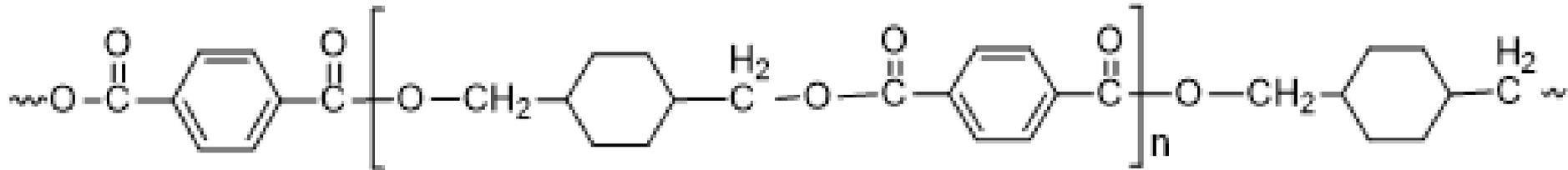
El poliéster *Kodel* se forma por medio de la transesterificación del tereftalato de dimetilo con 1,4-di(hidroximetilo)ciclohexano.



Ácido tereftálico

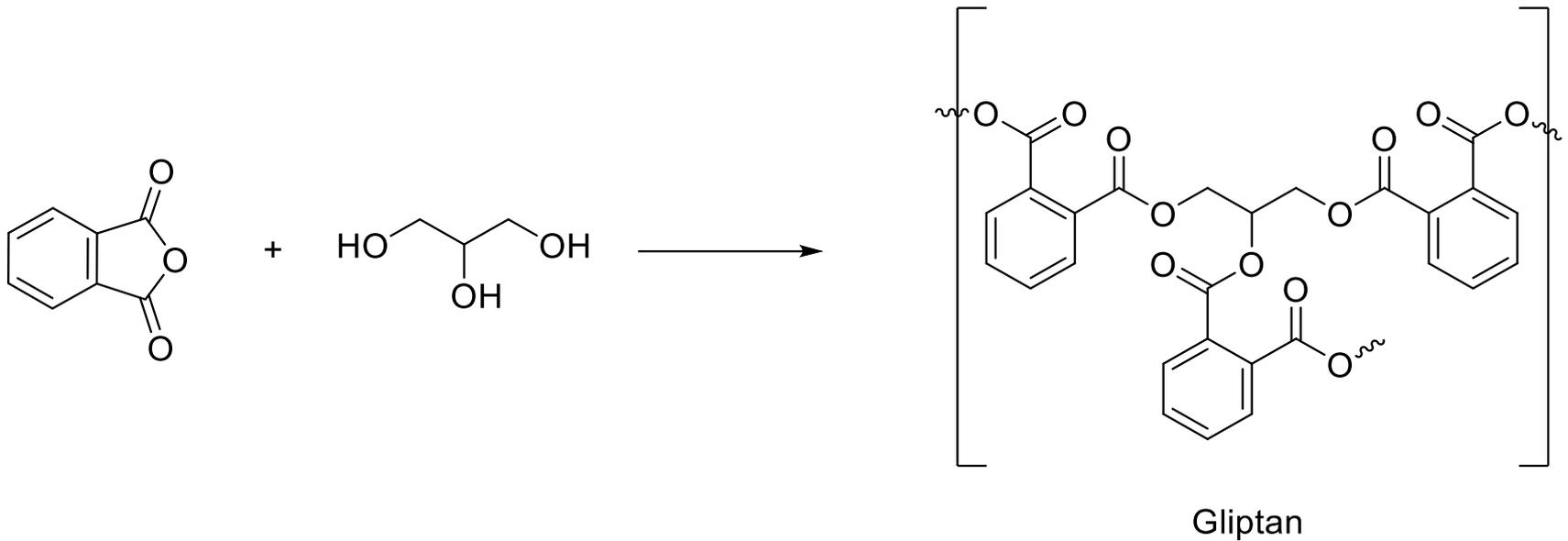


1,4-(dihidroximeti)ciclohexano



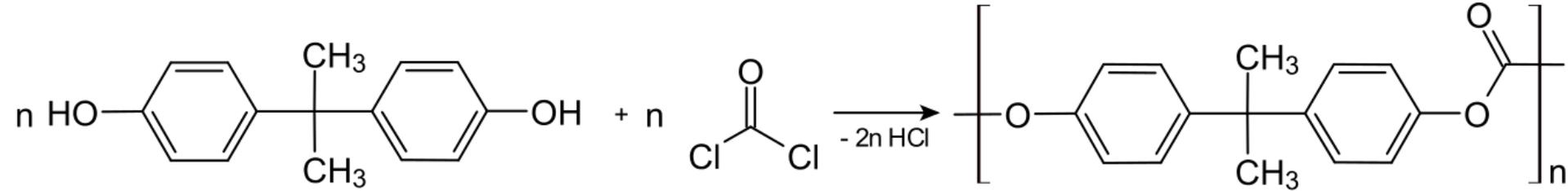
Kodel

La resina *Gliptal*® forma matrices de polímero sólidas y resistentes para partes electrónicas. El Gliptal se elabora a partir del ácido tereftálico y glicerol.



Otro poliéster importante es el gliptal, obtenido por la reacción entre el anhídrido ftálico y la glicerina que es muy utilizado en la fabricación de pinturas secantes. Los poliésteres también son utilizados en la fabricación de líneas de pesca, laminados, películas, etc.

El carbonato de dietilo sirve como una alternativa menos tóxica al fosgeno para la preparación de Lexan.



Lexan





https://en.wikipedia.org/wiki/Polycarbonate#/media/File:Polycarbonate_Greenhouse-00.jpg



https://en.wikipedia.org/wiki/Polycarbonate#/media/File:F-22_Raptor_and_pilot_at_Marine_Corps_Air_Station_Miramar_25_Jun_2010.jpg



https://en.wikipedia.org/wiki/Polycarbonate#/media/File:Laboratory_protection_goggles-blue.jpg



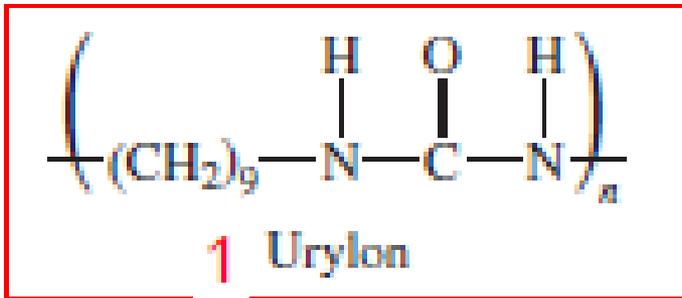
https://en.wikipedia.org/wiki/Polycarbonate#/media/File:Polycarbonate_water_bottle.JPG

Un *uretano* (sección 21-16) es un éster de un ácido carbámico (R—NH—COOH), monoamida del ácido carbónico. Los ácidos carbámicos, por sí solos, son inestables y se descomponen rápidamente formando aminas y CO₂. Sin embargo, sus ésteres (uretanos) son bastante estables.



Guantes de nylon-poliuretano

Las fibras de *Urylón* se utilizan como redes para pescar resistentes debido a que el polímero es relativamente estable a la luz UV y a ácidos o bases acuosos.



Aplicación: Guantes sin látex

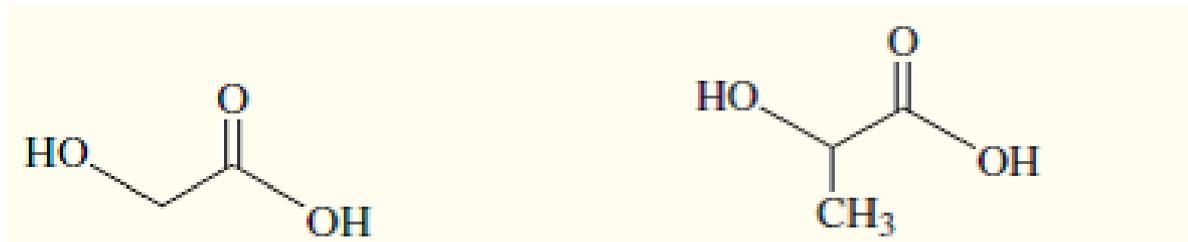
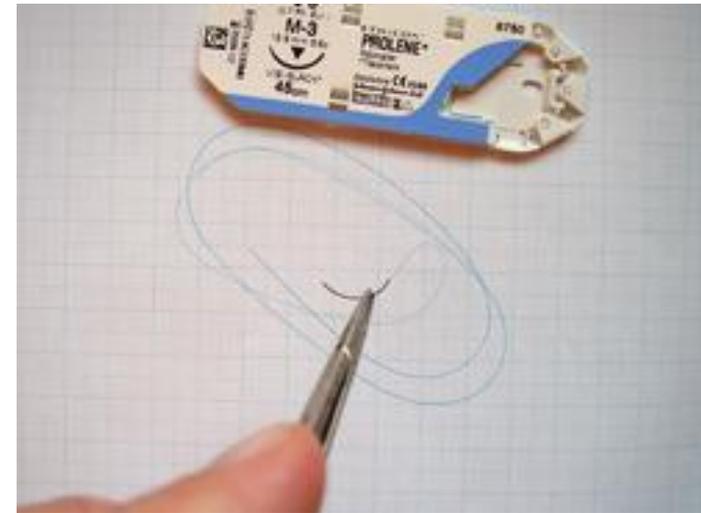
Los guantes quirúrgicos de látex causan alergias severas en algunas personas, especialmente en los trabajadores del sector salud que deben usar guantes durante la mayor parte de su jornada laboral. Los guantes de látex también se deterioran con el tiempo o en contacto con ungüentos y cremas a base de aceite. Los guantes sin látex a menudo están hechos de poliuretano, el cual causa menos reacciones alérgicas. Estos materiales de poliuretano se pueden utilizar para manipular cremas y ungüentos a base de aceite o de agua, y se deterioran menos cuando se almacenan.



Poliéster: Lactomer

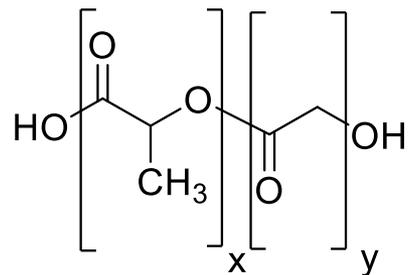
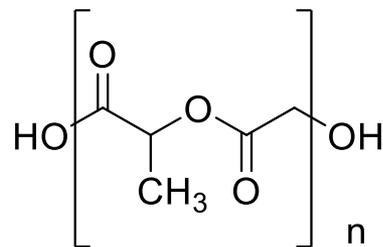
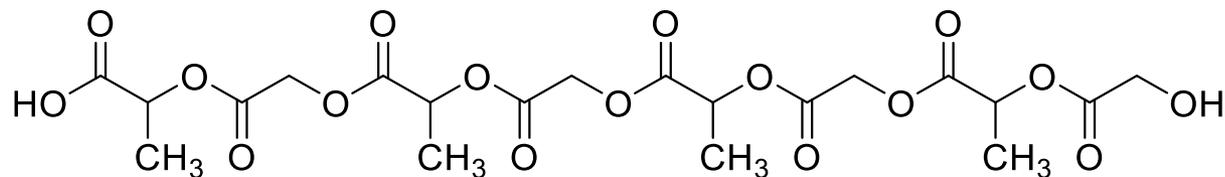
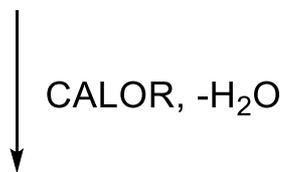
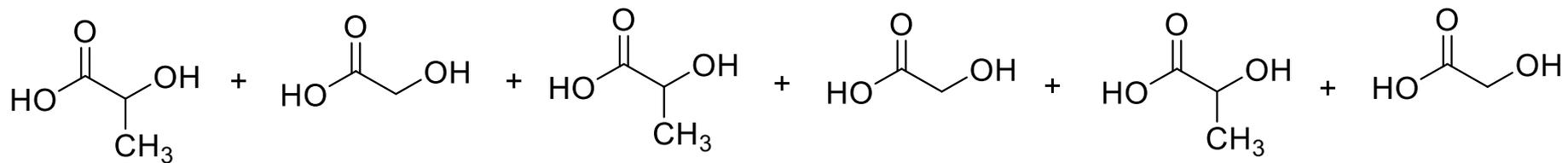
Copolímero alternado de ácido láctico y ácido glicólico.

El Lactomer se usa para materiales de suturas absorbibles debido a que los puntos de sutura de Lactomer se hidrolizan lentamente en un periodo de dos semanas y no tienen que sustraerse. Los productos de la hidrólisis, ácido láctico y ácido glicólico, son metabolitos normales y no provocan una respuesta inflamatoria.

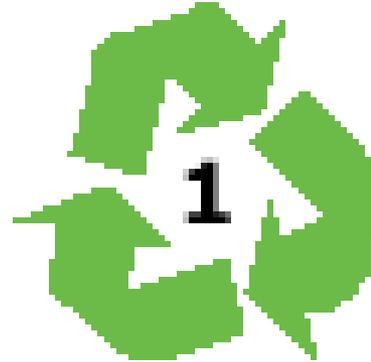


Ácido glicólico

Ácido láctico



RECICLADO



CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE LOS PLÁSTICOS



PET

POLIETILENO TEREFTALATO



HDPE

POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD



PVC

POLICLORURO DE VINILO



LDPE

POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD



PP

POLIPROPILENO



PS

POLIEESTIRENO



OTROS

CUALQUIER OTRO PLÁSTICO

Características del PET

- **Transparente (cristal)**
- **Buen brillo superficial**
- **Alta resistencia mecánica**
- **Alta rigidez**
- **Alta resistencia al calor**





BOTELLAS RECICLADAS DE REFRESCOS.



Coca-Cola de México, Coca-Cola Femsa y Alpla México, anunciaron la creación de la empresa **Industria Mexicana de Reciclaje** (IMER) y la inversión de más de \$20 millones de dólares en la construcción en México de la primera planta de reciclaje PET tipo botella-botella en América Latina. 25 mil toneladas de botellas hechas con material PET podrán ser procesadas cada año.

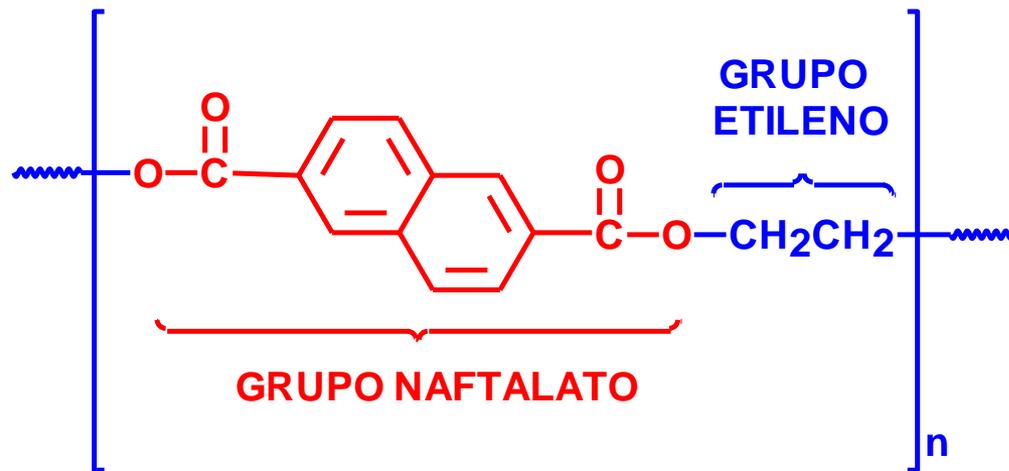


El inventor que descubrió primero cómo hacer botellas de PET fue NATHANIEL WYETH.

El PET tiene una TEMPERATURA DE TRANSICIÓN VÍTREA demasiado baja, es decir, la temperatura a la cual el PET se ablanda. El hecho de re-utilizar una botella de PET, requiere que la misma sea previamente esterilizada antes de que se utilice otra vez. Esto significa lavarla a temperaturas realmente altas, las cuales son temperaturas demasiado elevadas para el PET.

POLI (ETILÉN NAFTALATO) O PEN

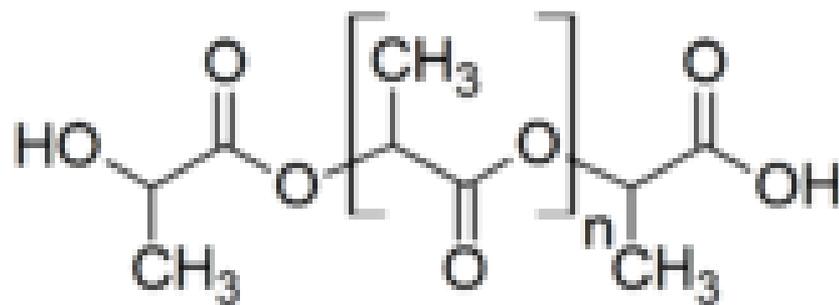
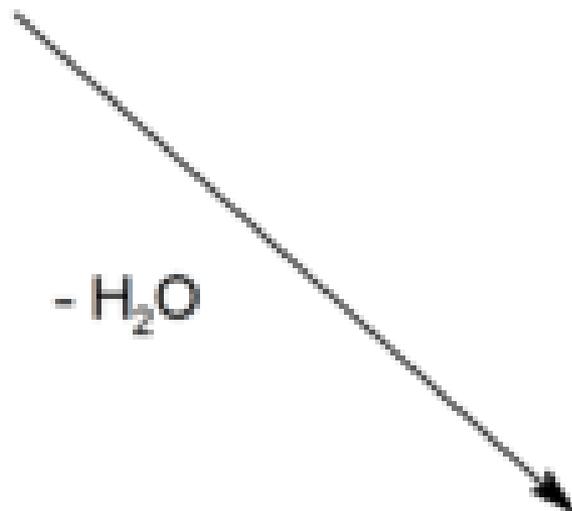
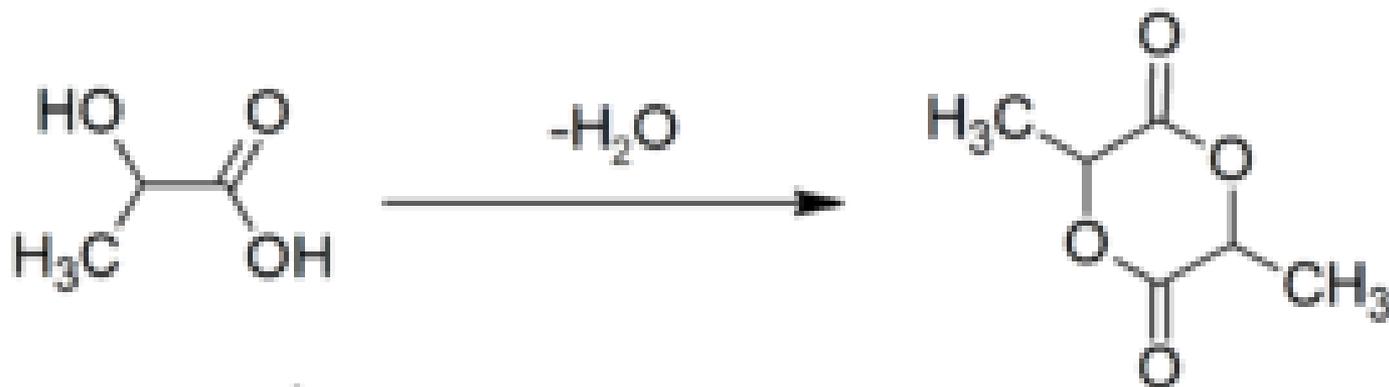
Hay una nueva clase de poliéster que representa justamente lo que se necesitada para los frascos de jalea y las botellas retornables. Es el poli (naftalato de etileno) o PEN.



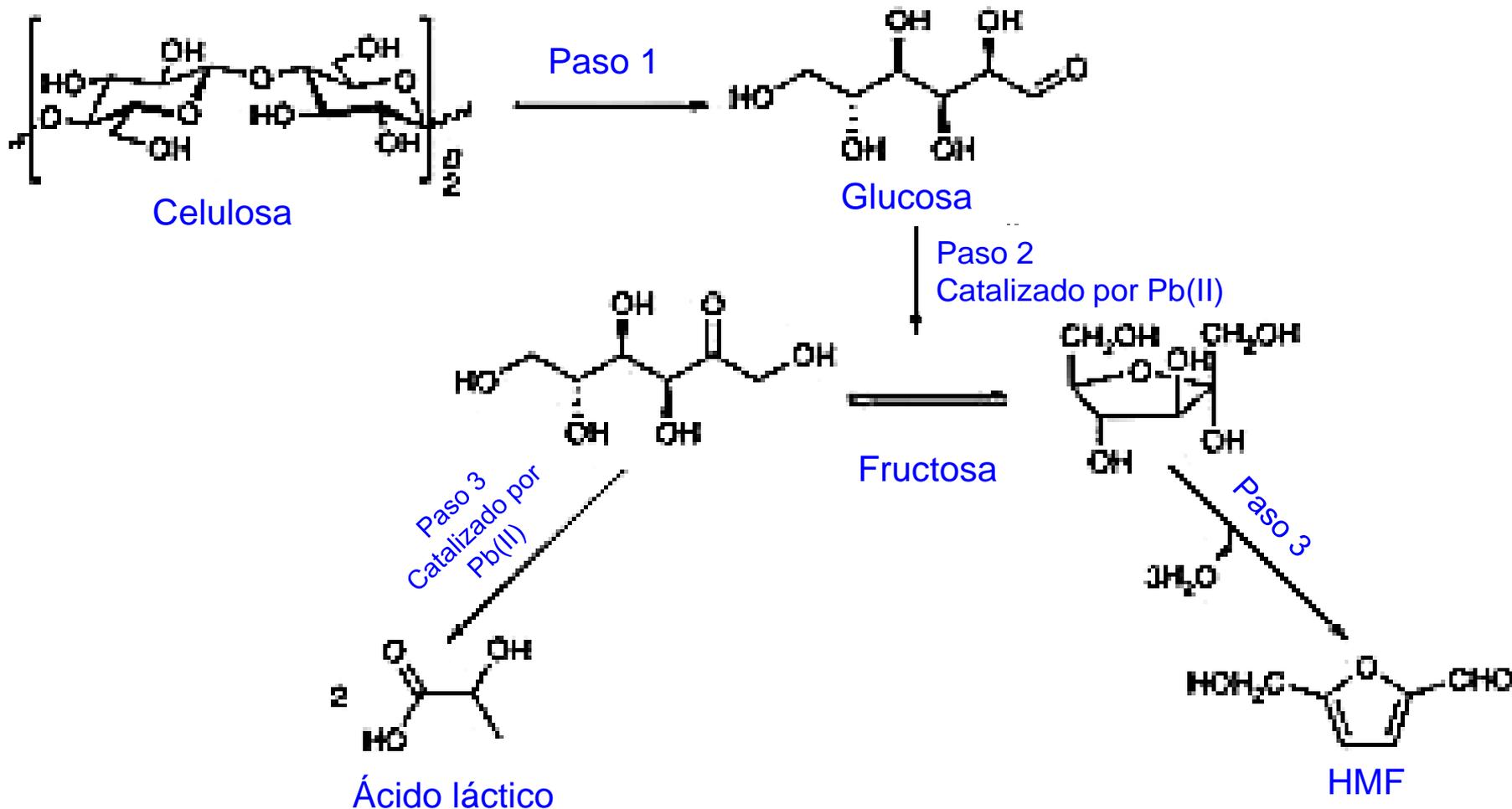
El PEN tiene una **temperatura de transición de vítrea** más alta que el PET. Ésa es la temperatura a la cual un polímero se ablanda. La temperatura de transición vítrea del PEN es lo suficientemente alta como para poder soportar el calor del lavado esterilizante de las botellas como una jalea de frutas caliente

POLIÉSTERES BIODEGRADABLES

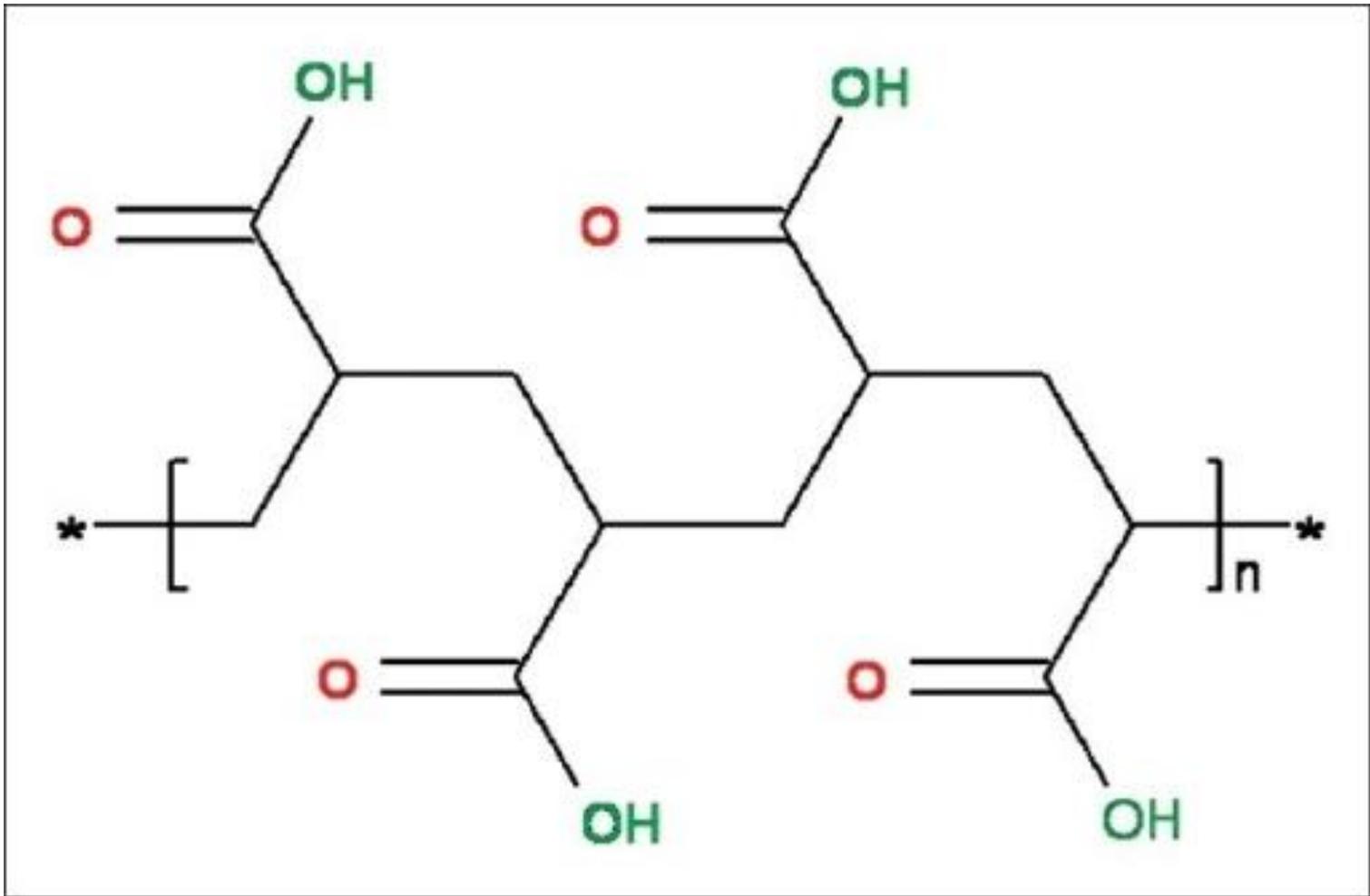
El ácido poliláctico o polilactida (PLA , Poly) es un poliéster alifático termoplástico biodegradable derivado de fuentes renovables , tales como almidón de maíz (en los Estados Unidos y Canadá) , raíces de tapioca , patatas fritas o almidón (principalmente en Asia) , o de la caña de azúcar (en el resto del mundo).



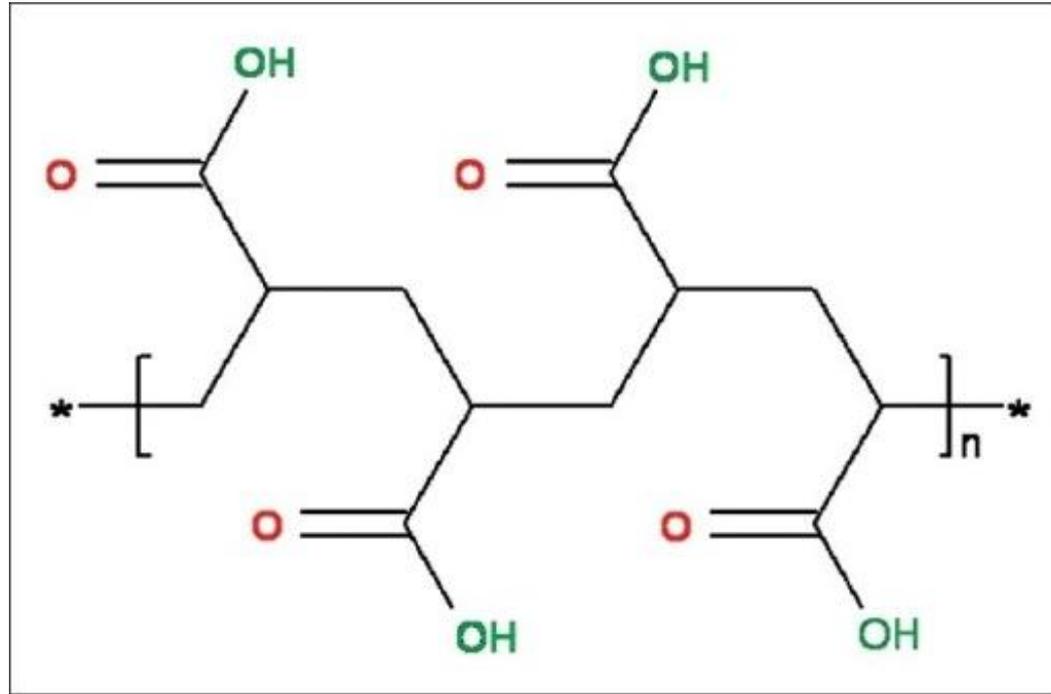




TRANSPOSICIÓN LOBRY de BRUYN-van EKENSTEIN



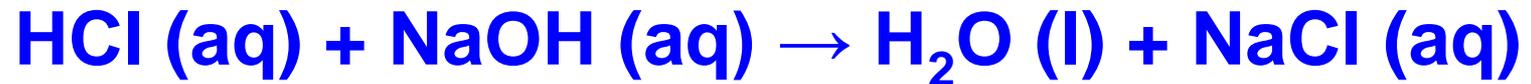
El **carbopol** (también denominado **carbomer**) es un polímero reticulado del ácido acrílico. Se trata de un polímero hidrofílico y, por lo tanto, no repele el agua.

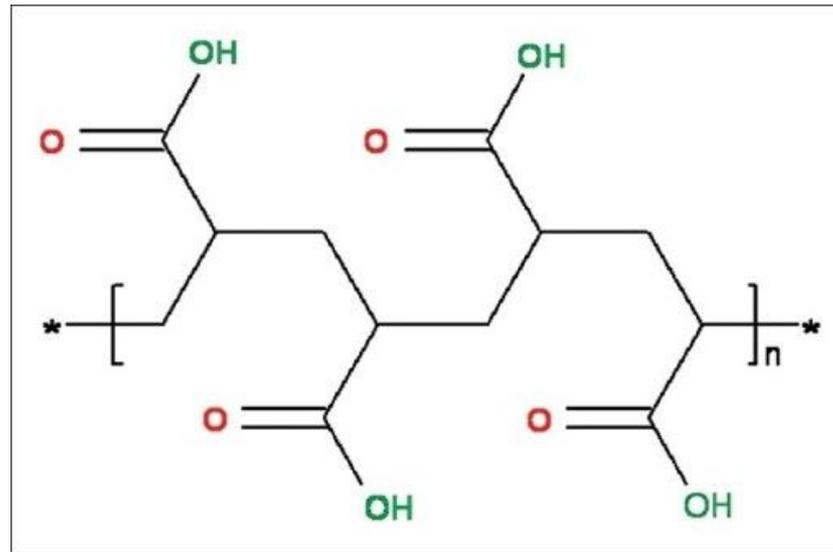


En su estructura molecular cuenta con gran cantidad de grupos carboxilo, propiedad que le permite aumentar su volumen en presencia de agua.

La gran capacidad del carbopol para dispersarse en agua y formar geles hace que sea una molécula muy frecuentemente utilizada en cosmética (como los geles fijadores para el cabello ó dentífricos) y en la industria farmacéutica (geles desinfectantes, geles medicamentosos...). Generalmente se utiliza en proporciones bajas, pues el carbopol puede absorber hasta cien veces su peso en agua dando lugar a geles de gran viscosidad.

Reacción ácido-base de acuerdo a la teoría de Brønsted-Lowry

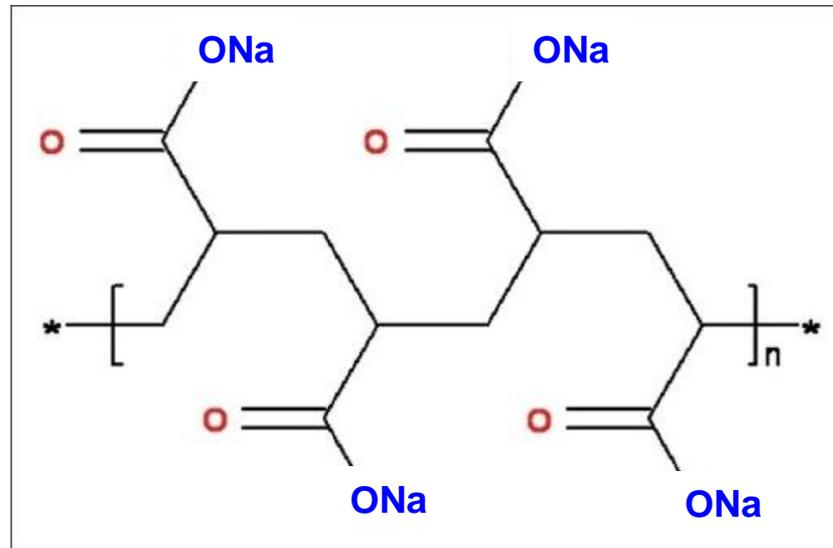




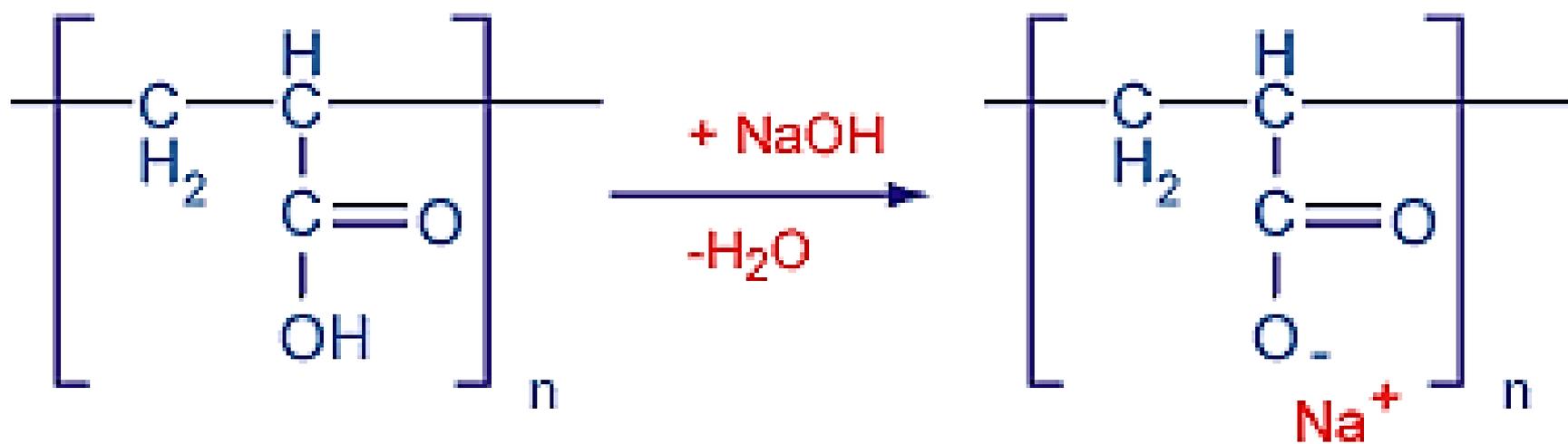
CARBOPOL



NaOH



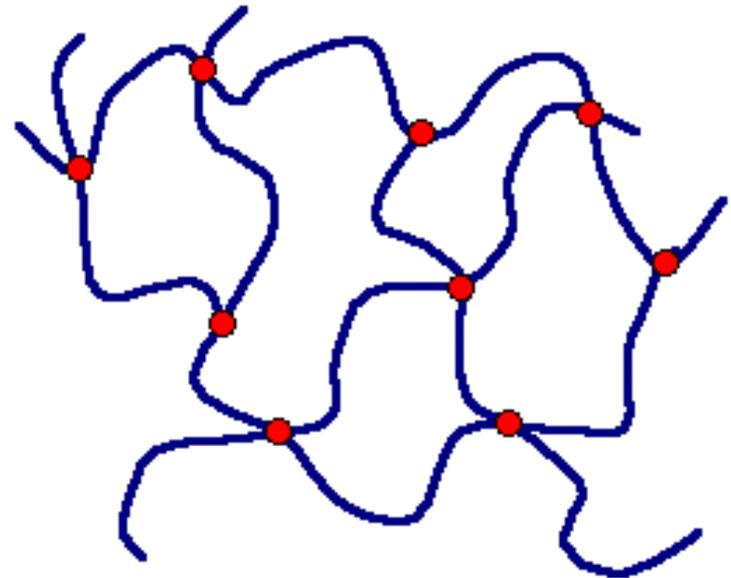
**POLIACRILATO
DE SODIO**



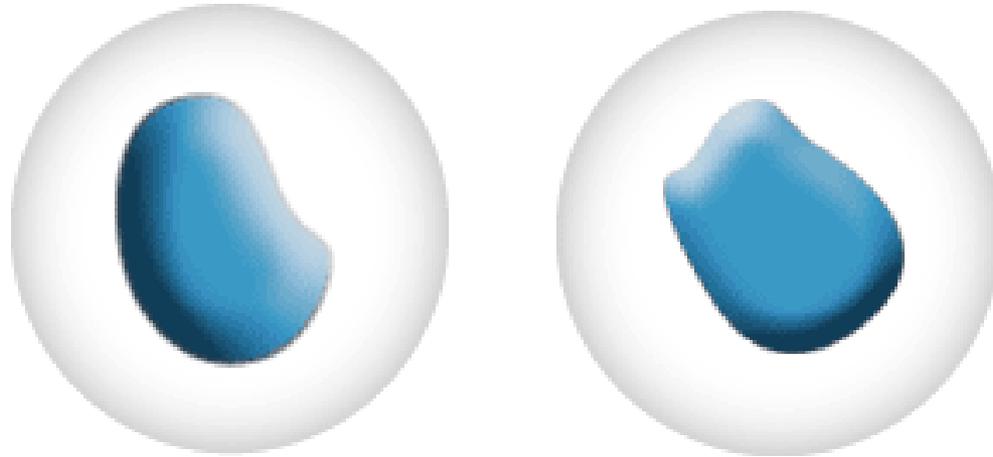
Obviamente no es el propio poli(ácido acrílico) el que se utiliza, sino su sal de sodio poli(acrílate de sodio). Tanto la sal de sodio como el ácido son miembros de la familia de los acrilatos. Estos polímeros son capaces de absorber bastante cantidad de agua, varias veces más que su propio peso (200 a 300 veces su propio peso). Esto permite mantener seca la piel de niños pequeños o adultos mayores



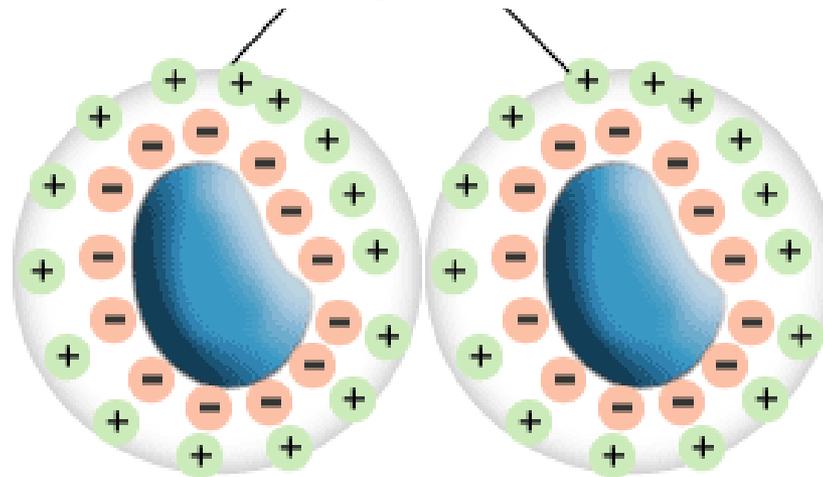
Polímero entrecruzado
seco



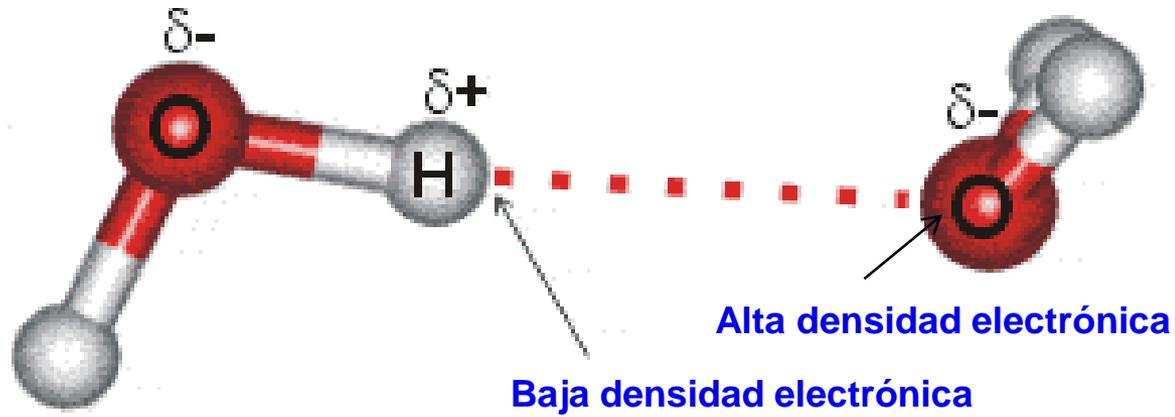
Polímero entrecruzado
húmedo



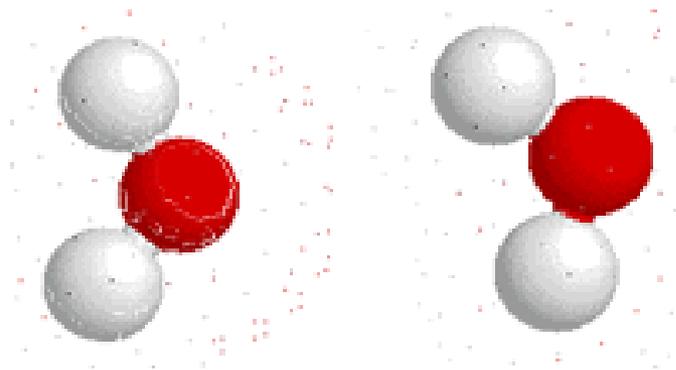
Doble capa electrica



Puente de Hidrogeno



Puente de Hidrogeno : moléculas de agua



ARAMIDAS

Stephanie Kwolek logró disolver el Kevlar (quedó una solución turbia cuando empleó ácido sulfúrico caliente)



Stephanie Kwolek
1923 - 2014

Paul W. Morgan
and Stephanie L. Kwolek
Textile Fibers Department
E. I. du Pont de Nemours & Co., Inc.

The Nylon Rope Trick

Demonstration of condensation

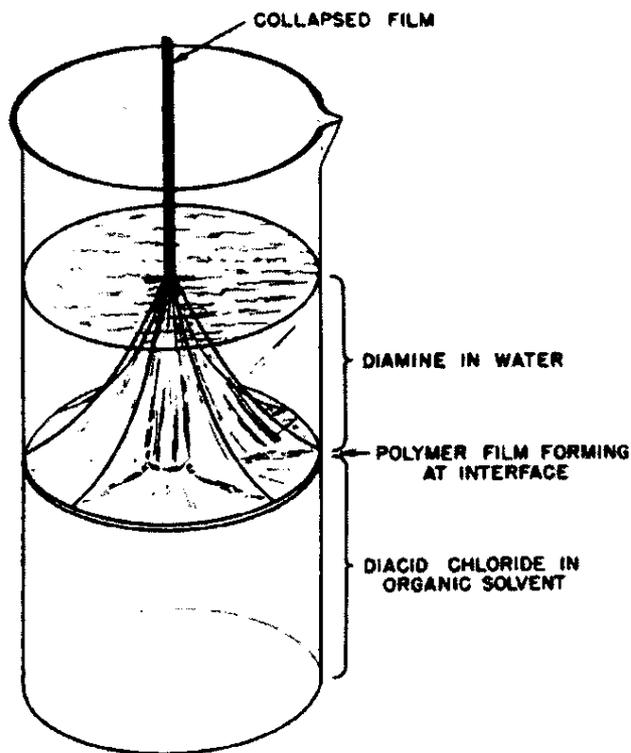


Figure 1. Polyamide film being removed from interface.

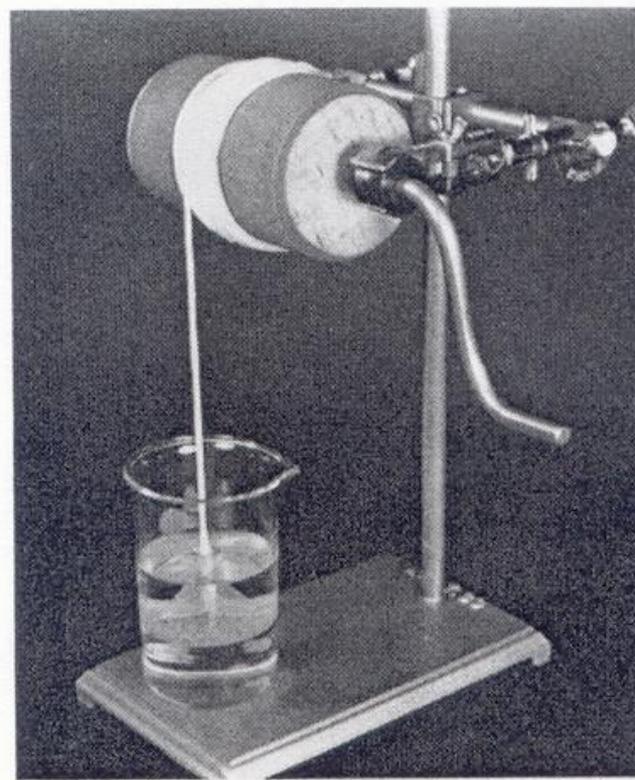
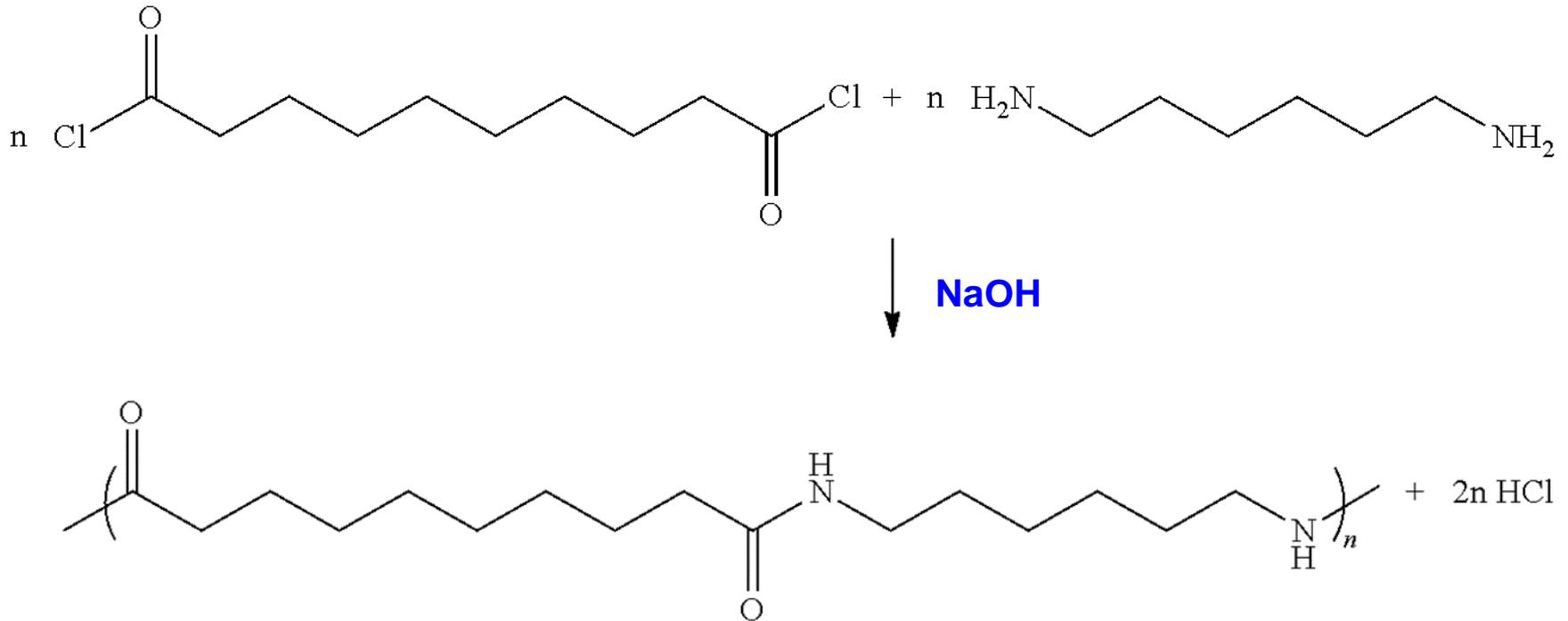


Figure 2. Manual winding device for continuously removing polyamide film from an interface.

¿Cómo se conoce a éste nylon?



NYLON-6,10



Diamina

Ácido dicarboxílico