

29 de Enero de 2006

**Nombre: Hernán Fernando Rosso
ID: MB1925SCH7185**

Licenciatura en Química

Trabajo de investigación

“Polímeros Sintéticos”

ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY
Honolulu, Hawaii

Índice

Introducción	3
Descripción	3
Análisis General	4
Fuerzas moleculares y enlaces químicos	5
Fuerzas intermoleculares y propiedades físicas	6
Química de Polímeros	7
Estructuras microquímicas y microquímicas	8
Propiedades macromoleculares y morfología de los polímeros	9
Características básicas de los polímeros	10
Características térmicas de los polímeros	11
Procesos de Polimerización	14
Diferentes tipos de polímeros utilizados en la industria	17
Homopolímeros y copolímeros.	23
Los polímeros y su importancia en la vida cotidiana	24
Discusión	27
Conclusión	28
Bibliografía	29

Introducción

Ningún otro grupo de compuestos orgánicos ha tenido un efecto tan notable en nuestra vida diaria como los polímeros sintéticos. Ya sea como plásticos, adhesivos o pinturas, los polímeros tienen una multitud de usos; con ellos se fabrican desde un vaso desechable para café hasta una válvula cardíaca artificial. La síntesis de polímeros constituye uno de los sectores más grandes en la industria química.

Un polímero es simplemente una molécula grande formada por enlaces repetidos de muchas unidades pequeñas llamadas monómeros. Es sabido, por ejemplo, que la celulosa es un gran polímero de carbohidratos constituido por unidades de glucosa repetidas, que las proteínas son grandes poliamidas formadas por la repetición de unidades de aminoácidos y que los ácidos nucleicos son grandes moléculas construidas por repeticiones de unidades de nucleótidos.

Los polímeros sintéticos son químicamente más sencillos que la mayoría de los biopolímeros, ya que las unidades monoméricas que se utilizan tienden a ser moléculas pequeñas, más simples y económicas. Sin embargo, existe una inmensa diversidad de estructuras y propiedades de los polímeros sintéticos, que dependen de la naturaleza exacta de los monómeros y de las condiciones de reacción utilizadas en la polimerización.

Lo cierto es que la importancia de los polímeros sintéticos es tan grande que sin ellos nuestra calidad de vida se reduciría a niveles alarmantes. Por ejemplo ¿cómo podríamos vivir nosotros sin plástico? ¿En qué habiéramos llevado nuestros útiles a la escuela? ¿cómo harían los ingenieros aeronáuticos para hacer más ligeros sus aviones de combate -hay plásticos que son más duros y menos densos que el acero ¿cómo haríamos para cargar nuestras compras al salir del supermercado? ¿Qué tan desnudos andaríamos o cuantas ovejas se esquilarían al día para los diseñadores y para el servicio de la moda? Sólo tomando a los plásticos como ejemplo de los polímeros sintéticos los beneficios son incalculables. Incluso algunos químicos han llamado al siglo pasado "el siglo de los plásticos".

Descripción

Indudablemente existe en el mundo de los polímeros una diversidad tal, que sería imposible, enumerar en un trabajo, la inmensa totalidad de especies poliméricas desarrolladas y existentes. Son embargo, se tratará de resumir en los más importantes, la utilidad y aporte que cada uno de ellos realiza a la industria en particular y a nuestra vida cotidiana en general.

En el comienzo se hará una descripción de cómo son las fuerzas de unión que participan y que puede estar involucradas en el desarrollo de cada una de las familias poliméricas.

Luego se enfocará el trabajo en las propiedades físicas en general y como pueden variar en función de la composición, la morfología, el tamaño de partículas, cada una de estas.

Es muy grande la versatilidad que existe en la ciencia de los polímeros, debido a la gran cantidad de monómeros, los cuales pueden estar presente en forma

individual, formando homopolímeros o bien combinados con otros monómeros para formar los copolímeros. En general se busca en este último caso, dar determinadas características a un producto final, aprovechando el aporte de cada uno de los monómeros presentes en la formulación.

Después de mencionarán las principales especies poliméricas existentes en el mercado, comenzando por la división establecida para la industria plástica, una de las más importantes. Luego se verán los participantes en la industria de la pintura, ya sea industrial o decorativa, para finalmente realizar un desarrollo particular, en todos aquellos sectores menos industriales pero que tienen cercano contacto con nuestra vida cotidiana, esto es, hacer mención de cómo participan los polímeros en la industria de la alimentación, la salud, la agricultura, etc.

Análisis General

Conociendo la estructura química y arquitectura molecular de los polímeros sintéticos se pueden construir los materiales que se deseen. Todo un mundo a disposición de quien quiera tomarlo.

Aunque antes de 1920 la lista de polímeros sintetizados para usos de la industria era de por lo menos diez, la segunda guerra mundial quizás fue el desencadenante para el aprovechamiento a nivel masivo de estos recursos. El nylon, por ejemplo, se desarrolló a raíz de la incapacidad de traer seda del Japón.

El consumo de polímeros o plásticos ha aumentado considerablemente en los últimos años. Estos petroquímicos han sustituido parcial y a veces totalmente a muchos materiales naturales como la madera, el algodón, el papel, la lana, la piel, el acero y el concreto.

Los factores que han favorecido el mercado de los plásticos son los precios de muchos materiales plásticos que son competitivos y a veces inferiores a los de los productos naturales, y el hecho de que el petróleo ofrece una mayor disponibilidad de materiales sintéticos que otras fuentes naturales.

Este aumento en el consumo de los plásticos lo comprobamos al observar que en 1974 se consumían 11 kilogramos por individuo, pero se calcula que para 1990 el consumo mundial será de 34.5 kilogramos per capita.

La crisis petrolera de 1974 también influyó en el aumento del consumo de los plásticos, sobre todo en la industria automotriz. Al aumentar los precios del petróleo, los países desarrollados se vieron obligados a buscar nuevas alternativas para ahorrar energéticos. Los plásticos ofrecieron una buena opción para lograr la meta, pues permitían disminuir el peso de los vehículos, lo cual repercutía en un ahorro en el consumo de combustible por kilómetro recorrido.

En 1979 los automóviles se construían usando un promedio de 4.5% de materiales plásticos. En 1980, este porcentaje subió hasta 10% del peso total.

Entre los polímeros usados para reducir el peso de los automóviles se encuentran los poliésteres, polipropileno, cloruro de polivinilo, poliuretanos, polietileno, nylon y ABS (acrilonitrilo-butadienoestireno). Sin embargo, el mercado más grande de los plásticos es el de los empaques y embalajes, siendo el polietileno el que ocupa el 43% en este campo.

Se verá en este trabajo, en qué forma los polímeros derivados del petróleo constituyen una parte muy importante de nuestra vida. Los encontramos en nuestros alimentos, medicinas, vestidos, calzado, casas, edificios, escuelas, oficinas, campos, fábricas y en todos los vehículos usados como medios de transporte.

Fuerzas moleculares y enlaces químicos

Toda consideración de la estructura de las moléculas deben comenzar con un estudio de los enlaces químicos, es decir, de las fuerzas que mantienen unidos a los átomos en una molécula. La naturaleza de estos enlaces es explicada por la mecánica cuántica en términos de un átomo consistente de un pequeño núcleo (que contiene la masa y la carga positiva) rodeado de una nube electrónica o capas de electrones relativamente lejanas. Sabemos que existe un máximo de electrones que pueden ser acomodados en cada capa: dos en la primera, ocho en la segunda, etc. Se alcanza la estabilidad máxima cuando se completa la capa externa. Los electrones exteriores son los más débilmente sujetos (electrones de valencia) y, por lo tanto, los que están involucrados en la formación de enlaces primarios dando lugar a las reacciones químicas.

Enlaces primarios

Enlace iónico: resulta de la transferencia de electrones. Se dijo que la configuración electrónica más estable para todos los átomos se encuentra cuando tienen su capa externa completa. Esta configuración puede obtenerse por donación de un electrón de un átomo a otro, dando como resultado cargas electrostáticas en los átomos, que generan las fuerzas atractivas involucradas en estos enlaces iónicos. Estos enlaces generalmente no se encuentran en las macromoléculas, pero se utilizan iones bivalentes para proporcionar enlaces cruzados en los materiales llamados ionómeros.

Enlace covalente: se forma cuando uno o más pares de electrones de valencia son compartidos entre dos átomos, resultando la formación de capas electrónicas estables. Este tipo de enlaces es predominante en los polímeros. También en este caso, la fuerza de unión es la atracción electrostática, esta vez entre cada electrón y ambos núcleos.

Enlace coordinado: es similar al covalente en que se comparten electrones para producir octetos estables, pero en este caso, los electrones compartidos proceden del mismo átomo donante. Este tipo de enlaces tiene propiedades intermedias entre los enlaces iónicos y los covalentes.

Enlaces secundarios

La experiencia muestra que incluso de ser saturadas todas las valencias primarias con moléculas covalentes, quedan aún fuerzas que actúan entre las moléculas. Estas son conocidas como fuerzas de enlaces secundarios o intermoleculares, llamadas fuerzas de van der Waals.

Fuerza de dipolo: cuando diferentes átomos de una molécula llevan cargas eléctricas iguales y opuestas, se dice que la molécula es polar y que tiene un momento dipolar. A distancias grandes esta molécula actúa como un sistema eléctricamente neutro, pero a distancias moleculares la separación de carga se hace significativa y posee una fuerza neta de atracción intermolecular.

Fuerzas de inducción: una molécula polar influye también sobre las moléculas circundantes que no tienen por sí mismas dipolos permanentes. El campo eléctrico asociado a un dipolo causa ligeros desplazamientos de los electrones y núcleos de circundantes, lo que crea dipolos inducidos. La fuerza intermolecular entre los dipolos permanentes y los inducidos se llama polarizabilidad de la molécula

Fuerza de dispersión: todas las moléculas tienen momentos bipolares variables con el tiempo y cuyo promedio es cero y que surgen de las diferentes configuraciones instantáneas de los electrones y los núcleos, estas fluctuaciones llevan perturbaciones de las nubes electrónicas de los átomos vecinos y dan lugar a fuerzas atractivas llamadas fuerzas de dispersión, las cuales están presentes en todas las moléculas. En los materiales no polares existen sólo estas fuerzas.

Enlace de Hidrógeno: Se produce un enlace de hidrógeno o puente de hidrógeno cuando un átomo de hidrógeno se encuentra entre dos átomos más electronegativos, estableciendo un vínculo entre ellos. El átomo de hidrógeno tiene una carga parcial positiva, por lo que atrae a la densidad electrónica de un átomo cercano en el espacio. Su consideración es fundamental para la explicación de procesos como la solvatación o el plegamiento de proteínas.¹

Fuerzas intermoleculares y propiedades físicas

Las fuerzas de enlaces secundarias no son importantes en la formación de compuestos pero conducen a la agregación de moléculas separadas en fases sólidas o líquidas, de lo que resultan muchas propiedades físicas tales como la viscosidad, volatilidad, miscibilidad y solubilidad, etc. Las fuerzas de van der Waals y los enlace puente de hidrógeno determinan la robustez y utilidad de un polímero. Por ejemplo, para que el polietileno (fuerzas intermoleculares muy bajas) presente propiedades de plástico, debe tener un peso molecular de al menos 1000000, mientras que en el extremo, el NYLON (fuerzas intermoleculares grandes) posee propiedades de fibra o hebra cuando su peso molecular oscila en 50000.

¹ Guillermo Bruno (1999) – Polímeros, Clariant Argentina.

Volatilidad y peso molecular: la tendencia de una molécula a volatilizarse es función de la energía traslacional total y por consiguiente de la temperatura. El punto de ebullición depende de la relación entre la energía traslacional y la cohesiva de modo que es función de los pesos moleculares. Para altos pesos moleculares, la energía cohesiva por molécula es mayor que la energía de enlace primario y las moléculas se descomponen antes de volatilizarse, esto ocurre a pesos moleculares mucho menores que los de los polímeros.

Efecto de la polaridad: una molécula con grupos fuertemente polares, ejerce fuerzas atractivas muy fuertes sobre sus vecinas, por lo que se obtienen puntos de ebullición y fusión más altos.

Miscibilidad y solubilidad: el efecto térmico de mezcla o disolución es la diferencia entre la energía cohesiva de mezcla y de los componentes individuales puros. Sin entrar en detalles termodinámicos, como regla general se puede decir que un calor de mezcla negativo favorece la solubilidad y un calor de mezcla positivo favorece la inmiscibilidad.

Disolución de polímeros: la disolución de un polímero es un proceso lento que ocurre en dos etapas. Primero, las moléculas de disolvente se difunden lentamente dentro del polímero produciendo un gel hinchado. Esto puede ser todo lo que ocurra si, por ejemplo, las fuerzas intermoleculares polímero-polímero son grandes debida a enlaces reticulares, cristalinidad o fuertes enlaces de hidrógeno; pero si estas fuerzas pueden superarse por la interacción polímero-solvente puede tener lugar una segunda etapa que es la disolución, en la que el gel se desintegra gradualmente en una verdadera disolución.

La solubilidad se produce cuando la energía libre de la mezcla:

$$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$$

es negativa. Para moléculas razonablemente no polares y en ausencia de puentes de hidrógeno, ΔH es positivo y se supone que es el mismo que el que se deriva para la mezcla de moléculas pequeñas².

Química de Polímeros

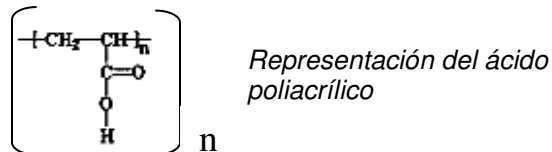
Un polímero es un compuesto de alto peso molecular (debido a esto llamados macromoléculas), cuya molécula está constituida por la repetición de pequeñas unidades simples unidas por enlaces covalentes.

El término resina es frecuentemente usado para referirse a cualquier material en estado polimérico; originalmente se refería a productos naturales, sin embargo, se ha vuelto común el uso de este término para referirse a polímeros sintéticos,

² Lic. Alfredo Berté (1999) – Propiedades Físicas de Polímeros - SATER

particularmente a los precursores de polímeros, tales como resinas epoxi o fenólicas.

Normalmente se representa un polímero como la unidad repetitiva, denominada mero, de la estructura, entre corchetes y con un subíndice "n" que simboliza el número de unidades repetitivas:



Estas unidades repetitivas son usualmente equivalentes o casi equivalentes al monómero o material que de partida con el que se forma el polímero; es decir que un monómero es la pequeña molécula utilizada como material de partida para la producción del polímero.

El tamaño de cadena, en unidades de peso, es el peso molecular. Cuando usamos la palabra polímero, generalmente hablamos de moléculas cuyo peso molecular está en el rango de varios miles o más.

La longitud de la cadena de un polímero viene especificada por el número de unidades que se repiten en la cadena. Este es el grado de polimerización (DP). Teóricamente, el peso molecular de un polímero es simplemente el peso molecular de la unidad repetitiva por el grado de polimerización.

Los productos poliméricos contienen moléculas que poseen longitud de cadenas muy distintas, de modos que se obtiene una distribución de pesos moleculares que puede ser calculada estadísticamente. El peso molecular es de significativa importancia, debido a su efecto en las propiedades tales como solubilidad, reología, velocidad de secado, performance.

Todos los polímeros, debido a sus métodos de producción son realmente mezclas o distribución de distintos pesos moleculares, por lo que se determina un promedio que depende del método de medición (viscosimetría, osmometría, dispersión de la luz, etc.).

El grupo funcional de un monómero es un arreglo particular de átomos en la molécula que es capaz de llevar adelante la reacción de polimerización. La funcionalidad de un monómero es la cantidad de grupos funcionales por molécula³.

Estructuras microquímicas y microquímicas

Las características importantes de un polímero dependen de su estructura química, que se puede dividir en dos partes:

Estructura microquímica o primaria: se refiere a la naturaleza de los átomos de la cadena y de los sustituyentes, los cuales forman la unidad repetitiva.

Estructura microquímica o catenaria se refiere a la cadena en su totalidad sin tener en cuenta los átomos que la componen.

³ Stevens M.P. (1990), Polymer chemistry, 2d edición.

En realidad existen varias jerarquías de estructuras: dado un tipo de estructura primaria, ésta se desarrolla en el espacio de muchas maneras, a esto se lo llama estructura secundaria o conformacional y además, en las macromoléculas de grado de ordenamiento muy complejo, existen estructuras terciarias.

Volviendo a la estructura microquímica se puede encontrar:

Polímeros de cadena lineal: es un polímero en cuya molécula los átomos están colocados en una larga estructura en forma semejante a los eslabones de una cadena. Esta cadena es la “cadena catenaria”. Normalmente, algunos de sus átomos tendrán pequeños grupos pendientes unidos a ellos (estas cadenas pendientes son sólo unos pocos átomos, pero la cadena catenaria usualmente tiene cientos de miles de átomos).

Polímeros ramificados: son aquellos en cuya molécula se presentan cadenas pendientes de la principal, las ramificaciones, que están formadas por cadenas de más de 30 ó 40 átomos, esto los diferencia de los polímeros lineales.

Dentro de estos, existen distintas estructuras, como por ejemplo de estrella, de peine, dendritas, escalera.

Polímeros reticulados: los que presentan estructuras tridimensionales los cuales forman retículos más o menos al azar. No es posible descubrir una cadena pues están todas unidas entre sí. Originalmente fueron cadenas lineales o ramificadas que se han juntado por una serie de factores entre los cuales se encuentran el calor y los agentes químicos, entre otros.

Una diferencia importante entre estos tipos de polímeros es la siguiente: la mayoría de los polímeros lineales son termoplásticos, cuando la temperatura se eleva hasta cierto valor, se ablanda, puede fluir y deformarse bajo la fuerza de la gravedad o fuerzas mecánicas y vuelve al estado original sólido cuando se enfría. Estos polímeros se pueden solubilizar en los solventes apropiados.

Por el contrario, los polímeros reticulados, debido a los enlaces covalentes involucrados en la cohesión de cadenas, no son solubles en muchos solventes, no fluyen cuando la temperatura se incrementa y no se deforman bajo fuerzas mecánicas moderadas: estos son llamados “termosetting” término que también se utiliza para oligómeros y polímeros funcionales termoplásticos como tales, pero que pueden convertirse en la forma “termoset” por un post tratamiento apropiado.

Propiedades macromoleculares y morfología de los polímeros

Composición catenaria: Cuando un polímero está compuesto por un solo tipo de pequeñas moléculas o monómeros, es llamado homopolímero, es decir, está compuesto por unidades repetitivas del mismo tipo, salvo los grupos finales. Cuando están presentes en la molécula dos tipos distintos de monómeros, el polímero es llamado copolímero. Los terpolímeros, son los preparados a partir de

tres monómeros y así sucesivamente. Además, cuando dos monómeros están en un arreglo alternado, se los denomina copolímeros alternantes, este tipo de polímeros es muy raro en las industrias tradicionales.

Morfología

La mayoría de los polímeros sintéticos deben su importancia tecnológica y comercial a sus propiedades en el estado sólido, en este aspecto, una de las características más significativas de un polímero es su grado de cristalinidad que se expresa como la fracción en peso de la parte cristalina sobre la total. Sin embargo la organización estructural de un sistema macromolecular es sumamente compleja y este simple valor numérico es insuficiente para describir tal sistema.

La mayoría de los polímeros son parcialmente cristalinos por lo que, aunque presupongamos un nivel simple de evaluación y tomemos un modelo de las dos fases, se los puede considerar como materiales compuestos, formados por una fase cristalina y rígida y otra fase no cristalina y viscoelástica. Como en todos los materiales compuestos, la calidad dependerá no sólo de las propiedades y de las masas relativas de los dos componentes, sino también de la distribución, tamaño, forma y orientación de las respectivas fases y de la energía y naturaleza de las interacciones entre ambas.

Características básicas de los polímeros

Grupos funcionales y funcionalidad: la síntesis de polímeros se caracteriza básicamente por la ocurrencia de reacciones que llevan la formación de grandes estructuras moleculares a partir de pequeñas unidades constitutivas básicas, los monómeros.

La existencia de macromoléculas de peso molecular variable entre unos pocos cientos de unidades de masa y varios millones, es posible, pues los monómeros poseen capacidad de reaccionar y unirse entre sí a través de grupos de átomos que son “funcionales” a las reacciones de crecimiento del polímero.

En general se define a un grupo funcional como un conjunto característico de átomos de distinto tipo, combinados entre sí de manera unívoca, capaces de determinar las propiedades químicas de la molécula en la que se encuentra presente y de intervenir como un “todo” en reacciones químicas de combinación con otros grupos, sean del mismo tipo o de tipo diferente. Los grupos funcionales definen la estructura de las distintas familias de compuestos orgánicos y determinan sus propiedades.

Se puede decir entonces que la química de polímeros es la química de los grupos funcionales puestos en juego para su síntesis. El tipo de polímero que se obtendrá dependerá de:

- ⇒ El tipo de átomos que conforman los grupos funcionales (especie química).
- ⇒ El número de grupos funcionales por molécula de monómeros (funcionalidad).
- ⇒ Las relaciones de combinación entre dichos grupos (estequiometría).
- ⇒ Las afinidades, selectividad y velocidades con que reaccionan (cinética).

Los grupos funcionales son pequeños conjuntos de átomos de distintos elementos (C, O, N, H, S, P, Cl, Br) capaces de intervenir directamente en una reacción química y que a pesar de su sencillez, determina la entidad de moléculas que pueden llegar a ser muy complejas.

Características térmicas de los polímeros

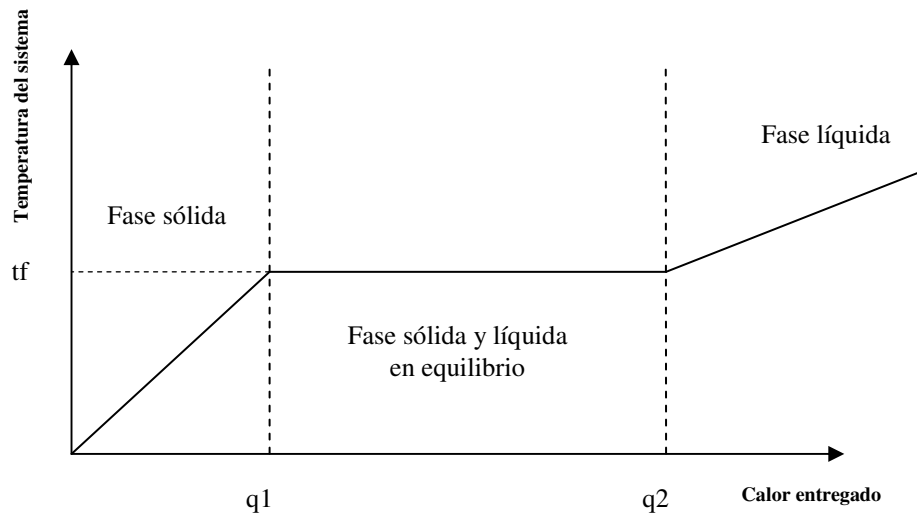
Transiciones térmicas: en función de su estructura molecular, los polímeros presentan particulares características de comportamiento cuando son sometidos a la acción del calor. En términos generales estos cambios son denominados transiciones térmicas, las cuales son particulares para cada tipo y están determinadas por:

- ⇒ La composición monomérica.
- ⇒ La morfología de la macromolécula (estructura y conformación).
- ⇒ El peso molecular

La transición vítrea y la fusión de un polímero son ejemplos de transiciones térmicas.

Para analizar que ocurre cuando se le entrega calor a un material polimérico se debe prestar atención que tipo de estructura presente este material. Un material polimérico de los que se usan en la química de los recubrimientos (pinturas), normalmente posee una estructura amorfa, puede ser lineal, ramificado o entrecruzado, de alto o bajo peso molecular pero en general las moléculas carecerán de un ordenamiento regular que le otorgue características de material cristalino. Sólo los polímeros lineales de muy alto peso molecular (materiales plásticos), pueden presentar a lo largo de su cadena, zonas donde se alinean, ordenan y empaquetan moléculas vecinas adquiriendo cierto tipo de ordenamiento que pueden asemejarse a dominios cristalinos.

Fusión: un polímero experimenta la fusión y presenta el parámetro que definimos como temperatura de fusión, si es totalmente cristalino o si presenta algunas zonas cristalinas. La fusión es un fenómeno característico que se manifiesta por el pasaje del estado sólido de moléculas ordenadas (cristal) al estado líquido; durante la fusión y mientras coexistan la fase líquida y sólida, el calor entregado no se manifestará en un aumento de temperatura sino que será empleado en el cambio de estado sólido a líquido. Este fenómeno se observa muy bien si analizamos una gráfica de evolución de la temperatura en función del calor entregado.



El análisis de la curva indica que la temperatura del polímero (movimiento de las moléculas) aumenta a medida que se entrega calor (energía) al sistema. Alcanzada determinada temperatura, el movimiento intra e intermolecular es tan intenso que el cristal pierde su ordenamiento y el material fluye con las características de un líquido. En este momento se dice que se ha producido la fusión. La temperatura a la que se produce el cambio de fase se la denomina *Temperatura de fusión*.

A partir del momento en que comienza el cambio de fases y mientras coexistan fase líquida y fase sólida, la temperatura del sistema no se modificará aunque se le siga entregando calor. Este calor que el sistema absorbe, usándolo sólo para el cambio de fases y no se manifiesta en aumento de temperatura, se denomina *calor latente de fusión*. Fuera de la zona de equilibrio de fases, cada unidad de calor entregada provoca un determinado aumento de la temperatura. La cantidad de calor necesaria para elevar en un grado la temperatura de un gramo de sistema se denomina *capacidad calorífica*. Este aumento de temperatura por unidad de calor entregado es menor en el líquido que en el caso del material sólido.

Transición vítrea (T_g): es una de las propiedades específicas que mejor contribuyen a caracterizar a los polímeros.

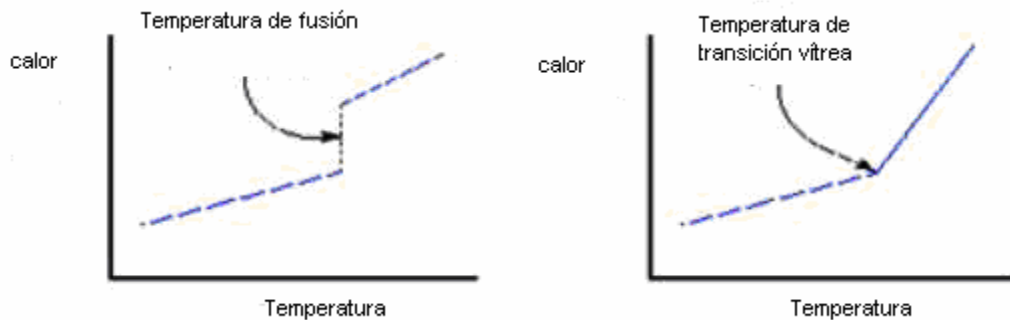
Hay una cierta temperatura, distinta para cada polímero, por debajo de la cual se vuelve rígido y quebradizo, igual que el vidrio, mientras que si es mantenido por encima de ella, presenta una buena resistencia al impacto.

Algunos polímeros son empleados a temperaturas por encima de sus temperaturas de transición vítrea y otros por debajo, según se valore en ellos su rigidez o su elasticidad. Por ejemplo, los plásticos duros como el poliestireno, son usados por debajo de sus temperaturas de transición vítrea, es decir, en su estado vítreo. Sus T_g están por encima de la temperatura ambiente.

La transición vítrea no es lo mismo que la fusión. La transición vítrea es una propiedad que se manifiesta en los polímeros amorfos; es decir, polímeros cuyas cadenas no están dispuestas según un ordenamiento cristalino, sino distribuidas al azar, aunque su consistencia firme nos dé la sensación de que se trata de sólidos. Incluso los polímeros llamados cristalinos tienen alguna porción amorfa. Esta porción generalmente constituye el 40-70% de la masa del polímero. Esto explica por qué una misma muestra de un polímero puede tener tanto una temperatura de transición vítrea como una temperatura de fusión. Lo importante es saber que la porción amorfa sólo experimentará la transición vítrea, y la porción cristalina sólo experimentará la fusión.

Desde el punto de vista molecular, cuando la temperatura es alta, las cadenas pueden moverse con relativa facilidad unas entre otras. De modo que cuando se toma una porción de polímero y se la dobla, las moléculas, que ya están en movimiento, no tendrán problemas en moverse hacia nuevas posiciones, a fin de aliviar la tensión ejercida. Pero si se trata de doblar una muestra de polímero por debajo de su T_g , las cadenas ya no podrán desplazarse hacia otras posiciones. Entonces, o las cadenas serán lo suficientemente resistentes como para soportar la fuerza que se está ejerciendo y la muestra no se doblará, ó bien la fuerza que se está aplicando será demasiado grande para que las cadenas poliméricas inmóviles puedan resistirla (ya que no pueden moverse a su alrededor para aliviar la tensión) y la muestra se quebrará. Este cambio de fragilidad con la temperatura ocurre porque el "calor" puede interpretarse como un tipo de energía cinética, de energía de las moléculas en movimiento. Las cosas están "calientes" cuando sus moléculas tienen una gran cantidad de energía cinética y se mueven con facilidad. Las cosas están "frías" cuando sus moléculas no tienen energía cinética y se mueven lentamente o no se mueven. En otras palabras, la temperatura es una manifestación del movimiento caótico de las moléculas, de vibración, rotación y traslación en un líquido, pero sólo de vibración y rotación en un polímero "sólido".

El valor de la temperatura a la cual las cadenas poliméricas experimentan este gran cambio en su movilidad, depende de la estructura del polímero. Un pequeño cambio en la estructura puede significar un gran cambio en la T_g .⁴



⁴ Juan J. Reuil (2004) Univ. Nacional de Luján, Dto. de Ciencias Básicas – Ingeniería Industrial

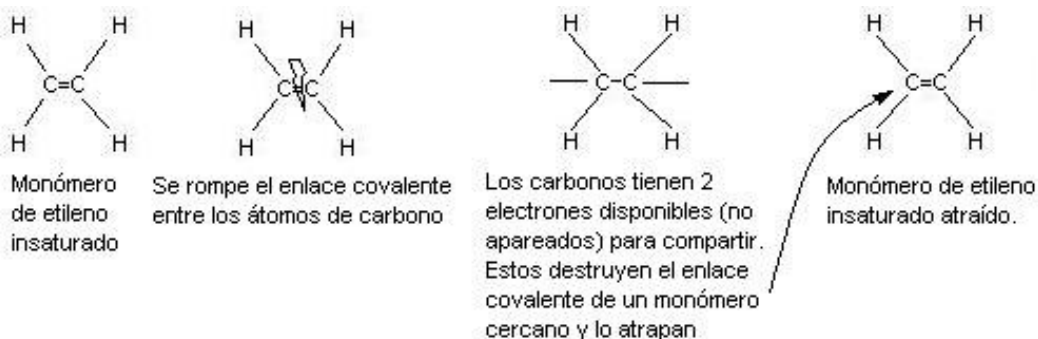
Procesos de Polimerización

El proceso de construir una molécula polimérica se denomina polimerización. Existen dos diferentes tipos de polimerización, ellos son la polimerización de adición y la polimerización de condensación.

Polimerización de Adición

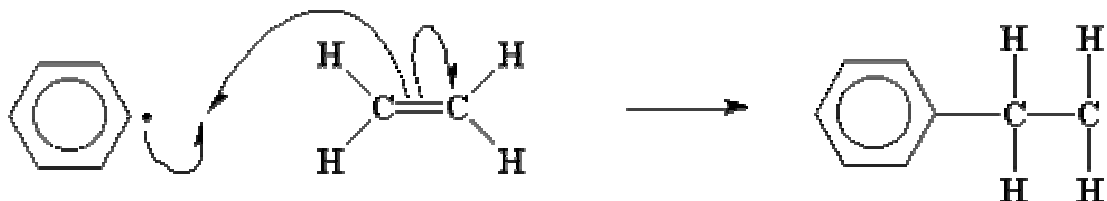
En este tipo de polimerización, los polímeros son sintetizados por la adición de monómeros insaturados a la cadena creciente. Un monómero insaturado es aquel que tiene un enlace covalente, o doble, entre sus átomos, estos enlaces covalentes son bastante reactivos y al ser eliminados permiten que el monómero se pueda acoplar con otros monómeros insaturados.

Por ejemplo, al monómero de etileno se le rompe el enlace covalente entre sus dos átomos de carbono dejando dos electrones desapareados. Esto atrae otro monómero de etileno, rompiéndole el enlace covalente y acoplándolo. Así puede continuar indefinidamente la reacción formando la cadena polimérica.

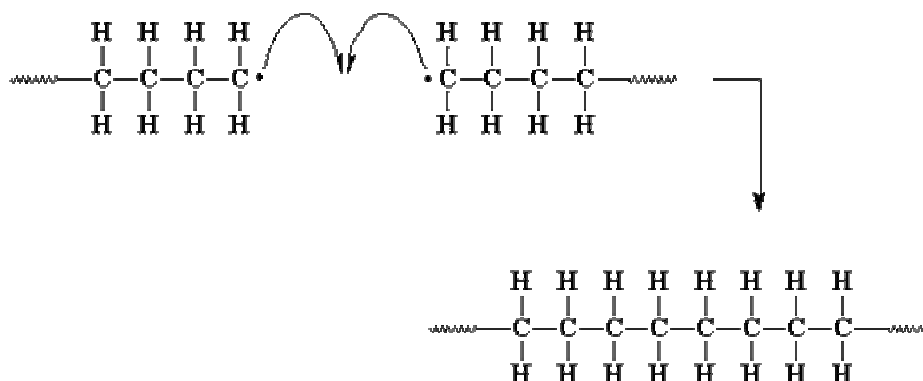


Obviamente, cuando se va a iniciar la reacción, el primer monómero no es capaz por sí solo de romper el enlace covalente, por lo que se utilizan *iniciadores*. Los iniciadores son moléculas que tienen la particularidad de romper por sí mismas uno de sus enlaces. Luego de haberse dividido tenemos dos fragmentos, denominados *fragmentos iniciadores*, cada uno con un electrón no apareado. Moléculas como estas son el peróxido benzoico y el 2,2'-azo-bis-isobutirilnitrilo (AIBN).

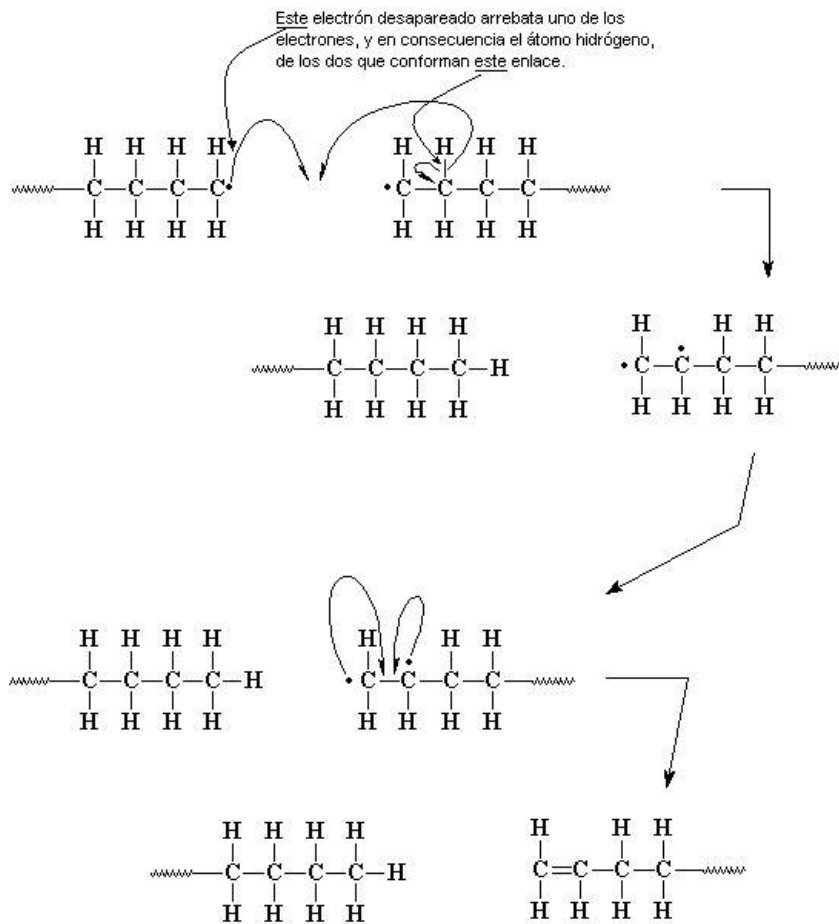
Estos electrones no apareados no estarán estables por lo que buscarán *cualquier* electrón con el fin de aparearse. Este electrón lo obtienen al romper el enlace covalente de un monómero, dejando a su vez a este monómero con un electrón desapareado que reacciona, de igual manera que el iniciador, con otro monómero propagándose la reacción de polimerización por adición.



Pero la reacción tiene que acabar. Hay dos maneras de terminar la reacción. La primera es llamada *acoplamiento* que sucede cuando dos electrones no apareados de dos cadenas diferentes que están creciendo se encuentran, permitiendo que sus respectivas cadenas se acoplen.



La segunda forma de terminación de la reacción es llamada *desproporcionalización*. Es un poco más particular que la anterior. En la desproporcionalización, cuando se encuentran las dos cadenas crecientes, uno de los electrones desapareados en lugar de acoplarse sencillamente con el de la otra cadena, lo que hace es arrebatarse un átomo de hidrógeno, terminando su crecimiento y dejando a la última cadena con dos electrones desapareados entre los cuales se forma un enlace doble que también cierra esta cadena.



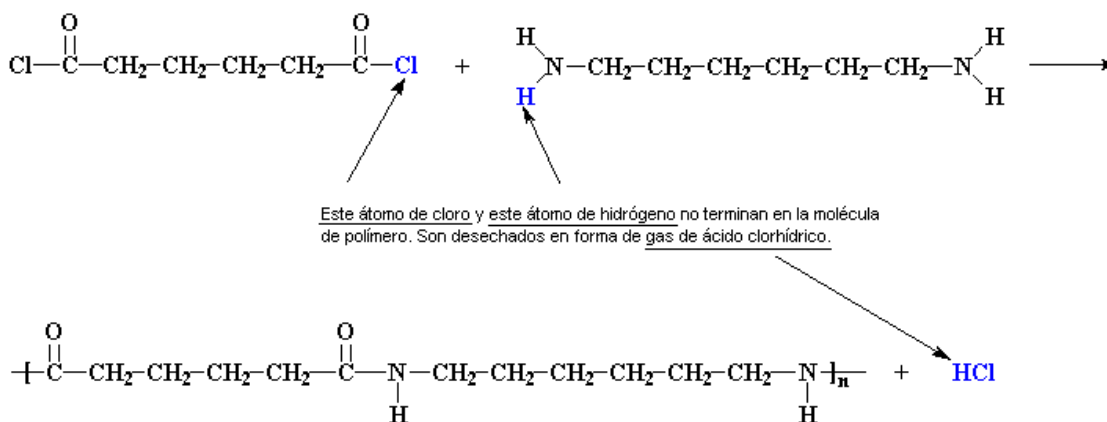
En general, un polímero de adición, como el **polietileno**, puede representarse así: $F_1-[CH_2 - CH_2]-F_2$, en donde F_1 y F_2 son los grupos terminales de inicio y fin de la reacción, que se encuentran en muy pequeñas concentraciones comparados con la cantidad de monómeros de la cadena principal. Estos grupos terminales no tienen efecto en las propiedades mecánicas del polímero, pero sí pueden influenciar la estabilidad química del mismo: en algunos polímeros, cuando son calentados o irradiados con luz, los grupos terminales inestables pueden iniciar la degradación de la molécula.

En algunas ocasiones, el electrón desapareado al final de la cadena arrebató un electrón de un enlace carbono hidrógeno a su propia cadena principal, cerrando la cadena al final y dejando una posibilidad de enlace en una zona intermedia de la cadena en donde se acoplará otro monómero y dará inicio a una *ramificación*. Este fenómeno es conocido como mecanismo de *back-biting*. Es así como se producen los polímeros ramificados.

Polimerización de Condensación

A diferencia de la polimerización de adición, en la polimerización de condensación algunos átomos del monómero no son incluidos en el polímero

resultante, por lo que se produce una pequeña molécula como residuo. Usualmente agua o gas de ácido clorhídrico (HCl). Por ejemplo,



Nótese que los polímeros de condensación tienen la forma:



Esta regularidad absoluta en la ubicación de los monómeros facilita la tendencia de la molécula a formar cristales cuando se solidifica. Esta característica molecular, la *cristalinidad*, es de gran influencia en las propiedades mecánicas.

Los procesos de polimerización descritos anteriormente se utilizan para la obtención tanto de polímeros termoplásticos como de polímeros termoestables (entrecruzados).

Debe notarse que los procesos de polimerización no son perfectos, en el sentido de que no ofrecen la posibilidad de obtener cadenas exactamente con la misma cantidad de monómeros. Por lo cual, un valor de masa molecular promediado aritméticamente no es representativo de la masa molecular del polímero; es por esto que se utilizan valores con significado estadístico para cuantificar la masa molecular de los polímeros: la masa molecular promedio en número y la masa molecular promedio en peso.⁵

Diferentes tipos de polímeros utilizados en la industria

Se hará una descripción de los principales polímeros utilizados en las industrias, haciendo especial énfasis a los utilizados en la industria del plástico y en la industria de la pintura.

Resinas Termoplásticas

⁵ Odian, G., (1981) Principles of Polymerization, Ed. John Wiley and Sons, New York

Las resinas o polímeros termoplásticos son polímeros de cadenas largas que cuando se calientan se ablandan y pueden moldearse a presión. Los principales son:

⇒ Polietileno

Éste es el polímero termoplástico más utilizado. Los productos hechos de polietileno van desde materiales de construcción y aislantes eléctricos hasta material de empaque. Es de los más baratos y puede moldearse a casi cualquier forma, extruirse para hacer fibras o soplarse para formar películas delgadas. Según la tecnología que se emplee se pueden obtener tres tipos de polietileno, el polietileno de baja densidad (LDPE), lineal de baja densidad (LLDPE) o el polietileno de alta densidad (HDPE).

Se emplean para hacer recipientes moldeados por soplado, como las botellas, tubería plástica (flexibles, fuertes y resistentes a la corrosión), bolsas plásticas para tiendas, residuos, supermercados, etc.

⇒ Polipropileno

El polipropileno se produce desde hace más de treinta años, pero su aplicación data de los últimos veinte, debido a la falta de producción directa pues siempre fue un subproducto de las refinerías o de la desintegración del etano o etileno.

Como el polipropileno tiene un grupo metilo (CH_3) más que el etileno en su molécula, cuando se polimeriza, las cadenas formadas dependiendo de la posición del grupo metilo pueden tomar cualquiera de las tres estructuras siguientes:

Isotáctico, cuando los grupos metilo unidos a la cadena están en un mismo lado del plano.

Sindiotáctico, cuando los metilos están distribuidos en forma alternada en la cadena.

Atáctico, cuando los metilos se distribuyen al azar.

Posee una alta cristalinidad, por lo que sus cadenas quedan bien empacadas y producen resinas de alta calidad.

El polipropileno se utiliza para elaborar bolsas de freezer y microondas ya que tienen una buena resistencia térmica y eléctrica además de baja absorción de humedad. Otras propiedades importantes son su dureza, resistencia a la abrasión e impacto, transparencia, y que no es tóxico. Asimismo se usa para fabricar juguetes, valijas, jeringas, baterías, tapicería, ropa interior y ropa deportiva, alfombras, cables, selladores, partes automotrices y suelas de zapatos.

⇒ Policloruro de vinilo (PVC)

Este polímero se obtiene polimerizando el cloruro de vinilo. Existen básicamente, dos familias de productos fabricados con policloruro de vinilo, el flexible y el rígido. Ambos tienen alta resistencia a la abrasión y a los productos químicos. Pueden estirarse hasta cuatro veces y se suele copolimerizar con otros monómeros para modificar y mejorar la calidad de la resina. Las resinas de PVC casi nunca se usan solas, sino que se mezclan con diferentes aditivos.

El PVC flexible se destina para hacer manteles, cortinas para baño, muebles, alambres y cables eléctricos. El PVC rígido se usa en la fabricación de tuberías para riego, juntas, techado, perfiles y botellas.

⇒ Poliestireno (PS)

El poliestireno (PS) es el tercer termoplástico de mayor uso debido a sus propiedades y a la facilidad de su fabricación. Posee baja densidad, estabilidad térmica y bajo costo. El hecho de ser rígido y quebradizo lo desfavorecen. Estas desventajas pueden remediarse copolimerizándolo con el acrilonitrilo (más resistencia a la tensión).

Es una resina clara y transparente con un amplio rango de puntos de fusión. Fluye fácilmente, lo que favorece su uso en el moldeo por inyección; Posee buenas propiedades eléctricas, absorbe poco agua (buen aislante eléctrico), resiste moderadamente a los químicos, pero es atacado por los hidrocarburos aromáticos y los clorados. Se comercializa en tres diferentes formas y calidades:

De uso común, encuentra sus principales aplicaciones en los mercados de inyección y moldeo.

Poliestireno de impacto (alto, medio y bajo) que sustituye al de uso general cuando se desea mayor resistencia. Utilizada para fabricar electrodomésticos, juguetes y muebles.

Finalmente, el expandible que se emplea en la fabricación de espuma de poliestireno que se utiliza en la producción de accesorios para la industria de empaques y aislamientos.

Los usos más comunes son:

Poliestireno de medio impacto: Vasos, cubiertos y platos desechables, empaques, juguetes.

Poliestireno de alto impacto: Electrodomésticos (radios, TV, licuadoras, teléfonos lavadoras), tacos para zapatos, juguetes.

Poliestireno cristal: piezas para cassettes, envases desechables, juguetes, electrodomésticos, difusores de luz, plafones.

Poliestireno Expandible: envases térmicos, construcción (aislamientos, tableros de cancelería, plafones, casetones, etc.).

⇒ Copolímero acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS)

Estos polímeros son plásticos duros con alta resistencia mecánica, de los pocos termoplásticos que combinan la resistencia con la dureza. Se pueden usar en aleaciones con otros plásticos. Así por ejemplo, el ABS con el PVC nos da un plástico de alta resistencia a la llama que le permite encontrar amplio uso en la construcción de televisores. Sus cualidades son una baja temperatura de ablandamiento, baja resistencia ambiental y baja resistencia a los agentes químicos

Resinas Termofijas

Estos materiales se caracterizan por tener cadenas poliméricas entrecruzadas, formando una resina con una estructura tridimensional que no se funde. Polimerizan irreversiblemente bajo calor o presión formando una masa rígida y dura. Las uniones cruzadas se pueden obtener mediante agentes que las provoquen, como en el caso de la producción de las resinas epóxicas.

Los polímeros termofijos pueden reforzarse para aumentar su calidad, dureza y resistencia a la corrosión. Cuando se hace reaccionar un glicol y un isocianato con más de dos grupos funcionales, se forma un polímero termofijo

⇒ Poliuretanos

Los poliuretanos pueden ser de dos tipos, flexibles o rígidos, dependiendo del polioli usado. Los flexibles se obtienen cuando el di-isocianato se hace reaccionar con diglicol, triglicol, poliglicol, o una mezcla de éstos; Los poliuretanos rígidos se consiguen utilizando trioles obtenidos a partir del glicerol y el óxido de propileno. El uso más importante del poliuretano flexible es el relleno de colchones.

En el pasado, los paragolpes de los autos se hacían de metal; actualmente se sustituyeron por uretano elastomérico moldeado, el mismo material usado para los volantes, defensas y tableros de instrumentos, puesto que resisten la oxidación, los aceites y la abrasión. Otros usos: bajo alfombras, recubrimientos, calzado, juguetes y fibras.

Por su resistencia al fuego se usa como aislante de tanques, recipientes, tuberías y aparatos domésticos como refrigeradores y congeladores.

⇒ Resinas fenólicas

La reacción entre el fenol y el formaldehído tiene como resultado las resinas fenólicas o fenoplast. Existen dos tipos de resinas fenólicas, los resols y el novolac.

Los resols se obtienen cuando se usa un catalizador básico en la polimerización. El producto tiene uniones cruzadas entre las cadenas que permiten redes

tridimensionales Termofijas. El novolac se hace usando catalizadores ácidos. Aquí las cadenas no tienen uniones cruzadas por lo que el producto es permanentemente soluble y fundible.

Las propiedades más importantes de los termofijos fenólicos son su dureza, su rigidez y su resistencia a los ácidos. Tienen excelentes propiedades aislantes y se pueden usar continuamente hasta temperaturas de 150°C. Se usan para producir controles, manijas, aparatos, pegamentos, adhesivos, material aislante., laminados para edificios, muebles, tableros y partes de automóviles. Estas resinas son las más baratas y las más fáciles de moldear. Pueden reforzarse con aserrín de madera, aceites y fibra de vidrio.

⇒ Resinas epóxicas

Casi todas las resinas epóxicas comerciales se hacen a partir del bisfenol A (obtenido a partir del fenol y la acetona), y la epiclorhidrina (producida a partir del alcohol alílico). Sus propiedades más importantes son: alta resistencia a temperaturas hasta de 500°C, elevada adherencia a superficies metálicas y excelente resistencia a los productos químicos. Se usan principalmente en recubrimientos de latas, tambores, superficies de acabado de aparatos y como adhesivo.

⇒ Resinas poliéster

Estas resinas se hacen principalmente a partir de los anhídridos maleico y ftálico con propilenglicol y uniones cruzadas con estireno. El uso de estas resinas con refuerzo de fibra de vidrio ha reemplazado a materiales como los termoplásticos de alta resistencia, madera, acero al carbón, vidrio y acrílico, lámina, cemento, yeso, etc. Las industrias que más la utilizan son la automotriz, marina y la construcción. Las resinas de poliéster saturado se usan en las lacas para barcos, en pinturas para aviones y en las suelas de zapatos.

⇒ Copolímeros estireno-butadieno

Son plásticos sintéticos que han sustituido prácticamente en su totalidad al natural, en algunas aplicaciones como las llantas para automóviles; contienen 25 % de estireno y 75 % butadieno; sus aplicaciones incluyen en orden de importancia: llantas, espumas, empaques, suelas para zapatos, aislamiento de alambres y cables eléctricos, mangueras.

Los copolímeros de estireno-butadieno con mayor contenido de butadieno, se usan para hacer pinturas y recubrimientos. Para mejorar la adhesividad, en ocasiones se incorpora el ácido acrílico o los ésteres acrílicos, que elevan la polaridad de los copolímeros⁶.

⁶ Marcel Dekker (1998) – Plastics Technology Handbook 3^a Edition

Polímeros para pintura y decoración

La industria de los recubrimientos es una industria donde se puede encontrar todo tipo de polímeros capaces de ser empleados en una casa o edificio, construcción, etc., para dar un acabado decorativo. Las paredes están recubiertas generalmente por pinturas acrílicas. Esta pintura acrílica contiene polimetacrilato de metilo. Aquí algunos detalles de la participación de polímeros en la industria de los recubrimientos⁷.

⇒ Polimetacrilato de metilo

El Polimetacrilato de metilo, que los científicos llaman PMMA, es un plástico claro, usado como material irrompible en reemplazo del cristal. El PMMA también se encuentra en la pintura. Las pinturas de "latex" acrílico contienen a menudo una suspensión de PMMA en agua. El PMMA no se disuelve en agua, de modo que para dispersarlo se requiere el uso de otro polímero, capaz de compatibilizar el agua con el PMMA.

⇒ Polivinil acetato

El polivinil acetato, o PVA, es un polímero secundario en la pintura. El PVA es un polímero vinílico, que se sintetiza por polimerización vinílica de radicales libres del monómero vinil acetato (o acetato de vinilo). El PVA es el látex en una pintura al látex acrílico. Antes de que el PVA pueda incorporarse a la pintura debe reaccionar con NaOH y metanol. Cuando se hace esto, se corta todos los grupos acetato para transformarse en otro polímero, el polialcohol vinílico. Pero para una pintura realmente no se desea cortar todos los grupos acetato. Se puede controlar esta reacción de modo que quede un 20% de grupos acetato en el polímero. Lo que se obtiene entonces, es un copolímero de alcohol polivinílico y de polivinil acetato.

El polimetil metacrilato o PMMA, es un plástico duro, resistente y brillante y si se formara en la pintura fresca, haría que la superficie de esa pintura fuera dura, resistente y brillante. Esto es bueno. Pero el problema es que el PMMA es hidrofóbico. No se disuelve en agua y muchas pinturas están basadas en agua.

Es entonces cuando el copolímero formado actúa. Este copolímero tiene la característica de poseer grupos alcohol, que son hidrofílicos y grupos acetato que son hidrofóbicos. Esto es lo que se llama un emulsionante. Esto significa que el PMMA se oculta en el centro hidrofóbico del polímero ovillado. Haciendo esto, el PMMA puede permanecer suspendido en pinturas basadas en agua, lo que se llama látex. De aquí es donde surge el nombre pintura al látex.

⇒ Resinas alquídicas

⁷ Abel Kivilevich (1998) Introducción a la Tecnología de Recubrimientos - SATER

Las resinas alquídicas son las más importantes de todas las resinas sintéticas usadas en los recubrimientos, cuyo volumen total supera el de casi todas las restantes. Se emplean mucho en acabados de calidad superior, en casi todas las clasificaciones principales de los recubrimientos de superficie, pinturas industriales, de conservación y comerciales, esmaltes, lacas y barnices, con gran variedad de características de comportamiento.

Las resinas alquídicas son esencialmente poliésteres de alcoholes polihidroxilicos y ácidos policarboxílicos, combinados químicamente con los ácidos de distintos aceites secantes, semisecantes y no secantes en diferentes proporciones. Los ácidos de aceite se unen en las moléculas de resina por esterificación durante la fabricación y se convierten en parte integrante del polímero. La porción del poliéster contribuye a la dureza de las resinas usadas en los barnices ordinarios, y los ácidos de los aceites proporcionan flexibilidad, adherencia y solubilidad en disolventes no costosos.

⇒ Resinas amínicas

La utilización de resinas amínicas combinadas con resinas alquídicas, han hecho posible la producción de acabados con programas de cocción más cortos, mayores durezas, resistencia a la distorsión y a los agentes químicos y mejor duración en exteriores, en comparación con acabados producidos con resinas alquídicas solamente. La química de las resinas amínicas es extremadamente compleja debido al gran número de reacciones durante su síntesis y porque los compuestos amínicos mismos pueden existir en diferentes formas tautoméricas.

Homopolímeros y copolímeros.

Los materiales como el polietileno, el PVC, el polipropileno, y otros que contienen una sola unidad estructural, se llaman homopolímeros. Los homopolímeros, además, contienen cantidades menores de irregularidades en los extremos de la cadena o en ramificaciones.

Por otro lado los copolímeros contienen varias unidades estructurales, como es el caso de algunos muy importantes en los que participa el estireno. Estas combinaciones de monómeros se realizan para modificar las propiedades de los polímeros y lograr nuevas aplicaciones. Lo que se busca es que cada monómero imparta una de sus propiedades al material final. Así, por ejemplo, en el ABS, el acrilonitrilo aporta su resistencia química, el butadieno su flexibilidad y el estireno imparte al material la rigidez que requiera la aplicación particular.

Evidentemente al variar las proporciones de los monómeros, las propiedades de los copolímeros van variando también, de manera que el proceso de copolimerización permite hasta cierto punto fabricar polímeros a la medida. No solo cambian las propiedades al variar las proporciones de los monómeros, sino también al variar su posición dentro de las cadenas. Así, existen los siguientes tipos de copolímeros.

Las mezclas físicas de polímeros, que no llevan uniones permanentes entre ellos, también constituyen a la enorme versatilidad de los materiales poliméricos. Son el equivalente a las aleaciones metálicas. En ocasiones se mezclan para mejorar alguna propiedad, aunque generalmente a expensas de otra. Por ejemplo, el óxido de polifenilo tiene excelente resistencia térmica pero es muy difícil procesarlo. El poliestireno tiene justamente las propiedades contrarias, de manera que al mezclarlos se gana en facilidad de procedimiento, aunque resulte un material que no resistirá temperaturas muy altas. Sin embargo en este caso hay un efecto de sinergia, en el sentido en que la resistencia mecánica es mejor en algunos aspectos que a la de cualquiera de los dos polímeros. Esto no es frecuente, porque puede ocurrir únicamente cuando existe perfecta compatibilidad ente los dos polímeros y por regla general no la hay, así que en la mayoría de los casos debe agregarse un tercer ingrediente para compatibilizar la mezcla. Lo que se emplea casi siempre es un copolímero injertado, o uno de bloque que contenga unidades estructurales de los dos polímeros.

Otras veces se mezcla simplemente para reducir el costo de material. En otros casos, pequeñas cantidades de un polímero de alta calidad puede mejorar la del otro, al grado de permitir una nueva aplicación.

Los polímeros y su importancia en la vida cotidiana

En la descripción correspondiente a los plásticos se vieron algunas de las aplicaciones que éstos tienen en materia de transporte, artículos deportivos, juguetes, envases y empaques, materiales de construcción, muebles y enseres del hogar, fabricación de zapatos y producción de televisores, radios, computadoras y toda clase de artículos eléctricos y electrónicos.

Pero la petroquímica en general y los polímeros en particular, no sólo sirven solamente para cubrir este tipo de necesidades, sino que también se emplea para cubrir aquellas que son primordiales al hombre⁸.

Ropa

Hace menos de 50 años, para cubrir las necesidades del hombre en materia de vestido, la industria textil sólo contaba con las fibras naturales como la lana, el lino, el algodón o la seda. En la actualidad el ser humano, desde que nace, entra en contacto con los materiales poliméricos.

Por ejemplo la industria y la sociedad, han reemplazado el pañal de algodón por los llamados desechables, hechos de polietileno de baja densidad lineal en la parte exterior, y polipropileno en la parte que está en contacto con la piel del bebé. El relleno suele ser de celulosa, pero en países como Estados Unidos y Japón se suele agregar poliacrilato de sodio para que se forme un gel cuando entre en contacto con los líquidos, evitando así que se escurran.

La ropa del bebé se hace con fibras, como poliéster, ya sean solos o mezclados con algodón o lana.

⁸ Susana Chow Pangtay (1998) – Petroquímica y Sociedad- Fondo de Cultura Económica

Si se leen las etiquetas de las camisas, vestidos, trajes y toda clase de prendas de vestir, se comprueba que están hechas de alguna fibra sintética sola o mezclada con algunas de las fibras naturales antes mencionadas.

Las prendas deportivas como los trajes de baño y prendas para hacer gimnasia se hacen de lycra, que es una fibra elástica.

Es bien conocido el nylon, que se usa en la fabricación de medias para dama.

Alimentación

No es fácil imaginarse en el mercado, al contemplar la carne fresca, frutas, verduras y granos como el maíz, trigo, arroz, cebada, etc., cómo intervienen los polímeros en los alimentos frescos. Si bien estos productos son casi 100% naturales no tienen prácticamente nada que ver con los compuestos artificiales salvo por sus envolturas.

Agricultura

Los plásticos, como el policloruro de vinilo (PVC) y el polietileno tienen amplia aplicación en la agricultura. Estos polímeros se usan principalmente en las tuberías de riego, en la construcción de invernaderos, y en el "arropado" de cultivos.

La técnica del arropado de cultivos consiste en cubrir el suelo, previamente barbechado y rastreado, con películas de polietileno o de PVC y sujetarlas por sus extremos. A continuación se hacen perforaciones circulares de 10 centímetros de diámetro en la película y en el terreno, con una separación de 20 a 25 centímetros. Se coloca la semilla en cada perforación.

Las plantas crecen a través de la perforación en las óptimas condiciones antes mencionadas, lográndose cosechas excelentes. La técnica de arropado de cultivos empleando películas de PVC y de polietileno se usa extensamente en los países desarrollados. Sus principales ventajas son que evita el crecimiento de las hierbas; conserva la humedad y el calor del suelo; permite que los fertilizantes se asimilen mejor; controla la erosión del suelo y permite incrementar la productividad de las cosechas.

Salud

Los polímeros también participan en la industria de la salud, donde se les llama biomateriales. Sirven no sólo para hacer órganos artificiales como huesos, corazones, arterias, dientes, etc., sino también para la preparación de medicamentos con los llamados "sistemas de liberación controlada".

⇒ Medicamentos con sistema de liberación controlada

Parches transdérmicos

Uno de los avances más emocionantes en el campo de la liberación controlada de medicamentos es el uso de los llamados parches transdérmicos que se adhieren

a la piel en donde se libera el medicamento por periodos de uno a siete días dependiendo del medicamento. Por lo general, los parches transdérmicos consisten en una capa de poliéster aluminizado que sirve de protector. Después tienen una capa de la sustancia activa, y por último una membrana microporosa de polipropileno que es la que controla la liberación de la medicina hasta la superficie de la piel. El parche se mantiene sobre la piel por medio de un adhesivo.

Los medicamentos que se han comercializado con este sistema son muy variados. Los más comunes son los que tienen los usos siguientes.

Mareos. Los mareos provocados por movimiento (barcos, avión, automóvil, etc.) se suelen combatir actualmente con el medicamento llamado "Transderm-scop" que es un parche transdérmico que contiene escopolamina disuelta en aceite mineral, impregnada sobre poliisobutileno, lo cual constituye la segunda de las capas antes mencionadas. Su forma es circular, es del tamaño de una moneda pequeña y se coloca detrás de la oreja.

Varias compañías farmacéuticas producen estos parches, usando diferentes tipos de polímeros como membranas de difusión. Los más comunes son los copolímeros de etileno-acetato de vinilo, y los de cloruro de polivinilo y sus terpolímeros.

Caries dental. El sistema de liberación controlada consiste en un hidrogel a base de polihidroxietil metacrilato que sirve como membrana dosificante de fluoruro. El sistema se implanta en una muela posterior y permite liberar el fluoruro necesario para proteger al paciente durante seis meses contra la caries dental.

Glaucoma. Para este caso, se usa un copolímero de etilenoacetato de vinilo como membrana para la liberación controlada de la pilocarpina. Este medicamento reduce la presión intraocular, lo que permite disminuir la posibilidad de que la enfermedad provoque ceguera.

Prótesis en general. Estos materiales poliméricos se usan para hacer prótesis de orejas, ojos, cadera, rodillas, cráneo, huesos, válvulas y corazones artificiales, venas y toda clase de catéteres y cánulas.

Otros artículos complementarios

En las cocinas se emplean refrigeradores, que contienen interiores de plástico, aislante de poliuretano y freón o amoníaco como gas de enfriamiento; también hay recipientes de polietileno, batidoras y licuadoras. Además, muchos artículos eléctricos del hogar están hechos de diferentes tipos de plásticos, sartenes recubiertos de teflón, muebles hechos de madera aglomerada y cubiertos de formaica y melamina; artículos de limpieza que contienen amoníaco, detergentes hechos de fenoles etoxilados, de dodecibencen-sulfonatos, etc.

En los hospitales y centros de salud, los productos poliméricos se encuentran en los recipientes para medicamentos, y en los materiales y aparatos usados tanto en las salas de operación como en sus laboratorios y oficinas.

Los guantes de cirugía, sondas, placas radiográficas, recipientes diversos, jeringas, y aparatos en general, son hechos también de plásticos, resinas y hules derivados del petróleo.

Discusión

Estamos hechos de polímeros y rodeados por ellos. La mayoría de las sustancias orgánicas presentes en la materia viva, como el ADN, las proteínas, los polisacáridos, la madera y el caucho, son polímeros. Estos no son más que grandes moléculas formadas por muchas unidades pequeñas que se repiten, llamadas monómeros. Pero también hay polímeros sintéticos, como los plásticos, las fibras, los adhesivos, el vidrio y la porcelana.

Estos materiales han ido reemplazando los compuestos naturales, como el papel, la madera y el metal.

Sin embargo, existe entorno a ellos una preocupación vinculada con la preservación del medio ambiente. Los polímeros sintéticos han sido tradicionalmente desarrollados para ser cada vez más durables y adaptados a los diferentes usos. En consecuencia, la mayoría son resistentes a la degradación biológica o sólo lo hacen a una velocidad muy lenta cuando se encuentran en medios vivos complejos tales como el medio ambiente. En respuesta a las tendencias mundiales de protección del medio ambiente, disminución de los residuos sólidos pos consumo y mejor aprovechamiento de los recursos naturales y renovables, se han generado sistemas poliméricos destinados a brindar las mismas prestaciones que los tradicionales, pero que puedan sufrir biodegradación luego de su utilización. Los polímeros “eco” compatibles (bio-environmentally friendly polymers) aparecen como una fuente alternativa de materiales que cumplen con el eco balance necesario: materias primas derivadas de recursos renovables, fácilmente procesables, biodegradables, compostables y bioasimilables. Existen varios materiales de estas características que ya se encuentran en etapa pre industrial en el mundo.

Actualmente, la investigación apunta hacia la generación de materiales realmente biodegradables capaces de reemplazar a los bioestables tradicionales, utilizando distintas estrategias: síntesis de nuevos polímeros a partir de recursos naturales renovables o rutas biosintéticas; modificación química de polímeros sintéticos; materiales compuestos totalmente degradables; mezclas de polímeros naturales y biodegradables sintéticos; etc.

Nadie puede dudar, acerca de la importancia de los materiales poliméricos en el desarrollo de nuestra vida, pero es imprescindible destacar que debe existir una convivencia armónica de estos materiales y nuestro medio ambiente. La ciencia está trabajando por ello, pero una parte importante va a corresponder a cada uno de los individuos habitantes de nuestro planeta, ya que los polímeros son, en la

mayoría de los casos, reciclables o reutilizables, por que se debe tener la conducta necesaria para permitir dicha reutilización.

Si la ciencia y el hombre saben asociarse para cumplir satisfactoriamente este objetivo, indudablemente esta industria seguirá creciendo constructivamente, para beneficio de todos.

Conclusión

No importa en donde estemos, sea en la cocina, en el taller, en la escuela, en la oficina, en el hospital, en el campo, en la fábrica, estamos rodeados de productos poliméricos.

Indudablemente no se cubrieron en este trabajo absolutamente todos los aspectos relacionados a estos temas, ya que no se pretendió ser exhaustivo. Pero sí se quiso presentar las principales características y aplicaciones, para que se pudiera comprobar que aún hay mucho futuro en este fascinante mundo de la química de los polímeros.

El trabajo científico nos permite establecer la comprensión y la explicación de causas, principios, procesos y leyes universales, con el fin de incrementar la relación entre el hombre y la naturaleza, independientemente del contexto político y social circundante, logrando con ello encontrar satisfacer las necesidades comunes a la mayoría de los seres humanos. El científico no crea nada en el sentido absoluto, ya que el Creador del Universo es el que colocó al hombre en un mundo lleno de maravillas que sencillamente había que descubrir y desarrollar para solucionar los problemas que poco a poco han ido apareciendo a través de la historia humana. Qué bueno que el hombre tenga el reto permanente de encontrar nuevas respuestas a sus necesidades, aplicando hoy algo que aprendió ayer, basándose en lo que otro había hecho aún antes. Es así como siempre existe la esperanza de desarrollar algo mejor, porque creemos que estamos lejos de agotar todas las posibilidades de conocimiento de nuestro planeta, sobre todo en esta área de la química.

Por otro lado, la tecnología consiste en aplicar los conocimientos científicos y empíricos para solucionar los problemas actuales que se definen en función de las necesidades económicas, políticas o sociales de una sociedad o grupo en particular. Por lo tanto, podemos decir que el desarrollo tecnológico de un país no implica usar las tecnologías de los países desarrollados sino tratar de cubrir sus necesidades con sus propios recursos tanto humanos como materiales.

El pago al presente esfuerzo colectivo será el de garantizarle a las futuras generaciones el poder de disfrutar de los beneficios que brindan los productos, como los poliméricos, en todos los aspectos de la vida cotidiana.

Bibliografía

- Química Orgánica
Autor: Mc Murry
Grupo Editorial Iberoamericana (1994) Tercera Edición
- Manual del Ingeniero Químico (2001) Ed. Mc Graw Hill
- Química Orgánica
Morrison y Boyd (1992)
Prentice Hall

- Páginas de Internet

Página de docencia de la Universidad de Antioquia
<http://docencia.udea.edu.co/vicedoce/>

La ciencia para todos
<http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/html/quimica.html>

Escuela de Ingeniería en Construcción – Univ. Católica de Valparaíso
<http://icc.ucv.cl/>

Textos Científicos
<http://www.textoscientificos.com/polimeros/plasticos>

- Referencias

¹ Guillermo Bruno (1999) – Polímeros, Clariant Argentina.

² Lic. Alfredo Berté (1999) – Propiedades Físicas de Polimeros – SATER

³ Stevens M.P. (1990), Polymer chemistry, 2d edición.

⁴ Juan J. Reuil (2004) Univ. Nacional de Luján, Dto. de Ciencias Básicas – Ingeniería Industrial

⁵ Odian, G., (1981) Principles of Polymerization, Ed. John Wiley and Sons, New York

⁶ Marcel Dekker (1998) – Plastics Technology Handbook 3^a Edition

⁷ Abel Kivilevich (1998) Introducción a la Tecnología de Recubrimientos - SATER

⁸ Susana Chow Pangtay (1998) – Petroquímica y Sociedad- Fondo de Cultura Económica