

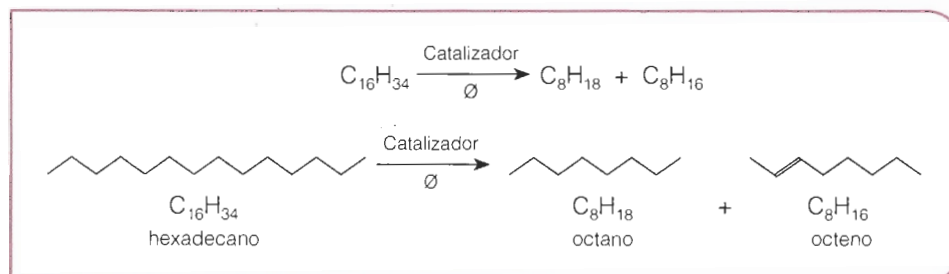
Las naftas

En la actualidad, los combustibles que tienen mayor demanda en nuestro país son las naftas. Como estudiamos en el capítulo 1, un 10% de la fracción de naftas se extrae de la torre de destilación primaria del petróleo para ser reelaborada. Aun así, estas naftas no sirven para ser usadas en los motores de los autos porque no son de buena calidad. Por el contrario, las naftas que fueron sometidas a un proceso de *cracking* son más eficaces, ya que este proceso aumenta su rendimiento.

Las naftas están constituidas por una mezcla de hidrocarburos que poseen entre cinco y doce átomos de carbono por molécula, mientras que la fracción de querosén contiene moléculas que tienen entre doce y dieciséis átomos de carbono. Como esta segunda fracción tiene menos demanda que las naftas, los químicos e ingenieros químicos encontraron una solución ingeniosa al dilema, y transformaron un material de menos utilidad (el querosén) en otro más solicitado (las naftas). A temperaturas de entre 600 °C y 700 °C por el método de *cracking*, se produce la ruptura de las moléculas que componen el querosén en otras más pequeñas, apropiadas para las naftas.

En la actualidad, el proceso se ha mejorado con el agregado de catalizadores, como el óxido de aluminio (Al_2O_3). El *cracking* catalítico es más eficiente desde el punto de vista energético, ya que requiere temperaturas más bajas (500 °C). Por ejemplo:

∅: símbolo de calentamiento



Además, los catalizadores favorecen la ruptura de las moléculas en un sentido determinado, con lo que se evitan otras reacciones secundarias, no esperadas.

La gran ventaja del *cracking* se puede observar claramente en la siguiente estadística:

En 1920, un barril de crudo que contenía 159 litros podía producir 41,5 litros de nafta, 20 litros de querosén, 77 litros de gasoil y 20 litros de destilados más pesados.

En la actualidad, un barril de crudo produce 79,5 litros de nafta, 11,5 litros de combustible para reactores, 34 litros de gasoil y destilados, 15 litros de lubricantes y 11,5 litros de residuos más pesados.

Esta simple comparación nos muestra que, gracias a este proceso, la producción y el aprovechamiento del recurso pueden aumentar considerablemente.

Las naftas que se encuentran en el mercado son del tipo común, súper, sin plomo y verde. ¿Cuál es su diferencia? ¿Son mejores unas que otras en cuanto a su eficiencia? ¿Por qué? ¿Cómo se mide esa característica?

a



Los colores de los surtidores señalan diferentes "clases" de naftas.

1. Vayan a, por lo menos, dos estaciones de servicio que estén cerca de sus casas y averigüen cuántas clases de naftas distintas se venden, cómo se llaman, cuáles son las diferencias entre ellas y cuáles son las que más se consumen.
2. Consulten a los consumidores por qué eligen, en cada caso, la nafta que usan.
3. Identifiquen los carteles que les parezcan indicativos de normas de seguridad. ¿Qué significado tiene cada uno? Registren estos datos en sus carpetas.
4. Amplíen con información la afirmación del epígrafe de la imagen anterior.

Octanaje de las naftas

Las naftas están compuestas, principalmente, por alcanos de cadenas lineales como el hexano (C_6H_{14}), el heptano (C_7H_{16}) y el octano (C_8H_{18}). El inconveniente de estas moléculas es que se queman con mucha rapidez, lo que origina detonaciones en el motor. Por lo tanto, tienen bajo rendimiento.

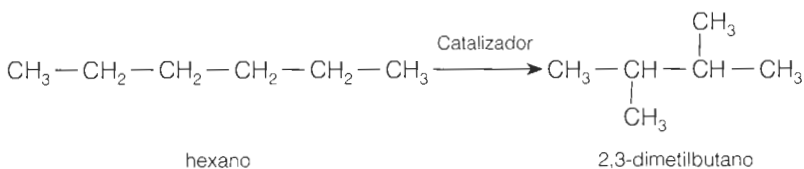
Para medir la calidad de las naftas, se utiliza una escala llamada **número o índice de octanos**. Las naftas que poseen mayor índice de octanos tienen mayor rendimiento. El proceso de craqueo aumenta el octanaje de las naftas, ya que los hidrocarburos más ramificados (menos lineales) aumentan el poder antidetonante del combustible y presentan una combustión más eficiente en los motores de los automóviles. El compuesto llamado isooctano (un hidrocarburo muy ramificado) tiene las mejores propiedades de combustión en este tipo de motores.

Para que el funcionamiento del motor del vehículo sea el correcto, se debe medir el número de octanos de las naftas que se van a utilizar de dos formas: el llamado **Número de Octano Research (RON)** y el denominado **Número de Octano Motor (MON)**. El primero se mide en condiciones de máxima carga y bajas revoluciones del motor, en el momento del pique; y el segundo se mide con baja carga y alta revoluciones, durante la aceleración en la ruta.

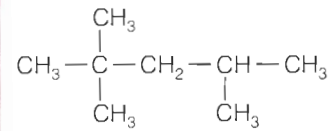
El octanaje refiere a la medida de la resistencia de la nafta a ser comprimida en el motor. Esta se mide como el golpeteo o detonación que produce la nafta comparada con patrones de referencia. En la escala de octanaje se utiliza el heptano con un valor de 0 y el isooctano con un valor de 100 por su gran poder antidetonante. Si en el motor patrón una nafta se comporta de igual manera que una mezcla que tiene 90% de 2,2,4-trimetilpentano y 10% de heptano, se dice que la nafta tiene un índice de octano igual a 90. En el mercado se la conoce usualmente como **nafta súper**. La que es obtenida por destilación primaria tiene un octanaje de alrededor de 50.

Antiguamente, para mejorar el octanaje de las naftas, se les agregaban aditivos como el $(C_2H_5)_4Pb$ (tetraetilplomo), que hacía más lenta la combustión de las moléculas de cadena lineal de la nafta y aumentaba el octanaje cerca de tres puntos. Desgraciadamente, el plomo se liberaba a la atmósfera junto con otros productos por el caño de escape. Debido a sus efectos perjudiciales, los aditivos derivados del plomo ya no son de uso común. Los aditivos alternativos para elevar el octanaje y reducir los contaminantes son los llamados combustibles oxigenados, que se mezclan con la nafta. Las moléculas de estas sustancias tienen átomos de oxígeno, de carbono y de hidrógeno.

Debido a que la combustión de los hidrocarburos de cadena ramificada es más eficiente que los de cadena lineal, otra estrategia que se usa para elevar el octanaje es a través de la **isomerización**. Durante este proceso, se altera la estructura de las moléculas que provienen del petróleo para darles otra forma y cambiar sus propiedades. Por ejemplo, los vapores de un hidrocarburo se calientan en presencia de un catalizador. La reacción se puede esquematizar de la siguiente forma:



Los hidrocarburos de cadena ramificada que se producen se mezclan con los provenientes de los procesos de *cracking* y destilación, con lo que se obtienen naftas de buena calidad, sin plomo, pero de elevado costo.



Fórmula semidesarrollada del 2, 2, 4-trimetilpentano, comúnmente llamado isooctano.

Motores nafteros

Las naftas que se usan como combustibles en los automóviles, intervienen en procesos de combustión. Para que en el motor se produzcan combustiones completas, es necesario que las proporciones entre el combustible y el comburente sean de aproximadamente 1 kg de nafta cada 14,7 kg de aire. Esta mezcla es utilizada en los procesos de compresión, encendido y quemado. En general, como productos de esta combustión completa se liberan nitrógeno (N_2), dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), que no causan contaminación atmosférica.

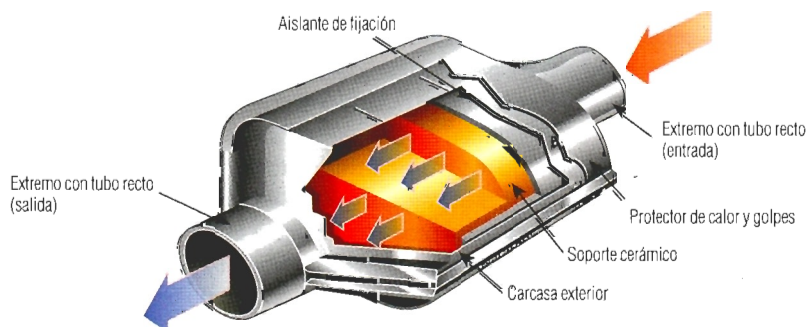
Pero en la práctica, el proceso de combustión dentro del motor de un automóvil es incompleto, por lo que se generan sustancias que contaminan el aire: se producen monóxido de carbono (CO), carbono (C) y agua (H_2O). Además, parte del nitrógeno reacciona con el oxígeno del aire y forma óxidos de nitrógeno. También, suelen salir al exterior restos de hidrocarburos que no reaccionaron.

Catalizadores en los automóviles

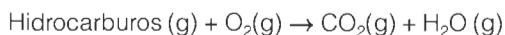
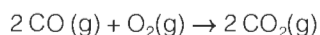
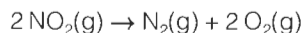
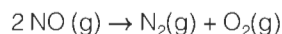
En la mayoría de los automóviles modernos, la emisión de estas sustancias contaminantes es reducida porque estos poseen un dispositivo llamado **convertidor catalítico**, que está instalado en el tubo de escape, cerca del motor. Este dispositivo facilita la conversión de los contaminantes en otras sustancias que son menos dañinas para el ambiente o que directamente no lo contaminan.

Exteriormente, el convertidor catalítico es un recipiente de acero inoxidable y en su interior se encuentra un soporte cerámico de forma cilíndrica u oval que contiene una estructura con múltiples celdillas o con forma de panal. Su superficie está recubierta por una resina que contiene elementos metálicos como platino (Pt), paladio (Pd) y rodio (Rh), que actúan como catalizadores activos (recuerden que los catalizadores aceleran los procesos pero no reaccionan químicamente). Entonces, cuando los gases contaminantes se ponen en contacto con la superficie del catalizador, el CO, los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno (NO y NO_2) se transforman en dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno (N_2) y agua (H_2O).

Esquema de un convertidor catalítico.



Las reacciones que se producen dentro del convertidor catalítico sobre la superficie del catalizador, se pueden representar con las siguientes ecuaciones:



Sensores de oxígeno

Actualmente, la mayoría de los autos tienen, además, un detector llamado **sensor de oxígeno** o **sonda lambda**. La sonda lambda es la "nariz" de la computadora del auto y le "dice" cuánto oxígeno hay presente en el gas de escape; esto le indica a la computadora si la combustión es la adecuada o no, y realiza los ajustes de admisión de combustible, aire y sincronización (punto) del motor.



Sensor de oxígeno.

Naftas, motores y octanos

La nafta se vende con distintos estándares de calidad: uno de ellos es el índice de octanos. La nafta "común" tiene 87 octanos; la "súper" 95, y una "superior" 98.

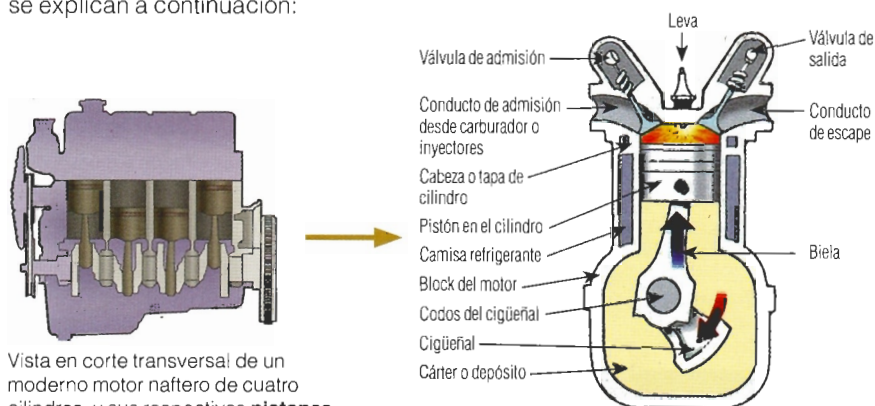
Una nafta con 95 octanos es aquella que se quema en un motor de prueba como si fuera una mezcla que contiene un 95% de **isooctano** (2,2,4-trimetilpentano) y un 5% de **heptano**. Es importante tener presente que esto no indica que estos hidrocarburos estén presentes, sino que en la práctica esa nafta se comporta como lo haría esa mezcla.

A mayor octanaje, la mezcla nafta-aire permite mayor compresión (sin detonaciones antes de tiempo) dentro del cilindro. En los motores actuales, que trabajan con alta presión en sus cilindros (compresión) antes de la etapa de ignición-exposición, un mayor octanaje evita daños y permite obtener más potencia con menor consumo de combustible.

Motores nafteros de cuatro tiempos

Los motores de este tipo también se denominan de **combustión interna**, ya que el combustible se quema en su interior. Generalmente, están formados por un número par de **cilindros**, en cada uno de los cuales se produce la combustión de la nafta previamente mezclada con aire en el **carburetor** o por el **sistema de inyección** con control electrónico en los autos más modernos.

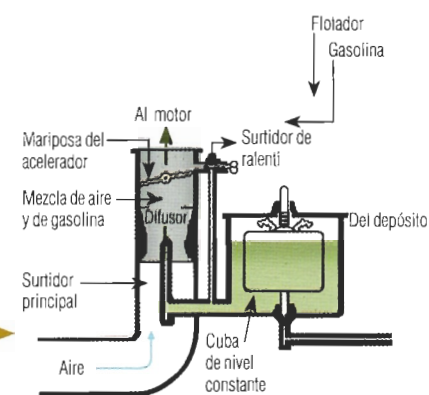
Cada cilindro funciona sincronizadamente con el resto. En los motores llamados de tipo Otto "nafteros", el ciclo de funcionamiento se divide en **cuatro tiempos** o **fases** que se explican a continuación:



Vista en corte transversal de un moderno motor naftero de cuatro cilindros, y sus respectivos **pistones**, **bielas** y el **cigüeñal** dentro del **block del motor**.

Corte del conjunto cilindro, pistón, **válvulas**, biela y cigüeñal.

Por convención internacional, para nombrar un hidrocarburo de cadena ramificada, entre números se pone una coma, y entre números y letras, un guión.



En el esquema se muestran los elementos fundamentales del carburador donde se dosifica la mezcla nafta-aire para su combustión en el cilindro.

1. Admisión	2. Compresión	3. Explosión	4. Escape
<p>Durante la primera fase el pistón se desliza hasta el PMI (punto muerto inferior) y la válvula de admisión C permanece abierta, permitiendo que se introduzca la mezcla de aire y nafta por inyección o aspirada desde el carburador. El volumen libre del cilindro es máximo al final de esta fase.</p>	<p>Las válvulas permanecen cerradas y el pistón se mueve hacia el PMS (punto muerto superior), comprimiendo la mezcla de aire y combustible. El volumen libre del cilindro es mínimo. Al finalizar esta fase, la bujía (o encendido electrónico) se activa y produce la ignición (explosión de la mezcla). Si la nafta es de bajo octanaje, puede producirse la explosión antes, o sea, a destiempo.</p>	<p>En la tercera fase se produce la combustión total de la mezcla, y se libera energía que provoca la rápida expansión de los gases y el movimiento del pistón hacia el PMI. Aquí se transforma la energía química contenida en el combustible en energía mecánica transmitida al pistón, a la biela, y a su vez al cigüeñal, que accionará finalmente las ruedas.</p>	<p>En la cuarta fase se abre la válvula de escape y el pistón vuelve a subir hacia el PMS, expulsando los gases producidos durante la combustión (fundamentalmente CO₂, vapor de H₂O y óxidos de nitrógeno) a través de la válvula de escape. El pistón queda preparado para continuar con la primera fase de un nuevo ciclo.</p>