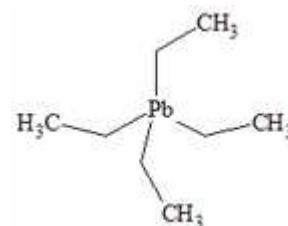


BENZINA E GASOLIO: le emissioni di CO₂

La benzina è un prodotto che viene ottenuto dalla distillazione del petrolio greggio a temperature comprese fra i 35 e i 215 °C nelle **torri di frazionamento**. È un liquido altamente infiammabile, trasparente incolore, oleoso e dall'odore acuto. Di un litro di petrolio, solo il 10% diventa benzina dopo la prima semplice distillazione. Utilizzando le frazioni più pesanti (gasolio pesante e residui di distillazione) si possono ottenere molecole più piccole adatte a essere usate come benzina, grazie a un trattamento detto **cracking catalitico** attraverso il quale gli idrocarburi di maggior peso molecolare vengono frammentati in presenza di un catalizzatore.

La benzina che bruciamo ogni giorno nei motori delle nostre auto è la cosiddetta “benzina verde” (diventata obbligatoria nel 2000 in attuazione della direttiva ce n° 70 del 13/10/1998).

Questa nuova benzina ha sostituito la vecchia benzina “super”, tipica per essere colorata in rosso chiaro e per il suo contenuto di **piombo tetraetile**: (CH₃-CH₂)₄Pb, additivo antidetonante per aumentare il numero di ottano. Al posto di questo composto organico contenente piombo (estremamente tossico anche nella forma di minutissime particelle di ossido di piombo create dalla combustione nel motore), la benzina verde utilizza un maggiore contenuto di **composti aromatici** (come toluene, etilbenzene e xileni) in percentuale <35% e con un contenuto di **benzene** (C₆H₆) <1% perchè estremamente cancerogeno e il più volatile tra gli aromatici.

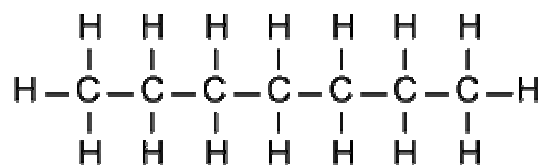


Inoltre, alla benzina verde sono aggiunti come additivi un etere organico: il metil terbutiletere (**MTBE**) oppure l'etil terbutiletere (**ETBE**), sempre per aumentare il numero di ottano. L'MTBE o l' ETBE non devono superare in totale il 15%. Questi due eteri sono stati però proibiti negli stati uniti perchè risultati molto inquinanti e tossici.

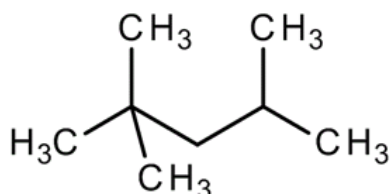
Per il resto, la benzina verde contiene il 18% massimo di **olefine** (idrocarburi lineari o ramificati con almeno un doppio legame) e un 42% circa di **paraffine** (idrocarburi lineari e ramificati saturi, senza doppi legami) tra i 5 (pentani) e 9 (nonani) atomi di carbonio.

La lunghezza della catena di carboni e la sua ramificazione costituiscono il '**Numero di Ottano**':

NO.
L'NO misura la capacità antidetonante di una benzina. Per convenzione si è posto = 0 il potere antidetonante di un composto a 7 atomi di C detto **n-eptano** (ovvero una miscela pura di questo composto è facilmente infiammabile e può esplodere per semplice compressione all'interno dei cilindri. Questo causa il dannoso



“battito in testa” del motore perchè i pistoni vengono spinti con violenza contro la testata del motore dalla detonazione troppo precoce col risultato di danneggiarlo gravemente in poco tempo. Si è posto = 100 il potere antidetonante dell'**iso-ottano**, un idrocarburo molto



ramificato con 8 atomi di carbonio. Il numero di ottano si calcola come se tutta la benzina fosse una miscela solo di n-eptano e iso-ottano ed esprime quindi la capacità di una benzina ad ‘esplodere’ in modo controllato dalla centralina dell'auto. Maggiore è il numero di ottano e migliore è la qualità di una benzina.

Per cercare di rendere minima la diffusione nell'atmosfera di

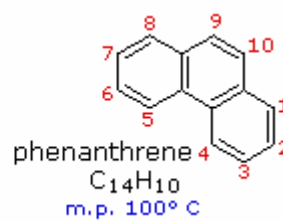
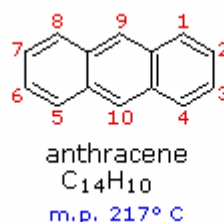
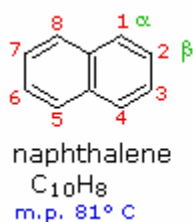
‘frammenti’ incompleti di combustione, i veicoli a benzina devono avere per legge la marmitta catalitica (o meglio: **convertitore catalitico**, detto trivalente perché agisce su Monossido di carbonio, Ossidi di azoto e Idrocarburi incombusti, trasformandoli in CO₂ e N₂. Il convertitore, però, inizia ad agire solo quando raggiunge una temperatura di circa 300°C, per cui prima di entrare in temperatura, i gas di scarico della auto sono estremamente inquinanti e pericolosi.).

E’ chiaro che la benzina “verde” (di questo colore perché viene aggiunto un pigmento che la rende tale) ha ben poco per meritare questo nome così rassicurante perché non è meno inquinante della “super” al piombo (metallo pesante). E’ solo diversamente inquinante.

Per chi conosce almeno un po’ la chimica analitica strumentale, la benzina viene analizzata nel modo più dettagliato con la separazione ed il riconoscimento di tutti i suoi numerosi componenti con la **gascromatografia** a questo scopo, si usano già da molti anni colonne capillari lunghe anche 100 m e più e con diametro interno di 0,25 mm. Il detector all’ uscita della colonna è il **fid** (flame ionization detector) e si fa una lenta analisi a temperatura programmata da 30°C a 180-200°C per circa 2 ore.

Prende il nome di **gasolio** il distillato che si ottiene tra 170 e 360 °C, esso contiene generalmente idrocarburi **da 12 a 25 atomi di carbonio** con un contenuto di aromatici intorno al 30 %. Gli aromatici contenuti nei gasoli contengono proporzioni maggiori di policiclici a 2 (**naftalene**) e tre anelli (**fenantrene**).

Il contenuto di **zolfo** può essere particolarmente rilevante nei gasoli e proprio su queste limitazioni legislative stanno diventando sempre più stringenti per ridurre l’emissione di ossidi di zolfo limitando al contempo i

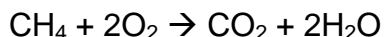


problemi di corrosione all’interno del sistema di combustione causati dalla formazione degli ossidi di zolfo. Il gasolio contiene molecole più lunghe rispetto alla benzina verde: hanno un maggior numero di atomi di carbonio (e composti molto pericolosi policiclici !!). Spesso si sente parlare di ‘biodiesel’: è un gasolio contenente oli di palma, colza e soia e/o oli per motore rettificati.

Il nome gasolio deriva dal fatto che inizialmente questo prodotto serviva alla produzione del gas di città; al giorno d’oggi l’uso principale è come carburante nei **motori Diesel** veloci; viene anche impiegato per tagliare oli combustibili onde ridurre la viscosità e per alimentare gli impianti di cracking catalitico e/o idrocracking.

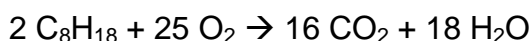
Il **numero di cetani** rappresenta la quantità di ignizione di un carburante diesel; di fatto fra l’istante in cui il carburante viene iniettato e l’istante in cui inizia la combustione esiste un certo ritardo, dell’ordine dei millesimi di secondo; un carburante diesel è tanto migliore quanto più questo ritardo è piccolo. Il numero di cetano viene determinato sperimentalmente in un motore da laboratorio confrontando la qualità di ignizione con quella di due carburanti di riferimento. Essi sono il cetano (C₁₆H₃₄ n-esadecano) a cui si attribuisce il valore 100 e l’α-metilnaftalene a cui si attribuisce il valore zero. Per i motori ad alto numero di giri è richiesto di solito un carburante con numero di cetano superiore a 50 mentre per i motori pesanti a basso numero di giri come i motori marini si richiedono **carburanti** con numero di cetano intorno a 25-35.

La **reazione di combustione** del metano (l'idrocarburo più semplice) è la seguente:



Dove il metano (combustibile) reagisce con l'ossigeno (comburente). Se la reazione è '**stechiometrica**', ovvero se i reagenti sono presenti con le quantità 'giuste', da una molecola di metano si ottengono una molecola di anidride carbonica (che sappiamo comunque avere un importante impatto sul clima) e due molecole vapor acqueo.

Se passiamo alla combustione di una **benzina verde** (assumendo un 100% di ottano):



Ogni 2 molecole di ottano si producono 16 molecole di anidride carbonica. Nei motori a benzina moderni è presente un 'sensore', detto **sonda lambda**, che calcola il giusto rapporto stechiometrico tra combustibile e comburente in modo che la combustione sia il più vicino possibile alla perfezione. Non pensiate che i produttori di auto siano così premurosi nei confronti dell'ambiente: in primo luogo devono (dovrebbero) rispettare le norme sulle emissioni, in secondo luogo riducono i consumi e rendono l'auto 'appetibile' per gli acquirenti.



Purtroppo nei motori Diesel il sistema di miscelazione combustibile/comburente e di accensione è molto diverso. In questi motori le **temperature e la pressione** all'interno della camera di scoppio sono tali che la combustione del carburante iniettato avviene spontaneamente, indipendentemente dal rapporto gasolio/aria esistente in essa. E questo è anche il più grande vantaggio dei motori diesel: il motore "va" a aria e si regola la potenza erogata semplicemente variando la

quantità di carburante iniettato: bisogna ammetterlo, semplicemente geniale, complimenti Rudolf Diesel, grande invenzione, almeno dal punto di vista tecnico.

In pratica nei motore Diesel il rapporto combustibile/comburente può variare tra valori esatti fino a valori in cui si ha quasi 5 volte la quantità di aria necessaria. L'esperienza insegna purtroppo che quando l'aria è già meno di due volte quella necessaria, **la combustione del gasolio non è più completa**, lo sviluppo di fumo (idrocarburi incombusti) si fa vistoso ... puzza ... è la classica nuvola nera che esce dai tubi di scarico di auto e camion con motori Diesel che tutti ci respiriamo e che non accade mai durante i test di controllo !! Questo è il motivo per cui le auto a gasolio montano (dovrebbero) i filtri antiparticolato. In realtà questi filtri creano agglomerati di **PM10** (particelle con un diametro di 10 micron) che ogni 300/40 Km vengono carbonizzati – per ripulire il filtro - creando particelle ancora più piccole (PM 2,5 ancora più dannose per i nostri bronchi), ma almeno sono in regola con la normativa sulle emissioni delle PM10 quando vengono misurate ...

Prendendo in considerazione un combustibile per motore Diesel (usando una molecola di lunghezza media):



Sempre sperando che la combustione sia ottimale. Da due molecole di carburante si ottengono 40 molecole di anidride carbonica !!

Da un articolo (settembre 2014) apparso su Quattroruote riporto questo schema, ottenuto bruciando fisicamente le sostanze in esame e misurandone la CO₂:

Emissioni di CO ₂
2.380 g per litro di benzina consumato
1.610 g per litro di Gpl consumato
2.750 g per kg di metano consumato
2.650 g per litro di gasolio consumato

Quindi appaiono strane le dichiarazioni che le auto Diesel inquinano meno !
Come capita spesso, chi conosce i numeri li gira e li rigira a suo favore.

Analizziamo il seguente schema (sempre apparso nello stesso articolo) :

Fiat X	Consumo	Emissioni di CO ₂
1.2 alimentato a benzina	5,6 l/100 km	133 g/km
1.2 alimentato a Gpl	7,2 l/100 km	116 g/km
1.2 alimentato a metano	4,1 kg/100 km	113 g/km
1.3 a gasolio	4,3 l/100 km	114 g/km

Come si nota le emissioni di anidride carbonica per il gasolio sono minori, nonostante la cilindrata sia anche leggermente maggiore.

Come è possibile ?

E' possibile perché l'unità di misura non è su litri, ma su Km !!

Dal momento che il gasolio è più efficiente (se ne consuma di meno a parità di distanza) ecco che il consumatore medio è portato a pensare che le auto Diesel siano meno inquinanti. Invece a parità di quantità di combustibile utilizzato il gasolio emette più anidride carbonica: la chimica non mente.

C'è da aggiungere che, spesso, chi compra un'auto Diesel, lo fa perché percorre molti Km... quindi rilascia in atmosfera ancora più anidride carbonica rispetto a coloro che usano un'auto a benzina !

Dalla prima tabella è anche evidente come sia il gpl che il metano (1Kg di metano equivale circa a 1,5 litri di benzina, cioè 1834 g di CO₂ a litro 'virtuale') rilasciano molta meno CO₂ rispetto a benzina e gasolio.