

I FENOMENI DELL'ATMOSFERA

3[^] LEZIONE

Prof Paolo Spera

INTRODUZIONE

L'aria che ci circonda è sicuramente la parte del mondo esterno a noi con cui siamo più a contatto. Basta poco e senza questa aria perderemmo la vita. In effetti il corpo umano è in contatto con questa aria attraverso una superficie che è molto di più di quello che immaginiamo. I polmoni hanno una superficie alveolare di circa 200 mq che, 24 ore su 24, svolge gli scambi fondamentali fra ossigeno e anidride carbonica. In più c'è la nostra pelle, circa 2 mq a contatto con l'aria! E' evidente pertanto l'enorme importanza della qualità dell'aria che ci circonda! Nella lezione di oggi ci poniamo l'obiettivo di conoscerne le funzioni ed i conseguenti i fenomeni che si creano nella atmosfera. Per far questo cercheremo di rispondere a queste domande:

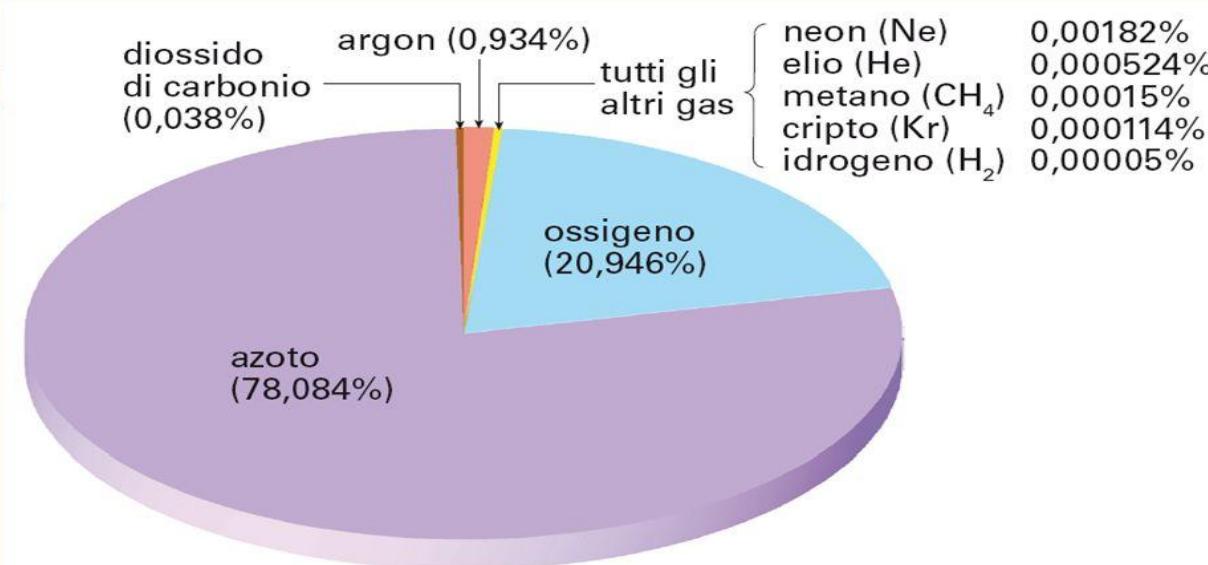
- Quale è stata, per quanto se ne sa, la storia della atmosfera terrestre e quali sono le sue funzioni?
- Che cosa sono il tempo atmosferico ed il clima?
- Come influiscono sul tempo atmosferico e sul clima la temperatura, l'umidità dell'aria, la pressione, le precipitazioni e la circolazione generale dei venti?
- Quali sono gli effetti dell'inquinamento atmosferico?
- Infine daremo uno sguardo a quelle che vengono chiamate le previsioni del tempo!

LA STORIA DELL'ATMOSFERA

Secondo le attuali ipotesi l'atmosfera primordiale della Terra era molto simile a quella di Giove, Saturno, Urano e Nettuno, i pianeti gassosi. Idrogeno ed elio oltre che anidride carbonica, metano ed ammoniaca, erano i gas allora presenti. A causa delle temperature elevate questi gas si sarebbero dispersi nello spazio. L'atmosfera attuale si sarebbe formata in un secondo tempo, quando la prima crosta terrestre era già solida. Le incessanti eruzioni vulcaniche provocate dal bombardamento meteorico, a partire da alcune centinaia di milioni di anni dalla nascita della stessa Terra, liberarono sulla superficie terrestre enormi quantità di gas, soprattutto vapor acqueo, che avrebbero creato nel tempo non solamente l'atmosfera attuale ma, grazie al raffreddamento, anche gli oceani.

L'ATMOSFERA DI OGGI

Qual è la composizione



LE FUNZIONI DELL'ATMOSFERA

L'atmosfera è un involucro aeriforme che risente da una parte della forza di gravità e ciò le consente di non sfuggire nello spazio, dall'altra risente della forza centrifuga dovuta alla rotazione terrestre. Quest'ultimo fenomeno è alla base della circolazione globale dei venti che vedremo più avanti. Non potendo con precisione individuare il suo limite superiore la chiamiamo atmosfera (dal greco *atmòs* = vapore, *sphàira* = sfera). Questo enorme filtro protegge la Terra dalle radiazioni nocive e regola il riscaldamento della Terra da parte del Sole.

Il primo fenomeno è dovuto all'ozonosfera che si trova nella stratosfera, da 10 fino a circa 40 Km di altezza. Qui l'ossigeno molecolare, a causa della energia proveniente dalla radiazione solare, si scinde in ossigeno atomico. L'ossigeno atomico, essendo molto instabile, si lega subito all'ossigeno molecolare formando molecole di ozono O_3 . Il cosiddetto buco dell'ozono di cui abbiamo sentito tutti parlare, ha creato e sta ancora creando effetti pericolosi per tutti gli organismi viventi compreso l'uomo. Il secondo fenomeno ci permette di vivere sulla Terra. Esso è dovuto al cosiddetto effetto serra. Chiariamo un punto fondamentale, l'effetto serra determina un clima indispensabile alla vita perché altrimenti saremmo come sulla Luna con temperature caldissime di giorno e freddissime di notte. Allo stesso modo del vetro di una serra, i gas (in particolar modo l'anidride carbonica) impediscono alla radiazione calda di disperdersi nello spazio. Ovviamente ora si parla di effetto serra e di cambiamenti climatici perché negli ultimi 60 anni la concentrazione di CO_2 è aumentata drammaticamente!

Effetto Serra

Una parte della radiazione solare viene riflessa, mentre il resto si converte in calore

I gas serra
impediscono al
calore di tornare
nello spazio,
riscaldando la
terra



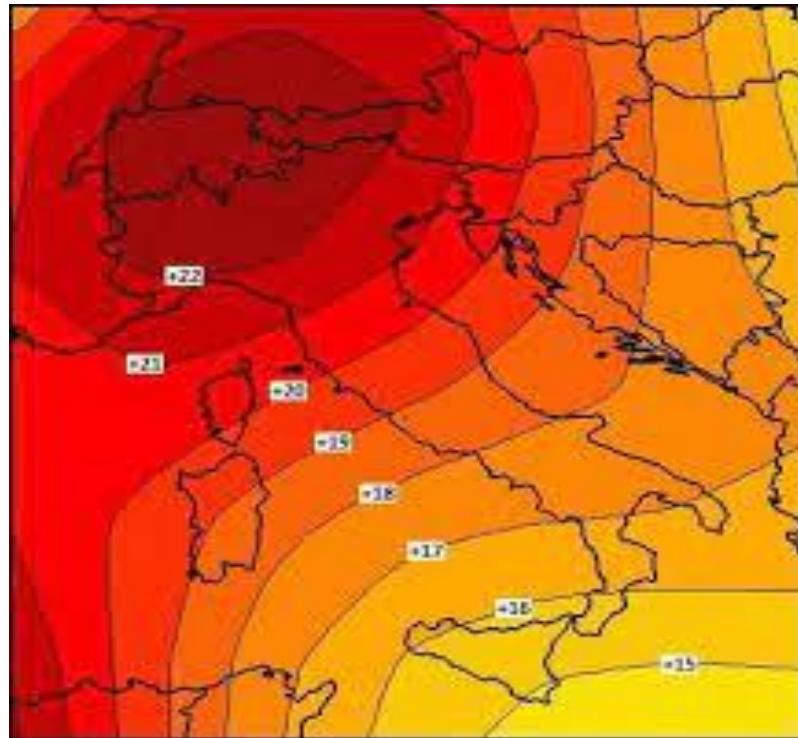
TEMPO ATMOSFERICO E CLIMA

Innanzitutto è bene chiarire la differenza fra tempo atmosferico (o tempo meteorologico) e clima. Per tempo si intende le condizioni (date da temperatura, pressione, venti, umidità, precipitazioni) di un determinato momento. Per clima si intende invece l'andamento delle condizioni citate in un arco di tempo di almeno 40 anni. Risulta del tutto evidente la grande differenza. Quando si sente dire che, siccome quel giorno d'autunno o di primavera, fa molto freddo, non c'è il riscaldamento globale, noi assistiamo ad una delle forme di ignoranza (nel senso letterale del termine, ovviamente) assai diffuse oggigiorno. La differenza fra tempo atmosferico e clima si può sintetizzare con la battuta di un vecchio scienziato inglese che diceva: La Gran Bretagna ha un tempo pessimo ma un clima ottimo. Intendeva dire che, nonostante le abbondanti precipitazioni, le nebbie ed i venti, nel Regno Unito si registrano assai raramente ondate di caldo e lunghi periodi di siccità o di gelo.

LA TEMPERATURA DELL'ARIA

La temperatura dell'aria dipende da diversi fattori. Naturalmente diminuisce all'aumentare dell'altitudine (circa $0,9^{\circ}\text{C}$ ogni 100 m). Quando però c'è l'inversione termica, come in questa stagione, troviamo basse temperature negli strati più bassi dell'atmosfera a causa del forte raffreddamento notturno. La temperatura varia inoltre in base alla latitudine, alla distanza del mare, alla copertura vegetale ed alla esposizione nelle zone collinari e montane. Naturalmente la temperatura presenta una escursione termica giornaliera dovuta all'alternarsi del dì e della notte. Di notevole importanza è la differenza fra la temperatura reale e la temperatura percepita. Ciò è dovuta al fatto che il nostro corpo per raffreddarsi produce vapore che si disperde nell'aria. Quando l'aria è molto umida ciò avviene con difficoltà. Altro fattore è il vento che ci fa sentire una temperatura percepita più bassa rispetto alla temperatura reale.

ISOTERME IN ITALIA



L'UMIDITÀ DELL'ARIA

Il vapor acqueo, pur variando molto nello spazio e nel tempo, è uno dei componenti fondamentali dell'atmosfera ed indispensabile per l'esistenza di tutti gli organismi viventi. Esso deriva dal fenomeno dell'evaporazione prodotto da tutte le superfici liquide di oceani, laghi, corsi d'acqua e suoli, compreso il contributo della vegetazione. Il motore del ciclo dell'acqua è l'energia solare che permette al vapore di salire in altitudine, di condensarsi dando origine alle nubi, alle nebbie ed alle precipitazioni liquide o solide. Il grado di evaporazione varia in base alla temperatura, al vento ed alla secchezza dell'aria.

L'evapotraspirazione delle piante varia in base alla intensità di insolazione e al grado di umidità dell'aria. Ricordiamo che la copertura vegetale è fondamentale per le precipitazioni all'interno dei continenti.

LA PRESSIONE ATMOSFERICA

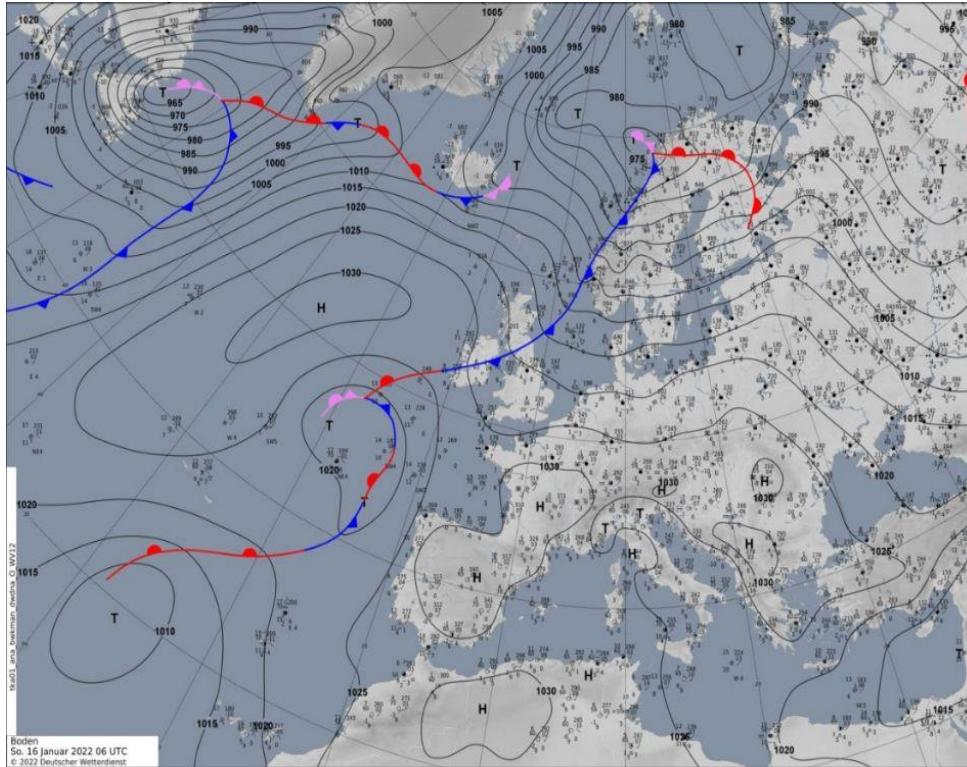
L'atmosfera è formata da materia allo stato gassoso e come tale ha un peso dovuto alla proprietà della massa aeriforme.

L'invenzione del barometro a mercurio è dovuta al discepolo di Galileo Galilei Evangelista Torricelli (1608 - 1647) ed avvenne nell'anno 1644. Scoprì per primo che la pressione dell'aria sposta il mercurio posto in un tubo a vuoto di ben 760 mm (al livello del mare) ed equivale ad una atmosfera che definita come pressione normale. Essa equivale alla pressione di 1033 g/cq. L'unità più adottata dai meteorologi è invece il millibar (mb). Una Atm equivale a 1013 mb. La pressione atmosferica varia con l'altitudine, con la temperatura e con l'umidità dell'aria.

AREE ANTICICLONICHE ED AREE CICLONICHE: I VENTI

Il Sole non riscalda uniformemente la superficie terrestre. Nelle aree in cui avviene un maggiore riscaldamento l'aria si dilata, diventa più leggera e comincia a salire in alto. Questo fenomeno determina una minore pressione cioè una depressione. Si formerà così un'area ciclonica dove i venti ruotano in senso antiorario. Viceversa nelle aree dove il Sole riscalda di meno l'aria si contrae e diventa più pesante scendendo dall'alto verso il basso e ruotando in senso orario. Si sarà creata una zona di alta pressione. Tutto questo movimento dell'aria avviene per convezione e determinerà un ricircolo di aria sia al suolo che ad una certa altitudine creando una cella convettiva. Questo ricircolo di aria avviene naturalmente per riequilibrare le differenze di pressione (l'alta pressione va a colmare la depressione) ed è rappresentato dai venti di cui noi apprezziamo l'intensità dato che si muovono parallelamente al suolo.

LE ISOBARE



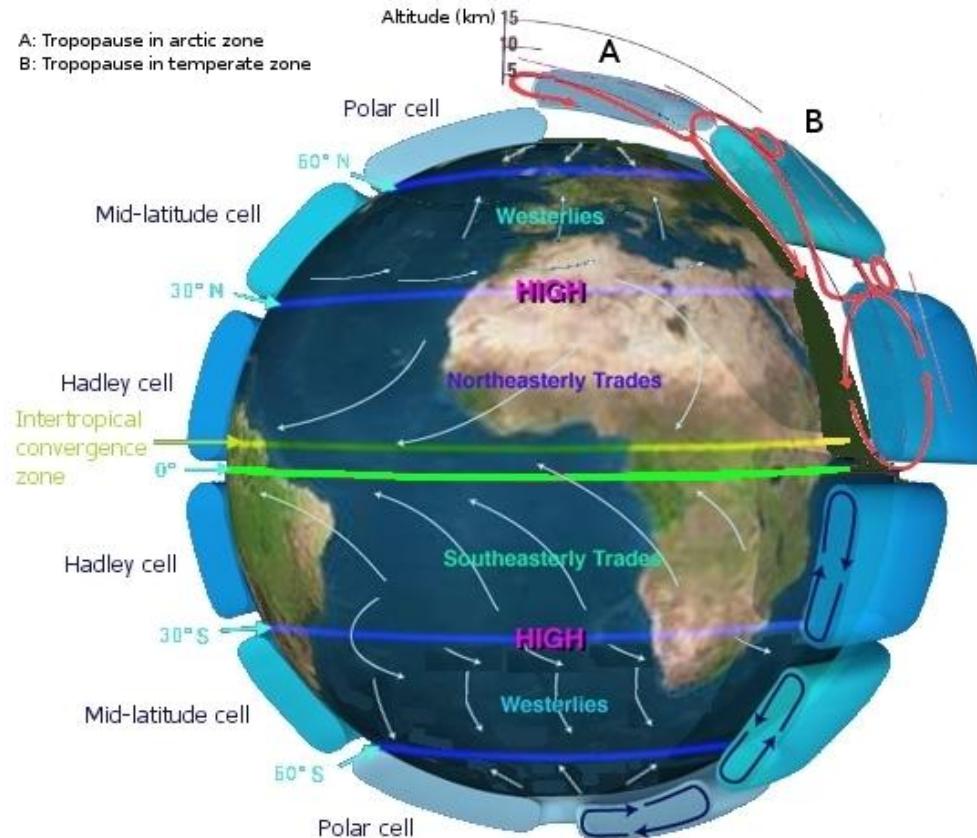
VENTI E ROTAZIONE TERRESTRE

Se la Terra non ruotasse la direzione dei venti sarebbe una sola: da nord a sud e viceversa. A causa della rotazione terrestre, invece, i venti assumono le più svariate direzioni che poi, nel nostro Paese sono riassunte nella rosa dei venti. La causa è dovuta al fatto che un corpo in movimento dall'equatore verso i poli devia verso destra mentre se il movimento è dai poli all'equatore devierà verso sinistra (legge di Ferrel). In pratica, spostandosi lungo i meridiani, un corpo potrà anticipare oppure rimanere indietro rispetto alla velocità lineare della Terra che, sottolineiamo, è diversa a seconda della latitudine in cui ci troviamo.

LA MISURA IN METEOROLOGIA

Sono oramai molto diffuse le piccole stazioni meteo che abbiamo in casa. Fondamentalmente esse contengono un termometro per misurare la temperatura, un igrometro per misurare l'umidità ed un barometro per misurare la pressione dell'aria. Misurando l'andamento nelle ultime 6-8 ore sono così capaci di darci una indicazione generica delle previsioni del tempo. La velocità e la direzione dei venti si misura con l'anemometro. Negli aeroporti ci sono le "maniche" le cui inclinazioni ci rappresentano la velocità del vento.

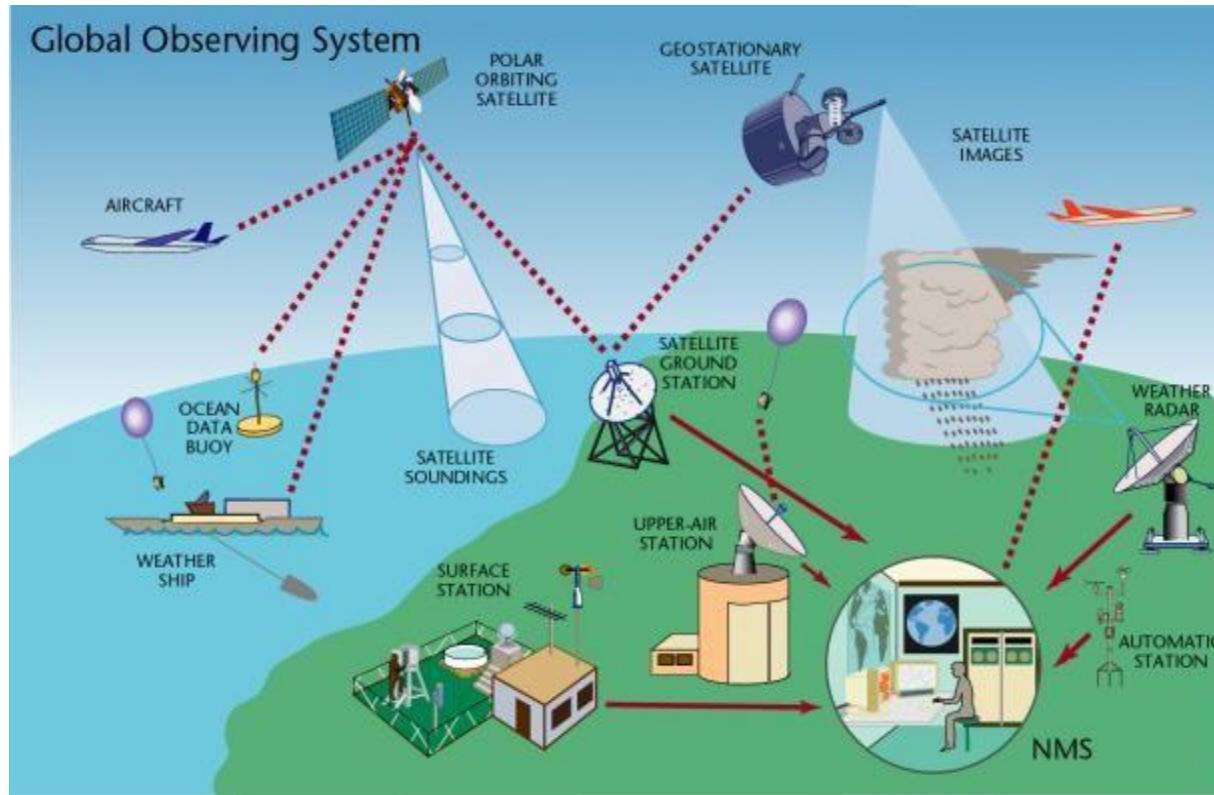
LA CIRCOLAZIONE GLOBALE DEI VENTI



LE PREVISIONI DEL TEMPO

La meteorologia ha assunto il rango di *Scienza* solo nel *XXVII secolo*, dopo la nascita del metodo scientifico galileiano. Il termine meteorologia, però, risale ad Aristotele che nel *IV secolo a.C.* scrisse i primo trattato di questa disciplina. Allora era ovviamente una miscela di osservazioni, credenze e superstizioni. Nella nostra attualità gran parte delle cose che il cittadino medio chiede alla meteorologia si concentra nelle previsioni del tempo. Molto numerosi sono oramai i siti internet che si occupano del meteo ed altrettante numerose le app scaricate sui cellulari. Talvolta, come si legge dalle cronache, sorgono delle pretese verso gli addetti al meteo. Pretese di voler sapere di più di quello che loro potrebbero dirci. Ribadiamo il fatto che, in ogni caso si tratta di previsioni e che, per quanto affidabili, possono arrivare a circa il 90% nel giorno precedente per decadere ad un 20/30% se si tratta di una settimana prima.

COME SI RACCOLGONO LE INFO SUL METEO



L'INQUINAMENTO DELL'ARIA

Per comprendere quanto sia preziosa l'atmosfera con l'aria che essa contiene occorre ricordare a tutti le caratteristiche dello stato aeriforme. Nello stato aeriforme le molecole non sono legate fra loro ma distanti, al più si possono ogni tanto scontrare. Se trasformassimo l'atmosfera in una sostanza liquida essa sarebbe un sottile involucro di solamente 10 metri di spessore! Se la trasformassimo in un solido essa si ridurrebbe a pochi millimetri di spessore! All'apparenza ci sembra qualcosa di enorme, infinito, ma solamente all'apparenza. E l'apparenza è molto diversa dalla realtà. Soprattutto rispetto alla odierna realtà dove l'essere umano riversa nell'atmosfera ogni sorta di sostanze tossiche determinando le conseguenze note a tutti noi. Vorrei che rifletteste qualche secondo su quanto appena detto.

I PRINCIPALI INQUINANTI DELL'ARIA

Secondo la European Environment Agency i principali inquinanti dell'aria sono: biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM 10 e PM 2.5, piombo, benzene, monoossido di carbonio, ozono troposferico, arsenico, cadmio, nichel, benzopirene. A questa nutrita schiera di sostanze tossiche (che viene fatta anche per legiferare i limiti di legge nell'aria) ci sarebbe da aggiungere il solfuro di idrogeno il radon, gli idrocarburi, la formaldeide i PAN (perossiacetilnitrati, chiamati anche inquinanti secondari da smog fotochimico). Si stimano un centinaio di queste ultime sostanze! Come potete vedere non c'è da stare particolarmente tranquilli!

IL PEROSSIACETILNITRATO

