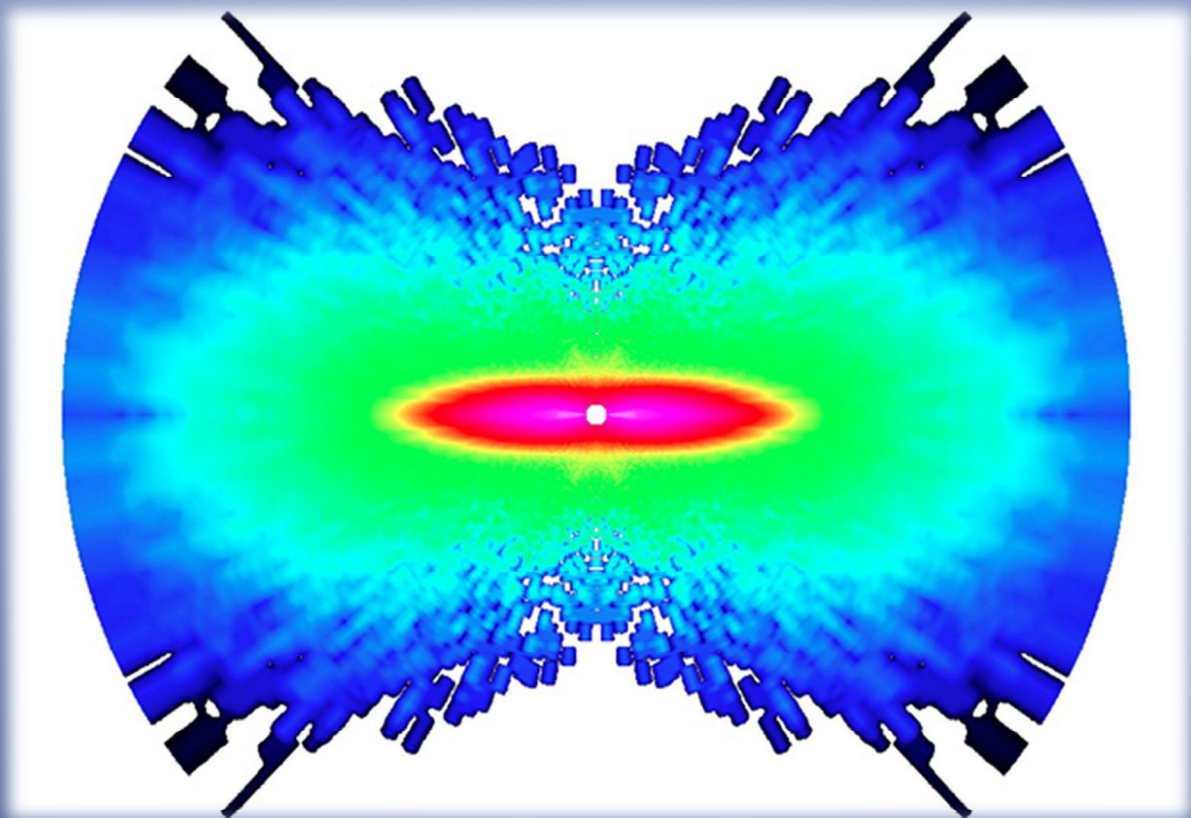




Atomi in movimento in una molecola di Azoto

L'ELEMENTO CHIMICO NUMERO 7

AZOTO, l'elemento degli Dei.

Chi l'ha scoperto? Com'è fatto? Quanta disponibilità c'è sulla terra? Come e perché viene usato?

GIULIA FALETTI

IV A LICEO SCIENTIFICO LEONARDO DA VINCI JESI

Sommario

La Nascita dell' Azoto	2
Caratteristiche Generali	3
Disponibilità	3
Impieghi naturali	3
Impieghi artificiali	4
Fertilizzanti	5
Airbag	6
Immersioni Subacquee	8
Impieghi Farmaceutici	10

La Nascita dell' Azoto

Il 16 Aprile del 1728 nasceva a Bordeaux, Joseph Black, colui che tra i suoi successi vanta la scoperta del calore latente e del calore specifico. Il successo che però in questo caso è da analizzare è quello dell'identificazione della CO₂, comunemente chiamata anidride carbonica. Durante gli studi a essa collegata, infatti, il chimico scozzese si era accorto che bruciando una sostanza carboniosa in un contenitore chiuso e assorbendo l'anidride carbonica, che si sviluppa con idrossido di potassio (KOH), restava un residuo gassoso.

In seguito nel 1773 un suo allievo, Daniel Rutherford, si dedicò allo studio del residuo gassoso trovato dal suo insegnante. Ancora studente Rutherford notò che tale sostanza, contrariamente all'aria fissa (CO₂), non conservava la combustione e la respirazione. Nonostante questo, però, non è a lui che dobbiamo l'identificazione esatta di tale sostanza, questi, infatti, non considerò il gas esaminato come una nuova e distinta specie chimica, ma più semplicemente come aria atmosferica saturata con flogisto. Quest'ultimo era un'ipotetica sostanza imponderabile, che si sarebbe dovuta sprigionare nella combustione o nell'ossidazione dei metalli, ed era quindi l'elemento portante della teoria del flogisto elaborata nel XVII secolo. Tale teoria sosteneva infatti che dalla combustione del calore derivassero ceneri e flogisto, mentre, come ben sappiamo, la chimica moderna schematizza la combustione in modo ben diverso:

combustibile + comburente  prodotti + calore.

Sarà solo grazie agli studi di Lavoisier riguardo alla natura della combustione, che l'azoto troverà finalmente posto nella tavola periodica come un nuovo e distinto elemento chimico. Fu, infatti, proprio la spiegazione del chimico francese a sostituire la teoria del flogisto. Questi dimostrò che la combustione è un processo che coinvolge la combinazione di una sostanza con l'ossigeno. Sostanza che chiamò *azotè*, che sta a significare "privo di vita". Il termine deriva, infatti, dal greco *zoè*, "vita", preceduto dall'alfa privativo, poiché il chimico notò che l'azoto non costituisce il componente dell'aria necessario alla respirazione degli esseri viventi.

Nel 1790 infine fu pubblicato *Éléments de Chimie*, trattato del chimico francese Jean-Antoine Chaptal, nel quale fu coniata una nuova denominazione per il gas allora conosciuto come Azoto o Aria Mefitica, ovvero il termine *nitrogène*, dal Niter, un composto minerale del nitrato di potassio necessario per la produzione dell'acido nitrico, in seguito alla scoperta che quest'ultimo e i nitrati

contengono azoto. Da tale definizione deriva il simbolo N associato all'azoto sulla tavola periodica degli elementi di Mendeleev.

Caratteristiche Generali

L'azoto è un gas inodore e incolore, che allo stato in cui si presenta in natura non è né velenoso né combustibile. Il gas, inoltre, è a molecola biatomica di notevole stabilità, dove, difatti, i due atomi sono tenuti insieme da un triplo legame. Per la rottura di questo legame richiede quindi un'alta energia che causa l'inerzia chimica dell'elemento; inerzia che lo rende adatto a lavorare in ambienti dove l'ossigeno può risultare pericoloso. Per quanto riguarda le caratteristiche più generali, l'azoto si trova nel quinto gruppo (V A) della tavola periodica, tra i non metalli, ha numero atomico 7, con una massa atomica pari a 14.00674, punto di fusione fissato a -209.9° e punto di ebollizione a -195.8° . Ora volendoci riferire alle caratteristiche atomiche dell'elemento possiamo affermare che l'azoto è fortemente elettronegativo (3), può quindi formare legami multipli tramite gli orbitali p. Difatti la configurazione elettronica di tale sostanza risulta essere: $1s^2 2s^2 2p^3$; e gli stati di ossidazione variano da -3 a +5.

Disponibilità

Nonostante l'azoto non costituisca l'elemento fondamentale per la vita sul nostro pianeta, come in precedenza detto, questi si trova al quinto posto nella "hit parade" universale di abbondanza, al diciannovesimo in quella terrestre, al quarto nel corpo umano, e al primo posto nella classifica dell'aria. È abbondante e scevro dalla mortalità come una divinità, per questo motivo, infatti, ho attribuito all'azoto l'appellativo di **"Elemento degli dei"**.

Impieghi naturali

L'azoto, anche se spesso viene poco considerato, è in realtà un elemento fondamentale per alcuni processi naturali. Nonostante, come sopra detto e ribadito, il significato stesso del suo nome lo contrassegni come sostanza marginale, è in realtà essenziale per la vita. Il settimo elemento della tavola periodica, infatti, dà luogo ad amminoacidi, proteine e acidi nucleici, senza i quali sarebbe complesso per l'organismo umano tirare avanti.

Proseguendo la ricerca del sopracitato elemento negli utilizzi fondamentali per la vita, troviamo l'azoto in un altro processo affrontabile unicamente dagli organismi procariotici, in particolare da alcuni batteri azotofissatore e dalle alghe azzurre: **L'Azoto fissazione**. Quest'ultima consiste nella trasformazione dell'azoto gassoso (N_2) in ammoniaca (NH_3) e grazie a questo procedimento gli altri organismi viventi possono assimilare azoto, altrimenti impossibilitati ad assorbirlo sotto la forma gassosa presente nell'atmosfera, unica fonte della sostanza in natura.

L'azoto fissazione inoltre è solo la punta di un iceberg, questa, infatti, è la prima fase del ciclo dell'azoto, il processo completo attraverso cui l'azoto passa dall'atmosfera fino ad arrivare a tutti gli esseri viventi che ne necessitano tramite quattro processi: **L'Azoto fissazione** (l'assimilazione di azoto atmosferico da parte dei batteri azotofissatori), **L'Ammonificazione** (la trasformazione dell'azoto in ammoniaca), **La Nitrificazione** (trasformazione dell'ammoniaca e degli ioni ammonio in ioni nitrito e successivamente in ioni nitrato), **La Denitrificazione** (riduzione dell'azoto nitrico con la produzione di gas che si sprigionano nell'atmosfera).

Il CICLO DELL'AZOTO e i seguenti passaggi della sostanza sono stati mirabilmente descritti e riassunti da Primo Levinel suo libro Il Sistema Periodico, in cui narra la sua storia drammatica e intensa prendendo spunto da alcuni elementi chimici tra cui il nostro, qui tanto discusso, azoto.

"...Il mestiere di chimico insegna a superare, anzi ad ignorare, certi ribrezzi, che non hanno nulla di necessario né di congenito: la materia è materia, né nobile né vile, infinitamente trasformabile, e non importa affatto quale sia la sua origine più prossima. L'azoto è azoto, passa mirabilmente dall'aria alle piante, da queste agli animali, e dagli animali a noi; quando nel nostro corpo la sua funzione è esaurita, lo eliminiamo, ma sempre azoto resta, asettico, innocente. Noi mammiferi, che in generale non abbiamo problemi di approvvigionamento di acqua, abbiamo imparato ad incastrarlo nella molecola dell'urea, che è solubile in acqua, e come urea ce ne liberiamo. Altri animali, per cui l'acqua è preziosa, hanno fatto l'ingegnosa invenzione di impacchettare il loro azoto sotto forma di acido urico, che è insolubile in acqua, e di eliminare questo allo stato solido, senza bisogno di ricorrere all'acqua come veicolo..."

Impieghi artificiali

Per ottenere azoto puro, ovviamente artificialmente, occorre seguire un determinato procedimento: il frazionamento dell'aria nei suoi costituenti in opportune colonne di distillazione. Vari sono gli impieghi sintetici poco noti dell'azoto, la cui stragrande maggioranza della produzione è destinata alla sintesi dell'ammoniaca, con cui in seguito verranno poi preparati fertilizzanti, coloranti e esplosivi, alle applicazioni criogeniche e alla produzione di atmosfere inerti.

Dati i ragionevoli costi di produzione, l'azoto è utilizzato in molti laboratori per il raffreddamento di apparecchiature scientifiche, l'ibernazione di campioni biologici (ovociti, sperma ed embrioni) e molti altri processi che necessitano di bassissime temperature.

Il gas, inoltre, è spesso usato in sostituzione all'argon per creare atmosfere inerti in ambiti industriali, che nonostante offra prestazioni migliori soffre di minor abbondanza e prezzi di produzione più elevati.

Nell'industria chimica e petrolchimica l'azoto è molto utilizzato in diverse reazioni chimiche, in cui si necessita di un'atmosfera priva di ossigeno per ottenere il risultato desiderato. Il gas è qui inoltre usato per la bonifica dei reattori e dei serbatoi per evitare il contatto dei composti contenuti con l'ossigeno.

Sempre legato alla necessità di eliminare l'ossigeno è anche l'impiego dell'azoto nel campo metallurgico. L'ossigeno, infatti, potrebbe formare ossidi, ma anche l'azoto in alcune reazioni dove la temperatura è troppo elevata è pericoloso in quanto reagisce con alcuni metalli. Nella metallurgia l'azoto viene utilizzato soprattutto per la ricottura di acciai, rame e alluminio e nella tempra di acciai in forni sottovuoto.

È inoltre possibile trovare l'elemento nell'industria alimentare, sia puro sia in miscela, utilizzato per conservare prodotti industriali alimentari.

Le applicazioni dell'azoto sono molteplici, tra le altre: produzione di elementi elettronici; gonfiaggio pneumatici; all'interno dei binocoli; estrazione del petrolio.

Fertilizzanti

L'azoto è fondamentale per le piante poiché coadiuva la formazione dei tessuti vegetali e il loro progressivo accrescimento. Non tutti gli organismi vegetali però hanno la possibilità di usufruire dell'azoto atmosferico, così ricorrono a quello presente nel terreno grazie al [CICLO DELL'AZOTO](#) sopra descritto. La mancanza di azoto in una pianta porta all'accorciamento del suo ciclo biologico e conseguentemente una produzione molto bassa. Per ottenere il massimo dalle proprie colture spesso i contadini ricorrono a fertilizzanti azotati per accrescere la quantità di azoto assorbita dalle piante. Occorre però fare attenzione nell'uso di questi fertilizzanti poiché l'eccesso di azoto è negativo per la pianta. Quest'ultimo, infatti, provoca squilibri nel ciclo biologico, scarsa

lignificazione dei tessuti, con conseguente predisposizione ai parassiti, accumuli idrici eccessivi, per non parlare poi del rischio d'inquinamento delle falde acquifere là dove il terreno è troppo saturo di azoto.

Esistono principalmente quattro fertilizzanti azotati: l'Urea; il Solfato Ammonico; il Nitrato Ammonico; il Nitrato di Calcio.

L'Urea: è il fertilizzante a maggior contenuto di azoto, circa il 46%, ma a minor costo. L'urea presenta inoltre un'utile possibilità per chi desidera utilizzare il prodotto per fertilizzare i terreni coltivati. Secondo la reazione $NH_2CONH_2 + H_2O \Rightarrow 2NH_3 + CO_2$ infatti, in presenza di acqua può decomorsi in anidride carbonica e ammoniaca.

L'urea viene quindi trasformata in ammoniaca nel terreno in tempi relativi alle condizioni generali: temperatura, contenuto in sostanza organica del terreno...

Bisogna sempre tener conto che l'urea fino a quando non viene idrolizzata penetra nel terreno come i nitrati, se invece si idrolizza allora viene assorbita dal terreno.

Solfato Ammonico: è stato molto utilizzato in passato per le coltivazioni di fondo poiché il catione ammoniacale si fissa con il potere assorbente del terreno. Rispetto all'urea però presenta il 20-21% di azoto ammoniacale nella sua composizione, mentre un altro 23-24% è zolfo.

Nitrato Ammonico: può essere utilizzato in qualsiasi stadio di sviluppo delle colture e presenta una quantità pari di azoto ammoniacale e nitrico. Il problema di questo composto è che il nitrato ammonico presente in determinate situazioni può risultare esplosivo e va quindi trattato con molta cura.

Nitrato di Calcio: questo fertilizzante ha effetto immediato poiché viene velocemente assorbito dal terreno. Questo però ha anche un costo molto elevato, quindi è conveniente solo nelle colture di pregio dove si vuole avere una risorta pronta.

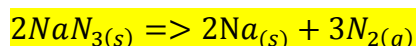
Airbag

Parlando dei progressi tecnologici in campo automobilistico non si può tralasciare l'importantissimo e salvifico Airbag, ma chi l'ha inventato e soprattutto come funziona?

Nel 1953, l'anno successivo la sua invenzione, il Signor John W. Hetrick ne depose il brevetto, ma sarà solo dalla fine degli anni '60 che si farà uso della protezione in campo automobilistico.

Dopo vari prototipi e test la prima autovettura a contenere l'invenzione di Hetrick fu la Oldsmobile Toronado del 1973.

Il principio di funzionamento di un airbag consiste nell'espansione di un involucro protettivo (il pallone o "bag"), da parte di una certa quantità di gas, innescati da un comando elettrico della centralina elettronica dedicata, in seguito ad un urto segnalato da uno o più sensori del sistema. Il segnale di comando della centralina airbag si traduce in una corrente che, tramite un cablaggio dedicato, riscalda istantaneamente un filamento rendendolo incandescente, il quale innesca la carica esplosiva del "detonatore" che a sua volta dà luogo alla reazione chimica del combustibile solido contenuto nel generatore, composto da azoturo di sodio (NaN_3) e nitrato di potassio (KNO_3); la reazione rapidissima tra i due elementi produce un'enorme quantità di azoto allo stato gassoso, il quale gonfia istantaneamente il modulo airbag alla velocità di oltre 300 km/h, ed il tempo complessivo, dall'inizio del processo di detonazione alla fuoriuscita del gas per il gonfiaggio della sacca, è dell'ordine di 30 millisecondi. La reazione precedentemente descritta si può quindi graficamente rappresentare come:



Al centro del contenitore si trova il detonatore, attorno al quale è disposto il combustibile solido, mentre la parte più esterna, immediatamente prima del pallone airbag, è provvista di un filtro in metallo che serve a raffreddare i gas in uscita e impedisce la propagazione delle fiamme, e inoltre trattiene le particelle solide derivate dall'esplosione, in maniera tale che nella sacca non giungano elementi incandescenti. Il generatore di gas descritto è di tipo a singolo stadio, cioè provvisto di una sola carica esplosiva.

Questi generatori, infatti, possono anche essere a doppio stadio.

I generatori a doppio stadio (il così detto sistema "Smart Airbag") hanno due cariche esplosive che si attivano indipendentemente l'una dall'altra e in tempi diversi a seconda della severità dell'urto, mentre le modalità di funzionamento sono le stesse di quelle del generatore monostadio.

In una prima fase la centralina airbag attiva il primo detonatore per un primo gonfiaggio dell'airbag, mentre nella fase successiva viene azionato il secondo generatore e il gas prodotto defluisce nella sacca attraverso la camera di combustione del primo stadio e il filtro metallico.

Nei moduli lato passeggero invece vengono utilizzati generatori di gas a forma tubolare ma con le stesse caratteristiche.

Altri tipi di generatori utilizzati per i moduli lato passeggero e anche per i moduli a protezione di testa e torace, sono i così detti a gas ibridi; la particolarità del funzionamento è di ottenere un'elevata velocità di gonfiaggio della sacca, per avere una tempestiva azione di protezione, essendo questi moduli a ridotte distanze dalla struttura dell'autovettura.

Possono essere anch'essi a singolo e a doppio stadio.

Analizzando i generatori ibridi a singolo stadio degli airbag passeggero si nota che sono composti da un generatore a combustibile solido e una capsula contenente argon od azoto inerte precompresso ad alta pressione (200–600 bar), che viene fatto espandere in rapida successione insieme al gas sviluppato dal generatore pirotecnico, aumentando così la velocità di gonfiaggio della sacca. Il generatore ibrido monostadio è sostanzialmente una piccola bombola di gas compresso, all'interno della quale viene inserito un dispositivo di innesco ed una carica di attivazione pirotecnica.

In questo tipo di generatore i gas passano attraverso un diaframma pre-lacerato ad apertura controllata: quando il detonatore viene attivato, i gas derivanti dall'esplosione aumentano la pressione e rompono il diaframma, spingendo la massa di gas compresso verso l'airbag.

Esistono anche generatori di gas ibridi a doppio stadio che sono del tutto uguali a quelli monostadio, ma con l'unica differenza che è presente una seconda carica esplosiva.

Immersioni Subacquee

Per quanto riguarda le immersioni subacquee sportive comuni si possono fare utilizzando aria compressa fino a profondità di circa 20 metri. Con una miscela di gas chiamata Nitrox (che contiene un massimo di 64% di N_2), una persona può rimanere a tali profondità per lunghi periodi. Per andare più in profondità, comunque i sommozzatori devono respirare una miscela di gas speciale come il Trimix, composta da ossigeno, elio e azoto.

Bisogna però fare molta attenzione durante un'immersione in quanto può comportare gravi danni all'organismo, danni a oggi conosciuti come Malattie da Decompressione (MDD).

La narcosi da azoto è una delle patologie da decompressione più frequenti. Questa comporta una condizione pericolosa che può influenzare i subacquei, soprattutto durante le immersioni più profonde (superiori a 30 metri). L'esatto meccanismo della narcosi da azoto è ancora da esplorare, ma ha a che fare con l'azoto allo stato gassoso che attacca le trasmissioni nervose del corpo quando si è sottoposti ad alta pressione. L'Azoto non è il solo gas in grado di pregiudicare le trasmissioni nervose in tali circostanze, difatti anche argon e idrossido possono comportare conseguenze identiche. Poiché l'aria inalata dai subacquei contiene una grande quantità di azoto (proprio come l'aria che respiriamo ogni giorno), la narcosi da azoto è stato il primo tipo di narcosi da gas sperimentato da subacquei. Oggi, la condizione è anche indicata come narcosi da Gas inerte.

Come fa la Malattia Da Decompressione a causare dolore, paralisi o morte? Siccome le bolle di azoto si raggruppano o si espandono in relazione alla diminuzione della pressione, premono sui terminali nervosi lacerando i capillari. All'interno di vene o arterie, le bolle rallentano il flusso sanguigno e ciò danneggia i tessuti che devono essere supportati dall'ossigeno in soluzione. Un'altra teoria sostiene che i globuli bianchi attaccano le bolle, causando una grossa ostruzione alla normale circolazione. In entrambi i casi si vengono a formare degli emboli che generalmente nella maggior parte dei casi sono causati dall'azoto.

L'azoto entra nell'organismo attraverso il meccanismo della respirazione di aria compressa e transitando nei polmoni confluisce direttamente nel flusso sanguigno attraverso il quale viene trasportato in tutto il corpo e depositato nei vari tessuti.

Le molecole di un gas allo stato naturale solitamente non si attirano anzi si respingono e la loro "forza di respingimento" viene chiamata pressione del gas considerato. Così facendo, le molecole dell'azoto si disperdono tra le cellule sanguigne, superano la barriera delle arterie ed in un certo senso riempiono gli "spazi vuoti" dei tessuti. Quando le molecole d'azoto sono disperse e mischiate con altre molecole dei tessuti organici, l'azoto entra in "soluzione" ed in questa prima fase non desta alcuna preoccupazione. Solamente quando in seguito le molecole d'azoto (e le molecole di altri gas) vengono forzatamente associate o avvicinate esse creano problemi legati all'agglomerazione che vengono per l'appunto denominate bolle o formazioni emboliche.

Quali sono i sintomi che questa "M.D.D." comporta?



Affaticamento insolito

-  Dolore alle articolazioni e/o ai muscoli di braccia, gambe e torace
-  Intontimento, vertigini, acufeni (ronzii alle orecchie)
-  Intorpidimento, formicolio e paralisi
-  Difficoltà respiratorie
-  Eruzioni cutanee
-  Disturbi della minzione (difficoltà ad urinare)
-  Confusione, alterazioni della personalità, comportamento bizzarro
-  Amnesia, tremori
-  Difficoltà di deambulazione
-  Espettorato schiumoso e sanguinolento
-  Collasso o perdita di coscienza

Se quindi, in seguito ad un'immersione o se si è sottoposto il proprio organismo a un'alta pressione, si verificano alcuni dei sintomi precedentemente descritti occorre iniziare immediatamente una terapia per non rischiare danni permanenti.

Impieghi Farmaceutici

Anche se non molto noti, non sono irrilevanti gli utilizzi dell'azoto e dei suoi composti in campo farmaceutico. Uno tra i vari composti utilizzati è il protossido d'azoto, un gas inodore ed incolore (noto anche come gas esilarante); possiede contenute proprietà anestetiche ma potenti proprietà analgesiche ed ansiolitiche e per questo viene comunemente impiegato nel mantenimento dell'anestesia. Per trattare il dolore viene utilizzato miscelato all'ossigeno ed è disponibile nella preparazione di miscela fissa equimolare di 50% N_2O e 50% O_2 predisposta in bombole che possono essere anche trasportate. L'inalazione di questa miscela induce uno stato di sedazione cosciente, descritto come uno stato di depressione della coscienza, indotto farmacologicamente, durante il quale vengono conservate la capacità di respirare autonomamente, i riflessi protettivi delle vie aeree e la capacità di rispondere a stimoli verbali. L'azione del gas si manifesta in tre minuti dall'inizio dell'inalazione ed è reversibile in cinque minuti, dalla sospensione della stessa.

In seguito alla sua somministrazione possono a volte verificarsi alcuni effetti collaterali minori quali euforia o irrequietezza e, più raramente, nausea e vomito. La loro frequenza di comparsa è tuttavia bassa e regrediscono spontaneamente dopo pochi minuti dalla sospensione

dell'inalazione. Gli effetti collaterali maggiori sono invece inibizione del riflesso della deglutizione o de-saturazione.

i

Tra le fonti utilizzate:

1. Enciclopedia Treccani
2. Enciclopedia Le Garzantine
3. <http://www.scubaportal.it/pdd.html>
4. <http://www.pro-gen.it/index.php/prodotti/dove-si-trova-lazoto>
5. Wikipedia
6. <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/airbag.htm>
7. http://www.infermieristicapediatrica.it/index.php?option=com_content&view=article&id=50:..
8. http://www.fertirrigazione.it/ita_198/