



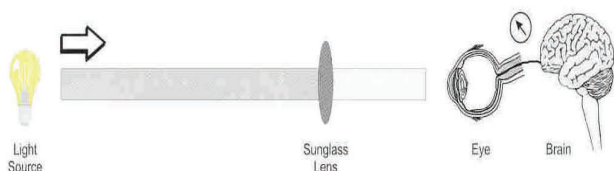
## Analisi del respiro con tecnologia all'infrarosso: Basi teoriche

### Spettrometria infrarosso: concetti di base

Il funzionamento degli strumenti Intoxilyzer® si basa sull'assorbimento della luce infrarossa. Per capire meglio consideriamo cosa succede guardando una lampadina accesa. Questa emette **luce visibile** che raggiunge l'occhio, un **rivelatore** di tale luce. L'occhio invia dei segnali al cervello informandolo sull'intensità luminosa.

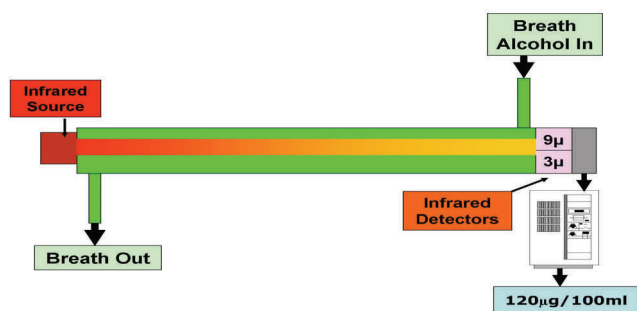


Se ora si indossano gli occhiali da sole, le lenti assorbono parte di questa luce. La luce che raggiunge l'occhio sarà minore e quindi sarà diverso il segnale che raggiunge il cervello. Il risultato è che la lampadina risulterà più fioca di prima.



Ora, proprio come le lenti da sole assorbono luce visibile, l'alcol assorbe luce infrarossa.

Il **Lion Intoxilyzer®** possiede quindi una sorgente infrarosso (la lampadina) posta ad un capo della camera di misura dove passa il fiato. All'altro capo c'è un rivelatore infrarosso (l'occhio), collegato elettronicamente al **computer** (il cervello).



Parte della radiazione infrarossa che passa attraverso la camera viene assorbita dall'alcol presente al suo interno riducendo l'intensità della radiazione che raggiunge il rivelatore. Questa variazione di luce infrarossa è una misura della concentrazione di alcol presente nel campione di espirato (quanto opaca è la lente alla radiazione infrarossa). Maggiore è la concentrazione di alcol, maggiore sarà la luce assorbita. Il principio è descritto dalla Legge di Beer (1852).

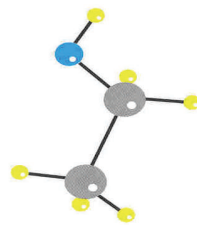
### Chimica organica: Etanolo

Le sostanze chimiche organiche sono così chiamate perché costituiscono la base degli organismi viventi. Alla loro base vi sono dei blocchi costituiti da una **catena di atomi di carbonio**, attaccati ai quali si possono trovare atomi di **idrogeno, azoto e ossigeno**:



Ci possono essere anche atomi di azoto e/o alogeni, come il cloro. Il mix di questi mattoni da costruzione - **gli atomi** - ed il modo in cui sono assemblati per formare la struttura primaria - **le molecole** - definisce la materia (o **sostanza**).

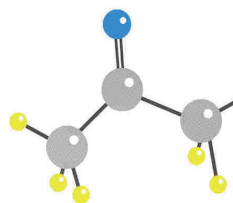
**L'etanolo**, l'alcol presente nelle bevande, ha 2 atomi di carbonio, 6 di idrogeno e 1 di ossigeno, assemblati in una struttura 3-D mostrata qui. La sua formula chimica è **CH<sub>3</sub> CH<sub>2</sub> OH (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)**, ed è chiamato **alcol etilico**:



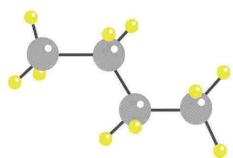
**Metanolo** (o alcol metilico) è un altro alcol, con un solo atomo di carbonio. Così la sua formula è: **CH<sub>3</sub> OH**:



**Acetone**. Anch'esso può essere trovato nell'espirato (come prodotto derivante dalla riduzione del grasso) ma solo in minimi livelli. Non è un alcol bensì un chetone, con formula **CH<sub>3</sub> CO CH<sub>3</sub>**



**Butano, C<sub>4</sub> H<sub>10</sub>**, è un **idrocarburo** contenente soltanto idrogeno e atomi di carbonio. A volte può essere respirato e pertanto apparire nel respiro.



Ci sono quindi diverse sostanze organiche che a volte possono essere presenti nell'espirato. Come fa lo strumento a raggi infrarossi **l'Intoxilyzer®** a riconoscere l'**etanolo** da altri prodotti? Come distingue, per esempio, l'etanolo dall'acetone? In altre parole, cosa conferisce allo strumento la sua **specificità** per l'etanolo?

La specificità nell'**Intoxilyzer®** è ottenuta tramite una esclusiva e sofisticata tecnologia dell'infrarosso a **lunghezza d'onda multipla (3µ e 9µ)**.

## Spettroscopia infrarosso: principio

E' stato detto prima che molecole organiche come l'alcol assorbono luce **infrarossa**, così come gli occhiali da sole assorbono la luce **visibile**. Maggiore è la concentrazione d'alcol, maggior è la luce assorbita, quindi minore sarà la quantità di luce che colpisce il rivelatore a raggi infrarossi. Nell'**Intoxilyzer®**, la quantità di luce infrarossa assorbita è funzione del livello di alcol presente nella camera di misura.

Ma come avviene in primo luogo l'assorbimento della luce infrarossa da parte delle molecole organiche? Per capire cosa succede, occorre osservare la molecola più da vicino e in particolare il legame fra gli atomi di carbonio e l'idrogeno – il cosiddetto legame **C-H**; ed il legame fra atomi di carbonio e ossigeno – il legame **C-O**.



Questi legami interatomici non sono rigidi ma hanno proprietà simili a quelle di una molla caricata con ai capi due palline. Ciò significa che ogni legame è in grado di **vibrare** – **allungandosi, torcendosi o dondolando**. Ma per innescare la vibrazione è necessaria energia, di preciso e dato livello, specifica delle proprietà fisiche di quel particolare legame (definita dalla sua **frequenza**, o **lunghezza d'onda**).

La situazione è simile a quella di un violino, dove due corde corrispondenti alla stessa nota vibrano entrambi se ne viene pizzicata una. Perché questo avvenga occorre che siano accordate esattamente sulla stessa nota – o **frequenza** – dandogli la stessa tensione – o **livello energetico**.

Così, se è presente energia della giusta frequenza, essa sarà assorbita da quelle molecole i cui legami hanno la stessa frequenza di risonanza. Più molecole sono presenti, più legami sono presenti e più energia verrà assorbita. Cioè maggiore è il livello di alcol, maggiore sarà la quantità di luce assorbita all'innescare della vibrazione.

La frequenza alla quale ogni legame si scuote, ruota o si allunga dipende dal tipo di atomo presente ai suoi capi, oltre che dalla struttura del resto della molecola. Così, la frequenza alla quale i **legami C-H dell'etanolo** oscillano è leggermente diversa da quella a cui oscillano i **legami C-H del metanolo**. Inoltre, l'oscillazione dei legami **C-H** di un atomo di carbonio a cui sono attaccati **due** atomi di idrogeno, è diversa da quella di un atomo di carbonio al quale sono attaccati invece **tre** atomi di idrogeno.

L'Energia richiesta per attivare il legame C-O è quella corrispondente alla frequenza dell'**infrarosso** nella regione dei 9 micron (9  $\mu$ ), mentre l'energia richiesta per attivare i legami **C-H** (ed alcuni altri) si trova nella regione infrarossa corrispondente a 3 micron (3  $\mu$ ). Tutto ciò significa che ogni molecola organica assorbe energia infrarossa a frequenza leggermente diverse, ad ognuna delle quali corrisponde un livello di energia che dipende dal legame e dalla struttura della molecola stessa.

Il risultato è un'**impronta digitale chimica**, o **spettro dell'infrarosso** di quella specifica molecola. Non esistono due molecole diverse che abbiano lo stesso spettro.

## Analisi infrarosso nell'Intoxilyzer®

Negli **Intoxilyzer®**, la concentrazione viene determinata in corrispondenza della lunghezza d'onda **primaria** di luce infrarossa, alla quale avviene l'assorbimento da parte dell'etanolo. La lunghezza d'onda primaria è quella alla quale avviene il maggior assorbimento energetico da parte della sostanza di interesse. Questo avviene generalmente nella regione dei 9 micron, corrispondente all'assorbimento per vibrazione dei legami C-O della molecola dell'etanolo.

Durante il processo di calibrazione, con soluzioni di etanolo, viene misurato anche l'assorbimento corrispondente a lunghezze d'onda **secondarie** con memorizzazione dei rapporti ottenuti.

Nell'analisi del respiro, se il campione contiene solo etanolo, il **rapporto** di assorbimento alle diverse lunghezze d'onda sarà uguale a quello memorizzato in fase di calibrazione (impronta digitale dell'etanolo). Se dovesse essere presente un'altra sostanza, anch'essa assorbente nella regione dei 9 micron, allora il grado di assorbimento alle lunghezze d'onda secondarie sarà diverso ed i rapporti differiranno rispetto a quelli memorizzati durante la calibrazione. In questi casi, il software indicherà che sono presenti **sostanze interferenti**. Questo sistema è in grado di rilevare la presenza di tutti i contaminanti (che possono essere presenti nell'espirstato), mostrando sul display "**Rilevato sostanze interferenti**" nel caso il contributo di lettura, per ogn'uno degli interferenti, superi le specifiche OIML R126.

La specificità nell'Intoxilyzer® è ottenuta tramite **filtri ottici selettivi** (filtri ottici di lunghezza d'onda a banda stretta) senza l'impiego di sensori secondari quali celle elettrochimiche o semiconduttori che necessitano sostituzione e calibrazione periodica.

Morgan Italia S.r.l.

Via Gramsci 20, 40068 San Lazzaro di Savena (BO)

TELEPHONE: 051 45 42 00  
WEB: www.morganitalia.com

FAX: 051 46 02 47  
E-MAIL: [info@morganitalia.com](mailto:info@morganitalia.com)