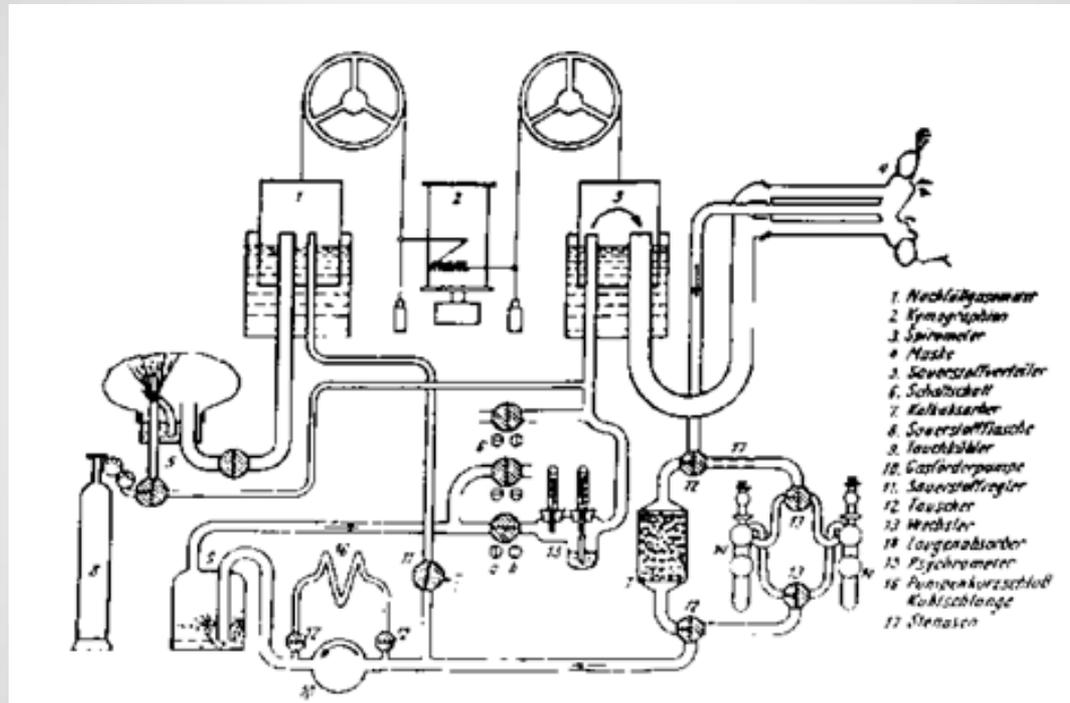


Strumentazione Diagnostica Polmonare

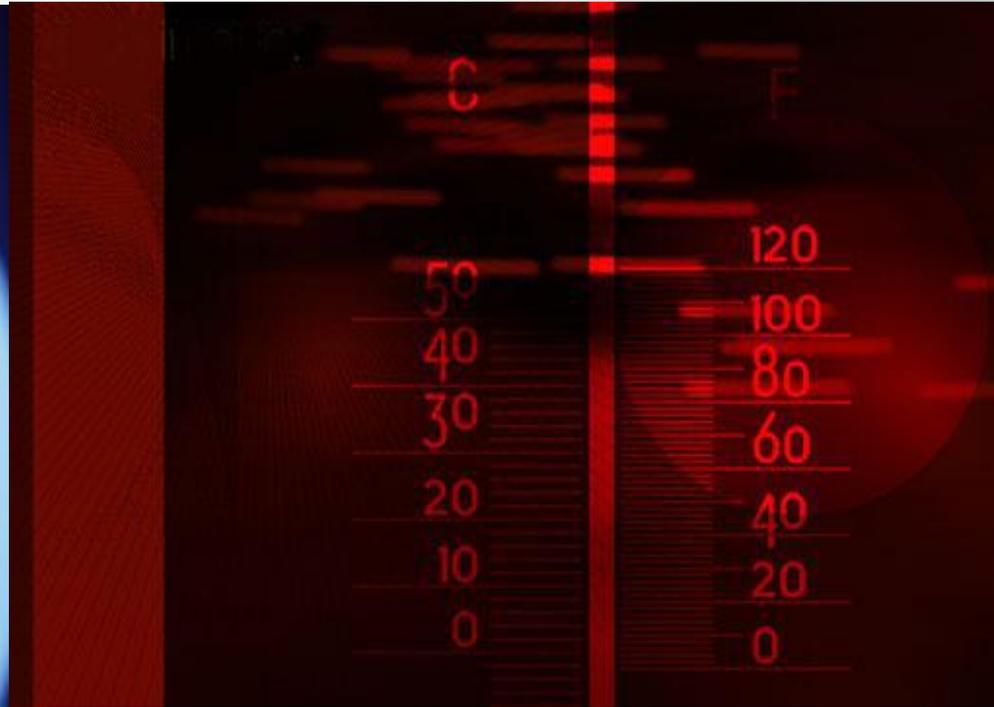


...La scatola misteriosa...

Walter Zaggia

European Spirometry Driving Licence

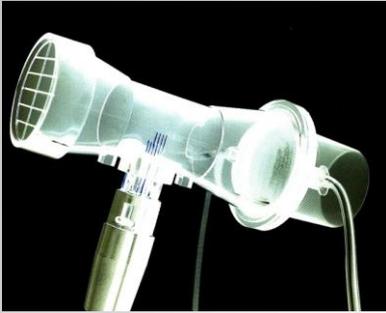
Spirometri: tecnologia, taratura e controllo qualità



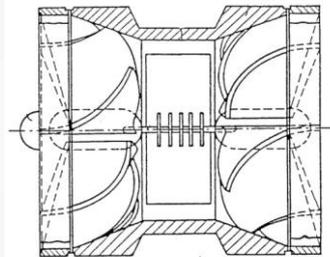
Cosa misuriamo:

- Volumi
- Flussi
- Pressioni
- Gas: O₂, CO₂, HE, CO, CH₄, N₂, ...

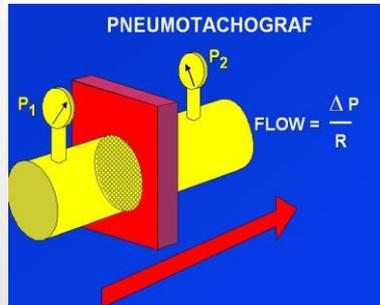
Trasduttori di flusso e volume (1)



• Flussimetro di massa



• Turbina digitale



• Pneumotacografo

Trasduttori di flusso e volume (2)

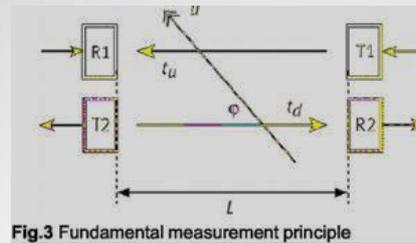
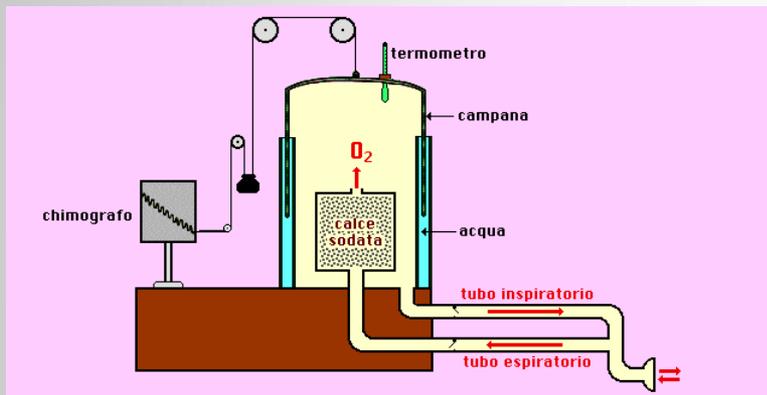


Fig.3 Fundamental measurement principle

•Ultrasuoni



•Campana ad acqua

Espirómetro de pistón
De tipo cerrado y seco

• Cilindro sellado que no deja escapar el aire.

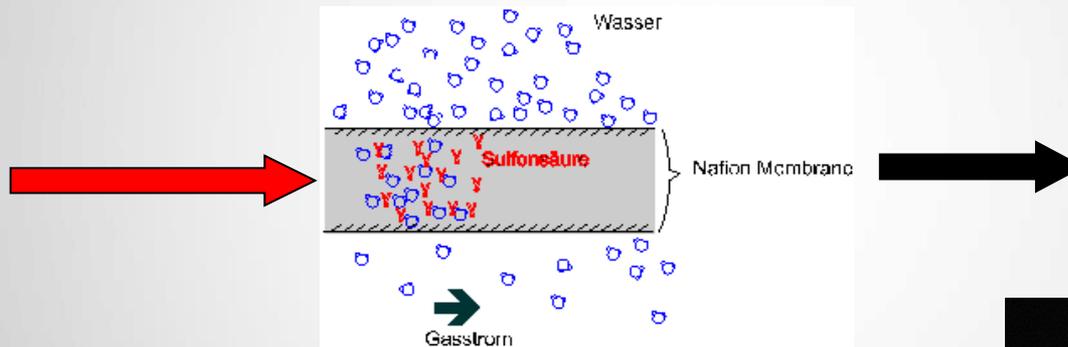
www.sibelmed.com

17

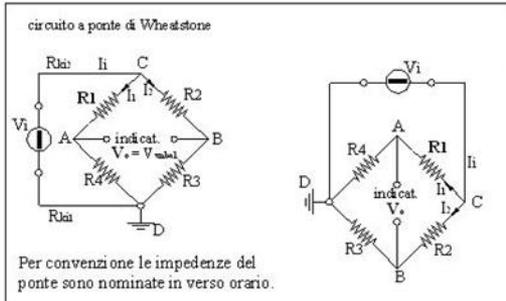
•Campana a secco

Analisi dei gas espirati ed ambiente

- Linea di campionamento
- O₂, CO₂, CO, HE, ...



Ponte di Wheatstone



Ricordando le modalità di collegamento degli estensimetri a ponte intero esposte in precedenza si avrà:

Estensimetro 1 e 3

deformazione cui è sottoposto:

$$\varepsilon_l = \frac{\sigma}{E} \quad \text{ove} \quad \sigma = \frac{F}{A}$$

Estensimetro 2 e 4

deformazione cui è sottoposto:

$$\varepsilon_t = -\nu\varepsilon_l$$

$$\left(\frac{\Delta V_0}{V_i} \right) = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4} \right)$$

Quindi le variazioni sui singoli rami del ponte di Wheatstone risulteranno

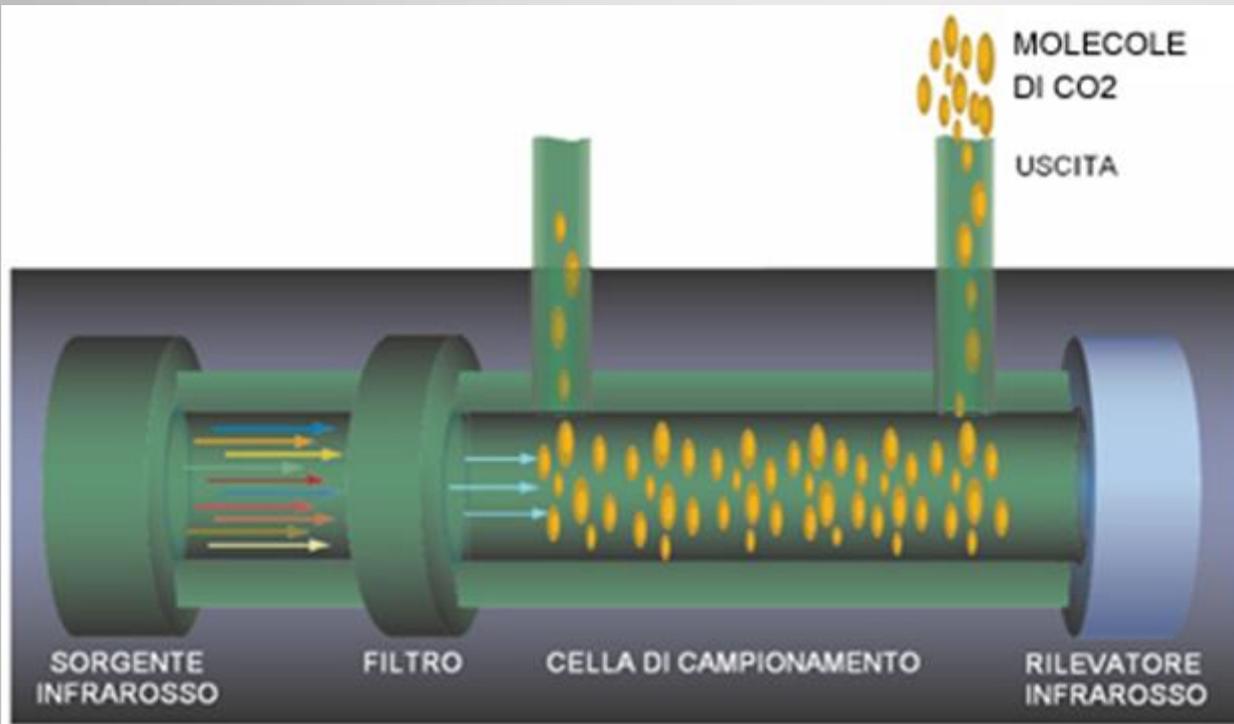
$$\frac{\Delta R_1}{R_1} = K \cdot \varepsilon_l \quad \frac{\Delta R_2}{R_2} = K \cdot \varepsilon_t = K \cdot (-\nu\varepsilon_l) \quad \frac{\Delta R_3}{R_3} = K \cdot \varepsilon_l \quad \frac{\Delta R_4}{R_4} = K \cdot (-\nu\varepsilon_l)$$

Supponendo di impiegare estensimetri uguali, e quindi con lo stesso fattore di taratura K, dalla relazione per il calcolo dello sbilanciamento di ponte di Wheatstone si ottiene:

$$\left(\frac{\Delta V_0}{V_i} \right) = \frac{1}{4} \cdot K \cdot (\varepsilon_l - (-\nu\varepsilon_l) + \varepsilon_l - (-\nu\varepsilon_l)) = \frac{K}{4} \cdot 2\varepsilon(1+\nu) = \frac{K}{2} \cdot \varepsilon(1+\nu)$$

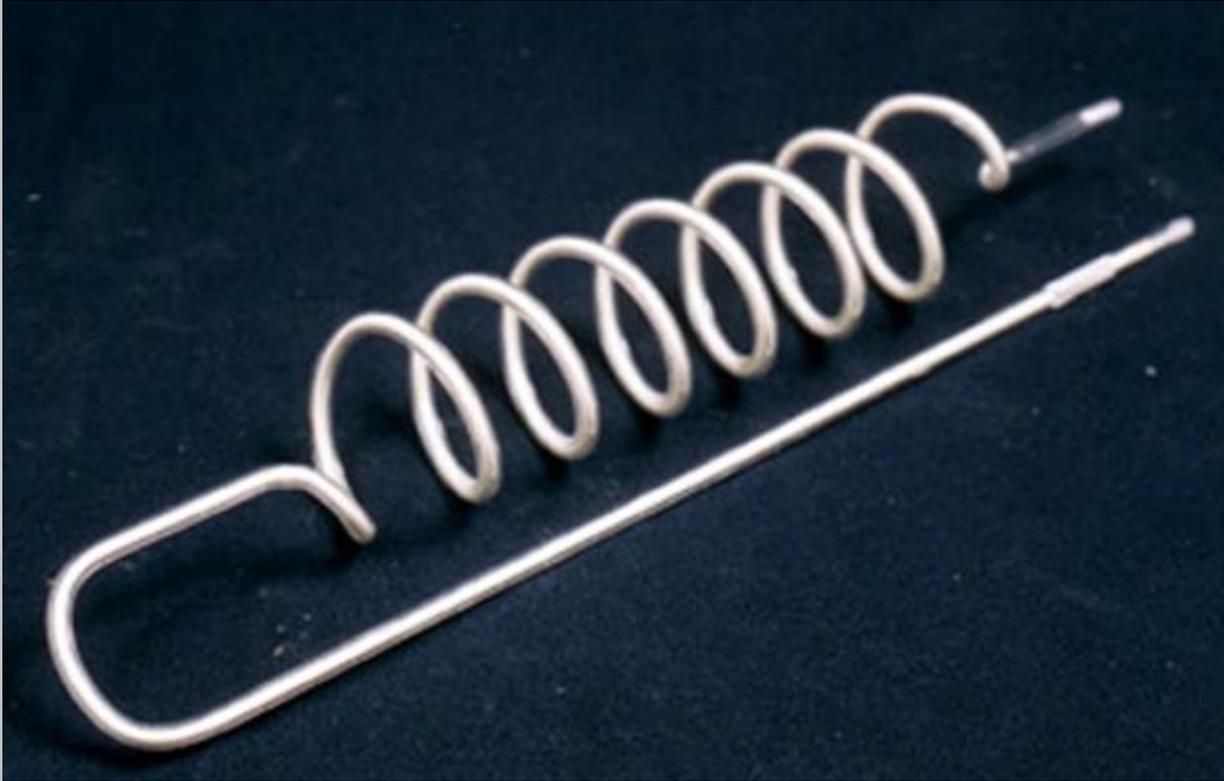
**Analizzatore HE,
CO2.
Trasduttore
Flussimetro di
Massa.**

Infrarossi



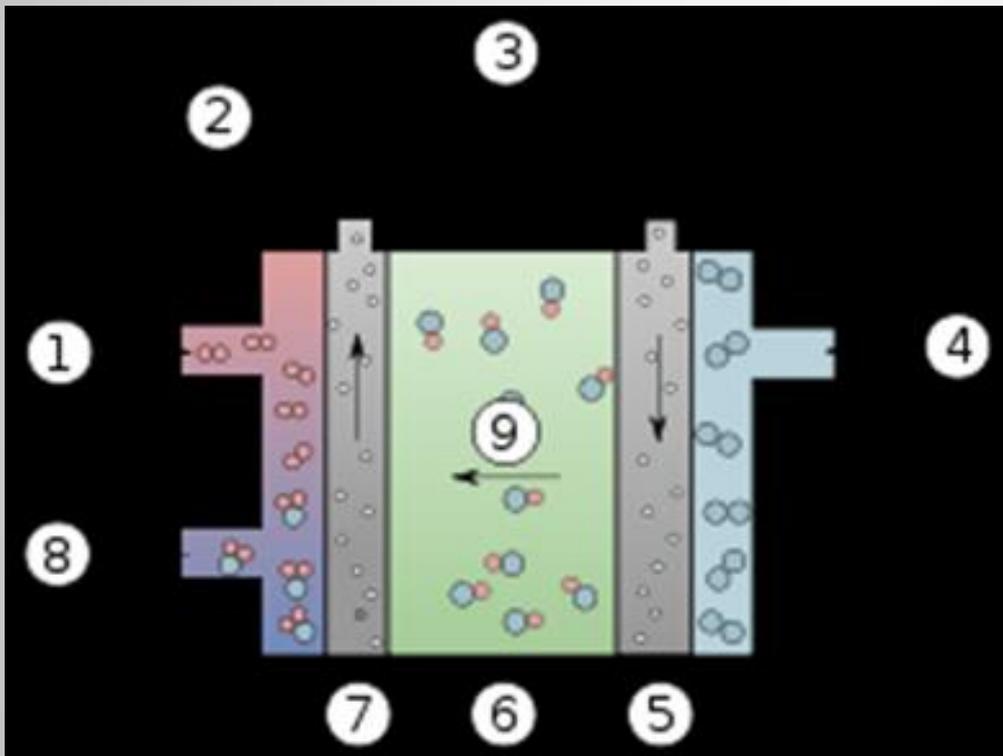
- Analizzatore di CO, CO₂, CH₄, C₂H₂.

Gascromatografia



- Analizzatore:
CO, Ar.

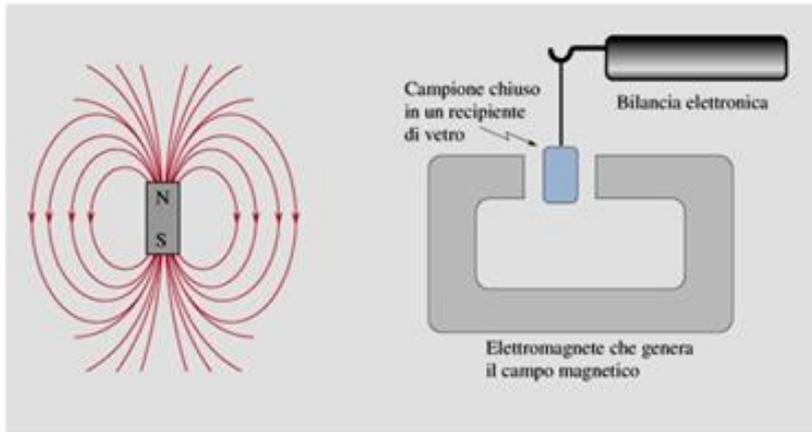
Cella Chimica



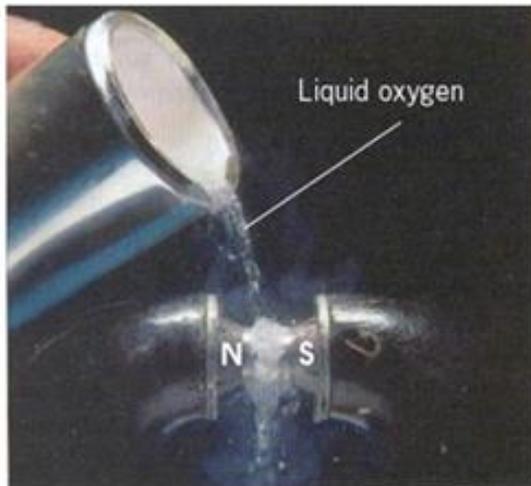
- Analizzatore: CO, O₂.

Paramagnetico

Analizzatore:
O₂

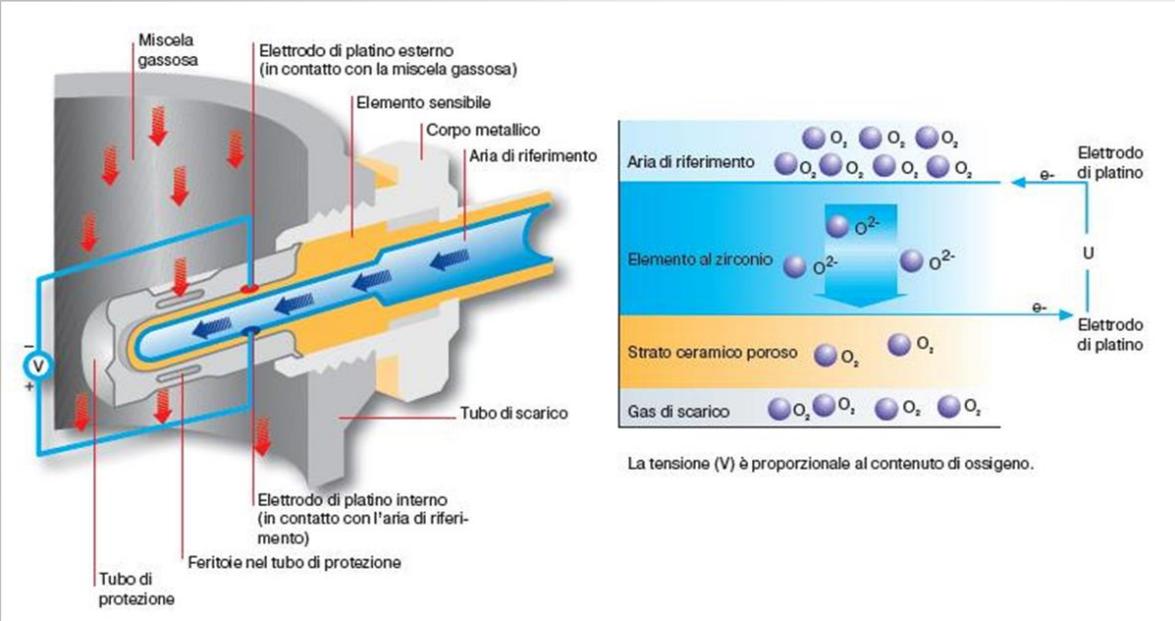


Bilancia di Gouy:
Serve ad
identificare il
comportamento
paramagnetico
delle molecole



La molecola dell'ossigeno viene attratta da un campo magnetico: quindi è paramagnetica (ha uno o più elettroni spaiati)

Zirconio



Analizzatore:
O₂

Dati aggiuntivi: Ambiente

- **Pressione:**

- Spirometria: 10 mmHg = ca. 0.1% Errore
- Body, Diffusione: 10 mmHg = 1,5% Errore

- **Temperatura:**

- Generale: 1° C = ca. 0,5% Errore

- **Umidità:**

- Generale: 10% RH = ca. 0,25% Errore



Correzione ATPS/BTPS

EXPRESSIONS

- **BTPS** – Body Temperature (37°C), Body Pressure (Ambient, i.e. Barometric), Saturated with water vapor ($P_{H_2O} = 47$ mmHg)
 - FOUND IN THE BLOOD
- **ATPS** – Ambient Temperature (~22°C), Ambient Pressure (Barometric), Saturated with water vapor as determined by the Relative Humidity ($P_{H_2O} = 19.6$ mmHg * RH)
- **STPD** - Standard Temperature (0°C), Ambient Pressure (Barometric), Dry Gas (0% Relative Humidity) - $P_{H_2O} = 0$ mmHg

Gas Volume Conventions

- **ATPS** (25°C, 760 mm Hg, 24 mm Hg)
= Ambient Temp & Pressure, Sat'd
- **BTPS** (37°C, 760 mm Hg, 47 mm Hg)
= Body Temp & Pressure, Sat'd
- **STPD** (0°C, 760 mm Hg, 0 mm Hg)
= Standard Temp & Pressure, Dry

By convention...

- Convert from ATPS to STPD for O_2 consumption and CO_2 production rates.
- Convert from ATPS to BTPS for lung volumes.

Ambient Temperature (°C)	Multiplier to Convert Volumes to BTPS ^b
20	1.101
21	1.096
22	1.091
23	1.085
24	1.080
25	1.074
26	1.069
27	1.062

^aBased on Boyle's, Charles's, and Dalton's laws.

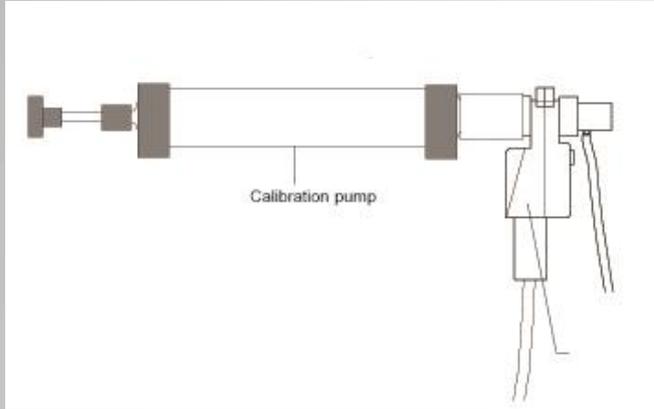
^bVolume at ATPS \times multiplier = volume at BTPS.

Note: ATPS, ambient temperature and pressure, saturated with water vapor; BTPS, body temperature and pressure, saturated with water vapor.

Miscela di Gas

- **Miscela di gas certificate:**
 - **Medical Device: Produttore garantisce**
 - **Miscela respirabili: Ricetta**
 - **NO GAS TECNICI E MISCELE INERTI. (saldatura)**
- **Il riferimento è in manuale operativo:**
 - **Fa fede quanto dichiarato dal produttore su:**
 - **% delle miscele o tipo di gas puri**
 - **Pressione in uscita e modelli di regolatori di pressione**
 - **Precisione e tolleranza delle miscele**
- **Il Fai da te....Rompe lo strumento!**

CALIBRAZIONE TRASDUTTORE DI FLUSSO



Manuale



Automatica

CALIBRAZIONE ANALIZZATORI GAS



Gas calibration 4.60a

Options Settings ?

	Old	New	%Diff
CO2 (Oxycon Mobile)			
Offset	0,05		
K	1,023		

CO2 [%]

O2 [%]

Time [s]

CO2 [%] 0,09

O2 [%] 20,90

Gain setting

Gas calibration 4.60a

Options Settings ?

	Old	New	%Diff
CO2 (Oxycon Mobile)			
Offset	0,06	0,05	
K	1,024	1,023	-0,1
progas	5,00		
V. Time	0,570	0,570	0,0
O2 (Oxycon Mobile)			
Offset	-1,23	-1,25	
K	1,066	1,067	0,1
progas	16,00		
V. Time	0,685	0,685	0,0

CO2 [%]

O2 [%]

Time [s]

CO2 [%] 0,00

O2 [%] 21,04

Calibration finished

Certezza della misura



- Corretta esecuzione delle calibrazioni, nel rispetto delle Linee Guida ATS/ERS
- Perfetta conoscenza dello strumento:
 - Manutenzione ordinaria, saper spiegare ed eseguire la manovra, controlli qualitativi
- Manutenzione straordinaria e revisione da parte del tecnico autorizzato.
- Aver letto il manuale operativo....
- Saper leggere i dati...



Metodi di Misura

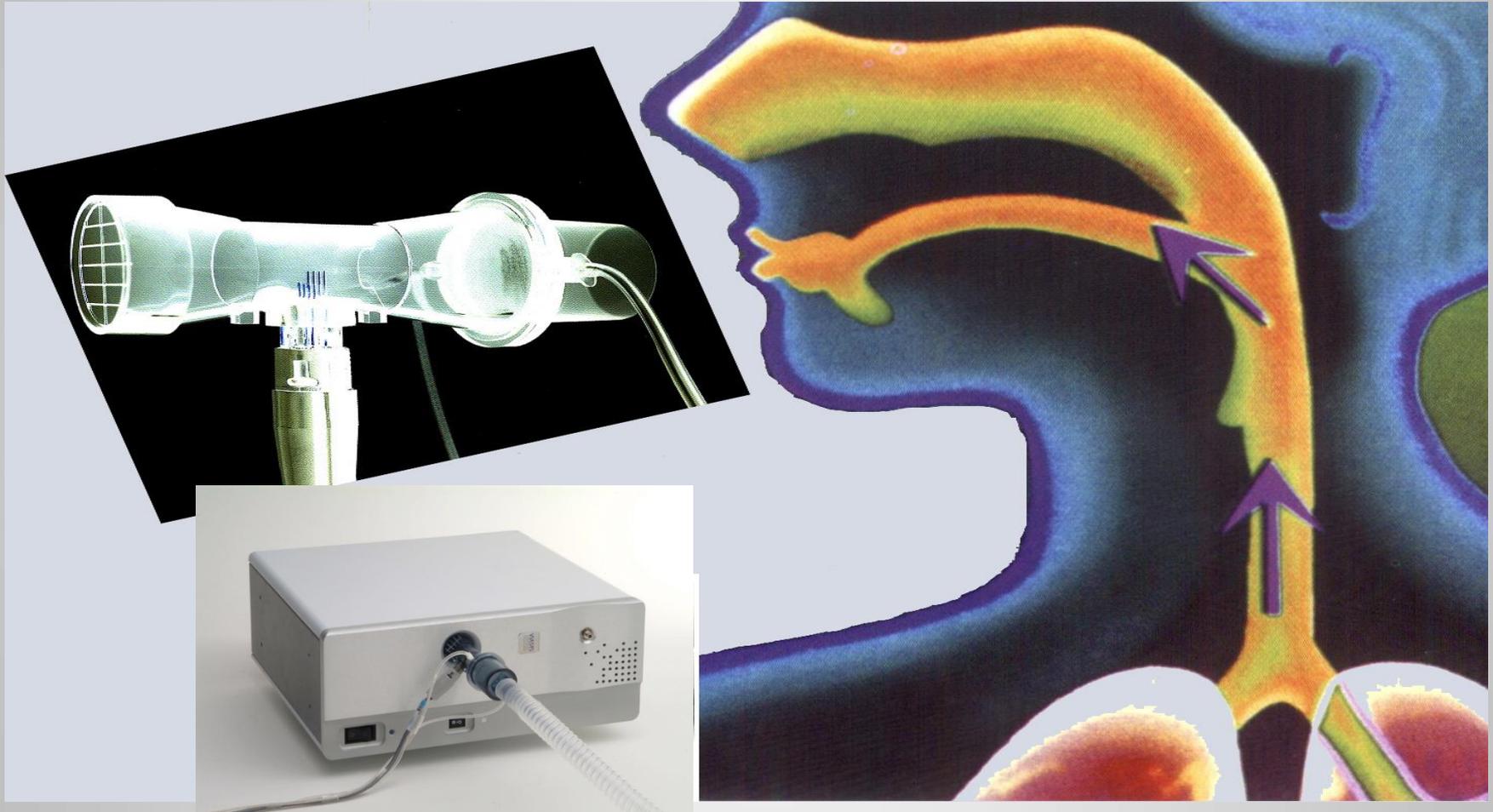
- Spirometria di PRIMO LIVELLO
- Spirometria di SECONDO LIVELLO
- Meccanica Respiratoria: P_i/P_{eMax} , $P.01$, Compliance
- DLCO
- RAW



Inoltre

- Oggi i Personal Computer, le interfacce, i Software di gestione....aiutano molto ma:
 - Devono essere certificati come sistemi medicali
 - Sono stupidi veloci...l'operatore dirige il tutto.
 - Fanno i calcoli su quello che inseriamo noi.
 - Il software deve proteggere i dati sensibili
 - Gli operatori devono avere i loro codici di accesso
 - Ricordatevi di fare il backup dei dati...se il PC si rompe...
- Tutta questa tecnologia ...e non sappiamo più fare i conti...

Riassumendo



L'infermiera Urla ma è Umana

DOMANDE?

