



Università degli Studi di Bari
Dip. di Farmacia-Scienze del Farmaco



- **Gas compressi**
- **Liquidi criogenici**

Prof. Giuseppe Fracchiolla

giuseppe.fracchiolla@uniba.it

Schema D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81

TITOLO I

CAPO I

DISPOSIZIONI GENERALI

N° 4 articoli (da art. 1 a art. 4)

CAPO II

SISTEMA ISTITUZIONALE

N° 10 articoli (da art. 5 a art. 14)

CAPO III

GESTIONE DELLA PREVENZIONE

NEI LUOGHI DI LAVORO

N° 8 SEZIONI e N° 40 articoli (da art. 15 a art. 54)

CAPO IV

DISPOSIZIONI PENALI

N° 7 articoli (da art. 55 a art. 61)

TITOLO II

Luoghi di lavoro

N° 2 CAPI - N° 7 articoli (da art. 62 a art. 68)

TITOLO III

Uso delle attrezzature di lavoro e dei dispositivi di protezione individuale

N° 3 CAPI - N° 19 articoli (da art. 69 a art. 87)

TITOLO IV

Cantieri temporanei o mobili

N° 3 CAPI - N° 73 articoli (da art. 88 a art. 160)

TITOLO V

Segnaletica di salute e sicurezza sul lavoro

N° 2 CAPI - N° 6 articoli (da art. 161 a art. 166)

TITOLO VI

Movimentazione Manuale dei Carichi

N° 2 CAPI - N° 5 articoli (da art. 167 a art. 171)

TITOLO VII

Attrezzature munite di Video Terminale

N° 3 CAPI - N° 8 articoli (da art. 172 a art. 179)

TITOLO VIII

Agenti Fisici

N° 6 CAPI - N° 41 articoli (da art. 180 a art. 220)

TITOLO IX

Sostanze pericolose

N° 4 CAPI - N° 45 articoli (da art. 221 a art. 265)

TITOLO X

Esposizione ad Agenti biologici

N° 4 CAPI - N° 21 articoli (da art. 266 a art. 286)

TITOLO XI

Protezione atmosfere esplosive

N° 2 CAPI - N° 11 articoli (da art. 287 a art. 297)

TITOLO XII

Disposizioni diverse in materia penale

N° 6 articoli (da art. 298 a art. 303)

TITOLO XIII

Norme transitorie e finali

N° 3 articoli (da art. 304 a art. 306)

Allegati dal I al LI



TITOLO III

Uso delle attrezzature di lavoro e dei dispositivi di protezione individuale (DPI)

Capo I

Le **attrezzature di lavoro devono essere adeguate al lavoro da svolgere e idonee ai fini della salute e sicurezza.**

Il **datore di lavoro deve ridurre al minimo i rischi** connessi all'uso delle attrezzature:

- ➔ **nella fase di scelta;**
- ➔ **con l'installazione conforme alle istruzioni del fabbricante;**
- ➔ **con la manutenzione;**
- ➔ **con una adeguata disposizione nello spazio di lavoro;**
- ➔ **con l'organizzazione del lavoro;**
- ➔ **con opportuni controlli, iniziali, periodici e straordinari, volti ad assicurarne un buono stato di conservazione ed efficienza.**

Il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori incaricati all'uso delle attrezzature dispongano di ogni necessaria informazione, istruzione e formazione adeguata.



Università degli Studi di Bari
Dip. di Farmacia-Scienze del Farmaco



➤ **Gas Compressi**



I testi e le immagini sono in
ampia parte ripresi da
materiale della ditta SAPIO

DEFINIZIONI

- ▶ Per **gas compresso** si intende un gas posto in un recipiente avente una **pressione assoluta superiore a 40 libbre per pollice quadrato** (psi – pound per squared inch) a 37,8 °C (~ 2,72 atm o ~ 2,76 bar o ~ 275,79 kPa).
- ▶ I **recipienti per gas compressi, liquefatti o disciolti**, costruiti in un unico pezzo di **capacità compresa tra 5 e 150 litri** sono denominati **BOMBOLE**.

LA PRESSIONE

LA PRESSIONE

Legge dei Gas Perfetti

Émile Clapeyron, 1834

Legge dei Gas Reali

Johannes Diderik van der Waals, 1873

LA PRESSIONE

Unità di misura

L'unità di misura SI è il Pascal ($\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2 = \text{kg}/\text{ms}^2$) che prende il nome da **Blaise Pascal**, filosofo e matematico del Seicento, che studiò e chiarì il concetto di pressione (legge di Pascal, 1653).

Spesso si usa il **kPa** (1.000 Pa) o il **bar** (100.000 Pa)

Altre unità di misura:

- l'**atmosfera (atm)**
- il **kg/cm²**
- il **psi** (libbra su pollice quadrato)

La pressione si misura con i **manometri**.

1 bar corrisponde a:

circa 1 atm
1 kg/cm ²
1 4,7 Psi

La pressione esercitata in un punto qualsiasi di un fluido si trasmette in ogni altro punto del fluido con la stessa intensità, indipendentemente dalla direzione (*esperimento della botte, 1646*)

$$\Delta p = \rho g (\Delta h)$$

dove p = pressione (pascal);
 ρ = densità del fluido; g = accelerazione di gravità;
 Δh = altezza (metri) del fluido in un tubo



(Clermont-Ferrand, 19 giugno 1623 – Parigi, 19 agosto 1662)

LA PRESSIONE

Aumento di pressione

Si può ottenere mediante:

- ➡ mezzi meccanici (*pompe, compressori*)
- ➡ aumento della temperatura
- ➡ evaporazione di liquidi criogenici in contenitori chiusi
- ➡ reazione chimica (es. *esplosione di idrogeno con ossigeno o aria*)



LA PRESSIONE

I rischi della pressione

- Una **tubazione sottoposta ad alta pressione può rompersi e «frustare» violentemente cose o persone.**
- La **sovrappressione può portare ad esplosione di contenitori chiusi**, quali ad esempio i serbatoi di gas.

Tubazioni e serbatoi sono genericamente indicati come ad "alta", "media" o "bassa pressione".

ATTENZIONE!

La pressione è sempre un rischio

Una tubazione o un serbatoio che contengano prodotti sotto pressione devono sempre essere considerati tali, finché non ci si è accertati del contrario.

LA PRESSIONE

Indicazione del manometro

- Le **bombole di gas compressi** e di **liquidi criogenici**, i **circuiti** e i **contenitori sotto pressione** devono avere sempre un **manometro** che indichi la presenza di pressione all'interno.
- La **pressione massima di esercizio** deve sempre essere indicata da una **tacca rossa** sul quadrante del manometro.



Se l'**indice di un manometro** è **fisso** e **indica zero**:

- battete leggermente con un dito sul manometro per verificare che l'indice sia libero e non bloccato;
- se il manometro è intercettato da una valvola, controllate che sia aperta.

LA PRESSIONE

Dispositivi di sicurezza

- **Valvole di sicurezza:** abbassano la pressione scaricando il flusso in zone non pericolose. Si chiudono quando la pressione raggiunge di nuovo il valore nominale.
- **Devono essere controllate una volta l'anno.**
- **Dischi di rottura:** rompendosi abbattano rapidamente la pressione. Una volta rotti devono essere sostituiti.



LA PRESSIONE

Manutenzione dei circuiti sotto pressione

- **Segnalare immediatamente le perdite** dei circuiti sotto pressione e fare in modo che siano riparate appena possibile.
- **Prima di iniziare la riparazione** di un **circuito** o di un **serbatoio occorre scaricare la pressione**.
- **Non tentare di riparare un circuito sotto pressione!** In caso di dubbio consultare un responsabile di laboratorio.
- **Non allentare i raccordi di tubi o di flessibili quando sono sotto pressione**, essi rischieranno di cause un effetto «frusta», con rischio di gravi ferite. Come **protezione** si possono **installare griglie di metallo**.
- Gli impianti sotto pressione devono essere sottoposti a prove periodiche da parte di personale specializzato, munito di adeguati DPI.

LA PRESSIONE

Precauzioni

- I **liquidi criogenici non devono rimanere chiusi fra due valvole o estremità chiuse da flange cieche.** Assicurarsi che siano installate **valvole di sicurezza** e manovrare sempre secondo le procedure previste.
- **Prima di realizzare collegamenti con tubazioni o serbatoi fare calare lentamente la pressione** al loro interno, convogliando il fluido in uscita verso zone prive di rischi.

BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Generalità

- Le **bombole** sono di **acciaio** o **lega di alluminio**
- Sono munite di cappellotti per proteggere le valvole.



- Le bombole con il **marchio TI** sono costruite secondo la normativa europea **TPED** "**transportable pressure equipment directive**"
- I **raccordi di uscita** sono realizzati secondo specifiche omologate:





- per i **gas infiammabili** hanno **filettatura sinistrorsa**
- per i **gas non infiammabili** **filettatura destrorsa**



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

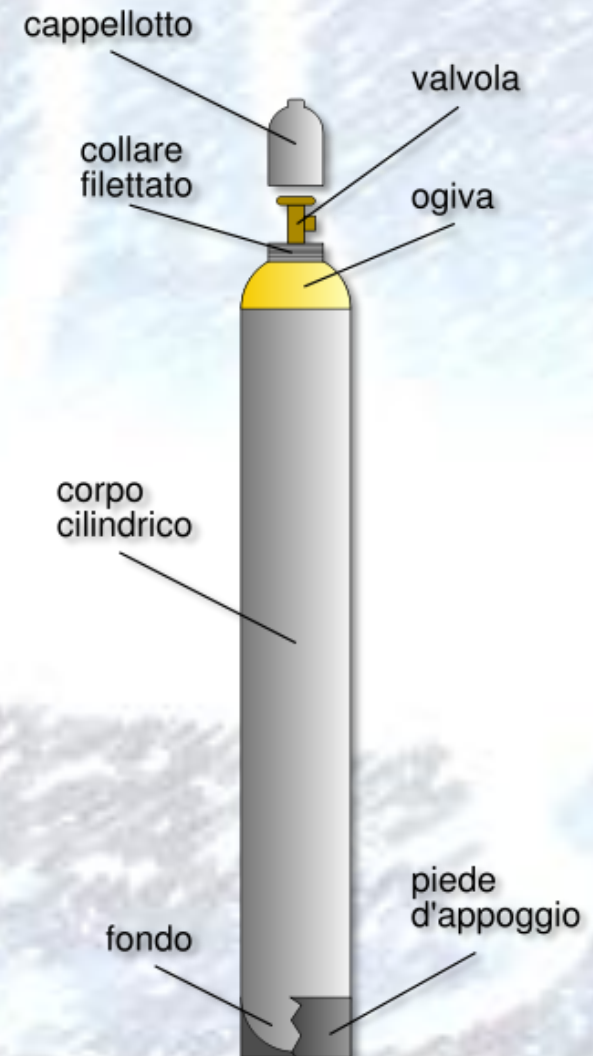
Colorazione delle bombole

- La **colorazione dell'ogiva** non identifica il gas ma la **natura del pericolo associato al gas**.

	GIALLO: gas tossici e/o corrosivi
	ROSSO: gas infiammabili
	BLU: gas ossidanti
	VERDE: gas inerti

- Il **corpo della bombola** può essere dipinto in qualunque colore che non porti ad errori di interpretazione.

Approfondimento: <http://www.testo-unico-sicurezza.com/ETICHETTATURA-E-COLORAZIONE-DI-GAS-COMPRESSI-BOMBOLE.html>



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Colorazione delle bombole

- Per i gas più comuni sono previsti colori specifici.



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Colorazione delle bombole

- Per le **miscele di gas** è consentito scegliere tra: **colorazione che indica il tipo di rischio** e quella con **due colori che identificano i principali componenti della miscela**.



miscele asfissianti



miscele tossiche / infiammabili



miscele tossiche / ossidanti

BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Colorazione delle bombole

BOMBOLE TRASPORTABILI PER GAS IDENTIFICAZIONE DELLA BOMBOLA CODIFICAZIONE DEL COLORE - UNI EN 1089-3		
GAS e MISCELE	COLORE DISTINTIVO	
Tossico e/o corrosivo		GIALLO
Infiammabile		ROSSO
Ossidante		BLU CHIARO
Inerte		VERDE BRILLANTE
Tossico e infiammabile		GIALLO più ROSSO
Tossico e ossidante		GIALLO più BLU CHIARO
Acetilene		MARRONE ROSSICCIO
Ossigeno		BIANCO
Protossido d'azoto		BLU
Argo		VERDE SCURO
Azoto		NERO
Anidride carbonica		GRIGIO
Elio		MARRONE
Aria o aria sintetica		BIANCO più NERO
Elio/ossigeno		BIANCO più MARRONE
Ossigeno/anidride carbonica		BIANCO più GRIGIO
Ossigeno/protossido d'azoto		BIANCO più BLU

BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Ogiva delle bombole

- Tutte le bombole hanno le seguenti informazioni **punzionate sul corpo o sull'ogiva**:

- pressione di riempimento in bar
- pressione di prova in bar
- capacità in litri
- peso della bombola in kg
- fabbricante, numero di fabbrica
- data della prova idraulica o delle revisioni periodiche con vicino il punzone dell'ente che effettua le prove



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Etichette delle bombole

- Tutte le bombole hanno le seguenti **informazioni punzonate sul corpo o sull'ogiva**:



1. denominazione e composizione del gas o della miscela
2. nome, indirizzo e numero di telefono del fabbricante o del distributore
3. simboli di pericolo
4. frasi di rischio
5. consigli di prudenza
6. numero CE per la sostanza singola o indicazione di "miscela di gas"

BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Precauzioni

- **Non cancellare** o **modificare le scritte esistenti**, asportando etichette, decalcomanie, cartellini applicati sui recipienti dal fornitore per l'identificazione del gas contenuto
- **Non mettere nuove scritte su una bombola** senza autorizzazione
- **Riempire soltanto bombole correttamente identificabili**



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Rischi generali

▪ Poca stabilità

Sono **recipienti instabili** che in caso di caduta possono provocare **danni alle persone e alle cose investite**, nonché riportare **danneggiamenti alla valvola di chiusura**. E' necessario **ancorare sempre le bombole** a un **supporto stabile** e **proteggere la valvola con il cappello**.

▪ Pressione

La **pressione causata dalla fuoriuscita incontrollata del gas** imprime un **forte movimento rotatorio** alla bombola. Inoltre, l'**ambiente potrebbe saturarsi del gas contenuto con pericolo di intossicazione, asfissia ecc..**

▪ Esposizione ad alte o basse temperature

Le **escursioni termiche** possono provocare la **rottura del recipiente**:

▶ **temperature superiori a 50°C possono farlo esplodere** per un eccessivo aumento della pressione interna;

▶ **temperature molto basse possono rendere fragile l'acciaio** di cui è costituito.

Le bombole in lega leggera sopportano temperature anche inferiori a -20°C.

E' necessario **fare attenzione** sia all'**irraggiamento solare** che alla **vicinanza di fonti di calore**. Se il **contenuto è infiammabile**, è necessario **accertarsi che non siano presenti sorgenti d'innescio**.

BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Stabilità

- Alcune bombole, per ridurre i fenomeni di corrosione, non hanno il piede di appoggio montato e il fondello è arrotondato. Per queste bombole la **stabilità è ancora più precaria** perché la **base di appoggio è ridotta**.
- Se il piede di appoggio è difettoso o deformato la bombola può cadere.



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Effetto domino

Le **bombole poggiate male** o **senza appoggio** rischiano di cadere, urtare altre **bombole** e provocare una **caduta generale**.



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Precauzioni

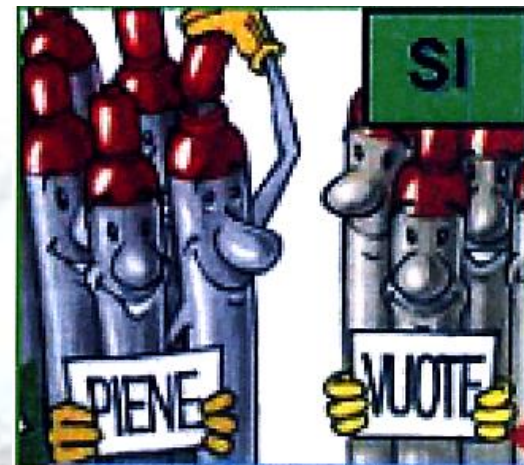
- ➡ Appoggiare sempre le bombole in piano, in posizione stabile
- ➡ **Fissarle alle pareti** o **a un supporto** con catenelle, cinghie o altro mezzo idoneo
- ➡ Segnalare al responsabile le **bombole che hanno il piede difettoso**
- ➡ **Se una bombola cade, non cercare di afferrarla** (ovviamente, spostarsi dalla traiettoria)
- ➡ **Non usare le bombole in posizione orizzontale o capovolte**



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Stoccaggio

- I recipienti contenenti gas devono essere **stoccati in luoghi adatti**
- Bisogna **evitare di esporre le bombole all'azione diretta dei raggi del sole** e di tenerle in ambienti **a temperature troppo elevate**
- Le bombole **non devono** essere esposte ad una **umidità eccessiva, né ad agenti chimici corrosivi**
- Occorre **evitare di immagazzinare in uno stesso luogo** bombole contenenti **gas tra loro incompatibili** (es. O_2 e H_2)
- **Non bisogna stoccare bombole in luoghi vicini a combustibili o a sostanze infiammabili**
- Nei **luoghi di deposito** devono essere **tenuti separati i recipienti pieni da quelli vuoti**, utilizzando appositi cartelli.



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Valvole

- Le valvole dei recipienti devono essere tenute chiuse, tranne in caso di utilizzo
- Aprirle lentamente
- Prima di restituire un recipiente vuoto, chiudere bene la valvola e rimettere il cappello di protezione
- Non usare mai attrezzi per aprire o chiudere valvole o per effettuare riparazioni (se la valvola si apre con difficoltà, contattare il proprio responsabile)
- Non lubrificare le valvole



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Elettricità

- ➡ Le bombole non devono mai essere collocate dove potrebbero diventare parte di un **circuito elettrico**
- ➡ Se una bombola è usata in collegamento con una saldatrice elettrica, **non deve essere messa a terra**, in quanto potrebbe essere danneggiata dall'arco elettrico



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Movimentazione

- Per spostare una bombola, farla rotolare intorno al proprio asse
- Se necessario, imparare la manipolazione dei diversi tipi di bombole, le loro dimensioni e pesi
- **Proteggere sempre le mani, i piedi e il viso** con i **DPI prescritti** (occhiali, guanti e scarpe di sicurezza)
- In caso di **movimentazione di bombole di gas infiammabili o comburenti**, indossare indumenti in fibre naturali e antistatici



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Movimentazione

- ▶ Se possibile, utilizzate carrelli o pianali per trasportare le bombole, invece di farlo manualmente
- ▶ Fissate correttamente le bombole con i mezzi di fissaggio (catene, cinghie etc.) e verificate che essi siano in buono stato
- ▶ Verificate che i pianali non siano sporchi di sostanze oleose



BOMBOLE DI GAS COMPRESSI

Come sollevare una bombola

1. Afferrare la parte superiore della bombola con entrambe le mani
2. Piegare le ginocchia
3. Tenere la schiena dritta
4. Sollevare la bombola facendo forza sulle gambe
5. Non abbandonare la bombola dove si trova, ma portarla in un luogo dove possa essere messa in una posizione sicura e stabile



Farsi aiutare per sollevare recipienti di grandi dimensioni



Università degli Studi di Bari
Facoltà di Farmacia
Dip.ti Farmaco-Biologico e Farmaco-Chimico

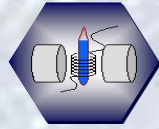


➤ **Liquidi criogenici**

Liquidi criogenici

Definizione

- 1.** Sono quei gas che a pressione atmosferica bollono a temperature inferiori a -100°C
- 2.** Di largo uso sono l'azoto (-196°C), l'argon (-186°C), l'elio ($-286,5^{\circ}\text{C}$).
- 3.** I fluidi sono confinati in recipienti sotto pressione, soggetti a norme rigorose, che tendono ad essere unificate a livello europeo e quasi sempre accettate in tutto il mondo.
- 4.** L'accumulo dei gas è previsto in bombole, bomboloni, e, in casi specifici, in recipienti appositamente costruiti.
- 5.** Sono utilizzati in tutti quei casi in cui è necessario raffreddare gli apparati a bassissime temperature.

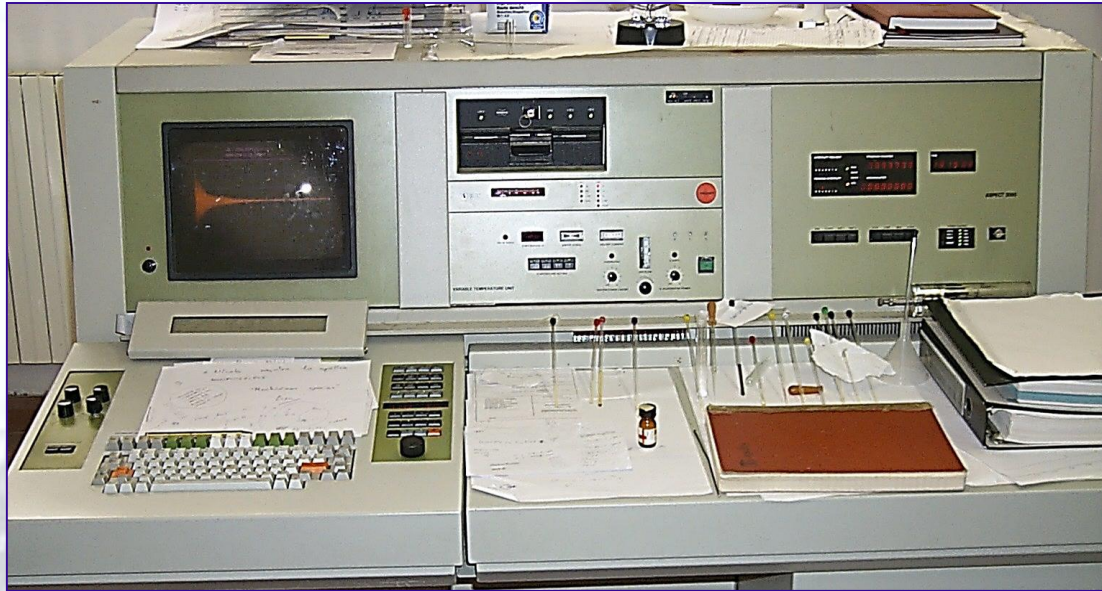


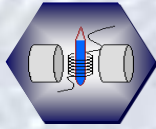
Spettrometro NMR a criomagnete

Criomagnete

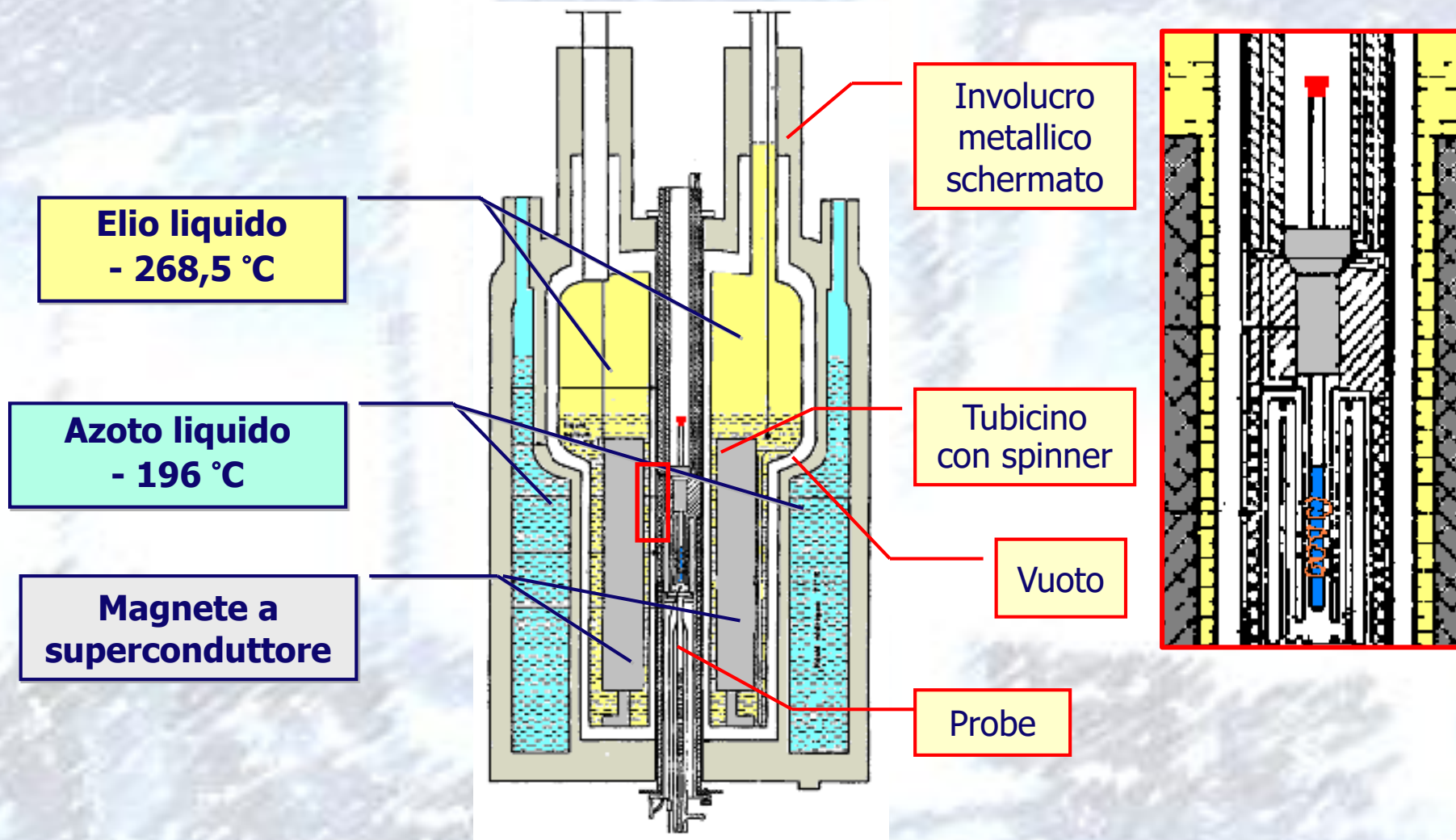


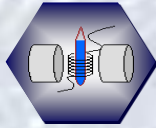
Consolle



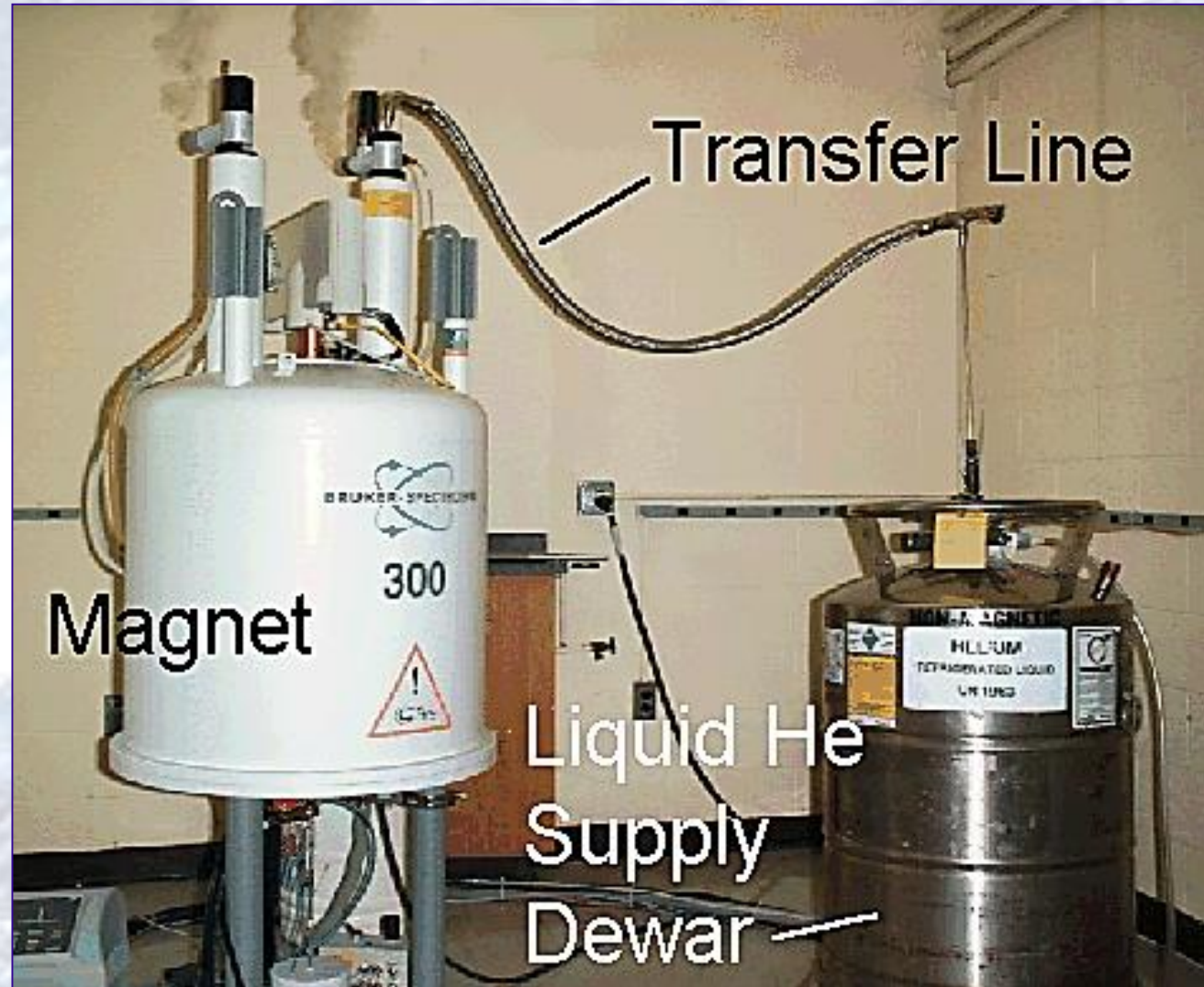


Schema di un criomagnete





Refilling criomagneti



Liquidi criogenici

Norme generali e comportamentali

L'utilizzo dei liquidi criogenici nei laboratori prevede l'adozione, oltre che delle norme generali riguardante l'uso di bombole di gas compressi, anche delle seguenti regole comportamentali:

- seguire esattamente le indicazioni riportate nelle schede di sicurezza delle sostanze fornite dalla Ditta produttrice (qualora se ne fosse sprovvisti, occorre farsene inviare una copia);
- utilizzare solo contenitori e chiusure progettati e certificati specificatamente per l'uso richiesto;
- quando si carica un contenitore "caldo" stare lontani dai vapori che si sviluppano;
- l'operatore deve sempre indossare i Dispositivi di Protezione Individuale idonei (ad esempio, guanti, visiera, occhiali, calzature protettive);
- mantenere pulite le superfici su cui l'aria si condensa, soprattutto in prossimità delle valvole e degli sfiati, dove può essere presente olio o altro lubrificante (l'aria condensata è arricchita di ossigeno) dove un'elevata concentrazione di ossigeno può accrescere il rischio di incendio;



Liquidi criogenici

Norme generali e comportamentali

- in caso di perdite con formazione di nubi di vapore, l'operatore deve allontanarsi (azoto, argon e elio, in quantità eccessiva, riducono la concentrazione di ossigeno nell'aria e possono determinare asfissia);
- mantenere sempre pulite le superfici dei contenitori contenenti liquidi criogenici, per evitare che l'aria condensata (arricchita di ossigeno), sui bordi del recipiente, venga intrappolata nel contenitore al momento della chiusura, con successivo pericolo di scoppio dello stesso.
- l'accesso ai locali dove sono utilizzati liquidi criogenici, deve essere limitato al personale autorizzato;
- il trasporto in ascensore di contenitori con liquidi criogenici deve essere fatto disponendo il contenitore in ascensore e richiamando quest'ultimo dal piano di destinazione; nessuna persona deve essere presente in ascensore insieme ai contenitori di liquidi criogenici;
- le operazioni di travaso devono essere fatte da operatori opportunamente informati sui rischi potenziali associati alla manipolazione.



Università degli Studi di Bari
Dip. di Farmacia-Scienze del Farmaco



Grazie per l'attenzione