ALCUNE NORME PRINCIPALI DI SICUREZZA DA SEGUIRE IN UN LABORATORIO CHIMICO

Versione 28 febbraio 2003: per "Laboratorio di Chimica" per Scienze Biologiche – Dott. Claudio Tavagnacco

UN LABORATORIO CHIMICO PUÒ ESSERE ESTREMAMENTE PERICOLOSO PER LA PROPRIA INCOLUMITÀ E PER QUELLA DEGLI ALTRI SE NON SI PRESTANO LE DOVUTE CAUTELE

Le cause principali degli incidenti nei laboratori chimici sono molteplici tuttavia possono essere sostanzialmente ricondotte alle seguenti:

1) scarsa conoscenza, 2) distrazione , 3) troppa sicurezza, 4) incoscienza

Principali fonti ed i tipi di pericolo più comuni ai quali si può andare incontro, se non si prestano le dovute attenzioni e non si opera con le opportune cautele.

FONTI DI PERICOLO	TIPO DI PERICOLO
manipolazione di reattivi chimici	avvelenamenti ed intossicazioni anche mortali, esplosioni, ustioni, ustioni e ferite agli occhi, eritemi della pelle, allergie, corrosioni della strumentazione e degli indumenti,...
uso di apparecchiature in vetro	esplosioni, ferite da taglio, schegge, ustioni,...
uso di apparecchiature elettriche	scosse, incendi, ustioni, stato di shock,...

Al fine di prevenire gli incidenti è assolutamente indispensabile che in un laboratorio chimico si operi tenendo conto di alcune fondamentali precauzioni: la maggior parte di esse sono normali norme di buonsenso, di logica e di educazione, altre risultano essere più specifiche.

Le norme qui riportate non sono elencate necessariamente in ordine di importanza; inoltre è possibile che condizioni di pericolosità si possano verificare anche al di fuori dei casi qui prospettati.

1) Indossare il camice: rappresenta una protezione da incendi e sostanze pericolose: deve essere facilmente sfilabile.

2) Indossare gli occhiali di sicurezza: gli occhi sono la parte più delicata del corpo e vanno difesi con occhiali in plastica resistente agli urti che vanno indossati sempre perché eventuali lesioni possono derivare non solo quando si compiono manipolazioni pericolose ma anche come conseguenza di operazioni pericolose compiute da altre persone. Si deve prestare particolare attenzione soprattutto quando si opera con prodotti potenzialmente tossici, infiammabili, esplosivi o che possono sprigionare vapori anche solo irritanti.

3) Indossare guanti protettivi quando si opera con sostanze pericolose: di solito sono fatti in lattice di gomma e sono monouso. Attenzione che, soprattutto se sono bagnati, possono risultare scivolosi per cui è più facile perdere la presa.

4) Indossare scarpe grosse e resistenti in modo da proteggere i piedi dalla caduta accidentale di reattivi e recipienti. Non indossare i sandali senza le calze.

5) Chi porta i capelli lunghi cerchi di raccoglierli, ad esempio con un nastro, per minimizzare il pericolo di impigliarsi, o di rovinarli con qualche reattivo o di farli cadere in qualche recipiente o, peggio, di bruciarli.

6) Avere ben chiaro ed in forma scritta tutto lo schema delle operazioni da svolgere prima di iniziare qualunque esperienza: non iniziare alcun esperimento se si ha qualche dubbio in merito: programmare tutta la sequenza delle operazioni da svolgere e preparare ordinatamente ed in tempo tutta l'attrezzatura da usare.

7) Non prendere mai iniziative isolate ed alternative a ciò che l'esperimento prevede: qualunque modifica va discussa preliminarmente col docente.

8) Non restare mai soli in laboratorio: un incidente anche di lieve entità può diventare serio se si è soli e non si interviene con immediatezza e decisione.

9) Non ingombrare i passaggi né le porte né le zone in cui sono presenti i mezzi antincendio. In caso di emergenza si potrebbe verificare di dover evacuare velocemente i locali.

10) Prendere visione della posizione del quadro elettrico principale e di quelli secondari, dei mezzi antincendio, delle porte di sicurezza, delle valvole di controllo dell'acqua e del gas: in caso di reale pericolo, se si è colti dal panico, è più difficile ragionare e trovare la loro posizione.

Farsi spiegare il funzionamento dei sistemi di sicurezza.

11) Lavorare in ambienti sufficientemente arieggiati. Molte reazioni chimiche necessitano di reattivi o sviluppano prodotti volatili pericolosi perché tossici o irritanti; è dunque necessario lavorare in ambienti in cui tali prodotti possano diluirsi a sufficienza.

12) Avvertire sempre preventivamente l'insegnante ed i colleghi se si è allergici a certi prodotti chimici. Ad esempio talune persone manifestano allergia all'aspirina e ad i suoi precursori e derivati.

13) Se per qualunque motivo si avverte un senso di malessere, allontanarsi immediatamente dal banco di lavoro avvertendo i colleghi vicini ed il docente.

14) Non cercare di nascondere gli effetti di un incidente anche se ritenuto di lieve entità. La persona che subisce un infortunio talvolta lo sottovaluta (o lo sopravaluta) per motivi psicologici. Avvertire sempre il docente ed i colleghi vicini. Tra l'altro, il docente è obbligato per legge ad avvertire gli organi competenti in caso di incidente.

15) Avvertire sempre il docente ed i colleghi vicini se si intende iniziare un'operazione che possa comportare qualche rischio potenziale.

16) Leggere sempre con molta attenzione le etichette dei recipienti prima di usarne il contenuto. Essere assolutamente certi dell'identificazione della sostanza presente nel recipiente. Manipolare o mescolare sostanze incognite può essere estremamente pericoloso. Ogni recipiente deve portare una etichetta che identifichi inequivocabilmente il suo contenuto almeno con il nome e/o la formula e le precauzioni d'uso.

In caso di dubbio non usare assolutamente il contenuto di un recipiente !

17) Lavorare sotto la cappa aspirante indossando anche gli occhiali di sicurezza soprattutto quando si usano sostanze pericolose, tossiche, solventi organici, acidi e/o alcali concentrati, o si seguono reazioni che sviluppano gas tossici o maleodoranti o che siano esotermiche o potenzialmente esplosive.

18) Non consumare cibi o bevande in laboratorio: il pericolo maggiore deriva dalla possibile contaminazione del cibo o della bevanda con sostanze tossiche. In secondo luogo è possibile che si verifichi la contaminazione dei reattivi col cibo.

19) Non usare i recipienti adoperati per gli esperimenti per introdurvi cibi o bevande: non è detto che essi siano perfettamente puliti, inoltre certi residui chimici possono essere assorbiti dal vetro e rilasciati lentamente dopo qualche tempo.

20) Non fumare: può essere causa di incendi dato che molti solventi organici sono infiammabili.

21) Non assaggiare, né toccare assolutamente i reattivi con le mani né annusarli: numerose sostanze sono irritanti, caustiche, velenose, ..., e possono anche essere assorbite dalla pelle. Gli effetti possono manifestarsi anche dopo qualche tempo.

Non seguire pertanto i cattivi esempi dati da certi protagonisti di film, che fanno gli attori e non gli scienziati !

22) È tassativamente vietato prelevare liquidi con pipette aspirando con la bocca: usare sempre propipette automatiche o aspiratori in gomma: il liquido potrebbe finire in bocca, soprattutto se nella pipetta si formano bolle d'aria, con conseguenze potenzialmente drammatiche.

23) Lavarsi frequentemente ed accuratamente le mani: spesso inavvertitamente, nonostante le precauzioni, si tocca qualche residuo che poi potrebbe venire a contatto con la bocca o gli occhi dando irritazioni o peggio.

24) Tenere pulito ed in ordine il proprio banco di lavoro: lasciare sul banco solo l'attrezzatura indispensabile per lo svolgimento dell'esperienza in corso. Alla fine dell'esperienza riporre l'attrezzatura usata dopo averla pulita. Accertarsi di aver chiuso il rubinetto dell'acqua e del gas, se sono stati usati.

25) Usare con attenzione la vetreria:

1) si possono prendere forti scottature perché la vetreria calda non è visivamente distinguibile da quella fredda;

2) il vetro può facilmente rompersi in frammenti molto taglienti.

Se la vetreria è calda, prenderla con le apposite pinze o con dei guanti sufficientemente grossi o con uno straccio o con un pezzo di carta opportunamente sagomato. Riscaldare e far raffreddare lentamente la vetreria che altrimenti potrebbe rompersi.

I frammenti di vetro sono molto taglienti: per raccoglierli usare le stesse precauzioni adoperate per maneggiare la vetreria calda.

Se un' apparecchiatura è danneggiata non adoperarla assolutamente ma buttarla nell'apposito contenitore per la raccolta della vetreria rotta.

26) Quando si prepara una soluzione diluita di un acido o di un idrossido, partendo da acidi o idrossidi concentrati, aggiungere questi all' acqua lentamente ed agitando in continuazione e <u>mai il contrario</u>: prestare somma attenzione soprattutto quando si ha a che fare con H_2SO_4 concentrato o con NaOH o KOH solidi: quando questi composti vengono mescolati con H_2O si sviluppa una grande quantità di calore ed in conseguenza di ciò la soluzione si riscalda molto velocemente (reazione esotermica). **Attenzione**: la soluzione può raggiungere il punto di ebollizione quasi istantaneamente e mettersi a schizzare pericolosamente.

27) Non scaldare su fiamma libera liquidi infiammabili (esempio solventi organici)**:** i loro gas potrebbero incendiarsi. Adoperare i mantelli riscaldanti elettrici.

28) Non rivolgere l'apertura dei recipienti verso altre persone perché il liquido potrebbe schizzare.

29) Non indagare su eventuali perdite di gas usando una fiamma: **se c'è una effettiva perdita si può generare un incendio**: usare le apposite soluzioni saponose.

30) Prestare attenzione alle apparecchiature sotto tensione elettrica: non toccare le strumentazioni elettriche con le mani bagnate, assicurarsi che non ci siano fili scoperti sotto tensione. In caso di potenziale pericolo staccare la corrente operando dal quadro elettrico generale la cui collocazione deve essere nota a tutti i frequentatori del laboratorio.

31) Non tenere in tasca oggetti appuntiti o taglienti come forbici, coltelli o tubi di vetro: in caso di urto o caduta possono diventare pericolosi.

32) Rimanere al proprio posto e muoversi solo lo stretto indispensabile. Ciò vale soprattutto se è in corso una reazione chimica e se si sta riscaldando qualcosa. Non girare tra i banchi e non toccare la strumentazione che non si conosce: oltre ad esser pericoloso e dannoso per se e per gli altri, tale fatto può causare inconvenienti agli altri frequentatori del laboratorio.

33) Lavorare su quantità limitate di sostanze per limitare i pericoli in caso di incidente.

34) Non appoggiare mai recipienti, bottiglie o apparecchiature vicino al bordo del tavolo: quando meno uno se lo aspetta tendono a cadere giù.

35) Afferrare saldamente e con tutte le precauzioni del caso i recipienti contenenti i reattivi quando devono essere mossi da un posto ad un altro. Non tenerli distrattamente ma sostenere i recipienti mettendo una mano sul loro fondo. Non afferrare le bottiglie per il tappo.

36) Tenere le apparecchiature elettriche lontane dall'acqua: in caso di contatto della parti sotto tensione con acqua si può prendere la scossa.

37) I rifiuti e gli scarti del laboratorio

Premesso che non si deve inquinare l'ambiente, i rifiuti e gli scarti devono essere raccolti in maniera differenziata per il loro successivo smaltimento.

- I rifiuti di tipo comune come carte, stracci, guanti monouso,..., purché non sporchi di reattivi chimici pericolosi, vanno gettati in appositi contenitori metallici non troppo grandi per evitare pericolosi accumuli.

- I residui della vetreria rotta vanno messi in un contenitore a parte per essere smaltiti dopo essere stati ben puliti (Attenzione a non tagliarsi).

- I residui dei solventi vanno raccolti assieme per essere eventualmente distillati e riciclati.

- I residui dei prodotti chimici possono essere messi assieme agli altri scarti solo dopo che ci si è accertati che non possano dar luogo a reazioni esotermiche e nocive.

- Gli scarti infiammabili vanno raccolti in contenitori metallici per poter essere o ricuperati o successivamente bruciati all'aria aperta o negli inceneritori adatti.

- I solventi alto bollenti e poco infiammabili possono essere messi in larghi recipienti e lasciati evaporare all'aria: ciò vale soprattutto per i solventi organici immiscibili con H_2O e di alta densità che se fossero gettati nel lavandino non verrebbero diluiti dall'H_2O ma resterebbero nei giunti a gomito dei tubi di scarico concentrandosi pericolosamente e corrodendo gli scarichi stessi.

- Gli acidi e le basi possono essere gettati negli scarichi solo dopo loro diluizione con molta acqua, in piccole porzioni e facendo poi scorrere altra acqua a lungo per evitare reazioni esotermiche e la corrosione dei tubi dello scarico.

- Le sostanze nocive devono essere neutralizzate con opportuni reagenti, quindi bruciate o sotterrate in discariche speciali autorizzate.

- Le sostanze che reagiscono violentemente con H_2O (come i metalli alcalini e gli idruri) vanno distrutte con reagenti opportuni. (**Esempio**: Na viene distrutto con etanolo o metanolo).

- Particolari norme sono prescritte per l'eliminazione di sostanze particolarmente pericolose come l'amianto (noto cancerogeno) e per l'uso, la detenzione e l'eliminazione di sostanze radioattive.

Ogni laboratorio chimico dovrebbe avere degli scarichi speciali collegati con un impianti di depurazione in modo che gli scarti vengano opportunamente trattati, separati e smaltiti a seconda delle loro caratteristiche.

Preziosi suggerimenti sulle norme del comportamento da seguire in laboratorio, sul trattamento dei reattivi e sulle norme antinfortunistiche in generale sono rintracciabili su numerosissime pubblicazioni nazionali ed internazionali specializzate nel settore della sicurezza e prevenzione, pubblicate dall'Ente Nazionale Prevenzione Infortuni e dall'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro. Un elenco di tali riviste si trova, di solito, in appendice ai libri di testo specifici per il laboratorio chimico.

Ulteriori informazioni e link si possono trovare, ad esempio, nei seguenti siti web:

http://www.cgil.it/saluteesicurezza/ - http://www.diario-prevenzione.it/
http://utenti.lycos.it/claudiogiacalone/ - http://www.ispesl.it/cancerogeni/index.htm -
http://www.ispesl.it/ - http://vigilidelfuoco.it

Si rammenti bene che, soprattutto quando si compiono delle azioni ripetitive ed apparentemente noiose, anche se si stanno adoperando sostanze ed apparecchiature pericolose, si tende ad abbassare il proprio livello di attenzione ed a sopravvalutare le proprie capacità ed esperienza.

La sicurezza deve derivare da una attitudine mentale a mettere sempre in pratica le norme di prevenzione dai pericoli per sé e per gli altri e non dall'abitudine.

È OBBLIGATORIO TENERE UN QUADERNO DI LABORATORIO

Anche questa è una norma di sicurezza in laboratorio

- Deve essere un quaderno del tipo a fogli fissi e non volanti.

- Datare e numerare tutti i fogli che si usano: non adoperare mai fogli singoli che hanno la tendenza ad andare persi.

- Scrivere tutte le proprie osservazioni ordinatamente come in un diario, in modo che si possa sempre ricostruire, anche a distanza di tempo, la sequenza di ciò che si è fatto in ogni momento.

- Usare tale quaderno anche per i calcoli in brutta copia: in caso di errore non cancellare ciò che si è scritto ma semplicemente tagliare con un frego in modo che si possa eventualmente rileggere.

- Eseguire le esperienze solo dopo aver scritto, capito e discusso criticamente ciò che si vuol fare.

- Usare gli appunti presi per poi preparare le relazioni sulle esperienze fatte, che devono essere consegnate al docente almeno qualche giorno prima di sostenere la prova d' esame.

- Le note devono essere scritte in modo che chi legge sia in grado di ricostruire e ripetere l'esperienza fatta.

- Più si è ordinati prima e meno fatica si farà dopo in fase di rielaborazione e studio!

CLASSIFICAZIONE DELLE SOSTANZE CHIMICHE IN BASE ALLA LORO PERICOLOSITÀ

La maggior parte delle sostanze chimiche presenta un grado più o meno elevato di pericolosità che è legato alle loro proprietà chimico-fisiche.

Quando si intende compiere una operazione che coinvolga la manipolazione di reattivi e prodotti chimici è fondamentale conoscere approfonditamente tali loro proprietà per poter prevedere quali particolari precauzioni devono essere osservate per lavorare in sicurezza.

Le informazioni di natura chimico-fisica possono essere desunte dalle etichette che **devono esser sempre presenti sui contenitori**.

Il metodo di prevenzione migliore è sempre l'informazione.

La legge prevede che sulle etichette siano riportati almeno i seguenti dati:

1) nome della sostanza,

2) nomi del produttore e del distributore,

3) simboli ed indicazioni di pericolo, frasi di rischio (R) e consigli di prudenza (S).

Esempio semplificato di una etichetta:

CARLO ERBA REAGENTI - Montecatini group

Alcol Metilico RPE per analisi

CH_3OH

M = 32.042, purezza 99.9%, punto di ebolliz. 64.6 °C, densità $d_{20°}$ (a 20 °C) 0.7919, indice di rifrazione $n_{20°}$ (a 20 °C) 1.3288

Impurezze max %			
acidità da acido formico	0.0015	metalli pesanti	0.00005
composti carbonilici	0.0001	H_2O	0.05
cloruri	0.0005	miscibilità con H_2O	completa
colore	0.00005	.....	.....
alcol etilico	0.02	.....	....

Attenzione: altamente infiammabile. Tossico per inalazione e ingestione. Conservare fuori della portata dei bambini. Conservare il recipiente ben chiuso. Conservare lontano da fiamme e scintille. Non fumare. Evitare il contatto con la pelle.

R: 11-23/25; S 2-7-16-24.

Per soddisfare le molteplici esigenze da parte dell'industria e della ricerca, le ditte produttrici mettono in commercio più campioni, con grado diverso di purezza e di costo, di uno stesso reattivo; pertanto, ad esempio la ditta Carlo Erba produce una quindicina di tipi diversi di alcol metilico, ciascuno con diverso grado di purezza che è identificato da una sigla: nella tabella seguente sono riportate alcune sigle di uso corrente assieme alla loro definizione ed all'uso principale del reattivo che la porta.

SIGLA	DEFINIZIONE	USO PRINCIPALE
RPE	Reagente di grado analitico	Per analisi ed usi scientifici generali
RS	Reagente speciale	Per applicazioni speciali con garanzia di alta purezza
RHP	Reagente di grado farmaceutico	Conforme alle specifiche delle diverse farmacopee
RE	Reagente di grado industriale	Sintesi e usi diversi

Se la sostanza è potenzialmente pericolosa allora deve essere posta in recipienti adatti la cui etichetta deve riportare tra l'altro dei simboli internazionali accompagnati da lettere (Consiglio d'Europa, Strasburgo 1965 e leggi successive) che indicano il tipo di rischio caratteristico di quella sostanza chimica e che sono di seguito riportati.

Secondo le norme CEE le sostanze pericolose sono divise in otto categorie principali che sono a loro volta suddivise in due gruppi di diversa pericolosità.

1) SOSTANZE PIÙ PERICOLOSE

ESPLOSIVE

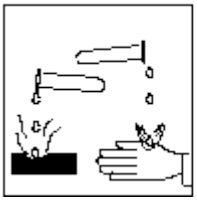
E

TOSSICHE

T

COMBURENTI

O

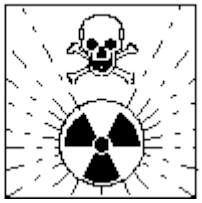


CORROSIVE

C

INFIAMMABILI

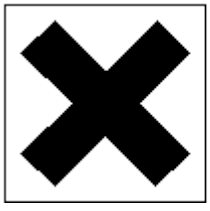
F



RADIOATTIVE

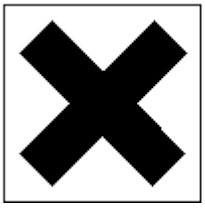
R

2) SOSTANZE UN PO' MENO PERICOLOSE DELLE PRECEDENTI



NOCIVE

Xn



IRRITANTI

Xi

Vengono di seguito riportate alcune norme e precauzioni per l'uso e lo stoccaggio delle sostanze appartenenti a ciascuna delle otto categorie.

Ricordarsi che prevenire è molto meglio che curare !!!

SOSTANZE ESPLOSIVE (E)

Sono classificate come tali le sostanze che possono esplodere in determinate condizioni sperimentali, in particolare per esposizione a fonti di calore, e che sono più sensibili del nitrobenzene agli urti ed agli attriti.

Esplosione: reazione chimica o cambiamento di stato che avviene in un intervallo di tempo molto breve e che genera un notevole innalzamento di temperatura e generalmente una grande quantità di gas.

La sua pericolosità è principalmente data da:

a) **vampata di calore** che può provocare ustioni anche molto gravi, l' incendio di vapori, liquidi e solidi, la fusione e la sublimazione dei solidi, l'espansione dell'aria con onda d'urto, lo spostamento ad alta velocità di corpi solidi;

b) **produzione incontrollata di sostanze nocive** a causa dell'alta temperatura che si sviluppa.

Attenzione: alcuni reattivi, di per sé non esplosivi, tendono a decomporsi per dare sostanze esplosive per semplice esposizione all'aria ed alla luce: per questo caso bisogna prestare particolare attenzione ai prodotti ossigenati come i perossidi (H_2O_2 ad esempio), ed ai solventi organici come etere dietilico, etere diisopropilico, tetraidrofurano.

Alcune sostanze quando sono seccate possono esplodere molto facilmente.

- possono esplodere per semplice urto: perclorato di ammonio, acido picrico, 2,4-dinitrofenilidrazina, dicromato di ammonio, 2,3,6-trinitrofenolo, ...

Certe sostanze di per sé non pericolose lo possono diventare se vengono mescolate con altre: prestare dunque particolare attenzione quando si eliminano i rifiuti versandoli nel lavandino o negli appositi contenitori.

Ad **esempio**, se si gettano nel lavandino residui di acetone (solvente molto infiammabile, di larghissimo uso industriale, adoperato anche per asciugare velocemente la vetreria in laboratorio), assicurarsi di far scorrere molta acqua per lavare bene gli scarichi ed evitare la formazione di vapori infiammabili ed esplosivi.

- Possono esplodere se mescolati con combustibili: i perclorati di Na, K, Mg, Ba, i nitrati, i bromati, i persolfati di Na e K, il perossido di benzoile, etc,.....

- Possono esplodere per semplice riscaldamento: acido perclorico, perclorati, azidi, ipocloriti organici, diazo composti, N-cloroammine,...

Si deve cercare di evitare l'uso delle sostanze esplosive e quando non se ne può proprio fare a meno, usarne la quantità minore possibile.

Prestare somma attenzione ed adoperare tutti gli accorgimenti necessari, maneggiarle sotto cappa indossando occhiali ed usando schermi protettivi.

Le sostanze esplosive vanno tenute in locali isolati, arieggiati e lontani da quelli in cui sono conservate le sostanze infiammabili.

SOSTANZE INFIAMMABILI (F)

Si definisce combustione la reazione spontanea ed esotermica nella quale una sostanza riducente (il combustibile) reagisce con un ossidante (il comburente che di solito è l'O_2presente nell'aria) e viene parzialmente o completamente ossidata da questi.

Ad esempio nella combustione degli idrocarburi contenenti C e H si formano sempre come prodotti CO_2 e H_2O e calore: benché la reazione sia spontanea ($\Delta G < 0$) tuttavia è talvolta necessario innescarla (ad esempio riscaldando con la fiamma di un fiammifero) perché l'energia di attivazione è piuttosto elevata:

esempi

metano: $CH_4 + 2\ O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\ H_2O$ + calore

butano: $C_4H_{10} + 13/2\ O_2 \longrightarrow 4\ CO_2 + 5\ H_2O$ + calore

Il fenomeno, dunque, avviene solo se sono co-presenti 3 distinti fattori:

1) combustibile (riducente);

2) comburente (un ossidante come O_2);

3) sorgente di accensione con temperatura sufficiente a superare l'energia di attivazione e quindi ad innescare la reazione (fiamma libera, urto, sfregamento, scintilla, riscaldamento, luce, ...).

Esistono varie categorie di sostanze infiammabili:

a) solidi che s'infiammano per accensione e che continuano a bruciare anche se la sorgente di accensione viene allontanata.

b) liquidi con temperatura di infiammabilità < 21 °C.

c) gas che si infiammano per semplice contatto con l'aria a pressione atmosferica (1 atm).

d) sostanze che a contatto con aria umida o con H_2O danno gas infiammabili (esempio Na, K).

Tutte queste sostanze vanno tenute lontano da fonti di calore, fiamme o scintille, aria (c) ed umidità (c e d). Vanno conservate in recipienti chiusi e riempiti per non più di 3/4 del loro volume totale e posti in ambienti ben ventilati.

L'infiammabilità è caratterizzata da tre parametri:

1) *Punto di infiammabilità* (*flash point*): è la temperatura minima alla quale, a pressione di 1 atm, la sostanza produce vapori in una quantità tale da dare una miscela con l'aria che in contatto con una scintilla o una fiamma può infiammarsi o esplodere.

2) *Temperatura di ignizione o autoaccensione (ignition temperature)*: è la temperatura minima richiesta per iniziare e auto-sostenere la combustione di una miscela dei vapori della sostanza, indipendentemente dalla sorgente di calore.

3) *Campo di infiammabilità*: intervallo di composizione della miscela aria - sostanza in cui quest'ultima è infiammabile.

Particolarmente pericolose sono le sostanze che hanno flash point al di sotto della temperatura ambiente: queste non devono essere mai lasciate allo scoperto se non in presenza di adeguata ventilazione.

È buona norma di sicurezza tenere in laboratorio solo la quantità minima indispensabile di prodotti infiammabili.

Le sostanze infiammabili vanno riscaldate o evaporate con estrema cautela, sempre sotto cappa e ben lontano dalle fiamme libere, da scintille, da motori elettrici e da piastre molto calde.

Per motivi di sicurezza l'etere dietilico non va evaporato ma distillato in modo che i suoi vapori non si disperdano nell'ambiente ma siano raffreddati, condensati e raccolti in un recipiente.

Certe sostanze si ossidano all'aria fino a raggiungere spontaneamente la temperatura di ignizione: ad esempio P bianco, PH_3, certi composti metallorganici, alcuni metalli quando sono finemente suddivisi come Mg, Al, Ni: queste sostanze vanno conservate in atmosfera di gas inerte (N_2 o Ar).

I metalli alcalini (Na, K, Li) ed alcuni idruri metallici vanno tenuti rigorosamente lontani dall'acqua e dall'umidità perché reagiscono molto violentemente con essi formando H_2 che si può incendiare per il calore della reazione.

In tabella sono riportati il punto di infiammabilità, la temperatura di ignizione ed il campo di infiammabilità per alcuni solventi di comune reperibilità nei laboratori.

specie	p. infiammabilità °C	T ignizione°C	c. infiammabilità %
acetone	-17	537	2.6 - 12.8
etere dietilico	-29	180	1.8 - 48.0
etanolo	14	425	3.5 - 15.0
metanolo	10	464	7.3 - 36.0
benzene	-11	562	1.4 - 8.0
toluene	4.4	536	1.4 - 6.7

Dalla tabella si evince che l'etere dietilico è tra i solventi più pericolosi dal punto di vista dell'infiammabilità.

SOSTANZE COMBURENTI O OSSIDANTI (O)

Provocano una reazione esotermica quando vengono a contatto con altre sostanze soprattutto se infiammabili: possono incendiare le sostanze combustibili.

Esempi di comburenti:

O_2 puro o in miscela nell'aria, nitrati, clorati, ...

Valgono le stesse norme valide per le sostanze infiammabili e vanno tenute ben lontano da quest'ultime, in ambienti esterni resistenti all'esplosione.

SOSTANZE TOSSICHE (T)

Sono sostanze che a seguito di ingestione o inalazione o assorbimento attraverso la pelle possono essere causa di gravi danni alla salute ed anche di morte. Molte sostanze sono tossiche, tuttavia l'entità dei loro effetti sull'organismo dipende fortemente da alcuni fattori qui sotto elencati:

1) natura della sostanza;

2) quantità introdotta nell'organismo;

3) intervallo di tempo di contatto con la sostanza.

Sono stati definiti i valori limite di esposizione a molte sostanze in base a dati epidemiologici e di laboratorio che sono raccolte in apposite pubblicazioni.

TLV (Treshold Limit Value): è la massima concentrazione di una certa sostanza alla quale una persona può esser esposta giornalmente (per 8 ore) o settimanalmente (40 ore) senza risentire di alcun danno.

TLV-STEL (Short Term Exposure Limit): è la massima concentrazione di una certa sostanza alla quale una persona può esser esposta per un tempo di 15 minuti al massimo senza risentire di alcun danno. Talora tali limiti sono superabili se poi la persona rimane a lungo lontano dall'esposizione a tale sostanza in modo che il suo organismo abbia il tempo per smaltirla.

TLV - C (Ceiling): è la concentrazione che non deve mai essere superata in ogni caso.

Una esposizione troppo lunga a certi prodotti chimici (esempio solventi organici come benzene o Pb e Hg) può causare degli avvelenamenti cronici che rientrano nelle malattie professionali. Gli effetti nocivi di tali sostanze sono talora avvertibili solo a lunga scadenza, quando il danno è ormai irreparabile. Si comprende dunque come in questi casi la prevenzione risulta essere la migliore soluzione.

Seguire rigorosamente le istruzioni riportate sulle etichette dei contenitori. Evitare di respirare i vapori, di toccare e di ingerire tali sostanze, lavorare in ambienti ben ventilati o meglio sotto la cappa, in casi particolarmente pericolosi si richiede l'uso della maschera antigas, usare gli occhiali protettivi ed i guanti, lavarsi spesso le mani con acqua e sapone, non usare solventi organici per pulirsi da una eventuale contaminazione, perché questi potrebbero sciogliere la

sostanza e disperderla facilitando il suo assorbimento attraverso la pelle. Accertarsi che ogni eventuale residuo sia stato eliminato dai recipienti e dal banco di lavoro.

Le sostanze tossiche devono essere conservate in recipienti sigillati posti in armadi chiusi a chiave e con l'indicazione del pericolo molto ben visibile.

SOSTANZE CORROSIVE (C)

Sono quelle che esercitano azione distruttiva sui tessuti vivi e sulle attrezzature: evitare assolutamente il contatto con la pelle, gli occhi e la bocca. Rientrano in questa categoria tutti gli acidi e gli alcali concentrati più comuni: esempio H_2SO_4, HNO_3, HCl, HF, $HClO_4$, NaOH, KOH, LiOH, CaO, NH_3,...

E' obbligatorio l'uso degli occhiali di protezione, e dei guanti. Se sono volatili usare la cappa aspirante.

Vanno conservate in recipienti chiusi e di materiale in ogni caso opportuno. Ad esempio NaOH si conserva in recipienti di plastica e non di vetro che viene intaccato.

SOSTANZE RADIOATTIVE (R)

Sono capaci di emettere radiazioni ionizzanti. Esistono norme di legge molto severe e specifiche per la loro conservazione, manipolazione e smaltimento. Gli operatori devono essere muniti di opportuni dosimetri personali e gli ambienti devono possedere sistemi di isolamento adeguati: la contaminazione ambientale può essere catastrofica e gli effetti a lungo e breve termine mortali.

SOSTANZE NOCIVE (Xn)

In seguito ad inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo provocano danni limitati. E' necessario seguire le prescrizioni riportate nelle etichette e seguire le indicazione date per l'uso delle sostanze corrosive. Ad esempio è nocivo $KMnO_4$.

SOSTANZE IRRITANTI (Xi)

Possono provocare reazioni infiammatorie ed allergiche in seguito a contatto con la pelle. E' necessario seguire le prescrizioni riportate nelle etichette e seguire le indicazione date per l'uso delle sostanze corrosive. Ad esempio è irritante il solvente tetraidrofurano.

Dal 1981 sono state aggiunte ulteriori categorie di rischio a quelle già esistenti:

ESTREMAMENTE INFIAMMABILI

Liquidi con punto di infiammabilità < 0 °C e T ebolliz. < 35 °C.

MOLTO TOSSICHE

Sostanze che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea possono provocare lesioni gravi e la morte.

PERICOLOSE PER L'AMBIENTE

Sostanze che possono provocare grave rischio a breve o lungo tempo per l'ambiente.

CANCEROGENE

Sostanze che per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea possono provocare il cancro o aumentarne la frequenza. L'informazione sull'azione cancerogena presunta o certa di alcune sostanze viene, purtroppo, spesso sottovalutata o trascurata dalle ditte produttrici ed anche dai libri di testo. Come prima cosa si deve cercare di sostituire l'uso di tali sostanze con quello di altre meno pericolose: se ciò non è possibile allora usare tutte le norme di buon senso, cautela e prevenzione adatte, tra le quali ricordiamo: adoperare estrema cautela e parsimonia nel loro uso e stoccaggio, indossare sempre i guanti e gli occhiali, maneggiare i recipienti sotto cappa, evitare qualunque contatto ed inalazione dei vapori, prestare attenzione particolare alla distruzione dei residui, aggiungere sui contenitori etichette supplementari di avvertimento, etc.

Le etichette dei contenitori di tali sostanze di solito portano la specificazione di rischio R45 "Può causare il cancro".

Ulteriori informazioni, tra le quali le tabelle aggiornate delle sostanze sospette, sono pubblicate da enti internazionali come ad esempio Agency for Research on Cancers (J.Melnikov ed altri., Carcinogens and Mutagens in Undergraduate Laboratory, J.Chem. Educ., 58 A11 (1981)).

TERATOGENE

Sostanze pericolose per la sviluppo del feto.

MUTAGENE

Sostanze pericolose per la sviluppo normale delle cellule.

FRASI DI RISCHIO E DI PRUDENZA

Sulle etichette si trovano, oltre ai simboli appena visti, delle sigle inizianti per **R** (frasi di rischio) e/o **S** (frasi di prudenza) che mettono sull'avviso e danno utili consigli a chi opera con tali sostanze.

Ad esempio R1 = sostanza esplosiva allo stato secco, R12 = altamente infiammabile, R41 = rischio di gravi lesioni agli occhi, R46 = sostanza che può provocare alterazioni genetiche ereditarie, S1= tenere sotto chiave, S3 = tenere in luogo fresco, S30 = evitare al prodotto il contatto con l'acqua, S37 = usare i guanti, ...

E' necessario tener presente che certe sostanze possono appartenere contemporaneamente a più categorie di pericolosità.

Nei laboratori, di solito, si trovano dei posters con le frasi di rischio e di prudenza di uso più comune.

ESEMPI DI ALCUNE SOSTANZE COMUNI NEI LABORATORI E MOLTO TOSSICHE (T+)

L' ingestione, l' inalazione dei vapori ed il contatto con la pelle vanno evitati nella maniera più categorica: (**comunque non verranno usati in questo corso di Laboratorio di Chimica**).

Anche per sola inalazione dei vapori: Br_2, CS_2, BF_3, ...

Anche per sola inalazione dei vapori o per contatto con la pelle: CCl_4, $BeSO_4$, $(CH)_3SO_4$, ...

Anche per sola inalazione dei vapori o ingestione: P_4(bianco), BCl_3, Tl_2SO_4,....

Anche per sola ingestione: NaN_3, As_2O_3, $PtCl_4$, ...

Per ingestione, inalazione dei vapori o contatto: HF, KCN, NaCN, $HgCl_2$, HgO, C_6H_5NO, ...

SOSTANZE CHE NON RIPORTANO IN ETICHETTA AVVISI DI PERICOLOSITÀ

Anche se un recipiente contenente una sostanza non porta avvisi di pericolosità, si devono fare alcune importanti considerazioni in merito alle precauzioni da prendere per il suo uso.

1) L'organismo di ogni persona può essere sensibile, in diverso modo, all'esposizione a sostanze chimiche, che per alcuni possono apparire innocue, mentre, per altri, sono pericolose. Il corpo umano di alcune persone sviluppa improvvise e pericolose allergie nei confronti di certe sostanze, anche comuni, che si possono manifestare anche dopo tempi lunghi con irritazioni, bruciori, lacrimazione, tosse, difficoltà di respirazione,..., e che nei casi più gravi possono essere anche mortali. Sono ben note e documentate le gravi forme di allergia di certe persone per la comune aspirina (acido acetilsalicilico) o per i farinacei o per la puntura di un insetto, come il calabrone, che per taluni è mortale.

2) Oltre a ciò, si deve considerare che quotidianamente vengono sintetizzati centinaia di nuovi composti e che quindi, non tutti vengono testati sufficientemente prima di essere posti in commercio.

3) I metodi di sintesi ed i criteri di valutazione della purezza e della pericolosità adottati per le sostanze, che si trovano in un laboratorio chimico possono essere molto diversi da quelli adoperati per la preparazione delle stesse sostanze specificatamente destinate ad uso alimentare. Ciò significa che, per esempio, l'alcol etilico adoperato come solvente in laboratorio potrebbe essere di derivazione sintetica e contenere impurezze, anche se in minima quantità, altamente tossiche per l'organismo, mentre l'alcol etilico destinato ad usi alimentari deve derivare per legge esclusivamente dalla fermentazione naturale di carboidrati ed essere prodotto seguendo metodologie e norme di igiene ben precise.

4) Talora i reattivi apparentemente innocui sono conservati vicino a bottiglie di sostanze pericolose e possono essere stati inquinati inavvertitamente con una spatola o una pipetta.

La normativa più recente prevede finalmente che i reattivi chimici vengano venduti accompagnati da una scheda di sicurezza: essa deve contenere una serie di indicazioni utili, tra le quali:

1) precisa identificazione del prodotto e delle sue proprietà principali;

2) pericoli a cui si può andare incontro nel suo maneggio;

3) misure di pronto soccorso;

4) misure antincendio;

5) manipolazione e stoccaggio;

6) protezione individuale;

7) informazioni tossicologiche;

8) informazioni ecologiche e sullo smaltimento;

9) informazioni sul trasporto.

È opportuno ricordare che:

LE SOSTANZE CHE NON RIPORTANO IN ETICHETTA AVVISI DI PERICOLOSITÀ SONO SEMPRE E COMUNQUE DA CONSIDERARE COME POTENZIALMENTE PERICOLOSE E QUINDI DA TRATTARE CON LA MASSIMA ATTENZIONE !

CENNI SUGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE IN CASO DI INCIDENTE

In genere, l'operazione di pronto soccorso in caso di incidente si effettua in due tempi;

1) Intervento di emergenza effettuato da una persona anche non esperta.

2) Intervento eventuale successivo del medico (**TEL. 118**).

In ogni caso vi sono delle norme di buon senso e di logica da seguire:

a) Allontanare il malcapitato dal pericolo facendo attenzione alla propria ed alla altrui incolumità.

b) Richiedere l'immediato intervento del medico ma nel frattempo agire prontamente, soprattutto se l'infortunato sanguina, è ustionato, ha ingerito sostanze tossiche, ha inalato vapori velenosi, è in stato di shock, ...

c) Togliere gli indumenti impregnati di sostanze tossiche o corrosive.

d) Mettere l'infortunato in posizione comoda ed adeguata.

e) Praticare se necessario la respirazione forzata.

f) Somministrare se necessario O_2.

g) In caso di perdita dei sensi non far ingerire nulla perché c'è il rischio di soffocamento.

In seguito vengono descritti più dettagliatamente alcuni casi di pericolo e relativi comportamenti da tenere.

ALCUNE NORME DI INTERVENTO IN CASO DI INCENDIO

(Vigili del Fuoco: tel. 115)

Si ribadisce l'assoluto divieto di fumare nel laboratorio !

È assolutamente necessario che chi frequenta il laboratorio conosca l'esatta ubicazione delle uscite di sicurezza, dei mezzi antincendio ed il loro utilizzo, del quadro elettrico generale e delle valvole del gas e dell'acqua.

Ricordarsi che come il solito "**prevenire è meglio che curare !!!**"

In caso di incendio è opportuno:

Non farsi prendere dal panico ma avvertire il docente ed i colleghi, staccare l'interruttore generale della corrente elettrica, spegnere gli eventuali fornelli a gas accesi, disattivare i ventilatori e gli impianti di aria condizionata che possono favorire il propagarsi delle fiamme.

Verificare l'entità dell'incendio: se è circoscritto, ad esempio ad un bicchiere, coprire il recipiente con un vetro di orologio o un contenitore in vetro: non usare stracci o altro materiale combustibile: tutto il materiale infiammabile presente nelle vicinanze va rimosso immediatamente.

In caso di incendio di grandi proporzioni ma controllabile, usare gli estintori e gli altri mezzi antincendio (esempio la coperta antifiamma).

In caso di incendio non controllabile, chiamare i vigili del fuoco (**TEL. 115**), abbandonare i locali lasciando solo il personale addetto che userà, se necessario, le maschere antigas opportune contro i gas che si possono sviluppare.

In caso di incendio degli abiti, impedire all'infortunato di mettersi a correre, perché ciò alimenterebbe ancor di più le fiamme: togliergli gli abiti o se ciò richiede troppo tempo farlo distendere a terra e coprirlo con la coperta anti fiamma o con panni bagnati, usare eventualmente i doccioni di sicurezza presenti in laboratorio. Trattare l'infortunato poi come nel caso degli incidenti da ustione (vedi dopo).

Prima di riprendere la normale attività, accertarsi che non vi siano focolai occulti che possono svilupparsi in un secondo tempo.

Particolari precauzioni devono essere prese in caso di incendi se sono presenti bombole di gas.

TIPO DI ESTINTORI

L'uso di tipi diversi di estintori è legato al diverso tipo di materiale che sta bruciando:

E. ad H_2O o a schiuma: contengono H_2O o schiume a base di H_2O che vengono spinte fuori dal contenitore da CO_2 in pressione: sono poco usati nei laboratori perché l'H_2O può reagire con molti composti chimici e rovinare le apparecchiature elettriche.

E. a polvere: contengono polveri a base di $NaHCO_3$, NaCl, NH_4-fosfato e solfato addizionati con idrorepellenti: l'erogazione della polvere è ottenuta pressurizzando la bombola con aria o N_2 o CO_2. Si usano per incendi di materiali solidi comuni, solidi con basso punto di fusione, liquidi, gas infiammabili, sostanze che a contatto con H_2O danno combustione con formazione di H_2, (cioè con Mg, Al, Li, Na, idruri,....) o di apparecchiature elettriche.

E. a CO_2: contengono CO_2 liquido in pressione: si usano come i precedenti tranne nel caso di incendi coinvolgenti metalli reattivi con CO_2 come idruri, nitrati, clorati, ... Hanno il vantaggio di non lasciare residui e per questo sono da preferirsi nel caso di spegnimento di incendi in cui siano coinvolte strumentazioni elettriche.

E. ad Halon: di scarsa efficacia con incendi di materiali solidi: impiegano idrocarburi alogenati: sono chiamati con sigle che indicano rispettivamente il numero di atomi di C, F, Cl e Br presenti. I più usati sono:

HALON 1211	**bromoclorodifluorometano**	**(BCF)**	**(gas)**
HALON 1301	**bromotrifluorometano**	**(BTM)**	**(gas)**
HALON 2402	**dibromotetrafluoroetano**	**(Fluobrene)**	**(liquido)**

Se sono in forma gassosa sono tenuti in bombole in pressione, se, come nel caso del Fluobrene, sono in forma liquida viene loro aggiunto N_2 come propellente. Il loro impiego è limitato a causa della loro tossicità e perché sono ritenuti tra le sostanze responsabili delle alterazioni dello strato di ozono nell'atmosfera.

L'azione estinguente si manifesta in virtù dei seguenti fenomeni:

1) soffocamento: consiste nel cercare di impedire il contatto tra O_2 ed il combustibile che sta bruciando.

2) raffreddamento: si usa un qualche prodotto che reagisca assorbendo grandi quantità di calore: l'azione endotermica contribuisce ad estinguere le fiamme.

3) azione inibente: il prodotto estinguente esercita una qualche azione catalitica inibente nei confronti delle complicate reazioni di combustione.

Esempio: H_2O sottrae calore impedendo l'auto sostentamento della combustione ed isola le sostanze dall' O_2 atmosferico che funge da comburente.

Esempio: $2NaHCO_3$ + calore → $Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$ esercita tutte e tre le azioni citate.

Esempio: CO_2 esercita azione soffocante e raffreddante.

Esempio: HALON inibisce il meccanismo radicalico con il quale di solito hanno luogo le reazioni di combustione.

Gli estintori vanno controllati ogni sei mesi ed eventualmente ricaricati da personale specializzato.

Se si usa un estintore ricordarsi di:

1) togliere lo spinotto di sicurezza;

2) impugnare saldamente;

3) rivolgere il getto alla base delle fiamme.

MASCHERE ANTIGAS

L'uso di maschere antigas a filtro è talvolta indispensabile per evitare l'inalazione di vapori, polveri e gas irritanti o nocivi soprattutto durante gli incendi. Ne esistono almeno di tre tipi:

1) a copertura parziale che lasciano liberi gli occhi coprendo naso e bocca;

2) a copertura totale che coprono tutto il volto;

3) a copertura totale di tutta la testa.

Chi indossa la maschera inspira dell'aria esterna che prima di arrivare alle vie respiratorie viene fatta passare attraverso opportuni filtri che bloccano le sostanze nocive o le trasformano in sostanze più tollerabili dall'organismo.

I filtri possono funzionare con uno dei tre meccanismi seguenti:

1) adsorbimento;

2) catalisi;

3) reazione chimica

1) Contengono di solito polvere di carbone attivata molto fine che possiede una superficie specifica molto elevata e che è capace di adsorbire e condensare le sostanze nocive nei canali capillari.

2) Contengono polveri di ossidi metallici capaci di catalizzare a temperatura ambiente la trasformazione della sostanza nociva in una meno pericolosa. Ad esempio CO viene ossidato a CO_2 dall'ossigeno dell'aria.

3) Contengono ossidi metallici, alcali, acidi,..., capaci di reagire chimicamente con la sostanza nociva trasformandola o imprigionandola.

Esistono almeno una cinquantina di filtri diversi, ciascuno adatto ad una certa classe di sostanze: certi filtri funzionano adoperando due o tutti e tre i meccanismi citati.

- Attenzione: i filtri hanno un tempo limitato di funzionamento per cui è indispensabile controllare sempre la loro efficienza e data di scadenza.

I filtri, pur impedendo alle sostanze nocive di arrivare alle vie respiratorie, non sono in grado di supplire all'eventuale mancanza di ossigeno necessario alla respirazione, **fatto che può verificarsi durante un incendio in un ambiente poco arieggiato**.

Essi diventano inutili quando la percentuale dell'O_2 nell'aria (che è normalmente del 21%) diventa minore del 17%. In questi casi è necessario adoperare l'autorespiratore che è una maschera munita di bombole autonome d'aria.

SOSTANZE CHIMICHE NEGLI OCCHI

Gli occhi sono molto delicati per loro natura, per cui è necessario indossare sempre gli occhiali di sicurezza e nel malaugurato caso di incidente è necessario intervenire nel minor tempo possibile.

Cercare di togliere quanto prima la sostanza estranea dall'occhio lavandolo con molta H_2O fredda: successivamente a seconda della natura della sostanza agire come segue:

Acido negli occhi: lavare ripetutamente con una soluzione al 2% di borace (borato di sodio $Na_2B_4O_7$) e successivamente con molta H_2O.

Basi negli occhi: lavare ripetutamente con una soluzione all' 1-2% di acido borico e successivamente con H_2O.

Frammenti di vetro negli occhi: lavare brevemente, bendare con bendaggio leggero per tenere l'occhio chiuso.

In tutti i casi, chiedere l'intervento immediato di un medico.

E' possibile usare i bagnetti ottici presenti in laboratorio funzionanti sia ad acqua che a borace e ad acido borico.

USTIONI

1) Da calore secco (oggetti caldi, fiamme)

Per piccole ustioni senza lacerazione della pelle, raffreddare con acqua, spalmare la parte colpita con pomate apposite (esempio Foille) ed applicare una fasciatura leggera.

Per ustioni più gravi, immergere la parte ustionata in H_2O fredda per qualche tempo per calmare il bruciore, togliere tutto ciò che potrebbe causare problemi per il possibile gonfiarsi della parte colpita (anelli, scarpe, orologio, etc), bendare leggermente senza applicare pomate, non rompere le bolle eventualmente formatesi, non applicare cerotti sulla pelle, chiamare il medico.

2) Da elettricità

Di solito si osserva una zona scura sulla pelle: chiedere l'intervento del medico perché si possono esser verificati gravi danni in profondità non percettibili all'esterno.

3) Da acidi

Lavare abbondantemente con H_2O la parte colpita: togliere gli indumenti inquinati usando i guanti: lavare con una soluzione all' 1-2% di bicarbonato di sodio ed ancora con H_2O, quindi bendare. Se la ferita è estesa, chiamare un medico.

4) Da basi

Come per il caso degli acidi ma lavare con una soluzione all' 1-2% di acido borico o con 0.5% di acido acetico.

TAGLI

In caso di piccole ferite, cercare di togliere eventuali frammenti lasciando sanguinare per qualche secondo la ferita. Disinfettare e bendare. Se la ferita è grave, chiamare un medico e nel frattempo controllare l'emorragia comprimendo i lembi della ferita ed applicando a monte un laccio emostatico che va allentato di tanto in tanto.

INGESTIONE DI SOSTANZE TOSSICHE

Può accadere che del liquido arrivi alla bocca perché schizza da qualche recipiente o perché si sta usando una pipetta aspirando con la bocca anziché usando la propipetta in gomma, azione che, si ribadisce, è **assolutamente vietata**.

Se non si è ingerito il liquido, sputare immediatamente e sciacquare la bocca con abbondantissima acqua. Se si è ingerito, chiamare il medico e nel frattempo agire a seconda dei casi:

ingestione di acido: bere molta H_2O, seguita da latte di magnesio (sospensione di ossido di magnesio in acqua), non far vomitare l'infortunato perché l'acido risalendo alla bocca potrebbe causare ulteriori gravi ustioni.

ingestione di basi: bere molta H_2O, seguita da succo di limone o arancio, o soluzioni diluite di acido citrico: come sopra, non far vomitare l'infortunato.

ingestione di sali di metalli pesanti: bere latte o chiara d'uovo.

avvelenamento da gas, portare l'infortunato in luogo aperto e ventilato o erogargli ossigeno.

ASSORBIMENTO CUTANEO DI SOSTANZE TOSSICHE

Attenzione: l'avvelenamento da assorbimento cutaneo è tra i più subdoli, perché può anche essere molto lento e manifestarsi dopo lunghi tempi, quando magari non si è più in contatto diretto con le sostanze pericolose che lo hanno provocato, per cui diventa difficoltoso capirne le cause. Anche in questo caso, la prevenzione è la migliore difesa.

In caso di contagio, lavare la parte colpita con un getto di H_2O fredda e con sapone, risciacquando a lungo.

Evitare l'uso di solventi organici per lavare la parte colpita perché questi rischiano di funzionare da veicolanti per la sostanza tossica e di favorirne l'assorbimento cutaneo.

STATO DI SHOCK

Spesso l'infortunato cade in uno stato di shock che si manifesta con stato di debolezza fisica, pallore, respiro affannoso, sudorazione fredda, vertigini, nausea, visione confusa, ansia e paura. In attesa del medico, che va urgentemente chiamato, far distendere l'infortunato con i piedi leggermente alzati e col capo piegato di lato, coprirlo, e non lasciarlo solo ma parlargli cercando di rassicurarlo.

SVENIMENTO

Quasi sempre lo svenimento è dovuto alla temporaneo calo di afflusso di O_2 al cervello. Slacciare gli abiti dell'infortunato attorno al collo ad al petto, coprirlo, girargli il capo di lato assicurandosi che la lingua non ostruisca il passaggio dell'aria in gola. Se l'infortunato smette di respirare, praticargli la respirazione artificiale.

N.B. La mancanza di O_2 al cervello anche per pochi minuti può provocare danni irreparabili.

CASSETTA DI PRONTO SOCCORSO

In ogni Laboratorio Chimico deve essere presente una cassetta di pronto soccorso, in posizione accessibile, ben visibile e con una croce rossa sullo sportello. Essa deve contenente alcune dotazioni utili per un primo intervento in caso di incidente o per curare piccole escoriazioni o scottature, come garze sterilizzate, cerotti di varie dimensioni, cotone, disinfettante, collirio decongestionante, pomata contro le ustioni, forbici, pinzette metalliche, laccio emostatico, acqua ossigenata, soluzioni di acido borico, borace, acido acetico e bicarbonato di sodio.

È ovvio che è necessario;

1) controllare sempre che i prodotti che si vogliono adoperare non siano scaduti.

2) ripristinare immediatamente i prodotti che si sono consumati.

BOMBOLE CONTENENTI GAS

Molti laboratori necessitano di grandi quantità di gas puri per le sintesi o per il funzionamento di certe apparecchiature (esempio N_2, Ar, He, O_2, H_2, CO_2, CO, Cl_2, NH_3, HCl, etc.). Similmente, in un ospedale si usano grandi quantità di gas per il funzionamento delle apparecchiature per le analisi cliniche e di aria purificata o di O_2 per i pazienti. Questi gas sono venduti, di solito, in bombole di 4 dimensioni diverse con volumi da 1 a 50 litri circa.

La bombola deve portare incisi sulla parete alcuni dati quali: il nome del gas contenuto, il numero di serie del contenitore, il nome della ditta produttrice, la pressione massima per la quale è collaudata, la pressione massima alla quale viene solitamente caricata, il volume interno, la data di revisione, etc. Assieme a questi dati di solito porta anche un cartellino con il nome della ditta

produttrice, la denominazione commerciale del gas contenuto, una o più sigle relative al suo grado di purezza ed eventualmente i dati delle analisi.

Convenzione sul colore dell'ogiva

L' ogiva di ogni bombola viene colorata, a seconda del gas contenuto, con un colore convenzionale, in modo che non ci possano essere dubbi sul suo contenuto. L'attuale codice dei colori è in via di modificazione per l'applicazione del decreto del 7/1/99 del Ministero dei Trasporti, inteso ad unificare ed a facilitare la circolazione delle merci in ambito CE. Tale decreto prevede l'applicazione della norma UNI EN 1089-3 che prescrive un sistema di identificazione delle bombole con codice colore delle ogive diverso da quello adoperato attualmente in Italia. Il nuovo codice sarà completamente operativo entro il 10 agosto 2006 e nel frattempo i due sistemi di codificazione vecchio e nuovo coesisteranno. La nuova colorazione dell'ogiva non identifica il gas, ma solo il rischio principale associato ad esso:

1) tossico e/o corrosivo, giallo;

2) infiammabile, rosso;

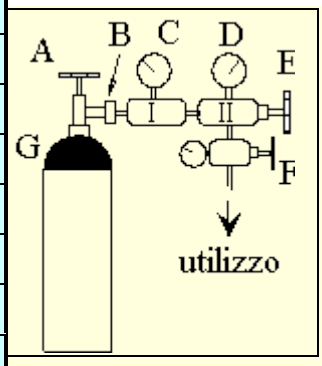
3) ossidante, blu chiaro;

4) asfissiante (inerte), verde brillante.

GAS	COLORE OGIVA norma vecchia	COLORE OGIVA norma nuova
O_2	bianco	bianco
N_2	nero	nero
Ar	amaranto	verde scuro
aria	bianco e nero	bianco e nero
CO_2	grigio chiaro	grigio
CO	verde	giallo e rosso
C_2H_2	arancione	marrone
H_2	rosso	rosso
NH_3	verde chiaro	giallo
Cl_2	giallo	giallo
He	marrone	marrone
N_2O	blu	blu

I gas più comuni (ossigeno, azoto, elio, protossido di azoto) hanno colori specifici.

Per individuare un gas è essenziale riferirsi sempre all'etichetta apposta sulla bombola.



Ogni bombola possiede una valvola di sicurezza **A** con un bocchettone di uscita **B** filettato per il collegamento ad un "riduttore di pressione" **C + D**. I gas sono infatti solitamente contenuti nelle bombole ad alta pressione (fino a 200 atm), valore che è di solito troppo alto per consentire il loro uso diretto. Pertanto, prima dell'uso, il gas viene portato ad una pressione inferiore (da qualche atm a frazioni di Torr, a seconda delle necessità) da un riduttore. Ad esempio, è riportato in figura un riduttore a due stadi in acciaio. Esso è munito di attacco per il collegamento con il bocchettone della bombola **B** con raccordi che hanno caratteristiche diverse (diametro, passo della filettatura, senso di avvitamento sinistrorso o destrorso, maschio o femmina) a seconda del tipo di gas contenuto nella bombola. In tal modo, ogni tipo di gas è contenuto in una bombola che ha un

bocchettone di uscita che può essere connesso solo con un tipo specifico di riduttore di pressione per eliminare la possibilità di scambi accidentali. Basti pensare a quali drammatiche ed irreparabili conseguenze va sicuramente incontro un paziente al quale venga per errore somministrato CO invece di O_2 o aria.

Il riduttore di pressione possiede due manometri: **C** è montato sul **I** stadio e misura la pressione all'interno della bombola mentre **D** è montato sul **II** stadio e misura la pressione di utilizzo che viene regolata dalla valvola **E**. Prima dell'utilizzo, il gas può essere fatto passare attraverso valvole ed apparecchiature **F** per la misura del flusso (flussimetro).

Grado di purezza

I gas sono venduti con gradi di purezza molto diversi, a seconda degli scopi per i quali sono utilizzati. Il grado di purezza (R) indica un gas con tracce di impurezze maggiori rispetto a quelle contenute in un gas di grado (T). I gas molto puri portano anche il simbolo N seguito da due cifre: la prima indica il numero di "9" che esprime la percentuale della sua purezza, mentre la seconda è quella che segue l'ultimo 9.

Esempio Ar N55 significa gas argon di purezza 99.9995 %: Ar N 60 significa purezza 99.99990 %.

I gas ed i contenitori adoperati per usi curativi subiscono particolari ed accurati controlli di qualità: non si può somministrare ad un paziente un gas che non sia specificatamente preparato per tale scopo.

NORME PRINCIPALI DI SICUREZZA PER LE BOMBOLE

Le bombole rappresentano un potenziale pericolo, per cui le norme che ne regolano l'utilizzo, l' immagazzinamento ed il trasporto sono piuttosto severe.

1) Essere sempre sicuri della natura del gas che si usa.

2) Accertarsi della tossicità del gas prima dell'uso.

3) Maneggiare la bombole con molta delicatezza e tenerle lontane da fonti di calore e da fiamme.

4) Fissare le bombole con una catena al muro per impedire la loro accidentale caduta.

5) In caso di trasporto usare un carrello e proteggere la valvola con l'apposito tappo a vite.

6) Manovrare con delicatezza le valvole e non lubrificarle mai.

7) Usare sempre un riduttore di pressione.

8) Chiudere sempre le valvole quando non si usa il gas.

9) Non vuotare mai completamente una bombola ma lasciare sempre almeno 2 - 5 atm di residuo quando la si cambia, per evitare che dell'aria possa entrare come inquinante.

10) Tenere ben arieggiato il locale in cui si usano o si tengono le bombole.

11) Se si fa un uso massiccio di gas, conviene installare un impianto centralizzato, che consta di una serie di bombole collegate tra loro che vengono tenute all'esterno dell'edificio in appositi ambienti e che sono connesse ad un riduttore di pressione collettivo, che, a sua volta, viene collegato con una rete di distribuzione costituita da tubi metallici che portano i gas a bassa pressione nei vari laboratori. In tal modo il rischio è ridotto perché le bombole sono situate al di fuori del laboratorio ed i gas che entrano negli ambienti di lavoro sono a bassa pressione.

12) In caso di incendio si deve cercare di allontanare le bombole per evitare scoppi o l' ulteriore propagazione dell' incendio, nel caso la bombola contenga un gas infiammabile (ad esempio propano, butano o H_2).

I vigili del fuoco adoperano particolari accorgimenti in caso di incendio di locali in cui sono presenti delle bombole.

I gas che hanno temperatura critica maggiore di quella ambiente sono conservati compressi nei recipienti, mentre quelli con temperatura critica minore di quella ambiente sono conservati come liquidi. Quest'ultimi hanno una pressione del vapore sovrastante al liquido relativamente bassa ed uguale alla tensione di vapore del liquido alla temperatura ambiente. Tale pressione, ovviamente, dipende dalla natura del composto e si aggira attorno a qualche atmosfera.

Sono liquidi nelle bombole tra gli altri: SO_2, NH_3, H_2S, GPL.

L' acetilene viene venduto in bombole contenenti una sua soluzione in acetone assorbita su un supporto poroso. Viene adoperato come combustibile per generare fiamme molto calde, ad esempio nella spettroscopia di assorbimento atomico o in metallurgia per fondere i metalli.