



CORSO REGIONALE
**SUI PRODOTTI FITOSANITARI E LA TUTELA DELLA
SALUTE NELL'AMBITO DEL PIANO REGIONALE DI
PREVENZIONE**

26 OTTOBRE | 9 NOVEMBRE | 22 NOVEMBRE 2016

Sala A. Campedelli -AULSS 21 | Ospedale "Mater Salutis" Legnago (VR) - via Gianella, 1

Approccio metodologico alla valutazione del rischio chimico per la sicurezza

Giovanni Finotto

Master Universitario **STePS** Università Ca' Foscari
"Scienza e Tecniche della Prevenzione e della Sicurezza»

CONOSCENZA

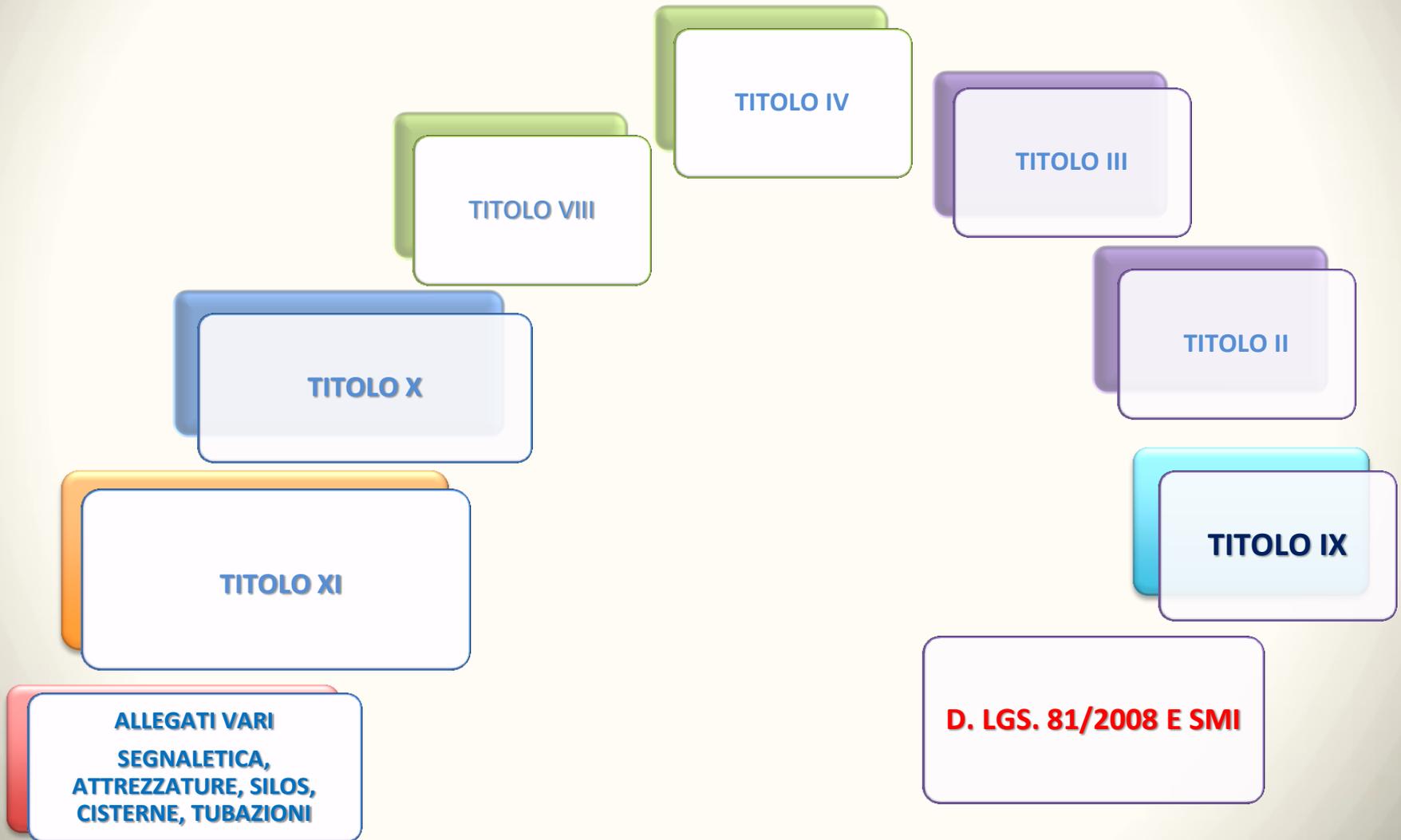
**ESPERIENZA
CASE HISTORY**

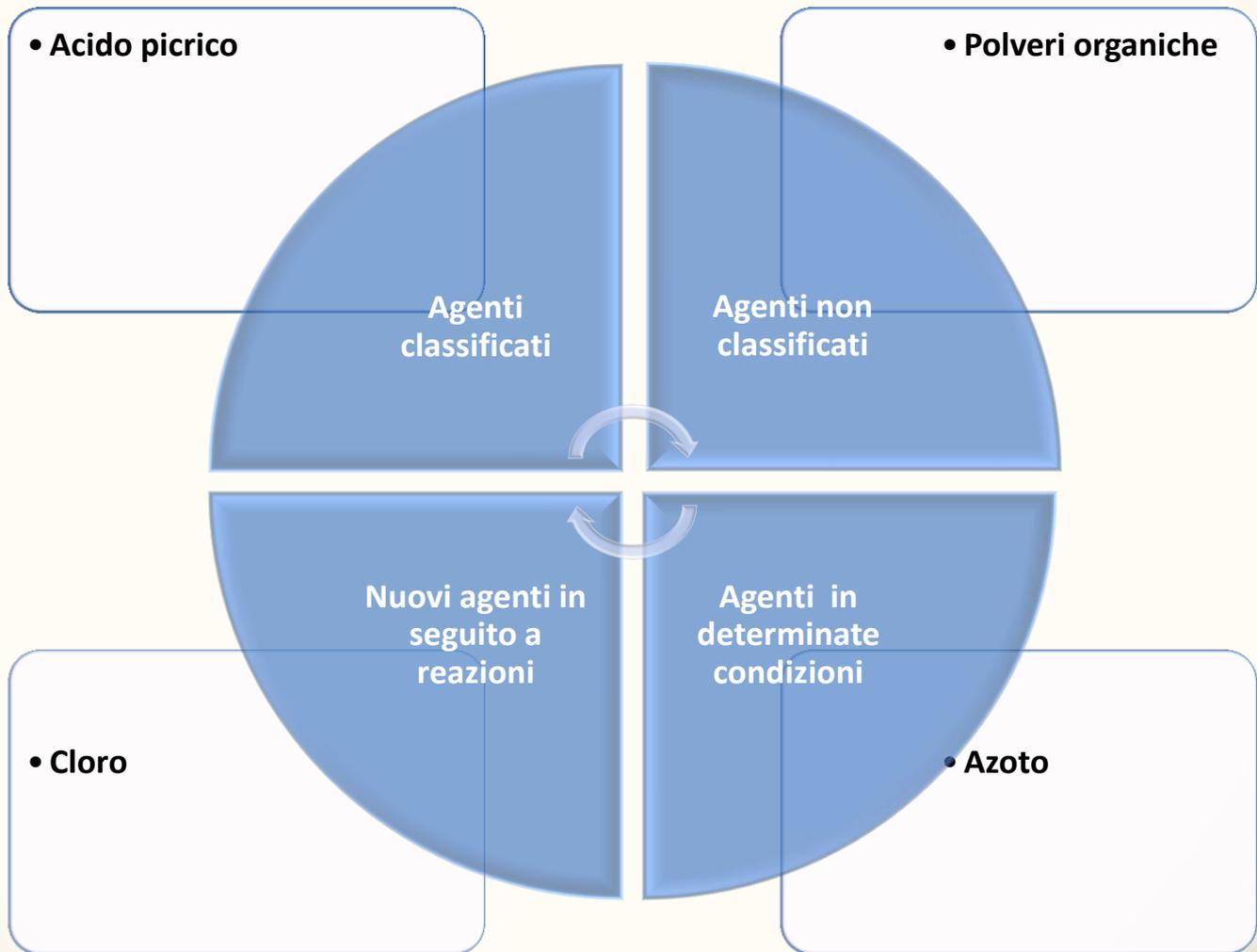


PROCESSO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO



RIFERIMENTI LEGISLATIVI









Pericoli
intrinseci

Pericoli derivati



Ambienti
confinati

Esplosioni



Incompatibilità

Reazioni
violente



Il *Titolo XI* non si applica:
alla produzione, alla manipolazione, all'uso, allo stoccaggio ed al
trasporto di esplosivi o di sostanze chimicamente instabili.

La valutazione ATEX ... NON BASTA??!!!

- **Identificazione dei pericoli**

- Pericolosità intrinseca di ogni sostanza e miscela chimica nonché dei prodotti e sottoprodotti anche non desiderati e derivanti da eventi non voluti ed incidentali (reazioni principali e secondarie).
- Caratteristiche chimico-fisiche
- Termochimica di reagenti, prodotti e reazioni.
- Cinetica delle reazioni chimiche coinvolte.
- Conoscenza dei meccanismi di reazione e degli intermedi e loro caratteristiche.
- Stabilità e reattività delle sostanze e delle miscele chimiche.
- Incompatibilità chimica tra agenti e materiali.
- Stoccaggi, trasporti, trattamento delle sostanze/materie di scarto e dei rifiuti.
- Conoscenza delle fonti energetiche di processo, occasionali e naturali di qualsiasi natura che potrebbero interferire con gli agenti chimici.
- Conoscenza delle temperature di esercizio e delle conseguenze del mancato controllo.

- **Identificazione dei pericoli**
- Sistemi per il controllo dell'atmosfera.
- Sistemi per il controllo delle sorgenti di innesco.
- Sistemi per il controllo della pressione di esercizio.
- Materiali costituenti attrezzature specifiche quali reattori, tubazioni, valvole, pompe, ecc.
- Sistemi di carico e scarico.
- Modalità di trasferimento dei fluidi,
- Problematiche per passaggio da lab, a impianto pilota a produzione industriale.
- Possibilità di esplosioni.
- Possibilità di reazioni violente.
- Possibilità di formazione di gas infiammabili.
- Possibilità di reazioni particolarmente esotermiche.
- Possibilità di formazione di gas tossici.
- Possibilità di formazione di atmosfere sotto ossigenate.
- Possibilità di reazioni secondarie di decomposizione.
- Possibilità di reazioni secondarie di ossidazione, esplosione, ecc.

-
- **Identificazione dell'esposizione (esempi indicativi e non esaustivi)**
- Quantità presenti in stoccaggio e lavorazione.
- Tempi e le frequenze di utilizzo.
- Sistemi di contenimento (ciclo chiuso/ciclo aperto).
- Presenza di personale.
- Condizioni di operatività.
- Ciclo continuo.
- Lavoro su turni.
- Operazioni di routine.
- Operazioni di manutenzione ordinaria/straordinaria.
- Operazioni di manutenzione interna/esterna.
- Permessi di lavoro e DUVRI.
- Danni ai lavoratori, all'ambiente ed alla popolazione.
- Aree di pertinenza.
- Ricaduta in ambiente esterno.
- Distanze di sicurezza interne, esterne e di protezione.

ESPLOSIONE

- Esplosione CHIMICA – REAZIONE CHIMICA DI OSSIDO RIDUZIONE

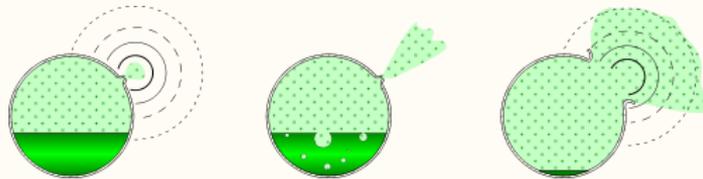
Reazioni endotermiche Reazioni esotermiche raddoppio della velocità di reazione all'aumento di 10°

- GAS, VAPORI, NEBBIE, POLVERI, AEROSOL (campi di infiammabilità/esplosione)
- STABILITÀ E REATTIVITÀ
- REAZIONE TRA SOSTANZE INCOMPATIBILI
- DECOMPOSIZIONE TERMICA
- RUNAWAY REACTIONS Esplosione termica



• Esplosioni fisiche o scoppi

- Nella definizione di esplosione non sono contemplati fenomeni di aumento di pressione e/o di temperatura, non associati a reazioni chimiche.
- Esplosioni per transizioni di fase (liquida/solida – gas/vapore) – Bombe, recipienti in pressione, ghiaccio/acqua olio bollente
- Esplosioni fisiche possono essere seguite da esplosioni chimiche
- **B.L.E.V.E.**



- Esplosioni cinetiche
- Esplosioni nucleari

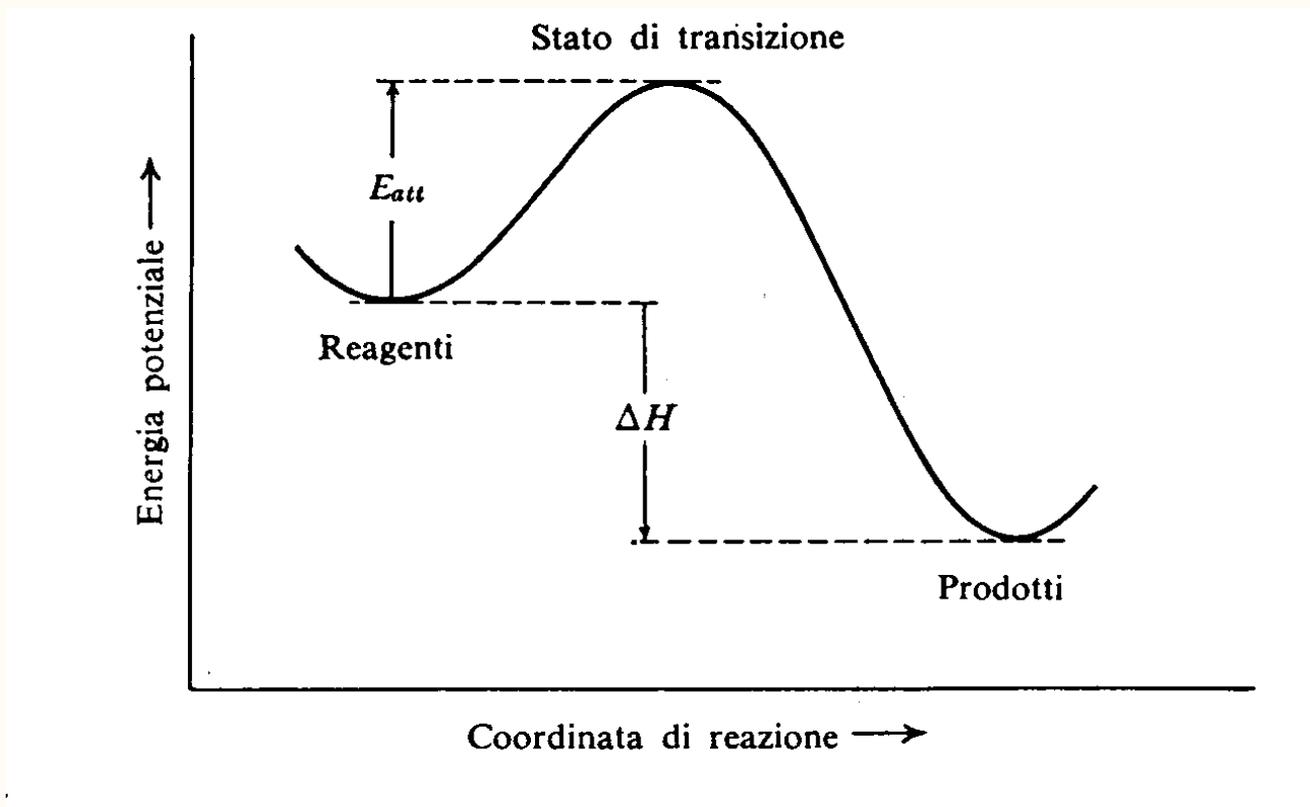
- VCE ([Vapor Cloud Explosion](#))

• Esiste la possibilità di un'esplosione in assenza di sostanze combustibili ed in assenza di aria!!!

- **Indagare tutte le possibili esplosioni e le reazioni violente non identificabili e classificabili come ATEX.**

Aspetti termodinamici

$$H = U + PV$$

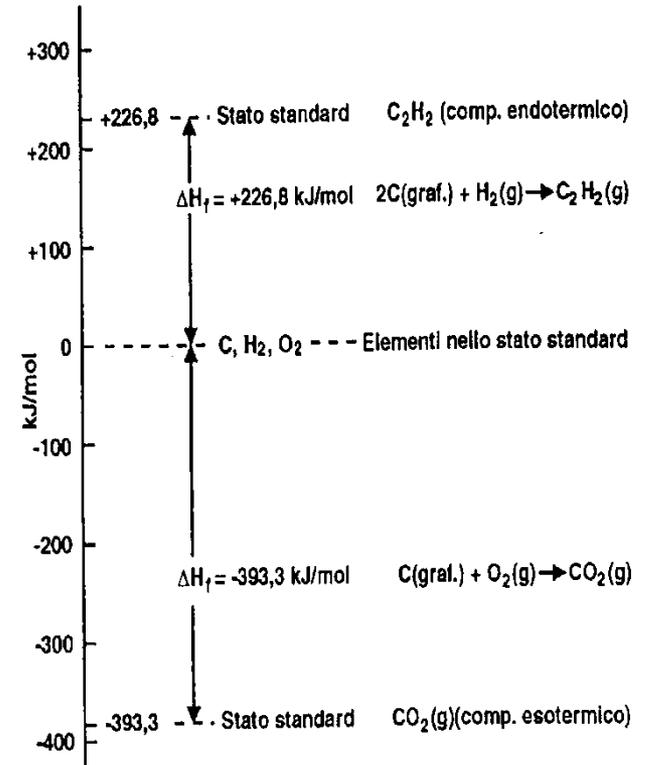


Stabilità aspetti termodinamici

$$H = U + PV$$

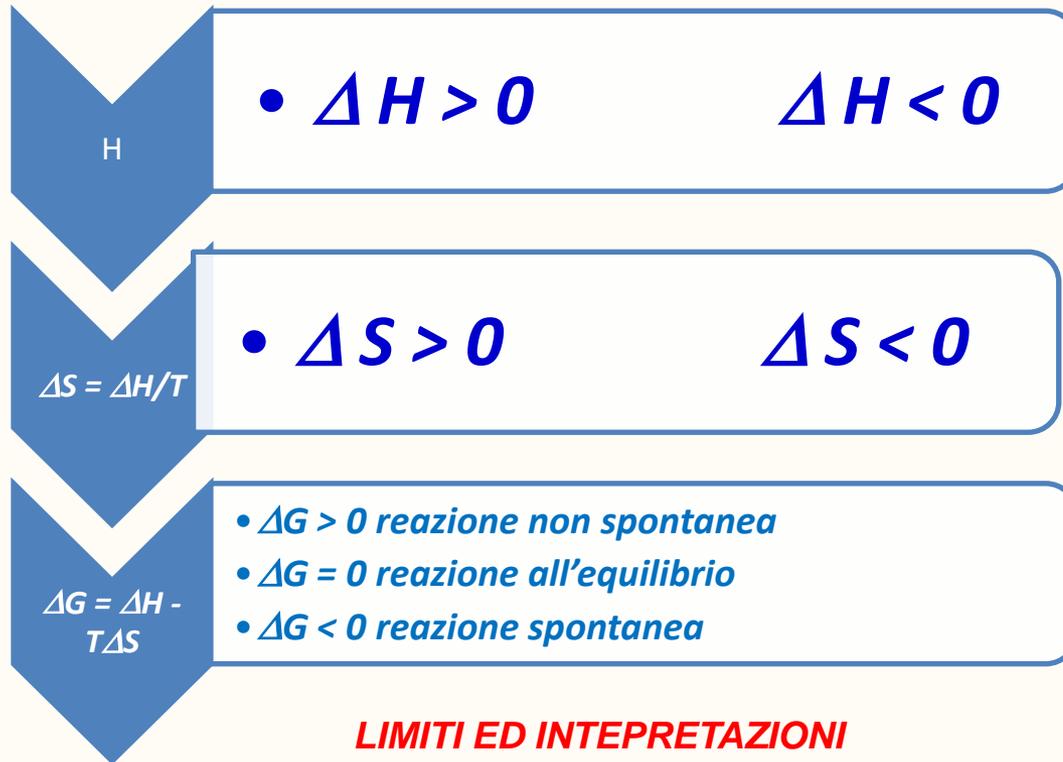
$$\Delta H_f$$

Raggruppamenti pericolosi



Calore di formazione dagli elementi per l'anidride carbonica e l'acetilene

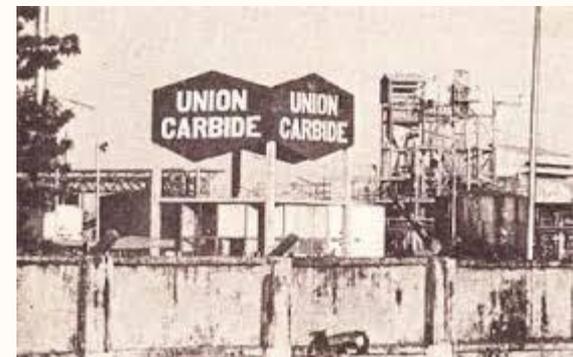
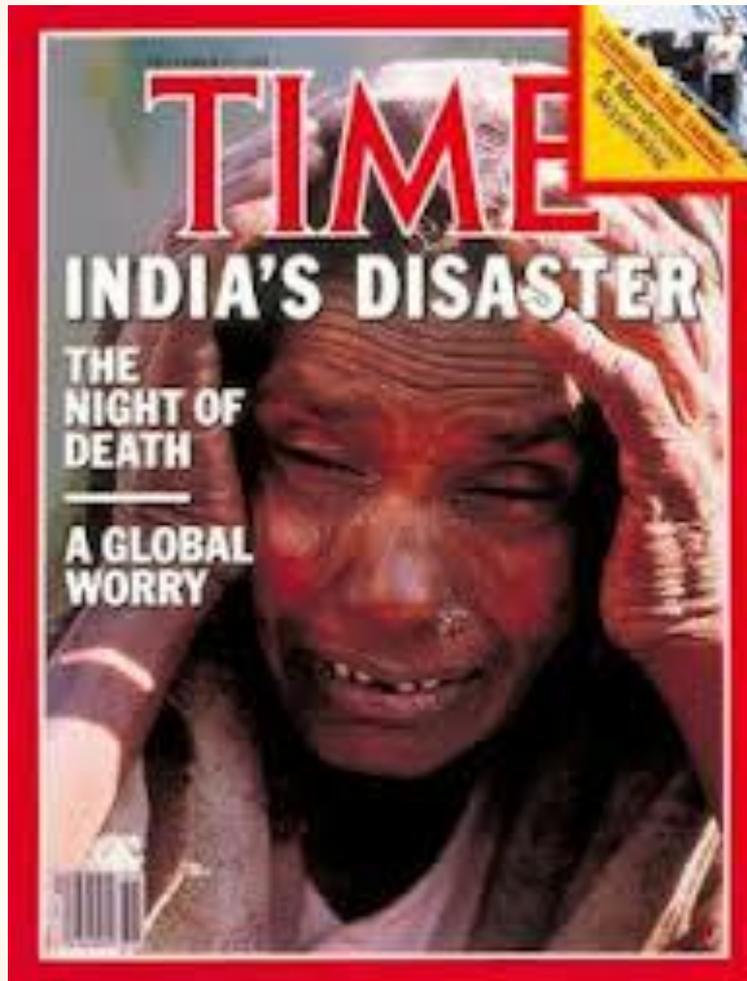
TERMOCHIMICA



Vanno verificati anche gli aspetti cinetici

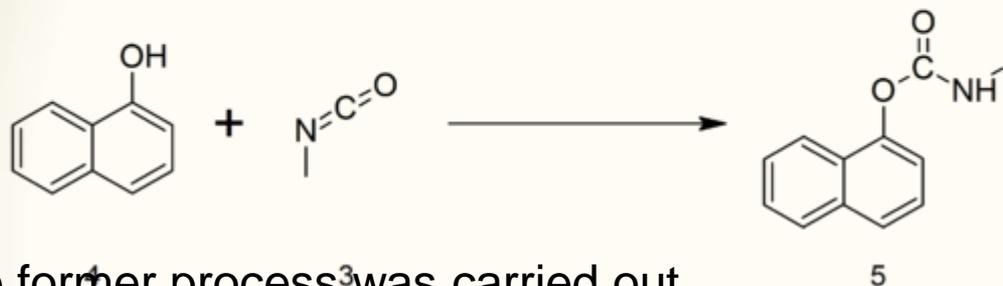
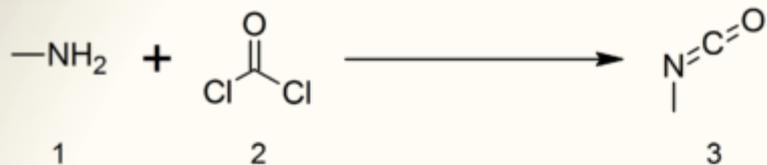
Il ΔH_f è una misura comunque indicativa

Se il ΔG di una reazione è > 0 significa che in quelle condizioni di temperatura e pressione la reazione non è spontanea (lo è in senso opposto!) ma potrebbe diventarlo cambiando le condizioni di temperatura e pressione.



2 DICEMBRE 1984

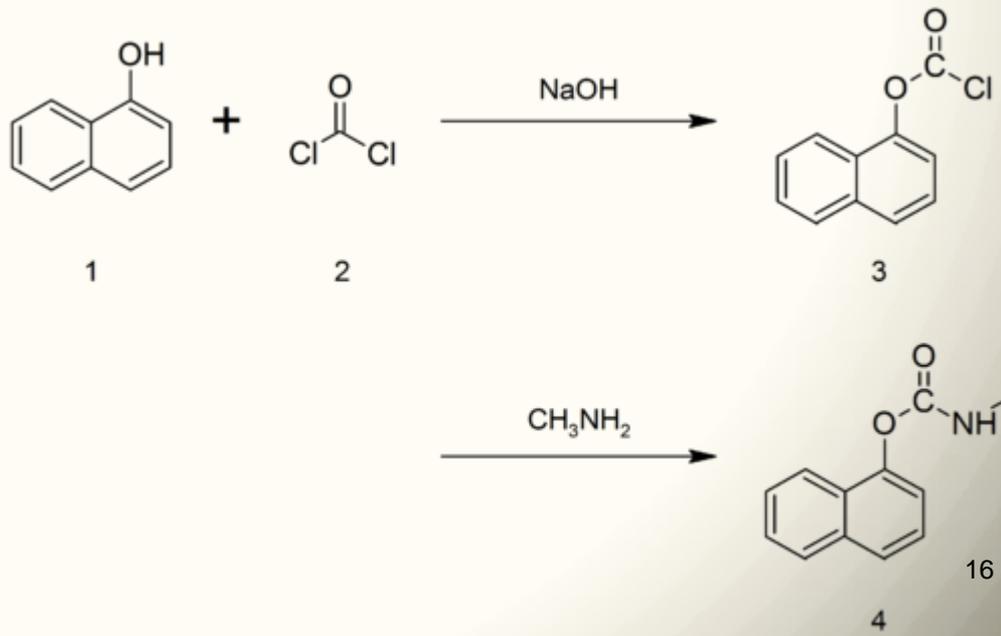
Carbaryl is produced by treating [methyl isocyanate](#) (3) with [1-naphthol](#) (4).^[4]



The former process³ was carried out in [Bhopal](#). In comparison, the latter synthesis uses exactly the same reagents, but in a different sequence. This synthesis avoids the preparation of methyl isocyanate, and the comparison is often used as a case study in [green chemistry](#). However, the second synthesis still uses [phosgene](#), which is toxic and reacts with water, and [methylamine](#), which is a toxic and flammable gas.

1-naphthyl methylcarbamate

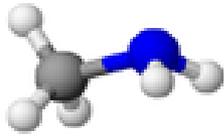
Alternatively, 1-naphthol (1) is first converted to its [chloroformate](#) (3), which is then treated with methylamine to give the desired product (4):^[4]





Temperatura di ebollizione

-6 °C (267 K)



Indicazioni di pericolo:

H220: Gas altamente infiammabile.

H280: Contiene gas sotto pressione; può esplodere se riscaldato.

H315: Provoca irritazione cutanea.

H318: Provoca gravi lesioni oculari.

H332: Nocivo se inalato.

H335: Può irritare le vie respiratorie.

Consigli di prudenza Prevenzione:

P210: Tenere lontano da fonti di calore, superfici calde, scintille, fiamme libere o altre fonti di accensione. Non fumare.

P260: Non respirare i gas/i vapori.

P280: Indossare guanti/indumenti protettivi/Proteggere gli occhi/il viso

Risposta:

P302+P352:

IN CASO DI CONTATTO CON LA PELLE: lavare abbondantemente con acqua

P332+P313: In caso di irritazione della pelle: consultare un medico.

P304+P340+P315: IN CASO DI INALAZIONE: trasportare infortunato all'aria aperta e mantenerlo a riposo in posizione che favorisca la respirazione.

Consultare immediatamente un medico.

P305+P351+P338+P315: IN CASO DI CONTATTO CON GLI OCCHI:

sciacquare accuratamente per parecchi minuti. Togliere le eventuali lenti a contatto se è agevole farlo. Continuare a sciacquare. Consultare immediatamente un medico.

P377: In caso d'incendio dovuto a perdita di gas, non estinguere a meno che non sia possibile bloccare la perdita senza pericolo.

P381: Eliminare ogni fonte di accensione se non c'è pericolo.

Immagazzinamento:

P403: Conservare in luogo ben ventilato.

Proprietà termochimiche

$\Delta_f H^0$ (kJ·mol⁻¹) -22,5

$\Delta_f G^0$ (kJ·mol⁻¹) 32,7

S_m^0 (J·K⁻¹mol⁻¹) 242,9

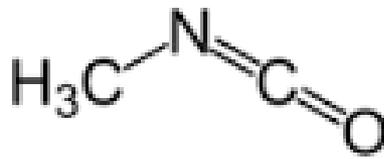
$C_{p,m}^0$ (J·K⁻¹mol⁻¹) 50,1

Indicazioni di sicurezza

Punto di fiamma -30 °C (243 K)

Limiti di esplosione 4,9 - 20,7% vol.

Temperatura di autoignizione 430 °C (703 K)



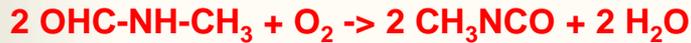
REAGISCE VIOLENTEMENTE CON H₂O

L'**isocianato di metile (MIC)** è un liquido chiaro, incolore, tossico, con un odore pungente di cavolo cotto. È altamente infiammabile, reattivo e solubile in acqua.

L'isocianato di metile si ricava industrialmente dalla reazione fra [metilammina](#) e [fosgene](#).



Oppure per ossidazione catalitica della [N-metilformammide](#)



Indicazioni di pericolo

H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili.

H361d *** Sospettato di nuocere al feto.

H330 Letale se inalato.

H311 Tossico per contatto con la pelle.

H301 Tossico se ingerito.

H334 Può provocare sintomi allergici o asmatici o difficoltà respiratorie se inalato.

H317 Può provocare una reazione allergica cutanea.

H335 Può irritare le vie respiratorie.

H315 Provoca irritazione cutanea.

H318 Provoca gravi lesioni oculari.

Aspetto

liquido incolore
volatile

Numero CAS

624-83-9

Numero EINECS

210-866-3

PubChem

12228

SMILES

CN=C=O

Proprietà chimico-fisiche

Temperatura di fusione

-80 °C (193 K)

Temperatura di ebollizione

39 °C (312 K)

Indicazioni di sicurezza

Punto di fiamma

-188 °C (85 K)

Temperatura di autoignizione

535 °C (808 K)

- 0 Non infiammabile
- 1 Flash point a più di 93°C
- 2 Flash point a meno di 93°C
- 3 Flash point a meno di 37,8°C
- 4 Flash point a meno di 24°C

0 Non sono necessarie precauzioni

- 1 Usare apparecchi respiratori
- 2 Usare apparecchi respiratori e maschera facciale
- 3 Usare apparecchi respiratori e tute
- 4 Usare apparecchi respiratori e tute speciali

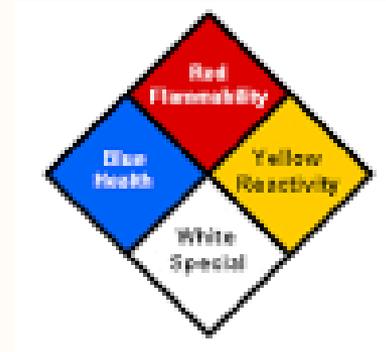
0 Stabile

- 1 Instabile se riscaldato
- 2 Dà reazioni chimiche violente ma non detona
- 3 Detona se riscaldato o per shock
- 4 Detonante

ACID Sostanza acida
ALK Sostanza alcalina
COR Sostanza corrosiva
OXY Sostanza ossidante
RAD Sostanza radioattiva
-W- Non usare acqua

NFPA 704

Diamond Hazard	Value	Description
3		
4	2	
W		



Blue Health		4	Can be lethal.
Red Flammability	3		Can be ignited under almost all ambient temperature conditions.
Yellow Instability		2	Readily undergoes violent chemical changes at elevated temperatures and pressures.
White Special	W		Reacts violently or explosively with water.

NFPA 704: Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response

Sostanze e Reattività

Reazione con se stessa (autoreattive). Es.:

Legame vinilico (VCM, acrilati, stirene) e con altre sostanze

Reazioni con altre sostanze: incompatibilità chimica

Es.: formazione gas infiammabili, tossici, produzione calore, ecc.)

Polimerizzazione violenta con catalizzatori e/o calore. Es.:

Composti coniugati insaturi (butadiene, isoprene, ciclopentadiene, acroelina, acrilonitrile

Composti con doppi legami adiacenti (chetene, metilisocianato, toluen diisocianato,)

Anelli con tre atomi (ossido di etilene e propilene, epicloridrina, etilene immina)

Decomposizione

Es: acetilene, diazocomposti, perossidi, nitrocomposti, azoturi

Condensazione Es.: aldolica – Claisen

Sostanza o miscela autoriscaldante

Reazione violenta con acqua

Metalli alcalini e alcalino terrosi, reattivi di Grignard, idruro alchili

Parametri

Temperatura

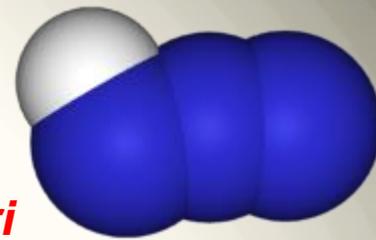
Pressione

Luce UV

Catalizzatori (anche non desiderati es.: Metalli, acidi e basi forti, perossidi)

Raggruppamenti pericolosi

-C≡C-	derivati acetilenici	-C≡C-metallo	acetiluri metallici
-C≡C-X	aloacetiluri	>CN ₂	diazo
≥C-N=O	nitroso	≥C-NO ₂	nitro
≥C-O-N=O	acil o alchil nitriti	≥C-O-NO ₂	acil o alchil nitrati
$\begin{array}{c} >C & - & C< \\ & \backslash & / \\ & O & \end{array}$	1,2-epossidi	>C=N-O-metallo	fulminati
>N-N=O	N-nitroso	>N-NO ₂	N-nitro
≥C-N=N-C≤	azo	≥C-N=N-O-C≤	arenediazo
≥C-N=N-S-C≤	arenediazosolfuri	$\begin{array}{c} \geq C-N=N-N-C\leq \\ \\ R \end{array}$	triazeni
-N=N-N=N-	tetrazoli	≥C-O-O-H	alchil idroperossidi, perossiacidi
≥C-O-O-C≤	perossidi, perossiesteri	-O-O-metallo	sali di perossiacidi
-N ₃	azidi		



Formazione di prodotti esplosivi in casi particolari

Le azidi (azoturi) sono sali dell'acido idrazoico (azotidrico) HN_3

Le azidi metalliche possiedono tutte caratteristiche esplosive tranne le NaN_3 Tossica con decomposizione violenta a 300°C . (sono utilizzate per introdurre il gruppo N_3 in intermedi es. farmaci e come inneschi degli airbag)

Durante le reazioni fare particolare attenzione alla purezza dei reagenti, ai materiali di contenimento ed alle operazioni di pulizia in quanto la presenza di metalli pesanti (Pb, Hg, Cu, Cd, Ag) possono portare alla formazione delle azidi esplosive.

La maggior parte (soprattutto gli azoturi di metalli pesanti) sono molto sensibili sia al calore che a sollecitazioni meccaniche, ed in queste condizioni si decompongono ad alta velocità generando una [deflagrazione](#) o un'[esplosione](#), pertanto la loro sintesi o stoccaggio richiede delle speciali precauzioni.

L'[azoturo di piombo](#), ad esempio, si decompone secondo la seguente reazione:



$$\Delta H_f = + 483,25 \text{ kJ/mole}$$

Le reazioni fuggitive (*runaway*)

Una reazione fuggitiva è la conseguenza della perdita di controllo della temperatura. Questo fenomeno è anche definito *esplosione termica* e comporta un aumento della velocità di reazione, il possibile raggiungimento di una temperatura alla quale iniziano reazioni secondarie di decomposizione e un aumento di pressione.

Contrariamente a quanto avviene per le combustioni esplosive, non è soddisfatto il requisito che l'energia venga rilasciata molto rapidamente, in quanto questo tipo di esplosione è sempre **preceduto da un processo di autoriscaldamento e quindi da un periodo di induzione.**

Una reazione fuggitiva è quindi caratterizzata dal progressivo aumento della velocità di liberazione del calore (e quindi di aumento della temperatura e della pressione). In ogni processo chimico esiste sempre la possibilità che la velocità di liberazione del calore (per effetto dell'esotermicità della reazione) sia superiore alla velocità di smaltimento, per **cui** la massa di reazione subisce un aumento di temperatura indesiderato.

All'aumentare della temperatura aumenta anche la velocità di liberazione del calore, con conseguente ulteriore aumento (in maniera esponenziale) della temperatura fino alla perdita di controllo della reazione.

Caso di specie

Il comportamento di una reazione chimica durante la perdita del controllo termico può essere illustrato con l'esempio seguente.

Consideriamo **una generica reazione esotermica ($\Delta H = 170 \text{ J/g}$)** condotta in modo discontinuo (*batch*): il modo normale di procedere consiste nel caricare i reagenti nel reattore, **riscaldare la massa alla temperatura prestabilita (per esempio 50° C)** e mantenere questa temperatura per un certo tempo. Alla fine della reazione, il reattore viene raffreddato e il contenuto scaricato.

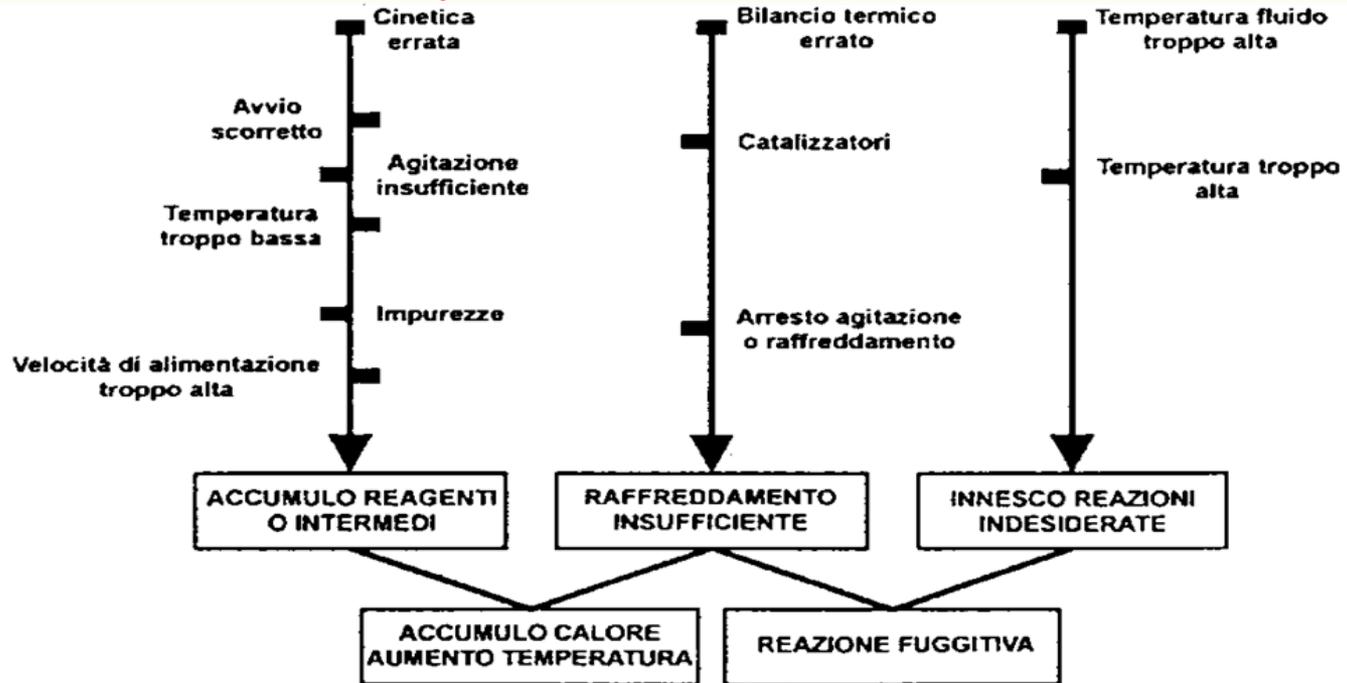
Assumiamo ora che a un certo momento, mentre il reattore è alla temperatura di reazione, si verifichi un **guasto nel sistema di raffreddamento**. Se è ancora presente del materiale non reagito, la temperatura tenderà ad aumentare a causa del calore di reazione che non può più essere smaltito.

Se l'inconveniente, nell'esempio considerato si verificasse quasi all'inizio, il AT adiabatico sarebbe di 45° C. La temperatura potrà quindi raggiungere 95° C. A questa temperatura iniziano reazioni secondarie di decomposizione ($\Delta H = 800 \text{ J/g}$) con ulteriore aumento di temperatura. Inoltre, durante la decomposizione si libera una notevole quantità di gas. Pertanto non è la reazione voluta che di per sé costituisce il pericolo principale ma piuttosto la successiva decomposizione indesiderata del prodotto ottenuto.

Solitamente l'aumento di pressione è attribuibile o alla tensione di vapore o alla formazione di sottoprodotti gassosi derivanti da reazioni di decomposizione. Quando la pressione generata supera la resistenza del reattore questo può cedere con conseguenze spesso disastrose. Tali eventi possono verificarsi anche con reattori muniti di dischi di sicurezza o valvole di sfogo se tali dispositivo non sono stati adeguatamente dimensionati.

Lo stadio iniziale della perdita di controllo termico di una reazione è, in molti casi, l'accumulo dei materiali di partenza o degli intermedi. La quantità di materiale non reagito e la stabilità termica della massa di reazione possono variare con il tempo. Così, è importante conoscere in quale momento il potenziale termico è più alto.

Le cause più comuni per un accumulo di reagenti sono un'assunzione cinetica errata, una velocità di alimentazione dei reattivi troppo elevata, una temperatura di reazione troppo bassa, un insufficiente miscelamento e/o impurezze che influiscono sulla cinetica. In seguito, per esempio, ad un guasto nel sistema di raffreddamento, la liberazione di energia collegata all'accumulo di reagenti può provocare l'aumento della temperatura della massa di reazione fino a un livello critico a cui iniziano reazioni secondarie di decomposizione.



Cause di reazioni fuggitive

- **Considerazione**

- Nella valutazione delle reazioni pericolose non deve essere identificata solo la reazione principale ma tutte le reazioni secondarie di decomposizione e le reazioni che appartengono a sottoprodotti di reazione.
- Eccesso di reagenti
- Materiale non reagito
- Formazione di sottoprodotti pericolosi
- Decomposizione
- Reazione con contaminanti e solventi
- Innalzamento di temperatura
- Innesco reazioni secondarie

- • **Reazioni pericolose**
 - Sono considerate come reazioni pericolose:
 - a) una combustione e/o uno sviluppo considerevole di calore
 - b) l'emaneazione di gas infiammabili e/o tossici;
 - c) la formazione di materie liquide corrosive;
 - d) la formazione di materie instabili.

- **Considerazione**
 - Nella valutazione delle reazioni pericolose non deve essere identificata solo la reazione principale ma tutte le reazioni secondarie di decomposizione e le reazioni che appartengono a sottoprodotti di reazione.

SOSTANZE CHIMICHE INCOMPATIBILI

Il termine "sostanze chimiche incompatibili" si riferisce a quelle sostanze che possono :

- ❑ reagire violentemente
- ❑ reagire producendo una notevole quantità di calore
- ❑ reagire determinando la formazione di prodotti infiammabili
- ❑ reagire determinando la formazione di prodotti tossici

- **Esempi di reazioni pericolose**

<i>Sostanza A</i>	<i>Sostanza B</i>	<i>Tipo di pericolo</i>
<i>Ossidante</i>	<i>Combustibile</i>	<i>miscela esplosiva</i>
<i>Clorati</i>	<i>Acidi</i>	<i>miscela ipergolica*</i>
<i>Clorati</i>	<i>Sali di ammonio</i>	<i>sali di ammonio esplosivi</i>
<i>Clorato di potassio</i>	<i>Fosforo rosso</i>	<i>miscela esplosiva</i>
<i>Clorato di potassio</i>	<i>Zolfo</i>	<i>miscela esplosiva</i>
<i>Cloriti</i>	<i>Acidi</i>	<i>miscela ipergolica*</i>
<i>Ipocloriti</i>	<i>Acidi</i>	<i>miscela ipergolica*</i>
<i>Anidride cromica</i>	<i>Combustibile</i>	<i>miscela ipergolica*</i>
<i>Permanganato di potassio</i>	<i>Combustibile</i>	<i>miscela ipergolica*</i>
<i>Permanganato di potassio</i>	<i>Acido solforico</i>	<i>esplosione</i>
<i>Tetracloruro di carbonio</i>	<i>Metalli alcalini</i>	<i>esplosione</i>
<i>Nitroderivati</i>	<i>Alcali</i>	<i>miscela instabile</i>
<i>Nitrosoderivati</i>	<i>Alcali</i>	<i>miscela instabile</i>
<i>Nitroso ammine</i>	<i>Acidi</i>	<i>miscela ipergolica*</i>
<i>Metalli alcalini</i>	<i>Acqua</i>	<i>miscela ipergolica*</i>
<i>Acqua ossigenata</i>	<i>Ammine</i>	<i>esplosione</i>
<i>Etere</i>	<i>Aria (ossigeno)</i>	<i>formazione di perossidi</i>
<i>Olefine</i>	<i>Aria (ossigeno)</i>	<i>formazione di perossidi</i>
<i>Nitriti</i>	<i>Sali di ammonio</i>	<i>sali di ammonio esplosivi</i>
<i>Acetilene</i>	<i>Rame</i>	<i>acetiluro di rame, esplosivo</i>
<i>Acido picrico</i>	<i>Piombo</i>	<i>sale di piombo esplosivo</i>
<i>Acido nitrico</i>	<i>Ammina</i>	<i>miscela ipergolica*</i>
<i>Perossido di sodio</i>	<i>Combustibile</i>	<i>miscela ipergolica*</i>

La pericolosità dei comburenti

- Decomposizione es.: NH_4NO_3
- Ossidazione di sostanze organiche anche non pericolose (cellulosa, grassi, oli, paraffine, ecc.)
- Tipici ossidanti ossigeno, acido nitrico, nitrati, nitriti, ipocloriti, cloriti, clorati, perclorati, bicromato di potassio, permanganato di potassio, alogeni, ecc.

- **Perossidi organici**

- I perossidi organici sono sostanze organiche liquide o solide che contengono la struttura bivalente -O-O- e possono quindi essere considerate come derivati del perossido d' idrogeno, nei quali uno o due atomi di idrogeno sono sostituiti da radicali organici. Sotto questa denominazione sono comprese anche le miscele (formulazioni) di perossidi organici contenenti almeno un perossido organico. I perossidi organici sono sostanze o miscele termicamente instabili che possono subire una decomposizione esotermica autoaccelerata.
- Inoltre, possono avere una o più delle seguenti proprietà:
 - i) sono soggetti a decomposizione esplosiva;
 - ii) bruciano rapidamente;
 - iii) sono sensibili agli urti e agli sfregamenti;
 - iv) reagiscono pericolosamente al contatto con altre sostanze
- *Si considera che un perossido organico possiede proprietà esplosive se, durante un'operazione in laboratorio, la miscela (formulazione) si rivela in grado di detonare, deflagrare o reagire violentemente al riscaldamento sotto confinamento.*



ve di
nte o



- ▶ Reazioni pericolose
- ▶ **Acidi + metalli**



- ▶ Reazioni pericolose
- ▶ **Clorati + sostanze organiche**



- ▶ Reazioni pericolose
- ▶ **Permanganato di K+ acido solforico**



Reazioni pericolose

Il 1° Gruppo

Tavola Periodica degli Elementi

The periodic table is color-coded by groups:

- Metalli alcalini:** Yellow (Group 1)
- Metalli alcalino terrosi:** Orange (Group 2)
- Metalli del blocco d:** Pink (Groups 3-10)
- Lantanidi:** Light blue (Groups 11-12)
- Metalli del blocco p:** Cyan (Groups 13-18)
- Attinidi:** Purple (Groups 13-18)
- Metalli del blocco s:** Light green (Groups 13-18)
- Nonmetalli:** Green (Groups 13-18)
- Gas nobili:** Light blue (Groups 13-18)
- Solidi:** White (Groups 13-18)
- Liquidi:** Green (Groups 13-18)
- Gas:** White (Groups 13-18)
- Artificiali:** Black (Groups 13-18)

Atomic weights are listed in the bottom right of each element cell. A blue box highlights the lanthanide and actinide series (groups 11-12).

Le masse atomiche tra sono quelle degli isotopi più stabili o più comuni.

Nota: il sotto gruppo dei numeri 1-18 è stato adottato nel 1984 dalla International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). I nomi degli elementi 112-118 sono gli equivalenti latini di quei nomi.

Design Copyright © 1997 Michael Dreysh [michael@dreysh.com](http://www.dreysh.com) <http://www.dreysh.com>

- **Reazioni pericolose NO₃⁻**

- **HNO₃**



- **Nitrazioni della cellulosa in acido solforico**

-



- **Nitrocellulosa – Fulmicotone**

- **Pulizia stracci di cotone – Industria vernici**

- **Nitrazioni della glicerina e dei grassi**

KNO₃ Polvere da sparo

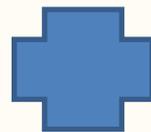
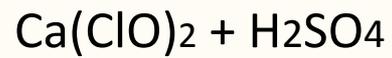
NH₄NO₃ ANFO



Reazioni pericolose



- Reazioni pericolose ClO^-
- ClO_2^- ClO_3^- ClO_4^-



- **Reazioni pericolose H₂O₂**

- **Due operai sono rimasti feriti per via di un'esplosione avvenuta in una ditta chimica a Saronno.**

- la ricostruzione dei carabinieri, durante la lavorazione del prodotto, è esploso il collettore di una **cisterna da 4.000 litri che conteneva acqua ossigenata e altri prodotti chimici.**

Concentrazioni

Perossido di idrogeno **3%** corrisponde a volumi **10**

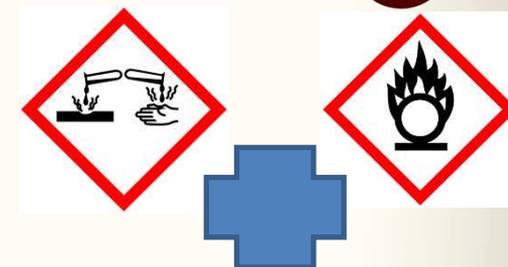
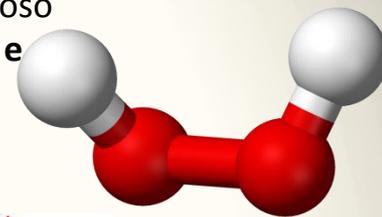
Perossido di idrogeno **3,6%** corrisponde a volumi **12**

Perossido di idrogeno **30%** corrisponde a volumi **110**

- La soluzione piranha **H₂O₂ + H₂SO₄**

- **L'esplosivo degli attentatori di Londra: Il perossido di acetone**

- In relazione agli attentati di Londra, notizie di stampa riferiscono che gli attentatori avrebbero usato il perossido di acetone.



- **Reazioni pericolose**

- L'**acido peracetico** è un perossiacido organico, di formula CH_3COOOH , abbastanza stabile a temperatura e pressione standard, ma che si decompone in modo esplosivo per urto o riscaldamento, ed è un potentissimo agente ossidante e comburente.

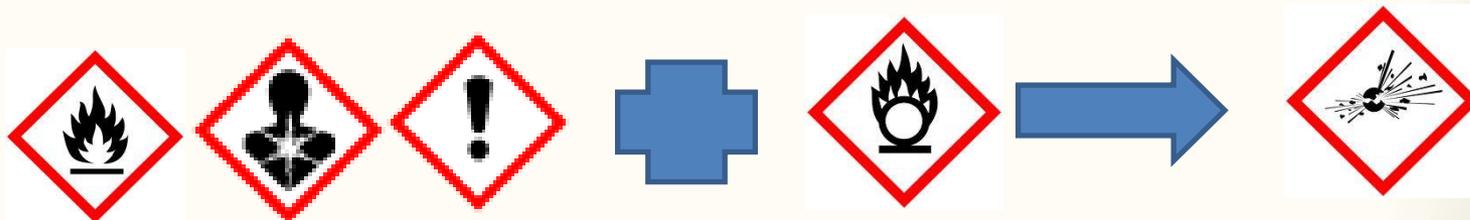
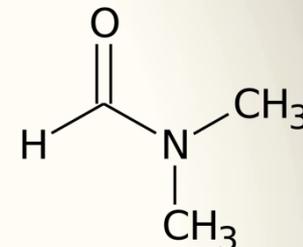


- Per le sue proprietà energetiche non c'è da stupirsi che il suo principale uso sia quello di potente agente antisettico e antibatterico, attivo a concentrazioni anche minori dell'1%.

-

- **Reazioni pericolose**

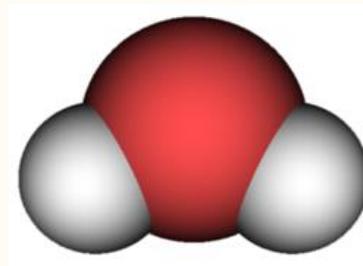
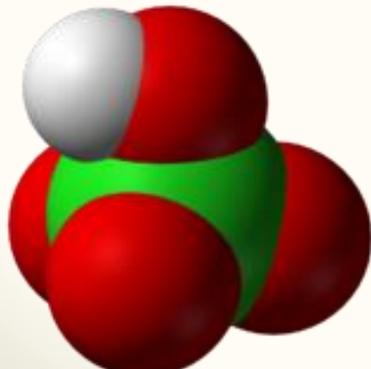
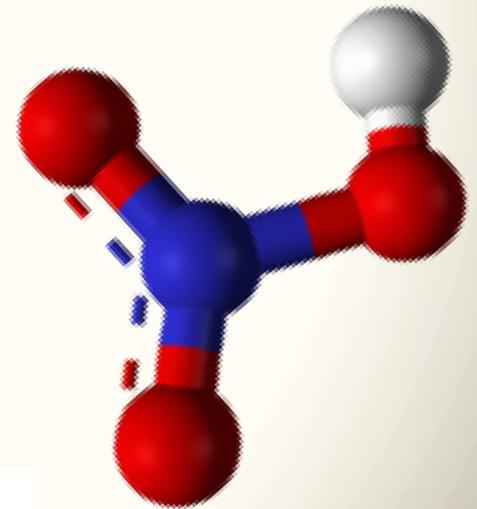
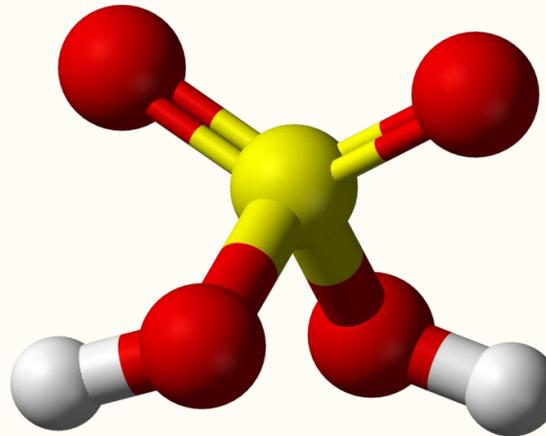
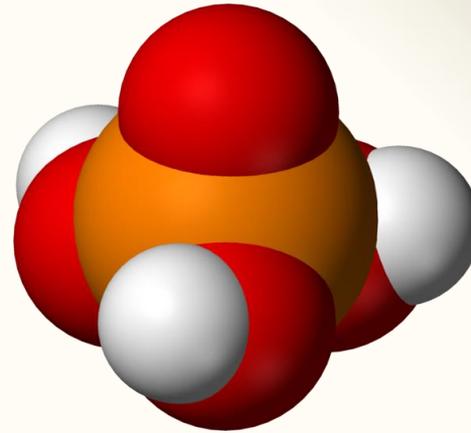
- La dimetilformammide (DMF) non è un solvente inerte: può reagire violentemente con numerose sostanze. In letteratura sono riportati diversi esempi di reazioni effettuate in presenza di DMF che hanno avuto un decorso esplosivo.
- Alogeni, $K_2Cr_2O_7$ - CrO_3 - $KMnO_4$,



-

-

- **Reazioni pericolose**
- **Idratazione di acidi**
- **Procedura di sicurezza**
- **Interventi di emergenza**
- **Reazione violenta esotermica**
- **Emissione di getti, schizzi, vapori, rottura di recipienti e contenitori**



- **Prodotti pericolosi ed impieghi di alcuni prodotti chimici**
- Ossigeno (metalmecanica, sanità, farmaceutica)
- Perclorati - Clorati (fuochi d'artificio, esplosivi, diserbanti, farmaceutica)
- Cloriti – ipocloriti (disinfettanti, sbiancanti, smacchianti)
- Biossido di cloro: disinfettante, potabilizzante
- Nitrati (fertilizzanti, antiossidanti, conservanti, fuochi, fuochi d'artificio, esplosivi)
- Nitriti (conservanti)
- Cianuri (galvanica, farmaceutica, metallurgica, insetticidi)
- Isocianati (produzione polimeri, insetticidi)
- Diazocomposti (industria dei coloranti, dei prodotti farmaceutici, della fotoriproduzione)

**LIPS / MISTAKES
SITUATION AWARENESS
DECISION MAKING
TEAMWORK**

