



Ordine Regionale dei  
Chimici e dei Fisici della Campania

# LA TAVOLA PERIODICA: UNA ESPLOSIONE DI COLORI

1 H Idrogeno 1.00794																	2 He Elio 4.002602				
3 Li Litio 6.941	4 Be Berillio 9.012182															5 B Boro 10.811	6 C Carbonio 12.0107	7 N Azoto 14.0067	8 O Ossigeno 15.9994	9 F Fluoro 18.9984032	10 Ne Neon 20.1797
11 Na Sodio 22.98976928	12 Mg Magnesio 24.3050															13 Al Alluminio 26.9815386	14 Si Silicio 28.0855	15 P Fosforo 30.973762	16 S Zolfo 32.065	17 Cl Cloro 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassio 39.0983	20 Ca Calcio 40.078	21 Sc Scandio 44.955912	22 Ti Titanio 47.867	23 V Vanadio 50.9415	24 Cr Cromo 51.9961	25 Mn Manganese 54.938045	26 Fe Ferro 55.845	27 Co Cobalto 58.933195	28 Ni Nichel 58.6934	29 Cu Rame 63.546	30 Zn Zinco 65.38	31 Ga Gallio 69.723	32 Ge Germanio 72.64	33 As Arsenico 74.92160	34 Se Selenio 78.96	35 Br Bromo 79.904	36 Kr Kriptone 83.798				
37 Rb Rubidio 85.4678	38 Sr Stronzio 87.62	39 Y Ittrio 88.90585	40 Zr Zirconio 91.224	41 Nb Niobio 92.90638	42 Mo Molibdeno 95.96	43 Tc Tecnecio (97.9072)	44 Ru Rutenio 101.07	45 Rh Rodio 102.90550	46 Pd Palladio 106.42	47 Ag Argento 107.8682	48 Cd Cadmio 112.411	49 In Indio 114.818	50 Sn Stagno 118.710	51 Sb Antimonio 121.760	52 Te Tellurio 127.60	53 I Iodio 126.90447	54 Xe Xenone 131.293				
55 Cs Cesio 132.9054519	56 Ba Bario 137.327	57-71 La-Lu	72 Hf Afnio 178.49	73 Ta Tantalio 180.94788	74 W Tungsteno 183.84	75 Re Renio 186.207	76 Os Osmio 190.23	77 Ir Iridio 192.217	78 Pt Platino 195.084	79 Au Oro 196.966569	80 Hg Mercurio 200.59	81 Tl Tallio 204.3833	82 Pb Piombo 207.2	83 Bi Bismuto 208.98040	84 Po Polonio (208.9824)	85 At Astatio (209.9871)	86 Rn Radone (222.0176)				
87 Fr Francio (223)	88 Ra Radio (226)	89-103 Ac-Lr	104 Rf Rutherfordio (261)	105 Db Dubnio (262)	106 Sg Seaborgio (266)	107 Bh Bohrlio (264)	108 Hs Hassio (277)	109 Mt Meitnerio (268)	110 Ds Darmstadtio (271)	111 Rg Roentgenio (272)	112 Cn Copernicio (285)	113 Uut Ununtrio (284)	114 Fl Flerovio (289)	115 Uup Ununpentio (288)	116 Lv Livermorio (292)	117 Uus Ununseptio (294)	118 Uuo Ununoctio (294)				

57 La Lantanio 138.90547	58 Ce Cerio 140.116	59 Pr Praseodimio 140.90765	60 Nd Neodimio 144.242	61 Pm Promezio (145)	62 Sm Samario 150.36	63 Eu Europio 151.964	64 Gd Gadolinio 157.25	65 Tb Terbio 158.92535	66 Dy Disprosio 162.5	67 Ho Olmio 164.93032	68 Er Erbio 167.259	69 Tm Tullio 168.93421	70 Yb Itterbio 173.054	71 Lu Lutezio 174.9668
89 Ac Attinio (227)	90 Th Torio 232.03806	91 Pa Protoattinio 231.03588	92 U Uranio 238.02891	93 Np Nettunio (237)	94 Pu Plutonio (244)	95 Am Americio (243)	96 Cm Curio (247)	97 Bk Berkelio (247)	98 Cf Californio (251)	99 Es Einsteinio (252)	100 Fm Fermio (257)	101 Md Mendelevio (258)	102 No Nobelio (259)	103 Lr Laurenzio (262)

## SABATO 14 DICEMBRE 2019

### GRAND HOTEL SALERNO

Lungomare Clemente Tafuri 1, 84127(SA)

## 08.30 - 11.30: LA TAVOLA PERIODICA: UNA ESPLOSIONE DI COLORI

Moderata **Rossella Fasulo**, *Consigliere Segretario Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*

INTERVENGONO:

### INTRODUZIONE ALLA TAVOLA PERIODICA: UNA ESPLOSIONE DI COLORI

**Biagio Naviglio**, *Presidente Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*

### LA CHIMICA: UNA SCIENZA ESPLOSIVA

**Marco Trifuoggi**, *Dipartimento di Scienze Chimiche, Università degli Studi di Napoli Federico II*

### SE LA CHIMICA È VERDE IL MARE È BLU

**Francesco Ruffo**, *Dipartimento di Scienze Chimiche, Università degli Studi di Napoli Federico II*

## AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE

### LE NOVITÀ DELLA FORMAZIONE PROFESSIONALE DEI CHIMICI E DEI FISICI

**Martino Di Serio**, *Consigliere Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*

## 11.30: COFFEE BREAK

## 11.30 - 13.30: ASSEMBLEA

INTERVENGONO:

**Biagio Naviglio**, *Presidente Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*

**Rossella Fasulo**, *Consigliere Segretario Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*

**Maria Elisabetta Cipolletti**, *Consigliere Tesoriere Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*



ID: 1826-281165 ED. 1  
Riconosciuti **5 crediti ECM**  
per **Chimici e Fisici**



**Segreteria organizzativa**  
Phoenix Srl Provider ECM n. 1826  
segreteria@phoenixformazione.it  
0810202976

# La chimica: una scienza esplosiva

di Marco Trifuoggi



La chimica, una scienza esplosiva, dalla **A**...lluminio...



Combustione di miscela di clorato di potassio e alluminio in polvere

...alla **Z**...inco



Combustione di miscela di zinco e zolfo in polvere

La chimica, una scienza esplosiva, alla **Z**...inco



I fuochi d'artificio sono  
assai antichi





L'arte della pirotecnica è sicuramente molto ammirata, ma la sua storia è poco conosciuta. Tutte le altre arti si basano su teorie, osservano delle regole ed hanno una storia ben definita. I fuochi d'artificio avanzano nel tempo in silenzio, quasi senza storia, conosciuti solo dagli estimatori e dagli sparatori, i cui segreti, teorie, regole e mestiere sono conservati con riserbo all'interno delle singole fabbriche.







Di certo è che la pirotecnica è nata in [Cina](#) ad opera dei monaci intorno all'anno [1000](#), a seguito della casuale scoperta della [polvere da sparo](#) intorno all'[800](#) (nota anche come [polvere nera](#) o polvere pirica). Tale sostanza iniziò quasi subito ad essere usata per scopi militari, nonostante gli usi che se ne conoscevano all'epoca fossero molto rudimentali. I primi ordigni bellici pirotecnici venivano lanciati a mano o con [catapulte](#).



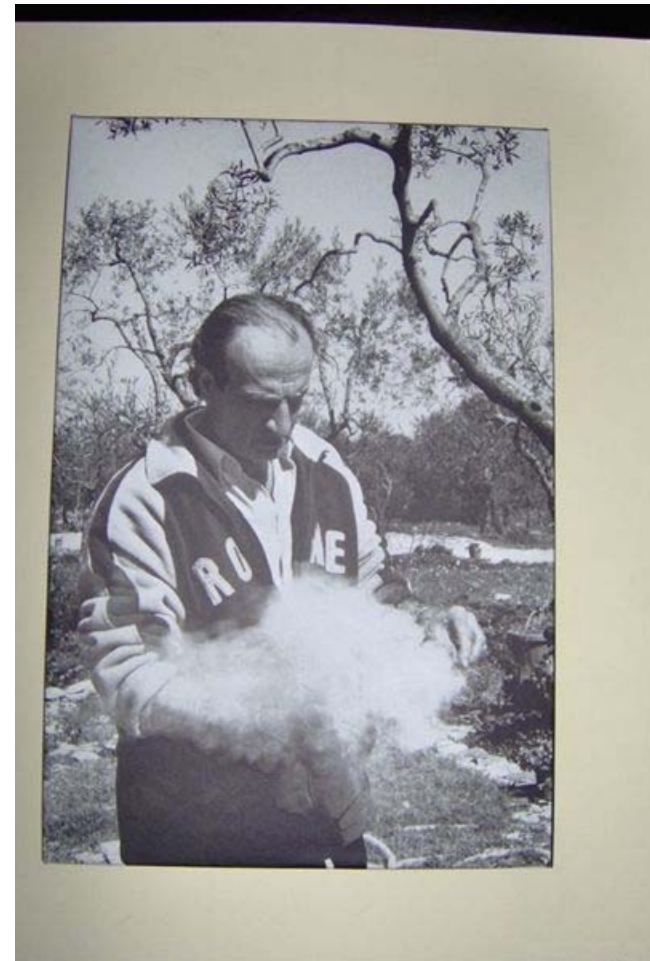
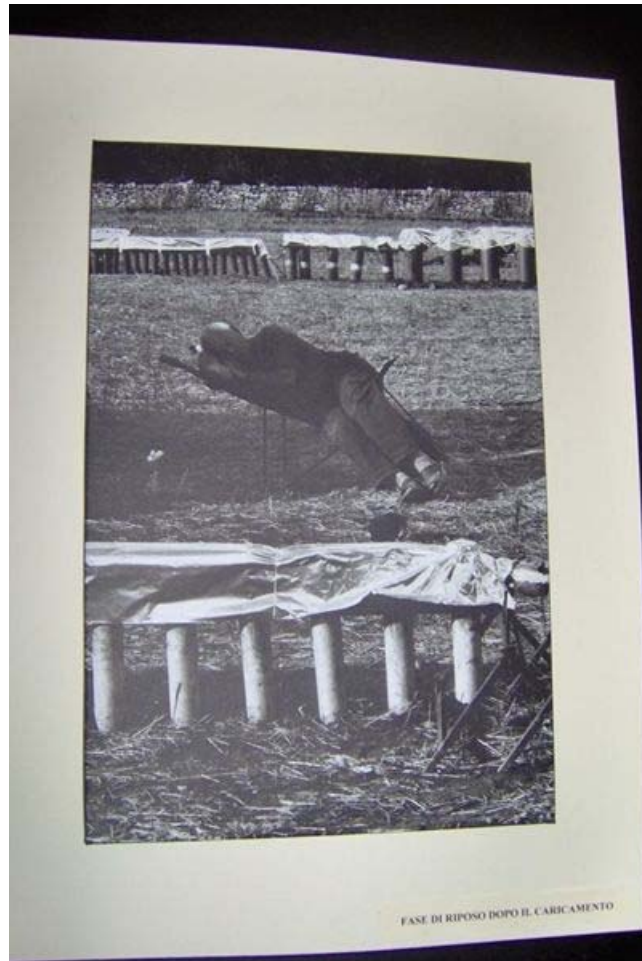


Alcune cronache storiche cinesi riportano che la polvere da sparo fosse usata in [Cina](#) dalla [dinastia Sung \(960-1279\)](#). Altre cronache fanno poi menzione dell'uso di razzi contro gli invasori [mongoli](#) nel [1279](#). In realtà i cinesi costruivano già razzi da guerra ed esplosivi fin dal VI secolo, e le tecniche che essi utilizzavano si diffusero in seguito in [Arabia](#) nel VII secolo. Ma solo intorno al XIII secolo esse raggiunsero una certa efficacia offensiva. Esiste un accordo quasi unanime sul fatto che siano stati i popoli [mongoli](#) a introdurre la [polvere da sparo](#) in [Europa](#) durante la loro [invasione](#) dell'[Ungheria](#) sotto la guida di [Ögödei](#), intorno al [1241](#).





La diffusione della sostanza avvenne col nome di "neve cinese" o "sale cinese" e la sua conoscenza fu tramandata così velocemente che già nel 1245 il filosofo e alchimista inglese Ruggero Bacone sancisce la formula della polvere nera, riportandola nella sua epistola "De secretis operibus artis et naturae, et de nullitate magiae"; la composizione suggerita è sostanzialmente quella ancora in uso tutt'oggi (75% nitrato di potassio comunemente, 13% di carbone di legna polverizzato, 12% di zolfo).





La prima testimonianza autorevole dell'uso di questa sostanza in Occidente risale al [1258](#). I primi sporadici esempi di un uso puramente spettacolare della polvere pirica risalgono al [basso medioevo](#) (XIII-XV secolo), usata per accompagnare le [Sacre Rappresentazioni](#); la polvere nera era adoperata durante queste esecuzioni teatrali per raffigurare con scoppi, fiamme e bagliori i luoghi [infernali](#) delle narrazioni. Nel [1379](#) a [Vicenza](#) in occasione dell'[Ascensione](#) venne messo in scena il [volo della colomba](#): un fuoco sulla corda che dalla torre del [Palazzo vescovile](#) volava verso l'effigie di [Maria](#) e degli [apostoli](#)<sup>[3]</sup>, celebrando la riconciliazione tra [Scaligeri](#) e [Visconti](#).





Diffusasi lentamente in Europa, la polvere da sparo rimase poco utilizzata per fini ludici in quanto serviva principalmente a scopo militare. Le armi da sparo e le relative polveri erano fabbricate dagli esperti militari degli eserciti europei, che producevano poi anche i fuochi artificiali per le celebrazioni delle vittorie, dei trattati di pace o per le manifestazioni di festa non in tempo di guerra.

Le prime fabbriche di fuochi pirotecnici a scopo di spettacolo sorsero in [Germania](#) tra il [1340](#) e il [1348](#) ad [Augusta](#), [Spandau](#) e a [Liegnits](#).

Dall'inizio del XVII secolo si affermarono due principali scuole di pirotecnica in [Europa](#):

la "scuola italiana" dei [Ruggeri](#) a [Bologna](#), famosa per la spettacolarità dei fuochi nei quali venivano usati degli scenari trasparenti o variamente colorati illuminati poi dalla luce degli spari;

la "scuola di [Norimberga](#)" dei [Clamer](#), nota per la omonima tecnica di sparo aerea che veniva usata.

Tra il XVII e XVIII secolo le feste popolari e gli avvenimenti importanti in [Europa](#) cominciarono ad essere abbelliti dagli spettacoli pirotecnici; si trattava ancora di una diffusione modesta che non comprendeva l'utilizzo dei fuochi colorati.

Nel [1785](#) [Claude Louis Berthollet](#) introdusse l'uso del [clorato di potassio](#) nella miscela dei fuochi, cosa che permise di ottenere fuochi colorati. Ebbe così inizio la pirotecnica moderna destinata, con l'utilizzo nelle miscele di polveri di altri metalli, a fornire una molteplicità di effetti luminosi e brillantezza di colori.



E sono diffusi dovunque

# Trieste Barcolana



# Rimini Gradisca

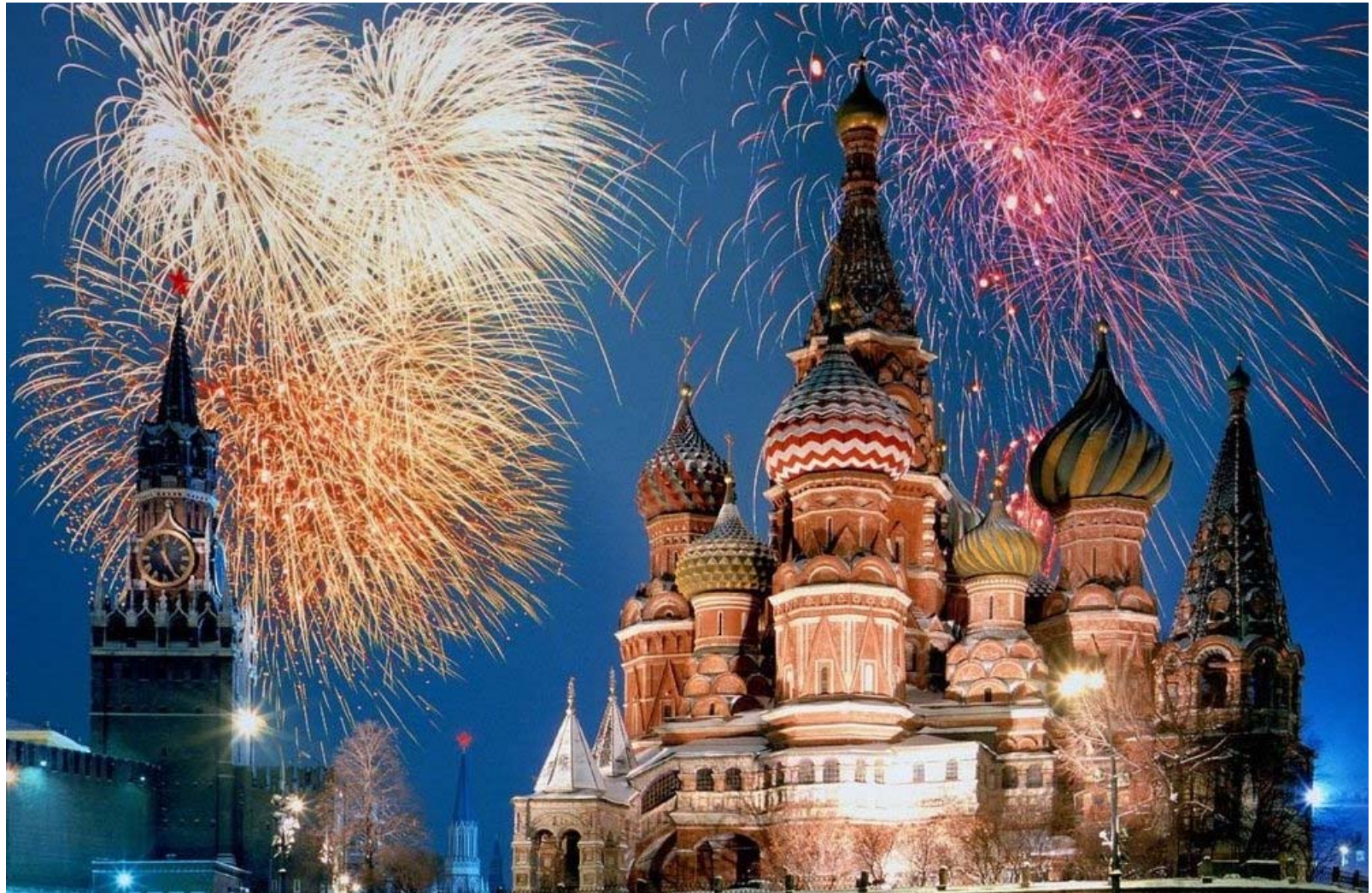




# Nagaoka Festival



# Capodanno a Mosca



# Capodanno a Londra



# Capodanno a Praga



# Capodanno a New York



# Capodanno a Dubai



# Capodanno a Berlino



# Capodanno a Singapore





# Capodanno a Kuala Lumpur in Malesia



# Capodanno a Taipei



# Capodanno a Sidney



# Capodanno a Venezia



# Capodanno a Rio De Janeiro



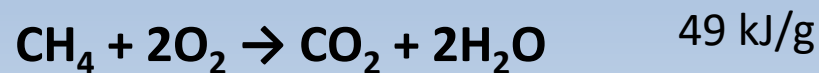
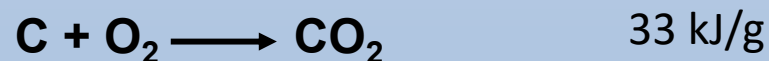
## LA CHIMICA DEL FUOCO

Il fuoco è l'effetto del processo di COMBUSTIONE (REAZIONE DI OSSIDO-RIDUZIONE), durante il quale l'ossigeno reagisce con altre sostanze per produrre calore e luce (fiamma)



E' una **reazione esotermica**, la quantità di calore prodotto è noto come **calore di combustione**.

Esempi di combustione:



# LA CHIMICA DEL FUOCO

## IL TRIANGOLO DEL FUOCO



OSSIGENO  
(ARIA)

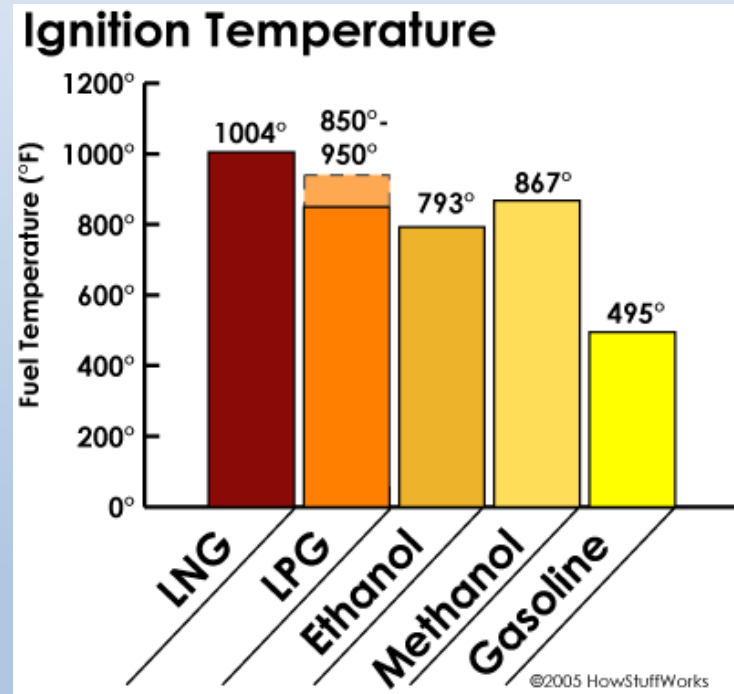


INNESCO



COMBUSTIBILE

# LA CHIMICA DEL FUOCO



Affinché il fuoco abbia inizio è necessario che vengano raggiunte le temperature minime di accensione spontanea del combustibile, nota come

## TEMPERATURA DI ACCENSIONE

Distinzione tra :

- **Infiammabili**
- **Non infiammabili**



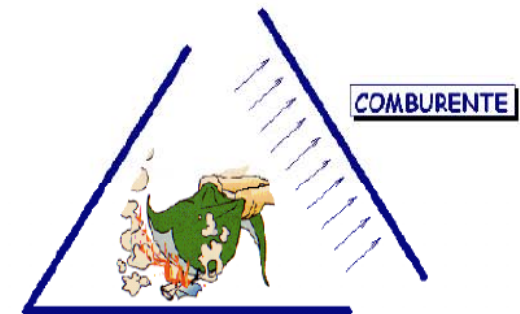
# LA CHIMICA DEL FUOCO

Quindi per ottenere lo spegnimento dell'incendio si può ricorrere a tre sistemi:



- **esaurimento del combustibile:** allontanamento o separazione della sostanza combustibile dal focolaio d'incendio;

- **soffocamento:** separazione del comburente dal combustibile o riduzione della concentrazione di comburente in aria;



- **raffreddamento:** sottrazione di calore fino ad ottenere una temperatura inferiore a quella necessaria al mantenimento della combustione;

## LA CHIMICA DEL FUOCO

La **VELOCITA'** con cui si verificano le reazioni dipendono da:

- **Stato fisico del combustibile:** Un combustibile raggiunge una velocità di reazione con ossigeno sufficiente a produrre una fiamma solo quando è allo stato gassoso.
- **Temperatura del combustibile:** maggiore è la temperatura, più veloce è la reazione.

# LA CHIMICA DEL FUOCO

**DEFINIAMO.....**



**Combustione:** reazione di ossidazione relativamente lenta che coinvolge sostanze carboniose.



# LA CHIMICA DEL FUOCO

**DEFINIAMO.....**

**Deflagrazione:** reazione di ossidazione rapida accompagnata da un'onda di bassa pressione associata ad una bassa esplosione.



# LA CHIMICA DEL FUOCO

## DEFINIAMO.....

**Esplosione:** rapidissima reazione di ossidazione che produce una significativa quantità di calore e un'onda d'urto

**Detonazione:** reazione estremamente rapida, che produce istantaneamente un'onda d'urto supersonica



## Meccanismi di reazione

### A. Deflagrazione

### B. Detonazione

**A:** in cui la velocità di propagazione varia dai pochi cm/s a 400 m/s.

**B:** in cui la velocità di propagazione varia da alcune centinaia di m/s a 7000 m/s.  
Con la deflagrazione si ha un'azione di spinta, con la detonazione si ha un'azione dirompente.

La prima dipende dalla temperatura e dalla pressione, mentre la seconda dipende fortemente dalla composizione chimica, dalla densità e dallo stato fisico dell'esplosivo.

## Deflagrazione

Nella deflagrazione possiamo distinguere due processi:

- Inflammazione (cioè la propagazione della combustione da un grano all'altro);
- Combustione del singolo grano.

**Meccanismo della deflagrazione:** appena la temperatura raggiunge un valore sufficientemente elevato, la parte superficiale del grano subisce una parziale combustione, con produzione di prodotti gassosi. Nella fase gassosa avviene una reazione non molto esotermica, ma capace di produrre sostanze chimiche che danno via a delle reazioni a catena fortemente esotermiche.

Se la deflagrazione avviene in un ambiente chiuso, la pressione  $P \uparrow$  e la  $r_A \uparrow$  poiché i gas si avvicinano alla superficie del grano.

## Deflagrazione:

Leggi della deflagrazione:

1. (Legge di Piobert) La combustione di ogni grano avviene per strati paralleli e si propaga in direzione normale alla superficie del grano stesso. Infatti basta fermare la combustione prima del termine, si può vedere che i grani hanno conservato, in dimensioni ridotte la loro forma originaria;
2. (Legge di Vieille) La velocità lineare di propagazione entro ogni grano è proporzionale alla pressione;
3. La velocità di combustione cresce secondo una legge esponenziale con l'aumentare della temperatura. Infatti le costanti di velocità delle reazioni chimiche dipendono dalla temperatura secondo una legge esponenziale.
4. La pressione è uguale, in ogni istante, in tutti i punti della carica deflagrante.



## Detonazione

La detonazione si basa sulla «Teoria dell'onda d'urto». Se il mezzo in cui si propaga l'onda d'urto è un esplosivo, quest'onda viene chiamata onda esplosiva.

$$\rho_1 > \rho_0$$

$\rho_1$  =densità dei prodotti gassosi ai fronti d'onda;  $\rho_0$  =densità dell'esplosivo.

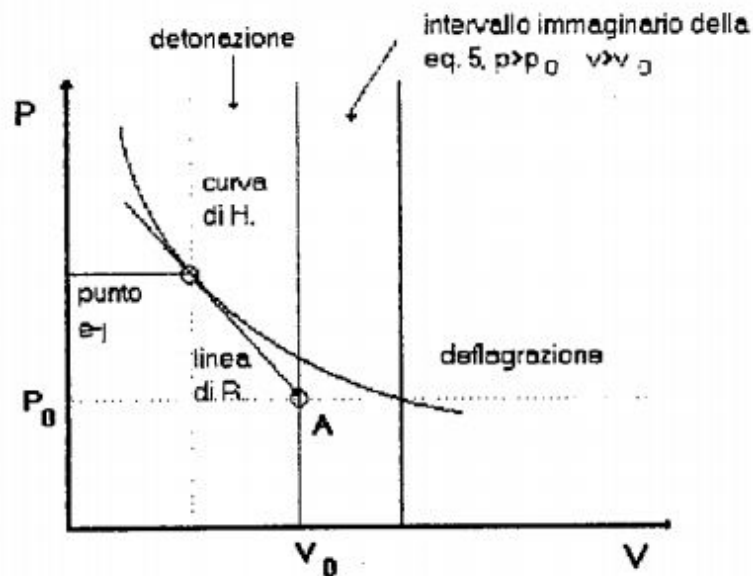
Dalla legge della conservazione della massa si ha:

$$\rho_0 D = \rho_1 (D - W)$$

1.

D =velocità di detonazione; (D-W)= velocità in uscita dal fronte d'onda;

W=velocità dei prodotti gassosi;



A=rappresenta l'esplosivo nelle condizioni iniziali.

La curva di H, ha due segmenti, uno in alto, a pressione alta che rappresenta la detonazione, l'altro in basso a pressione bassa che rappresenta la deflagrazione.

**La linea di Rayleigh** è tangente alla curva di H, in un punto detto di **Chapman-Jouguet** e rappresenta la minima velocità di detonazione

# Deflagrazione / detonazione

Texas, nuova esplosione  
all'impianto chimico: le immagini  
della **deflagrazione**

**Colpo di pistola in strada: un uomo denunciato dopo  
l'intervento dei carabinieri**  
Tanta paura in **Borgo Venezia** nella serata di Ferragosto,  
quando nella zona di via Colonnello Fincato i residenti hanno  
udito la **detonazione** di un colpo di pistola. L'episodio,  
riportato quest'oggi dal quotidiano [L'Arena](#), del quale solo nelle  
scorse ore si è avuta conferma, è avvenuto quando tutto pareva  
essere tranquillo, dinanzi a un bar della zona.

# Deflagrazione



shutterstock.com • 249203722

# Detonazione



## pentagono dell'esplosione



# esplosione di una nube di polvere



## 2 ulteriori condizioni:

- sufficiente concentrazione per una data granulometria
- polvere secca

per prevenire un'esplosione di polvere è sufficiente eliminare anche una sola delle condizioni

PROF. E. MOLINARI e ING. F. QUARTIERI

NOTIZIE SUGLI

# ESPLODENTI

IN ITALIA



PUBBLICAZIONE DELLA SOCIETÀ  
ITALIANA PRODOTTI ESPLODENTI

RICORRENDO IL CENTENARIO  
DELLA NASCITA (1812-1912) E IL 25<sup>MO</sup> ANNO  
DELLA MORTE (1888-1913) DI ASCANIO SOBRERO  
SCOPRITORE DELLA NITROGLICERINA

MILANO - ULRICO HOEPLI - EDITORE

PROF. E. MOLINARI e ING. F. QUARTIERI

NOTIZIE

SUGLI

# ESPLODENTI

IN ITALIA

CON 96 ILLUSTRAZIONI, 17 TAVOLE IN ELIOTIPIA  
E 18 FACSIMILI DI AUTOGRAFI



MILANO

ULRICO HOEPLI EDITORE

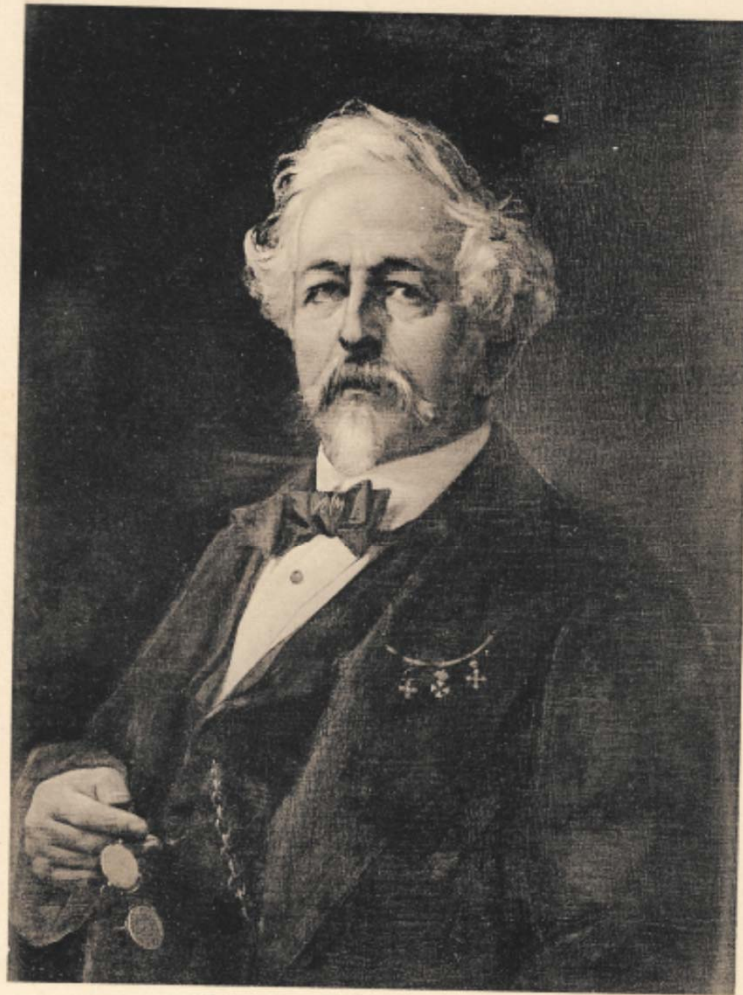
MCMXIII

PUBBLICAZIONE DELLA SOCIETÀ ITALIANA PRODOTTI ESPLODENTI MILANO



# Ascanio Sobrero

Casale Monferrato 1812, Torino 1888



*Ascanio Sobrero all'età di 68 anni*

*(riproduzione di un dipinto ad olio del Morgari, conservato a Torino dalla figlia Apollonia Fabbio coni. Dumantel)*

# Ascanio Sobrero

Casale Monferrato 1812, Torino 1888



*Ascanio Sobrero all'età di 55 anni.*

*Busto di A. Sobrero inaugurato nel 1879 nella Fabbrica d'Analfirano della Società  
"Dinamite Nobel".*

# Alfred Nobel

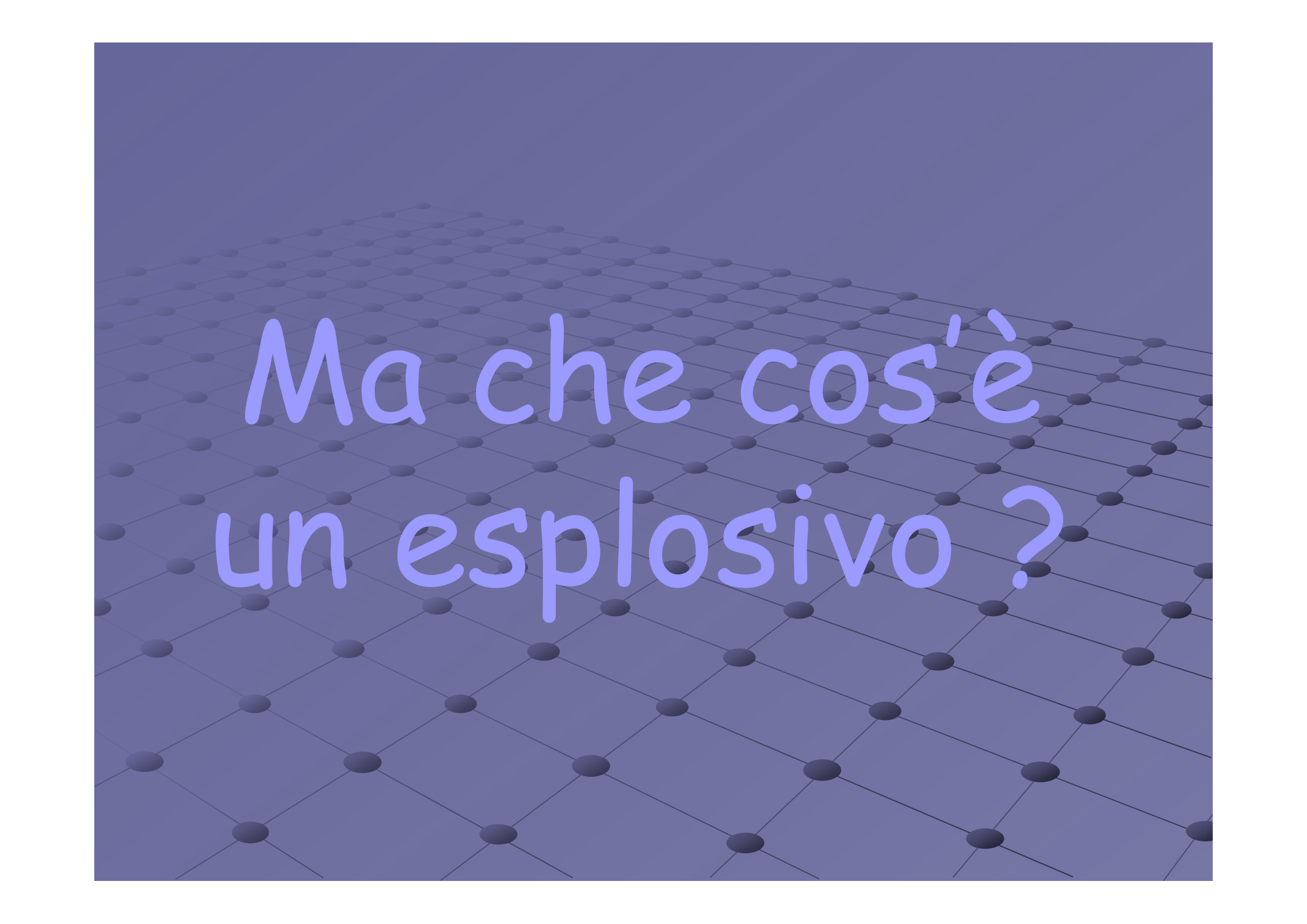
Stoccolma 1833, Sanremo 1896



*Sanremo D. 19/11 94*

*A. Nobel*

*Alfredo Nobel (21 Ottobre 1833 - 10 Dicembre 1896)*  
*Reproduzione d'un ritratto inviato nel 1894, da San Remo, al Prof. Louis Henry*  
*dell'Universit  Catholique de Louvain (Belgio).*



Ma che cos'è  
un esplosivo ?

# Ma che cos'è un esplosivo ?

Gli esplosivi non sono altro che sostanze chimiche di varia natura che, se soggette ad un impulso adeguato, producono suono elevato, temperatura elevata, fumo, onda d'urto, etc.



ATTENZIONE  
MATERIALE  
ESPLOSIVO

## Esplosivo

Per esplosivi si intendono tutti quei composti, o miscugli di composti, che sottoposti ad uno stimolo (urto, riscaldamento ecc...) possono dar luogo ad una reazione chimica di ossido-riduzione esotermica, in genere molto rapida, che comporta la produzione di prodotti gassosi o solidi.

Ogni esplosivo deve contenere almeno un gruppo funzionale **esplosiforo** e un gruppo **auxoplosivo**.



ATTENZIONE  
MATERIALE  
ESPLOSIVO

Alcuni gruppi **esplosfori** più rilevanti sono:

- -O-NO<sub>2</sub> negli esteri nitrici e nei nitrati;
- -NO<sub>2</sub> negli nitrocomposti aromatici ed alifatici;
- =N-NO<sub>2</sub> nelle nitroammine;
- -NX<sub>2</sub> (X=alogeno);
- -C ≡ C- negli acetiluri metallici;
- -O-O- nei perossidi;

Tra i gruppi **auxoplosivi** ci sono:

- -CH<sub>3</sub> ;
- -OH ;
- -COOH
- -NH<sub>2</sub>

Oppure elementi come:

- S ;
- Cl ;
- O .



ATTENZIONE  
MATERIALE  
ESPLOSIVO

## Bilancio di ossigeno

**Bilancio di ossigeno positivo o nullo:** nei casi in cui la quantità di ossigeno sia maggiore o uguale a quella necessaria per un'ossidazione completa degli elementi combustibili.

**Bilancio di ossigeno negativo:** nei casi in cui la quantità di ossigeno non sia sufficiente a garantire un'ossidazione completa degli elementi combustibili.

### Combustibile + Comburente → Energia + prodotti

**Comburente:** Una sostanza che agisce come agente ossidante di un combustibile, in una reazione di combustione. Il più comune è l'ossigeno dell'aria, ma anche nitriti, nitrati, cloro, clorati, cloriti, permanganati, perossidi ecc..

**Combustibile:** Una sostanza chimica che viene ossidata nel processo di combustione, in genere composta da atomi di carbonio e idrogeno, tipo metano, benzine ecc...





ATTENZIONE  
MATERIALE  
ESPLOSIVO

## Bilancio di ossigeno

A volte non c'è proprio ossigeno



Miscela di zinco e zolfo in polvere utilizzata in modellistica come propellente per razzi.

Tra l'altro, quando brucia fornisce una bella luce verde brillante.

# CLASSIFICAZIONE



# Tipi di esplosivi

Esplosivi

Bassi

Alti

A base di clorati

TNT

Polveri da lancio e per armi

RDX

ANFO

Dinamite

# Bassi Esplosivi

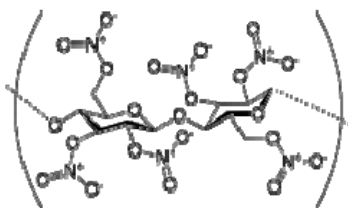
- Potassio Nitrato + carbone + zolfo (75:10:15) – Polvere nera
- Sodio nitrato + carbone + zolfo
- Potassio Clorato + zolfo
- Potassio Clorato + Solfuro di arsenico + zolfo
- Potassio Clorato + Acido solforico



ATTENZIONE  
MATERIALE  
ESPLOSIVO

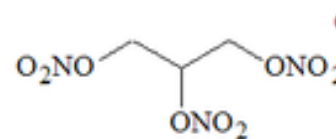
### Composti esplosivi

Nitrocellulosa: fulmicotone

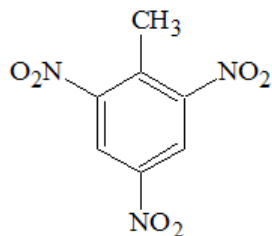


Esteri nitrici

Nitroglicerina: dinamite

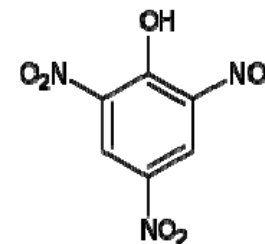


Nitroderivati del  
toluene: TNT



Nitroderivati  
aromatici

Nitroderivati del  
fenolo: acido picrico

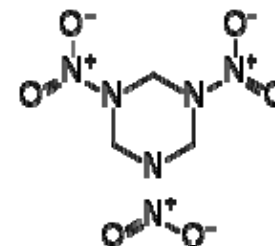




ATTENZIONE  
MATERIALE  
ESPLOSIVO

## Composti esplosivi

Ciclotrimetiltrinitroammina(C-4)



Polvere nera:

Salnitro  $\text{KNO}_3$  75%

Zolfo 10%

Carbone 15%

[Carbone]  $\uparrow$  il potere calorifico  $\downarrow$  velocità di reazione  $\uparrow$

Se si ha la necessità di avere una bassa velocità di reazione ed elevata emissione di luce e calore, ad esempio nei fuochi d'artificio statici, devo

[Carbone]  $\downarrow \approx 7\%$  [S]  $\uparrow \approx 18\%$  .



ATTENZIONE  
MATERIALE  
ESPLOSIVO

## Forense

DIRETTIVA 93/15/CEE DEL CONSIGLIO del 5 aprile 1993

relativa all'armonizzazione delle disposizioni relative all'immissione sul mercato e al controllo degli esplosivi per uso civile

Il materiale esplosivo deve essere sottoposto a disposizioni di sicurezza:

- Marcatura CE;
- Garanzia di qualità;
- Validità e conformità.



ATTENZIONE  
MATERIALE  
ESPLOSIVO

## Forense

Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza (T.U.L.P.S.) del 1931.

Il presente decreto del 18/6/1931 n 773 contiene le disposizioni relative all'ordine pubblico e all'incolumità pubblica. E' vietato fabbricare, tenere in deposito, vendere o trasportare esplosivi senza la licenza del Ministero dell'interno. Si ritengono esplosivi tutte le sostanze e le miscele di sostanze che esplodono per contatto con fiamma, per urto o per sfregamento quelle sostanze la cui sensibilità tanto all'urto quanto allo sfregamento sia superiore a quella del m-dinitrobenzene.





## Forense

Decreto del Presidente della Repubblica D.P.R. 321/56 contiene le norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa e l'impiego degli esplosivi in cassoni ad aria compressa.

D.P.R. 128/59 che contiene le norme di polizia delle miniere e delle cave.

# Esplosivi Primari

- Fulminato di mercurio
- Azoturo di piombo
- Azoturo di argento
- Stifnate di piombo
- Tetrazene

# Esplosivi Secondari

- RDX
- HMX
- PETN
- TETRILE
- NG
- ACIDO PICRICO
- TNT

# COMBINAZIONI

- AMATOL:TNT+AN
- C-1:RDX+PLASTICIZZANTE
- C-2:RDX+TNT+DNT+MNT+NC+  
DIMETILFORMAMMIDE
- C-3:RDX+TNT+DNT+MNT+TETRILE  
+NC
- SEMTEX:RDX+PETN+POLI(BUTADIENE  
- STIRENE)+CARBURANTE/OLIO

# Esplosivi ANFO

## Ammonium nitrate-fuel oil

- Prillex: Ammonio nitrato + Gasolio
- Lambrit: Ammonio nitrato + Olio motore

## Slurries (fanghi) e Gel ad acqua

- Sigmagel Titagel: Ammonio nitrato + Sodio nitrato + Calcio nitrato
- Iremite: Ammonio nitrato + Sodio nitrato + Alluminio + Calcio nitrato + Amido

# GEL ESPLOSIVI



# Emulsioni Esplosive

- Nipak: Ammonio nitrato + Sodio nitrato + microsferi + nitrometano + poliuretano + tetracloruro di carbonio

Utilissimi in cava, miniera, sott'acqua, etc.

# USO DEGLI ESPLOSIVI

- SCOPI MILITARI

- INGEGNERIA CIVILE

- CAVE E MINIERE

- AGRICOLTURA



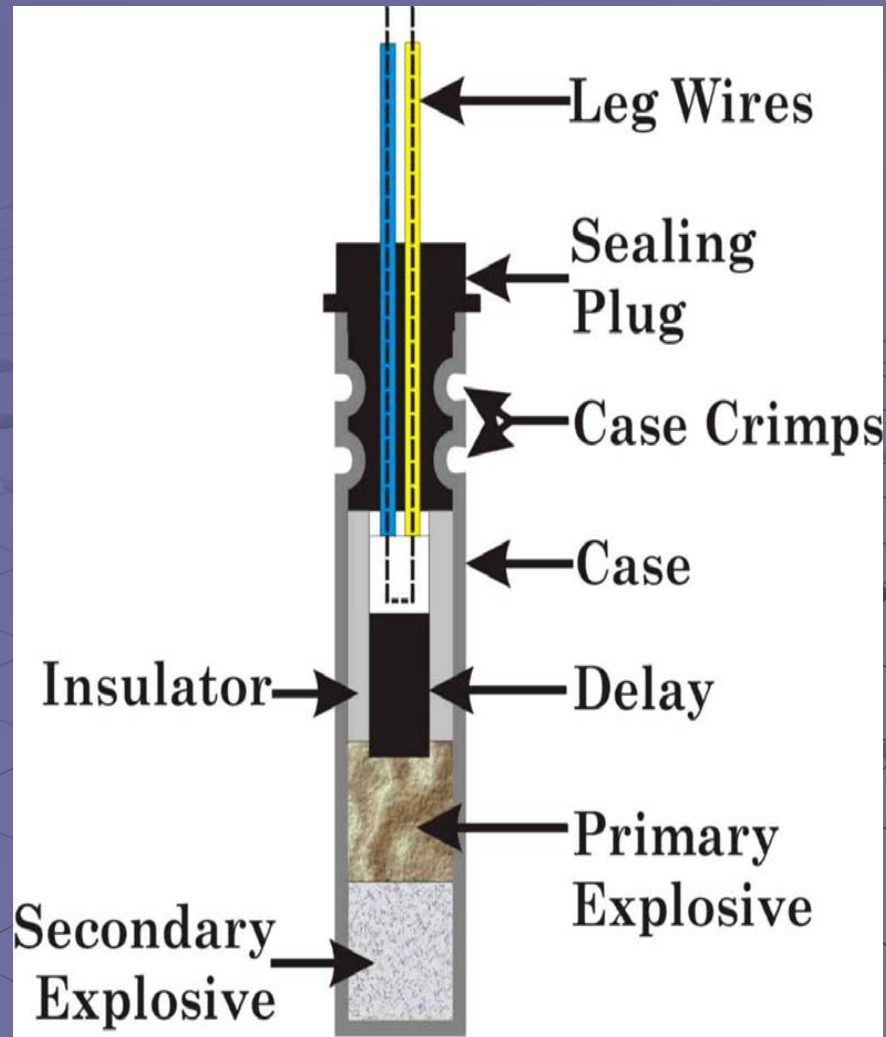
# I DETONATORI

- DETONATORI ELETTRICI

- DETONATORI NON ELETTRICI



Blasting Cap



# Electric Detonator

Copyright © 1999 Ron Hopkins  
Abney & Hopkins Fire Protection and Safety Consultants, Ltd.

# Che cos'è un IED

Oggi le bombe sono popolarmente conosciute come ordigni esplosivi improvvisati: IED = Improvised Explosive Devices. Allora in che cosa sono diversi?

- Possono essere di qualsiasi forma e dimensione
- Possono essere attivati elettricamente o meccanicamente
- Possono esplodere:
  - Durante la manipolazione
  - Mediante meccanismo ritardato
  - In particolari condizioni ambientali
  - Tramite dispositivi di controllo remoto

# Componenti di un IED

Un commune sistema IED consiste di:

- Esplosivo
- Detonatore
- Fonte di energia
- Meccanismo di accensione

# Tipi di IED

Alcuni tipi di IED più comuni

- Borsa ventiquattrore
- Pacchetto regalo
- Bottiglia di profumo
- Thermos
- Portasapone
- Pacchetto di sigarette
- Lattina di birra / busta di latte
- Lettere, pacchetti, libri, etc.
- Smartphone, etc. ,

# La Molotov



Bomba Molotov prodotta in serie per l'esercito finlandese durante la seconda guerra mondiale



# La Molotov



Una modifica utilizzava come innesco l'esplosione prodotta dal contatto tra acido solforico e una garza intrisa di una soluzione di clorato di potassio



# SET DELL'ESPLOSIONE


- IDENTIFICAZIONE DEL SET DELL'ESPLOSIONE

# FAQ – Richieste più frequenti

- Che tipo di esplosivo è stato usato ?
- Quanto esplosivo è stato usato ?
- Che tipo di meccanismo di attivazione è stato utilizzato?

# Analisi post esplosione

- estrazione
- spot test
- analisi strumentale
- cromatografia su strato sottile
- HPLC
- FT-IR
- RAMAN
- GC-FID / ECD
- GC-MS / LC-MS
- IC
- FAA / ETAA / ICP-OES / ICP-MS
- XRF / SEM / EDS

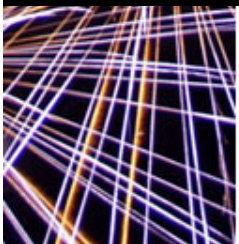


Cosa fare e cosa non fare se si  
rinviene un IED...

È anche possibile domare le esplosioni !



È anche possibile domare le esplosioni



Demolizione controllata di installazioni  
industriali mediante esplosivo

# È anche possibile domare le esplosioni



## **Charles Edward Munroe**

([Cambridge, 1849](#) – [Forest Glen, 1938](#))

[chimico statunitense](#).

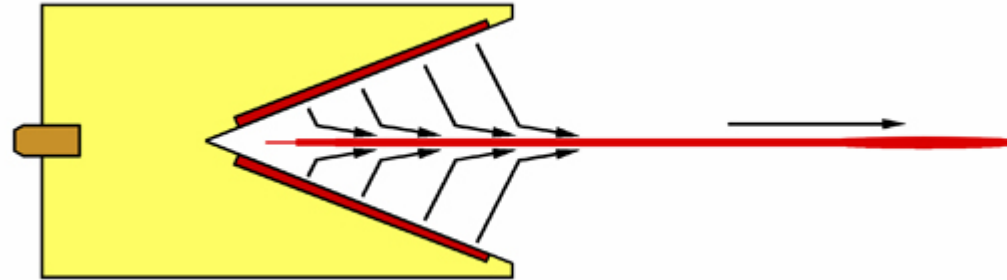
Docente all'[accademia](#)

[navale](#) di [Annapolis](#)

grande studioso di esplosivi;  
a lui si deve la scoperta  
dell'[effetto Munroe](#).



È anche possibile domare le esplosioni

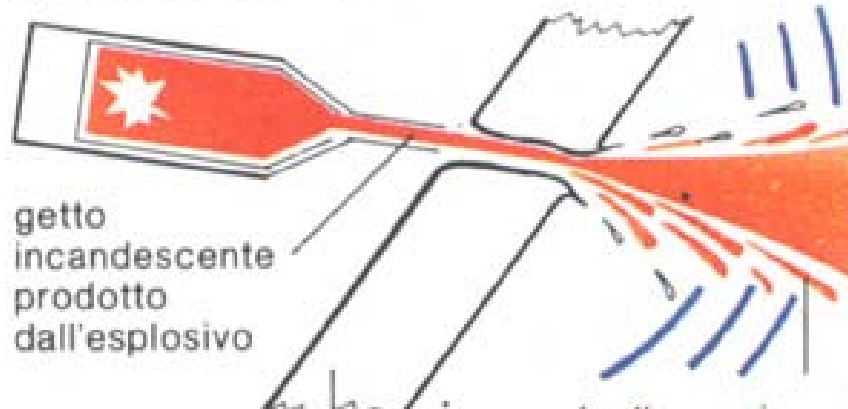




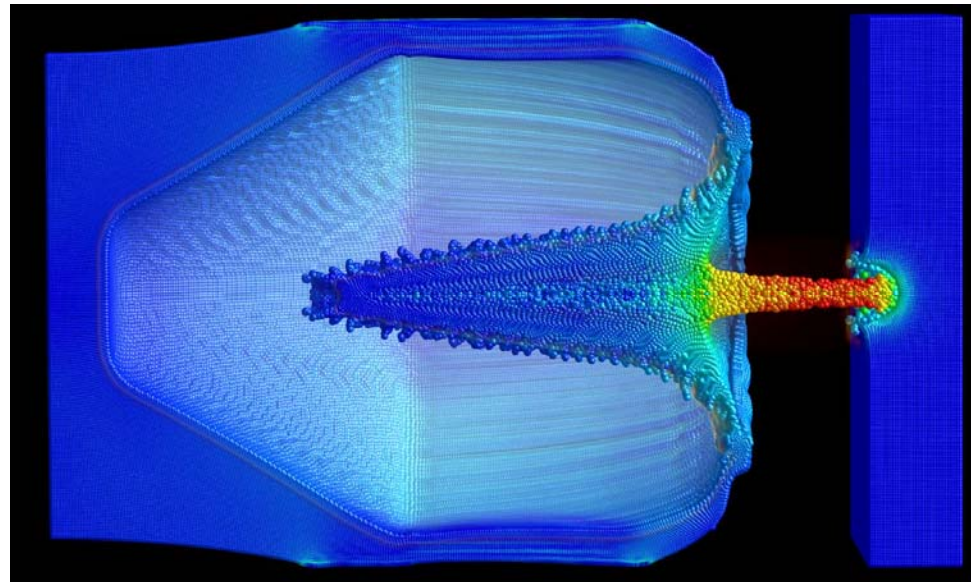
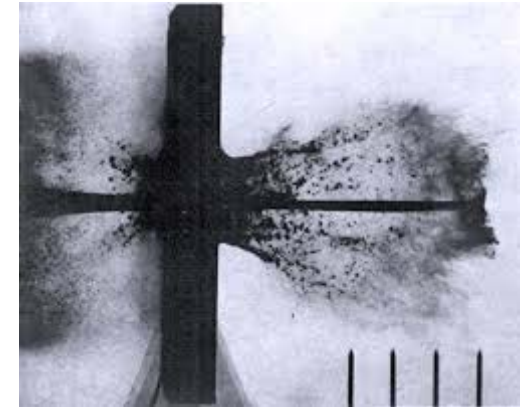
# È anche possibile domare le esplosioni



L'esplosivo a carica cava produce un getto ad alta temperatura che fonde l'acciaio della corazza



getto incandescente prodotto dall'esplosivo





È anche possibile domare le esplosioni



Effetto Munroe

È anche possibile domare le esplosioni...

Security & materiali esplosivi

## La carica cava Una minaccia terroristica

di Stefano Scaini

L'utilizzo di questa tecnologia è molto diffuso per veicolare la minaccia terroristica attraverso l'impiego di ordigni esplosivi improvvisati

**U**na carica cava è costituita da un oggetto emisferico o da un cono (chiamato "liner") metallico, concavo e ricoperto nella parte posteriore da esplosivo ad alto potenziale; il tutto, racchiuso in un contenitore d'acciaio o d'alluminio.

La detonazione dell'esplosivo ad alto potenziale provoca la compressione e lo schiacciamento del "liner" metallico, il quale fuoriesce formando un getto propulso fino ad una velocità di circa 10.000 m/sec.

L'utilizzo di questa tecnologia, inizialmente nata per applicazioni specifiche nei settori dell'ingegneria bellica, civile, industriale e petrolifera, è purtroppo assai diffusa in alcuni scenari di guerra odierni per veicolare la minaccia terroristica attraverso l'impiego di ordigni esplosivi improvvisati: i cosiddetti i.e.d.s., ovvero "improvised explosive devices".

Le cariche cave convenzionali sono costituite da un contenitore, da un "liner" conico e svasato caratterizzato da una ben precisa geometria e da una determinata quantità di esplosivo ad alto potenziale frapposta fra di loro, attivata mediante un detonatore generalmente con innesco elettrico o ad onda d'urto.

L'onda provocata dalla detonazione, come già accennato in precedenza, ha il compito di collassare il "liner", formando un getto metallico propulso ad elevatissima velocità il



... a volte anche  
per fini poco  
nobili...

E le esplosioni possono domare il fuoco



ARCHIVIO STORICO LUCE

**Incendi nei pozzi petroliferi: un nuovo  
metodo per arginare le perdite di  
petrolio, l'uso della nitroglicerina**

**GIORNALE LUCE B0484  
del 06/1934**



# Chimica-fisica dei fuochi d'artificio

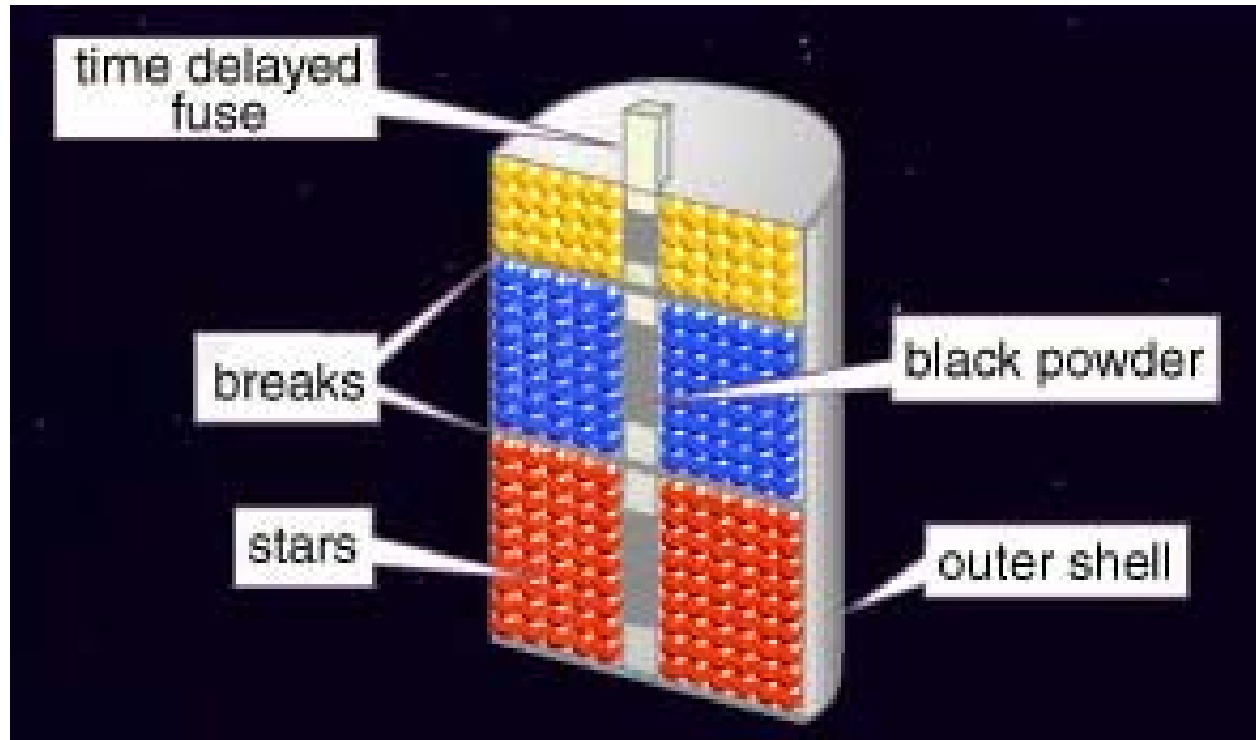


# Ingredienti di base di fuochi che bruciano

1. Agenti ossidanti (Nitrati, clorati, perclorati) – forniscono  $O_2$  per bruciare, p.e. nitrato di potassio
  2. Agenti riducenti – bruciano  $O_2$  per produrre gas caldi, p.e., carbone, zolfo
  3. Agenti coloranti – Sali che danno colore alla fiamma
  4. Leganti – legano insieme i componenti, p.e. gommalacca o gomma arabica
- Necessità di rallentare la combustione del carburante
  - Uso di grani di dimensioni maggiori (250 -350 micron diametro)

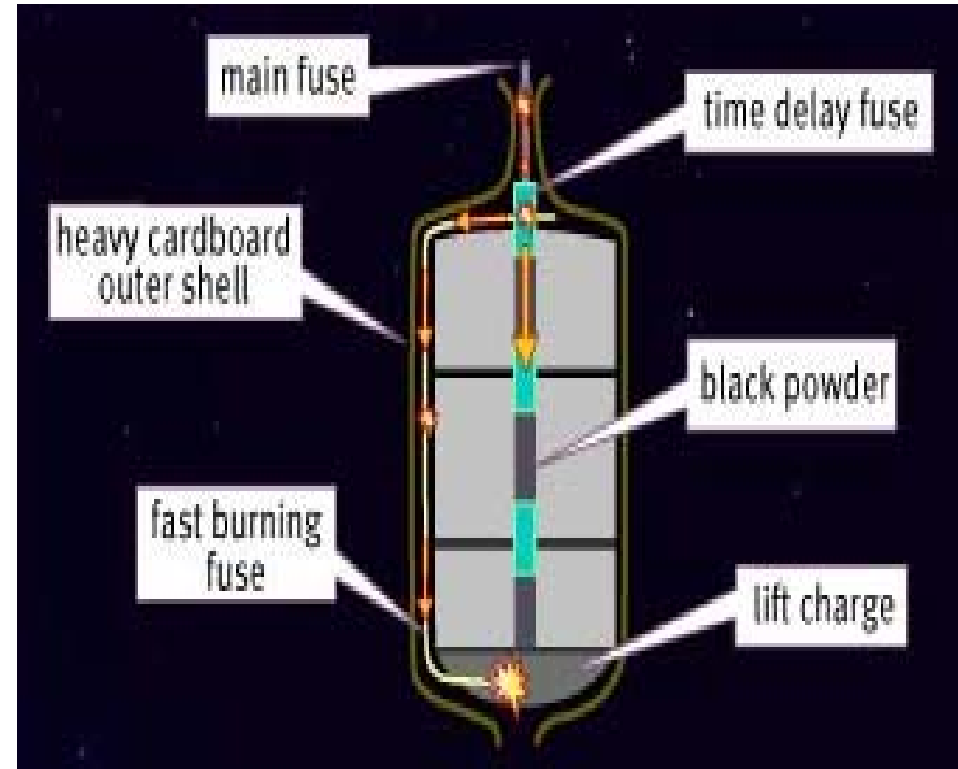
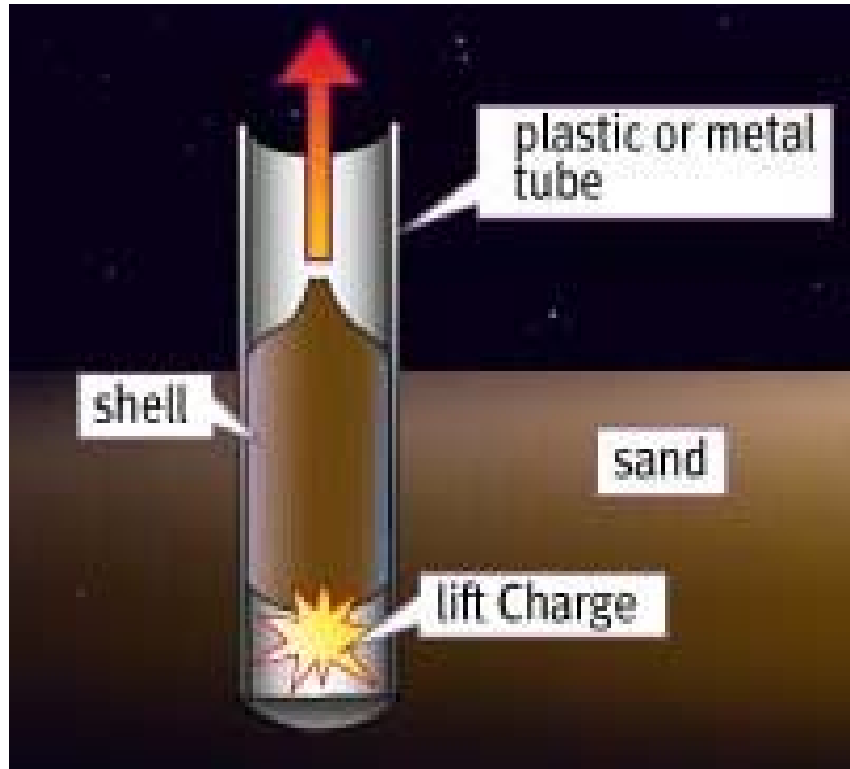


# Parti di un fuoco d'artificio



1. Shell - alloggiamento principale
2. Stelle: unità delle dimensioni di un pisello contenenti sali e polveri di metalli che creano i colori e i motivi
3. Polvere nera – provoca lo “spacco” (75% potassio nitrato, 15% carbone, 10% zolfo, - un'antica ricetta)
4. Rotture: le sezioni di cartone separano più fasi
5. Fusibile – fornisce il ritardo

# Come parte un fuoco d'artificio ?



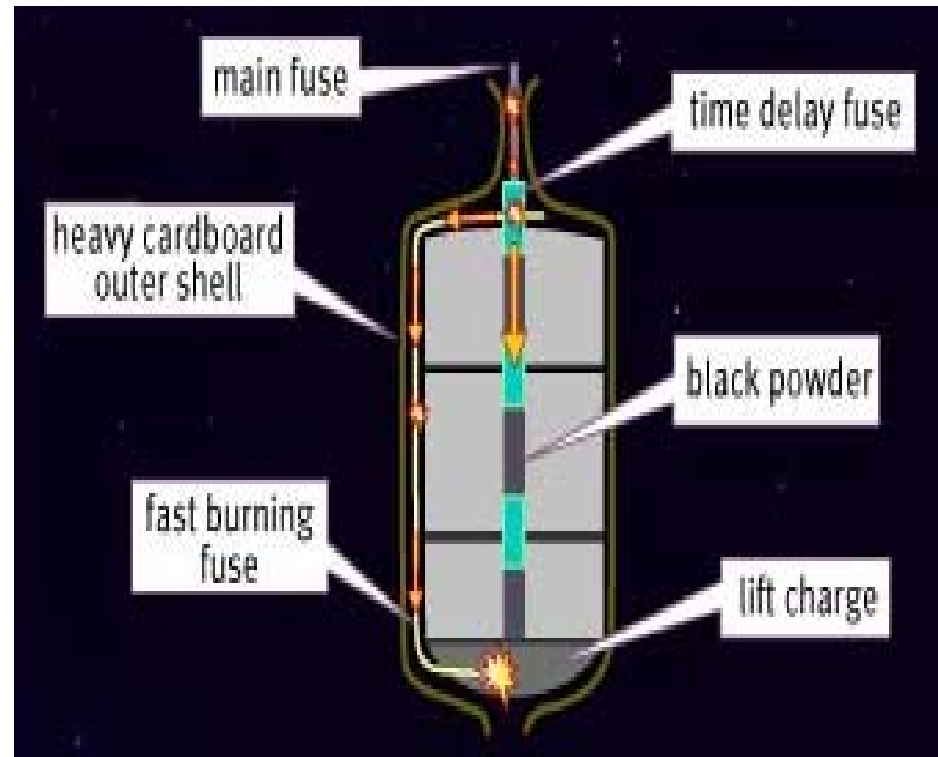
- Il pezzo è posto in una mortaio d'acciaio o di plastica incastrato nella sabbia.
- Un fusibile acceso elettronicamente innesca la carica.
- I gas caldi prodotti dall'esplosione della polvere spingono il pezzo fuori.
- Il fusibile fornisce il necessario ritardi affinché il pezzo non esploda a terra.



# Sistema di lancio di mortaio per uno spettacolo pirotecnico



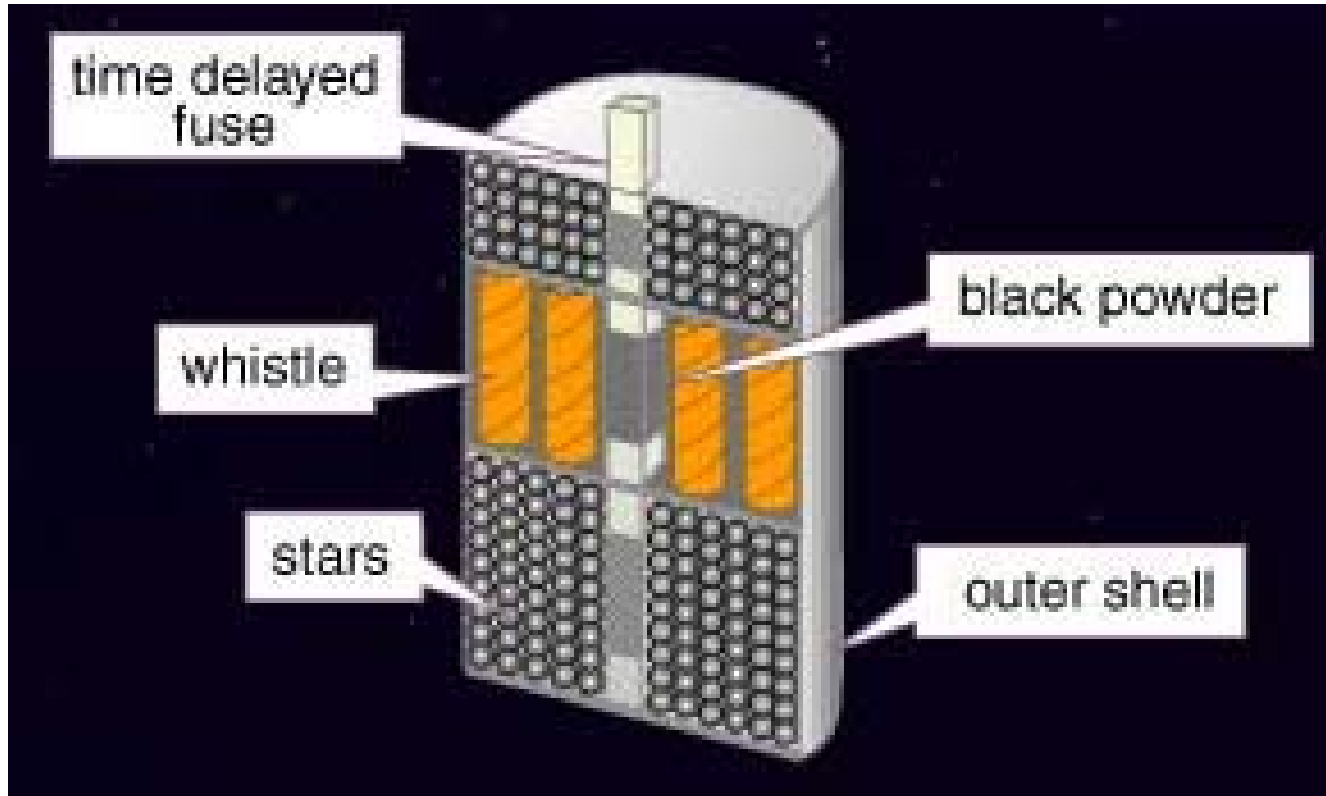
AP file



Il tempo di combustione del ritardo del fusibile determina il tipo di esplosione

1. Sferica: l'esplosione si verifica all'apice della traiettoria parabolica
2. Parabolico (o a ombrello) - su - l'esplosione si verifica durante la salita
3. Parabolico (o a ombrello) - giù - l'esplosione si verifica durante la discesa

## Da dove proviene il fischio ?



- La polvere nera produce un suono scoppiettante.
- La polvere è confezionata in piccoli cilindri aperti ad un'estremità.
- I sali che bruciano, e i prodotti di reazione producono enormi quantità di  $\text{CO}_2$  calda che si precipita attraverso l'apertura provocando un suono sibilante.

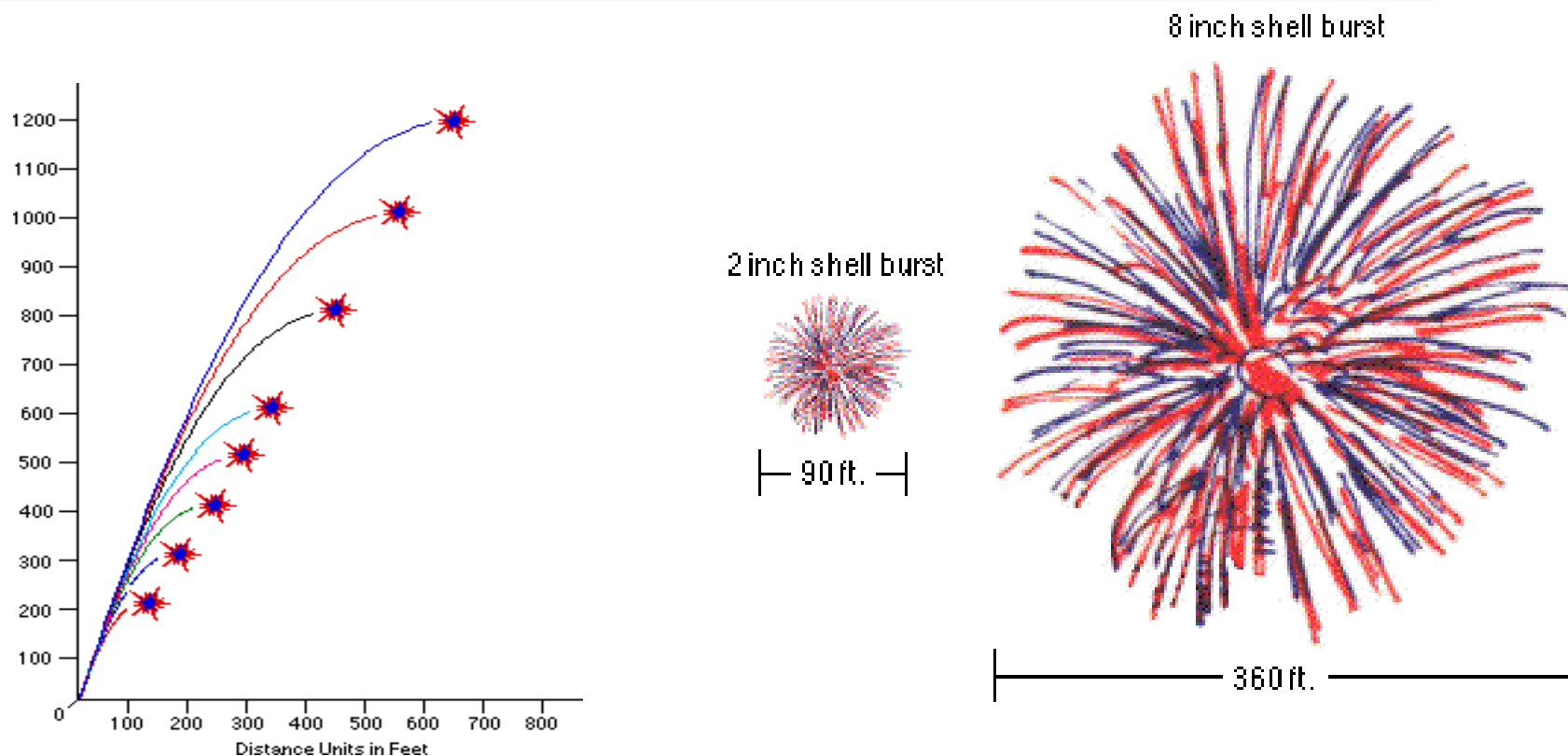
## Esempi di stelle ardenti



Fuoco che esplode durante la salita provoca un modello a "ombrello" (realmente parabolico) di stelle ardenti.

# Un modello sferico semplice

Due file di stelle di sali colorati che circondano una "bomba" centrale



## Altri modelli:

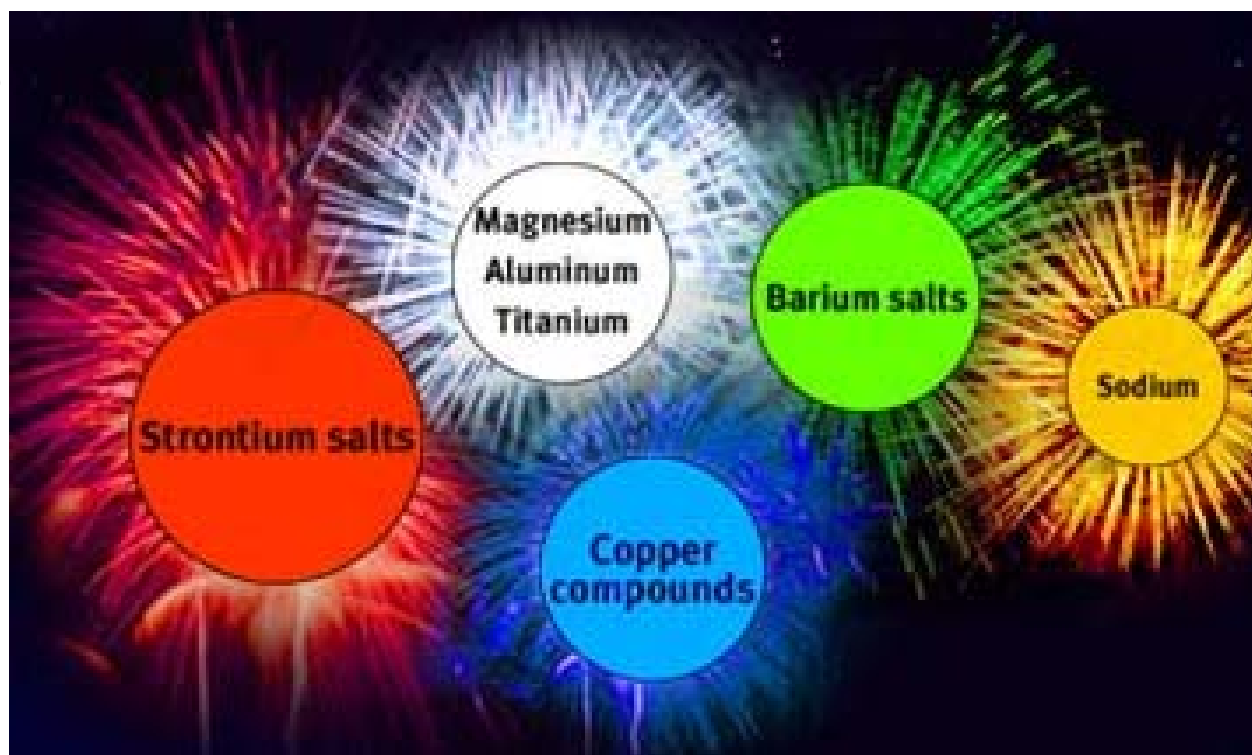
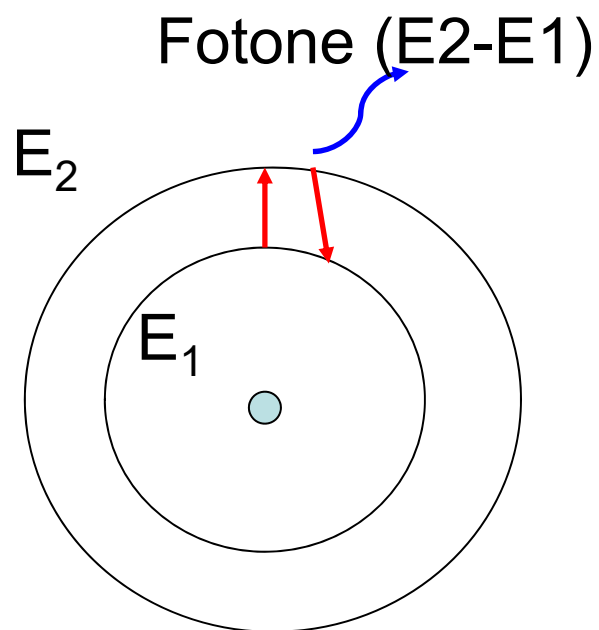
### Modello a doppio anello:

Due file di stelle di sali colorati che circondano una "bomba" centrale

### Modello a forma di cuore:

Stelle di sali colorati sono incollate lungo il bordo di un cartone a forma di cuore al centro della conchiglia. La carica esplosiva è sita al di sopra del sistema.

# Fotoni colorati danno esplosioni colorate



Sali di stronzio: 636 – 688 nm

Sali di bario: 505 – 535 nm

Sali di sodio: 589 nm

Sali di rame: 420 – 460 nm

Magnesio, alluminio, titanio :

Rosso fuoco

Verde brillante

Oro/giallo

Blu/viola (costoso)

Bianco brillante

# I colori dei fuochi d'artificio

- **Rosso** – composti dello stronzio
- **Arancio** – composti del calcio
- **Blue** – composti del rame
- **Verde** – composti del bario e del boro
- **Giallo** – composti del sodio
- **Violetto** – composti dello stronzio e del rame
- **Bianco** - alluminio o titanio metallici (alta temperatura)

# Colori e miscelazione

- Vari colori possono essere miscelati per produrre effetti variabili
- Esempio:
- **Rosso** e **blue** producono **violetto**
- **Verde** e **arancio** producono **giallo**
- Quando si usano troppi «emettitori» si produce un effetto bianco «sbiadito»

# I fuochi blu

Il colore blu è il più difficile da riprodurre in pirotecnicia.

Il radicale  $\text{CuCl} \cdot$  allo stato di vapore è un eccellente emettitore blu, ma si decompone a temperature relativamente basse (non può bruciare troppo caldo / luminoso).

Molti fuochi d'artificio “rossi, bianchi e blu” sono spesso rosso-bianco-e-viola ”per consentire al pubblico per vedere il colore con l'aggiunta (più luminosa) di composti dello stronzio.





Acido gallico: è un acido di colore giallo-sporco, si accende facilmente in combinazione col clorato di potassio e per tale ragione entrava nella composizione dei "fischi", nella pirotecnica del passato; oggi i fischi si realizzano mediante benzoati oppure salicilati di sodio o di potassio.

Acido picrico: è un acido fenolico che entrava nella composizione dei "fischi"; in Italia l'uso dell'acido picrico in pirotecnica, è vietato, in quanto è stato usato in passato come esplosivo di scoppio per proiettili d'artiglieria e bombe.

Alluminio: è un metallo usato largamente nei fuochi artificiali e si trova in commercio ridotto in polvere o a scaglie; può essere scuro (alluminio scuro), nero o brillante e ha sostituito le sostanze non più impiegate (tipo limatura di rame o zinco, che danno problemi di autoaccensione in alcune miscele, quindi sono pericolose). L'alluminio è assai leggero, quasi impalpabile, specie quello brillante. È insolubile nell'acqua ma non nell'alcool o aceto. La polvere di alluminio è spesso usata per ravvivare i colori dei miscugli pirotecnici, e per aumentarne il volume di fuoco.

Antimonio: è un semimetallo di colore bianco-grigiastro e che arde con fiamma cerulea, abbagliante, vivissima e quindi è usato per dare molto splendore alla fiammata dell'esplosione. Si adopera per il bianco ed in altre composizioni risplendenti, principalmente sotto forma di trisolfuro.



Arenadoro: chiamata anche "verdazzurro" in gergo pirotecnico, dalla forma impalpabile color verde bandiera. Serve per colorare la fiamma in azzurro.

Canfora: quando miscelata con salnitro e zolfo emana una fiamma bianchissima.

Carbonato di rame: miscelato con nitrato di stronzio produce il violetto. La miscela, ancora umida, se esposta al sole è soggetta ad autocombustione; è necessario quindi tenerla all'ombra fino al totale essiccamento.

Carbonato di sodio: serve a dare alla fiamma un colore giallo.

Carbonato di stronzio: si presenta in forma di una polvere bianca adatta per generare fiamme rosse, violetto e lilla.

Carbone di vite e carbone di quercia: il primo è usato per la preparazione delle più importanti polveri piriche. Alcune composizioni pirotecniche prevedono l'unione del carbone di vite con quello di quercia, tipicamente usato in cucina, facilmente reperibile in commercio. Per fare del carbone di vite si prende una o più fascine di viti secche a cui si dà fuoco. Man mano che brucia e si riduce in carbone, si deve smorzare con dell'acqua, si fa asciugare bene e infine si polverizza passandolo nello staccio fino. Il carbone di legno duro produce scintille vive e durevoli, quello di legno leggero (es. di cerro) è un attivante della combustione.



Clorato di bario: Si presenta bianchiccio ed impalpabile e va maneggiato con precauzione, perché è un energico ossidante. Serve per colorazioni in verde. È chimicamente instabile e le miscele che lo contengono non possono essere immagazzinate e vanno usate subito (può dare problemi di accensione spontanea).

Clorato di potassio: Questa sostanza è molto pericolosa se mescolata con zolfo, perché forma miscele esplosive estremamente sensibili agli urti meccanici e alle cariche elettrostatiche. Per questo la legge italiana vieta quasi tutte le miscele a base di clorati.

Cloruro rameico: è un sale che viene utilizzato per la colorazione sul blu-verde.

Colla di farina: serve per incollare i cartocci e i passafuochi. Si prepara immergendo un certo quantitativo di farina doppio zero in acqua molto calda e mescolando fino a formare una pasta semidensa. Tale colla è soggetta ad alterazione e per conservarla basta far disciogliere un poco di acido salicilico o del solfato di rame durante la preparazione.

Cotone e filo di bambagia: entrambi servono per confezionare gli stoppini o per rivestire i botti.

Creta: una volta stacciata, è usata per la composizione gialla o per dare consistenza.



Destrina e gomma arabica: sono utilizzati come eccipienti nei fuochi di artificio colorati, cioè servono a dare consistenza alle varie paste per la confezione degli "stoppini", delle "stelle", ecc. consentendo a questi ultimi di solidificare con una particolare forma. Al contempo, esse rallentano la combustione del composto (ma non la destrina della gomma arabica).

Gesso: utilizzato per indorare, quando miscelato nel violetto fornisce una tinta rosea.

Gommalacca: molto usata nelle composizioni rosse.

Magnesio: brillante o scuro nell'aspetto, è un metallo leggero che brucia emettendo luce bianca intensissima.

Manganese: metallo di colore bruno grigiastro, è usato come miscela per i cannoli (elementi a combustione colorata e tracciante) Oggi viene sostituito dal titanio.

Mercurio: dolce o calomelano, è costituito da una polvere bianca, fine e pesante, usato come ravvivante dei colori rosso, violetto, verde.

Nerofumo: è carbone finemente suddiviso usato nelle composizioni rosso, verde, rosee.

Nitrato di bario: è un sale di bario, impalpabile e bianco, serve per dare alla fiamma un colore verde (essendo molto igroscopico, occorrono particolari precauzioni); ha anche caratteristiche ossidanti.



Nitrato di potassio: è comunemente chiamato salnitro ed è il sale di potassio dell'acido nitrico. È conosciuto anche col nome di nitro o sale di nitro ed è l'ossidante della polvere nera.

Nitrato di sodio: è un sale del sodio che si presenta di colore giallognolo e in forma cristallina, da pestare fino a renderlo impalpabile, colora fortemente la fiamma di giallo. Siccome assorbe molta umidità, i fuochi artificiali preparati con questo sale non possono essere immagazzinati per tempi lunghi. Pertanto, si preferisce adoperarlo solo nei mesi estivi. Ha anche caratteristiche ossidanti.

Nitrato di stronzio: è un sale di stronzio, impalpabile e serve per dare alla fiamma un colore rosso porpora (essendo molto igroscopico, occorrono particolari cautele). Prima di essere adoperato, specie nei mesi umidi, è necessario farlo seccare al calore mettendolo dentro un recipiente di creta perché questo sale assorbe umidità.

Ossicloruro di rame: è usato per ottenere il colore azzurro.

Ossalato di sodio: è un sale organico che si presenta sotto forma impalpabile ed è usato in sostituzione del nitrato di sodio per le fiamme gialle.



Pece: è un miscuglio di pece greca e catrame e serve per impeciare lo spago; questa operazione è eseguita tenendo in mano la pece e facendo passare lo spago un paio di volte dopo averlo fissato con un chiodo ad un cavalletto, avvolgendolo a matassa. Generalmente la pece si presenta in pezzi e bisogna pertanto tritarla e passarla allo staccio fino. Sostituisce lo zolfo in alcune composizioni pirotecniche.

Polivinilcloruro (PVC): è usato per la composizione verde e blu come donatore di cloro.

Scialacca: è una resina di color rossiccio, ridotta in forma di polvere impalpabile. Sostituisce lo zolfo nelle combinazioni pericolose e anche la gommalacca, grazie al suo costo ridotto. Adoperata delle composizioni verde e viola.

Segatura: è usata come isolante.

Siliciuro di calcio: serve per produrre la luce bianca. Si presenta come una polvere di colore scuro, di prezzo contenuto e sostituisce l'antimonio, che è più costoso, per dare splendore alla fiamma.

Solfato di rame: è usato per il colore azzurro e si trova ridotto in polvere; viene passato allo staccio fino e serve per le fiamme azzurre. Ormai è in disuso.

Solfato di rame ammoniacale: si preferisce al più noto solfato di rame per le luci azzurre in quanto meno suscettibile di esplosione se mescolato col clorato di potassio.



Solfato di stronziana: è usato nelle fiamme rosse e gialle.

Spago: è di diversi spessori per rivestire botti e bombe di calibro diverso.

Sughero: è usato nelle composizioni azzurro e viola.

Titanio: metallo adoperato in scaglie, per effetti traccianti argento.

Verde purgato: è usato per il colore violetto.

Zinco: è un metallo bianco alquanto duro, produce un fuoco azzurrognolo misto a un allegro scoppietto.

Zolfo: tale ingrediente era molto usato in passato, ma ora è stato rimosso quasi completamente dall'arte pirotecnica e sostituito da resine come la scialacca. In commercio si trova in tre versioni: "fiore di zolfo", "zolfo in pietra", che viene pestato finemente e si adopera nelle composizioni colorate; "zolfo in polvere", adoperato nella composizione bianca. Se usato, si adopera il tipo "ventilato" caratterizzato da un'accentuata impalpabilità. È ancora utilizzato per la produzione di polvere nera, e di pirodex, entrambi utilizzati dall'industria pirotecnica come esplosivi da lancio e di scoppio per ottenere i vari effetti pirotecnici celesti che si vedono nelle sagre e nelle feste patronali o anche a capodanno.



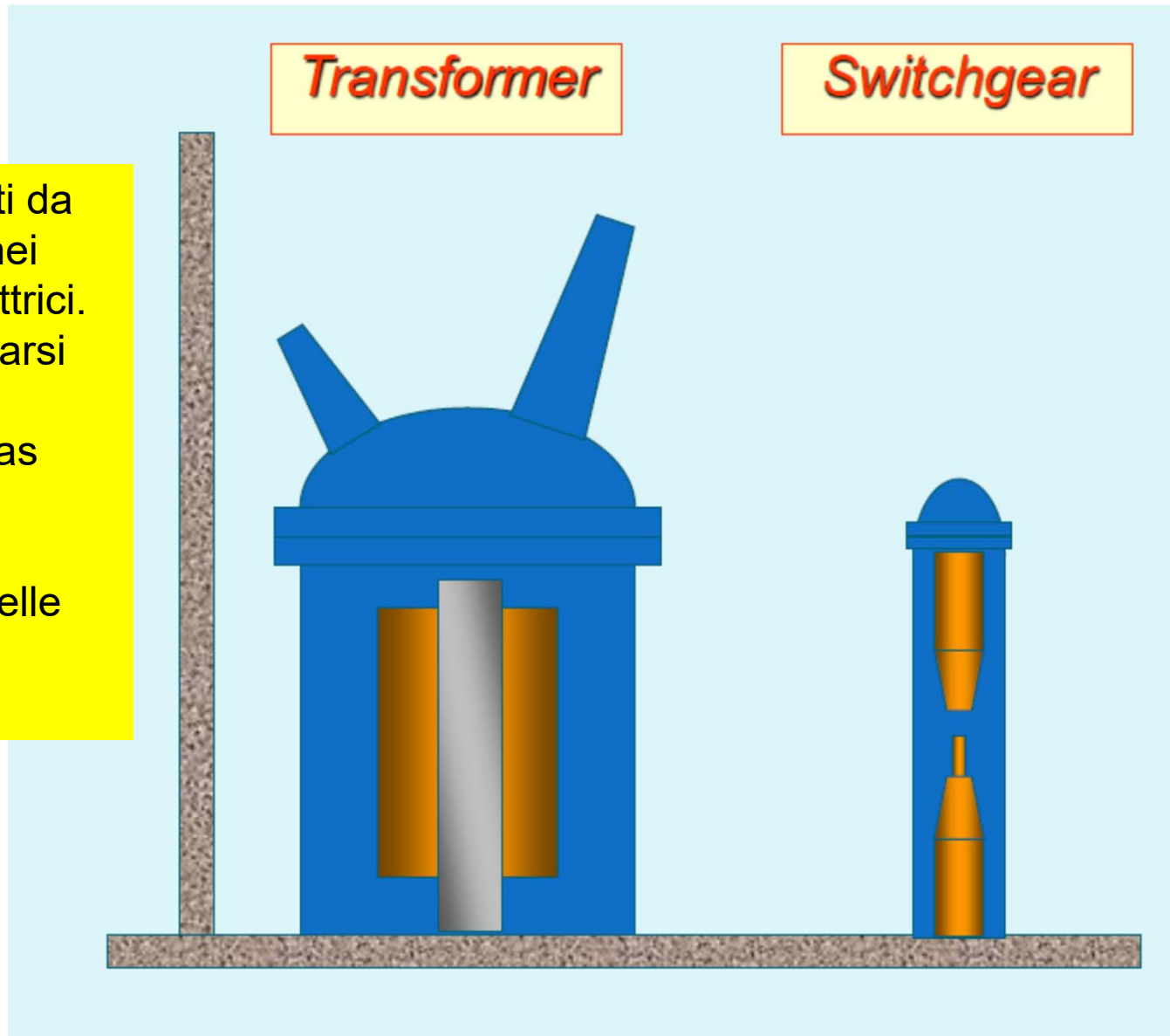
**Esplosione di trasformatori ad olio**



# Esplosione di trasformatori ad olio



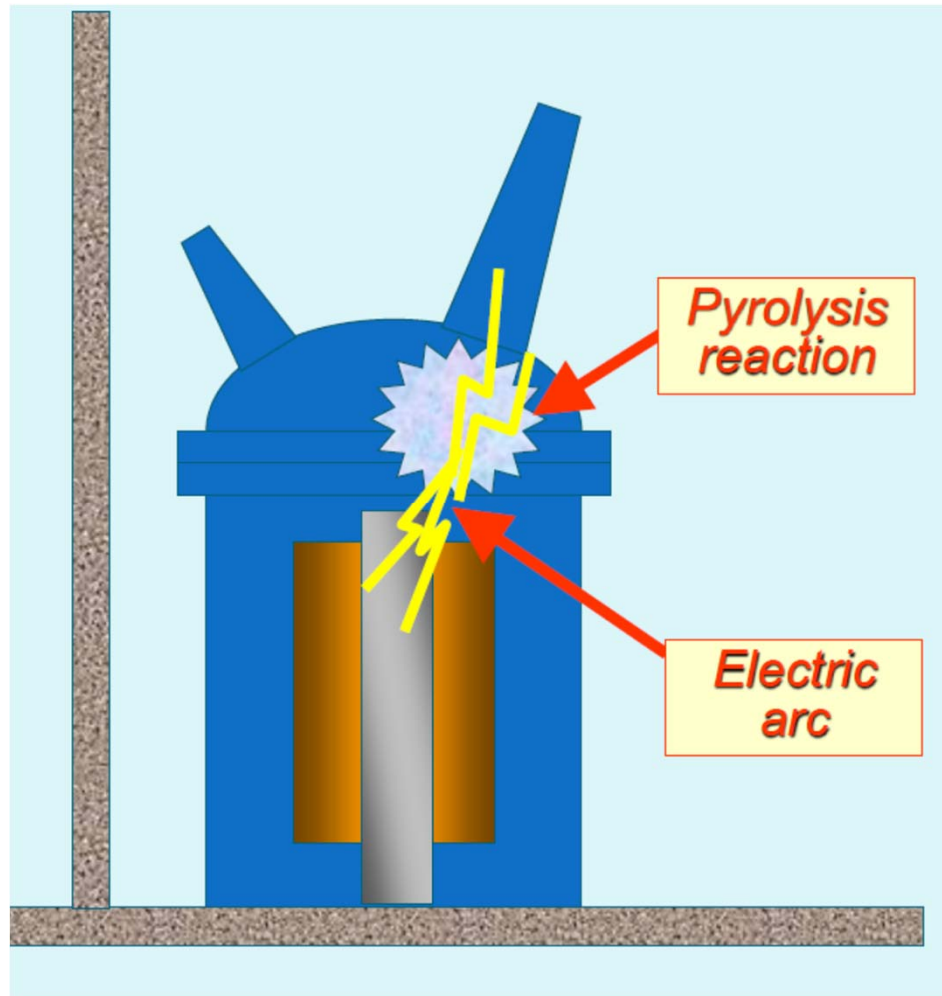
Incidenti causati da guasti elettrici nei componenti elettrici. Possono verificarsi incidenti di esplosione di gas nelle centrali idroelettriche sotterranee e nelle sottostazioni elettriche.





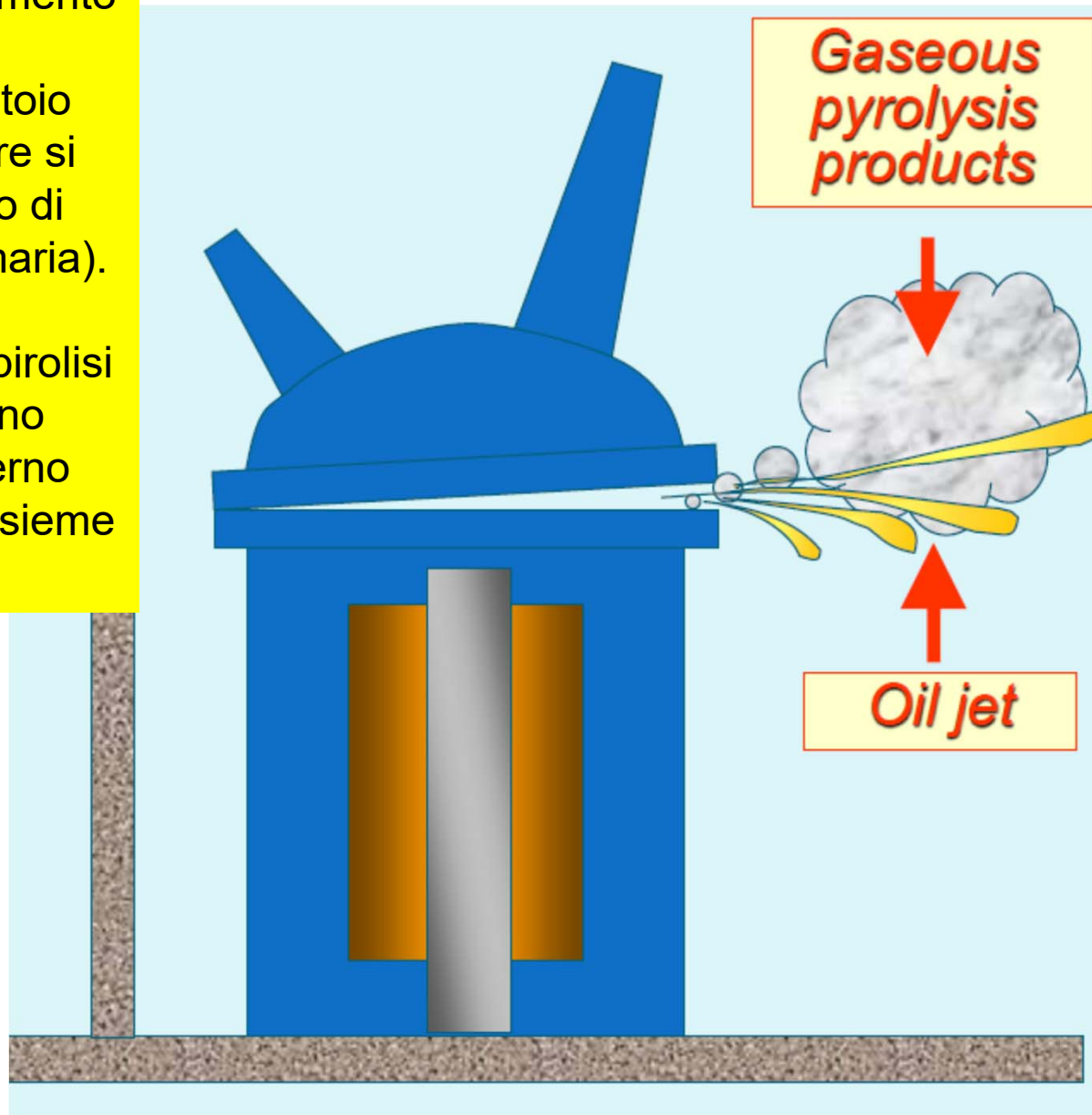
Scenari di guasto per componenti isolati dall'olio chiusi in serbatoi con bassa capacità di resistenza

Un arco elettrico all'interno del componente provoca la pirolisi di parte dell'olio.



A causa dell'aumento della pressione interna, il serbatoio del trasformatore si rompe (scenario di esplosione primaria).

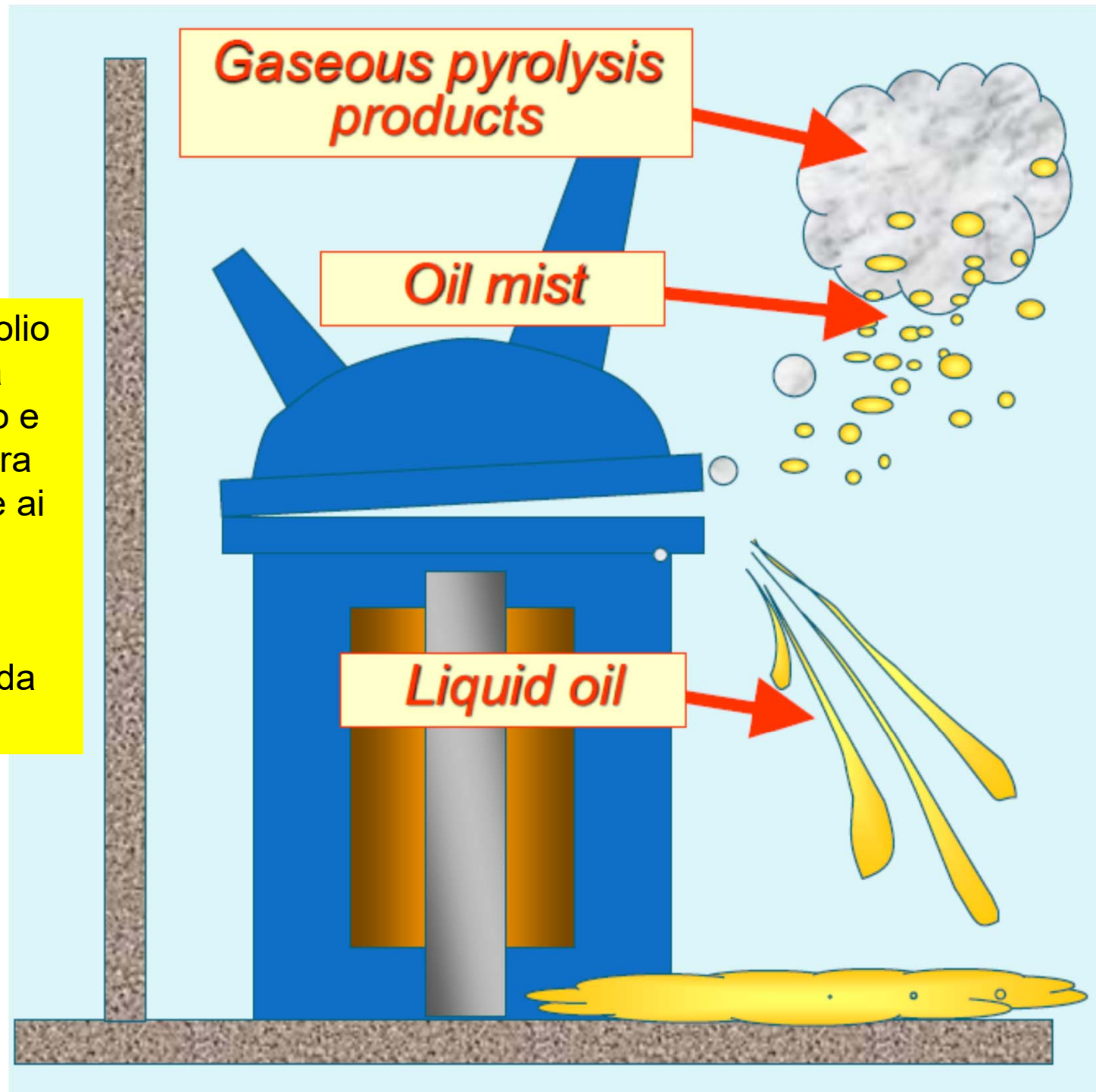
I prodotti della pirolisi gassosa vengono rilasciati all'esterno del serbatoio insieme all'olio ...





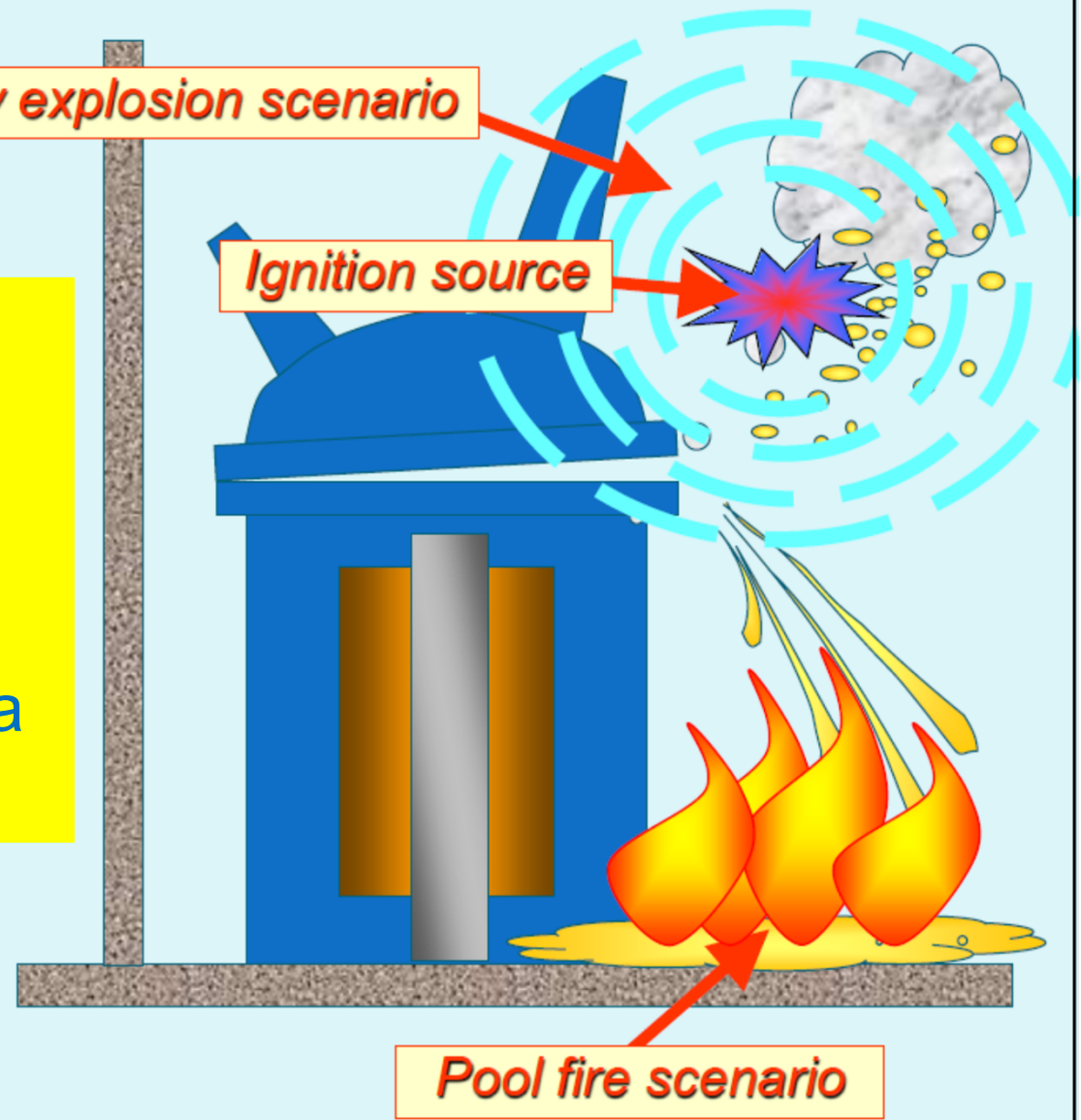
Parte del getto d'olio viene vaporizzata nella nebbia d'olio e forma un'atmosfera esplosiva insieme ai prodotti pirolitici gassosi.

L'olio in fase liquida forma una pozza.



Possono verificarsi due  
scenari di errore  
successivi:

- esplosione secondaria
- incendio in piscina





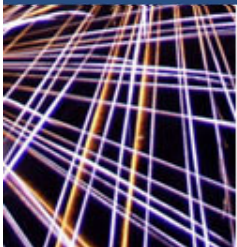
## Indicazioni operative per le aziende del settore pirotecnico. Fabbriche, depositi di fabbriche e di vendita.

**INAIL**

➤ **Valutazione dei rischi: cicli lavorativi e punti critici**



**Roma – 11/07/2018**





# Valutazione dei Rischi

- 1 *Individuazione delle condizioni generali di pericolo di esplosione*
- 2 *Identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili o polveri combustibili*
- 3 *Identificazione dei potenziali pericoli di innesco*
- 4 *Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili di un'esplosione*
- 5 *Quantificazione del livello di rischio accettabile*
- 6 *Adozione di misure finalizzate alla riduzione del rischio esplosione*



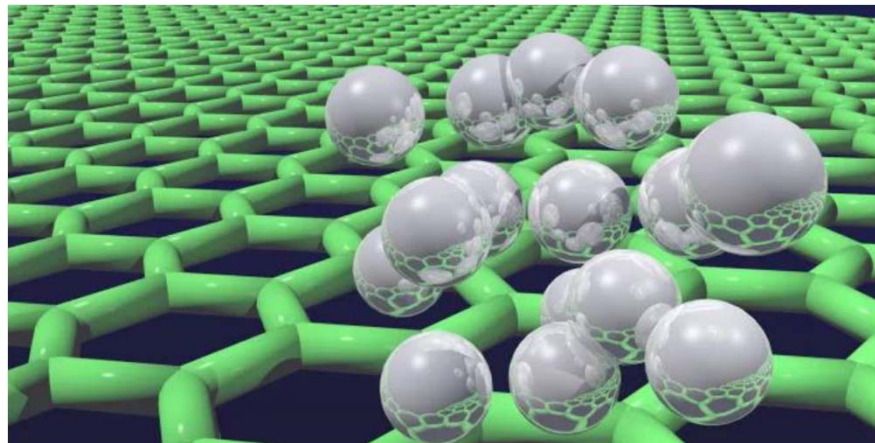
## Innovazione tecnologica e rischi emergenti

Un buon spettacolo di fuochi d'artificio ha bisogno di due componenti essenziali per fornire l'emozionante esperienza che il pubblico ama: gli effetti di **suono** e di **colore**.

Le nanotecnologie possono aiutare ad avere fuochi più spettacolari ed impensabili rispetto a quelli ottenuti con le polveri usate in passato.

Le polveri convenzionali sono caratterizzate da granulometrie dell'ordine dei 100  $\mu\text{m}$  o di poco inferiori.

Con le nanotecnologie, allo stato attuale, si possono raggiungere granulometrie di almeno 3 ordini di grandezza più fini, cioè dell'ordine dei 100 nm o addirittura inferiori.







## Innovazione tecnologica e rischi emergenti

L'uso delle nano-particelle ha anche effetto sul suono prodotto. Per ottenere lo stesso effetto sonoro (il caratteristico “boom”) bastano  $\frac{1}{4}$  della polvere passando dalla granulometria micrometrica a quella nanometrica.

Questo porta ulteriori vantaggi anche sul piano ambientale, perché riduce drasticamente la quantità di metalli pesanti rilasciati in atmosfera durante gli spettacoli pirotecnici.



## Innovazione tecnologica e rischi emergenti

Di contro sul piano della sicurezza l'introduzione delle nanoparticelle comporta invece un notevole aumento dei pericoli.

Va peraltro anche notato che spesso l'utilizzatore ignora che il petardo o il razzo utilizzato contenga nano-particelle.

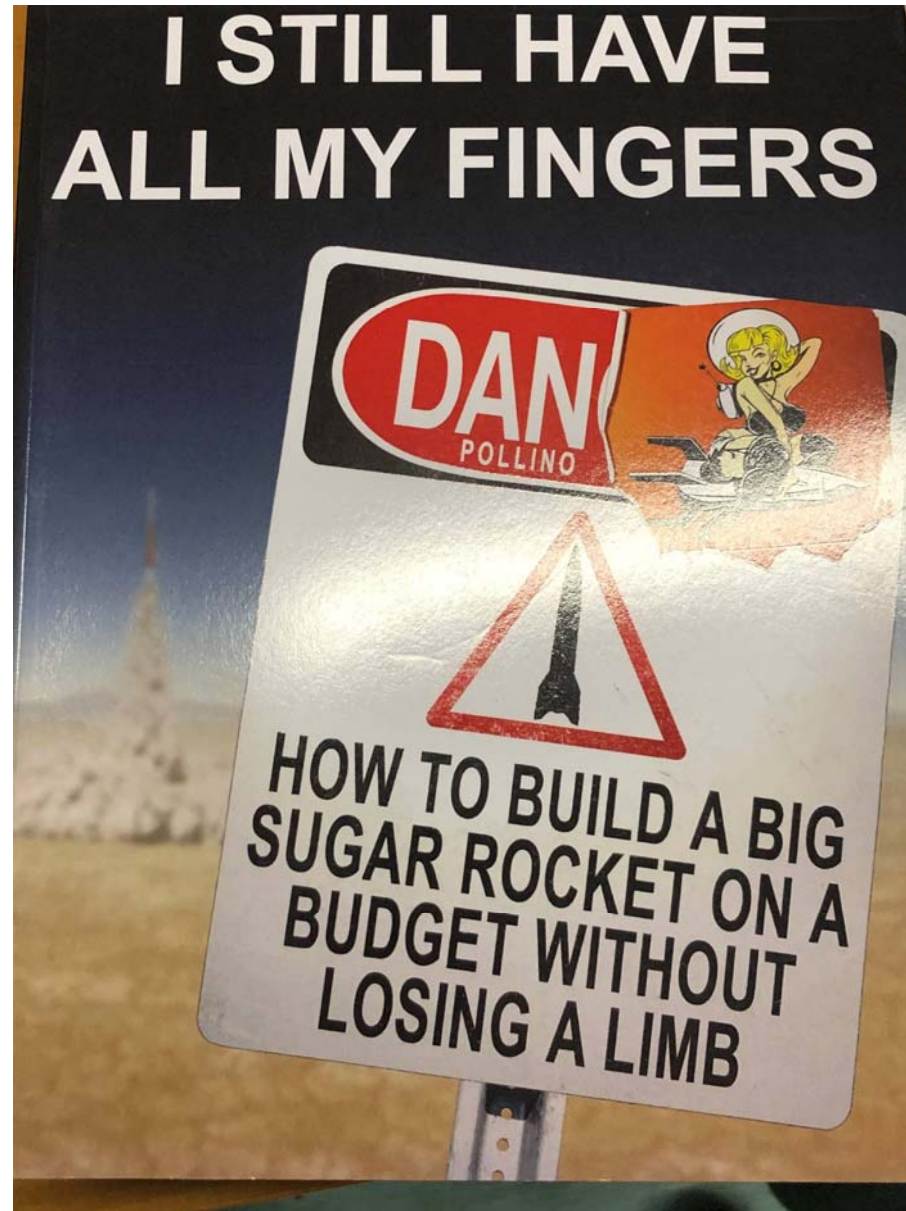
Il passaggio alle granulometrie nanometriche porta grandi vantaggi, ma occorre aumentare il livello di attenzione per evitare esplosioni indesiderate nelle fasi di lavorazione, stoccaggio e trasporto, per cui risulta essenziale che tutte le misure preventive tecniche, procedurali ed organizzative già esaminate vengano osservate in modo oltremodo scrupoloso.

In passato certi comportamenti incauti degli operatori potevano restare anche senza conseguenze, oggi tali materiali innovativi non perdonano più!

...e per finire...

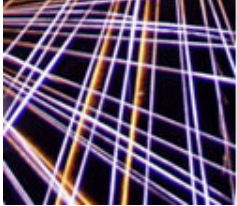


# Un'ultimo suggerimento bibliografico



Grazie per l'attenzione e  
auguri!





# La chimica: una scienza esplosiva

di Marco Trifuoggi



## 08.30 - 11.30: LA TAVOLA PERIODICA: UNA ESPLOSIONE DI COLORI

Moderata **Rossella Fasulo**, *Consigliere Segretario Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*

INTERVENGONO:

### INTRODUZIONE ALLA TAVOLA PERIODICA: UNA ESPLOSIONE DI COLORI

**Biagio Naviglio**, *Presidente Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*

### LA CHIMICA: UNA SCIENZA ESPLOSIVA

**Marco Trifuoggi**, *Dipartimento di Scienze Chimiche, Università degli Studi di Napoli Federico II*

### SE LA CHIMICA È VERDE IL MARE È BLU

**Francesco Ruffo**, *Dipartimento di Scienze Chimiche, Università degli Studi di Napoli Federico II*

## AGGIORNAMENTO PROFESSIONALE

### LE NOVITÀ DELLA FORMAZIONE PROFESSIONALE DEI CHIMICI E DEI FISICI

**Martino Di Serio**, *Consigliere Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*

## 11.30: COFFEE BREAK

## 11.30 - 13.30: ASSEMBLEA

INTERVENGONO:

**Biagio Naviglio**, *Presidente Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*

**Rossella Fasulo**, *Consigliere Segretario Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*

**Maria Elisabetta Cipolletti**, *Consigliere Tesoriere Ordine Regionale dei Chimici e dei Fisici della Campania*



ID: 1826-281165 ED. 1  
Riconosciuti **5 crediti ECM**  
per **Chimici e Fisici**



**Segreteria organizzativa**  
Phoenix Srl Provider ECM n. 1826  
segreteria@phoenixformazione.it  
0810202976





# LA TAVOLA PERIODICA: UNA ESPLOSIONE DI COLORI

Ordine Regionale dei  
Chimici e dei Fisici della Campania

1 <b>H</b> Idrogeno 1.00794																	2 <b>He</b> Elio 4.002602				
3 <b>Li</b> Litio 6.941	4 <b>Be</b> Berillio 9.012182															5 <b>B</b> Boro 10.811	6 <b>C</b> Carbonio 12.0107	7 <b>N</b> Azoto 14.0067	8 <b>O</b> Ossigeno 15.9994	9 <b>F</b> Fluoro 18.9984032	10 <b>Ne</b> Neon 20.1797
11 <b>Na</b> Sodio 22.98976928	12 <b>Mg</b> Magnesio 24.3050															13 <b>Al</b> Alluminio 26.9815386	14 <b>Si</b> Silicio 28.0855	15 <b>P</b> Fosforo 30.973762	16 <b>S</b> Zolfo 32.065	17 <b>Cl</b> Cloro 35.453	18 <b>Ar</b> Argon 39.948
19 <b>K</b> Potassio 39.0983	20 <b>Ca</b> Calcio 40.078	21 <b>Sc</b> Scandio 44.955912	22 <b>Ti</b> Titanio 47.867	23 <b>V</b> Vanadio 50.9415	24 <b>Cr</b> Cromo 51.9961	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938045	26 <b>Fe</b> Ferro 55.845	27 <b>Co</b> Cobalto 58.933195	28 <b>Ni</b> Nichel 58.6934	29 <b>Cu</b> Rame 63.546	30 <b>Zn</b> Zinco 65.38	31 <b>Ga</b> Gallio 69.723	32 <b>Ge</b> Germanio 72.64	33 <b>As</b> Arsenico 74.92160	34 <b>Se</b> Selenio 78.96	35 <b>Br</b> Bromo 79.904	36 <b>Kr</b> Kriptone 83.798				
37 <b>Rb</b> Rubidio 85.4678	38 <b>Sr</b> Stronzio 87.62	39 <b>Y</b> Ittrio 88.90585	40 <b>Zr</b> Zirconio 91.224	41 <b>Nb</b> Niobio 92.90638	42 <b>Mo</b> Molibdeno 95.96	43 <b>Tc</b> Tecnecio (97.9072)	44 <b>Ru</b> Rutenio 101.07	45 <b>Rh</b> Rodio 102.90550	46 <b>Pd</b> Palladio 106.42	47 <b>Ag</b> Argento 107.8682	48 <b>Cd</b> Cadmio 112.411	49 <b>In</b> Indio 114.818	50 <b>Sn</b> Stagno 118.710	51 <b>Sb</b> Antimonio 121.760	52 <b>Te</b> Tellurio 127.60	53 <b>I</b> Iodio 126.90447	54 <b>Xe</b> Xenone 131.293				
55 <b>Cs</b> Cesio 132.9054519	56 <b>Ba</b> Bario 137.327	57-71 <b>La-Lu</b>	72 <b>Hf</b> Afnio 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalio 180.94788	74 <b>W</b> Tungsteno 183.84	75 <b>Re</b> Renio 186.207	76 <b>Os</b> Osmio 190.23	77 <b>Ir</b> Iridio 192.217	78 <b>Pt</b> Platino 195.084	79 <b>Au</b> Oro 196.966569	80 <b>Hg</b> Mercurio 200.59	81 <b>Tl</b> Tallio 204.3833	82 <b>Pb</b> Piombo 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuto 208.98040	84 <b>Po</b> Polonio (208.9824)	85 <b>At</b> Astatio (209.9871)	86 <b>Rn</b> Radone (222.0176)				
87 <b>Fr</b> Francio (223)	88 <b>Ra</b> Radio (226)	89-103 <b>Ac-Lr</b>	104 <b>Rf</b> Rutherfordio (261)	105 <b>Db</b> Dubnio (262)	106 <b>Sg</b> Seaborgio (266)	107 <b>Bh</b> Bohrlio (264)	108 <b>Hs</b> Hassio (277)	109 <b>Mt</b> Meitnerio (268)	110 <b>Ds</b> Darmstadtio (271)	111 <b>Rg</b> Roentgenio (272)	112 <b>Cn</b> Copernicio (285)	113 <b>Uut</b> Ununtrio (284)	114 <b>Fl</b> Flerovio (289)	115 <b>Uup</b> Ununpentio (288)	116 <b>Lv</b> Livermorio (292)	117 <b>Uus</b> Ununseptio (294)	118 <b>Uuo</b> Ununoctio (294)				

57 <b>La</b> Lantanio 138.90547	58 <b>Ce</b> Cerio 140.116	59 <b>Pr</b> Praseodimio 140.90765	60 <b>Nd</b> Neodimio 144.242	61 <b>Pm</b> Promezio (145)	62 <b>Sm</b> Samario 150.36	63 <b>Eu</b> Europio 151.964	64 <b>Gd</b> Gadolinio 157.25	65 <b>Tb</b> Terbio 158.92535	66 <b>Dy</b> Disprosio 162.5	67 <b>Ho</b> Olmio 164.93032	68 <b>Er</b> Erbio 167.259	69 <b>Tm</b> Tullio 168.93421	70 <b>Yb</b> Itterbio 173.054	71 <b>Lu</b> Lutezio 174.9668
89 <b>Ac</b> Attinio (227)	90 <b>Th</b> Torio 232.03806	91 <b>Pa</b> Protoattinio 231.03588	92 <b>U</b> Uranio 238.02891	93 <b>Np</b> Nettunio (237)	94 <b>Pu</b> Plutonio (244)	95 <b>Am</b> Americio (243)	96 <b>Cm</b> Curio (247)	97 <b>Bk</b> Berkelio (247)	98 <b>Cf</b> Californio (251)	99 <b>Es</b> Einsteinio (252)	100 <b>Fm</b> Fermio (257)	101 <b>Md</b> Mendelevio (258)	102 <b>No</b> Nobelio (259)	103 <b>Lr</b> Laurenzio (262)

## SABATO 14 DICEMBRE 2019

### GRAND HOTEL SALERNO

Lungomare Clemente Tafuri 1, 84127(SA)