

In ogni processo chimico esiste sempre la possibilità che la velocità di generazione 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: una reazione fuggitiva è la conseguenza della perdita di controllo della temperatura della reazione. Questo fenomeno, definito anche **esplosione termica**, comporta un aumento della velocità di reazione con il possibile raggiungimento di una temperatura alla quale iniziano reazioni secondarie di decomposizione con aumento di pressione.

### Obiettivo del corso

Gli incidenti provocati da reazioni fuggitive sono alquanto numerosi e le cause principali risultano equamente suddivise tra:

- mancanza di conoscenze della chimica e termochimica del processo;
- inadeguata capacità di smaltimento del calore;
- errori operativi;
- errori nella progettazione.

Per evitare le condizioni che possono portare ad una esplosione termica è quindi necessario avere una completa conoscenza della chimica e della termochimica (dati cinetici e termodinamici) della reazione desiderata e delle possibili reazioni secondarie, oltre che delle caratteristiche di stabilità termica e delle proprietà fisiche dei reagenti, degli intermedi e dei prodotti.

Non è sufficiente che i vari stadi del processo siano stati realizzati senza incidenti su scala di laboratorio, poiché le condizioni dell'impianto sono molto diverse. In altre parole, il fattore decisivo per la riduzione dei pericoli di natura termica è la conoscenza.

L'obiettivo di questo corso è quello di addestrare i partecipanti a identificare e a valutare i pericoli connessi con le **reazioni fuggitive** e di illustrare le moderne tecniche calorimetriche e termoanalitiche disponibili per misurare e quantificare tali pericoli. I partecipanti al corso impareranno a interpretare i dati di laboratorio e a scegliere le varie opzioni ingegneristiche per eliminare o ridurre i pericoli.

## Programma:

### 1. Aspetti di sicurezza nello sviluppo di processi chimici

#### **Le combustioni esplosive e le reazioni fuggitive**

Le reazioni fuggitive e differenze dalle combustioni esplosive. Teoria dell'esplosione termica. Condizioni adiabatiche.

#### **Richiami di termochimica**

Definizioni. Calore di reazione. La legge di Hess. Calore di combustione. Calore di formazione (metodo dei contributi di gruppo di Benson). Esempi di calcolo delle proprietà termodinamiche di alcune reazioni di importanza industriale.

#### **Sostanze instabili e reattive**

Definizione di reattività.  $\Delta H$  di polimerizzazione e di decomposizione. Sviluppo di gas e aumento di pressione. Identificazione di strutture instabili. Sostanze che reagiscono con l'acqua. Sostanze perossidabili. Incompatibilità. Effetto dei sostituenti sulla stabilità termica. Grado di pericolosità delle reazioni chimiche.

### 2. Criteri di previsione dell'instabilità termica

Ruolo della termodinamica. Il concetto di Massimo Calore di Decomposizione. Il bilancio di ossigeno. Il programma *CHETAH* dell'ASTM. Confronto con i dati sperimentali. Valutazione dell'incompatibilità. La banca dati *THARSAN* della Stazione sperimentale per i Combustibili.

### 3. I pericoli di natura termica e la loro individuazione

#### **Strumenti e procedimenti per lo studio della reazione desiderata**

Procedure sperimentali per la valutazione dei pericoli di natura termica. La calorimetria di reazione. L'accoppiamento con sonde particolari. Esempi di applicazione della calorimetria di reazione (reazioni di metilazione, di ciclizzazione, di nitrizzazione, di esterificazione, di epossidazione, di riduzione, ecc.).

### 4. Strumenti e procedimenti per lo studio delle reazioni di decomposizione

La temperatura di decomposizione. Le tecniche termoanalitiche: Termogravimetria, Termogravimetria derivativa, Analisi termica differenziale e Calorimetria differenziale a scansione. Le prove ASTM:

valutazione della stabilità termica, valutazione della stabilità termica a temperatura costante, valutazione delle costanti cinetiche di Arrhenius. La calorimetria adiabatica: Vasi Dewar, PHI-Tec, Accelerating Rate Calorimeter (ARC). Le prove di laboratorio e l'interpretazione dei dati. La regola dei 100°C.

### 5. L'identificazione dei prodotti di decomposizione.

Rilascio accidentale di sostanze chimiche. Analisi TG-FTIR: individuazione di sostanze pericolose.

### 6. Sviluppo e scale up di un processo Realizzazione delle misure di sicurezza

Scelta delle misure di sicurezza. Utilizzo dei dati sperimentali. Diagramma di stabilità. Controllo della temperatura. Effetto dei contaminanti. Modifica delle condizioni di processo. Agitazione. Limitazione dei danni (sfogo della pressione).

### 7. Incidenti da reazioni fuggitive: discussione di alcuni casi studiati dalla Stazione sperimentale per i Combustibili

Statistiche. Reazioni e operazioni particolarmente pericolose. Mancanza di conoscenze sulla chimica/termochimica della reazione. Accumulo di reagenti. Presenza di impurezze. Inadeguato smaltimento del calore di reazione. Guasti e/o fermata dell'agitatore. Inadeguato controllo della temperatura. Errori operativi. Errori nella progettazione.



Per ulteriori informazioni

dott. Angelo Lunghi  
Stazione sperimentale per i Combustibili  
Viale A. De Gasperi, 3  
20097 SAN DONATO MILANESE (MI)  
tel. 02/51604.224 – fax 02/514286  
e-mail: lunghi@ssc.it

# SCHEDA DI ISCRIZIONE

## “Studio e valutazione delle reazioni fuggitive”

Si prega di compilare in ogni sua parte, firmare la seguente scheda e spedire all'attenzione della Segreteria Corsi (Sig.ra Del Bono), a mezzo fax al numero 02/514286 o email all'indirizzo [delbono@ssc.it](mailto:delbono@ssc.it).

### DATI DEL PARTECIPANTE:

Nome e Cognome \_\_\_\_\_

Data del Corso \_\_\_\_\_

Società \_\_\_\_\_

Indirizzo \_\_\_\_\_

CAP \_\_\_\_\_ Città \_\_\_\_\_

Prov. \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Sconto 10%: Federchimica  GISAC  Ordine interprovinciale dei  
Chimici della Lombardia

### DATI PER LA FATTURAZIONE:

Ragione Sociale: \_\_\_\_\_

Indirizzo \_\_\_\_\_

CAP \_\_\_\_\_ Città \_\_\_\_\_

Prov \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Partita IVA: \_\_\_\_\_

Codice Fiscale: \_\_\_\_\_

Indirizzo di spedizione (solo se diverso dall'intestazione): \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_ Timbro e firma \_\_\_\_\_

Per sapere dove siamo consulta il sito [www.ssc.it](http://www.ssc.it)

### Destinatari:

Il corso è rivolto ai responsabili delle ricerche, ai responsabili della progettazione, gestione, manutenzione, modifica di impianti, ai responsabili della sicurezza, ai funzionari tecnici della Pubblica Amministrazione che per le loro funzioni sono interessati alla sicurezza di processo. E' rivolto anche ai neolaureati interessati a conseguire una specializzazione nel settore.

### Struttura didattica:

Il corso sarà ripetuto in due edizioni, a maggio e a novembre, per permettere ai partecipanti la scelta del periodo più adatto.

Ogni corso, della durata di tre giorni, si articolerà in lezioni in aula e in esercitazioni in laboratorio. Ai partecipanti, unitamente al materiale didattico, verrà distribuita copia del volume "Incidenti in ambiente chimico - Guida allo studio e alla valutazione delle reazioni fuggitive". Ai partecipanti verrà rilasciato un attestato di frequenza.

### Sede e orario:

Il corso si svolge con il seguente orario: 9.00 – 13.00 e 14.00 – 17.00.

I corsi si tengono nell'apposita sala della Stazione Sperimentale per i Combustibili, V.le De Gasperi, 3 S. Donato Milanese (MI).

La SSC può essere raggiunta in auto attraverso il tratto terminale dell'autostrada A1 (uscita San Donato Milanese - SNAM), in treno dalla Stazione Centrale mediante la linea metropolitana 3 (gialla), fermata San Donato (uscita San Donato Centro), in aereo dall'aeroporto di Linate mediante taxi (7 km). A causa della difficoltà di parcheggio nella zona di Metanopoli, si consiglia vivamente di lasciare l'auto nel parcheggio multipiano della metropolitana di San Donato (aperto dalle 6.00 all'1.00, prezzo medio: 2,1 € per soste oltre le 8 ore).

### Quota di partecipazione:

La quota di partecipazione è di 1600,00 € (+ IVA salvo espressa richiesta di esenzione prevista dall'art. 14 comma 10, della legge 537/93). Le quote di partecipazione si devono intendere per partecipante e comprendono il materiale didattico, la colazione di lavoro ed i coffee break per l'intera durata del corso.

Gli iscritti a Federchimica, al GISAC e all'ordine interprovinciale dei Chimici della Lombardia avranno diritto ad uno sconto del 10% sulla quota di iscrizione.

### Modalità di iscrizione:

Mediante l'invio della scheda d'iscrizione, o di una sua fotocopia, debitamente compilata e firmata all'attenzione della Segreteria Corsi (Sig.ra Del Bono), a mezzo fax al numero 02/514286 o email all'indirizzo [delbono@ssc.it](mailto:delbono@ssc.it).

L'iscrizione è vincolante se non disdetta con lettera raccomandata e con preavviso telefonico almeno sette giorni prima della data di inizio del corso. In caso di mancata partecipazione al corso per il quale sia stata inviata regolare iscrizione, non disdetta nei termini sopra indicati, verrà comunque fatturato il 30% della quota di partecipazione con il diritto della persona o azienda iscritta a richiedere la documentazione didattica distribuita al corso stesso. È comunque ammessa, in qualsiasi momento, la sostituzione del partecipante.

### Modalità di pagamento:

Esclusivamente a ricevimento fattura tramite bonifico bancario sul c/c intestato a Stazione sperimentale per i Combustibili IBAN IT24 S03069 84561 213405003927-INTESA SANPAOLO Spa - Ag. 4269 Piazzale Supercortemaggiore, 2 – 20097 San Donato Milanese (MI)

N.B.: Per richieste di emissione anticipata della fattura o per problemi di natura amministrativa, si prega di contattare la Sig.ra Antonella Spazian, Tel. 02/51604271 e-mail: [spazian@ssc.it](mailto:spazian@ssc.it)



STAZIONE  
SPERIMENTALE  
per i  
COMBUSTIBILI



Organizza  
la 26<sup>a</sup> e 27<sup>a</sup> edizione del corso di  
aggiornamento su:

STUDIO E VALUTAZIONE  
DELLE REAZIONI  
FUGGITIVE

12, 13, 14 maggio 2010  
10, 11, 12 novembre 2010

Stazione Sperimentale per i Combustibili  
Viale A. De Gasperi, 3  
20097 San Donato Mil.se (MI)

Con il patrocinio di

  
Gruppo interdivisionale  
Sicurezza in Ambiente Chimico  
Società Chimica Italiana

 FEDERCHIMICA  
CONFINDUSTRIA



 ORDINE INTERPROVINCIALE  
DEI CHIMICI DELLA LOMBARDIA

Ordine Interprovinciale dei  
Chimici della Lombardia