



L'incendio e la prevenzione



50
Sn
Stagno
118,71

2
8
18
18
4

Serie	Metalli di post-transizione	Punto di fusione	231,93 °C	Modulus, bulk	58 GPa
Write-up	Stagno	Punto di ebollizione	2.602 °C	Densità, STP	7.310 kg/m ³
State at -273 °C	Solidi	Affinità elettronica	107,3 kJ/mol	Conductivity, thermal	67 W/mK
Weight	118,710 u	Energia di ionizzazione, 1°	708,6 kJ/mol	Heat, specific	217 J/kgK
Energy levels	2, 8, 18, 18 e 4	Radius, calculated	145 pm	Abundance, universe	4,0E-7 %
Elettronegatività	1,96	Durezza, Brinell	51 MPa	Scoperto	3000 a.C.

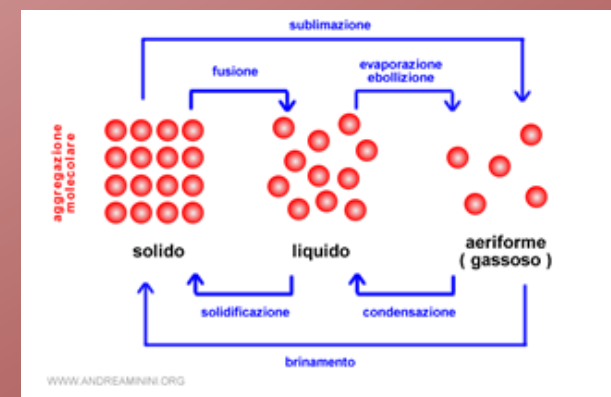
Temperatura - + -273 °C -459 °F 0 K

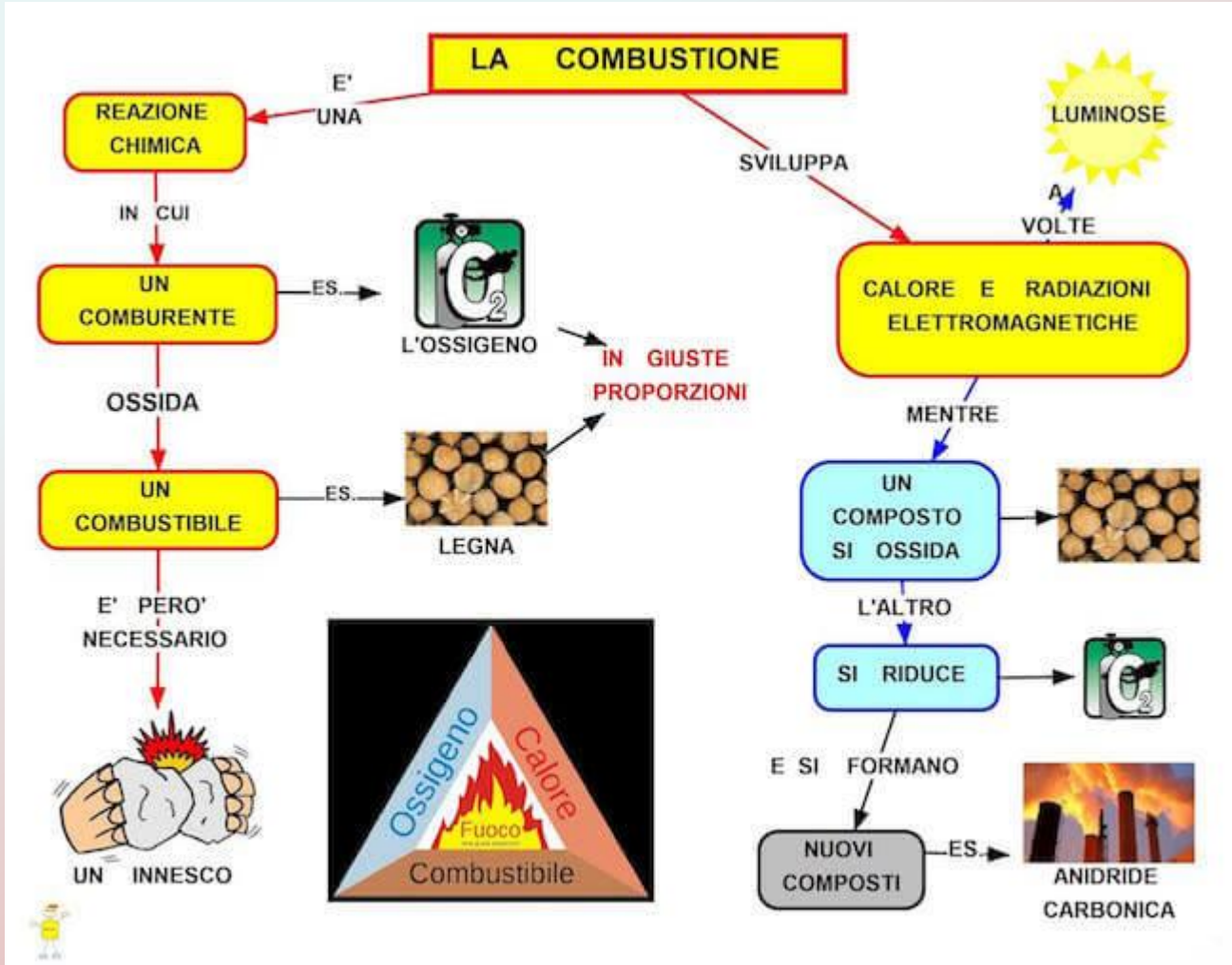
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																		
1 H Idrogeno 1,008		2 He Elio 4,0026												3 Li Litio 6,94		4 Be Berillio 9,0122		5 B Boro 10,81		6 C Carbonio 12,011		7 N Azoto 14,007		8 O Ossigeno 15,999		9 F Fluoro 18,998		10 Ne Neon 20,180							
11 Na Sodio 22,990		12 Mg Magnesio 24,305												13 Al Alluminio 26,982		14 Si Silicio 28,085		15 P Fosforo 30,974		16 S Zolfo 32,06		17 Cl Cloro 35,45		18 Ar Argon 39,948											
19 K Potassio 39,098		20 Ca Calcio 40,078		21 Sc Scandio 44,956		22 Ti Titanio 47,867		23 V Vanadio 50,942		24 Cr Cromo 51,996		25 Mn Manganese 54,938		26 Fe Ferro 55,845		27 Co Cobalto 58,933		28 Ni Nichel 58,693		29 Cu Rame 63,546		30 Zn Zinco 65,38		31 Ga Gallio 69,723		32 Ge Germanio 72,630		33 As Arsenico 74,922		34 Se Selenio 78,971		35 Br Bromo 79,904		36 Kr Krypton 83,798	
37 Rb Rubidio 85,468		38 Sr Stronzio 87,62		39 Y Ittrio 88,906		40 Zr Zirconio 91,224		41 Nb Niobio 92,906		42 Mo Molibdeno 95,95		43 Tc Tecnezio (98)		44 Ru Rutenio 101,07		45 Rh Rodio 102,91		46 Pd Palladio 106,42		47 Ag Argento 107,87		48 Cd Cadmio 112,41		49 In Indio 114,82		50 Sn Stagno 118,71		51 Sb Antimonio 121,76		52 Te Tellurio 127,60		53 I Iodio 126,90		54 Xe Xeno 131,29	
55 Cs Cesio 132,91		56 Ba Bario 137,33		57-71		72 Hf Hafnio 178,49		73 Ta Tantalio 180,95		74 W Tungsteno 183,84		75 Re Renio 186,21		76 Os Osmio 190,23		77 Ir Iridio 192,22		78 Pt Platino 195,08		79 Au Oro 196,97		80 Hg Mercurio 200,59		81 Tl Tallio 204,38		82 Pb Piombo 207,2		83 Bi Bismuto 208,98		84 Po Polonio (209)		85 At Astatio (210)		86 Rn Radon (222)	
87 Fr Francio (223)		88 Ra Radio (226)		89-103		104 Rf Rutherfordio (267)		105 Db Dubnio (268)		106 Sg Seaborgio (269)		107 Bh Bohrio (270)		108 Hs Hassio (277)		109 Mt Meitnerio (278)		110 Ds Darmstadtio (281)		111 Rg Roentgenio (282)		112 Cn Copernicio (285)		113 Nh Nihonio (286)		114 Fl Flerovio (289)		115 Mc Moscovio (290)		116 Lv Livermorio (293)		117 Ts Tennesso (294)		118 Og Oganesson (294)	
57 La Lantanio 138,91		58 Ce Cerio 140,12		59 Pr Praseodimio 140,91		60 Nd Neodimio 144,24		61 Pm Promezio (145)		62 Sm Samario 150,36		63 Eu Europio 151,96		64 Gd Gadolinio 157,25		65 Tb Terbio 158,93		66 Dy Disprozio 162,50		67 Ho Olimio 164,93		68 Er Erbio 167,26		69 Tm Tullio 168,93		70 Yb Itterbio 173,05		71 Lu Lutezio 174,97							
89 Ac Attinio (227)		90 Th Torio 232,04		91 Pa Protoattinio 231,04		92 U Uranio 238,03		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 (266)							

Per gli elementi senza isotopi stabili, le masse atomiche indicate sono quelle degli isotopi più stabili o più comuni.

La tavola periodica, ideata dal chimico russo Mendeleev nel 1869, è lo schema utilizzato per la classificazione degli elementi chimici.

Questi sono ordinati in sequenza, sulla base del loro *numero atomico* e a seconda del numero e della *disposizione degli elettroni* attorno al nucleo dell'atomo.





Si dice **combustione** qualunque reazione chimica nella quale un **combustibile**, sostanza ossidabile, reagisce con un **comburente**, sostanza ossidante, liberando **energia**, in genere sotto forma di **calore**.

Nella definizione il termine **ossidazione** va inteso nel significato che ha in chimica, cioè come **perdita di elettroni**.

Quando più atomi entrano in competizione per gli stessi elettroni, hanno il sopravvento i più elettronegativi, e riescono ad attirare verso di sé gli elettroni contesi.

Così i **combustibili**, entrando in contatto con i comburenti, perdono elettroni, cioè **si ossidano**, mentre i comburenti **si riducono**, cioè acquistano elettroni.

La combustione è caratterizzata da numerosi parametri fisici e chimici. Analizziamo i principali.

Temperatura di infiammabilità

La temperatura minima alla quale i liquidi infiammabili o combustibili emettono vapori in quantità tali da incendiarsi in caso di innesco. I liquidi sono in equilibrio con i propri vapori che si sviluppano sulla superficie di separazione tra pelo libero del liquido e aria. La combustione avviene quando, in corrispondenza della suddetta superficie i vapori dei liquidi infiammabili o combustibili, miscelandosi con l'ossigeno dell'aria sono opportunamente innescati.

Temperatura di accensione (o di autoaccensione)

La minima temperatura alla quale la miscela combustibile - comburente inizia a bruciare spontaneamente in modo continuo senza ulteriore apporto di calore o di energia dall'esterno.

Aria teorica di combustione

La quantità di aria necessaria per raggiungere la combustione completa del materiale combustibile.

T. INFIAMMABILITA'

Inizio emissione
vapori infiammabili
250°



T. ACCENSIONE

Inizio emissione
vapori infiammabili
350°



INNESCO



FIAMMA

SOLIDO



T. COMBUSTIONE

600°/650°



LIQUIDI

	T. INFIAMMABILITA'	T. ACCENSIONE	T. COMBUSTIONE
GASOLIO	60 ° C	200° C	800/900°
BENZINA	-20° C	300° C	800/900°

GAS

Se leggiamo



T. INFIAMMABILITA' = - 48 °C



siamo già nella condizione ideale



Limiti di infiammabilità

Tali limiti individuano il campo di infiammabilità all'interno del quale si ha, in caso d'innescò, l'accensione e la propagazione della fiamma nella miscela. Si dividono in:

- Limite inferiore di infiammabilità - La più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha accensione in presenza di innesco per carenza di combustibile
- Limite superiore di infiammabilità - la più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha accensione in presenza di innesco per eccesso di combustibile limite superiore di infiammabilità

Limiti di esplodibilità

I limiti di esplodibilità sono posizionati all'interno del campo di infiammabilità.

- Limite inferiore di esplodibilità - La più bassa concentrazione in volume di vapore della miscela al di sotto della quale non si ha esplosione in presenza di innesco
- Limite superiore di esplodibilità - La più alta concentrazione in volume di vapore della miscela al di sopra della quale non si ha esplosione in presenza di innesco

Temperatura teorica di combustione

Il più elevato valore di temperatura che è possibile raggiungere nei prodotti di combustione di una sostanza.

TEMPERATURA DELLE FIAMME

I valori indicativi della temperatura delle fiamme varia a seconda del tipo di combustibile:

- Combustibili solidi: da 500 a 800 °C
- Combustibili liquidi: da 1300 a 1600 °C
- Combustibili gassosi: da 1600 a 3000 °C

Potere calorifico

Quantità di calore prodotta dalla combustione completa dell'unità di massa o di volume; si definisce:

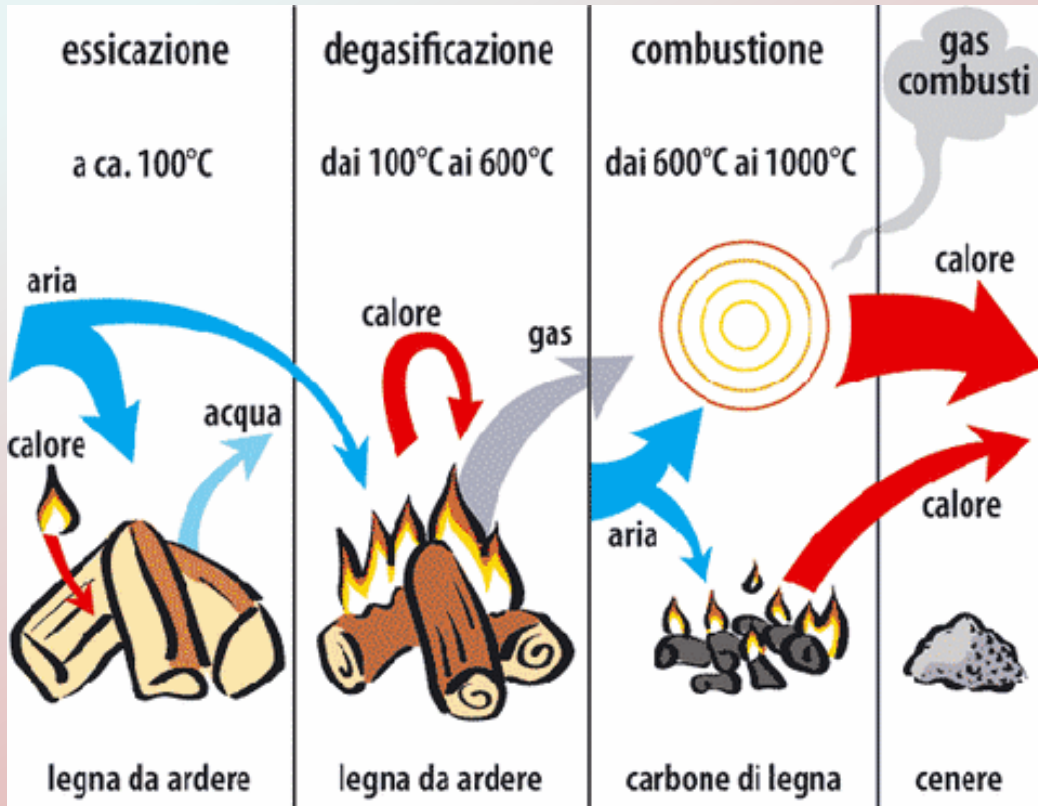
- **Potere calorifico superiore (P.C.S.)** - Si considera anche il calore di condensazione del vapore d'acqua prodotto (calore latente di vaporizzazione)
- **Potere calorifico inferiore (P.C.I.)** - Non si considera il calore di evaporazione del vapore acqueo.

In genere nella prevenzione incendi viene considerato sempre il potere calorifico inferiore.

Tabella dei combustibili			
combustibili	composizione		potere calorifico
Legna	Carbonio 40%	+ altre sostanze	2 500 kcal/kg
Carbone (lignite)	Carbonio 70%	+ altre sostanze	5 500 kcal/kg
Carbone (litantrace)	Carbonio 90%	+ altre sostanze	8 800 kcal/kg
Benzine	Carbonio 30%	+ Idrogeno 70%	10 500 kcal/kg
Gasolio	Carbonio 32%	+ Idrogeno 68%	9 800 kcal/kg
Gas metano (CH ₄)	Carbonio 20%	+ Idrogeno 80%	8 200 kcal/m ³
Idrogeno (H ₂)	–	Idrogeno 100%	25 000 kcal/m ³

CARICO DI INCENDIO

Potenziale termico netto della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, corretto in base ai parametri indicativi della partecipazione alla combustione dei singoli materiali.



La combustione del legno si realizza sostanzialmente in tre fasi, in relazione alla temperatura del processo: l'essiccazione, la degradazione e la combustione.

Nella fase di essiccazione l'acqua contenuta nel legno inizia a evaporare: ciò avviene a partire da temperature inferiori ai 100 °C; l'evaporazione abbassa la temperatura nella camera di combustione, rallentando il processo di combustione.

È questo il motivo per cui è assolutamente sconsigliato utilizzare legno "fresco", che contiene molta acqua: esso fa diminuire il rendimento termico, cioè il rapporto tra il calore prodotto dall'impianto e il contenuto energetico del combustibile.

Nella fase di degradazione termica – a partire da una temperatura di 200 °C circa – la componente volatile presente nel legno inizia ad evaporare; in termini ponderali questa componente rappresenta oltre il 75% del legno.

I primi componenti del legno ad essere degradati sono le emicellulose e poi la cellulosa; a 400 °C la maggior parte delle sostanze volatili è stata liberata e il processo evaporativo decresce rapidamente .

La fase della combustione – che inizia tra i 500 e i 600 °C e si protrae fino ai 1000 °C circa – consiste nella completa ossidazione dei gas.

La combustione del legno è completa quando tutte le parti del combustibile hanno reagito con l'ossigeno; nella pratica, la combustione completa di un combustibile solido quale il legno è solo un concetto teorico a cui tendere, in quanto è molto difficile raggiungere il corretto grado di mescolanza tra aria e combustibile in un periodo di tempo limitato.

Quando vengono a mancare le condizioni necessarie perché si realizzi la completa combustione del legno aumentano le emissioni nocive nei fumi.



LATTE

Latte macchiato
Caffelatte

ARIA

BENZINA
espresso
in percentuale
di combustibile

C.I. 1,7 % - 6 %

OSSIDO DI ETILENE

C.I. 1,5 % - 100 %

Giusta miscela tra
aria e vapori
inflammabili

perché avvenga la
combustione

FUOCO



1 %

NO combustione
troppa aria

80 %

NO combustione
troppa benzina

???

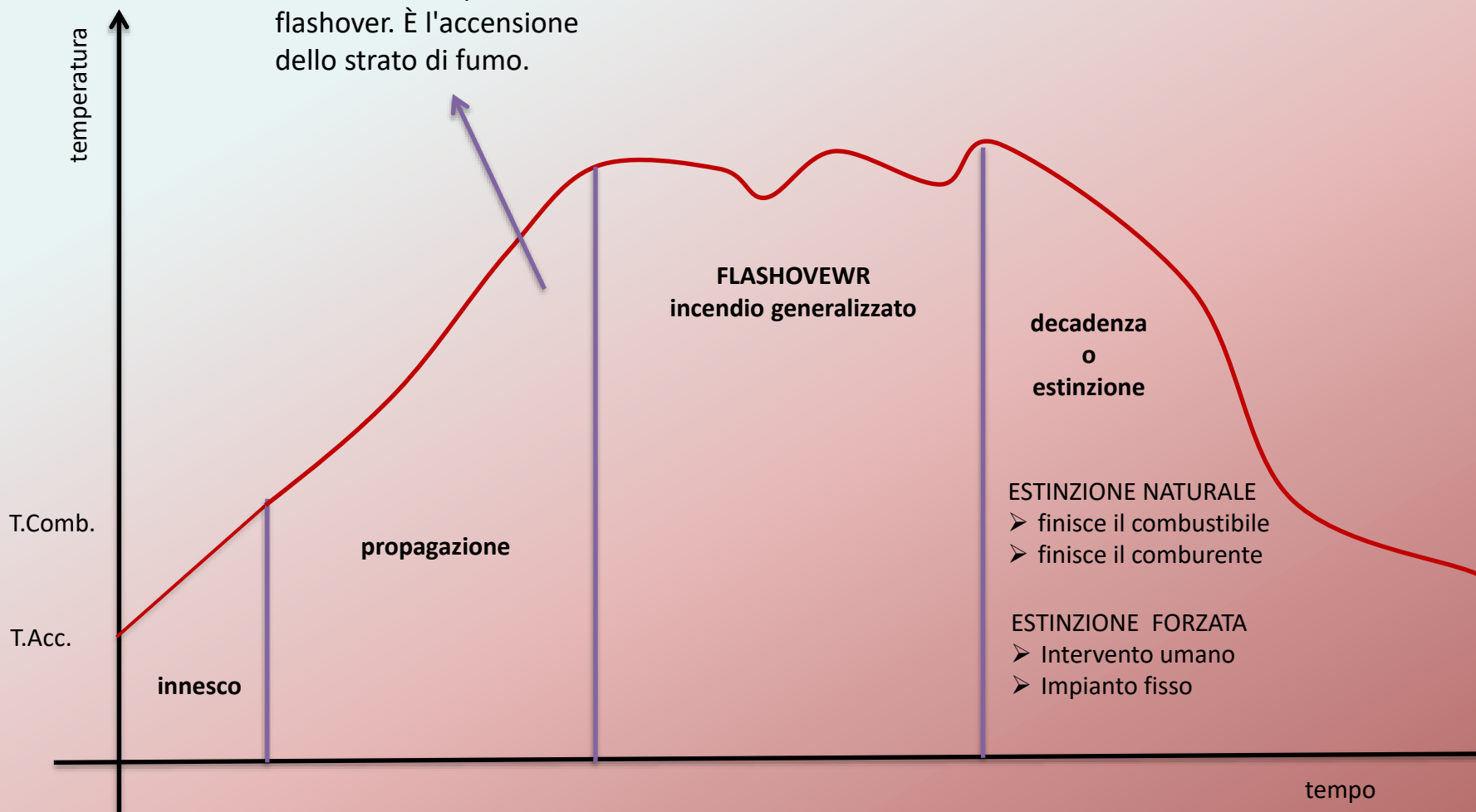
CAPPUCCINO

VAPORI INFIAMMABILI

COMBUSTIONE

Mocaccino
Caffè macchiato
CAFFÈ'

Il **rollover** è noto come il fenomeno che precede il flashover. È l'accensione dello strato di fumo.



Backdraft

In caso di **sviluppo di incendio all'interno di un compartimento**, il pennacchio di fumi caldi crea un richiamo di aria fresca dall'interno ed eventualmente successivamente dall'esterno del compartimento stesso per poter sostenere l'incendio e far crescere lo stesso fino a che saranno disponibili prodotti combustibili nell'ambiente di riferimento. Nella condizione in cui vi sia carenza di ossigeno nel compartimento ed esso venga utilizzato nel fenomeno della combustione più velocemente di quanto possa essere ripristinato, si osserverà una **riduzione della concentrazione di ossigeno**, generalmente accompagnata da un proporzionale **innalzamento della temperatura**.

Via via che la concentrazione di ossigeno diminuirà, le fiamme inizieranno a spegnersi senza tuttavia bloccare lo sviluppo di prodotti di combustione tra cui anche gas infiammabili. In relazione alle dimensioni del compartimento ed alla potenza dell'incendio instauratosi, si genererà un **quantitativo di prodotti combustibili gassosi** che tenderà a diffondersi per tutto l'ambiente utile.

Tali condizioni saranno pertanto molto suscettibili ad un eventuale **nuovo apporto di ossigeno** per riprendere vita e creare una miscela che potrebbe infiammarsi con estrema velocità con **conseguenze letali**: dando origine al cosiddetto **fenomeno del "backdraft"**.

Il **"backdraft"** possiede una vera e propria forza esplosiva, per dare un'idea della sua potenza, basti pensare che potrebbe determinare il collasso di vetri e pareti. La forza esplosiva di un "backdraft" è il risultato del quantitativo di gas sovra-riscaldati e di ossigeno presenti nell'ambiente. Tale fenomeno è, infatti, causato dall'immissione di aria fresca (ossigeno) in un incendio latente (gas sovra-riscaldati), che permette, per velocità e rimescolamento, ai gas caldi dell'incendio di entrare nel loro campo di infiammabilità ed incendiarsi con forza esplosiva.

$V \leq 1 \text{ m/s}$ la combustione = fuoco

$1 \text{ m/s} \leq V \leq V_{\text{suono}} \cong 340 \text{ m/s}$ $V \leq V_{\text{suono}}$ = deflagrazione

$V > V_{\text{suono}}$ = detonazione

} esplosione

La velocità è importante perché ci può dire con quale velocità l'incendio può raggiungere altre zone rispetto alla zona di innesco.



Jogging

→ da 1,7 a 2,7 m/s

COMBUSTIONE - definizione : ossidazione rapida di materiali combustibile

INCENDIO - definizione : ossidazione rapida di materiali combustibile
in un luogo **NON** predisposto a **CONTENERLA**

Perdita del controllo

Non si è mai avuto il controllo

Raffreddamento

Spegnimento
sotto T.accensione
NO fiamma

Spegnimento
sotto T.infiammabilità
NO vapori imfiamabili

Soffocamento

(diluizione dell'ossigeno)

Il triangolo del fuoco



Inibizione chimica – polvere chimica che inverte la reazione di ossidazione

Separazione o sottrazione



CLASSI D'INCENDIO

Gli incendi vengono distinti in **5 classi**.

classe A Fuochi da materiali **solidi**.

classe B Fuochi da **liquidi** o da solidi liquefacibili

classe C Fuochi da **gas**

classe D Fuochi da **metalli**

classe F Fuochi che interessano **mezzi di cottura**



(oli e grassi vegetali o animali).

CAUSE D'INNESCO

DIRETTO



INDIRETTO

CONDUZIONE

CONVEZIONE

IRRAGGIAMENTO

ATTRITO

SFREGAMENTO OGGETTI METALLICI
(petroliere attrezzi gommati)

ROTTURA VIOLENTA (cavo ormeggio)

AUTOCOMBUSTIONE



- polvere di ferro o nichel
- carbone
- stracci imbevuti d'olio
- foglie

**Classe
A**

Fuochi da materiali solidi

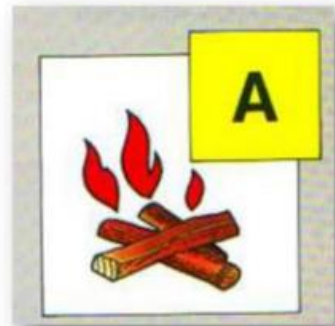
legname carboni, carta, tessuti, trucioli, pelli, gomma e derivati la cui combustione genera braci

Può presentarsi in 2 forme:

- combustione viva **con fiamme**
- combustione lenta **senza fiamme**, con formazione di braci incandescente.

L'**acqua**, la **schiuma** e la **polvere** sono le sostanze estinguenti più **utilizzate**.

L'agente **estinguente migliore** è l'**acqua**, che agisce per **raffreddamento**.



**Classe
B**

Fuochi da liquidi

idrocarburi, benzine, alcoli, solventi, oli minerali, grassi, eteri

Gli estinguenti più utilizzati sono costituiti da **schiuma**, **polvere** e **CO₂**.

L'agente **estinguente migliore** è la **schiuma** che agisce per **soffocamento**.

È **controindicato** l'uso di **acqua a getto pieno** (può essere utilizzata acqua con getto frazionato o nebulizzato).



**Classe
C**

Fuochi da gas

metano, G.P.L., idrogeno, acetilene, butano, propano

L'intervento principale è quello di bloccare il flusso di gas **chiudendo la valvola di intercettazione** o otturando la falla.

Esiste il **rischio di esplosione** se un incendio di gas viene estinto prima di intercettare il gas.

L'**acqua** è **consigliata solo a getto frazionato** o nebulizzato per raffreddare i tubi o le bombole coinvolte.

Sono utilizzabili le polveri polivalenti.



**Classe
D**

Fuochi da metalli

alluminio, magnesio, sodio, potassio

Nessuno degli estinguenti normalmente utilizzati per gli incendi di classe A e B è idoneo per incendi di metalli.

Occorre utilizzare **polveri speciali** ed operare con **personale particolarmente addestrato**.

Sono particolarmente difficili da estinguere data la loro **altissima temperatura**.

Gli **altri agenti estinguenti (compresa l'acqua)** sono da evitare in quanto possono causare esplosioni.



**Classe
F**

Fuochi che interessano mezzi di cottura

Olio da cucina e grassi vegetali o animali

È riferita ai fuochi di oli combustibili di natura vegetale e/o animale quali quelli usati nelle cucine, in apparecchi di cottura.

La formula chimica degli oli minerali (idrocarburi fuochi di classe B) si distingue da quella degli oli vegetali e/o animali.

Gli estinguenti per classe F spengono per azione chimica, effettuando una catalisi negativa.

L'utilizzo di estintori a polvere e di estintori a CO₂ contro fuochi di classe F è considerato pericoloso



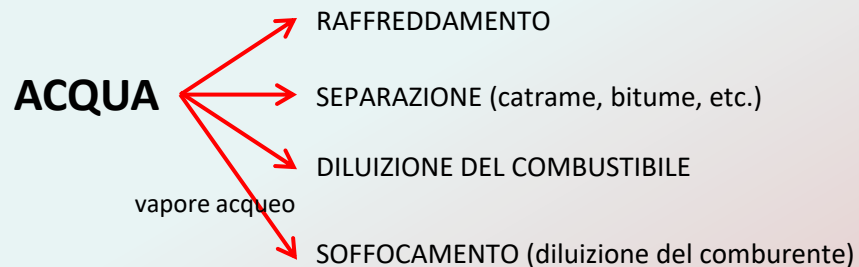
Ex Classe E

La norma UNI EN 2:2005 non comprende i fuochi di "Impianti ed attrezzature elettriche sotto tensione" (vecchia classe E) in quanto, gli incendi di impianti ed attrezzature elettriche sono riconducibili alle classi A o B.

Gli estinguenti specifici per questi incendi sono le polveri dielettriche e la CO₂.



Non devono essere usati acqua e schiuma.



POLVERE CHIMICA

CHEMICAL
WET
A-B

CHEMICAL
DRY
D-F

INIBIZIONE CHIMICA

DECOMPOSIZIONE DEL COMBUSTIBILE

SCHIUMA

=
ACQUA
+
ARIA
+
SCHIUMOGENO
(sapone)

ALTA ESPANSIONE → SOFFOCAMENTO (diluizione del comburente
abbattimento fiamma)
1kg→150/300mc di schiuma
copertura volumetrica - navi

BASSA ESPANSIONE → SEPARAZIONE
1kg→15/30mc di schiuma
copertura superficiale – ponti navi

SABBIA → ABBATTIMENTO FIAMMA
(incendi piccole dimensioni)

COPERTA → ABBATTIMENTO FIAMMA
B-F
(incendi piccole dimensioni
cucina – sala macchine)

GAS INERTI

SOFFOCAMENTO
(diluizione del comburente)

- CO₂
- Azoto
- Halon
- Gas inerte
Autoprodotto
Filtrato e
raffreddato