

CONTI DI EFFUSIONE PER IL TARGET DIRETTO DI SPES (Prototipo di SiC) ESEGUITI CON IL CODICE RIBO

A. Andrichetto (1), C. Antonucci (2), M. Barbui (1), L. Biassetto (4), S. Carturan (1), F. Cervellera (1), S. Cevolani (2), M. Cinausero (1), P. Colombo (4), A. Dainelli (1), P. Di Bernardo (3), M. Giacchini (1), F. Gramegna (1), M. Lollo (1), G. Maggioni (1), M. Manzolaro (4), G. Meneghetti (4), C. Petrovich (2), L. Piva (3), G. Prete (1), V. Rizzi (1), M. Tonezzer (1), P. Zanonato (3), D. Zafiropoulos (1)

1) INFN Laboratori Nazionali di Legnaro, Viale dell'Università 2, 35020 Legnaro (Pd), Italy

2) ENEA, Via M.M. Sole 4, 40129 Bologna, Italy

3) Dipartimento di Scienze Chimiche, Via Marzolo, 1 - 35131 Padova, Italy

4) Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Via Venezia, 1 - 35131 Padova, Italy

IL CODICE RIBO

(M. Santana Leitner - Ph.D Thesis)

Radioactive Ion Beam Optimizer:

programma scientifico di simulazione tipo Monte Carlo per la generazione, ionizzazione ed estrazione di fasci prodotti col metodo ISOL

MODELLI:

- diffusione "in-grain"
- effusione "inter-grain"
- effusione libera
(considerando l'interazione con le pareti)
- ionizzazione
- il target può essere polvere, "slabs" o fibre

PARAMETRI CONSIDERATI:

- Tempo di effusione sia libera che inter-grain
- Total Release Fraction (RF) per vari t_s e $T_{1/2}$
- Numero di collisioni
- Libero cammino medio

PARAMETRI FISSATI:

- **temperatura delle superfici** (da ANSYS, M. Manzolaro)
- **fascio uniforme** sul target
- sticking time $t_s = 0$ s (può essere aggiunto a posteriori)
- diametro del **grano** = $2 \mu\text{m}$ (da misure SEM, S. Carturan)
- **libero cammino medio** = $10 \mu\text{m}$
(NB: $15 \mu\text{m}$ sono stimati per l'UCx a ISOLDE)
- **1000 eventi** per simulazione
- massa considerata: $A = 26$ ($T_{1/2}$ dell' ^{26}mAl : 6.345 ± 0.002 s)
- **probabilità** di creazione degli eventi nel SiC calcolata con MCNPx
- nessuna ionizzazione o condensazione sulle pareti

VARIAZIONI DELLA GEOMETRIA:

Variazione dello spazio vuoto a disposizione degli isotopi :

- *distanza tra le pastiglie*
- *gap tra pastiglie e parete del contenitore*
- *diametro del tubo di estrazione*

Parametri della simulazione

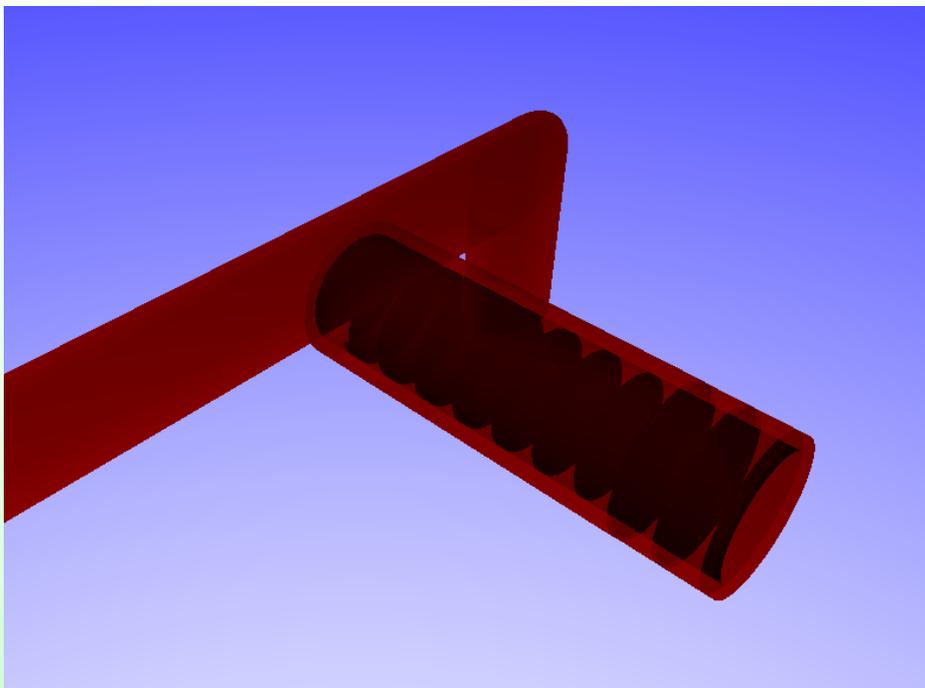
CONFIGURAZIONE	DIST. PILLS (cm)	GAP PILLS (cm)	GAP DUMP (cm)	Ø TUBO ESTR. (cm)
CONF. 1	0.4	0.15	0.005	0.8
CONF. 1_b	0.4	0.15	0.005	1.6
CONF. 2	0.1	0.15	0.005	0.8
CONF. 2_b	0.1	0.15	0.005	0.4
CONF. 3	0.01	0.15	0.01	0.4
CONF. 3_b	0.01	0.01	0.01	0.4

VARIAZIONE GAP PILLS-CONTAINER

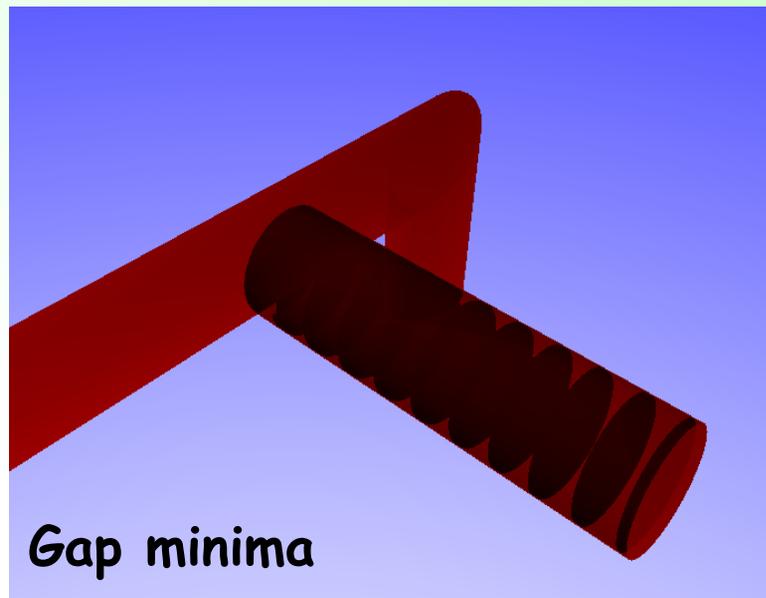
Configurazione 1 (standard):

0.005 - 0.01 - 0.05 - 0.07 - 0.11 - 0.15 - 0.17 - 0.2 - 0.3 - 0.7 - 1.5 cm

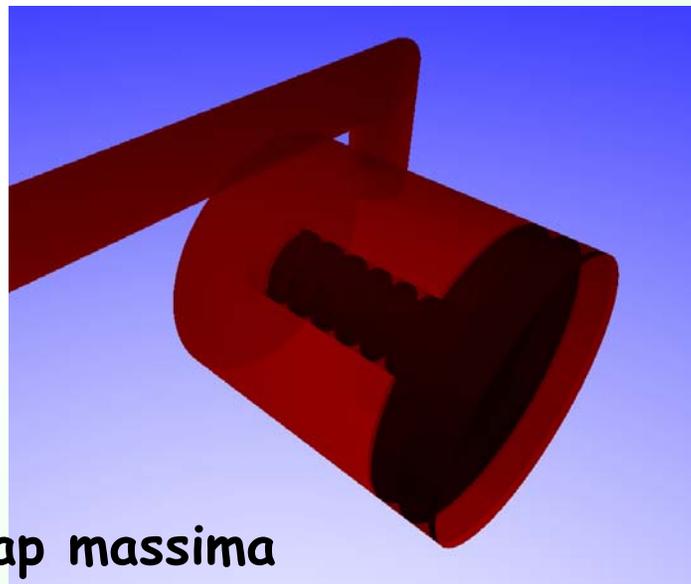
Geometria configurazione 1



Configurazione 1 (Standard)

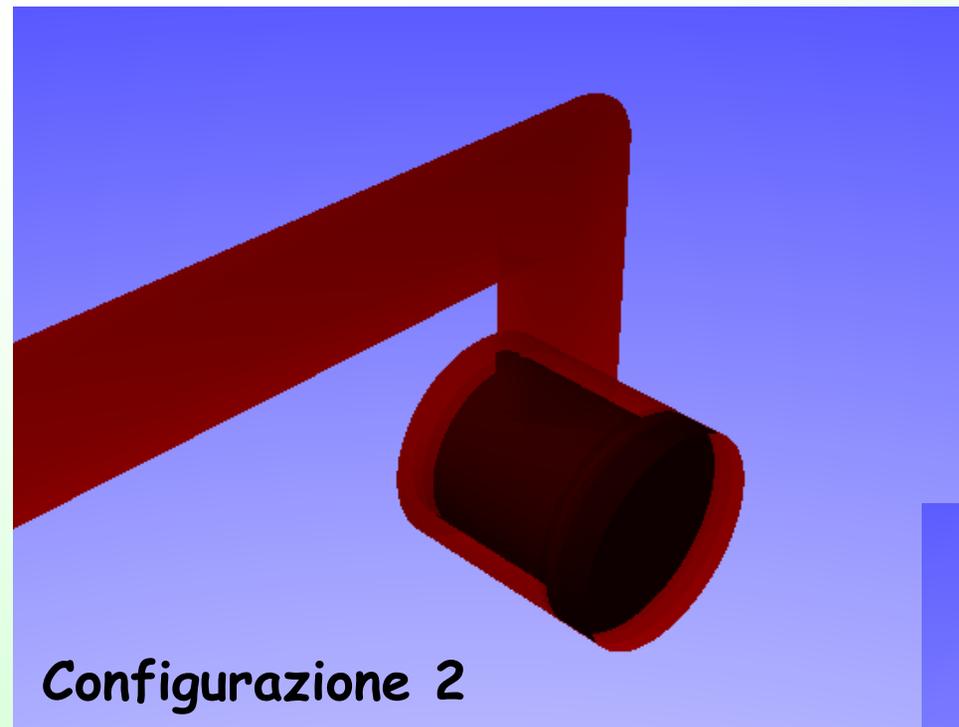


Gap minima



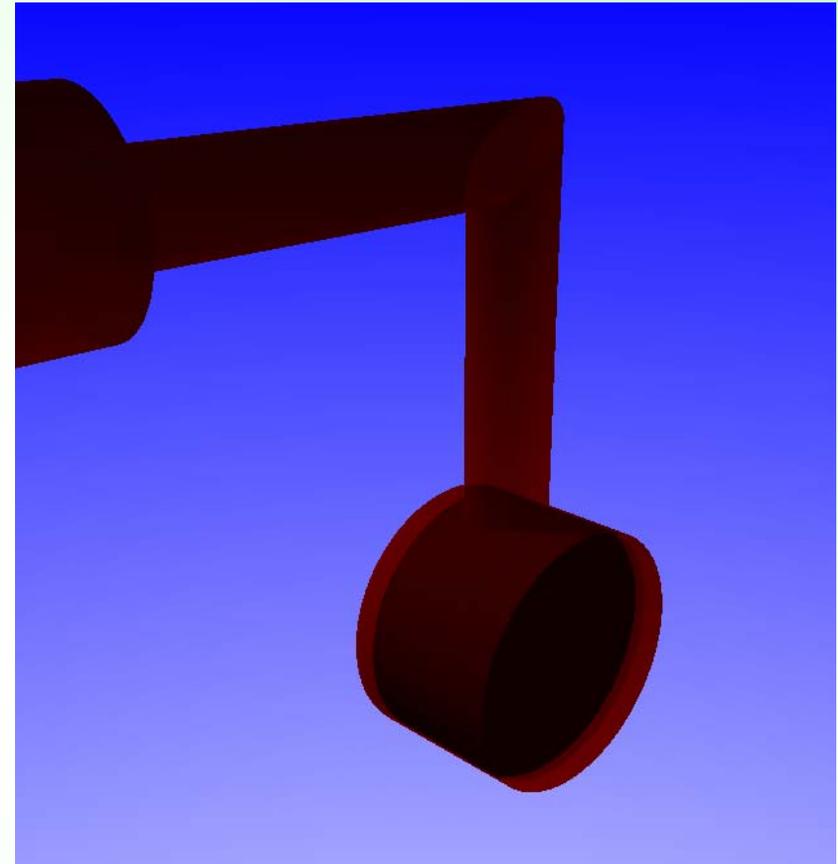
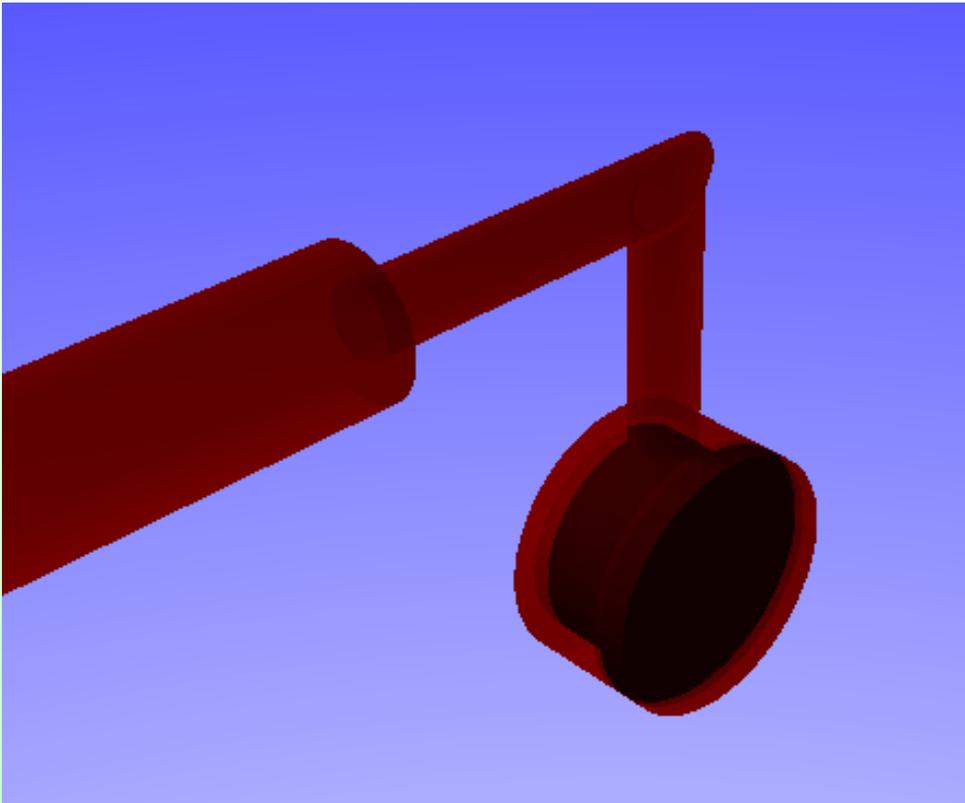
Gap massima

Geometria configurazione 2



Geometria configurazione 3

Configurazione 3

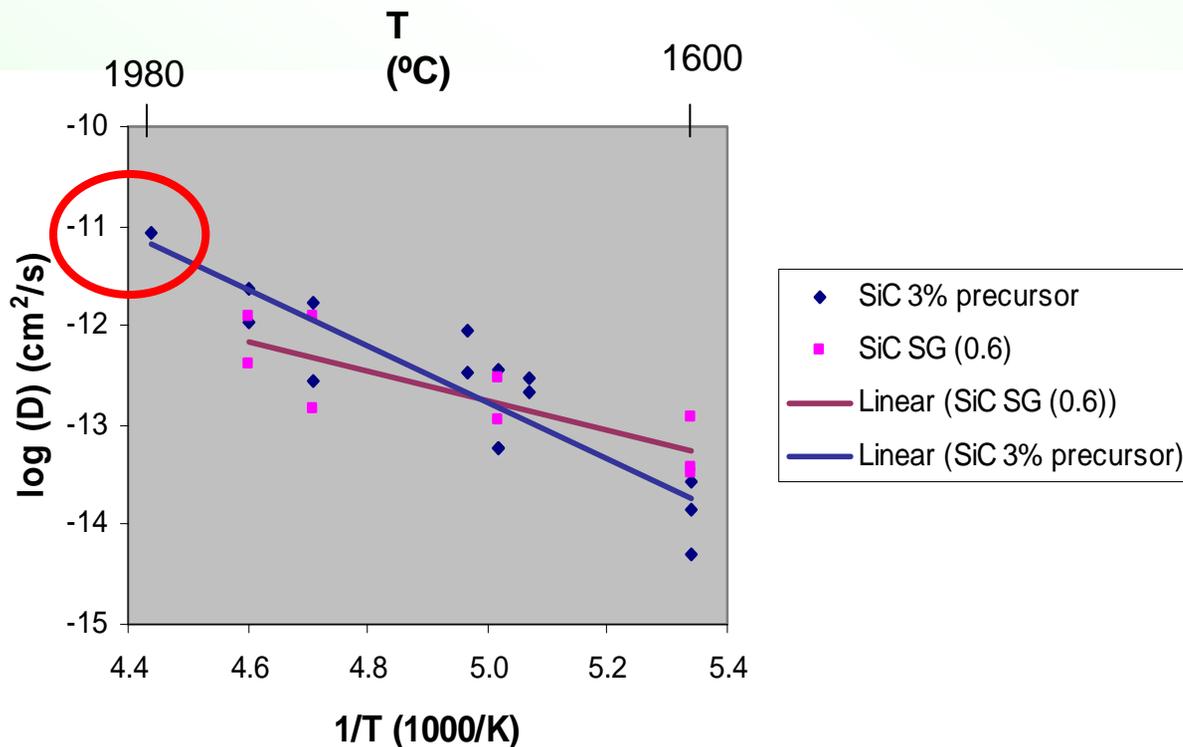


Configurazione 3_b

Analisi del coefficiente di diffusione

(S. Fernandes, ISOLDE-CERN)

Comparative Arrhenius plots for diffusion of ^{24}Na in a matrix of SiC with 3% precursor (4 μm grain size) and SiC SG (0.6 μm grain size).



$$\log_{10} D = \log_{10} D_0 - \frac{Ea}{2.303RT}$$

Parametro di diffusione:
 $\mu_0 = \pi^2 D / \rho^2 s^{-1} = 1/t_d$

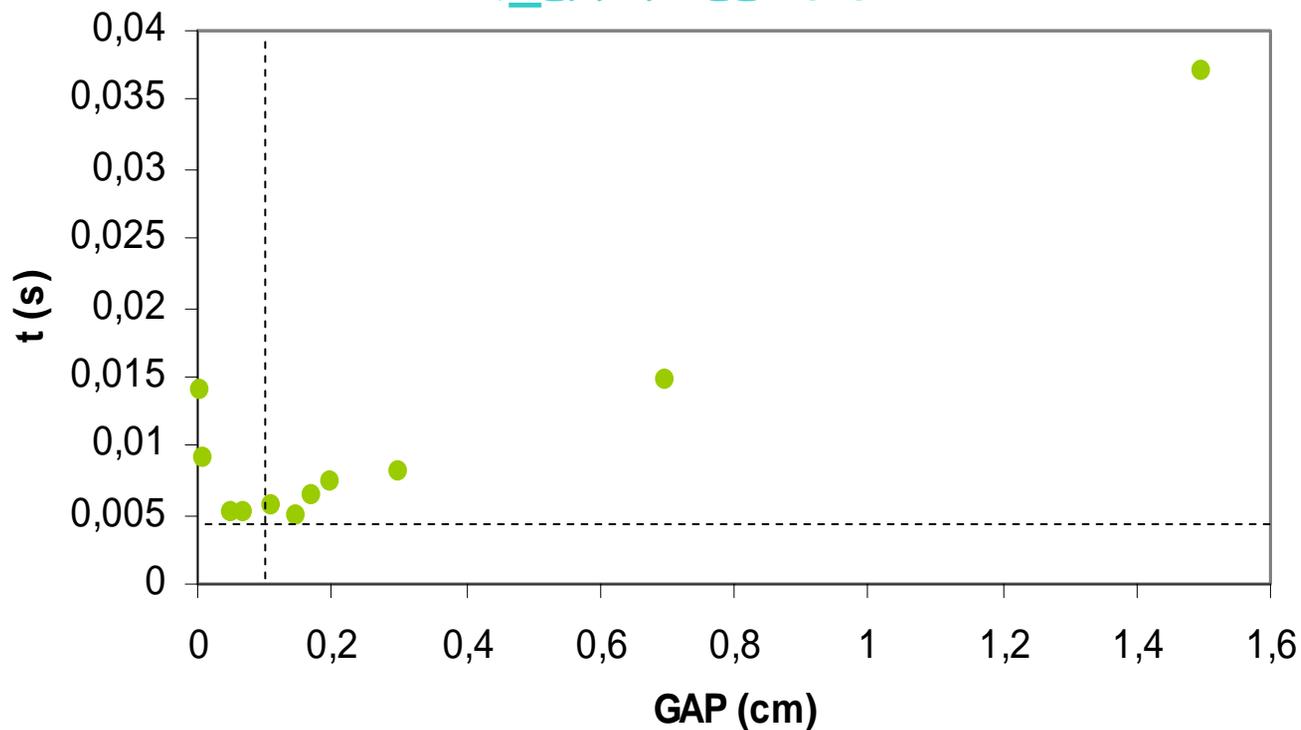


$$t_d = 100 \text{ s}$$

CONFIG.	<u>EFFUSIONE "LIBERA"</u>			<u>EFFUSIONE "INTER GRAIN"</u>		
	t_{EFF} (s)	NUMERO COLLISIONI	FREE PATH (m)	t_{EFF} (s)	NUMERO COLLISIONI	FREE PATH (m)
Conf. 1	$5 \cdot 10^{-3}$	907	7.93	$2 \cdot 10^{-4}$	30 922	0.31
Conf. 1_b	$1 \cdot 10^{-3}$	165	1.94	$1 \cdot 10^{-4}$	10 032	0.10
Conf. 2	$2 \cdot 10^{-3}$	685	3.50	$2 \cdot 10^{-4}$	26 558	0.27
Conf. 2_b	$7 \cdot 10^{-3}$	2 088	8.69	$70 \cdot 10^{-4}$	84 101	0.84
Conf. 3	$3.5 \cdot 10^{-3}$	1 771	3.45	$5 \cdot 10^{-4}$	68 731	0.69
Conf. 3_b	$5 \cdot 10^{-3}$	3 679	2.75	$12 \cdot 10^{-4}$	162 847	1.63

Configurazione 1 (Standard)

$t_{EFF FREE}$ vs GAP



GAP (cm)	t_{FE} (s)
1,5	0,03717
0,7	0,01465
0,3	0,00804
0,2	0,00745
0,17	0,00648
0,15	0,00494
0,11	0,00553
0,07	0,0052
0,05	0,0051
0,01	0,00918
0,005	0,01395

La **Total Release Fraction** RF si ottiene dal folding della diffusione "in-grain" con l'effusione (1). RIBO fornisce in output un set di tavole ove la RF è calcolata per vari coefficienti di diffusione, sticking time e vite medie degli isotopi (2) :

$$RF(t) = D(\tau_{DIFF}, geom.; t) \otimes E(t_1, t_2, t_s; t) \quad (1)$$

$$RF(T_{1/2}) = \int_0^t RF(t) \cdot e^{\frac{-t}{\ln(2) \cdot T_{1/2}}} dt \quad (2)$$

RIBO calcola le componenti di diffusione ed effusione dalle loro formule analitiche, ricavate dalle leggi di Fick e dalla soluzione trovata da Fujioka per grani sferici:

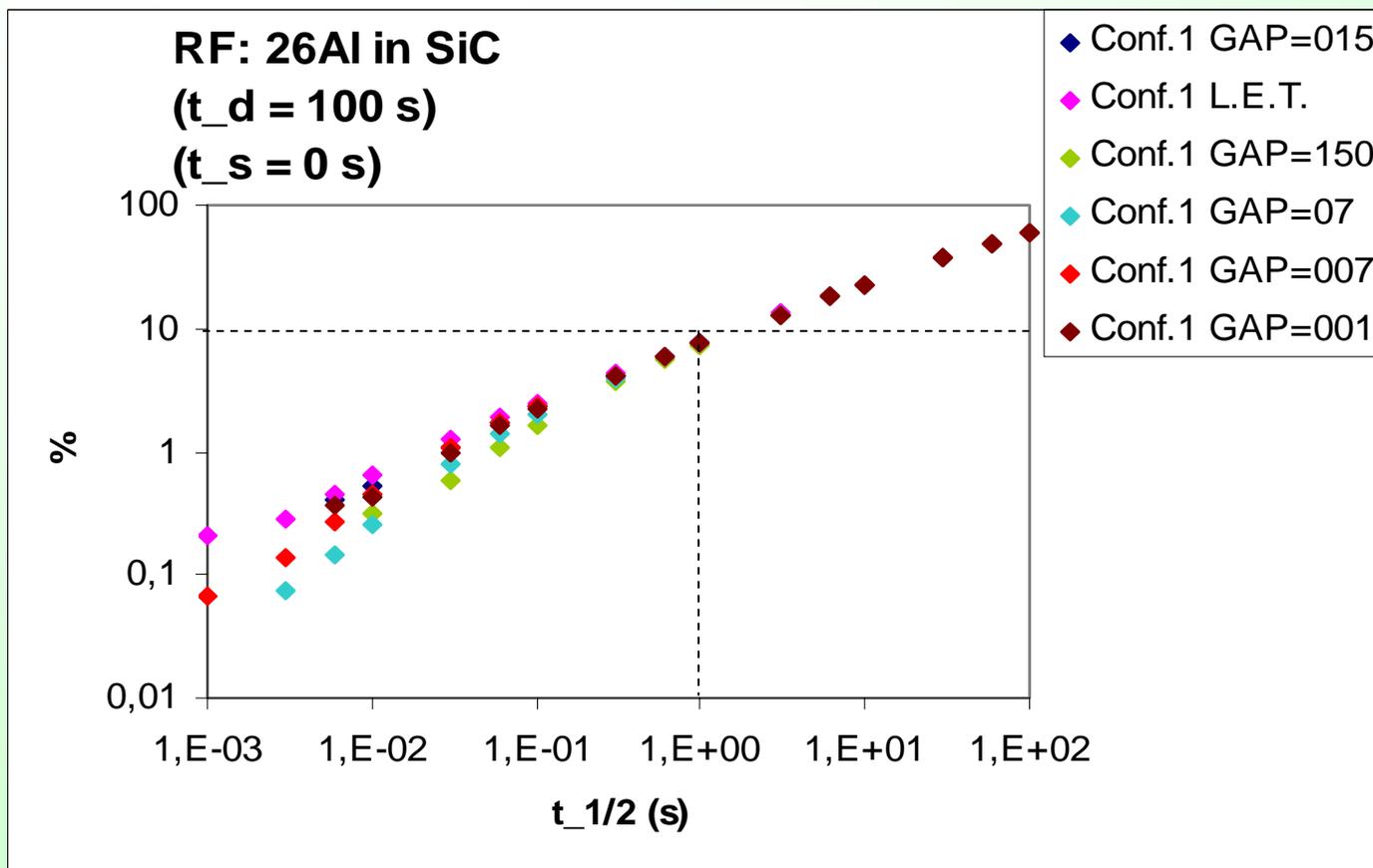
$$\left\{ \begin{array}{l} D(t) = \int_0^t d(t') dt' \\ d(t) = \frac{8\mu_0}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} e^{-\mu_n t} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} E(t) = \int_0^t e(t') dt' \\ e(t) = v e^{-vt} \quad (v = 1 / \tau_{eff}) \end{array} \right.$$

Prototipo in CONF.1 per alcuni valori di gap tra pills e contenitore.

Total Release Fraction (RF) in funzione della vita media $T_{1/2}$ dell'isotopo:

Sticking time $t_s = 0$ s.

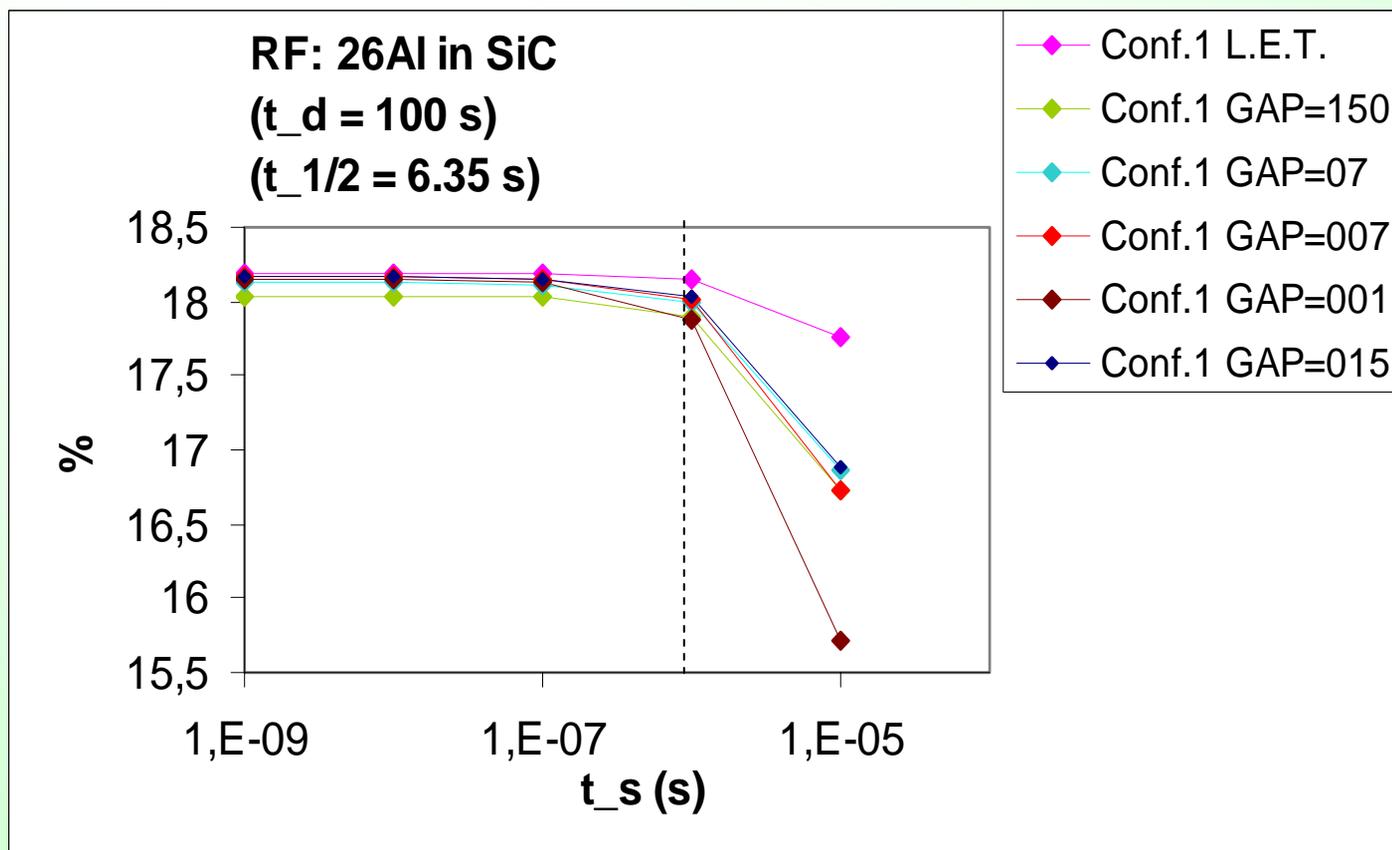
Diffusion time $t_d = 100$ s



Prototipo in CONF.1 per alcuni valori di gap tra pills e contenitore.

Total Release Fraction (RF) esperessa in funzione dello sticking time per una fissata vita media $T_{1/2}$, pari a quella dell'isotopo ^{26m}Al .

Diffusion time $t_d = 100$ s.

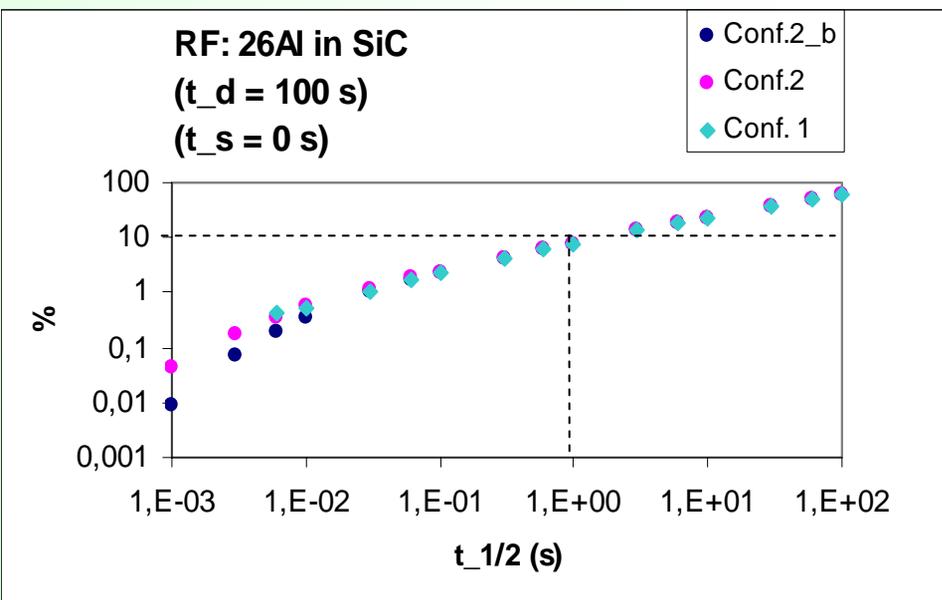


Prototipo in CONF.2

Total Release Fraction (RF):
(A) in funzione della vita media $T_{1/2}$
 dell'isotopo:
 *Sticking time $t_s = 0$ s.
 *Diffusion time $t_d = 100$ s

(B) in funzione dello sticking time
 t_s :
 *Vita media $T_{1/2} = 6.35$ s (= ^{26}mAl).
 *Diffusion time $t_d = 100$ s.

(A)



(B)

