

# Light-Induced Atomic Desorption (LIAD) del potassio in film di siloxano

A. Lucchesini, S. Gozzini

*Istituto di Fisica Atomica e Molecolare  
del Consiglio Nazionale delle Ricerche*

Area della Ricerca di Pisa

Via G. Moruzzi, 1 - 56124 Pisa

Tel.: 050315-2532, Fax:050315-2230

E-mail: alex@ifam.pi.cnr.it

**Introduzione: il fenomeno “LIAD”**

**Apparato sperimentale**

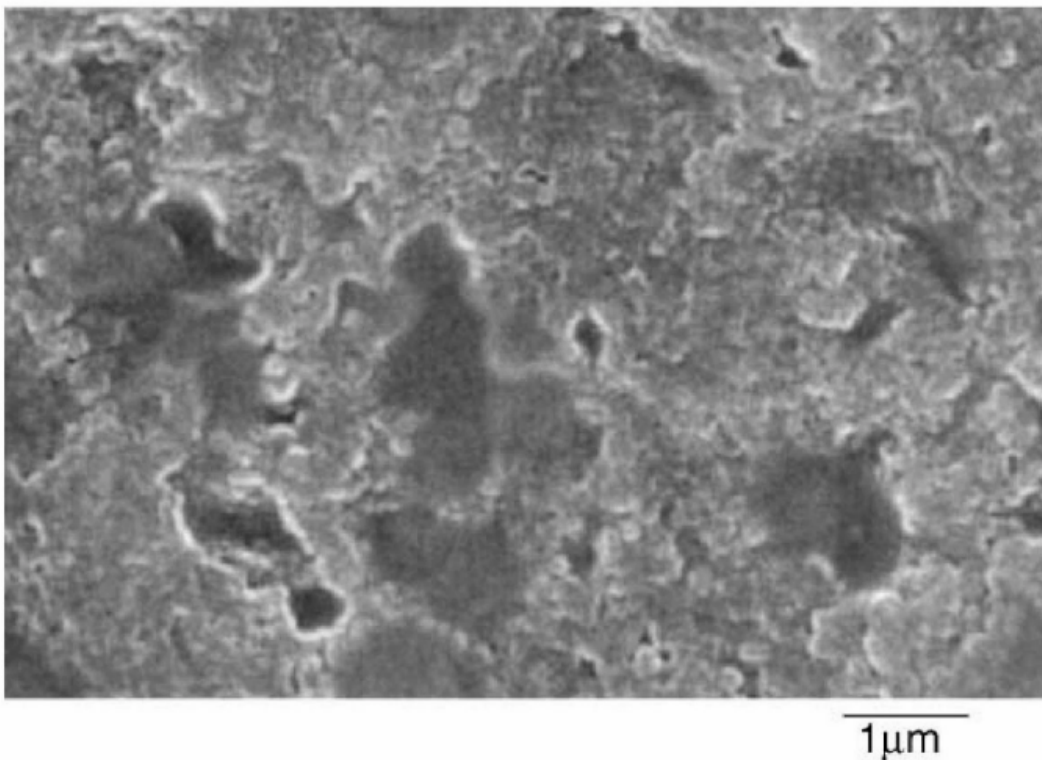
**Risultati sperimentali**

**Conclusioni**

## Introduzione: il fenomeno “LIAD”

L'effetto Light-Induced Atomic Desorption (LIAD) fu osservato per il sodio casualmente sul polimero (poli)-dimetil-siloxano (PDMS) dal gruppo del Prof. Adriano Gozzini a Pisa nel 1992.

Usando una radiazione non risonante, si produce una fotoemissione degli atomi dalla superficie polimerica (porosa).



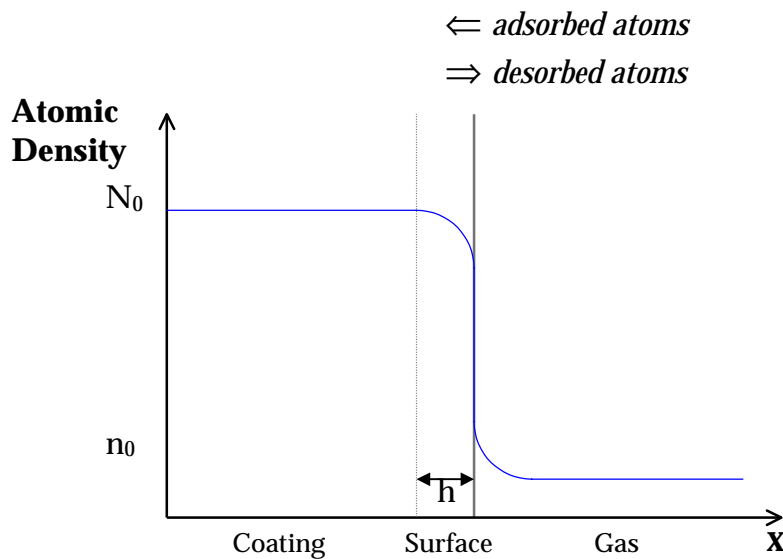
*Immagine al SEM della superficie di uno strato di PDMS*

[da *Sensors and Actuators B* **76**, 489-493 (2001)]

Un processo influenzato dalla diffusione degli atomi all'interno del polimero.

Il fenomeno è stato visto ed analizzato in celle di vetro sigillate anche per Na, Rb e Cs in PDMS, OCT (octametil-ciclo-tetrasiloxano) ed in paraffina.

Nel nostro caso K in PDMS.



$$h = \sqrt{D_c \tau}$$

dove  $\tau$  è definito da  $\frac{1}{\tau} = \gamma + \frac{\beta}{V} S$

$\gamma^{-1}$  è il tempo tipico di rilassamento sino all'equilibrio termodinamico;

$\beta$  è il rateo di adsorbimento,  $V$  il volume della cella ed  $S$  la superficie investita dalla radiazione;

$D_c(\lambda, I_L)$  è il coefficiente di diffusione nel polimero in presenza della luce;

sperimentalmente  $D_c$  cresce con l'intensità luminosa;

nel nostro caso  $S/V$  è molto a favore di  $S$  rispetto ad altri analoghi lavori: questo spiegherebbe i nostri  $\tau$ .

## Apparato sperimentale

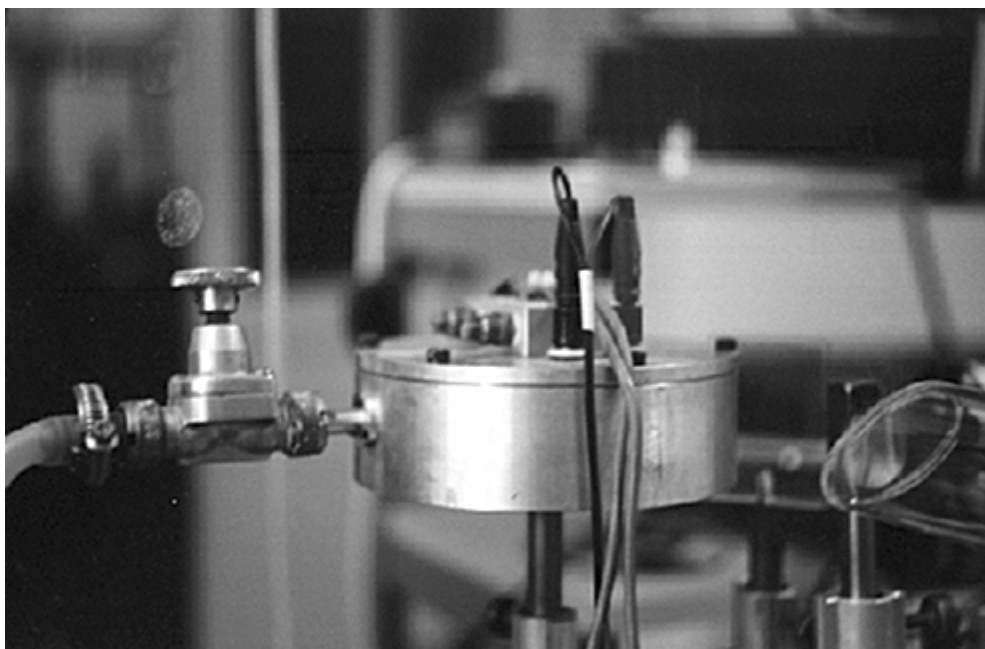
La cella di misura è in vetro di dimensioni  $300 \times 8 \times 4 \text{ mm}^3$  sigillata sotto vuoto, con un bulbo laterale contenente K .

Come probe il diodo laser *TUI Optics* Mod. LD-0770-0020, che emette a 770 nm, con potenza di emissione continua di 20 mW.

Misure effettuate a temperatura ambiente in condizione *free running* con l'ausilio della tecnica di spettroscopia in assorbimento combinata con la modulazione di lunghezza d'onda "Wavelength Modulation Spectroscopy" (WMS) e la rivelazione in fase sulla seconda armonica.

Illuminazione della cella tramite

- lampada al tungsteno 30 W (automobile)
- lampada da illuminazione stradale (150 W), oppure
- laser Ar<sup>+</sup> INNOVA 200 a diverse potenze (bassa ed alta intensità incidente) e sulle varie righe disponibili (458, 476, 488, 496 e 515 nm)

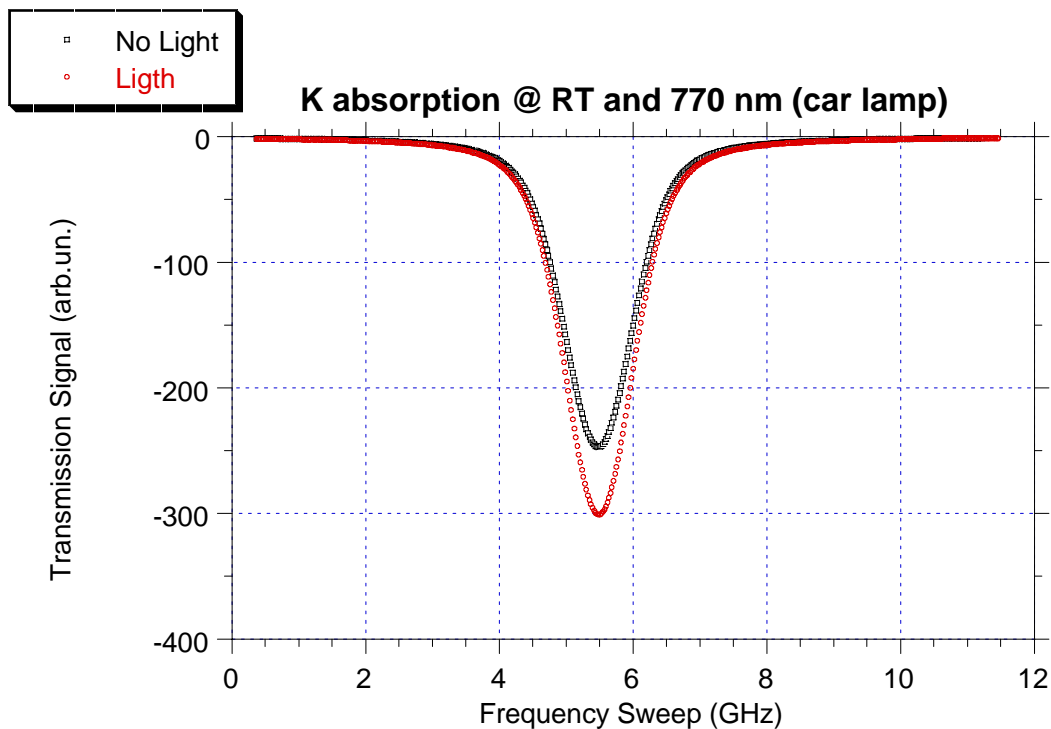


Particolare dell'alloggiamento del diodo laser utilizzato nel sistema spettroscopico. Nel contenitore di alluminio che ospita il laser e lo scambiatore termico può essere fatto il vuoto (si noti il rubinetto sulla sinistra).

$$\Delta\lambda_{d.l.}/\Delta T \approx 0.5 \text{ \AA}/^\circ\text{C}$$

$$\Delta\lambda_{d.l.}/\Delta I \approx 0.1 \text{ \AA}/\text{mA}$$

## Risultati sperimentali



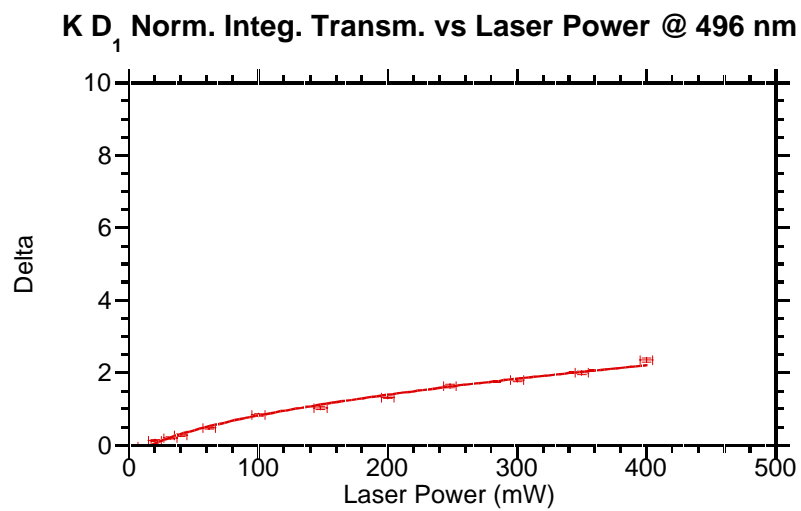
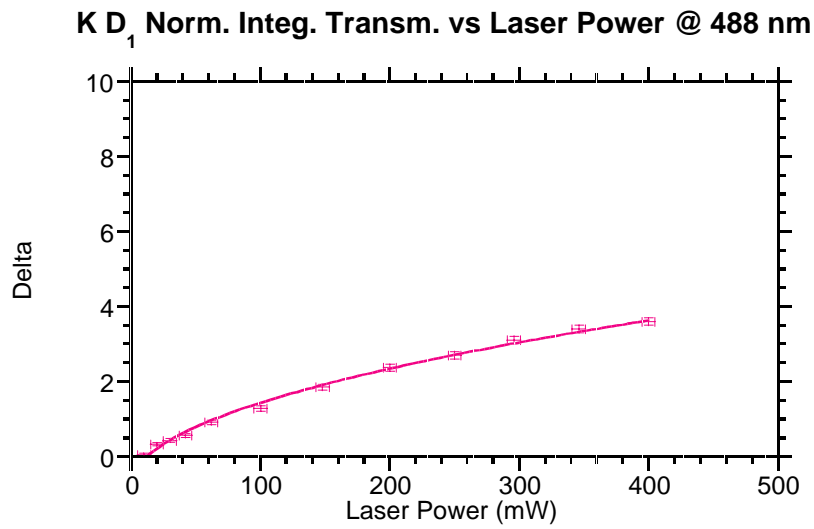
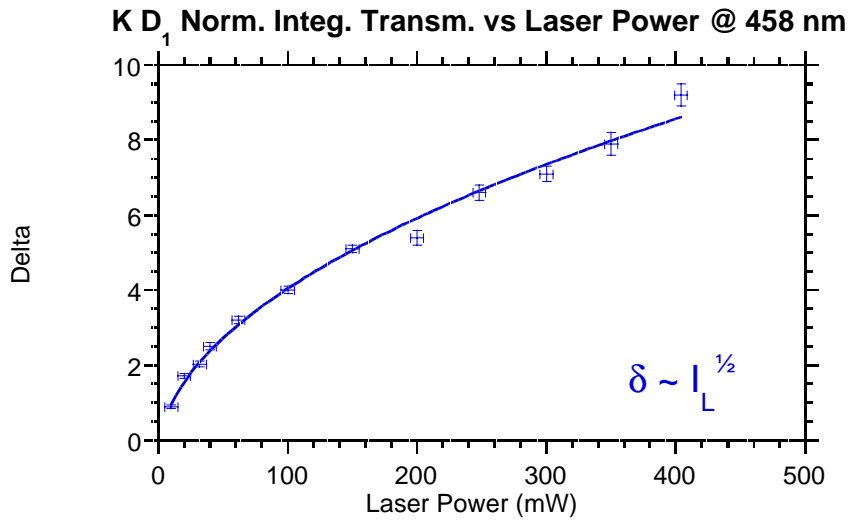
**In funzione dell'intensità luminosa:**

$$\delta_{LIAD} \equiv \frac{n(I_L) - n_0}{n_0}$$

- a basso regime di potenza l'andamento è **lineare**;

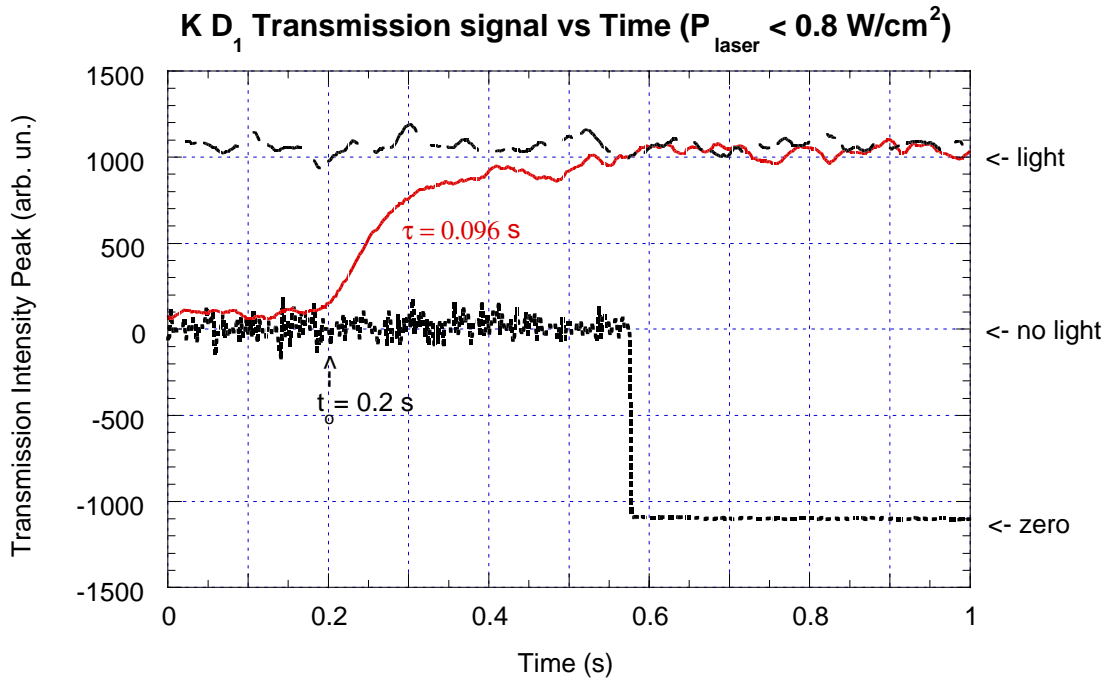
- ad alta intensità luminosa invece  $\propto \sqrt{I_L}$

(nasce da  $D_C \propto I_L$ , cioè il polimero non ce la fa a rifornire la superficie che desorbe)

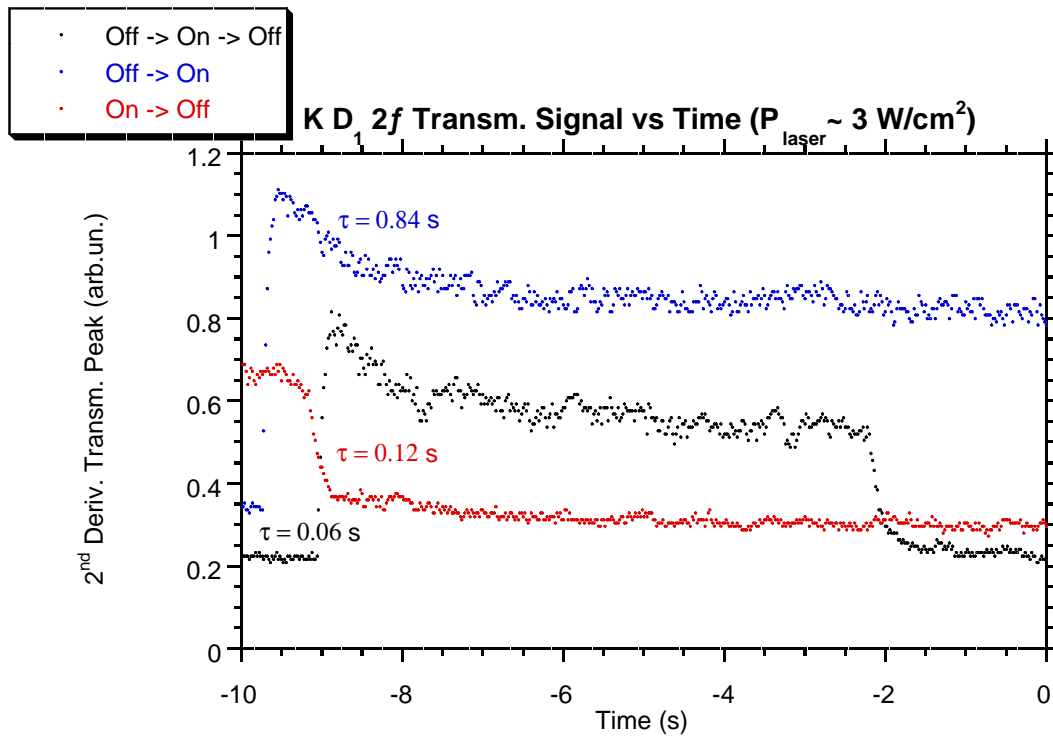


**In funzione del tempo:**

Graduale emissione di atomi se in regime di bassa intensità luminosa ( $< 1 W/cm^2$ ):  
 effetto integrativo.



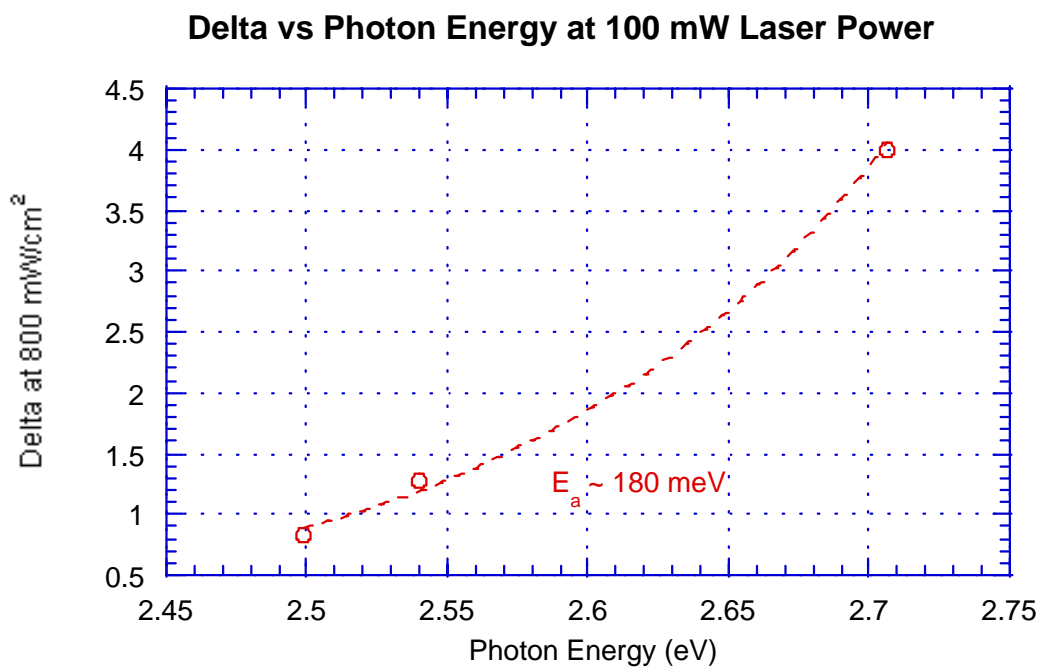
Forte emissione iniziale se in regime di alta intensità luminosa: effetto derivativo.





**In funzione della lunghezza d'onda:**

Energia d'attivazione ottica  $E_a \sim 0.18$  eV (*misure preliminari*)



## Conclusioni

Tramite spettroscopia a diodo laser è stato verificato il fenomeno LIAD del potassio da un film sottile ( $\approx 10\mu\text{m}$ ) di PDMS depositato sulle pareti di una cella di misura in vetro.

L'analisi della concentrazione degli atomi di potassio è stata effettuata per mezzo di uno spettroscopio in assorbimento a diodi laser centrato sulla risonanza  $D_1$  (770 nm).

I tempi tipici del fenomeno risultano un ordine di grandezza inferiori a quelli reattivi agli altri esperimenti riportati in letteratura.

L'energia d'attivazione del processo è paragonabile a quella vista per gli altri alcalini.

## Bibliografia

A. Gozzini, F. Mango, J.H. Xu, G. Alzetta, F. Maccarrone and R.A. Bernheim  
“Light-Induced Ejection of Alkali Atoms in Pluysiloxane Coated Cells”  
*Nuovo Cimento* **15D**, 709–722 (1993)

M. Meucci, E. Mariotti, P. Bicchi and L. Moi  
“Light-Induced Atom Desorption”  
*Europhys. Lett.* **25(9)**, 639–643 (1994)

J.H. Xu, A. Gozzini, F. Mango, G. Alzetta, R.A. Bernheim  
“Photoatomic effect: Light-induced ejection of Na and Na<sub>2</sub> from  
polydimethylsiloxane surfaces”  
*Phys. Rev. A* **54(4)**, 3146–3159 (1996)

S.N. Atutov, V. Biancalana, P. Bicchi, C. Marinelli, E. Mariotti, M. Meucci, A. Nagel,  
K.A. Nasyrov, S. Rachini and L. Moi  
“Light-induced diffusion and desorption of alkali metals in a siloxane film: Theory  
and experiment”  
*Phys. Rev. A* **60(6)**, 4693–4700 (1999)

J.H. Xu, F. Mango, G. Alzetta and R.A. Bernheim  
“Photo-atomic effect: Temperature dependence of the photodesorption of Na and  
Na<sub>2</sub> from polymer surfaces”  
*Eur. Phys. J D* **10**, 243–246 (2000)

C. Marinelli, K.A. Nasyrov, S. Bocci, B. Pieragnoli, A. Burchianti, V. Biancalana, E.  
Mariotti, S.N. Atutov and L. Moi  
“A new class of photo-induced phenomena in siloxane films”  
*Eur. Phys. J D* **13**, 231–235 (2001)

A. Lucchesini

E-mail: alex@ifam.pi.cnr.it