

PROIECT PN II-ID-PCE-2011-3-0036 (contract 7/05.10.2011)
„ Calorimetrie fotopiroelectrică de înaltă rezoluție pentru nanofluidice magnetice”

Raport anual de cercetare: Etapa 1 / 15.12.2012

Obiectiv general: Calorimetrie PPE pentru investigarea difuzivității termice a nanofluidelor magnetice.

I. Selectia configuratiei de detectie, a ecuatiilor teoretice utilizabile si setarea parametrilor experimentali pentru masurarea difuzivitatii termice a nanofluidelor magnetice.

In raportul de cercetare anterior au fost deduse cazurile particulare de interes experimental pentru masurarea parametrilor termici statici si dinamici ai lichidelor. S-a demonstrat faptul ca difuzivitatea termica se poate obtine doar in configuratia standard (back). In aceasta configuratie, se iradiază proba lichida, iar senzorul, aflat in pozitie „back”, masoara variatia de temperatura din proba, cauzata de absorbtia radiatiei incidente. Pentru simplitate se „obliga” radiatia sa fie absorbita pe suprafata anterioara a lichidului iradiat – in realitate in fata lichidului se insereaza o fereastră transparenta de sticla, prevazuta cu un strat metalic opac pe fata posterioara, aflata in contact cu lichidul.

In cele ce urmeaza vom analiza din punct de vedere teoretic configuratia BPPE, si vom stabili conditiile in care aceasta configuratie este utila in investigarea difuzivitatii termice a lichidelor.

I.1. Deducerea ecuatiilor teoretice pentru semnalul PPE in configuratia directa (back configuration) si selectia cazurilor de detectie in care faza semnalului depinde intr-un mod simplu de difuzivitatea termica a probei.

Presupunand propagarea unidimensionala a caldurii, semnalul PPE, rezultat in urma excitarii periodice a probei cu radiatie modulata de frecventa f, are urmatoarea forma [1]:

$$V = \frac{2V_0 e^{-\sigma_m L_m}}{(b_{wm} + 1)(b_{mp} + 1)} \frac{e^{\sigma_p L_p} + R_{sp} e^{-\sigma_p L_p} - (1 + R_{sp})}{e^{\sigma_p L_p} - R_{sp} R_{mp} e^{-\sigma_p L_p} + (R_{mp} e^{\sigma_p L_p} - R_{sp} e^{-\sigma_p L_p}) R_{wm} e^{-2\sigma_m L_m}} \quad (1)$$

In ecuatia (1) $\sigma_i = (1+j)/\mu_i$ este coeficientul complex de difuzie termica. iar $\mu_i = \sqrt{\frac{\alpha_i}{\pi f}}$ este lungimea de difuzie termica in mediul i , $\alpha_i = k_i/C_i$ este difuzivitatea termica iar k_i conductivitatea termica, C_i este caldura specifica volumica, iar L_i este grosimea mediului i.

$R_{ij} = (b_{ij} - 1)/(b_{ij} + 1)$ este coeficientul de reflexie al undei termice, iar $b_{ij} = e_i/e_j$, raportul efuzivitatilor termice. R_{ij} are valori cuprinse intre -1 si 1, iar pentru doua medii cu aceeasi efuzivitate, $R_{ij} = 0$. (i,j=g,w, m, p, s).

Semnalul normalizat este dat de expresia:

$$V_n(f) = \frac{2(b_{gp} + 1)}{(b_{wn} + 1)(b_{mp} + 1)} e^{-\sigma_m L_m} P(f) \quad (2)$$

Unde $P(f)$ este un factor de perturbatie care la frecvente joase are expresia:

$$P(f) = \frac{1 - R_{sp} R_{gp} e^{-2\sigma_p L_p}}{1 - R_{sp} R_{mp} e^{-2\sigma_p L_p} + (R_{mp} - R_{sp} e^{-2\sigma_p L_p}) R_{wm} e^{-2\sigma_m L_m}} \quad (3)$$

La frecvente ridicate, pentru care $L_m/\mu_m > 1$, $L_p/\mu_p > 1$, factorul de perturbatie este $P(f)=1$. In cazul particular pentru care fereastra si proba au aceleasi efuzivitati ($e_w \sim e_m$), coeficientul de reflexie este neglijabil ($R_{wm} \sim 0$) si $P(f)$ este independent de grosimea probei.

Combinind relatiile (2) si (3) si separind faza si amplitudinea semnalului PPE vom obtine pentru faza urmatoarea expresie:

$$\text{tg} \varphi = - \frac{\sin x - \text{Re} xp(-2x)[\sin x \cos 2x - \cos x \sin 2x]}{\cos x - \text{Re} xp(-2x)[\cos x \cos 2x + \sin x \sin 2x]} \quad (4)$$

O simulare matematica a relatiei (4), pentru diverse valori ale lui R , este prezentata in Fig.I.1.

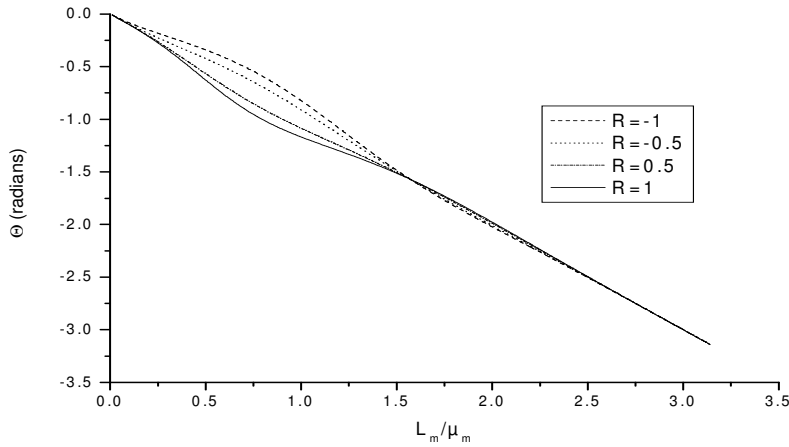


Fig.I.1. Simulare matematica a relatiei (4) pentru diverse valori ale lui R .

Se constata ca daca proba este subtire termic, dependenta fazei semnalului complex PPE in functie de x este neliniara. Daca proba este groasa termic ($L_m > \mu_m$), $x \gg 1$, $e^{-2x} \rightarrow 0$ si ecuatia (4) devine:

$$\text{tg} \varphi = -\text{tg} x,$$

Faza semnalului este data de:

$$\varphi = \varphi_0 - L(\omega/2\alpha)^{1/2} \quad (5)$$

unde φ_0 este un offset independent de frecventa.

Acest caz particular de detectie pare cel mai potrivit pentru investigarea difuzivitatii termice a lichidelor si in particular a nanofluidelor magnetice [2]. Efectuindu-se un scan in frecventa la grosime de fluid constanta, sau un scan in grosimea probei, la frecventa de modulare a radiatiei constanta, se poate obtine difuzivitatea termica a lichidului investigat din panta curbei faza vs. frecventa (grosime). Fig.1 prezinta o simulare matematica a ultimului tip de dependenta enumerat anterior.

Este totusi de remarcat, ca in limita proba termic groasa, comportarea liniara prevazuta teoretic de relatia (5) nu este respectata, datorita unor considerente

experimentale: amplitudinea undei termice este puternic atenuata si, in consecinta, (i) propagarea caldurii prin radiatie (neluata in considerare in relatia. (1)) devine importanta si (ii) raportul semnal/zgomot scade drastic. Este deci deosebit de importanta delimitarea corecta a regiunii liniare [3].

I. 2. Corelarea teoriei cu posibilitatile experimentale oferite de scanul in grosime.

Posibilitatile experimentale sint legate de instrumentatia aflata la dispozitia colectivului, instrumentatie ce va fi descrisa ulterior. Ca primi pasi in corelarea teoriei cu experimentul ar fi selectia tipului de senzor piroelectric si a domeniului de frecvente si grosimi de straturi ale celulei de detectie.

I.2.a. Tipul (materialul) senzorului piroelectric

Din multitudinea de senzori piroelectrici existenti, doar trei sint utilizabili pentru scopul propus: monocristalele de LiTaO_3 , ceramicile PZT si plasticurile de tip PVDF. Din punct de vedere al performantelor, dupa cum se observa din Fig. I.2., tantalatul de litiu este de preferat, deoarece are cea mai mare variatie a fazei in functie de parametrul de scanare.

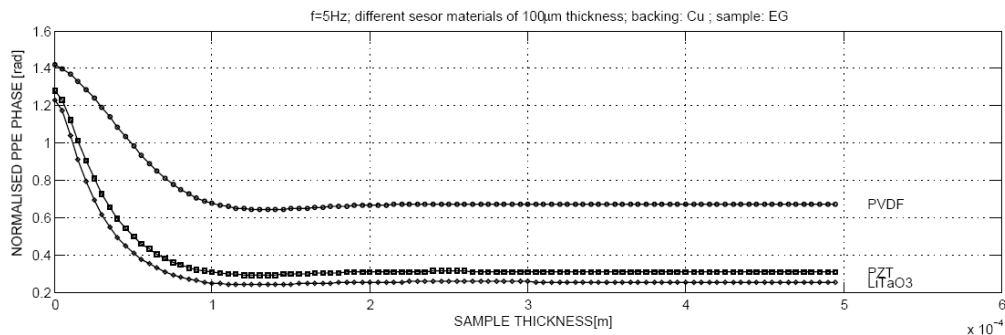


Fig.I.2.Scan in grosimea probei pentru faza normalizata, in cazul a trei senzori LiTaO_3 , PZT si PVDF. $f=5\text{Hz}$

Acest tip de sensor este un sensor rigid, grosimea lui jucind rol de atenuator asupra undei termice. Colectivul nostru detine LiTaO_3 sub forma de placute de grosimi tipice comerciale de $60\mu\text{m}$, $100\mu\text{m}$, $215\mu\text{m}$ si $500\mu\text{m}$. Avind in vedere fragilitatea tantalatului de litiu, vom prefera in experimente senzori de $215\mu\text{m}$ si $500\mu\text{m}$.

I.2.b. Frecventa de modulare a radiatiei incidente si grosimea straturilor celulei de detectie

Frecventa de modulare a radiatiei incidente trebuie corelata cu grosimea senzorului si a lichidului de investigat. Frecventa de modulare modifica practic lungimea de difuzie a undei termice in mediile celulei de detectie. Cu cit frecventa este mai mare, cu atit lungimea de difuzie termica este mai mica, iar unda termica este mai repede atenuata. Frecventa de modulare a radiatiei incidente trebuie astfel aleasa incit unda termica sa strabata lichidul proba, iar apoi sa patrunda in senzorul piroelectric. Sint recomandate frecventele mici care permit o atenuare redusa a undei termice la strabaterea mediilor celulei de detectie. In experimente se vor folosi frecvente cuprinse intre 0.2Hz si 10Hz . Daca se practica tehnica TWRC (scan in grosimea probei lichide) domeniul de scanare a grosimii lichidului trebuie sa permita acestui strat sa treaca din regim termic subtire in regim termic gros, la o frecventa de modulare a radiatiei incidente fixa. La frecventele de modulare mentionate anterior, domeniul de scanare in grosime este de 0.1mm - 1.5mm .

II. Cresterea performantelor calorimetriei PPE pentru investigarea difuzivitatii termice a nanofluidelor.

II.1. Linie de masura pentru investigarea difuzivitatii termice a nanofluidelor bazata pe scanarea grosimii probei (pas minim de scanare 30 nm). Achizitia si procesarea datelor.

Schema generala a liniei de masura utilizata este prezentata in Fig. II.1.

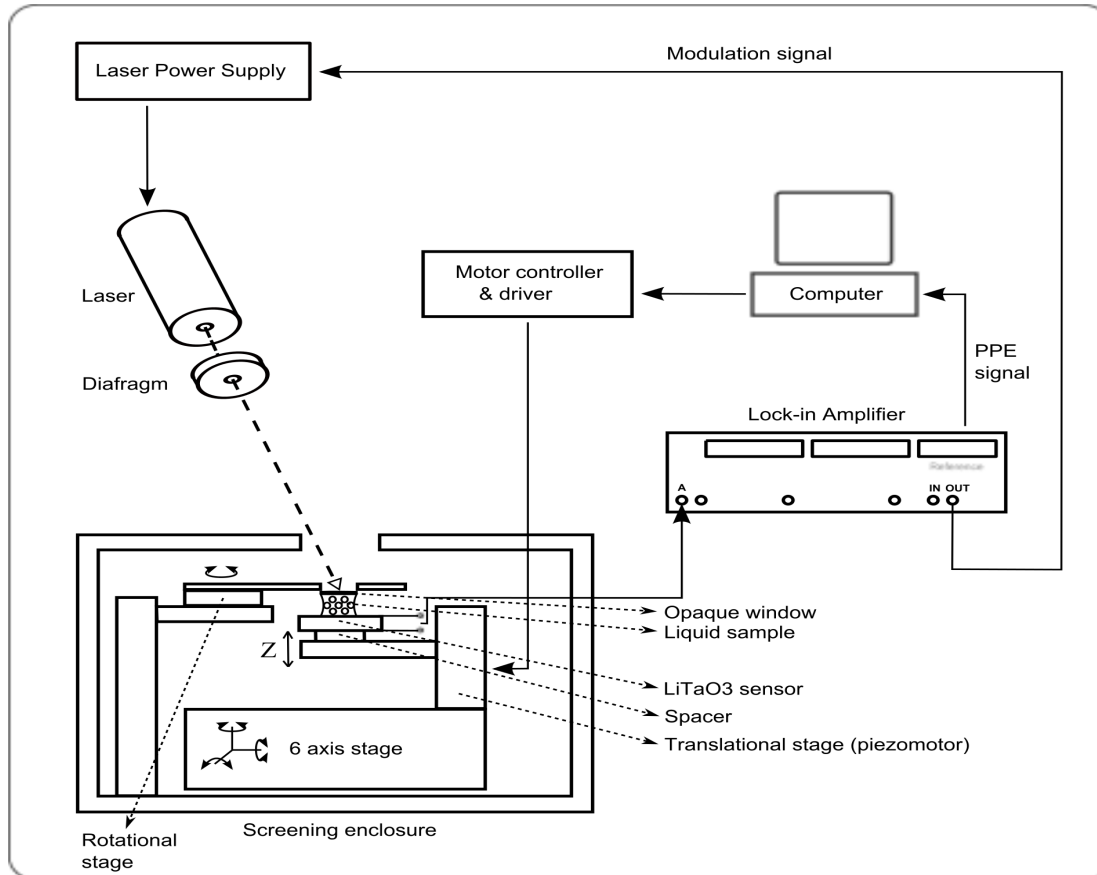


Fig II.1. Schema bloc a instalatiei de masura

II.1. a. Sursa de radiatie si modulatia

Sursa de radiatie a fost un laser cu solid tip Opus 532 2.0W, avind o putere maxima de 2W si emitind la o lungime de unda de 532nm. Alte caracteristici: polarizare orizontala, stabilitate (24h) 0.6%, Zgomot Rms 0.3%. Driverul este de tip mpc 6000. El permite, prin diverse metode, monitarizarea frecventei de modulare si a puterii laserului. In general utilizam o putere de 20-50 mW si frecvente de modulare cuprinse intre 0.1-10Hz.

II.1. b. Celula de detectie

Celula de detectie este constituita dintr-o cutie metalica ecranata, care cuprinde ansamblul de detectie propriuzis (fereastră de sticla opacizata, lichid de cuplaj, sensor

piroelectric) și un sistem sofisticat de diafragmare și focalizare a radiației, aliniere, orientare și deplasare mecanică a părților componente ale ansamblului de detecție. Majoritatea optomecanicii (oglinzi, lentile, diafragme, masute micrometrice -6 și 3 axe, etc) este de proveniența Thorlabs, o parte dintre componentele specifice fiind realizate în atelierul institutului.

O fotografie a celulei de detecție este prezentată în Fig. II. 2.

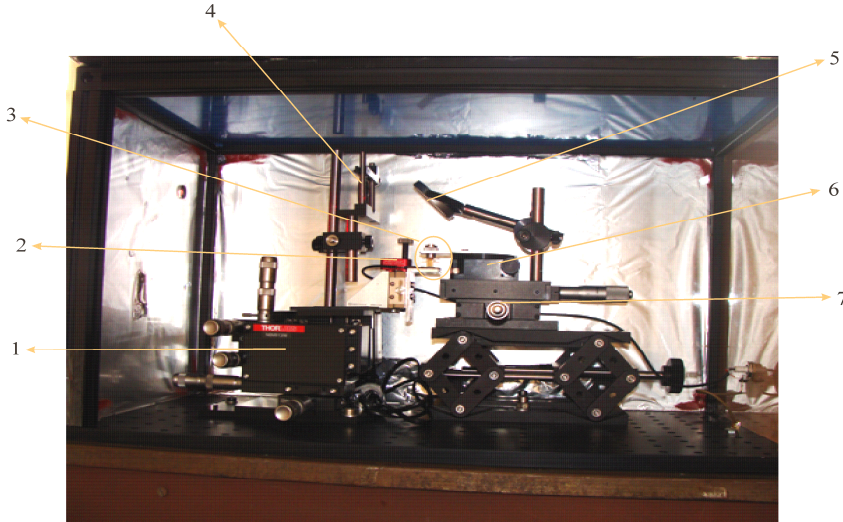


Fig.II. 2. Celula de detecție în configurația BPPE-TWRC

Componenta celulei de detecție este următoarea: 1. dispozitiv micrometric de aliniere – 6 axe; 2. picomotor (pas minim 30nm); 3. ansamblu de detecție (fereastră-lichid de cuplare-senzor); 4. diafragma fascicul laser; 5. oglinda deflectoare; 6. masa rotativă; 7. dispozitiv micrometric de aliniere – 3 axe

Deplasarea relativă a părților componente se realizează cu un motor tip (9062M-XYZ-PPP Gothic-Arch-Bearing Picomotor) comandat din calculator prin intermediul unui sistem controler – driver. Pasul motorului se poate programa de către experimentator, pasul minim fiind de 30 nm. Pentru îmbunătățirea controlului pasului de scanare se utilizează, când este necesar și un “control loop picomotor” tip 8751-CL.

Una dintre problemele esențiale ale măsurătorilor a fost asigurarea paralelismului între senzor și fereastră. Acest lucru a fost obținut prin aliniere optică, realizându-se o proiecție succesivă a spotului laser reflectat de senzor și de fereastră metalizată pe o suprafață îndepărtată.

Metoda este prezentată schematic în Fig. II.3.

II.1.c. Procesarea semnalului

Procesarea semnalului provenit de la senzorul piroelectric se face cu un nanovoltmetru cu detecție în fază (lock-in) tip SR 830. Lock-in-ul prezintă două canale de afișaj, setate în cazul investigațiilor noastre pe amplitudine și fază. Tot lock-in-ul generează și semnalul ce modulează radiația incidentă. Detecția în fază, utilizată în cadrul cercetării de față, prezintă avantajul unui raport semnal/zgomot bun (cuprins între 100 și 1000) cu semnale tipice măsurabile de ordinul picoamperilor și/sau a nanovoltilor. Pentru achiziția datelor măsurate, lock-in-ul a fost cuplat la PC prin intermediul unei interfețe seriale SR232.

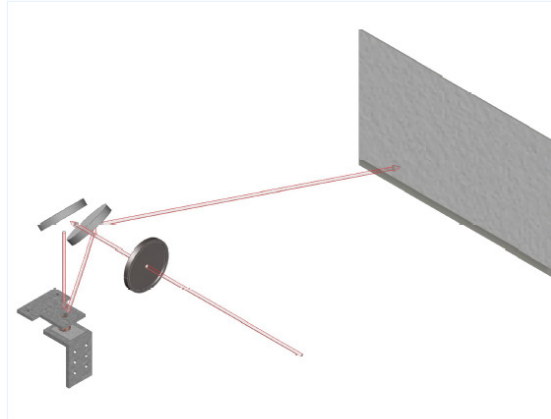


Fig. II.3. Prezentare schematica a drumului optic strabatut de raza laser pentru realizarea paralelismului intre sensor si fereastra metalizata. Pasul urmator este indepartarea ferestrei prin rotirea masutei rotative si suprapunerea pe paravan a imaginii obtinute prin reflexia pe senzor.

II.1.d. Achizitia si prelucrarea datelor experimentale

Achizitia datelor experimentale a fost realizata cu un program adaptat, realizat in limbaj LW (vezi Fig. II. 4 – pt schema bloc). Programul monitorizeaza grosimea lichidului de cuplare cu pasul indicat de experimentator si extrage informatiile legate de grosimea relativa a fluidului de cuplare, amplitudinea si faza semnalului complex BPPE.

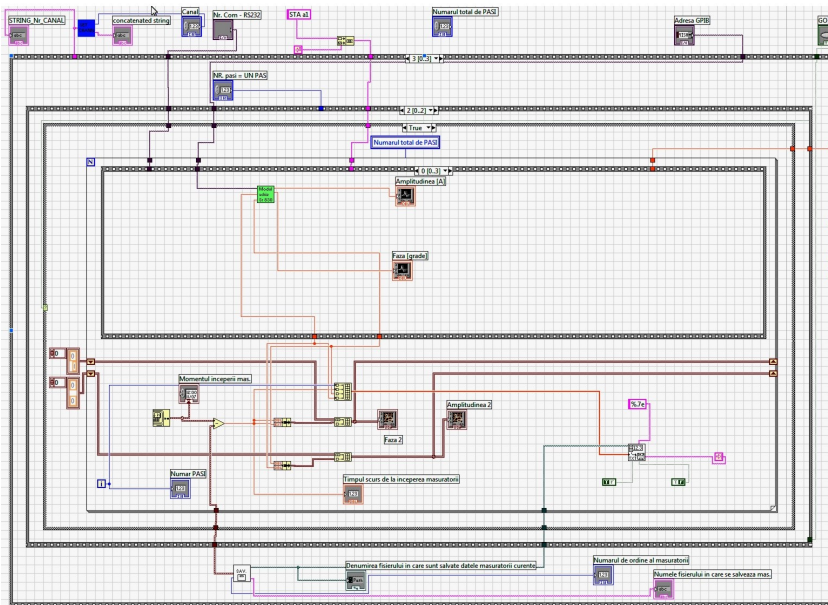


Fig. II.4. Schema bloc a programului utilizat pentru achizitia datelor experimentale (sub LW)

II.2. Procedura de fit pentru analiza datelor experimentale. Experimente preliminare efectuate pe fluide cu proprietati cunoscute.

Pentru analiza rezultatelor experimentale, s-au ales ca materiale de studiu lichide cu proprietati cunoscute si stabile la temperatura camerei.

II.2. a. Utilizarea pantei curbei "faza-grosimea lichidului".

In Fig. II.5-6 sint prezentate scanurile in grosime ale fazaei semnalului PPE pentru doua lichide cu proprietati termice cunoscute: etilen glicol si etanol.

Din panta dreptelor se poate determina valoarea difuzivitatii termice a substantei respective, la temperatura camerei. Este de remarcat faptul ca in grafice sint reprezentate valorile relative, atit ale fazei semnalului cit si grosimii probei investigate. Deci cunoasterea valorilor absolute ale acestor cantitati nu este necesara, acest fapt simplificind mult analiza rezultatelor experimentale. Cel mai important avantaj este faptul ca nu este necesar nici un procedeu de normalizare.

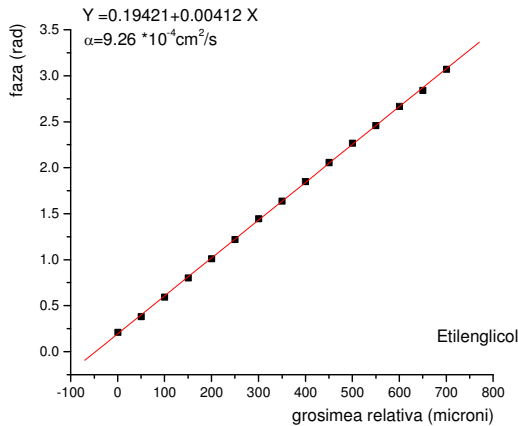


Fig. II.5 . Scan in grosime al fazei semnalului PPE pentru etilenglicol.

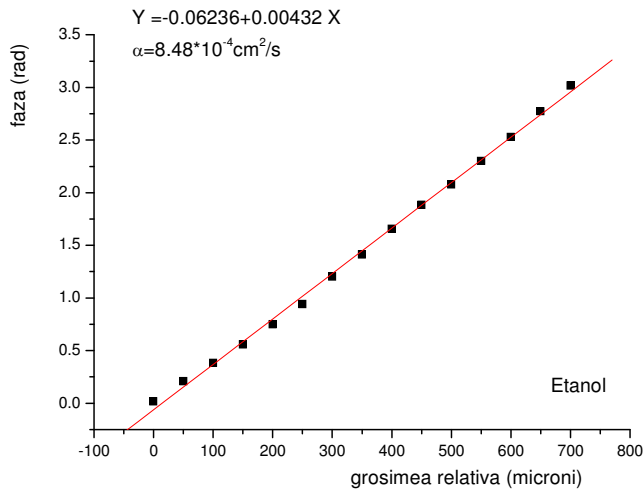


Fig. II.6 . Scan in grosime al fazei semnalului PPE pentru etanol.

Scanuri tipice ale fazei semnalului PPE in functie de grosimea probei pentru un alt lichid cu proprietati cunoscute (uleiul siliconic), la diverse frecvente de modulare a radiatiei incidente sint prezentate in Fig. II.7.

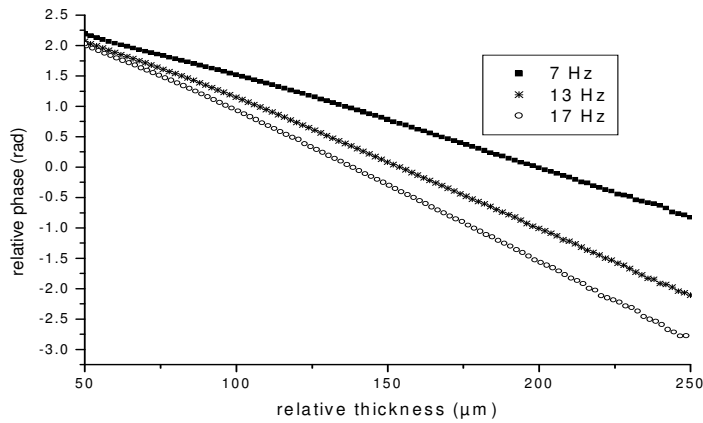


Fig.II.7. Scan in grosime al fazei semnalului PPE pentru trei frecvente de modulare a radiatiei.

La o frecventa fixa de modulare, difuzivitatea termica poate fi calculata si in acest caz din panta curbei “faza semnalului vs. grosimea probei”, cu conditiile impuse relatiei (5), in domeniul de proba termic groasa, si independent de valorile absolute ale fazei semnalului si grosimii probei.

$$\alpha_m = \frac{\pi f}{(\text{slope})^2} \quad (6)$$

Pentru imbunatatirea performantelor tehnicii, in cele ce urmeaza propunem o *solutie de o mai mare acuratete*. Datorita faptului ca graficele prezentate in Fig. II.7 nu sint liniare pe intregul interval de scanare, propunem calculul pantei pe un *numar limitat de puncte*. In acest fel regiunea liniara a graficului va fi mai bine delimitata. Din punct de vedere matematic, panta din ecuatie (5) poate fi calculata pe un numar arbitrar de puncte; se constata insa ca numarul de puncte nu afecteaza valoarea difuzivitatii termice, doar largimea regiunii liniare a graficului. Au fost facute teste pe 10, 70 si 50 de puncte, iar in final a fost selectat un numar de 50 de puncte pentru calculul pantei.

Comportari tipice ale difuzivitatii termice ale uleiului siliconic, la diverse frecvente de modulare a radiatiei incidente sint prezentate in Fig. II.8 si 9.

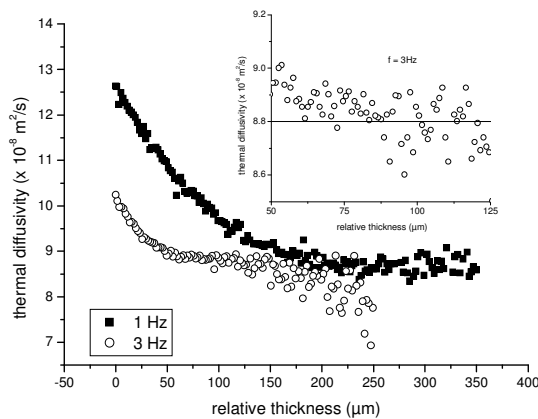


Fig II.8. Comportarea difuzivitatii termice a uleiului siliconic in functie de grosimea relativa a stratului de ulei din celula de detectie, pentru frecvente de modulare coborite.

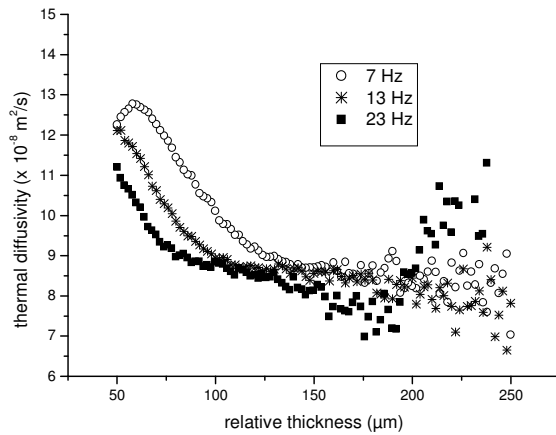


Fig II.9. Comportarea difuzivitatii termice a uleiului siliconic in functie de grosimea relativa a stratului de ulei din celula de detectie, pentru frecvente de modulare ridicate.

Dupa cum se observa, experimental, un grafic al difuzivitatii termice in functie de grosimea probei, obtinut cu aceasta metoda, cuprinde trei regiuni distincte. Prima regiune este neliniara, datorata termenilor de corectie din ecuatie (4). A doua regiune, liniara si orizontala, da de fapt valoarea difuzivitatii termice. Dupa cum am precizat anterior, pentru grosimi mai mari ale probei, curba deviaza din nou de la liniaritate, datorita influentei propagarii caldurii prin radiatie si datorita deteriorarii raportului semnal/zgomot.

Din Fig. II.8 si 9 se constata ca cele doua seturi de date colectate, la frecvente “joase” (1 Hz and 3 Hz) si “inalte” (7 Hz, 13 Hz and 23 Hz), au pozitionari diferite in functie de grosimea probei, indicind necesitatea unei atente corelari a trei parametrii: domeniul scanului in grosime, grosimea absoluta a probei si frecventa de modulare a radiatiei.

Selectarea domeniului in care se face fitul liniar “difuzivitate termica vs. grosimea probei” este esentiala pentru obtinerea unei valori corecte si implica corelarea domeniului scanului in grosime, a valorii grosimii absolute a probei si a frecventei de modulare a radiatiei. Valoarea difuzivitatii termice a uleiului siliconic, gasita cu aceasta metoda (la 3Hz frecventa de modulare a radiatiei) este $(8.80 \pm 0.21) 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$, in buna concordanta cu alte date din literatura.

II.2.b. Utilizarea tehnicii TWRC bazata pe determinarea grosimii absolute a lichidului a carui grosime este scanata.

Procedeul este unul iterativ experimental-teoretic si se bazeaza pe utilizarea valorilor absolute ale fazei si grosimii absolute a probei. Primul pas este determinarea din panta curbei “faza semnalului vs. grosimea relativa a probei” a unei valori “aproximative” a difuzivitatii termice. Cu aceasta valoare se poate determina adincimea de difuzie termica in proba si in consecinta se poate determina cu precizie portiunea liniara a graficului “difuzivitate termica vs. grosimea probei”. Utilizind o masuratoare de

calibrare (iluminarea senzorului gol) se poate determina valoarea absoluta a fazei semnalului PPE si ulterior se poate determina cu aproximatie valoarea absoluta a grosimii probei. Bazandu-ne pe faptul ca valoarea corecta a grosimii absolute a probei nu afecteaza doar valoarea difuzivitatii termice, ci si forma curbei “difuzivitate termica vs. grosimea probei”, se utilizeaza in final un program de fit care optimizeaza valoarea difuzivitatii termice (prin minimizarea erorii relative), atunci cind grosimea absoluta a probei este considerata parametru de fit.

In Fig II.10. se prezinta fitul facut pentru optimizarea valorii difuzivitatii termice, pentru o proba de ulei siliconic, avind ca parametru de fit grosimea absoluta a probei. Se constata ca grosimea absoluta a probei nu influenteaza doar valoarea difuzivitatii termice, dar si forma curbei. “Curba” cea mai apropiata de orizontala da valoarea exacta a difuzivitatii termice.

In Fig. II.11. se prezinta valoarea difuzivitatii termice pentru o proba de ulei siliconic, pentru trei frecvente de modulare diferite ale radiatiei incidente.

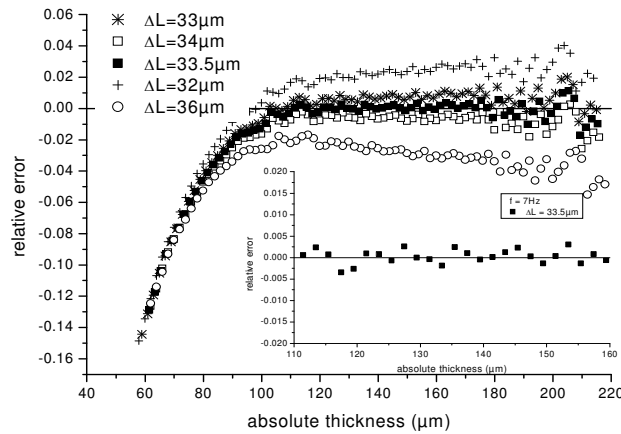


Fig. II.10. Eroarea relativa a fitului in functie de grosimea absoluta a probei

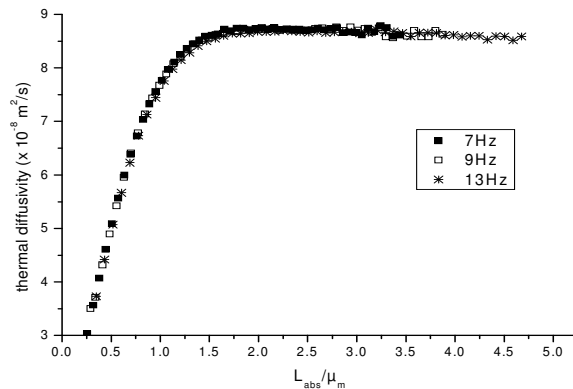


Fig. II.11. Difuzivitate termica in functie de raportul adimensional L/μ , pentru uleiul siliconic.

In Fig. II.12 sint prezentate, pentru comparatie, rezultatele obtinute pentru difuzivitatea termica a uleiul siliconic, cu metoda TWRC, utilizandu-se panta curbei “faza vs. grosimea probei” si cu metoda ce utilizeaza valorile absolute ale fazei semnalului si grosimii absolute a lichidului de investigat. Se constata o imbunatatire a rezolutiei masuratorii cu aproape un ordin de marime.

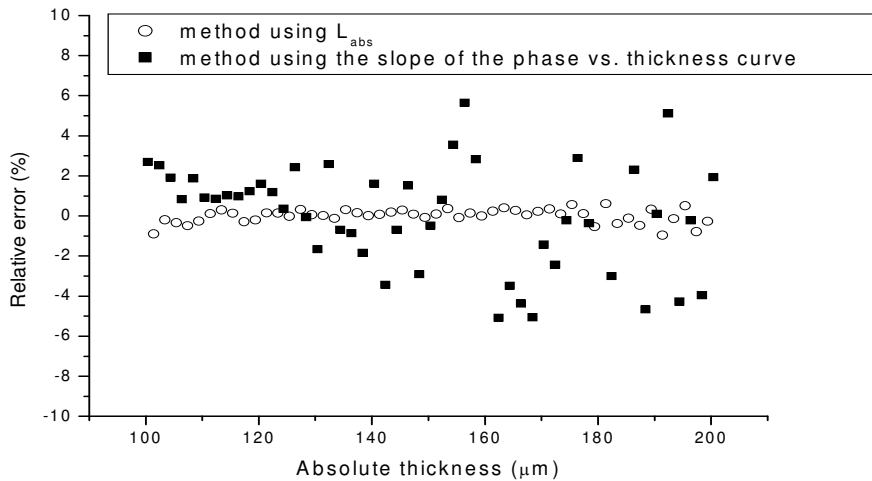


Fig. II.12. Eroarea relativa in functie de grosimea absoluta pentru cele doua metode de prelucrare a datelor experimentale efectuate in cadrul tehnicii TWRC.

Datorita faptului ca, pina in final, metoda va fi aplicata unor nanofluide magnetice, vom prezenta in continuare (Fig. II.13 SI 14) si unele rezultate obtinute pe nanofluide avind apa ca lichid purtator si diverse concentratii de nanoparticule (SiO_2 - silice).

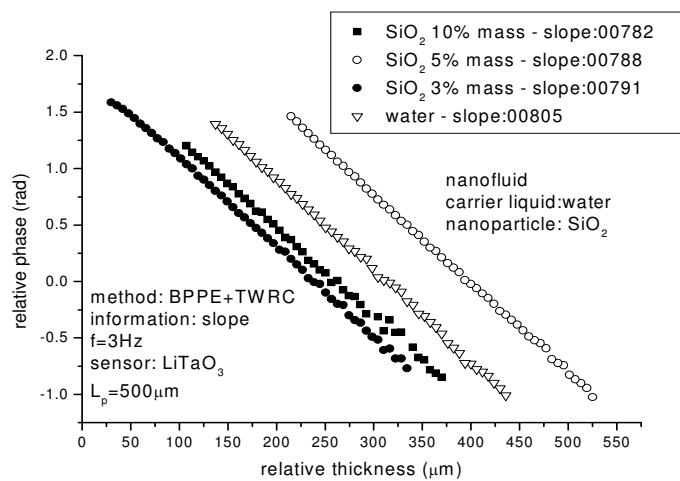


Fig. II.13. Scan in grosime a fazei semnalului BPPE pentru nanofluide pe baza de nanoparticule de SiO_2 , la diverse concentratii, avind lichid purtator apa.

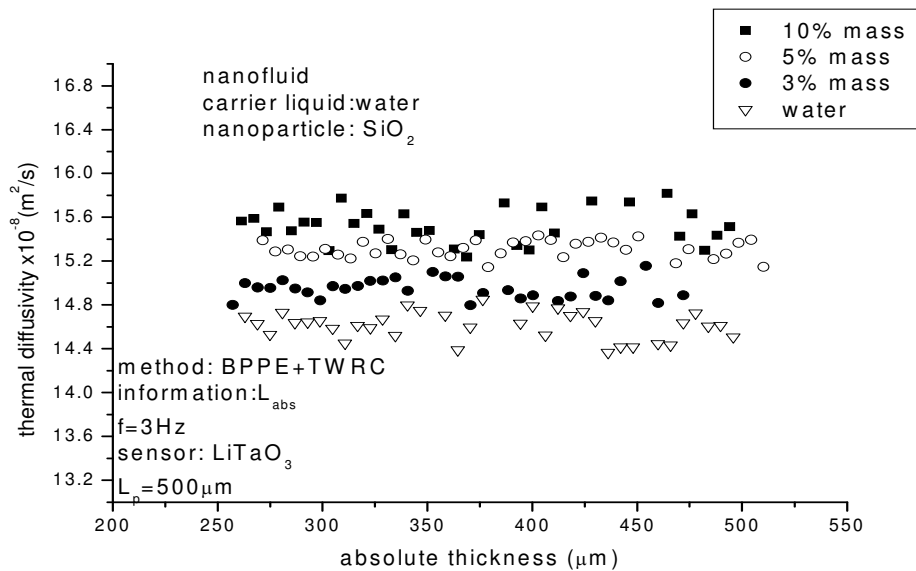


Fig. II.14. Comportarea difuzivitatii termice a nanofluidelor pe baza de nanoparticule de SiO₂ (la diverse concentratii, avind lichid purtator apa) in functie de grosimea absoluta a lichidului.

Tabelul 1

nanoparticle SiO ₂ (% mass)	Thermal diffusivity (10 ⁸ m ² /s)	
	L _{abs}	slope
0% (water)	14.61±0.12	14.54±0.71
SiO ₂ - 3%	14.95±0.09	15.06±0.71
SiO ₂ - 5%	15.31±0.08	15.17±0.72
SiO ₂ - 10%	15.53±0.15	15.40±0.61

In Tabelul 1 sint prezentate rezultatele obtinute pe nanofluidelor investigate, facidu-se o comparatie intre cele doua alternative. Se constata ca tehnica BPPE-TWRC care foloseste grosimea absoluta a fluidului scanat ca parametru de fit are o precizie mult mai buna decit tehnica bazata pe calculul difuzivitatii termice din panta fazei semnalului PPE.

II.2.c. Concluzii asupra procedurilor de crestere a performantelor calorimetriei PPE pentru investigarea difuzivitatii termice a nanofluidelor.

Dorim sa enumeram in finalul acestui paragraf in ce constau imbunatatirile aduse metodei clasice BPPE pentru cresterea performantelor in masurarea difuzivitatii termice a lichidelor:

- abordarea teoretica:

- scanul in frecventa (la grosime a probei constanta) a fost inlocuit cu scanul in grosimea probei (la frecventa de modulare a radiatiei constanta) – tehnica TWRC. Aceasta abordare elimina erorile ce se faceau in determinarea exacta a grosimii probelor. In plus, pastrarea unei valori constante a frecventei de modulare a radiatiei permite pastrarea grosimii

termice dorite pentru toate straturile celulei de detectie, cu exceptia stratului a carui grosime se scaneaza, care poate trece, dupa dorinta, din regim subtire in gros termic si invers;

- informatia obtinuta (valoarea difuzivitatiei termice) este colectata din faza semnalului PPE, acest fapt eliminand orice probleme de zgomot datorate fluctuatiilor intensitatii radiatiei incidente si prelucrarii suprafetei incidente care receptioneaza radiatia;

- in cazul in care valoarea difuzivitatiei termice se determina din panta fazei semnalului PPE in functie de grosime, nu este necesara cunoasterea valorilor absolute ale fazei semnalului PPE si grosimii probei;

- metoda de determinare a difuzivitatiei termice din panta fazei semnalului in functie de grosime a fost imbunatatita in prima faza prin utilizarea unui calcul pe un numar limitat de puncte (sliding slope), acest fapt permitind o determinare mult mai exacta a regiunii "termic groase" in care se face determinarea propriu-zisa;

- pasul final in cresterea performantelor tehnicii BPPE-TWRC in determinarea difuzivitatiei termice a lichidelor a fost utilizarea unui procedeu de fit, cu doi parametrii de fit, difuzivitatea termica si valoarea absoluta a grosimii probei, care a imbunatatit performantele metodei cu aproximativ un ordin de marime;

- s-au obtinut in final rezultate in care eroarea relativa era de sub 1%.

- *imbunatatiri experimentale:*

- scanul in grosime a utilizat doua tipuri de picomotoare, ambele avind un pas minim de 30nm, iar unul dintre ele permitind si controlul riguros (loop control) al distantei scanate;

- achizitia datelor s-a facut cu un program LW care a permis ajustarea tuturor parametrilor experimentali de interes (frecventa de modulare a radiatiei, distanta scanata, pasul de scanare, constante de timp de achizitie, etc);

- au fost realizate programe speciale pentru conversia datelor masurate (faza semnalului PPE) in parametrii termici (difuzivitatea termica).

III. Sinteza/achizitia de nanofluidе magnetice cu parametrii structurali diferiti (lichidul purtator, surfactant, tip de nanoparticule) pentru investigatii preliminare.

Pentru investigatiile ulterioare au fost achizitionate de la "Laboratorul de Lichide Magnetice", Filiala Academiei Romane, Timisoara, fluidele magnetice listate in Tabelul 2:

Tabel 2

Nr. crt	Denumire produs (cod)	Ms (Gs)	ρ (g/cm ³)	Dh (nm) (25 ⁰ C)	Cantitate (ml)
1	MF/C ₆ H ₁₄ /(Fe ₃ O ₄ .OA)_4T 100921-2	332	1.032	-	20
2	MF/H ₂ O(MA+MA) 100105-84	15	1.039	44	20
3	MF/H ₂ O(LA+LA) 100215-1	130	1.138	23	20
4	MF/H ₂ O(LA+MA) 100105-101	14	1.026	18	20
5	MF/H ₂ O(PA+OA) 100105-111	145	1.129	108	20
6	MF/H ₂ O(OA+OA) 120426-2	30	1.026	55	20

IV. Diseminarea rezultatelor.

IV. 1. Rezultate publicate in reviste cotate ISI.

1. Self-consistent measurement of all thermal parameters of a liquid by FPPE-TWRC technique

D. Dadarlat and M. N. Pop

AIP Conf. Proc. 1425, 13 (2012); doi: 10.1063/1.3681955

2 Contact and non-contact photothermal calorimetry for investigation of condensed matter. Trends and recent developments.

D. Dadarlat

J. Therm. Analysis Calor. DOI 10.1007/s10973-011-2180-7

3 Photopyroelectric (PPE) Calorimetry of Composite Materials.

D. Dadarlat, M. N. Pop, O. Onija, M. Streza, M. M. Pop, S. Longuemart, M. Depriester, A. H. Sahraoui, V. Simon

J. Therm. Analysis Calor. DOI 10.1007/s10973-012-2270-1

4 Self-consistent Photopyroelectric Calorimetry for Liquids

D. Dadarlat, M. N. Pop

Int. J. Thermal Sciences, 56, 19-22 (2012)

IV. 2. Rezultate prezentate la seminarii si conferinte internationale.

a. Conferinte

1. Frequency versus thickness scanning as self-consistent procedures in the photopyroelectric calorimetry.

D. Dadarlat

41th Winter School on Wave and Quantum Acoustics, Szczyrk, Poland, 27 Feb-03 March, 2012

2. Recent Developments in the Photopyroelectric Calorimetry of Condensed Matter

D. Dadarlat

Second Mediterranean International Workshop on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, Erice, Italy, 19-26 April 2012 – invited

3. New Pharmaceutical Solid Forms: a Photothermal and Structural Approach

Carmen Tripon, Irina Kacso, Marieta Muresan-Pop, Gh. Borodi, I. Bratu and D. Dadarlat

Second Mediterranean International Workshop on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, Erice, Italy, 19-26 April 2012

4. Basic aspects of the Photopyroelectric Method

D. Dadarlat

Second Mediterranean International Workshop on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, Erice, Italy, 19-26 April 2012 - invited

5. Photothermal Calorimetric Techniques Applied to Condensed Matter Materials

D. Dadarlat

Advanced Topics on Optoelectronics Microelectronics and Nanotechnologies, Constanta, 23-26 august, 2012 –invited

6. Functionalized polymer based magnetic nanostructures with controlled properties for magnetic drug targeting”

R. Turcu, I. Craciunescu, A. Nan, C. Daia, R. Tietze, J. Liebscher, C. Alexiou, L. Vekas
Conference „Colloids and Nanomedicine 2012”, Amsterdam, 15-17 iulie 2012
7. Hybrid particles based on nanosized magnetite encapsulated into polymers/copolymers
R. Turcu, A. Nan, I. Craciunescu, L. Vekas
10th Conference on Colloid Chemistry, Budapesta, 29-31 August 2012

Seminar international

1. Contact and Non-contact Photothermal Calorimetric Techniques Applied to Liquids
D. Dadarlat
Seminar laboratoare FAST Paris, 4 iulie 2012

IV. 3. Actualizare pagina WEB.

Vezi: www.itim-cj.ro

V. Mobilitati.

V.1. Stagii de lucru in laboratoare din strainatate cu preocupari in domeniu.

D. Dadarlat

- stagiul de lucru la laboratoarele FAST Paris, Franta in perioada 1-6 iulie 2012;
- stagiul de lucru la laboratoarele MRIED, Universite du Littoral Dunkerque, Franta, in perioada 7-31 iulie 2012.

M. Pop

- stagiul de lucru la UK Leuven, in perioada 1 Feb.- 30 Apr. 2012 (support financiar - bursa doctorala).

V. 2. Participare la conferinte internationale

D. Dadarlat

- 41th Winter School on Wave and Quantum Acoustics, Szczyrk, Poland, 27 Feb-03 March, 2012

- Second Mediterranean International Workshop on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, Erice, Italy, 19-26 April 2012

- Advanced Topics on Optoelectronics Microelectronics and Nanotechnologies, Constanta, 23-26 august, 2012

R. Turcu

- Conference „Colloids and Nanomedicine 2012”, Amsterdam, 15-17 iulie 2012

- 10th Conference on Colloid Chemistry, Budapesta, 29-31 August 2012

Bibliografie

1. D. Dadarlat, Laser Physics, 19, 1330 (2009)

2. M. Marinelli, F. Mercuri, U. Zammit, R. Pizzoferrato, F. Scudieri, D. Dadarlat
Phys. Rev. B49, 9523 (1994)

3. S. Delenclos, D. Dadarlat, N. Houriez, S. Longuemart, C. Kolinsky, A.H. Sahraoui,
Rev. Sci. Instrum., 78, 024902 (2007)

Director proiect
Dr. D. Dadarlat