

# Investigatia amplificarii emisiei de fluorescanta in vecinatatea suprafetelor metalice nanostructurate cu ajutorul metodei FDTD si a masuratorilor experimentale

Fluorescenta, sau in general luminiscenta, este un fenomen extrem de exploatat in zilele noastre cu aplicatii in imagistica biomedicala, lasere, dispozitive de iluminat sau display-urile din telefoanele mobile. In cadrul acestei teze ne dorim sa furnizam o abordare stabila cu care sa se poata calcula contributiile datorate atat amplificarii excitatiei cauzate de amplificarea campurilor electromagnetice locale de catre plasmoni dar si a amplificarii emisiei datorate cuplajului dintre emitor si plasmonii de suprafata cu ajutorul metodei FDTD. Asadar am studiat o structura simpla de tipul miez de aur coaja dielectrica dar si una mai complexa (un substrat 2D format din microsferi de polistiren acoperite de un film subtire de aur) atat din punct de vedere experimental cat si teoretic. O potrivire satisfacatoare a fost obtinuta intre rezultatele experimentale si cele teoretice ceea ce ne permite sa afirmam ca metoda FDTD se poate folosi cu succes atunci cand dorim sa calculam factorii de amplificare a semnalului de fluorescanta in apropierea nanostructurilor metalice. Acest lucru ii va putea ajuta pe cercetatori si va elimina incertitudinile legate de posibilitatea ca anumite structuri sa amplifice semnalul de fluorescanta dar si legate de parametrii care trebuie optimizati (ex: grosimea stratului de dielectric).

**Cuvinte cheie:** Nanostructuri metalice, FDTD, fluorescanta, simulari numerice, randament cuantic, optica, electromagnetism

# Cuprins

Cuprins .....	2
Introducere .....	4
<b>Capitolul 1 - Interactiunea fluoroforilor cu suprafetele metalice.....</b>	<b>6</b>
<i>1.1 Introducere in nanotehnologie.....</i>	<i>6</i>
<i>1.2 Proprietatile optice ale metalelor .....</i>	<i>8</i>
1.2.1 Ecuatiile lui Maxwell in materie .....	8
1.2.2 Modelul Drude-Sommerfeld .....	9
1.2.3 Excitarea plasmonilor de suprafata la interfata dintre un metal si un dielectric .....	13
<i>1.3 Interactiunea fluoroforilor cu suprafetele metalice .....</i>	<i>15</i>
Referinte.....	18
<b>Capitolul 2 - Calculul proprietatilor optice si plasmonice ale particulelor din metale nobile cu ajutorul metodei FDTD .....</b>	<b>25</b>
2.1 Introducere.....	26
2.2 Calculul proprietatilor optice ale nanoparticulelor folosind metoda FDTD .....	30
2.2.1 Transmisia si Reflexia.....	30
2.2.2 Absorptia, Imprastierea si Extinctia.....	32
2.3 Calculul factorului de amplificarea a fluorescentei in vecinatatea metalelor folosind metoda FDTD .....	35
2.3.1 Maparea campurilor electrice in vecinatatea suprafetelor metalice .....	36
2.3.2 Calculul randamentului cuantic al antenei .....	38
2.4 Concluzii .....	44
Referinte.....	45
<b>Capitolul 3 - Predictia amplificarii emisiei de fluorescenta in vecinatatea suprafetelor metalice folosind metoda FDTD si a rezultatelor experimentale .....</b>	<b>46</b>
3.1 Caracterizarea optica a nanoparticulelor de aur si a fluoroforilor prin metoda FDTD si masuratori experimentale.....	48
3.1.1 Sinteza nanoparticulelor de aur sub forma coloidala .....	48
3.1.2 Depunerea invelisului de polielectroliti pe suprafata AuNPs@CTAC .....	48
3.1.3 Fitarea spectrelor optice ale nanoparticulelor de aur si fluoroforilor prin metoda FDTD ...	49
3.2 Investigarea dependentei de grosime a coajei de dielectric asupra amplificarii semnului de fluorescenta.....	51
3.2.1 Investigatia proprietatilor optice .....	51

3.2.2	Investigatia proprietatilor electrice .....	53
3.2.3	Compararea rezultatelor numerice cu cele experimentale .....	57
3.3	<i>Investigarea dependentei de dimensiune a miezului de aur asupra amplificarii semnalului de fluorescenta</i> .....	61
3.3.1	Investigatia proprietatilor optice .....	61
3.3.2	Investigatia proprietatilor electrice .....	62
3.3.3	Calculul factorului de amplificare a semnalului de fluorescenta .....	64
3.4	<i>Investigarea dependentei de agregare in dimeri a nanoparticulelor miez-coaja asupra amplificarii semnalului de fluorescenta</i> .....	65
3.4.1	Investigatia proprietatilor optice .....	65
3.4.2	Investigatia proprietatilor electrice .....	69
3.4.3	Calculul factorului de amplificare a semnalului de fluorescenta .....	71
3.5	<i>Concluzii</i> .....	73
	<i>Referinte</i> .....	74
<b>Capitolul 4 - Prepararea si caracterizarea prin metoda FDTD a substratelor 2D formate dintr-o matrice periodica de microsferes de polistiren corodate si acoperite cu metal</b> .....		
4.1	<i>Introducere</i> .....	77
4.2	<i>Prepararea substratelor 2D formate dintr-o matrice periodica de microsferes de polistiren corodate si acoperite cu metal</i> .....	79
4.2.1	Constructia matricei formate dintr-un singur strat.....	79
4.2.2	Corodarea cu ioni reactivi.....	80
4.2.3	Depunerea filmului subtire metalic.....	80
4.3	<i>Caracterizarea substratelor 2D formate dintr-o matrice periodica de microsferes de polistiren corodate si acoperite cu metal</i> .....	81
4.3.1	Caracterizarea morfologica .....	81
4.3.2	Caracterizarea in plan indepartat.....	83
4.3.3	Caracterizarea in plan apropiat.....	89
4.4	<i>Amplificarea semnalului de fluorescenta de catre monostraturi de microsferes de polistiren acoperite cu aur</i> .....	95
4.4.1	Rezultatele experimentale .....	95
4.4.2	Rezultatele teoretice .....	95
4.4	<i>Concluzii</i> .....	104
	<i>Referinte</i> .....	106
Concluzii finale.....		
Lista publicatiilor .....		
		112