



Τεχνολογικό  
Πανεπιστήμιο  
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και  
Τεχνολογίας

**Πτυχιακή εργασία**

**ΜΕΛΕΤΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ ΓΙΑ  
ΦΩΤΟΝΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ**

**Βασιλική Ζήνωνος**

**Λεμεσός, Μάϊος 2017**



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ  
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Πτυχιακή εργασία

ΜΕΛΕΤΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΥΜΕΝΙΩΝ ΓΙΑ  
ΦΩΤΟΝΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ

της

Βασιλικής Ζήνωνος

Επιβλέποντες Καθηγητές

Δρ. Παναγιώτης Κεϊβανίδης

Δρ. Γεώργιος Κωνσταντινίδης

Λεμεσός, Μάϊος 2017

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Copyright © Βασιλική Ζήνωνος, 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους επιβλέποντες καθηγητές μου Δρ. Παναγιώτη Κεϊβανίδη και Δρ. Γεώργιο Κωνσταντινίδη.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω θερμά τον μεταδιδακτορικό ερευνητή Δρ. Λουκά Κουτσοκέρα για την πολύτιμη βοήθεια τόσο στη συγγραφή της πτυχιακής αλλά και για την πραγματοποίηση των μετρήσεων με την χρήση του Scanning Electron Microscopy.

Ακόμη θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στο διδακτορικό φοιτητή Μάριο Κωνσταντίνου ο οποίος εργάστηκε για την λήψη μετρήσεων με την χρήση του Atomic Force Microscopy.

Επίσης τον Καθηγητή Α. Αναγιωτό για την διευκόλυνση όσο αφορά την χρήση του εργαστηρίου του έως ότου τεθεί σε διαθεσιμότητα το εργαστήριο «Device Technology and Chemical Physics».

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της ερευνητικής αυτής μελέτης είναι η επίδραση της μορφολογίας των υλικών στην φωτονιοενεργειακή αναβάθμιση υμενίων. «Φωτονιοενεργειακή αναβάθμιση» είναι η ιδιότητα των υλικών να εκπέμπουν φως σε μικρότερα μήκη κύματος από αυτά που απορροφούν. Δηλαδή, η ενέργεια που απορροφούν είναι μικρότερη από την ενέργεια που εκπέμπουν. Κατά την πειραματική διαδικασία που ακολούθησε παρασκευάστηκαν διαλύματα συγκεκριμένων ποσοτήτων τα οποία στη συνέχεια εναποτέθηκαν δια περιστροφής (Spin Coater) για τη δημιουργία υμενίων. Σε επόμενο στάδιο τα υμένια μελετήθηκαν με τη χρήση του μικροσκοπίου ατομικής δύναμης (Atomic Force Microscopy), φασματογράφου σε υπεριώδες και ορατό (Ultraviolet-visible Spectroscopy) και του μικροσκοπίου ηλεκτρονικής σάρωσης (Scanning Electron Microscopy) με φασματόμετρο ενεργειακής διασποράς ακτινών X (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy). Επιπρόσθετα στην αρχή της πειραματικής διαδικασίας δημιουργήθηκαν υμένια των οποίων τα διαλύματα που εναποτέθηκαν είχαν διαφορετική σύσταση. Τα υμένια που δημιουργήθηκαν ήταν μέσω της εναπόθεσης διαλυμάτων σταθερής σύστασης αλλά μεταβλητού διαλύτη. Ως αποτέλεσμα της πειραματικής μελέτης ήταν η διαπίστωση πως η τραχύτητα και γενικότερα η μορφολογία της επιφάνειας ενός υμενίου παρασκευασμένου από διάλυμα δυαδικού μείγματος PFO:PtOEP επηρεάζεται από την περιβάλλουσα θερμοκρασία. Επιπλέον, μέσα από τα φάσματα απορρόφησης που πάρθηκαν με την χρήση του UV-Vis εξακριβώθηκε πως η ύπαρξη της οκτααιθυλοπορφυρίνης (PtOEP) ενισχύει τον σχηματισμό της β-φάσης του πολυφλουορενίου (PFO).

Η πραγματοποίηση της ερευνητικής αυτής μελέτης έγινε στο εργαστήριο «Device Technology and Chemical Physics» όπου δημιουργήθηκαν τα υμένια και πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις με την χρήση του Ultraviolet-visible Spectroscopy και στο εργαστήριο «Nano/Micro Mechanics of Materials» όπου έγιναν οι μετρήσεις Atomic Force Microscopy. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε το Scanning Electron Microscopy του Τμήματος.

**Λέξεις κλειδιά:** φθορισμός, φωσφορισμός, μορφολογία, μικροσκοπία ατομικής δύναμης, ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης.

## ABSTRACT

This thesis investigates the link between the morphology of polymeric material systems and the phenomenon of photon up-conversion. “Photon up-conversion” constitutes a property of substances to emit light in smaller wavelengths compared to the wavelength they tend to absorb. Subsequently, the energy they absorb is lower than the energy they emit. During this thesis, the researcher prepared solutions with various compositions which were deposited in order to form the desired films. Spin coating was used for the process of deposition. At a later stage, the films were investigated using Atomic Force Microscopy (AFM), Ultraviolet-visible (UV-vis) Spectroscopy and Scanning Electron Microscopy (SEM). Furthermore, at the beginning of the experimental process certain films were formed whose solutions had a different composition. The films were formed through depositing solutions with stable composition but variable solvent. The experiment indicated that the roughness and generally the morphology of the surface of the film prepared by a binary mixture solution PFO:PtOEP is influenced by the temperature. Moreover, the absorption spectra gathered using UV-Vis showed that the existence of octaethylporphyrin (PtOEP) boosts the formation of  $\beta$ -phase of polyfluorene (PFO).

The experimental work was undertaken at the «Device Technology and Chemical Physics» laboratory where the films were deposited along with the UV-vis spectroscopic characterization and at the «Nano/Micro Mechanics of Materials Laboratory» where the AFM was performed. The departmental SEM facility was used.

**Key words:** Fluorescence, phosphorescence, morphology, atomic force microscopy, scanning electron microscopy.