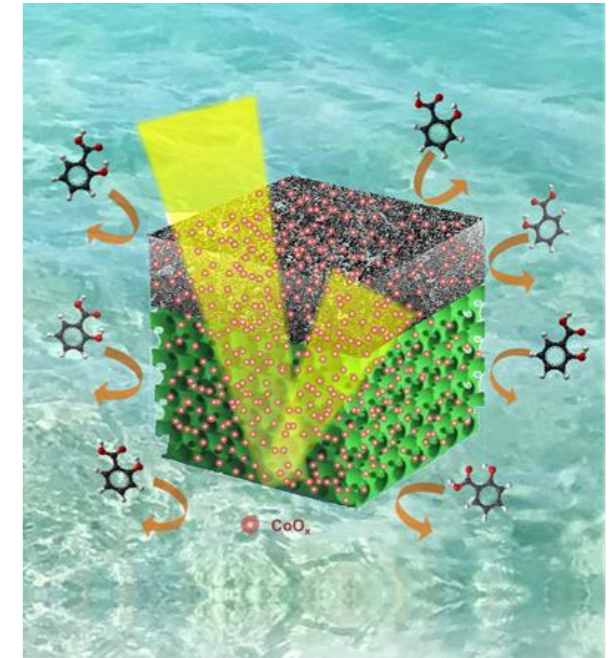




ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Περιγραφή Χρηματοδοτούμενου Ερευνητικού Έργου
1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την
ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την
προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας



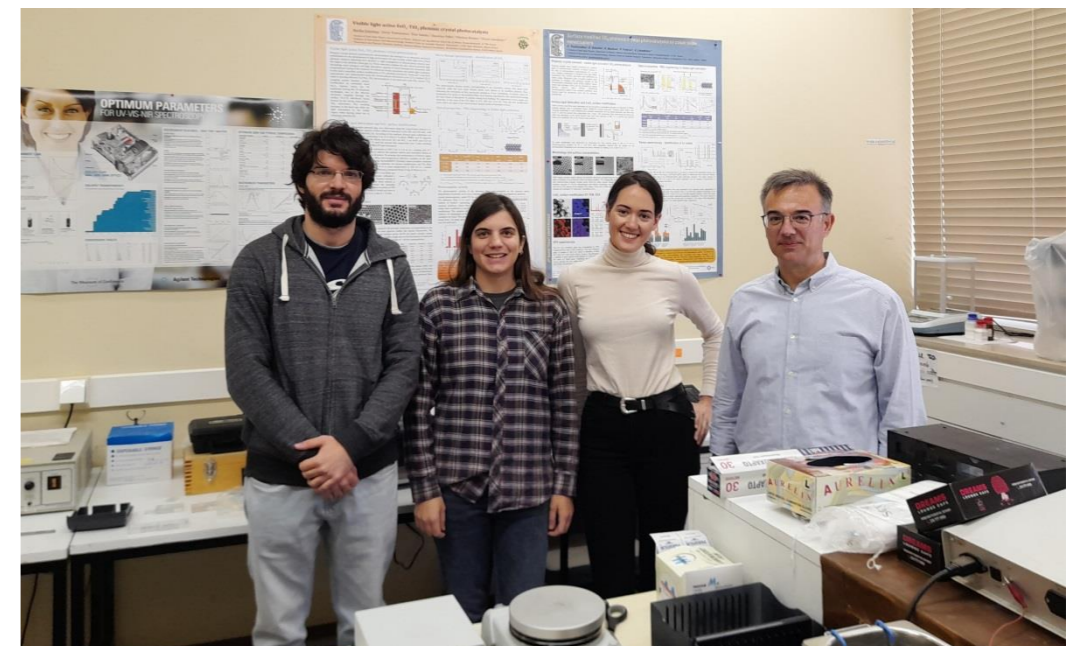
Τίτλος Ερευνητικού Έργου:
Προηγμένες φωτοκαταλυτικές νανοδομές Αργών Φωτονίων

Επιστημονικός Υπεύθυνος:
Βλάσης Λυκοδήμος
Φιλικός προς τον αναγνώστη τίτλος:
SLOWPHOTON

Επιστημονική Περιοχή:
Επιστήμες Μηχανικού και Τεχνολογίας
Φορέας Προέλευσης και Χώρα:
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών, Ελλάδα

Φορέας Υποδοχής:
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών

Συνεργαζόμενος Φορέας:
ΕΚΕΦΕ «Δ», ΕΜΠ, Πανεπιστήμιο Cincinnati,
Πανεπιστήμιο Porto



Ποσό Χρηματοδότησης: 190,000.00 €

Διάρκεια Χρηματοδότησης: 36 Μήνες

Σύνοψη Ερευνητικού Έργου

Στόχος του έργου SLOWPHOTON είναι η ανάπτυξη καινοτόμων φωτοκαταλυτικών φωτονικών νανοδομών για την αποδοτική συλλογή ορατού φωτός μέσω «αργών φωτονίων» και τον αποτελεσματικό διαχωρισμό φορτίου με βάση την ιεραρχική ανάπτυξη μόνο- και πολυστρωματικών φωτοκαταλυτικών υμενίων μέσω του συνδυασμού «αργού» φωτός με στοχευμένες συνθετικές και ηλεκτρονικές τροποποιήσεις των νανοκαταλυτών. Στα πλαίσια αυτά, θα κατασκευασθούν μονολιθικοί φωτονικοί κρύσταλλοι με τη μορφή μακρο-μεσοπορωδών αντιστρόφων οπαλίων με ελεγχόμενες οπτικές ιδιότητες μέσω ετεροδομών τιτανίας με «μοριακά» μεταλλικά (Fe, Co) οξείδια ως ηλιακοί περιβαλλοντικοί καταλύτες και διδιάστατων διχαλκογενιδίων MoS_2 καθώς και BiVO_4 ως φιλικού προς το περιβάλλον φωτοκαταλύτη ορατού φωτός, αυτόνομα ή σε συνδυασμό με μεταλλικά πλασμονικά νανοσωματίδια. Οι καινοτόμες νανοδομές θα αποτελέσουν τα δομικά στοιχεία πολυστρωματικών φωτονικών κρυστάλλων με τη μορφή μη συμβατικών οπτικών κοιλοτήτων που επιτρέπουν την οπισθοσκέδαση και την παγίδευση αργού φωτός μέσω συντονισμού σε φωτονικά στρώματα με απορρόφηση στο ορατό. Εναλλακτικά, θα διερευνηθεί η εισαγωγή επίπεδων νανοκρυσταλλικών στρωμάτων ως ατέλειες της περιοδικής δομής καθώς βαθμίδα του δείκτη διάθλασης με στόχο τη φασματική διεύρυνση του αργού φωτός και τη μείωση των απωλειών λόγω ανάκλασης Bragg. Θα πραγματοποιηθεί συγκριτική αξιολόγηση της φωτοκαταλυτικής δράσης, σταθερότητας και επαναχρησιμοποίησης των φωτονικών καταλυτών στην αποικοδόμηση οργανικών ρύπων όπως φαινόλες αλλά και αναδυόμενων υδατικών ρύπων, όπως η μικροκυστίνη LR, η δικλοφενάκη και τα μακρολίδια αντιβιοτικά που περιλαμβάνονται στην Ευρωπαϊκή οδηγία 2015/495. Η διαμόρφωση συσχετίσεων δομής-απόδοσης των φωτονικών κρυστάλλων θα μελετηθεί μέσω συστηματικού χαρακτηρισμού των δομικών, μορφολογικών και οπτοηλεκτρονικών ιδιοτήτων τους σε συνδυασμό με θεωρητική ανάλυση καθώς και τον προσδιορισμό των δραστικών μορφών οξυγόνου για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης τους. Η σημαντικότερη τεχνολογική εφαρμογή του προγράμματος θα επιτευχθεί μέσω της εναπόθεσης κλίμακας των αποδοτικότερων φωτονικών υμενίων σε κεραμικές μεμβράνες που θα ενσωματωθούν σε ένα φωτοκαταλυτικό αντιδραστήρα συνεχούς ροής με στόχο την ανάπτυξη υβριδικής τεχνολογίας κατεργασίας του νερού που θα βασίζεται στην ενσωμάτωση φωτονικών υλικών στην τεχνολογία μεμβρανών.

Πρωτοτυπία του Ερευνητικού Έργου

Κύριος στόχος του έργου SLOWPHOTON είναι η ανάπτυξη προηγμένων **φωτοκαταλυτικών φωτονικών νανοδομών** που θα προάγουν τη συλλογή ορατού φωτός μέσω «αργών φωτονίων» και το διαχωρισμό φορτίου στην αιχμή της τρέχουσας επιστημονικής έρευνας στα φωτοκαταλυτικά υλικά. Το έργο υιοθετεί μια ιεραρχική προσέγγιση στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη καινοτόμων μόνο- και πολυ-στρωματικών φωτοκαταλυτικών υμενίων μέσω του συνδυασμού «αργού» φωτός με στοχευμένες συνθετικές τροποποιήσεις των νανοκαταλυτών. Το SLOWPHOTON φιλοδοξεί να διευρύνει τα όρια της τρέχουσας γνώσης και να φέρει σημαντική πρόοδο στη συλλογή φωτός και την απόδοση των φωτοκαταλυτικών υλικών. Στα πλαίσια αυτά, θα αξιοποιηθεί η συνέργεια τριών ελληνικών (ΕΚΠΑ, ΕΚΕΦΕ «Δ», ΕΜΠ) και δύο διεθνών (FEUP-Πορτογαλία και UC-ΗΠΑ) ακαδημαϊκών φορέων με υψηλή τεχνογνωσία και πολυετή ερευνητική δραστηριότητα στην επιστήμη των υλικών και τη νανοτεχνολογία, τις φωτοκαταλυτικές διεργασίες και την τεχνολογία μεμβρανών με κοινό στόχο την ανάπτυξη αποδοτικών υλικών για το φωτοκαταλυτικό καθαρισμό του περιβάλλοντος μέσω προηγμένων τεχνικών δέσμευσης του φωτός. Αυτή η φιλόδοξη πρόταση θα βασισθεί στη συντονισμένη υλοποίηση των ακόλουθων ρηξικέλευθων επιστημονικών και τεχνολογικών στόχων:

- *Επιφανειακή τροποποίηση αντιστρόφων οπαλίων TiO_2 με «μοριακά» μεταλλικά οξείδια (Fe και Co) ως καινοτόμοι ηλιακοί περιβαλλοντικοί καταλύτες.*
- *Ελεγχόμενη κατασκευή φωτονικών κρυστάλλων $BiVO_4$ ως εναλλακτικών και φιλικών προς το περιβάλλον φωτοκαταλυτών ορατού φωτός.*
- *Ανάπτυξη ετεροδομών TiO_2 και νανοδισκίων MoS_2 για την ευρέως φάσματος ευαισθητοποίηση στο ορατό και τον αποτελεσματικό διαχωρισμό φορτίου.*
- *Εναπόθεση νανοσωματιδίων Au και Ag σε επιλεγμένα αντίστροφα οπάγια για ενισχυμένη συλλογή φωτός μέσω της συνέργειας εντοπισμένων επιφανειακών πλάσμονίων και αργών φωτονίων.*
- *Ανάπτυξη πολυστρωματικών φωτονικών για την οπισθοσκέδαση, συντονισμό και φασματική διεύρυνση του αργού φωτός.*
- *Αξιολόγηση της φωτοκαταλυτικής απόδοσης, σταθερότητας, επαναχρησιμοποίησης και δραστικών μορφών οξυγόνου των φωτονικών καταλυτών στην αποικοδόμηση υδατικών οργανικών ρύπων.*
- *Εναπόθεση αποδοτικών φωτονικών υμενίων σε κεραμικές μεμβράνες και ενσωμάτωση σε φωτοκαταλυτικό αντιδραστήρα συνεχούς ροής για την ανάπτυξη υβριδικής τεχνολογίας κατεργασίας του νερού.*

Αναμενόμενα αποτελέσματα & Αντίκτυπος του Ερευνητικού Έργου

Η στρατηγική του έργου SLOWPHOTON περιλαμβάνει το σχεδιασμό και την ανάπτυξη καινοτόμων φωτοκαταλυτικών φωτονικών νανοδομών που αποτελεί έρευνα αιχμής στα πεδία της νανοτεχνολογίας, της ενέργειας και του περιβάλλοντος με εφαρμογή σε διεργασίες και τεχνολογία που αξιοποιούν το ηλιακό φως και νανοϋλικά. Οι περισσότεροι από τους στόχους του έργου θα διερευνηθούν για πρώτη φορά θέτοντας νέα όρια και προοπτικές στη συλλογή φωτός και την αποδοτικότητα των φωτοκαταλυτικών υλικών. Πέρα από την επιστημονική καινοτομία, το SLOWPHOTON προτείνει τη χρήση φιλικών προς το περιβάλλον υλικών ως βασικά συστατικά των νέων φωτονικών φωτοκαταλυτών, ενώ έχει ισχυρό κοινωνικό αντίκτυπο υποστηρίζοντας την ανάπτυξη προηγμένων τεχνολογιών καθαρισμού του νερού από επικίνδυνους ρύπους όπως οι κυανοτοξίνες, αλλά και αναδυόμενους οργανικούς ρύπους όπως η δικλοφενάκη και τα μακρολίδια αντιβιοτικά σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή οδηγία 2015/495. Εκτός από τον εμπλουτισμό της γνώσης σε ακαδημαϊκό επίπεδο, το έργο φιλοδοξεί να θέσει μια νέα βασική γραμμή για περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη φωτοκαταλυτικών υλικών ενεργών στο ορατό, τα οποία θεωρούνται καθοριστικά σε μελλοντικά προϊόντα φωτοκατάλυσης. Ειδικότερα, η ανάπτυξη αποδοτικών φωτοκαταλυτών ορατού θεωρείται καθοριστικός παράγοντας σε φωτοκαταλυτικές εφαρμογές εσωτερικού χώρου ή τεχνητού φωτισμού, όπως αντιβακτηριακές επικαλύψεις και επιφάνειες, όπου το SLOWPHOTON αναμένεται να δώσει σημαντική ώθηση.

Το SLOWPHOTON έχει επίσης τη δυνατότητα να προάγει το επίπεδο έρευνας στις υβριδικές φωτοκαταλυτικές μεμβράνες, μια σχετικά νέα εφαρμογή της νανοτεχνολογίας που μπορεί να ωθήσει σημαντικά την τεχνολογία καθαρισμού του νερού μέσω της βελτίωσης της απόδοσης της κατεργασίας όσο και της μείωσης των ενεργειακών απαιτήσεων προσελκύοντας το ενδιαφέρον τεχνολογικών και βιομηχανικών φορέων. Επιπλέον, τα αποτελέσματα του έργου μπορούν να αξιοποιηθούν άμεσα σε στενά συνδεδεμένες τεχνολογίες που αφορούν στο φωτοκαταλυτικό καθαρισμό του αέρα, τη διάσπαση του νερού και την παραγωγή υδρογόνου, αισθητήρες και φωτοβολταϊκά στοιχεία.

Η σημασία της χρηματοδότησης

Η χρηματοδότηση του SLOWPHOTON από το ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. μου έδωσε τη δυνατότητα σχεδιασμού και κυρίως υλοποίησης ενός φιλόδοξου ερευνητικού έργου με στόχο την ανάπτυξη προηγμένων *φωτοκαταλυτικών φωτονικών νανοδομών* στην αιχμή της τρέχουσας επιστημονικής έρευνας στα φωτοκαταλυτικά υλικά. Η πρόταση αυτή στηρίζεται στο συνδυασμό φωτοκαταλυτικών νανοϋλικών με τους φωτονικούς κρυστάλλους, οι οποίοι αποτελούν πρότυπες περιοδικές δομές ελέγχου της διάδοσης του φωτός και ενίσχυσης των αλληλεπιδράσεων ύλης-φωτός, υποστηρίζοντας μια νέα ερευνητική δραστηριότητα στο Τμήμα Φυσικής του ΕΚΠΑ. Η χρηματοδότηση από το ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. εξασφαλίζει την επιτυχή υλοποίηση του SLOWPHOTON που αφορά στη σύνθεση πλήθους μόνο- και πολυ-στρωματικών φωτονικών υμενίων και τη φωτοκαταλυτική τους αξιολόγηση με μεγάλες απαιτήσεις σε εργαστηριακά αναλώσιμα και εξοπλισμό αλλά και ανθρώπινους πόρους, ιδιαίτερα υποψήφιους διδάκτορες που τους δίνεται η ευκαιρία να εργασθούν σε ένα θέμα αιχμής που προσελκύει υψηλό επιστημονικό και τεχνολογικό ενδιαφέρον.



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Λ. Συγγρού 185 & Σάρδεων 2
ΤΚ. 17121, Νέα Σμύρνη, Ελλάδα
210 64 12 410, 420
communication@elidek.gr
www.elidek.gr