



ΕΦΗΜΕΡΙΔΑ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

1 Οκτωβρίου 2021

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 4547

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθμ. απόφ. 27/53

Τροποποίηση του άρθρου 10 και των περιγραμμάτων ύλης των μαθημάτων της υπ' αρ. 17/42/14-01-2021 (Β' 1408) απόφασης της Συγκλήτου που αφορά στον Κανονισμό του Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Quantum Computing and Quantum Technologies» του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, σε συνεργασία με το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος».

Η ΣΥΓΚΛΗΤΟΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟΥ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΡΑΚΗΣ

Έχοντας υπόψη:

1. Την υπό στοιχεία 137509/Ζ1 διαπιστωτική πράξη του Υπουργού Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων (ΥΟΔΔ 490/2018), με την οποία διαπιστώνεται η εκλογή Πρύτανη και Αντιπρυτάνεων του Δ.Π.Θ. με θητεία τεσσάρων (4) ετών, από 01.09.2018 έως 31.08.2022.

2. Τις διατάξεις της παρ. 1 του άρθρου 45 του ν. 4485/2017 (Α' 114), η οποία τροποποιήθηκε με την παρ. 3 του άρθρου 42 του ν. 4521/2018 (Α' 38/2018) σύμφωνα με τις οποίες «Με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος κατάρτιζεται ο Κανονισμός Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος κάθε Π.Μ.Σ., ο οποίος εγκρίνεται από τη Σύγκλητο, δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, αναρτάται στο διαδικτυακό τόπο του Ιδρύματος και κοινοποιείται στο Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων».

3. Τις διατάξεις της περ. β της παρ. 6 του άρθρου 85 του ν. 4485/2017 (Α' 114), σύμφωνα με τις οποίες «Τα ΑΕΙ οφείλουν, μέσα σε προθεσμία έξι (6) μηνών από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, να κατάρτισουν και να δημοσιεύσουν τους Κανονισμούς του άρθρου 45».

4. Τις διατάξεις του ν. 4485/2017 και ιδίως το άρθρο 43 «Διατμηματικά ή Διδρυματικά ΠΜΣ».

5. Τις διατάξεις του ν. 4009/2011 «Δομή, λειτουργία, διασφάλιση της ποιότητας των σπουδών και διεθνοποίηση των ανωτάτων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων» (Α' 195).

6. Τις διατάξεις του ν. 3374/2005 «Διασφάλιση της ποιότητας στην ανώτατη εκπαίδευση. Σύστημα μεταφοράς

και συσσώρευσης πιστωτικών μονάδων - Παράρτημα Διπλώματος» (Α' 189).

7. Τις διατάξεις του άρθρου 90 του Κώδικα Νομοθεσίας για την Κυβέρνηση και τα κυβερνητικά όργανα, (π.δ. 63/2005, Α' 98). Το οποίο διατηρήθηκε σε ισχύ με την παρ. 22 του άρθρου 119 του ν. 4622/2019.

8. Την απόφαση της Ειδικής Διδρυματικής Επιτροπής του Δ.Π.Μ.Σ. του Δ.Π.Θ. υπ' αρ. 1/08-09-2021 συνεδρίασή της και το απόσπασμα πρακτικού αυτής.

9. Την απόφαση της Συγκλήτου της υπ' αρ. 14/42/14-01-2021 συνεδρίασης με την οποία εγκρίθηκε το Δ.Π.Μ.Σ. «Quantum Computing and Quantum Technologies» του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης, σε συνεργασία με το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών «Δημόκριτος» (Β' 1388).

10. Την απόφαση της Συγκλήτου συνεδρίαση 17/42/14-01-2021 με την οποία εγκρίθηκε ο Κανονισμός του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Β' 1408).

11. Το Ειδικό Πρωτόκολλο Συνεργασίας μεταξύ των ιδρυμάτων.

12. Την υπ' αρ. 01/25/14-01-2021 εισήγηση της Επιτροπής Μεταπτυχιακών Σπουδών του Δ.Π.Θ.

13. Το γεγονός ότι από τις διατάξεις της απόφασης αυτής δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του προϋπολογισμού του ιδρύματος, αποφασίζουμε:

Την τροποποίηση του άρθρου 10 και των περιγραμμάτων ύλης των μαθημάτων της υπ' αρ. 17/42/14-01-2021 απόφασης της Συγκλήτου, ως ακολούθως:

«Άρθρο 10

Πρόγραμμα Σπουδών - Έλεγχος Γνώσεων

Το σύνολο των Πιστωτικών Μονάδων (ECTS) που απαιτούνται για την απόκτηση του Δ.Μ.Σ. ανέρχονται σε ενενήντα (90) με διάρκεια φοίτησης τριών (3) εξαμήνων.

Για την απόκτηση του Δ.Μ.Σ. απαιτείται η υποχρεωτική παρακολούθηση και επιτυχής εξέταση οκτώ (8) μαθημάτων τα οποία κατανέμονται στα δύο πρώτα εξάμηνα σπουδών (Α' και Β'). Από αυτά τέσσερα (4) είναι υποχρεωτικά και τέσσερα (4) επιλογής. Τα υποχρεωτικά μαθήματα αντιστοιχούν σε 9 ECTS και τα επιλογής σε 6 ECTS.

Για κάθε μεταπτυχιακό/ή φοιτητή/τρια ορίζεται από την Σ.Ε. ένας Ακαδημαϊκός Σύμβουλος από τους διδάσκοντες του Δ.Π.Μ.Σ. σε συνεργασία με τον οποίο ο/η

μεταπτυχιακός/ή φοιτητή/τρια επιλέγει τα μαθήματα επιλογής. Επίσης ο Ακαδημαϊκός Σύμβουλος συνεργάζεται με τον/την μεταπτυχιακό/ή φοιτητή/τρια για τη επιλογή του θέματος της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας.

Κατά το τρίτο (Γ') εξάμηνο των σπουδών εκπονείται η Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, της οποίας οι πιστωτικές μονάδες (ECTS) ορίζονται σε 30.

Η γλώσσα συγγραφής της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας είναι η αγγλική.

Για τη διδασκαλία των μαθημάτων μπορούν να χρησιμοποιούνται μέθοδοι δια ζώσης και εξ αποστάσεως διδασκαλίας σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, σύγχρονες και ασύγχρονες διαλέξεις με χρήση συστημάτων και διαδικτυακών εφαρμογών τηλεκπαίδευσης καθώς και όποια άλλη μέθοδος κριθεί από την Ε.Δ.Ε. ως κατάλληλη για την εύρυθμη λειτουργία της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, στο οποίο οι τίτλοι των μαθημάτων δίνονται στην αγγλική, διαμορφώνεται ως εξής:

Α' ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ			
ΚΩΔΙΚΟΣ	ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ECTS
QY1	Quantum Computing	Υ	9
QY2	Quantum Devices	Υ	9
Επιλογή δύο (2) μαθημάτων από τα παρακάτω μαθήματα επιλογής:			
QE1	Optical and Quantum Communications	Ε	6
QE2	Computational Biology	Ε	6
QE3	Nanoelectronics	Ε	6
QE4	Quantum Solid-state Physics	Ε	6
QE5	Advanced Topics in Quantum Technologies	Ε	6
QE6	Artificial Intelligence and Applications	Ε	6
QE7	Python Programming and Applications	Ε	6
QE8	Quantum Control	Ε	6
ΣΥΝΟΛΟ ΠΙΣΤΩΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ Α' ΕΞΑΜΗΝΟΥ			30

Β' ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ			
ΚΩΔΙΚΟΣ	ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ECTS
QY3	Quantum Algorithms and Quantum Information	Υ	9
QY4	Qubit devices	Υ	9
Επιλογή δύο (2) μαθημάτων από τα παρακάτω μαθήματα επιλογής:			
QE9	Quantum Machine Learning	Ε	6
QE10	Natural and Unconventional Computing	Ε	6
QE11	Linear Algebra for Quantum Mechanics	Ε	6
QE12	Measurement and Characterization Methods for Devices and Systems	Ε	6
QE13	Big Data Handling	Ε	6
QE14	Quantum Optics	Ε	6
ΣΥΝΟΛΟ ΠΙΣΤΩΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ Β' ΕΞΑΜΗΝΟΥ			30

Γ' ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ			
ΚΩΔΙΚΟΣ	ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ECTS
QMD	MSc Dissertation (ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ)	Υ	30
ΣΥΝΟΛΟ ΠΙΣΤΩΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ Γ' ΕΞΑΜΗΝΟΥ			30

Υ: Υποχρεωτικό Μάθημα Ε: Μάθημα Επιλογής

Στον οδηγό σπουδών, που εγκρίνεται από την Ε.Δ.Ε. και εκδίδεται στην αγγλική συμπεριλαμβάνονται οι αναλυτικές περιγραφές των μαθημάτων οι οποίες επικαιροποιούνται ώστε να συμβαδίζουν με την ραγδαία πρόοδο της επιστήμης στα αντικείμενα του Δ.Π.Μ.Σ. Η Ε.Δ.Ε. με απόφασή της μπορεί να μεταθέτει μαθήματα από το Α' στο Β' εξάμηνο και αντίστροφα.

Τα υποχρεωτικά μαθήματα διδάσκονται σε κάθε ακαδημαϊκό έτος, ενώ, μετά από απόφαση της Ε.Δ.Ε. μαθήματα επιλογής μπορούν να μη διδαχθούν, με την προϋπόθεση ότι θα είναι διαθέσιμα τουλάχιστον δύο μαθήματα επιλογής ανά εξάμηνο σπουδών.

Κάθε ακαδημαϊκό έτος και αναλόγως του αριθμού των εγγεγραμμένων στο Δ.Π.Μ.Σ. φοιτητών/τριών, η Ε.Δ.Ε., μπορεί να θέτει κάτω ή/και άνω όριο στον αριθμό των φοιτητών/τριών που θα εγγράφονται σε κάθε μάθημα επιλογής. Στην περίπτωση αυτή και εφόσον ο αριθμός των φοιτητών/τριών που επέλεξαν μάθημα επιλογής είναι μικρότερος του κάτω ορίου, το μάθημα επιλογής δεν διδάσκεται και οι φοιτητές/τριες επιλέγουν και εγγράφονται σε άλλο μάθημα επιλογής.

Η έναρξη των μαθημάτων ορίζεται στις 1 Νοεμβρίου και η λήξη των μαθημάτων στις 30 Ιουνίου κάθε έτους. Με απόφαση της Ε.Δ.Ε. και σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να δοθεί παράταση διάρκειας και πέραν της 30ης Ιουνίου.

Στον Οδηγό Σπουδών θα παρουσιάζονται αναλυτικά οι ώρες διδασκαλίας του κάθε μαθήματος και οι αντίστοιχες πιστωτικές μονάδες, οι συντονιστές των μαθημάτων και οι διδάσκοντες.

Επιπλέον μπορούν να προστεθούν μεταπτυχιακά μαθήματα των ακόλουθων κατηγοριών:

(α) Μεταπτυχιακά μαθήματα εντατικής διδασκαλίας και σύντομης διάρκειας από διακεκριμένους Επισκέπτες Καθηγητές, Ερευνητές και κατόχους Διδακτορικού Διπλώματος των οποίων η επαγγελματική ενασχόληση εντάσσεται στα αντικείμενα του Δ.Π.Μ.Σ.

(β) Διαλέξεις εξειδικευμένων θεμάτων σύντομης διάρκειας.

Τα μαθήματα των παραπάνω κατηγοριών (α) και (β) δεν λαμβάνονται υπόψη στη διαμόρφωση του Γενικού Μέσου Όρου Βαθμολογίας των φοιτητών/τριών. Με απόφαση της Σ.Ε. παρέχονται σχετικές βεβαιώσεις παρακολούθησης.

Στην αρχή κάθε εξαμήνου καταρτίζεται το ωρολόγιο πρόγραμμα του εξαμήνου. Τα μαθήματα και τα σεμινάρια μπορούν να πραγματοποιούνται πρωινές και απογευματινές ώρες. Με απόφαση της Ε.Δ.Ε. μπορούν να πραγματοποιούνται μαθήματα και σεμινάρια τα Σαββατοκύριακα και τις αργίες.

Σε έκτακτες περιπτώσεις μη διδασκαλίας κάποιων μαθημάτων επιλογής επιτρέπεται, ύστερα από σχετική αίτηση του ενδιαφερόμενου φοιτητή/τριας, με σύμφωνη, εισήγηση της Σ.Ε. και με απόφαση της Ε.Δ.Ε., η αντικατάσταση των αρχικώς επιλεγμένων μεταπτυχιακών μαθημάτων με άλλα μεταπτυχιακά μαθήματα επιλογής.

Κάθε μεταπτυχιακό μάθημα μπορεί να περιλαμβάνει θεωρία, ασκήσεις, εργαστήρια, θέματα, εργασίες, παρουσιάσεις και συζητήσεις. Η βαθμολογία επίδοσης γίνεται

σε κλίμακα από το μηδέν (0) έως και το δέκα (10). Η επίδοση σε κάθε μάθημα θεωρείται επαρκής αν επιτευχθεί βαθμός τουλάχιστον έξι (6). Η κλίμακα επίδοσης καθορίζεται ως εξής:

- «Επαρκής»: για βαθμολογία από 6,00 έως και 6,49
- «Καλώς»: για βαθμολογία από 6,50 έως και 7,49
- «Λίαν Καλώς»: για βαθμολογία από 7,50 έως και 8,49
- «Άριστα»: για βαθμολογία από 8,50 έως και 10

Κάθε μάθημα διδάσκεται από έναν ή περισσότερους διδάσκοντες. Σε κάθε μάθημα ορίζεται από την Ε.Δ.Ε. ένας/μία διδάσκων/ουσα ως υπεύθυνος/η συντονιστής/τρια του μαθήματος.

Η αξιολόγηση των μαθημάτων γίνεται με γραπτή ή προφορική εξέταση, εργασία, παρουσίαση, αναφορά (report) ή συνδυασμό των παραπάνω. Η ακριβής μορφή της αξιολόγησης καθορίζεται από τον/την διδάσκοντα/ουσα ή τους/τις διδάσκοντες/ουσες σε σχέση και με τη φύση του κάθε μαθήματος.

Οι όροι αξιολόγησης σε κάθε μάθημα γνωστοποιούνται κατά την έναρξη της διδασκαλίας του μαθήματος από τον/την διδάσκοντα/ουσα ή τον/την υπεύθυνου/η συντονιστή/τρια του μαθήματος.

Για τα την εξέταση των μαθημάτων ισχύουν τα παρακάτω:

1) Τα μαθήματα του χειμερινού εξαμήνου εξετάζονται τον Φεβρουάριο (1η εξεταστική) και τον Σεπτέμβριο (2η εξεταστική).

2) Τα μαθήματα του εαρινού εξαμήνου εξετάζονται τον Ιούνιο (1η εξεταστική) και τον Σεπτέμβριο (2η εξεταστική).

Μετά το πέρας της εξεταστικής οι ασκήσεις, τα γραπτά δοκίμια και κάθε άλλο τεκμήριο εξέτασης φυλάσσονται από τον/την διδάσκοντα/ουσα.

Η διδασκαλία των μαθημάτων γίνεται στην έδρα του ΤΗΜΜΥ του ΔΠΘ (Ξάνθη) ή/και στην έδρα του ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ (Αθήνα). Ο τόπος διδασκαλίας των μαθημάτων ορίζεται πριν την έναρξη κάθε ακαδημαϊκού έτους από την Ε.Δ.Ε. Η διδασκαλία των μαθημάτων η οποία γίνεται σε μία από τις δύο έδρες μπορεί να μεταδίδεται ζωντανά μέσω συστήματος εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης στην άλλη έδρα με τη δυνατότητα άμεσων ερωτήσεων, απαντήσεων και συζητήσεων. Φοιτητές/φοιτήτριες, μετά από απόφαση της Ε.Δ.Ε., μπορούν να παρακολουθούν τα μαθήματα με μέσα εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης. Για την εξ' αποστάσεως εκπαίδευση θα χρησιμοποιηθούν αίθουσες και μέσα τηλεεκπαίδευσης του ΤΗΜΜΥ και του ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ.

Η διδασκαλία κάθε μαθήματος διαρκεί ένα εξάμηνο. Κάθε εξάμηνο περιλαμβάνει δεκατρείς (13) εβδομάδες διδασκαλίας και μία (1) εβδομάδα εξετάσεων. Η παρακολούθηση των μαθημάτων είναι υποχρεωτική και διαπιστώνεται με ευθύνη του/της διδάσκοντος/ουσας. Επιτρέπονται μέχρι δύο (2) απουσίες σε κάθε μάθημα. Στην περίπτωση που ο αριθμός απουσιών είναι μεγαλύτερος των δύο (2) και οι λόγοι απουσίας είναι σοβαροί (εξαιρουμένων των επαγγελματικών υποχρεώσεων), τότε μετά από αίτηση του/της ενδιαφερόμενου/ης μεταπτυχιακού φοιτητή/τριας η περίπτωση εξετάζεται από

την Σ.Ε. του Π.Μ.Σ., η οποία εγκρίνει ή όχι το αίτημα και εισηγείται στην Ε.Δ.Ε. για την τελική έγκριση.

Σε περίπτωση που ο αριθμός των παρουσιών αυτών δεν επιτευχθεί, ο/η φοιτητής/τρια θεωρείται αποτυχών/ούσα στο μάθημα αυτό.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των μαθημάτων κοινοποιούνται με ευθύνη του/της διδάσκοντος/ουσας ή του/της υπεύθυνου/ης συντονιστή/τριας του μαθήματος στους/στις μεταπτυχιακούς φοιτητές/τριες δεκαπέντε (15) ημέρες μετά την ημερομηνία εξέτασης ή στην περίπτωση που η αξιολόγηση γίνεται βάσει εργασιών, είκοσι (20) ημέρες μετά την ημερομηνία παράδοσης των εργασιών. Οι βαθμοί των μαθημάτων καταχωρούνται με ευθύνη της Γραμματείας στον ατομικό φάκελο του/της φοιτητή/τριας.

Δεν επιτρέπεται η επαναληπτική εξέταση προκειμένου ο φοιτητής να βελτιώσει τη βαθμολογία του.

Ο βαθμός του Δ.Μ.Σ. καθορίζεται από τους βαθμούς των μαθημάτων του Προγράμματος και τον βαθμό της μεταπτυχιακής εργασίας με εξής τρόπο:

Βαθμός Δ.Μ.Σ. = $MOY \times 0,35 + MOE \times 0,30 + BDE \times 0,35$
όπου:

ΜΟΥ: Μέσος όρος βαθμολογίας υποχρεωτικών μαθημάτων

ΜΟΕ: Μέσος όρος βαθμολογίας μαθημάτων επιλογής

ΒΔΕ: Βαθμός Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Ο βαθμός του Δ.Μ.Σ. με ευθύνη της Γραμματείας καταχωρείται στον ατομικό φάκελο του/της φοιτητή/τριας.

Δ.Π.Μ.Σ. «Quantum Computing and Quantum Technologies»

Περιγράμματα ύλης των μαθημάτων.

QY1. Quantum Computing

Elements of Quantum Mechanics. States of quantum systems. Vectors and operators in Hilbert space. Two-state quantum systems. Bras and Kets. The quantum bit (qubit). Qubit representation in the Bloch sphere. Quantum registers. Basis states of qubits and quantum registers. One-qubit quantum gates: The Hadamard, the phase-shift and the inertial quantum gates. Pauli quantum gates. Two-qubit quantum gates: The controlled-not (CNOT) and the controlled-phase-shift quantum gates. Three-qubit quantum gates: The controlled-controlled-Not (CCNOT) and the Fredkin quantum gates. The circuit model of quantum computation. Quantum circuits and the principle of quantum computation. Quantum computations. The Deutsch quantum algorithm. The Grover quantum algorithm. Quantum Fourier transform. Entanglement. The Shor quantum algorithm. Quantum teleportation. The quantum computer simulator (QCS). The Qiskit quantum simulator. Quantum algorithms on real quantum computers.

QY2. Quantum Devices

Semiconducting devices: quantum wells - 2DEG devices (HEMT) -quantum dots - Coulomb blockade- Single Electron Transistor (SET) - Tunnel FET. Superconducting devices: Josephson effect - Josephson junctions - superconducting electronic circuits - dc and ac squid sensors. Molecular Magnets: definition (description of the compounds) - organic molecules - transition metal and rare earth ions mono-and poly-nuclear compounds - molecular spins (endohedral fullerenes and/or encapsulated atoms) - impurities in solids

QY3. Quantum Algorithms and Quantum Information

Quantum computing in noisy environments. Quantum error correction. The nine-qubit error correcting code. Stabilizer codes. Surface error correcting codes. The density operator. The reduced density operator. Pure and mixed quantum states. Measurement and partial measurement of quantum states. Ensembles of quantum states. Quantum simulators. Quantum algorithms. Entropy and

quantum information. Von Neumann entropy. Elements of quantum cryptography: quantum key distribution. The BB84 and novel quantum key distribution protocols. The quantum walk model of quantum computation. Quantum walks in one and two dimensions. Adiabatic quantum computation. The quantum Ising model for optimization. Variational quantum algorithms and eigensolvers. Applications of quantum computing.

QY4. Qubit devices

CMOS qubits (QD FET - P-dopants in Si devices – Nitrogen vacancies in Diamond – topological insulators) - Superconducting qubits - Molecular magnets – Atom traps

QE1. Optical and quantum communications

Essential basics: Wave nature of light, E/M waves, physical optics, optical waveguiding. Key components and modules: Optical fiber (operation, characteristics, types), passive elements (couplers, isolators, filters, multiplexers/demultiplexers), active devices (sources, modulators, amplifiers, photodetectors). Optical signal processing: Optical nonlinearities, nonlinear media, modern switching and limitations, optical switches and gates, applications to sequential and combinational circuits, optical interconnects, photonic integration. Optical communications systems: Basic parts, technological evolution, performance limitations and characterization, design of real systems. Optical communications networks: Topologies, Wavelength Division Multiplexing, optical data centers, optical access networks, passive optical networks. Optical quantum communications: Concept, infrastructure, networks, limitations, challenges.

QE2. Computational Biology

What is life? From molecules to organisms and back. Fundamentals of evolution. Genomes, sequencing, sequences, and their databases. Homology and similarity: sequence alignments. Database searches: BLAST and friends. Protein families, motifs, and their databases. Connecting the dots: sequence-based phylogenetic analysis and clustering. Gene expression, networks, pathways and their databases. Genetic variation: characterization, analysis and databases. Atoms, molecules and energy: getting up-close-and-personal with life. Structures illustrated: from the double helix to the ribosome. Making structures: homology modelling, docking and drug design. Protein folding: energy, structure, function and evolution.

QE3. Nanoelectronics

Quantum mechanical description of nanomaterials - Nanoelectronic and spintronic devices: quantum dots, nanowires, nanopillars, quantum transport and tunneling effects, magnetoresistance, spin-dependent electron transport, molecular electronics, and graphene and 2D nanomaterials.

QE4. Quantum Solid State Physics

Semiconductor nanostructures – Quantum confinement – Semiconductor heterostructures – Quantum Hall effect – Semiconductor/dielectric tunnel junctions – Superconductivity and physics of superconductors - Static Magnetic properties (Hyperfine interactions, Spin orbit coupling and single ion anisotropy, Exchange coupling) - Dynamic Magnetic properties (Real and imaginary magnetic susceptibility, Spin Relaxation times, Rabi oscillations).

QE5. Advanced Topics in Quantum Technologies

Sensors and quantum sensors. Semiconductor and silicon qubit fabrication. Fabrication and characterization of quantum devices. Advanced topics in material science. Advanced topics in quantum fabrication technologies. Metrology and quantum metrology. Novel quantum technologies.

QE6. Artificial Intelligence and Applications

Overview of the current Artificial Intelligence (AI) domain. AI applications. Current and future AI challenges in a Quantum Computing world. The interaction of Quantum Physics and AI. Introduction to the scientific method for AI. Hypothesis testing as a research tool. Risks and pitfalls in hypothesis testing. Scientific error and lies. Scientific reviewing. Communicating research results. Legal and ethical challenges of AI. Societal impact of AI and Quantum Computing.

QE7. Python Programming and Applications

Introduction to data programming. Python programming. Data stream processing. Data acquisition: web services, streams, data transfer. Octave/Matlab/R for data analysis. Optimisation considerations, vectorisation, GPUs. Use-case combining batch processing, streaming and analysis; quantum physics data analysis use case. Open quantum computing in Python (ProjectQ).

QE8. Quantum Control

The purpose of this course is to introduce the student to basic quantum dynamics and to different methods for its control using external fields, as well as to show the connection of the quantum control methods in applications in quantum technologies. The course syllabus include: Coherent vs incoherent dynamics. Incoherent dynamics and rate equations. Coherent dynamics, time-dependent Schrödinger equation, and probability amplitudes. Open quantum systems and the relevant equations for the density operator. Dynamics of specific quantum systems, for example, the two-level quantum system. Weak field dynamics, time-dependent perturbation theory, and coherent control of weak excitation by a field and its harmonics. Fermi's golden rule. Exactly solvable models for the control of quantum dynamics in two and three-level systems and their applications. Adiabatic methods for the control of quantum dynamics, rapid adiabatic passage (RAP) and stimulated Raman adiabatic passage (STIRAP), and their applications. Shortcut to adiabaticity and its applications. Optimal control and its applications. Other methods of quantum control and their applications. Examples of applications of quantum control methods in quantum technologies and connection to current research.

QE9. Quantum Machine Learning

What is machine learning, data mining and quantum computing? Preliminaries from Probability and Stochastic Processes. Learning theory: Data-Driven Models, Feature Space, Classification, Regression, Supervised and Unsupervised Learning, Generalization Performance, Model Complexity. Brief review on quantum mechanics and quantum computations. Unsupervised Learning: Principal Component Analysis, K-Means and K-Medians Clustering, Hierarchical Clustering, Density-Based Clustering. Pattern Recognition and Neural Networks: The Perceptron, Feed-forward Networks, Deep Learning, Computational Complexity. Supervised Learning and Support Vector Machines: K-Nearest Neighbors, Optimal Margin Classifiers, Soft Margins, Nonlinearity and

Kernel Functions, Least-Squares Formulation, Generalization Performance, Multiclass Problems, Computational Complexity. Regression Analysis: Linear Least Squares, Nonlinear Regression, Nonparametric Regression, Computational Complexity. Clustering and Quantum Computing: Quantum Random Access Memory, Calculating Dot Products, Quantum Principal Component Analysis, Quantum K-Means, Quantum K-Medians, Quantum Hierarchical Clustering, Computational Complexity. Quantum Pattern Recognition: The Quantum Perceptron, Quantum Neural Networks, Computational Complexity. Quantum Classification: Nearest Neighbors, Support Vector Machines with Grover's Search, Support Vector Machines with Exponential Speedup, Computational Complexity.

QE10. Natural and Unconventional computing

Cellular automata. Rules and evolution of cellular automata. Quantum Cellular Automata. Computing processes in biological systems. The computing amoeba. Bio-inspired computation systems. Memristors and memristive circuits. In-Memory-Computing. Memristive computation architectures and systems. Memristive learning cellular automata. Memristive Quantum Simulators and Circuits. Neurons and Neuromorphic computation. Emergent computing. Crowd dynamics. Swarm intelligence. Cytoskeleton computing models. Random walks. Cellular ants computing.

QE11. Linear Algebra for Quantum Mechanics

Eigenvalues and eigenvectors. Matrix diagonalization. Jordan canonical form. Vector spaces and vector subspaces. Linear dependence and linear independence. Basis of a vector space. Dimension of a vector space. Inner products. Inner product spaces. Best approximation. Orthogonal projection. Gram-Smidt orthonormalization. Linear operators. Adjoint operators. Operators in inner product spaces. Orthonormal operators. Isomorphisms. Normal operators. Transformation of symmetric matrices to diagonal form.

QE12. Measurement and Characterization Methods for Devices and Systems

Hall effect and Resistivity measurements - DC FET characterization (QD-MOSFET, HEMT, SET, T-FET) – RF measurements (instrumentation and device structures) – DC/RF SQUID – Characterization techniques of Josephson junctions - Methods for manipulating spin quantum information (Magnetic resonance - EPR – NMR) - Cryogenic systems and technology Methods for manipulating spin quantum information

QE13. Big Data Handling

Data mining basic concepts. Data types and features. Data mining use-cases (text representation, representing scientific data, etc.). Data preprocessing and cleaning. Data classification and clustering. Itemset mining. Outliers and concept drift. Quantum versions of mining algorithms: quantum association rules mining; quantum data clustering. Using data mining on quantum physics data. Evaluation in data mining. Introduction to Natural Language Processing. Morphology and language models. Big data mining tools and quantum computing. Vector semantics and neural representations.

QE14. Quantum Optics

The purpose of this course is to introduce the student to basic quantum optics phenomena and connect them with applications in quantum technologies. The course syllabus include: Semiclassical light-matter interaction, probability amplitude approach, two-level system, and Rabi oscillations. Optical Bloch equations. Nonlinear optical response of the two-level system. Three-level systems, CPT and EIT. Quantization of the electromagnetic field, (Fock states, coherent states, squeezed states and their properties). Correlations and photon statistics. Spatial and temporal coherence. Intensity fluctuations, Hanbury Brown & Twiss Experiment. Quantized light-matter interaction and the Jaynes-Cummings model. Dressed state picture. Quantum Rabi oscillations and collapse and revival. Wigner-Weisskopf theory of spontaneous emission. Resonance fluorescence and the Mollow triplet. Cavity quantum electrodynamics, quantum systems in cavities. Applications of quantum optics in quantum technologies.»

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Κομοτηνή, 14 Σεπτεμβρίου 2021

Ο Πρύτανης

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΠΟΛΥΧΡΟΝΙΔΗΣ