

Υψηλή της Γενική Μεταπτυχιακής Εξέτασης Τομέας Φυσικής – ΣΕΜΦΕ - ΕΜΠ

Ηλεκτρομαγνητισμός

Ηλεκτροστατική. Προβλήματα συνοριακών τιμών στην Ηλεκτροστατική. Συναρτήσεις Green σε μία διάσταση και σε τρεις διαστάσεις, ολοκληρωτικοί μετασχηματισμοί, ανάπτυξη συναρτήσεων Green σε προβλήματα με σφαιρική και κυλινδρική συμμετρία. Πολύπολα, Ηλεκτροστατική σε μακροσκοπικά υλικά, Διηλεκτρικά. Ηλεκτροστατική Ενέργεια. Μαγνητοστατική, Ημιστατικά πεδία, Ενέργεια μαγνητικού πεδίου, Μαγνητοστατική σε μακροσκοπικά υλικά. Προβλήματα συνοριακών τιμών στη Μαγνητοστατική. Χρονικά μεταβαλλόμενα πεδία, Εξισώσεις του Maxwell – λύσεις, Νόμοι διατήρησης. Μαγνητικά μονόπολα. Ηλεκτρομαγνητικά κύματα και διάδοση σε αγωγή και μη αγωγή μέσα και σε υλικά με απώλειες, Διασπορά με τη συχνότητα. Κυματοδηγοί και ηλεκτρομαγνητικές κοιλότητες. Ακτινοβολούντα συστήματα και πολυπολικά πεδία. Ειδική θεωρία της σχετικότητας. Σχετικιστική δυναμική σωματιδίων και πεδίων, εξισώσεις Lagrange. Ακτινοβολία κινούμενων φορτίων και εφαρμογές. Απόσβεση λόγω ακτινοβολίας.

Κβαντική Μηχανική

Αρχές της Κβαντομηχανικής. Χρονική εξέλιξη και νόμοι διατήρησης. Ελεύθερο σωματίδιο-διαδότης. Μονοδιάστατα προβλήματα, δέσμιες καταστάσεις, σκέδαση. Αρμονικός ταλαντωτής. Ημικλασικό όριο, τύπος Bohr-Sommerfeld, εφαρμογές στη σκέδαση, φαινόμενο σήραγγας, διπλό πηγάδι. Σωματίδιο σε τρεις διαστάσεις.

Κεντρικά δυναμικά. Τροχιακή στροφορμή. Δυναμικό Coulomb. Προσεγγιστικές μέθοδοι: α) μέθοδος μεταβολών β) διαταραχές ανεξάρτητες από το χρόνο γ) διαταραχές εξαρτημένες από το χρόνο. Σπιν. Πρόσθεση στροφορμών. Σύζευξη σπίν-τροχιάς. Σκέδαση σε τρεις διαστάσεις.

Συστήματα πολλών Σωματιδίων, Κίνηση κέντρου μάζας, Ταυτόσημα Σωματίδια, Σχέση Σπίν - Στατιστικής. Δομή των Ατόμων-Περιοδικό Σύστημα, Προσέγγιση Κεντρικού Δυναμικού, σύζευξη LS και δομή Πολλαπλοτήτων, Αλληλεπιδράσεις Σπιν-Τροχιάς, σύζευξη jj, Άτομα σε μαγνητικό πεδίο. Θεώρημα Wigner-Eckart και εφαρμογές, Κανόνες επιλογής. Δομή των Μορίων, Προσέγγιση Born-Oppenheimer, Μοριακά φάσματα, Μοριακοί δεσμοί. Κβαντικό Ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, Φωτόνια, Θεωρία της Ακτινοβολίας και Εφαρμογές.

Στατιστική Μηχανική

Βασική Θεωρία : Μακροκατάσταση, στατιστική συλλογή, προσιτές μικροκαταστάσεις. Μέση τιμή (MT) φυσικού μεγέθους (χρονική MT- MT συλλογής), στατιστική μήτρα, εργοδική υπόθεση. Θεώρημα Liouville, θεώρημα H, θερμοδυναμική ισορροπία. Μικροκανονική συλλογή, στατιστική ανεξαρτησία υποσυστημάτων, αλληλεπιδράσεις συστημάτων (θερμική, μηχανική), εκτατικές και εντατικές ποσότητες, θερμοδυναμικές διαδικασίες (οιονεί-στατικές, αδιαβατικές, μη-αντιστρεπτές, γενικές), οι Βασικοί Νόμοι της θερμοδυναμικής. Θερμοδ/κές δεξαμενές και αντίστοιχες συλλογές-κατανομές (κανονική [Gibbs], μεγαλοκανονική, T-P κλπ), συναρτήσεις επιμερισμού, θερμοδυναμικά δυναμικά και σχέσεις του Maxwell.

Τέλεια Αέρια : Ορισμός, στοιχειώδεις διεγέρσεις κβαντικού συστήματος, κλασικά αέρια (Boltzmann), κβαντικά αέρια (Fermi-Bose), συμπύκνωση Bose-Einstein, φωτονικό αέριο.

Θερμοδυναμικές Φάσεις : Θεώρημα Yang και Lee (ύπαρξη φάσεων-θερμοδυναμικό όριο), συνύπαρξη φάσεων, μεταπτώσεις φάσεων 1ης και 2ης τάξης, πλεγματοειδές αέριο και συστήματα τύπου Ising (μη τέλεια αέρια, μαγνητικά συστήματα, κράματα), κρίσιμοι εκθέτες.

Χημική Θερμοδυναμική : Ισορροπία χημικών αντιδράσεων.

Ανοιχτά συστήματα. : Η εντροπία ως μέτρο απόστασης από την ισορροπία. Συστήματα κοντά στην ισορροπία (γραμμική απόκριση-τύπος Kubo, σχέσεις Onsager, θεώρημα διακυμάνσεων-απωλειών). Συστήματα μακράν της ισορροπίας (συστήματα ισχυρών απωλειών [dissipative], negentropy, μεταπτώσεις φάσεως εκτός ισορροπίας).

Θεωρητική Μηχανική

Αρχή D'Alembert και εξισώσεις Lagrange. Αρχές Μεταβολών, αρχή Hamilton, επέκταση σε μη ολόνομα συστήματα. Θεώρημα Noether. Θεωρήματα διατήρησης και συμμετρίας. Κεντρικές δυνάμεις. Πρόβλημα των δύο σωμάτων. Μικρές Ταλαντώσεις. Κανονικοί τρόποι ταλάντωσης. Κανονικές συντεταγμένες. Μηχανική του στερεού σώματος. Γωνίες Euler. Εξισώσεις κίνησης του Euler. Στοιχεία Σχετικότητας στην Κλασική Μηχανική. Εξισώσεις Hamilton, μετασχηματισμοί Legendre, κυκλικές μεταβλητές, παραγωγή από αρχή μεταβολών, αρχή ελάχιστης δράσης, σχετικιστική θεμελίωση. Κανονικοί Μετασχηματισμοί, αγκύλες Poisson, απειροστοί κανονικοί μετασχηματισμοί, θεωρήματα διατήρησης, θεώρημα Liouville. Θεωρία Hamilton-Jacobi, γωνιακές μεταβλητές-δράσης, γεωμετρική οπτική, κβαντομηχανική. Στοιχεία Θεωρίας Διαταραχών, αδιαβατικές αναλλοιώτες. Εισαγωγή στη Θεωρία Συνεχών Συστημάτων και Πεδίων, σχετικιστικές θεωρίες πεδίων. Στοιχεία Θεωρίας Αστάθειας Ευστάθειας. Στοιχεία Χάους.

Φυσική Στερεάς Κατάστασης

Φορμαλισμός δεύτερης κβάντωσης. Συστήματα πολλών σωμάτων, αδιαβατική προσέγγιση. Φαινόμενα θερμικής ισορροπίας και μεταφοράς. Κρυσταλλικές Δομές. Γενικές ιδιότητες λόγω περιοδικότητας. Θεώρημα Bloch. Συνθήκες Born von-Karman. Ταλαντώσεις πλέγματος, φωνόνια. Ηλεκτρονικές ιδιότητες – Δομή ζώνης. Ταξινόμηση στερεών, μέταλλα, μονωτές, ημιαγωγοί. Θεωρία αγωγιμότητας μετάλλων και ημιαγωγών. Διηλεκτρικές ιδιότητες μονωτών. Οπτικές ιδιότητες στερεών. Διαταραγμένα Συστήματα, γενική θεωρία, άμορφα, κράματα, εντοπισμός. Μαγνητικές Ιδιότητες. Υπεραγωγιμότητα – θεωρία BCS.

Στοιχειώδη Σωματίδια

Εισαγωγή (λεπτόνια, κουάρκ, αλληλεπιδράσεις), Συμμετρίες (ομάδες, SU(2), ισοσπίν, συμμετρίες C και P, SU(3), βαρυόνια, μεσόνια, χρώμα), Μη σχετικιστική κβαντομηχανική, αναλλοιώτητα Lorentz, τετραδιανύσματα, Εξίσωση Klein-Gordon, λύσεις αρνητικής ενέργειας – αντισωματίδιο, Μη σχετικιστική θεωρία διαταραχών, σκέδαση και αντισωματίδια, ηλεκτροδυναμική βαθμωτών πεδίων, σκέδαση, βαθμωτών πεδίων, ενεργός διατομή και αναλλοιώτα πλάτη, ρυθμός διάσπασης, αναλλοιώτες μεταβλητές, Εξίσωση Dirac, γ-πίνακες, σπινόρες, αντισωματίδια, νετρίνο, ηλεκτροδυναμική σωματιδίων με σπιν=1/2, σκέδαση, $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$, ιδιότητες ιχνών γ-πινάκων,ελικότητα, φωτόνια, διάνυσμα πόλωσης, διανυσματικά πεδία με μάζα, διαδότης, δομή των αδρονίων, συντελεστές δομής πρωτονίου, μη ελαστική σκέδαση $ep \rightarrow eX$, παρτόνια, βάρμηση Bjorken, κουάρκ, γλουόνια.

Επιταχυντικά συστήματα, ανίχνευση σωματιδίων, ανιχνευτικές διατάξεις.

Νετρίνα, ταλαντώσεις νετρίνων, σχετικά πειράματα.

Εισαγωγή στην κβαντική χρωμοδυναμική, εισαγωγή στις ασθενείς αλληλεπιδράσεις.

Θεωρίες βαθμίδας, αβελιανές, μη αβελιανές, αυθόρμητη παραβίαση συμμετρίας, φαινόμενο Higgs, εισαγωγή στο Καθιερωμένο Πρότυπο.

Εισαγωγή στην θεωρία ανακανονικοποίησης, βρόχοι, εξάρτηση από την ενέργεια των σταθερών ζεύξης.

Πυρηνική Φυσική

Φασματοσκοπία-γ : Αποδιέγερση-γ, Ανάπτυξη H-M πεδίου σε πολύπολα, Ρυθμός μετάπτωσης και κανόνες επιλογής, Προσδιορισμός ενεργειακών καταστάσεων, Γωνιακή κατανομή, Μέτρηση χρόνων ζωής διεγερμένων καταστάσεων, Ρυθμοί μετάπτωσης, Εσωτερική μετατροπή.

Αλληλεπίδραση δυο νουκλεονίων : Εξάρτηση δυναμικού από την απόσταση, φορτίο, ταχύτητα, σπιν. Τανυστικό δυναμικό. Δευτέριο. Ισοδύναμο βεληνεκές και μήκος σκέδασης. Πειράματα σκέδασης δύο νουκλεονίων. Το δυναμικό δύο νουκλεονίων.

Πυρηνικά Πρότυπα : Πυρήνας ως αέριο Fermi, Ανεξάρτητη κίνηση νουκλεονίων, Πρότυπο των φλοιών, Κεντρικό δυναμικό και αλληλεπίδραση L-S, Ακραίο πρότυπο ελευθέρου σωματιδίου, Εναπομένουσα Αλληλεπίδραση.

Συλλογική κίνηση νουκλεονίων : Πυρηνική δόνηση, πυρηνική περιστροφή, άλλες συμμετρίες της Ψ (IKM), ροπή αδράνειας, ενιαίο πρότυπο, δυναμικό Nilsson.

Πυρηνικές Αντιδράσεις : Ενεργές διατομές, μερικά κύματα, σύνθετος πυρήνας, οπτικό πρότυπο, θεωρία Hauser-Feshbach.

Φυσική των Λέιζερ

Εισαγωγή στη φυσική των λέιζερ. Οπτικές κοιλότητες. Οπτικοί κυματοδηγοί. Παραγωγή δεύτερης αρμονικής και παραμετρική ταλάντωση. Οπτική δισταθμία και φωτονική λογική. Ηλεκτροοπτικό φαινόμενο, διαμόρφωση φωτός. Οπτοηλεκτρονικές διατάξεις, ενδείκτες, απεικονιστές. Ανίχνευση οπτικής ακτινοβολίας. Τα λέιζερ. Μερικά λέιζερ και οι μηχανισμοί άντλησης. Ομογενή και μη ομογενή μέσα λέιζερ. Εφαρμογές των λέιζερ. Οπτικές επικοινωνίες. Οπτική μετρολογία. Λέιζερ και περιβάλλον.