

Ύλη της Γενικής Μεταπτυχιακής Εξέτασης

Τομέας Φυσικής – ΣΕΜΦΕ – ΕΜΠ 15.09.2010

Θεωρητική Μηχανική

Αρχή D'Alembert και εξισώσεις Lagrange. Αρχές Μεταβολών, αρχή Hamilton, επέκταση σε μη ολόνομα συστήματα. Θεώρημα Noether. Θεωρήματα διατήρησης και συμμετρίες. 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.

Ηλεκτρομαγνητισμός

Ηλεκτροστατική. Προβλήματα συνοριακών τιμών στην Ηλεκτροστατική. Συναρτήσεις Green σε μία 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.

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 σπιν-τροχιάς. Σκέδαση σε τρεις διαστάσεις, συστήματα πολλών Σωματιδίων, ταυτοτικά σωματίδια, σχέση σπιν – στατιστικής, σύζευξη LS και δομή πολλαπλοτήτων, Αλληλεπιδράσεις σπιν-τροχιάς, σύζευξη jj, Άτομα σε μαγνητικό πεδίο. Θεώρημα Wigner-Eckart και εφαρμογές, Κανόνες επιλογής.

Στατιστική Μηχανική

Βασική Θεωρία : Μακροκατάσταση, στατιστική συλλογή, προσιτές μικροκαταστάσεις. Μέση τιμή φυσικού μεγέθους, στατιστική μήτρα, εργοδική υπόθεση. Θεώρημα Liouville, εξίσωση μεταφοράς και θεώρημα H του Boltzmann, θερμοδυναμική ισορροπία. Μικροκανονική συλλογή, στατιστική ανεξαρτησία υποσυστημάτων, αλληλεπιδράσεις συστημάτων, θερμοδυναμικές διαδικασίες, βασικοί νόμοι της θερμοδυναμικής. Θερμοδ/κές δεξαμενές και αντίστοιχες συλλογές-κατανομές (κανονική, 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, συνύπαρξη φάσεων, μεταπτώσεις φάσεων 1ης και 2ης τάξης, πλεγματοειδές αέριο - συστήματα τύπου Ising, κρίσιμοι εκθέτες.

Φυσική Στερεάς Κατάστασης

Κρυσταλλικά πλέγματα. Το αντίστροφο πλέγμα.

Θεωρία Sommerfeld για τα ηλεκτρόνια.

Ηλεκτρόνια σε περιοδικό πλέγμα. Ηλεκτρόνια σε ασθενές περιοδικό δυναμικό. Το μοντέλο του ισχυρού δεσμού.

Μέταλλα, μονωτές, ημιαγωγοί, κλειστοί φλοιοί, ηλεκτρόνια σθένους, ταξινόμηση στερεών, ισορροπία, διηλεκτρικές ιδιότητες μονωτών, θεωρία αγωγιμότητας μετάλλων και ημιαγωγών, οπτικές ιδιότητες στερεών.

Εξίσωση Boltzmann

Ταλαντώσεις πλέγματος.

Αλληλεπίδραση φωνονίου – ηλεκτρονίου και υπεραγωγιμότητα.

Λέιζερ και Οπτοηλεκτρονική

Εισαγωγή στη φυσική των LASER. Οπτικές κοιλότητες Οπτική ανατροφοδότηση. Συνθήκη κατωφλίου. Αντιστροφή πληθυσμών. Ρυθμοί ταλάντωσης. Μέσα LASER Βασικά LASER και μηχανισμοί άντλησης. Ομογενή και μη ομογενή μέσα LASER. Παραγωγή δεύτερης αρμονικής και παραμετρική ταλάντωση. Ανίχνευση οπτικής ακτινοβολίας. Οπτικοί κυματοδηγοί. Ηλεκτροοπτικό φαινόμενο. Οπτοηλεκτρονικές διατάξεις. Διαμόρφωση φωτός. Ενδείκτες, απεικονιστές. Οπτική δισταθμία και φωτονική λογική. Εφαρμογές των LASER. Οπτικές επικοινωνίες. Οπτική μετρολογία. LASER και περιβάλλον. LASER και Βιοϊατρική.