

Kurs PM, Modern Fysik, SH1011

Allmänt

Kurshemsida finns på

http://www.mi.physics.kth.se/web/teaching_modern_physics_sh1011.htm

dock hänvisas till BILDA för fortlöpande information och uppdateringar.

Föreläsningar

Föreläsning 1

Kursinformation och introduktion. Varför är denna kurs viktig för mig? Hur får jag ett bra betyg? Kursupplägg?

Relativitetsteori (Kapitel 37.1-37.6)

Olika observatörer, hastighet och acceleration. Visa tidsdilationen.

Kontrollskrivning A (Dina förväntningar på kursen)

Föreläsning 2

Relativitetsteori (Kapitel 37.7-37.9)

Massa och acceleration.

Kontrollskrivning B

Föreläsning 3

Fotoner: Ljusvågor som beter sig som partiklar (Kapitel 38.1-38.2)

Fotoelektriska effekten. Fotoners rörelsemängd. Hur röntgenkällor fungerar. Tillämpningar med röntgenstrålar.

Kontrollskrivning C

Föreläsning 4

Fotoner: Ljusvågor som beter sig som partiklar (Kapitel 38.3-38.4)

Comptonspridning, visa samband för Comptonspridning. Parbildning. Heisenbergs osäkerhetsrelation.

Kontrollskrivning D

Föreläsning 5

Partiklars vågnatur. (Kapitel 39.1-39.6)

De Broglie våglängden. Linjespektrum -emission och absorption. Hur fungerar ett elektronmikroskop. Rutherfords experiment. Bohrmodellen. Energinivåer i väteatomen. Väteliknande atomer. Reducerad massa för en atom. Hur lasern fungerar. Kontinuerliga spektrum. Svartkropps strålning och Stefan-Bolzmanns lag. Wiens förskjutningslag. Plancks strålningslag.

Kontrollskrivning E

Föreläsning 6

Kvantmekanik (Kapitel 40.1-40.2)

Schrödingerekvationen. Vågfunktioner. Vågpaket. Tidsberoende vågfunktion för stationära tillstånd. Lösningar för Schrödinger ekvationen för en partikel i en låda.

Kontrollskrivning F

Föreläsning 7

Kvantmekanik. (Kapitel 40.3-40.5)

Potential barriärer. Tunnling. Harmonisk oscillator. Hur fungerar nanopartiklar med "quantum dots" för medicinsk avbildning.

Kontrollskrivning G

Föreläsning 8

Atomens struktur. (Kapitel 41.1-41.5)

Schrödingerekvationen i tre dimensioner. Energinivåer, degeneration och symmetri. Schrödingerekvationen för väteatomen. Nomenklatur för kvanttal. Sannolikhetsdistributioner för elektronen. Visa det gyromagnetiska förhållandet. Zeeman effekten. Hur fungerar avbildning med magnetresonans (MR).

Kontrollskrivning H

Föreläsning 9

Molekyler och den kondenserade materiens fysik. (Kapitel 42.1-42.4)

Jonbindningar. Kovalentbindningar. Van der Waals bindningar. Vätebindningar. Molekylspektrum. Energinivåer från rotation och vibration. Strukturer i fasta tillståndet, kristaller. Isolatorer, halvledare och ledare.

Kontrollskrivning I

Föreläsning 10

Atomens struktur. (Kapitel 41.6-41.7)

Mångelektronatomer. Uteslutningsprincipen. Periodiska systemet. Energinivåer vid screening. Röntgenspektrum, emission och absorption. Moseley's lag. Hur fungerar röntgenavbildning som mammografi och datortomografi.

Kontrollskrivning J

Föreläsning 11

Kärnfysik. (Kapitel 43.1-43.5)

Atomkärnans egenskaper. Nuklider och isotoper. Enheten u. Bindningsenergi. Stark växelverkan - som binder atomkärnan. Stabilitet och radioaktivitet. Alfasönderfall. Betasönderfall. Gammasönderfall. Naturlig radioaktivitet. Aktivitet och halveringstid.

Kontrollskrivning K

Föreläsning 12

Kärnfysik. (Kapitel 43.6-43.8)

Kärnreaktioner. Datering med hjälp av radioaktivitet. Biologiska effekter av strålning. Hur fungerar strålterapi? Hur fungerar nuklearmedicin som PET och SPECT? Hur fungerar autoradiografi? Fission. Kärnreaktorer. Fusion.

Kontrollskrivning L

Föreläsning 13

Molekyler och den kondenserade materiens fysik (Kapitel 42.5-42.8)

Fermi-Dirac distribution. p-n diod. Hur fungerar en LED? Hur fungerar en halvledardetektor? Hur fungerar en transistor? Hur fungerar en integrerad krets? Hur fungerar en CCD? Supraledning. Hur fungerar en supraledande magnet?

Kontrollskrivning M

Föreläsning 14

Partikelfysik och kosmologi. (Kapitel 44.1-44.7)

Partiklarnas historia. Positronen. Fundamental krafterna och Heisenbergs osäkerhetsrelation. Partikelacceleratorer - linjära och cyklotroner. Synkrotronen. Kosmiska strålar. Leptoner och kvarkar. Standardmodellen. Supersymmetri. Expanderade universum och Hubbles lag. Mörk materia och mörk energi. Big Bang. Nukleosyntes. Universums bakgrundsstrålning. Materia och antimateria.

Kontrollskrivning N

Föreläsning 15

Repetition inför tentamen.

Föreläsning 16

Introduktion till projektarbete.

Vad är ett patent och vad är en vetenskaplig artikel. Hur tar jag patent?

Laborationsmoment

Kursdeltagarna skall identifiera en vetenskaplig artikel med anknytning till kursen. Med fördel väljs ett ämne som man själv är intresserad av. Det finns många artiklar att välja mellan i tidsskrifter som till exempel *Nature*, *Science*, *Medical Physics*, *Physics in Medicine and Biology*, *IEEE Transactions on Medical Imaging* med flera. Artikeln skall anknyta till forskningsfronten och skall därför vara publicerad senare än 2006. Det effektivaste sättet att hitta artiklar är förmodligen med www.scholar.google.com. Till artikeln skall identifieras ett patent som anknyter till forskningsresultaten som beskrivs. Detta hittas på amerikanska patentverkets hemsida www.pto.gov under sökning på beviljade patent. Ett annat alternativ är <http://www.google.com/patents>. Innehåll i artikel och patent skall redogöras för i skriftlig sammanfattning på maximalt fem A4-sidor. Dessutom skall resultaten redogöras för muntligen i ett föredrag på 12 minuter. Redovisningen skall innehålla förslag på ytterligare experiment, beskrivning av vilken instrumentering som erfordras för dessa samt gärna också förslag och idéer på nya patent och produkter. Vid redovisningen är närvaro obligatorisk.

Laborationen utförs i grupper om två elever. När man hittat en artikel man vill arbeta med anmäler man detta till kursansvarig via BILDA. Denna artikel blir då "upptagen" men det finns tusentals att välja bland så det bör inte vara något problem.

Lärandemål

Efter fullgjord kurs skall du kunna:

- Redogöra för den vetenskapliga grunden för modern fysik såsom uppräknat kursinnehållet.
- Ställa upp och utföra kvantmekaniska beräkningar på mycket enkla system.
- Tillämpa kvantfysikaliska principer inom naturvetenskap och teknik.
- Experimentella metoder inom modern fysik.

Kursens huvudsakliga innehåll

- Moderna fysikens experimentella bakgrund.
- Relativitetsteori.
- Materievågor (de Broglie-vågor).
- Vågpaket och Heisenbergs osäkerhetsrelation.
- Våg-partikel-dualism.
- Atomens struktur.
- Bohrs atommodell.
- Atomens energinivåer.
- Elementär kvantfysik.
- Kvantmekanikens grunder.
- Schrödingerekvationen tillämpad på enkla potentialer.
- Tolkning av vågfunktioner.
- Plana vågor.
- Harmonisk oscillator.

- Rörelsemängdsmoment och spinn.
- Väteatomen samt periodiska systemet.
- Pauliprincipen.
- Plancks strålningslag.
- Röntgenstrålning och röntgenspektra.
- Kärnans struktur.
- Radioaktivt sönderfall.
- Tillämpningar på fysikaliska fenomen såsom fotoelektriska effekten, röntgendiffraktion, elektrondiffraktion och Zeemaneffekten.
- Kvantfysikaliska tillämpningar på naturvetenskap och teknik såsom tunnling, sveptunnelmikroskop, Stern-Gerlachs experiment, atomkärnor, heliumatomen, enklare molekyler och fasta kroppar. Isolatorer, ledare och halvledare.
- Tillämpningar av modern fysik inom medicinsk utbildning och strålterapi.

Behörighet

- Grundläggande integral- och differentialkalkyl.
- Grundläggande algebra.
- Grundläggande mekanik.

Litteratur

University Physics with Modern Physics av Hugh D. Young and Roger A. Freedman

ISBN-10: 080532187X ISBN-13: 9780805321876

Examination

- LAB1 - Laborationer, 1,5 hp, betygsskala: P, F
- TEN1 - Tentamen, 6,0 hp, betygsskala: A, B, C, D, E, FX, F

Skriftlig tentamen med räkneuppgifter, bevis för viktiga samband samt redogörelser för funktionen hos viktiga medicintekniska instrument baserade på modern fysik som förklarats vid föreläsningarna. Inga hjälpmedel.

Laborationsövning med skriftlig och muntlig rapport.

Ges av

SCI/Fysik

Kontaktperson och examinator

Mats Danielsson, md@mi.physics.kth.se, tel. 070-3710691