



LUNDS
UNIVERSITET

Humanistiska och teologiska fakulteterna

**ÄFYD14, Fysik 4: Modern fysik med fysikdidaktik, 30
högskolepoäng**
Physics 4: Modern Physics and Physics Education, 30 credits
Grundnivå / First Cycle

Fastställande

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2021-01-20 och senast reviderad 2023-06-08. Den reviderade kursplanen gäller från och med 2023-06-08, vårterminen 2024.

Allmänna uppgifter

Kursen ingår i ämneslärarutbildningen vid Lunds universitet.

Undervisningsspråk: Svenska

Delkursen i didaktik ges på svenska och delkurserna inom fysik ges på engelska.

Huvudområde

Fysik

Fördjupning

G2F, Grundnivå, har minst 60 hp kurs/er på grundnivå som förkunskapskrav

Kursens mål

Kursen består av fyra delkurser:

1. Atom- och molekylfysik, 7,5 hp
2. Kärnfysik, 7,5 hp
3. Partikelfysik, kosmologi och accelerators, 7,5 hp
4. Fysikdidaktik, 7,5 hp

Kunskap och förståelse

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

1. Förklara de kvantmekaniska och specialrelativistiska begrepp och verktyg som behövs för att beskriva modern atom-, molekyl-, kärn- och partikelfysik.
2. Ge exempel på och beskriva viktiga experiment och experimentella metoder inom den moderna fysiken.
3. Beskriva och förklara energistruktur och egenskaper av atomer och molekyler.

4. Beskriva och förklara egenskaper och struktur av atomkärnor.
5. Ge exempel på och förklara olika kärnreaktioner.
6. Redogöra för hur elektromagnetisk strålning och olika elementarpartiklar växelverkar med materia.
7. Beskriva materiens uppbyggnad, enligt standardmodellen, från kvarkar och leptoner till atomer och molekyler.
8. Beskriva de fundamentala växelverkningarna.
9. Redogöra för universums utveckling och beskriva hur vi får kunskap om den.
10. Beskriva olika tillämpningar av den moderna fysiken och dess verktyg, som till exempel acceleratorer, inom exempelvis energiproduktion, astronomi, materialstudier och medicin.
11. Exemplifiera och beskriva aktuell forskning inom några delområden av den moderna fysiken.

Färdighet och förmåga

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

12. Göra aktiva val vad gäller undervisningsinnehåll och upplägg, t.ex. i samband med problemlösning och i samband med laborationer och användning av simuleringar, animeringar och modellering.
13. Diskutera och motivera bedömning och betygssättning av elevers fysikkunskaper utifrån bedömningsanvisningarna i skolans styrdokument.
14. Tillämpa grundläggande kvantmekaniska och specialrelativistiska begrepp och metoder inom den moderna fysiken.
15. Planera, genomföra, analysera och redovisa experiment inom den moderna fysiken.
16. Utföra numeriska beräkningar och använda datorsimuleringar inom kursens olika områden.
17. Självständigt eller i mindre grupp kunna inhämta kunskaper inom modern fysik och redovisa dessa skriftligt och muntligt.
18. Självständigt kunna planera och utifrån fysikalisk förståelse och didaktisk forskning motivera undervisningsinslag inom de på kursen behandlade områdena, samt kritiskt kunna granska egna och andras förslag på undervisningsinslag.

Värderingsförmåga och förhållningssätt

Efter avslutad kurs ska studenten kunna:

19. Värdera experimentella resultat.
20. Bedöma fysikaliska modellers tillämpbarhet och begränsningar.
21. Visa insikt om den moderna fysikens roll i samhället.
22. Reflektera över, diskutera och problematisera en tillämpning av modern fysik och dess potentiella effekter inom ett visst samhällsområde.
23. Värdera naturvetenskapens bild av universums uppbyggnad och utveckling baserat på observationer, modellbildning och teorier.
24. Sammanfatta och reflektera utifrån kursmål och egna mål över framsteg vad gäller kunskap och kompetens.
25. Arbeta i undervisningen med källkritisk granskning och kontroversiella

samhällsfrågor som ett sätt att väcka elevernas intresse och för att visa på fysikens relevans.

Kursens innehåll

Delkurs 1: Atom- och molekylfysik, 7,5 hp

Delkurs 1 behandlar atom- och molekylfysik. Särskilt behandlas:

- Repetition av grundläggande kvantmekanik.
- Kvantmekanisk behandling av rörelsemängdsmoment, både i ban- och spinnform, och deras egenvärden och egenfunktioner. Addition av rörelsemängdsmoment.
- Kvantmekanisk beskrivning av sfäriskt symmetriska system, med tillämpningar på väteliknande och vätelika exempel.
- Numeriska lösningar av den radiella ekvationen för enkla atomära system.
- Två-elektronsystem, med en introduktion till korrelation och utbyteseffekter.
- Relativistiska effekter som ger upphov till joners finstruktur.
- Mång-elektronsystem, med en diskussion om Pauli-principen och det periodiska systemet, LS-koppling och centralfältsapproximationen.
- Beskrivning av strålningsovergångar, speciellt under den elektriska dipolapproximationen.
- Växelverkan med relativt svaga magnetiska fält och Zeeman-effekt.
- Hyperfinstruktur och isotopskift.
- Experimentella observationer av de teoretiska fenomenen behandlade i kursen.
- Introduktion till molekylfysik, med en diskussion om bindning i diatomära molekyler. En orientering om kovalenta och jon-bindningar, samt om LCAO-metoden (Linear Combination of Atomic Orbitals).
- Kvantmekanisk behandling av rotations-, vibrations- och roto-vibrationsspektra.
- Introduktion till experimentella metoder inom molekylfysik.
- Laserfysik, med tillämpningar inom till exempel kylning.
- Molekylfysik och övervakning av klimatförändringar.
- Spektroskopi för ljuskällor och deras energieffektivitet.
- Ytterligare tillämpningar inom till exempel röntgen- och fotoelektron-spektroskopi, astrofysik och plasmafysik.

Delkurs 2: Kärnfysik, 7,5 hp

Delkurs 2 behandlar kärnfysik. Särskilt behandlas:

- Atomkärnors egenskaper och deras makroskopiska beskrivning.
- Lagar för radioaktivt sönderfall och olika sönderfallsvägar för atomkärnor: fission, alfasönderfall, betasönderfall, elektromagnetiska övergångar, med mera.
- Växelverkan mellan joniserande strålning och materia.
- Biologiska effekter av joniserande strålning, strålsäkerhet och tillämpningar.
- Strålningsdetektorer i forskning och samhälle.
- Grundläggande egenskaper av växelverkanen mellan nukleoner: nukleon-nukleon-spridning och deuteronen.
- Introduktion till skalmodellen – det mikroskopiska tillvägagångssättet.
- Kärnreaktioner: tvärsnitt, resonans, reaktionsmekanismer.
- Neutroner, neutronspridning, neutrontektorer och användningar.
- Fissionsreaktorer: elproduktion, miljö och samhälle.
- Kärnfusion.
- Introduktion till kärnastrofysik: stjärnors energiproduktion och grundämnenas framställande.

Delkurs 3: Partikelfysik, kosmologi och acceleratorer, 7,5 hp

Delkurs 3 behandlar partikelfysik och kosmologi samt acceleratorer och deras användning. Särskilt behandlas:

- Speciell relativitet.
- En översikt över elementarpartiklar och deras växelverkan: leptoner, kvarkar och sammansatta partiklar diskuteras, samt den elektromagnetiska, svaga och starka kraften och deras kraftförmedlare.
- Feynmandiagram för att representera reaktioner och sönderfall.
- Partikelfysikens standardmodell med den elektrosvaga växelverkan och kvantkromodynamik.
- Higgs-mekanismen och dess upptäckt.
- Möjliga teorier bortom standardmodellen tillsammans med en orientering om forskningsfronten i högenergifysik.
- Universums expansion, beståndsdelar och utveckling samt kosmologins relation till partikelfysiken.
- De viktigaste obesvarade frågorna i partikelfysiken och kosmologin, som mörk materia och mörk energi samt asymmetrin mellan materia och antimateria.
- Metoder att bestämma identitet och rörelsemängd av partiklar inom högenergifysikexperiment.
- Principerna för acceleration, i främst synkrotron- och linjäracceleratorer, och lagring av partikelstrålar.
- Exempel från den subatomära fysikens frontlinje: LHC vid CERN och de för materialstudier aktuella MAX IV och ESS i Lund.
- Alstring av sekundära strålar av fotoner och neutroner för olika tillämpningar, som till exempel vid MAX IV och ESS i Lund.

Delkurs 4 Fysikdidaktik, 7,5 hp

Delkurs 4 behandlar fysikdidaktiska frågeställningar kopplade till lärande och undervisning i modern fysik. Särskilt behandlas:

- Aktuell fysikdidaktisk forskning kring undervisning och lärande i modern fysik, med särskilt fokus på konceptuella utmaningar avseende storlek och skala av partiklar och kroppar i rum och tid, kopplat till olika lärandeteorier.
- Eulers föreställningar kring modern fysik
- Hur simuleringar, animeringar och modellering används i fysikundervisningen för att representera aspekter av kursens fysikinnehåll.
- Skolexperiment i modern fysik.
- Analys av moderna fysikens roll i läroplanerna och kursplanerna för grundskola och gymnasium.

Kursens genomförande

Delkurser 1-3

Undervisningen består av föreläsningar, övningar, gruppundervisning, handledning i samband med laborationer och datorövningar, seminarier samt studiebesök.

Laborationer är en viktig del av kursen och kompletteras av simuleringar och datorövningar. Laborationer innefattar förberedande uppgifter och möten, genomförandet samt avslutande seminarier eller skriftliga rapporter. Genomgångar i samband med laborationer och simuleringar är en viktig del av kursen. Alla moment som hör till laboratorie- och simuleringsarbetet är obligatoriska. I delkurs 1 är även en

workshop om klimat obligatorisk.

Det är en väsentlig del av kursen att de studerande inför gruppen redovisar givna uppgifter.

Deltagande i studiebesök är obligatoriskt, men kan ersättas med ett skriftligt projekt. Studiebesök kan medföra en mindre kostnad för studenten.

Delkurs 4

Undervisningen på den fysikdidaktiska delkursen består av föreläsningar, seminarier, design och genomförande av experiment som kan utföras i gymnasieskolan, samt handledning av projektarbete.

I projektarbetet studeras något aktuellt forskningsområde, relevant för kursens innehåll, där en eller flera forskare intervjuas, en text skrivs om forskningsområdet som kan vara lämplig för gymnasieskolan och en undervisningssekvens planeras (innefattande en modellerings- eller simuleringsövning). En tillhörande lärarhandledning utformas där relevanta perspektiv kring ämnets karaktär, forskning om elevers lärande på området, förslag på elevuppgifter med bedömningsanvisningar, och diskussionsuppgifter tas upp.

Kursens examination

Delkurs 1 Atom- och molekylfysik examineras genom

- En skriftlig tentamen (vid en hemtentamen kompletteras denna med en muntlig avstämningsdel). Motsvarar 5,0 hp.
- Laborativa projekt och rapporter, som motsvarar 1,5 hp.
- Numeriska projekt och rapporter, som motsvarar 0,5 hp.
- Workshop och gruppreflektion om klimat, som motsvarar 0,5 hp.
- En obligatorisk självreflektion, som motsvarar 0,0 hp.

Delkurs 2 Kärnfysik examineras genom

- Muntlig tentamen, som motsvarar 4,0 hp.
- Laborativa projekt och rapporter, som motsvarar 2,5 hp.
- Inlämningsuppgifter, som inkluderar numeriska projekt och motsvarar 1,0 hp.

Delkurs 3 Partikelfysik, kosmologi och acceleratörer examineras genom

- Hemtentamina under kursens gång och en muntlig tentamen i slutet av kursen, som tillsammans motsvarar 6,0 hp.
- Laborativa projekt och rapporter, som motsvarar 1,5 hp.
- Besök på experimentanläggning, som motsvarar 0,0 hp.

Delkurs 4 Fysikdidaktik examineras genom

- Obligatoriska seminarier, som motsvarar 1,0 hp.
- Skriftlig med tillhörande muntlig redovisning av projektarbete, som motsvarar 5,0 hp.
- Genomförande och muntlig redovisning av skolexperiment, som motsvarar 1,5 hp.

För studerande som ej godkänts vid ordinarie tentamen erbjuds ytterligare tentamenstillfälle i nära anslutning härtil.

Om så krävs för att en student med varaktig funktionsnedsättning ska ges ett likvärdigt examinationsalternativ jämfört med en student utan funktionsnedsättning, så kan examinator efter samråd med universitetets avdelning för pedagogiskt stöd fatta beslut om alternativ examinationsform för berörd student.

Prov/moment för denna kurs finns i en bilaga i slutet av dokumentet.

Betyg

Betygsskalan omfattar betygsgraderna Underkänd, Godkänd, Väl godkänd.

- Slutbetyget för hela kursen avgörs genom en sammanvägning av alla examinationsmomenten, med hjälp av ett viktat medelvärde av procentresultaten, där högskolepoängen för momenten används som vikt. Gränsen för Väl godkänd är 80 %.
- För godkänt betyg på hela kursen krävs godkända tentamina, godkända inlämningsuppgifter, godkända laborationer, numeriska projekt, godkända seminarier och redovisningar samt deltagande i alla obligatoriska moment för samtliga delkurser.
- Workshop och grupprefleksion om klimat samt självrefleksion i delkurs 1, studiebesök i delkurs 3 samt seminarier och skolexperiment i delkurs 4 ger endast betyg Underkänd och Godkänd och används inte för att beräkna ett slutbetyg.

Förkunskapskrav

För tillträde till kursen krävs sammanlagt minst 105 hp i tidigare högskolestudier, varav 60 hp i fysik- och fysikdidaktik motsvarande: ÄFYD11, Fysik 1: Inledande fysik inklusive fysikdidaktik, 30 hp; ÄFYD12, Fysik 2: Miljöfysik och energilära med fysikdidaktik, 15 hp; ÄFYD13, Fysik 3: Grundläggande kvantmekanik och matematiska metoder för svängningar, vågor och diffusion för lärare, 15 hp; samt 45 hp i matematik motsvarande: MATA21, Matematik: Envariabelanalys, 15 hp; MATA22, Matematik: Lineär algebra 1, 7,5 hp; NUMA01, Numerisk analys: Beräkningsprogrammering med Python, 7,5 hp; MATB21, Matematik: Flervariabelanalys 1, 7,5 hp och MATB22, Matematik: Lineär algebra 2, 7,5 hp.

Övrigt

Kursen kan inte tillgodoräknas i en examen tillsammans med någon av kurserna: ÄFYD04, Fysik 4, 30,0 hp; FYSB24, Fysik: Atom- och molekylfysik, 7,5 hp; FYSC12, Kärnfysik och reaktorer, 7,5 hp; FYSC 14, Partikelfysik, kosmologi och accelerators, 7,5 hp; EXTF85, Partikelfysik, kosmologi och accelerators, 7,5 hp eller FKFN20, Kärnfysik, fördjupningskurs, 7,5 hp eller motsvarande tidigare kurser.

Kursen ges vid Fysiska institutionen, Lunds universitet.

Prov/moment för kursen ÄFYD14, Fysik 4: Modern fysik med fysikdidaktik

Gäller från V24

- 2401 Delkurs 1: Atom- och molekylfysik – tentamen, 5,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2402 Delkurs 1: Atom- och molekylfysik – laborativa projekt, 1,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2403 Delkurs 1: Atom- och molekylfysik – numeriska projekt, 0,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2404 Delkurs 1: Atom- och molekylfysik – workshop, 0,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 2405 Delkurs 1: Atom- och molekylfysik – självreflektion, 0,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 2406 Delkurs 2: Kärnfysik – tentamen, 4,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2407 Delkurs 2: Kärnfysik – laborativa projekt, 2,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2408 Delkurs 2: Kärnfysik – inlämningsuppgifter, 1,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2410 Delkurs 3: Partikelfysik – tentamen, 6,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2411 Delkurs 3: Partikelfysik – laborativa projekt, 1,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2412 Delkurs 3: Partikelfysik – studiebesök, 0,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 2413 Delkurs 4: Fysikdidaktik – seminarier, 1,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 2415 Delkurs 4: Fysikdidaktik – projektarbete, 5,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2416 Delkurs 4: Fysikdidaktik – skolexperiment, 1,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd

Gäller från H21

- 2101 Delkurs 1: Atom- och molekylfysik – tentamen, 5,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2102 Delkurs 1: Atom- och molekylfysik – laborativa projekt, 1,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2103 Delkurs 1: Atom- och molekylfysik – numeriska projekt, 0,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2104 Delkurs 1: Atom- och molekylfysik – workshop, 0,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 2105 Delkurs 1: Atom- och molekylfysik – självreflektion, 0,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 2106 Delkurs 2: Kärnfysik – tentamen, 4,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2107 Delkurs 2: Kärnfysik – laborativa projekt, 2,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2108 Delkurs 2: Kärnfysik – inlämningsuppgifter, 1,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2109 Delkurs 2: Kärnfysik – självreflektion, 0,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 2110 Delkurs 3: Partikelfysik och kosmologi – tentamen, 5,0 hp

- Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2111 Delkurs 3: Partikelfysik – laborationer och projekt, 2,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2112 Delkurs 3: Partikelfysik – studiebesök, 0,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 2113 Delkurs 4: Fysikdidaktik – seminarier, 2,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 2114 Delkurs 4: Fysikdidaktik – studiebesök, 0,5 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd
- 2115 Delkurs 4: Fysikdidaktik – projektarbete, 4,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 2116 Delkurs 4: Fysikdidaktik – skolexperiment, 1,0 hp
Betygsskala: Underkänd, Godkänd