

Fysiska institutionen

Progressionsplan för naturvetenskaplig kandidatexamen, huvudområde fysik

En generell examen ska uppfylla de nationella examensmålen och ha en successiv, poängangiven fördjupning inom huvudområdet, inklusive ett examensarbete. I denna progressionsplan för en naturvetenskaplig kandidatexamen i huvudområdet fysik beskrivs de kursfordringar som krävs för examen. I en detaljerad matris framgår hur kursmålen i de enskilda obligatoriska kurserna i tre etapper (etappmål) leder fram till examensmålen.

Beslutsuppgifter

Beslut: Fakultetsstyrelsen 2020-02-05

Ändringsuppgifter: Reviderad av utbildningsnämnden 2023-05-25

Diarienummer: U 2023/626

Obligatoriska kurser 105 hp

För samtliga inriktningar är följande kurser obligatoriska (sammanlagt 105 hp)

FYSA12	Introduktion till universitetsfysik med mekanik och ellära, 15 hp
FYSA13	Introduktion till universitetsfysik med optik, våglära och kvantfysik, 7,5 hp
FYSA14	Introduktion till universitetsfysik med termodynamik, klimat och experimentell metodik, 7,5 hp
MATA21	Envariabelanalys, 15 hp
MATA22	Lineär algebra 1, 7,5 hp
NUMA01	Beräkningsprogrammering med Python, 7,5 hp
MATB21	Flervariabelanalys 1, 7,5 hp
MATB22	Lineär algebra 2, 7,5 hp
FYSB21	Matematiska metoder för svängningar, vågor och diffusion, 7,5 hp
FYSB22	Grundläggande kvantmekanik, 7,5 hp
FYSB23	Grundläggande statistisk fysik och kvantstatistik, 7,5 hp
FYSB24	Atom- och molekylfysik, 7,5 hp

Fysik-och astronomi-inriktningar

För dessa utbildningar är även följande kurser obligatoriska (totalt 30 hp):

FYSC20	Elektromagnetism, 7,5 hp
FYSC22	Kärnfysik, 7,5 hp
FYSC23	Fasta tillståndets fysik, 7,5 hp
FYSC24	Partikelfysik, kosmologi och acceleratorer, 7,5 hp

Kemi/Fysik-inriktningen

För denna utbildning ingår även följande kurser (totalt 52,5 hp):

KEMA20	Allmän kemi, 15 hp
KEMA01	Organisk kemi – grundkurs, 7,5 hp
KEMA03	Biokemi – grundkurs, 7,5 hp
FYSC22	Kärnfysik, 7,5 hp
FYSC23	Fasta tillståndets fysik, 7,5 hp
<i>och</i>	
FYSC24	Partikelfysik, kosmologi och acceleratorer, 7,5 hp

Teoretisk fysik-inriktningen

För denna utbildning ingår även följande kurser (totalt 30 hp):

FYTB14	Klassisk mekanik med speciell relativitetsteori, 7,5, hp
FYSC20	Elektromagnetism, 7,5 hp
FYSC23	Fasta tillståndets fysik, 7,5 hp
<i>och antingen:</i>	
FYSC22	Kärnfysik, 7,5 hp
<i>eller:</i>	
FYSC24	Partikelfysik, kosmologi och acceleratorer, 7,5 hp

Meteorologi och biogeofysik-inriktningen

För denna utbildning ingår även följande kurser (totalt 60 hp):

NGEA21	Klimatsystemet 15 hp
NGEA16	Dynamisk meteorologi och numeriska väderprognoser, 7,5hp
FYTA14	Fluiddynamik, 7,5 hp
METD01	Verksamhetsprojekt i väderkartsanalys och prognoser, 15 hp
NGEA17	Synoptisk/mesoskalig meteorologi, 7,5 hp
METN01	Atmosfärisk miljökemi, 7,5 hp

Samtliga inriktningar avslutas med ett examensarbete på 15 hp

Examensmål 1

- visa kunskap och förståelse inom huvudområdet för utbildningen, inbegripet kunskap om områdets vetenskapliga grund, kunskap om tillämpliga metoder inom området, fördjupning inom någon del av området samt orientering om aktuella forskningsfrågor

Etappmål 1

FYSA12

- beskriva och använda mekaniken och elläran för att lösa konceptuella problem
- översiktligt redogöra för fysikens metoder, idéer och förutsättningar som en grund för studier i fysik i allmänhet och mekanik och ellära i synnerhet
- översiktligt redogöra för, använda och diskutera metoder inom mekaniken med utgångspunkt från "Newtons lagar"
- beskriva dynamiska system i linjär rörelse och rotation
- beskriva elementära problem inom mekanik och ellära med hjälp av vektorer, skalärprodukt och vektorprodukt
- ge exempel på aktuella forskningsämnen inom mekanik och ellära, samt relatera det till det egna lärandet
- redogöra för mekanik och ellära med avseende på dess användning i vår omgivning
- redogöra för elektriska fält och deras uppkomst
- beskriva enklare elektriska kretsar med grundkomponenter
- redogöra för uppkomsten av magnetfält, kopplingar mellan dessa och ström, samt deras påverkan på laddningar
- översiktligt beskriva magnetiska material och deras tillämpningar
- diskutera växelströmmar, samt redogöra för deras uppkomst och effekterna av grundkomponenter i växelströmskretsar

FYSA13

- definiera vad harmonisk svängning är och hur den kan beskrivas matematiskt
- redogöra för vågbegreppet och hur mekaniska vågor kan beskrivas av vågfunktionen
- beskriva och förklara stående vågor
- redogöra för härledningen och tillämpningen av fysikaliska modeller för ljudvågor
- redogöra för härledningen och tillämpningen av fysikaliska modeller för ljudvågor
- beskriva och diskutera experiment i vilka ljus uppför sig som vågfenomen och hur dessa experiment kan beskrivas matematiskt
- beskriva och diskutera våg-partikeldualitet, kvantisering av fysikaliska storheter och osäkerhetsprincipen
- beskriva och diskutera Bohrs modell för väteatomen, övergångar mellan kvantiserade tillstånd och diskreta spektra
- översiktligt redogöra för Schrödingerekvationen i en dimension, vågfunktioner och sannolikhetstätheter
- redogöra för hur ljus reflekteras och bryts när det passerar mellan ämnen med olika brytningsindex
- använda grundläggande beräkningsprinciper för geometrisk optik och praktiskt tillämpa dessa till exempel glasögon, mikroskop och teleskop

FYSA14

- redogöra för och använda viktiga grundläggande begrepp inom termodynamik, såsom temperatur och tryck, samt deras statistiska tolkningar
- motivera ideala gaslagen och använda den för enkla system
- redogöra för olika energibegrepp, i form av värme, arbete och inre energi
- beskriva och använda termodynamikens huvudsatser för enklare problem
- utföra beräkningar och beskriva värmetransport genom ledning, konvektion och strålning
- beskriva cykliska processer och tillämpa detta resonemang på värmemaskiner såsom värmepumpar
- överskådligt redogöra för hur jordens klimatsystem fungerar och med utgångspunkt i termodynamiken förklara klimatförändringar
- redogöra för begreppet hållbar utveckling och dess tillämpningar inom fysiken

MATA21

- formulera axiom, definitioner och satser som ingår i kursen och illustrera dem med exempel
- kunna använda räkneregler och satser för gränsvärden, derivator och integraler för att utföra beräkningar på talföljder, elementära funktioner, differentialekvationer och serier
- kunna knyta ihop axiom, definitioner och satser som ingår i kursen med matematiska bevis
- knyta olika gränsvärdebegrepp till konkreta numeriska uppskattningar

MATA22

- redogöra för de grundläggande begrepp och definitioner som finns förtecknade under kursens innehåll
- exemplifiera och tolka viktiga begrepp i kursen i konkreta situationer
- uttrycka olika geometriska begrepp i det tredimensionella rummet med hjälp av algebra
- härleda relevanta algebraiska samband och formler

NUMA01

- förstå och använda grundläggande programmeringsbegrepp, datastrukturer, styrande satser
- förstå och använda Python som programmeringsspråk
- programmera skriftligt specificerade beräkningsalgoritmer
- omvandla algoritmer till programkod

Etappmål 2**MATB21**

- redogöra för relevanta begrepp och metoder inom grundläggande flervariabelanalys
- redogöra för grundläggande tillämpningar av differential- och integralkalkyl för funktioner i flera variabler
- identifiera den logiska strukturen i matematiska resonemang inom kursens ram
- hantera problemställningar inom differential- och integralkalkyl med funktioner av flera variabler
- ställa upp och analysera enklare matematiska modeller inom flervariabelanalys
- använda sig av formell behandling av matematik och argumentera för syftet med matematisk bevisföring

MATB22

- redogöra för och tillämpa teorin för lineär algebra
- identifiera den logiska strukturen i matematiska resonemang och genomföra matematiska bevis
- redogöra för matematiska resonemang inom kursens ram på ett logiskt och strukturerat sätt
- använda sig av formell behandling av matematik

FYSB21

- Förklara den drivna harmoniska oscillatorn i detalj.
- Beskriva de grundläggande ekvationerna för värmeledning och diffusion.
- Relatera fas- och grupp-hastighet till begreppet dispersion.
- Förklara och använd olika allmänna och partiella differentialekvationer som förekommer i fysiken.

FYSB22

- beskriva grundläggande egenskaper hos kvantpartiklar samt förklara centrala begrepp som våg-partikeldualitet, vågfunktion och superposition.
- formulera, samt kvalitativt motivera Schrödingerekvationen.
- förklara och ge exempel på hur operatorer i kvantmekaniken används för att representera observerbara fysikaliska storheter.
- formulera uttryck för en mätning på en kvantpartikel samt förklara centrala begrepp som sannolikhet, utfall, väntevärde och osäkerhet.

FYSB23

- beskriva och förklara termodynamikens huvudsatser och deras innebörd.
- definiera och förklara begreppen jämvikt, entropi och statistisk vikt.
- beskriva tillvägagångssättet för jämviktstillstånd i termer av fasrumskoncept, reversibilitet och irreversibilitet.
- beskriva och förklara ekvipartitionsprincipen och beskriva hur kvantmekanik korrigerar förutsägelser om värmekapaciteter.
- beskriva och förklara ekvationen för icke-ideala gaser (van der Waals-ekvationen).
- definiera och förklara begreppen fasövergång och ordningsparameter, och ge exempel från medelfältsbehandlingen av ferromagnetism.
- beskriva och sammanfatta den ultravioletta katastrofen.
- förklara den negativa värmekapaciteten för självgravitationssystem och dess konsekvenser i stjärnprocesser.
- beskriv mekanismen bakom trycket i degenererade fermion-gaser och ge tillämpningar inom astronomi.
- bestämma ett systems frihetsgrader och ur det beräkna klassiska fysikens förutsägelse för dess värmekapacitet.
- arbeta med tillståndstätheter och medelbesättningstal för ideala, glesa gaser och ideala fermion- respektive bosongaser.
- värdera och reflektera över experimentella resultat.
- utvärdera och reflektera över tillämpning och begränsning för fysiska modeller

FYSB24

- Tolka och tillämpa kvantmekaniska begrepp och verktyg som behövs för att beskriva modern atom- och molekylfysik.
- Förklara i detalj energistrukturen och egenskaperna för atomära en-elektronssystem och andra två-partikelsystem sammanbundna med Coulomb-krafter.
- Förklara strukturen och egenskaperna hos två-elektronssystem.
- Förklara översiktligt strukturen hos atomära system med fler än två elektroner.
- Ge exempel på och beskriva viktiga experimentella metoder inom atom- och molekylfysiken.
- Beskriva och använd teorin för grundläggande exempel på atomers och molekylers växelverkan med elektro-magnetiska fält.
- Utveckla och sammanfatta principen för lasrar och exemplifiera deras användning.

FYSC22

- Förklara egenskaper och struktur av atomkärnor.
- Beskriva olika modeller för atomkärnor och deras begränsningar.
- Beskriva hur joniserande strålning uppstår och hur strålningen växelverkar med materia.
- Ge exempel på och förklara olika kärnreaktioner.
- Tillämpa grundläggande kvantmekaniska begrepp och metoder inom kärnfysiken.
- Ge exempel på och överskådligt förklara aktuell forskning inom kärnfysik.

FYSC23

- Förklara grundläggande begrepp och identifiera centrala områden inom fasttillståndets fysik såsom kristallstruktur, reciprokt gitter, gittersvängningar, bandstruktur och frielektronmodellen, ledare, halvledare och isolatorer samt magnetism.
- Beskriva de fysiska huvudprinciperna bakom några av nutidens elektriska och opto elektriska komponenter (till exempel transistor, ljusdioder, solceller)
- Ge exempel på och kvalitativt förklara pågående forskning inom fasta tillståndets fysik, inklusive experimentell forskning på MAX IV och ESS och hur maskininlärning kan användas i teoretisk fasta tillståndets fysik.
- Bedöma de fysikaliska modellernas tillämpbarhet och begränsningar i relation till verkliga system inom fasta tillståndets fysik.
- Reflektera över, diskutera och problematisera en tillämpning av modern fasta tillståndets fysik och dess potentiella effekter inom ett visst samhällsområde.

FYSC24

- Beskriva grundläggande begrepp i speciell relativitetsteori.
- Beskriva materiens struktur i termer av kvarkar, leptoner och kraftförmedlare.
- Beskriva grundläggande teorier och experimentella bevis som ligger till grund för den grundläggande växelverkan i standardmodellen (starka och elektrosvaga krafterna).
- Förklara de grundläggande elementen i Higgs bosonteori och dess experimentella bevis.
- Förklara orsakerna till att det finns förutsagda fenomen bortom standardmodellen och redogöra för vilka ledande teorier som kan förklara dem.
- Beskriva hur partikelfysik, kosmologi och astrofysik är kopplade i termer av förståelse för de största obesvarade frågorna i universum (t.ex. mörk materia).
- Beskriva de viktigaste växelverkningar som är relevanta för att identifiera partiklar och mäta deras egenskaper och hur detta används i moderna partikeldetektorer.
- Förklara de grundläggande principerna bakom partikelacceleratorer och deras användning för forskning och samhälle, särskilt de i Lund (MAX, ESS) och Large Hadron Collider.

FYSC20

- ange och motivera vilka av Maxwells ekvationer som är relevanta i olika fysikaliska situationer
- redogöra för potentialformuleringen av Maxwells ekvationer
- förklara fenomenen polarisation och magnetisering
- övergripande redogöra för innebörden av gauge, gaugeval och gaugetransformationer
- övergripande beskriva egenskaperna för elektromagnetiska vågor i vakuum
- i skrift granska och bedöma sakinnehållet i skriftliga rapporter

FYTB14

- redogöra för användandet av generaliserade koordinater för ett givet mekaniskt system och hur Lagranges ekvationer följer från minsta verkans princip
- översiktligt redogöra för Hamiltonformalismen för mekanik
- förklara hur bevarandelagar uppkommer ur olika symmetrier
- använda rumtidsdiagram och redogöra för kausala samband

Etappmål 3**FYSK04**

- beskriva, använda och redogöra för fysik som ingår i kandidatutbildningen,
- inklusive dess vetenskapliga grund
- översiktligt redogöra för aktuella forskningsfrågor i ett delområde av fysiken
- beskriva och redogöra för en fördjupning inom något delområde av fysiken

Examensmål 2

- visa förmåga att söka, samla, värdera och kritiskt tolka relevant information i en problemställning samt att kritiskt diskutera företeelser, frågeställningar och situationer

Etappmål 1

FYSA12

- använda mätinstrument relevanta för kursen
- utifrån givna instruktioner utföra en enklare kritisk analys av experimentella data
- utföra mätningar och genomföra med handledning laboration i mekanik och ellära

FYSA13

- använda de grundläggande begreppen och utföra beräkningar och lösa teoretiska problem i den del av våglära, optik och kvantfysik som kursen innehåller
- utifrån givna instruktioner utföra mätningar och genomföra laborationer i optik och spektroskopi
- utföra en enklare analys av experimentella resultat och diskutera osäkerheten och rimligheten i mätvärdena
- redogöra för hur fysikaliska modeller kan härledas och testas av experimentella mätningar

FYSA14

- självständigt kunna genomföra enklare experimentella försök och tolka resultaten
- under handledning planera och genomföra ett experiment utifrån en egenvald frågeställning
- muntligt beskriva utförda experiment och genomförda demonstrationer

MATA21

- kritiskt analysera andra studenters lösningar och presentationer och värdera alternativa lösningssätt i förhållande till egna lösningar

NUMA01

- visualisera, tolka och kritiskt bedöma numeriska resultat
- kritisk analysera andra studenters program och värdera alternativa programmeringssätt i förhållande till den egna lösningen

Etappmål 2

MATB22

- tolka relevant information och självständigt identifiera, formulera och lösa problem som rör lineär algebra
- integrera begrepp från kursens olika delar i samband med problemlösning

FYSB21

- Sammanfatta och samla in information från olika källor relevanta för kursens innehåll.

FYSB23

- definiera och förklara begreppen jämvikt, entropi och statistisk vikt.
- beskriva och förklara ekvipartitionsprincipen och beskriva hur kvantmekanik korregerar förutsägelser om värmekapaciteter.
- definiera och förklara begreppen fasövergång och ordningsparameter, och ge exempel från medelfältsbehandlingen av ferromagnetism.
- beskriva och sammanfatta den ultravioletta katastrofen.
- arbeta med tillståndstätheter och medelbesättningstal för ideala, glesa gaser och ideala fermion- respektive bosongaser.

FYSB24

- Tillämpa grundläggande kvantmekaniska begrepp och metoder inom atom- och molekylfysiken.
- Ge exempel på och överskådligt förklara aktuell forskning inom atomfysik.
- Förklara hur atomfysiken kan tillämpas inom till exempel synkrotronljusfysik, astrofysik och plasmafysik.

FYSC22

- Beskriva olika modeller för atomkärnor och deras begränsningar.
- Ge exempel på växelverknigen mellan vetenskap och teknologi och tillämpningen av kärnfysik i samhället.
- Tillämpa grundläggande kvantmekaniska begrepp och metoder inom kärnfysiken.
- Analysera enkla kärnspektra.
- Värdera experimentella resultat.
- Förklara och ge exempel på hur kärnfysik relaterar till andra delar av fysiken.

FYSC23

- Använda datorkod för att simulera och visualisera enkla fysiska modeller.

FYSC24

- Beskriva materiens struktur i termer av kvarkar, leptoner och kraftförmedlare.
- Beskriva grundläggande teorier och experimentella bevis som ligger till grund för den grundläggande växelverkan i standardmodellen (starka och elektrosvaga krafterna).
- Förklara de grundläggande elementen i Higgs bosonteori och dess experimentella bevis.
- Förklara orsakerna till att det finns förutsagda fenomen bortom standardmodellen och redogöra för vilka ledande teorier som kan förklara dem.
- Beskriva hur partikelfysik, kosmologi och astrofysik är kopplade i termer av förståelse för de största obesvarade frågorna i universum (t.ex. mörk materia).

- Beskriva de viktigaste växelverknningar som är relevanta för att identifiera partiklar och mäta deras egenskaper och hur detta används i moderna partikeldetektorer.
- Förklara de grundläggande principerna bakom partikelacceleratorer och deras användning för forskning och samhälle, särskilt de i Lund (MAX, ESS) och Large Hadron Collider.

FYSC20

- tillämpa vektoranalysens verktyg och använda fundamentala integralrelationer för att lösa problem inom elektromagnetismen
- tillämpa allmänna lösningsmetoder som speglingsmetoder, variabelseparation och multipolutveckling för att lösa elektromagnetiska problem
- utnyttja Maxwells ekvationer i såväl mikroskopisk som makroskopisk form för att härleda fälten kring symmetriska laddnings- och strömfördelningar samt lösa induktionsproblem

FYTB14

- välja lämpliga generaliserade koordinater för ett givet mekaniskt system och använda dessa för att beskriva systemets tidsutveckling samt finna stationära lösningar och analysera stabiliteten hos dessa
- använda symmetrier för att förenkla lösandet av rörelseekvationerna
- göra beräkningar och manipulationer med fyrvektorer och andra tensorer samt Lorentz-transformera dessa mellan olika koordinatsystem i Minkowskirummet
- analysera enkla partikelreaktioner med hjälp av relativistisk kinematik

Etappmål 3

FYSK04

- söka, samla, värdera och kritiskt tolka relevant information i en fysikalisk problemställning
- diskutera företeelser och frågeställningar inom fysik

Examensmål 3

– visa förmåga att självständigt identifiera, formulera och lösa problem samt att genomföra uppgifter inom givna tidsramar.

Etappmål 1

FYSA12

- utföra mätningar och genomföra med handledning laboration i mekanik och ellära
- använda de grundläggande begreppen, utföra beräkningar och lösa teoretiska problem i den mekanik och ellära som kursen innehåller
- i grupp föreslå arbetsgång och metoder för att lösa ett givet problem

FYSA13

- använda de grundläggande begreppen och utföra beräkningar och lösa teoretiska problem i den del av våglära, optik och kvantfysik som kursen innehåller
- utifrån givna instruktioner utföra mätningar och genomföra laborationer i optik och spektroskopi

FYSA14

- utföra beräkningar och lösa problem inom det kursen behandlar
- självständigt kunna genomföra enklare experimentella försök och tolka resultaten
- under handledning planera och genomföra ett experiment utifrån en egenvald frågeställning

MATA22

- använda i kursen genomgångna teorier, metoder och tekniker för att lösa matematiska problem

NUMA01

- organisera, genomföra och muntligt presentera ett större programmeringsprojekt i grupp

Etappmål 2

MATB21

- identifiera, formulera och lösa problem som rör reellvärda funktioner av flera variabler

MATB22

- tolka relevant information och självständigt identifiera, formulera och lösa problem som rör lineär algebra
- integrera begrepp från kursens olika delar i samband med problemlösning

FYSB21

- Använda den komplexa Fouriertransformen i tid och rum.
- Analysera svängande system som egenvärdes-problem.
- Använda numeriska metoder för att lösa enkla differentialekvationer.

FYSB22

- lösa Schrödingerekvationen för en oändlig potentialgrop i en dimension samt beskriva huvuddragen i lösningen och dess egenskaper för en ändlig grop.
- beräkna sannolikheten för, samt beskriva de kvalitativa egenskaperna hos, transmission genom enklare potentialstrukturer i en dimension.
- härleda grundläggande operatorrelationer samt utföra enklare beräkningar med operatorer.
- utföra enklare approximativa beräkningar av energier, baserat på störningsräkning och variationsmetoder.
- formulera Schrödingerekvationen för den harmoniska oscillatoren i en dimension i termer av stegoperatorer, samt beräkna och beskriva de centrala egenskaperna hos vågfunktioner och egenenergi.
- använda numeriska metoder för att lösa kvantmekaniska problem.
- utifrån en sannolikhetsfördelning bestämma olika väntevärden av enskilda statistiska variabler och summan av flera oberoende variabler.

FYSB23

- förklara den negativa värmekapaciteten för självgravitationssystem och dess konsekvenser i stjärnprocesser.
- beskriv mekanismen bakom trycket i degenererade fermion-gaser och ge tillämpningar inom astronomi.
- härleda och använda Boltzmannfaktorn
- ställa upp tillståndssumman för enkla system och utifrån tillståndssumman karaktärisera jämviktstillstånd.
- bestämma ett systems frihetsgrader och ur det beräkna klassiska fysikens förutsägelse för dess värmekapacitet.
- utveckla, tolka och beskriva enkla numeriska experiment med statistisk mekanik.
- använda felfortplantning och statistisk analys på uppmätta data från laborationer under kursen.

FYSB24

- Planera, utföra och presentera experiment och analysera enkla atomära och molekylära spektra.
- Genomföra numeriska beräkningar på enkla atomära system.
- Självständigt skriva och försvara en rapport om ett utfört experiment, som innehåller motivering, utveckling och användning av experimentella metoder, uppskattning av fel och osäkerheter, samt belysning av resultat och diskussioner med hjälp av tabeller och figurer.
- Uppskatta och förutse tillämpbarheten och begränsningarna av fysikaliska modeller relevanta för kursen.

FYSC20

- analysera elektromagnetiska problem och välja lämplig metod att lösa dem

FYSC22

- Planera, utföra och presentera resultat av experiment i tal och skrift.
- Använda numerisk problemlösning i form av datorkod på kärnfysikaliska problem och dataanalys.
- Uppskatta och förutse tillämpbarheten och begränsningarna av kärnfysikaliska modeller.
- Muntligt och skriftligt presentera en rapport inom ämnet kärnfysik där studenterna självständigt har inhämtat, bedömt och använt ny kunskap.

FYSC23

- Lösa enklare räkneuppgifter relaterade till de fysikaliska modellerna som presenteras under kursen.
- Använda datorkod för att simulera och visualisera enkla fysiska modeller.
- Planera, utföra, analysera och presentera experiment inom huvudområden i fasta tillståndets fysik.

FYSC24

- Använda ett elektroniskt detekteringssystem för muoner från den kosmiska strålningen och mät muonens sönderfallstid.
- Utföra en enkel dataanalys i Python genom att skriva ett program för att bestämma livstiden för muonen med hjälp av data från experimentella mätningar och för att generalisera livstidsmätningar på tidsskalor för svaga sönderfall.

Etappmål 3**FYSK04**

- självständigt formulera, lämpligt avgränsa och lösa problem inom fysiken
- genomföra uppgifter inom givna tidsramar

Examensmål 4

– visa förmåga att muntligt och skriftligt redogöra för och diskutera information, problem och lösningar i dialog med olika grupper.

Etappmål 1

FYSA12

- författa en laborationsrapport som följer en given dispositionsprincip, och däri kunna redogöra för laborationens syfte, metoder, använda material och att illustrera resultaten i tabell- och figurform
- ge enkel och grundläggande konstruktiv respons på en laborationsrapport

FYSA13

- författa en enskild skriftlig rapport på resultaten från laborationer och beräkningar

FYSA14

- skriftligt beskriva, på ett populärvetenskapligt sätt, resultat i och diskussioner om fysik
- muntligt beskriva utförda experiment och genomförda demonstrationer

MATA21

- presentera och diskutera matematiska beräkningar och bevis i tal och skrift
- argumentera för syftet med matematisk bevisföring

MATA22

- presentera matematiska resonemang
- sammanfatta skriftligt och/eller muntligt ett kursavsnitt så att de huvudsakliga principerna framgår
- beskriva ett kursavsnitt med ett vardagligt språk som kan förstås även av en person med annan utbildningsbakgrund
- argumentera för matematikens betydelse och tillämpbarhet inom andra områden

NUMA01

- redovisa problemlösningar och numeriska resultat muntligt, skriftligt och i grafisk form
- använda adekvat terminologi på ett logiskt och välstrukturerat sätt
- organisera, genomföra och muntligt presentera ett större programmeringsprojekt i grupp

Etappmål 2

MATB21

- redogöra för matematiska resonemang på ett strukturerat och logiskt sammanhängande sätt
- presentera och diskutera matematiska resonemang i tal och skrift
- använda sig av formell behandling av matematik och argumentera för syftet med matematisk bevisföring

MATB22

- presentera och diskutera matematiska resonemang i tal och skrift

FYSB21

- Diskutera sin förståelse för fysikaliska problem i skrift.

FYSB22

- beskriva grundläggande egenskaper hos kvantpartiklar samt förklara centrala begrepp som våg-partikeldualitet, vågfunktion och superposition.
- i en mindre grupp utföra experimentella laborationer inom ämnet samt skriftligt redovisa arbetet i en laborationsrapport.

FYSB23

- beskriva tillvägagångssättet för jämviktstillstånd i termer av fasrumskoncept, reversibilitet och irreversibilitet.
- beskriva och förklara ekvipartitionsprincipen och beskriva hur kvantmekanik korrigerar förutsägelser om värmekapaciteter.
- härleda och använda Boltzmannfaktorn
- arbeta med tillståndstätheter och medelbesättningstal för ideala, glesa gaser och ideala fermion- respektive bosongaser.
- utveckla, tolka och beskriva enkla numeriska experiment med statistisk mekanik.
- muntligt beskriva ett fenomen som är relevant för kursen eller resultat från laborativa och numeriska projekt på ett populärvetenskapligt sätt.

FYSB24

- Planera, utföra och presentera experiment och analysera enkla atomära och molekylära spektra.
- Självständigt skriva och försvara en rapport om ett utfört experiment, som innehåller motivering, utveckling och användning av experimentella metoder, uppskattning av fel och osäkerheter, samt belysning av resultat och diskussioner med hjälp av tabeller och figurer.

FYSC22

- Planera, utföra och presentera resultat av experiment i tal och skrift.
- Analysera enkla kärnspektra.
- Muntligt och skriftligt presentera en rapport inom ämnet kärnfysik där studenterna självständigt har inhämtat, bedömt och använt ny kunskap.

FYSC23

- Använda datorkod för att simulera och visualisera enkla fysiska modeller.
- Planera, utföra, analysera och presentera experiment inom huvudområden i fasta tillståndets fysik.

FYSC24

- Illustrera partikelreaktioner och deras sönderfall med Feynman-diagram.
- Tillämpa konserveringslagar baserade på standardmodellen på reaktioner och sönderfall.
- Använda ett elektroniskt detekteringssystem för muoner från den kosmiska strålningen och mät muonens sönderfallstid.
- Utföra en enkel dataanalys i Python genom att skriva ett program för att bestämma livstiden för muonen med hjälp av data från experimentella mätningar och för att generalisera livstidsmätningar på tidsskalor för svaga sönderfall.

FYSC20

- diskutera elektromagnetiska problemställningar i ord med användning av adekvata begrepp och terminologi

FYTB14

- muntligt redogöra för en modern tillämpning av klassisk mekanik eller speciell relativitetsteori
- i muntlig form granska och bedöma en muntlig presentation

Etappmål 3**FYSK04**

- muntligt redogöra för och diskutera information, problem och lösningar inom fysiken i dialog med olika grupper
- skriftligt redogöra för och diskutera information, problem och lösningar inom fysiken i dialog med olika grupper

Examensmål 5

– visa sådan färdighet som fordras för att självständigt arbeta inom det område som utbildningen avser.

Etappmål 1

FYSA13

- författa en enskild skriftlig rapport på resultaten från laborationer och beräkningar

FYSA14

- under handledning planera och genomföra ett experiment utifrån en egenvald frågeställning

Etappmål 2

FYSB21

- Analysera elektriska kretsar med en spektrumanalysator.
- Analysera svängande system som egenvärdes-problem.

FYSB22

- i en mindre grupp utföra experimentella laborationer inom ämnet samt skriftligt redovisa arbetet i en laborationsrapport.
- använda numeriska metoder för att lösa kvantmekaniska problem.

FYSB23

- ställa upp tillståndssumman för enkla system och utifrån tillståndssumman karaktärisera jämviktstillstånd.
- bestämma ett systems frihetsgrader och ur det beräkna klassiska fysikens förutsägelse för dess värmekapacitet.
- utveckla, tolka och beskriva enkla numeriska experiment med statistisk mekanik.

FYSB24

- Självständigt kunna inhämta ny kunskap och presentera dem i muntlig och skriftlig form.
- Uppskatta och förutse tillämpbarheten och begränsningarna av fysikaliska modeller relevanta för kursen

FYSC22

- Planera, utföra och presentera resultat av experiment i tal och skrift.
- Använda numerisk problemlösning i form av datorkod på kärnfysikaliska problem och dataanalys.
- Värdera experimentella resultat.
- Muntligt och skriftligt presentera en rapport inom ämnet kärnfysik där studenterna självständigt har inhämtat, bedömt och använt ny kunskap.

FYSC23

- Använda datorkod för att simulera och visualisera enkla fysiska modeller.
- Planera, utföra, analysera och presentera experiment inom huvudområden i fasta tillståndets fysik.

FYSC24

- Använda ett elektroniskt detekteringssystem för muoner från den kosmiska strålningen och mät muonens sönderfallstid.
- Utföra en enkel dataanalys i Python genom att skriva ett program för att bestämma livstiden för muonen med hjälp av data från experimentella mätningar och för att generalisera livstidsmätningar på tidsskalor för svaga sönderfall.

Etappmål 3

FYSK04

- arbeta självständigt inom fysikområdet

Examensmål 6

– visa förmåga att inom huvudområdet för utbildningen göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter.

Etappmål 1

FYSA12

- med utgångspunkt från mekanikens och ellärens begrepp diskutera fenomen och exempel i det omgivande samhället
- ge exempel på etiska aspekter, motiv för eller emot och konsekvenser av mekanikens och ellärens tillämpning i olika sammanhang
- ge exempel på hur brist på jämställdhet och mångfald kan beskrivas och vilka effekter det kan ha på kvalitet och resultat av forskning och utveckling
- diskutera risker och förutsättningar för elektricitet i samhället, speciellt vad det gäller elproduktion och -distribution

FYSA13

- använda resonemang som bygger på begrepp inom optik, våglära och kvantfysik när fysiska fenomen i samhället eller vardagslivet, och som ligger inom ramen för kursmaterialet, skall beskrivas
- visa insikt i att fysik inte är en beskrivning av naturlagar utan att fysiken handlar om att med fysikaliska modeller (oftast matematiska beskrivningar) beskriva naturfenomen
- visa insikt om begränsningarna av de modeller som används i kursen samt redogöra för vikten av att utföra experiment för att kunna värdera tilliten till fysikaliska teorier. Speciellt att med utgångspunkt från våg-partikeldualitet visa en förståelse av begränsningarna av fysikaliska modeller och att fysikaliska teorier i allmänhet ger en approximativ beskrivning av naturfenomen

FYSA14

- visa insikt om fysikens roll för att förstå och hantera viktiga samhällsproblem

Etappmål 2

FYSB21

- Avgöra och värdera användbarheten av komplexa tal för att lösa linjära differential-ekvationer.

FYSB22

- bedöma i vilka situationer det krävs ett kvantmekaniskt angreppssätt.
- värdera betydelsen av statistiska osäkerheter inom kvantmekaniken.

FYSC22

- Beskriva hur joniserande strålning uppstår och hur strålningen växelverkar med materia.
- Ge exempel på växelverknings mellan vetenskap och teknologi och tillämpningen av kärnfysik i samhället.
- Ge exempel på och överskådligt förklara aktuell forskning inom kärnfysik.
- Förklara och ge exempel på kärnfysiken och i synnerhet kärnkraftens roll i samhället.

FYSC23

- Bedöma de fysikaliska modellernas tillämpbarhet och begränsningar i relation till verkliga system inom fasta tillståndets fysik.
- Reflektera över, diskutera och problematisera en tillämpning av modern fasta tillståndets fysik och dess potentiella effekter inom ett visst samhällsområde.

FYSC24

- Beskriva de viktigaste växelverkningar som är relevanta för att identifiera partiklar och mäta deras egenskaper och hur detta används i moderna partikeldetektorer.
- Förklara de grundläggande principerna bakom partikelacceleratorer och deras användning för forskning och samhälle, särskilt de i Lund (MAX, ESS) och Large Hadron Collider.
- Muntligt och skriftligt presentera en rapport inom ämnet partikelfysik där studenterna har inhämtat kunskap tillsammans och delat upp uppgifterna.
- Diskutera varför vår kunskap om universum är ofullständig och hur vi kan söka svar med observationer och experiment av partiklar, kosmologi och astropartikelfysik.
- Kritiskt utvärdera och förklara hur verktygen som används för att svara på stora frågor inom partikelfysik har betydelse för samhället och vardagen.

Etappmål 3**FYSK04**

- identifiera, diskutera och göra bedömningar med hänsyn till relevanta vetenskapliga, samhälleliga och etiska aspekter av fysiken

Examensmål 7

– visa insikt om kunskapens roll i samhället och om människors ansvar för hur den används.

Etappmål 1

FYSA12

- diskutera risker och förutsättningar för elektricitet i samhället, speciellt vad det gäller elproduktion och distribution

FYSA13

- använda resonemang som bygger på begrepp inom optik, våglära och kvantfysik när fysiska fenomen i samhället eller vardagslivet, och som ligger inom ramen för kursmaterialet, skall beskrivas

FYSA14

- visa insikt om fysikens roll för att förstå och hantera viktiga samhällsproblem
- diskutera hållbar utveckling och hur den påverkar fysikens tillämpningar

MATA22

- argumentera för matematikens betydelse och tillämpbarhet inom andra områden

Etappmål 2

FYSB21

- Identifiera och diskutera olika gasers inverkan på växthuseffekten.

FYSB22

- förklara och ge exempel på kvantmekanikens roll i samhällsutvecklingen

FYSB23

- utveckla, tolka och beskriva enkla numeriska experiment med statistisk mekanik.

FYSB24

- Förklara och ge exempel på atom- och molekylfysikens roll i samhället.
- Diskutera och ge exempel på hur atom- och molekylfysik kan användas för att övervaka, förstå och förbättra en hållbar utveckling och människans påverkan på sin omgivning.

FYSC22

- Beskriva hur joniserande strålning uppstår och hur strålningen växelverkar med materia.
- Ge exempel på växelverknigen mellan vetenskap och teknologi och tillämpningen av kärnfysik i samhället.
- Analysera enkla kärnspektra.
- Förklara och ge exempel på kärnfysiken och i synnerhet kärnkraftens roll i samhället.

FYSC23

- Bedöma de fysikaliska modellernas tillämpbarhet och begränsningar i relation till verkliga system inom fasta tillståndets fysik.
- Reflektera över, diskutera och problematisera en tillämpning av modern fasta tillståndets fysik och dess potentiella effekter inom ett visst samhällsområde.

FYSC24

- Beskriva de viktigaste växelverkningar som är relevanta för att identifiera partiklar och mäta deras egenskaper och hur detta används i moderna partikeldetektorer.
- Förklara de grundläggande principerna bakom partikelacceleratorer och deras användning för forskning och samhälle, särskilt de i Lund (MAX, ESS) och Large Hadron Collider.
- Muntligt och skriftligt presentera en rapport inom ämnet partikelfysik där studenterna har inhämtat kunskap tillsammans och delat upp uppgifterna.
- Diskutera varför vår kunskap om universum är ofullständig och hur vi kan söka svar med observationer och experiment av partiklar, kosmologi och astropartikelfysik.
- Kritiskt utvärdera och förklara hur verktygen som används för att svara på stora frågor inom partikelfysik har betydelse för samhället och vardagen.

Etappmål 3**FYSK04**

- identifiera och diskutera fysikens roll i samhället och människors ansvar för hur den används

Examensmål 8

– visa förmåga att identifiera sitt behov av ytterligare kunskap och att utveckla sin kompetens.

Etappmål 1

FYSA12

- reflektera utifrån kursmål och egna mål över framsteg vad gäller kunskap och kompetens

Etappmål 2

FYSB21

- Kritiskt diskutera uppskattning av storleksordningar för att analysera fysikaliska problem.
- Reflektera utifrån kursmål och egna mål över framsteg vad gäller kunskap och kompetens.

FYSB22

- förklara och ge exempel på kvantmekanikens roll i samhällsutvecklingen.
- reflektera utifrån kursmål och egna mål över framsteg vad gäller kunskap och kompetens.

FYSB23

- utveckla, tolka och beskriva enkla numeriska experiment med statistisk mekanik.
- värdera och reflektera över experimentella resultat.
- utvärdera och reflektera över tillämpning och begränsning för fysiska modeller.
- demonstrera och förstå betydelsen av statistiska mekanikmetoder i samhället.
- reflektera utifrån kursmål och egna mål över framsteg vad gäller kunskap och kompetens.

FYSB24

- Sammanfatta och reflektera utifrån kursmål och egna mål över framsteg vad gäller kunskap och kompetens.

FYSC22

- Förklara egenskaper och struktur av atomkärnor.
- Ge exempel på och förklara olika kärnreaktioner.
- Ge exempel på växelverknningen mellan vetenskap och teknologi och tillämpningen av kärnfysik i samhället.
- Tillämpa grundläggande kvantmekaniska begrepp och metoder inom kärnfysiken.
- Ge exempel på och överskådligt förklara aktuell forskning inom kärnfysik.
- Använda numerisk problemlösning i form av datorkod på kärnfysikaliska problem och dataanalys.
- Uppskatta och förutse tillämpbarheten och begränsningarna av kärnfysikaliska modeller.

- Värdera experimentella resultat.
- Förklara och ge exempel på hur kärnfysik relaterar till andra delar av fysiken.
- Sammanfatta och reflektera över egna framsteg för kunskap och kompetens utifrån kursmål.

FYSC23

- Reflektera över, diskutera och problematisera en tillämpning av modern fasta tillståndets fysik och dess potentiella effekter inom ett visst samhällsområde.

FYSC24

- Beskriva hur partikelfysik, kosmologi och astrofysik är kopplade i termer av förståelse för de största obesvarade frågorna i universum (t.ex. mörk materia).
- Beskriva de viktigaste växelverknningar som är relevanta för att identifiera partiklar och mäta deras egenskaper och hur detta används i moderna partikeldetektorer.
- Förklara de grundläggande principerna bakom partikelacceleratorer och deras användning för forskning och samhälle, särskilt de i Lund (MAX, ESS) och Large Hadron Collider.
- Muntligt och skriftligt presentera en rapport inom ämnet partikelfysik där studenterna har inhämtat kunskap tillsammans och delat upp uppgifterna.
- Diskutera varför vår kunskap om universum är ofullständig och hur vi kan söka svar med observationer och experiment av partiklar, kosmologi och astropartikelfysik.
- Kritiskt utvärdera och förklara hur verktygen som används för att svara på stora frågor inom partikelfysik har betydelse för samhället och vardagen.

Etappmål 3

FYSK04

- identifiera, diskutera och planera sitt eget behov av ytterligare kunskap
- utveckla sin kompetens inom fysikområdet eller andra områden