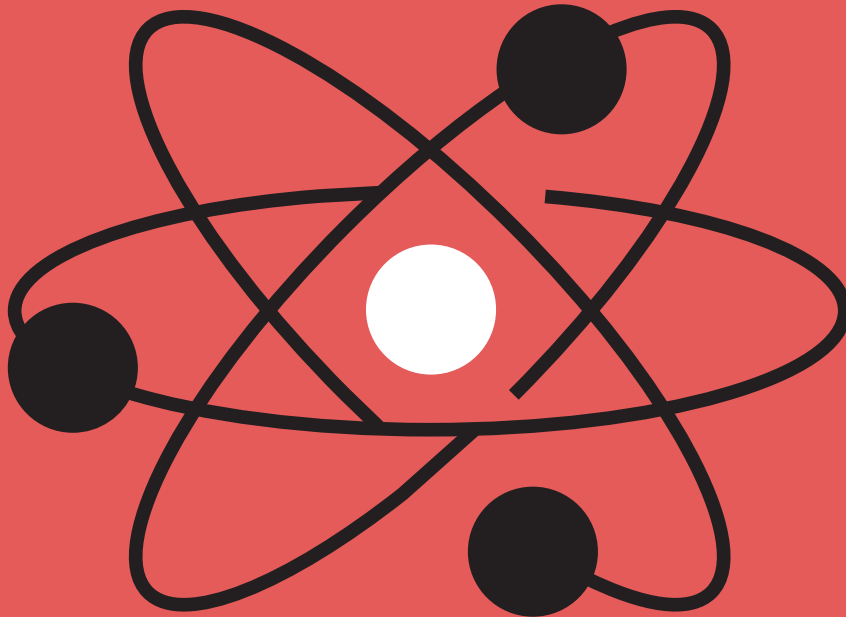


FYSIK

Kunsten at stille spørgsmål



Fysik handler om universets fundamentale egenskaber

Fysik er et af de mest fundamentale videnskabelige fag. Faget beskæftiger sig med helt grundlæggende spørgsmål som f.eks.: Hvor kommer universet fra? Hvad er alting lavet af – og hvorfor er tingene, som de er?

For at besvare spørgsmålene undersøger og beskriver fysikerne de regler, der gælder for naturen og universet. Naturlovene beskrives med matematik, og de eftervises med observationer af universet, med relevante eksperimenter eller ved teoretisk at undersøge de logiske konsekvenser af de love, der allerede er beskrevet.

Fysikerne undersøger således de fundamentale egenskaber af naturen og universet. De finder sammenhænge og fællestræk mellem felter, der ellers virker vidt forskellige. Med fysik kan man ud fra de kræfter, der virker mellem elementarpartikler, forstå astronomiske strukturer. Man kan bruge de ligninger, der beskriver, hvordan væsker opfører sig i et glas vand, til at beskrive vejrsystemer både på jorden og på andre planeter, og hvordan blod flyder i blodårer. Man kan starte med helt simple matematiske modeller og udvikle dem til at beskrive et hav af forskellige effekter fra faseovergange i materialer til kvanteeffekter.



Udgivet af
**Institut for Fysik, Kemi
og Farmaci, SDU**

Tekst og fotos: Forskere og
studerende på Fysik
Layout: KreativGrafisk
Oplag: 2000 stk.



Specialiseringer

på Fysik på SDU

Fysikerne på SDU arbejder teoretisk, numerisk og eksperimentelt inden for en række felter. Felterne inddeles i specialiseringer som computerfysik, biofysik, kvanteoptik, partikelfysik, astrofysik og kosmologi.

Computerfysik

De matematiske ligninger, der beskriver komplekse fysiske systemer kan i mange tilfælde ikke løses eksakt, men oftest er det ikke en forhindring for fysikerne. Mange af den slags problemer kan nemlig løses numerisk ved hjælp af moderne computere. På SDU findes en af landets allerstærkeste supercomputere, Abacus 2.0, og den bruges som værktøj til forskning indenfor en lang række emner, lige fra partikelfysik over avancerede materialer til stjerners udvikling. Man kan for eksempel bruge computermodeller til at studere, hvordan et materiale har forskellige egenskaber ved forskellige temperaturer. Man kan ikke se på de enkelte atomer, at et materiale er krystalliseret, for eksempel, men kun på helheden. Det er et eksempel på et af mange såkaldte emergente fænomener, der kan undersøges med computersimuleringer.

Astronomi

Fysikuddannelsen på SDU har kurser, så du kan specialisere dig i astronomi. Kurserne undervises af blandt andre professor Anja C. Andersen, som er kendt for sin forskning i stjernestøv. Med en specialisering i astronomi får du flere af de samme kompetencer, som en almindelig fysiker. Du kan desuden undervise i astronomi i gymnasiet. Uddannelsen ligger i tråd med den forskning, der foregår i kosmologi. Se mere på sdu.dk/astrofysik

Biofysik

Biofysik arbejder med de fundamentale effekter, der former livets byggesten. Med fysikkens metoder skærer biofysikerne på SDU bogstaveligt talt ind til de mest fundamentale elementer i celler, når de studerer for eksempel cellemembraners fysiske egenskaber såsom krumning, stivhed og smeltepunkt. Ved at konstruere simple modeller for ellers meget komplicerede biologiske systemer kan biofysikerne arbejde hen imod bedre forståelse for mange biologiske fænomener. Det gør de både med teoretiske, matematiske modeller og i laboratoriet. Her kan man for eksempel undersøge, hvordan egenskaberne af de fedtmolekyler, som cellemembraner er opbygget af, afhænger af om fedtsyrerne er mættede eller umættede, eller af deres ladning. Forskningen i biofysik giver ikke bare indsigt, men den er også lovende for fremtidig behandling af sygdomme og udvikling af nye materialer.

Kvanteoptik

Kvanteoptik er forskning i, hvordan enkelte lyspartikler, fotoner, opfører sig, og hvordan man kan manipulere enkelte fotoner. Det er en af få grene af partikelfysik, hvor forskningen kan foregå i et almindeligt laboratorium frem for på storskalafaciliteter såsom partikelacceleratorer. På SDU foregår forskningen i kvanteoptik primært ved hjælp af ultrakolde Rydbergatomer, som gør det muligt at skrive kvanteinformation fra enkelte fotoner over på atomare tilstande. Dette forskningsfelt er på mange måder grundforskning, men det har også mange anvendelsesmuligheder indenfor fremtidens teknologi.

Partikelfysik og kosmologi

Ved universets begyndelse lige efter Big Bang var universet et helt andet, end det er i dag. Alt stof var presset sammen på et næsten uforståeligt lille område. Partikler, som vi i dag kun kan se i store acceleratoranlæg som LHC'en ved CERN, var til stede og interagerede med hinanden og med mere almindeligt stof gennem de fire fundamentale kræfter: Elektromagnetismen, tyngdekraften, den svage og den stærke kernekraft. Derfor er studiet af universets udvikling, kosmologi, og af verdens mindste bestanddele, partikelfysikken, helt uadskilleligt kædet sammen, og derfor er begge emner blandt de mest fascinerende, man kan tænke sig. Forskningen på CP3-Origins (Centre for Cosmology and Particle Physics Phenomenology) belyser ikke blot universets oprindelse og endelige skæbne, men også sorte huller, neutrinoer og mørkt stof, der hører til de mindst forståede fænomener i dag. Undervejs udvikles selve den matematiske struktur, som al fysik bruger til at beskrive universet omkring os.

Teoretisk fysik

Fundamentale teorier

Jeg forsøger med min forskning at forstå de mest fundamentale teorier, som beskriver vores univers og dets mindste byggesten. Den helt grundlæggende ramme, som vi benytter, hedder kvantefeltteori og er på mange måder det uundgåelige resultat, hvis man tager kvantemekanik og Einsteins specielle relativitetsteori og forener dem i et stort hele.

De mindste byggesten, vi indtil videre har observeret i store acceleratorforsøg rundt omkring i verden, kaldes for elementarpartiklerne. Disse inkluderer en masse eksotiske størrelser som kvarker, leptoner, elektrosvage vektorbosoner, gluoner og fotonen. Den kvantefeltteori, som beskriver deres indbyrdes vekselvirkninger, hedder Standardmodellen og er en uhyre sofistikeret teori. Der er dog en række forunderlige fænomener, som vi stadig mangler at forstå til fulde.

Helt generelt kommer kvantefeltteorier i mange forskellige forklædninger og kan indeholde mange forskellige



Thomas Rytto
Lektor

Underviser i mekanik og partikelfysik

Se mere på cp3-origins.dk

egenskaber. Man kan forestille sig fundamentale teorier i flere dimensioner, have forskelligt partikelindhold, have forskellige symmetrier, osv., og det kræver typisk snilde og rigtig god matematisk sans at kunne håndtere dem. Ja, til tider kræver det faktisk verdens største supercomputere for at få dem til at bekende kulør og vise deres sande egenskaber. Først når dette er opnået, kan vi få en forståelse af deres potentiale som en fundamental teori for universet og alle dets mange uløste gåder. På den måde drejer min forskning sig om at forstå universet på det mest grundlæggende niveau.



Eksperimentel fysik

Biologisk fysik



Adam Cohen
Lektor

Underviser i eksperimentel fysik

Se mere på physics.sdu.dk/people/adam

Fysik er et sæt redskaber og love til at beskrive naturen på det mest fundamentale niveau. Men fysikkens love gælder indenfor alle områder af naturen; også indenfor områder som normalt betragtes som tilhørende andre videnskaber som f.eks. biologi eller materialevidenskab.

I vores forskningsgruppe anvender vi metoder og teknikker fra fysikken til at beskrive og karakterisere biologiske systemer og bløde materialer. Vi arbejder primært med avanceret mikroskopi og billedanalyse af mikroskopi-billeder, eksperimentelle modelsystemer (f.eks. studier af kunstige membraner og geler og teoretiske modeller for biologiske processer.

Biologiske systemer er grundlæggende opbygget af fire typer molekyler, nemlig proteiner, fedtstoffer, DNA og kulhydrater. Disse stoffer vekselvirker med hinanden via fysiske kræfter og danner komplekse selv samlede strukturer,

som udgør fundamentet for liv på det molekylære niveau. Ved at forstå fysikken bag biologiske strukturer og processer kan vi for eksempel komme nærmere mekanismer for, hvordan sygdomme opstår, og hvordan de kan behandles.

Biologisk fysik trækker på en lang række grundlæggende discipliner i fysik f.eks. mekanik, termodynamik og statistisk fysik. Vi arbejder med en lang række metoder, bl.a. udvikling og modificering af mikroskopiske teknikker, fremstilling af kunstige efterligninger af levende systemer og udvikling af algoritmer til billedanalyse.

Numerisk fysik

Kollektive egenskaber

Sammen med kollegaer i ind- og udlandet, udvikler og analyserer jeg modeller for uordnede magnetiske materialer, kolloider og biologisk og teknologisk evolution, på alle relevante tids- og rumskalaer. Observationer, computersimuleringer og eksperimentelle data er vigtige elementer i mine projekter, der ofte ender med at beskrive emergente, dvs. kollektive, egenskaber.

For det utrænede øje kan de nævnte arbejdsområder se meget forskellige ud, men vigtige fællestræk træder frem, når man skræller overfladen af. Fællesnævneren er den tidsafhængige opførsel af komplekse systemer. Disse består af mange vekselvirkende frihedsgrader og mangler de rumlige og tidlige symmetrier, som kendes fra ordnede systemer, f.eks. krystaller.



Paolo Sibani
Lektor

Underviser i termodynamik og statistisk fysik

Se mere på physics.sdu.dk/people/sibani

Teoretisk fysik

Fundamentale naturlove



Francesco Sannino
Professor

Underviser i astronomi, kvantemekanik og numerisk modellering

Se mere på cp3-origins.dk

Opdagelsen af Higgsbosonen har åbnet en ny æra i partikelfysik ved endeligt at sætte punktum for de årti-gamle principper for, hvordan man skal tænke på partikelvekselvirkninger ud over Standardmodellen, og Large Hadron Collider (LHC) med at producere afgørende information om Higgs-sektorens sande natur og flavour-dynamikken.

Uanset hvad den endelige mikroskopiske natur af Standard Modellen er, er det et faktum, at kvantefeltteori er den ramme, som alle fundamentale naturlove skal udtrykkes i.

De fundamentale naturlove er de love, som gælder på alle energi-skalaer. Matematisk kan man formulere kravet om fundamentalitet som at små afstande skal være konformalt invariante, det vil sige at teorien skal være uafhængig af afstande, hvis man kun kigger på meget små afstande. Man kan forestille sig to forskellige typer af fundamentale vekselvirkninger: Frie eller interagerende på korte afstande. De interagerende vekselvirkninger kalder vi sikre. For nyligt blev det

opdaget, at man kan have en form for vekselvirkninger, som hedder asymptotisk sikre kvantefeltteorier, og denne opdagelse har åbnet en ny gren af partikelfysik. Den giver endda en dynamisk grund til at vi har brug for skalar-partikler som Higgs-partiklen. Man kan se flere informationer her: <https://dg.dk/en/head-of-center-is-behind-new-approach-to-fundamental-particle-physics>

Målet for min forskergruppe er at kortlægge dynamikken af de nye fundamentale kvantefeltteorier ved at bruge og udvide stringente analytiske og numeriske metoder. Den viden, vi får, bruger vi til at konstruere tilføjelser til og ændringer af Standardmodellen, både indenfor og udenfor de almindelige paradigmer. Hullet mellem vores teorier og de eksperimenter, man kan lave, lukker vi ved at lave klare forudsigelser og give input til, hvordan man kan teste vores forudsigelser, for eksempel ved LHC eller fremtidige partikelacceleratorer eller ved præcisionsmålinger af partikelflavour. Mit forskningsarbejde er bredt, ambitiøst og indeholder potentiale til at kunne medføre paradigmeskift i den måde, vi bygger og beskriver nye, fundamentale naturlove.

Teoretisk fysik

Kosmologi

Vi arbejder med at forstå sammenkoblingen mellem de grundlæggende problemer i teoretisk kosmologi. Hvis vi får en bedre forståelse for, hvad disse problemer har til fælles, kan vi også bedre komme nærmere en løsning på disse tilbageværende, grundlæggende problemer.

Tre af de grundlæggende problemer i kosmologi er informationsproblemet for sorte huller, problemet om den kvantemekaniske oprindelse af vores univers og problemet om den kosmologiske konstant (forståelsen af mørk energi). Disse tre problemer har alle en fælles rod i vores beskrivelse af tyngdekraften på et fundamentalt kvantemekanisk plan. Under antagelse af at dette binder problemerne sammen, udforsker vi nye mulige løsninger på disse problemer.

Kosmisk inflation anses for at være det mest succesfulde paradigme for universets oprindelse fra Big Bang, men den underliggende teori for kosmisk inflation er stadig ikke fuldt forstået eller udviklet. Meget af vores arbejde er derfor også fokuseret på at forstå teorien for inflation og mulige generaliseringer eller alternativer, såsom curvaton-mekanismen.

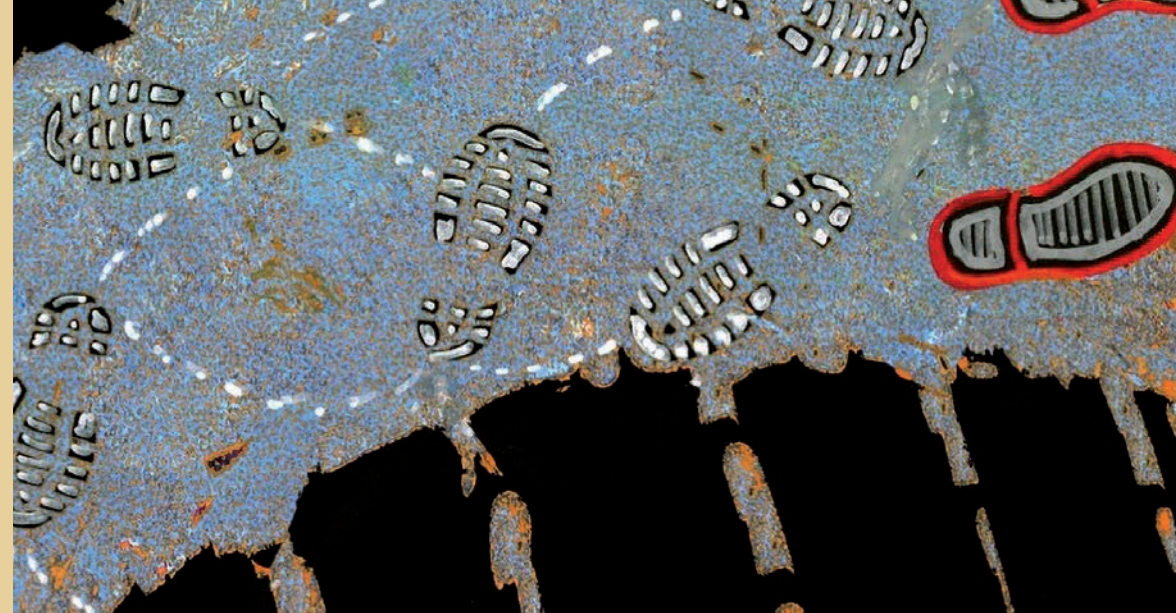


Martin S. Sloth
Professor

Underviser i kosmologi, avanceret kvantemekanik, astronomi, generel relativitetsteori og kvantefeltteori i krumt rum

Se mere på cp3-origins.dk

Derudover er der også problemet om oprindelsen af mørkt stof. Normalt antages det, at mørkt stof er skabt i det tidlige univers gennem meget svage vekselvirkninger med almindeligt stof. Men vi har ikke opdaget sådanne svage vekselvirkninger med nye partikler ved LHC på CERN. Faktisk er det eneste afgørende bevis for eksistensen af mørkt stof observationer af, at det påvirkes af tyngdekraften. Derfor arbejder vi nu på at udvikle en minimal model af mørkt stof, hvor mørkt stof kun har gravitationelle vekselvirkninger med almindeligt stof. Vores kandidat til mørkt stof er den mørkeste og koldest mulige og kaldes "Planckian Interacting Dark Matter" (PIDM).



Teoretisk fysik

Random Walks

Jeg er teoretisk fysiker og arbejder indenfor forskningsområdet statistisk fysik. Her arbejder jeg blandt andet med at forstå opførslen af bløde stoffer, såsom biomembraner, og dynamikken af processer i biologiske celler.

Et eksempel på sidstnævnte kunne være et biomolekyle, der produceres ét sted i en celle og skal udføre sit virke et andet sted. Hvordan kommer den frem til det rigtige sted? Ofte foregår det ved en proces, der er en blanding af tilfældig bevægelse (på engelsk ofte kaldet random walks) og målrettet transport, hvilket gør det til en udfordring teoretisk at regne på, hvor hurtigt molekylet når frem.

Et andet problem, jeg arbejder med, er, hvordan man får viden ud af eksperimenter, hvor man har fulgt den tilfældige bevægelse af molekyler i celler. Man skulle måske tro, at dette var et velafklaret spørgsmål indenfor statistik. Men der er stor uenighed om, hvordan det skal gøres. Dette bunder tildels i filosofiske problemstillinger omkring, om man overhovedet har lov til at regne matematisk på graden af den tiltro, man har til forskellige teoretiske modeller.



Michael Lomholt
Lektor

Underviser i statistisk fysik, dataanalyse og informationsteori

Se mere på phylife.sdu.dk/michael-lomholt



Eksperimentel fysik Kvantiseret lys

I min gruppe arbejder vi eksperimentelt med det, vi kalder kvanteoptik. Vi undersøger, hvordan lys opfører sig på det mest fundamentale niveau. Teknologi baseret på lys bruges overalt, fra kasseapparater i supermarkeder over lyslederkabler, der driver internettet, til stråleterapi.

Når man beskriver, hvordan lys bruges i disse sammenhænge, er det tilstrækkeligt at beskrive lyset klassisk som elektromagnetiske bølger. Lys er dog ikke bare bølger, men er derimod kvantiseret og består af elementarpartikler, fotoner. Hvis man kigger på en enkelt lyspartikel, beskrives den ikke af bølgeligningen, men af kvantemekanik.

For at undersøge de kvantemekaniske effekter af lys skal man skru ned for lyset og kun arbejde med få fotoner, for netop i det grænseland kan man måle kvantemekaniske effekter. Det er imidlertid meget svært at undersøge og kontrollere enkelte fotoner eksperimentelt, og feltet kvanteoptik er et relativt nyt område indenfor fysikken. Vi er en af et begrænset antal grupper, der arbejder eksperimentelt med få fotoner, og vi gør det i eksperimenter med ultrakolde atomer



Sebastian Hofferberth
Lektor

Underviser i atomfysik
og astronomi

Se mere på nqo.sdu.dk

I vores eksperimenter har vi et vakuum-kammer, hvor trykket er lige så lavt som baggrundstrykket i interstellart rum, og vi køler vores lille atomprøve ned til omkring 3 mikro-Kelvin med laserkøling. Det er en million gange koldere, end det bliver naturligt noget sted i universet. Kunsten at køle stof til ultralave temperaturer er et forskningsfelt i sig selv, men i vores tilfælde er det mest bare et værktøj.

Med de kolde atomer kan vi lave vores egentlige forskning i, hvordan lys opfører sig på partikelniveau når det interagerer med simple systemer. I vores eksperimenter kan vi hver dag detektere enkelte fotoner og manipulere med dem, og vi kan måle nogle af de kvantemekaniske effekter, der gør fotoner både mærkelige og spændende. Det er også lovende for fremtidig teknologi for ultrahurtige computere og hemmelig kommunikation.

Numerisk fysik Modeller for materialer

Hvordan fungerer hverdagsmaterialer som gummi, plastik, yoghurt, shampoo, vingummi, lim og maling? De er alle eksempler på det, som vi kalder bløde materialer, dvs. komplekse materialer, som er et sted i grænselandet mellem det flydende og det faste. Vores kroppe er bygget af dem, og vi spiser dem hele tiden. Kort sagt: vi er i kontakt med bløde materialer hver dag. De er også essentielle i mange industrielle og teknologiske processer.

Men hvordan virker disse materialer egentligt? I min gruppe bygger vi molekulære modeller af sådanne materialer på computeren. Vi kører simuleringer på supercomputere for at undersøge, hvordan deres materialeegenskaber opstår ud af deres molekulære strukturer.

Elastikker og plastik består af lange trådformede, sammenfiltrede molekyler kaldet polymerer. Når vi hiver i en elastik, påvirkes molekylernes struktur på en meget kompliceret måde, fordi de er filtret sammen, og dette giver ophav til den elastiske kraft, vi mærker, når vi hiver i elastikken.

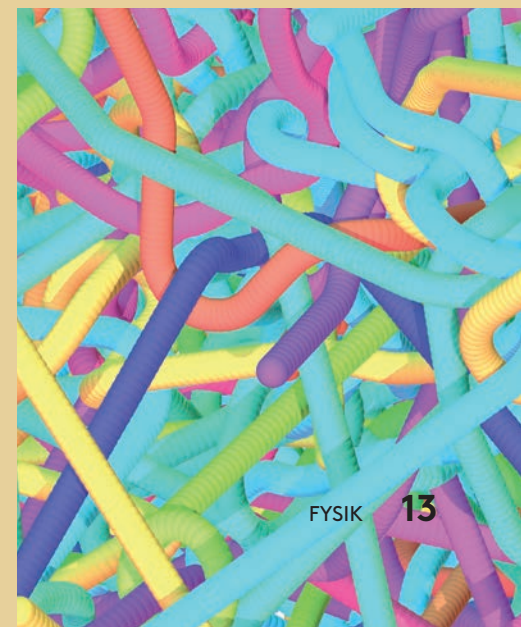
Modeller og simuleringer giver os ny indsigt i de fundamentale fysiske sammenhænge mellem molekylernes egenskaber og materialernes egenskaber. Ved at lave visualiseringer af simuleringens resultater bliver modellerne og simuleringerne til et mikroskop, der viser os hverdagsmaterialernes komplicerede molekulære fysik. Med den viden, de giver os, kan vi forbedre teorier, forbedre fortolkningen af eksperimentelle resultater og endeligt give input til, hvordan man kan designe nye materialer med bedre og nyttigere egenskaber.



Carsten Svaneborg
Lektor

Underviser i modellering
af fysiske systemer og
termodynamik

Se mere på zqex.dk



Teoretisk fysik Astropartikelfysik

I min egen gruppe og på CP3-Origins-centeret, som jeg er en del af, forsøger vi at forstå to kæmpestore og relaterede mysterier i naturen. Nemlig hvor masse kom fra, og hvad mørkt stof er.

I 1970'erne blev det klart, at al den fysik, vi i dag forstår, i bedste fald beskriver omkring 5% af universet. En langt større del af universet består af mørkt stof, som vi ikke ved hvad er, men vi ved, at det har været helt afgørende for universets udvikling: Mælkevejen, vores bolig i universet, ville falde fra hinanden i dag uden mørkt stof. Kort sagt er verden født ud af mørket!

Vi kan studere mørkt stof gennem den måde, det via tyngdekraften trækker i almindeligt stof som stjerner, galakser og galaksehobe. Med data fra mange forskellige eksperimenter på jorden, som LHC ved CERN, og i rummet, bl.a. på den internationale rumstation, forsøger vi også at observere mørkt stof direkte.



Mads Toudal Frandsen
Lektor

Underviser i klassisk mekanik, fluidmekanik og galaktisk dynamik

Se mere på cp3-origins.dk

I mit arbejde analyserer vi data fra mange af disse eksperimenter, og med hjælp fra studier i fundamentale teorier og kosmologi, som nogle af mine kolleger på CP3 arbejder med, forsøger vi at finde den rigtige beskrivelse af mørkt stof.

Nogle problemer inden for mit felt kan kun løses på supercomputere, og der arbejder vi tæt sammen med de mange fysikere og supercomputerspecialister på Institut for Matematik og Datalogi.

På længere sigt håber vi, at nogle af de teknikker, Sebastian Hofferbert og hans gruppe er med til at udvikle, kan give os endnu bedre løsninger.

Teoretisk fysik Kvantetyngdekraft

Hvilke grundlæggende, mikroskopiske byggeblokke består vores univers af? Dette fascinerende spørgsmål forsøger jeg at besvare med min forskning.

Jeg er teoretisk fysiker, og mit arbejde består af at 'zoome ind' på den mikroskopiske struktur af stof og rumtid – det fundamentale filament, som vores univers består af. Jeg benytter en matematisk form for mikroskop til at zoome ind til de allermindste skalaer, som ikke engang de mest kraftfulde eksperimenter såsom LHC-eksperimenterne ved CERN kan måle.

Det er på disse små skalaer, at kvantefysikken begynder at påvirke rumtidens struktur. Spørgsmålet er så, om rumtiden på disse skalaer er delt op i diskrete "rumtidsatomer"? Eller om den bliver ved med at være kontinuert, så den ligner en indviklet matematisk struktur, en fraktal? Vores mest avancerede rumtidsteori, Einsteins generelle relativitetsteori, kan ikke besvare disse spørgsmål, da den ikke medtager kvanteeffekter.

Derfor arbejder jeg på at udvikle en ny, mere fundamental teori for kvanterumtid og stof. Jeg arbejder med tre forskellige måder at løse dette problem på, nemlig med fokus på asymptotisk sikker kvantetyngdekraft, kausale sæt og tensormodeller. Disse leverer allerede en fascinerende indsigt i universets mikroskopiske byggesten og deres egenskaber. I sidste ende kan disse indsigter forhåbentlig inkorporeres i en komplet, fundamental forståelse for kvanterumtid og stof.

Denne teori vil kunne løfte sløret på universets oprindelse, rumtidens egenskaber i sorte huller, samt de mikroskopiske interaktioner af stof med rumtiden på de mindste tænkelige skalaer.



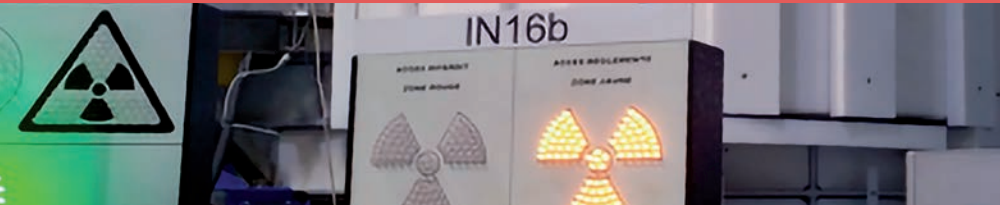
Astrid Eichorn
Lektor

Underviser i kvantegravitation

Se mere på cp3-origins.dk

Eksperimentel fysik

Biometiske grænseflader



En forudsætning for livet er evnen til at adskille individer, f.eks. en plante, et dyr, en celle, fra resten af verden. Der etableres derfor grænser mellem indvendig og udvendig i form af en biologisk væg. Denne væg er dermed grænsefladen, hvorigennem individer interagerer med den ydre verden. Evolutionen har valgt biomembranens dobbeltlag til den opgave.

Biomembraner består af fedtlignende molekyler (lipider) med indlejrede proteiner. Proteinerne styrer transport ind og ud af cellerne, hjælper med genkendelse og signalering og etablerer aggregering i større enheder som væv og hele organismer.

Biomembraner er meget komplekse. Derfor udvikles biomimetiske modelsystemer, det vil sige modelsystemer, der efterligner biologiske systemer, til at studere grundlæggende egenskaber og processer. Biologi starter i det små og strækker sig til det store!

Jeg arbejder med at studere struktur og dynamik i biomimetiske systemer med neutronbølger og røntgenstråler. Resultaterne fortæller, hvad der foregår i nanokosmos, og de kan også løfte sløret for egenskaber i makrokosmos og dermed give os viden om livets univers.

Det endelige mål strækker sig ud over at forstå naturlige grænseflader. Håbet er at opfinde værktøjer til udvikling af nye teknologier, værktøjer der kan bygges med bottom-up design, og som er bæredygtige og bio-kompatible. Sådanne materialer vil være billige at producere, dels fordi ressourcerne findes i ubegrænsede mængder, og dels fordi energiforbruget vil være lavt.



Beate Klösgen
Lektor

Underviser eksperimentel fysik med fokus i bløde materialer og spredningsmetoder

Se mere på physics.sdk.dk/people/kloesgen

Der er noget mystisk og ekstraordinært i universet. Vi ser stærke tegn på, at der er en ny form for stof, der ikke interagerer stærkt med lys, og derfor er det usynligt for os. Fysikere kalder det mørkt stof. Det fantastiske er, at vores beregninger viser, at der er fem gange mere mørkt stof end det almindelige stof, som vi er lavet af.



Chris Kouvaris
Lektor

Underviser i avanceret kvantemekanik og introduktion til astrofysik og kosmologi

Se mere på cp3-origins.dk

Teoretisk fysik

Mørkt stof og stjerner

Mørkt stof kan være nøglen til at forstå universet fra den mindste skala (skalaen for elementarpartikler) til den største skala (skalaen for selve universet). Derfor er det ingen overraskelse, at der lige nu er flere igangværende eksperimenter, der forsøger at detektere mørkt stof på forskellige måder på Jorden.

Mine studerende og jeg arbejder på flere forskellige måder, som vi kan bruge til at undersøge eller sætte begrænsninger på forskellige modeller for mørkt stof. En del af vores indsats er fokuseret på at udvikle teoretiske teknikker, som kan hjælpe eksperimentelle fysikere med at finde mørke stoffer. For eksempel: Hvis partikler af mørkt stof er tilstrækkeligt lette, kan de interagere med atomer, når de rammer jorden. Mit team udfører numeriske beregninger på supercomputere, hvor vi simulerer banen og spredningen af milliarder af mørke partikler, der rammer Jorden. Vores mål er at kende det nøjagtige spektrum

af sådanne partikler, når de ankommer til detektorerne. Derfor samarbejder vi med eksperimentelle fysikere, der undersøger mørkt stof, og vi foreslår måder, som vil øge sandsynligheden for, at disse eksperimenter kan finde mørke stoffer.

Et andet fokus i vores forskning er relateret til den effekt, som mørkt stof kan have på stjerner. Navnlig kan mørkt stof forårsage sammenbrud af neutronstjerner, som omdannes til sorte huller. Det kan også skabe sine egne "mørke stjerner". Vi studerer, hvordan disse eksotiske stjerner kunne dannes efter Big Bang, og vi forsøger at finde måder at undersøge dem ved hjælp af eksperimenter, der måler gravitationsbølger frembragt ved sammenlægning af sorte huller, neutronstjerner og muligvis mørke stjerner. Vi forsøger også at sætte begrænsninger på nye tyngdekraftsteorier ved hjælp af eksperimentelle data fra højpræcision-atomure.



Læs fysik på SDU

Uddannelsens opbygning

Målet med fysikuddannelsen på SDU er at uddanne fysikere, som har en bred og dyb baggrundsviden inden for både de klassiske og de moderne grene af fysik. Du lærer at angribe og løse komplekse problemstillinger med fysikkens sprog og eksperimentelle værktøjer, og du får en stærk forståelse af, hvordan moderne forskning foregår.

Første år – det gode grundlag

På første år ligger en række kurser, som giver et stærkt grundlag for fysikerens forståelse af verden. Det er mekanik, termodynamik, elektromagnetisme og optik, programmering og grundlæggende matematik. På andet semester ligger et projekt, som er din første mulighed for at få indblik i forskning.

Andet år - byg ovenpå

Andet år bygger videre på førsteårets grundlæggende fysikbegreber med fundamentale kurser som elektrodynamik og statistisk fysik og mere moderne fysik som halvlederfysik, kvantemekanik og relativitetsteori. Samtidig bliver de teoretiske kurser på andet år underbygget med eksperimentelle kurser, der giver praktisk erfaring med fysikkens love.

Tredje år - gå i dybden

På tredje år dykker vi ned i partikelfysik, atomfysik og astrofysik, hvor undervisningen også inddrager den nyeste forskning. Kurserne bliver bundet sammen af kondenserede stoffers fysik, som bygger på kvantemekanik og statistisk fysik fra andet år og dækker hele længdeskalaen mellem atomfysik og astrofysik. Du slutter 3. år med dit første rigtige forskningsprojekt: Bachelorprojektet.

Kandidat - specialisér dig

Kandidatuddannelsen i fysik byder på flere avancerede kurser, som er de sidste brikker i puslespillet af viden. I 8. semester kan du f.eks. tage på udveksling til et udenlandsk universitet, skrive virksomhedsprojekter eller individuelle projekter eller tage avancerede kurser. Du afslutter uddannelsen med dit eget forskningsprojekt: Specialet.

Du vælger din retning efter første studieår

På SDU har de to uddannelser, cand.scient. i fysik og civilingeniør i fysik og teknologi, samme kurser og projekter på de to første semestre. Det betyder, at du på første studieår får det bedste ingeniørfaglige og naturvidenskabelige grundlag samt et grundigt indblik i begge uddannelser, inden du skal vælge din retning.

Studieforløb for bachelorer, 2020

1. år

1. semester	Mekanik og termodynamik	Matematisk analyse	Elektronik	Eksperimentel design og modellering
2. semester	Valgfrit projekt	Elektromagnetisme og optik	Digital elektronik og programmering	

2. år

3. semester	Kvante-mekanik I	Videregående mekanik og relativitetsteori	Lineær algebra	Eksperimentel og numerisk fysik samt statistisk dataanalyse	
4. semester	Kvante-mekanik II	Statistisk fysik	Eksperimentel fysik og halvledere	Elektrodynamik	Grundlæggende astronomi

3. år

5. semester	Kondenserende stoffers fysik	Astrofysik og grundlæggende kosmologi	Atomfysik	Modellering af fysiske systemer	Valgfag
6. semester	Bachelorprojekt i fysik	Partikelfysik	Partielle differentialligninger og kompleks analyse	Valgfag	

Eksempel på studieforløb for kandidater

1. år

1. semester	Kvantefysik	Videregående statistisk fysik	Forskningsaktiviteter i eksperimentel fysik	Galakser dynamik og mørkt stof
2. semester	Fagperspektiverende aktivitet			

2. år

3. semester	Speciale i fysik			
4. semester	Speciale i fysik			

Kompetencer og

jobmuligheder med fysik

Fysikuddannelsen på SDU er meget bred, og vores færdiguddannede fysikere arbejder derfor inden for flere områder. Nogle arbejder med forskning på universitetet, andre vælger at undervise på gymasieniveau, og størstedelen arbejder i private virksomheder med forskning og udvikling.

Som fysiker er du trænet i opbygning af modeller, der beskriver komplekse, logiske sammenhænge. Du får også kompetencer inden for programmering og håndtering af data og kan derfor få job som leder af ingeniørteams, i finanssektoren, som softwareudvikler og i konsulentvirksomheder. Nogle fysikere bliver ansat på hospitaler og i medicinalindustrien, hvor de arbejder med udvikling og forskning inden for stråleterapi.

Vil du fortsætte med at uddanne dig i fysik, kan du søge en Ph.d.-stilling efter kandidatuddannelsen. En Ph.d. kan også føre til job i private virksomheder.



Julia Emily Bjørnstrøm

Underviser i fysik hos VUC Fyn

Jeg underviser på HF i fysik, og jeg er vild med det. Det er en spændende udfordring at gøre de abstrakte begreber fra fysik forståelige og interessante for mine elever. Det er altid sjovt, når eleverne pludselig kan drage paralleller mellem min undervisning og det, de oplever i deres hverdag. Jeg bruger en meget stor palette af det, jeg har lært på mit studie, hver dag, både den konkrete viden og de undervisningsteknikker, jeg selv har lært af mine undervisere.



Allan Grønhøj Hansen

Data Management Specialist i Lundbeck

Jeg sidder i en forskningsafdeling, hvor min opgave er at hjælpe andre med at analysere de data, som de

genererer. Vi taler om, hvad det er, de gerne vil undersøge, og så finder jeg ud af, hvilken matematik, der skal bruges til at analysere deres resultater og skriver det nødvendige software.



Anna Beata Kalisz Hedegaard

Ph.d.-studerende, DLR og Bremen Universitetet

Jeg er Ph.d.-studerende i det tyske Center for Luft- og Rumfart (DLR) og LAMOS-forskningsgruppe på Bremen Universitetet. Mit Ph.d.-projekt omhandler modellering af luftforurening udsendt af "megabyer" i den nordiske hemisfære. Jeg samarbejder også med forskere fra DLR på projekter, som involverer satellitter, luftfartøjer, skibe og in-situ målinger.



Studieliv på Fysik

Vinder af Nobelprisen i Fysik, 2001, Wolfgang Ketterle fra MIT. Han besøgte SDU i maj 2019.

Det er en livsstil at studere fysik på SDU. Derfor gør vi alle sammen meget ud af at skabe et godt studiemiljø. Det består af gode fysiske rammer, engagerede undervisere og masser af fællesskab mellem de studerende.

Fagrådet Æter

Æter er fagrådet for studerende på Institut for Fysik, Kemi og Farmaci. Æter er en forening af studerende, som varetager de fysik-, kemi- og farmacistuderendes interesser.

Æter har sine egne lokaler på SDU med tavler og arbejdspladser og et rum med bløde sofaer, brætspil og bordfodbold. En stor del af det sociale liv på fysik, kemi og farmaci foregår i Æter. Det er her, du laver gruppearbejde og løser opgaver, og det er her mange fester starter og slutter.

Æter arrangerer en lang række events lige fra film-aftner til juleklip, påskefrokost, fejring af Pi-dag og brætspilsdage. Og har du problemer med en opgave, kan du altid finde en ældre studerende i Æter, som kan hjælpe. I Æter finder du også gratis kaffe, te og kakao til tidlige morgener og lange dage.

IEI og CP3-Genius program

Som studerende på SDU kan du også nyde godt af programmerne Inspire Educate Innovate (IEI) og CP3-Genius program, hvor dine undervisere arrangerer foredrag med ledere, som anvender fysikken i erhvervslivet og inden for FNs verdensmål, samt mentorforløb i spændende forskningsemner.

Nært studiemiljø med let adgang til underviserne

Fysik på SDU er et forholdsvis lille studie. Det betyder, at alle kender hinanden – også på tværs af årgange. Undervisningen foregår på små hold, og du har masser af mulighed for at stille spørgsmål og deltage aktivt. På fysik på SDU kan du altid kigge forbi din undervisers kontor og få vejledning. Du har også mulighed for at blive involveret i forskning tidligt i dit studieforløb.



PLANCKS 2019 arrangeret af studerende fra SDU

Internationale netværk

Som fysikstuderende på SDU har du rig mulighed for at opleve, og eventuelt arrangere, internationale events. Det er ikke kun en super oplevelse, men også en mulighed for at skabe et internationalt netværk. Et eksempel på et arrangement er den årlige internationale turnering, PLANCKS, som i 2019 var i Odense og blev arrangeret af fem studerende fra SDU.

På SDU finder du også

- Fredagsbaren Nedenunder
- SDU Fitness
- Svømmehal
- Squashbaner
- Atletikstadion
- Cykelsmed
- Universitetsbiblioteket
- Masser af foreninger og interessefællesskaber



Ansøgningsfrister
Kvot 2: 15. marts
Kvot 1: 5. juli


Prøv din uddannelse, før du vælger


Bliv *Studerende for en dag* og følg en ældre studerende en hel dag. Du oplever studiemiljøet, møder undervisere og får indblik i den uddannelse, du overvejer.


Bestil din dag her:

www.sdu.dk/nat/studerendeforendag

Mød os her

 Facebook: Det Naturvidenskabelige Fakultet, Syddansk Universitet

 Facebook: Fysik på SDU

 Instagram: @sduscience

 Twitter: @NATsdu

studere-fysik@sdu.dk

