

# FYSIK OG KEMI

## Universet

### BIG BANG OG MØRK ENERGI



#### Velkommen til School To Go og dagens undervisning!

Dette er et forløb i faget "Fysik/Kemi" i tre episoder om "Universet", med de tre temaer, nemlig: "Liv i rummet", "Solsystemet" og til sidst "Big Bang og Mørk Energi". Der vil både være lytte-tekster og øvelser i episoderne.

#### Introduktion

Forestil dig et univers, der starter som et lille punkt, eksploderer og begynder at udvide sig i alle retninger. Denne idé, kendt som Big Bang-teorien, er vores nuværende forståelse af universets begyndelse. Men hvad betyder det, og hvordan ved vi, at universet udvider sig? Dette afsnit udforsker Big Bang, universets udvidelse og mysteriet om mørk energi, som får universet til at udvide sig hurtigere og hurtigere.

Du vil lære om, hvordan astronomer har brugt stjerner og lys til at måle afstande i rummet og opdaget, at fjerne galakser bevæger sig væk fra os. Vi vil også undersøge, hvordan Big Bang-teorien blev bekræftet gennem observationer af den kosmiske baggrundsstråling – universets efterglød. Endelig vil vi dykke ned i mysteriet om mørk energi og se, hvordan denne ukendte kraft påvirker universets fremtid.

Lad os først høre læringsmålene for episoden:

### **Mål for undervisningen:**

1. Jeg har viden om kræfter og bevægelser
2. Jeg har viden om udvikling i forståelsen af Jordens og Universets opbygning.
3. Jeg kan med modeller beskrive bevægelser i Solsystemet og Universets udvikling, herunder med simuleringer.

Lad os nu gå i gang med emnet.

## **Big Bang og Mørk Energi**

Mennesker har altid været fascineret af universet og undret sig over, hvordan det hele startede. Gennem tiden har vi haft mange forskellige idéer og teorier om, hvordan Jorden, stjernerne og selve universet blev til.

I dag ved vi, at stjernerne på nattehimlen faktisk er fjerne sole, ligesom vores egen sol. Vi har også opdaget, at Mælkevejens svage, hvide bånd, som vi kan se på en mørk nat, er vores egen galakse. Mælkevejen består af omkring 300 milliarder stjerner, der ligger så langt væk, at de danner et svagt, samlet skær.

Men vores viden om universets oprindelse – det, vi kalder Big Bang-teorien – er faktisk ret ny. Det er først inden for de sidste 100 år, at vi har udviklet en videnskabelig forståelse af, hvordan universet kunne være startet. Astronomi som videnskab har eksisteret i århundreder, men vores syn på universet har ændret sig radikalt i takt med, at vi har bygget større og bedre teleskoper.

I starten af 1900-tallet troede forskerne, at Mælkevejen var hele universet – at der simpelthen ikke fandtes mere derude. Men da teknologien forbedredes, blev astronomerne i stand til at se endnu længere ud i rummet og opdagede, at der lå tusindvis af andre galakser langt væk fra vores egen. Det var en kæmpe åbenbaring, der ændrede vores syn på universets størrelse og vores plads i det.

Det var her, Big Bang-teorien begyndte at tage form. Ved at studere lyset fra fjerne galakser opdagede forskere som Edwin Hubble, at disse galakser bevæger sig væk fra os. Det tyder på, at universet udvider sig – en idé, der peger tilbage mod et punkt,

hvor alt må have været samlet i en enkelt, ufatteligt lille og tæt masse. Dette øjeblik kaldes Big Bang, og det markerer starten på universet, som vi kender det i dag.

Men der er stadig mange mysterier at udforske. En af de største er det, vi kalder mørk energi. Mørk energi er en ukendt kraft, der får universets udvidelse til at accelerere – det vil sige, at galakserne bevæger sig hurtigere og hurtigere væk fra hinanden. Mørk energi udgør omkring 70 % af universets indhold, men vi ved stadig meget lidt om, hvad det egentlig er.

Så selvom vi har lært meget om universet på bare 100 år, er vi stadig kun lige begyndt at forstå dets fulde omfang og de kræfter, der styrer det.

## **Kan afstand måles i rummet?**

Ja, men det kræver helt specielle metoder. Vi kan jo ikke tage et målebånd og rejse ud mellem stjernerne for at måle afstanden! For at kunne bestemme, hvor langt væk stjerner og galakser ligger, har astronomer derfor måttet udvikle kreative løsninger.

En vigtig metode blev opdaget i 1908 af den amerikanske astronom Henrietta Swan Leavitt. Hun studerede en særlig type stjerner, der pulserer regelmæssigt i lysstyrke, og fandt ud af, at stjernernes pulsering afhænger af deres størrelse – og dermed af, hvor meget lys de udsender. Denne type stjerner kaldes Cepheide-variabler, og Henriettas opdagelse blev afgørende for at måle afstande i rummet. Et kendt eksempel på en Cepheide-variabel stjerne er Nordstjernen, som også pulserer på en måde, vi nu kan forstå og måle.

Men hvordan kan pulserende stjerner hjælpe os med at måle afstande? Tænk på en almindelig 40-watts pære. Hvis du tænder den og går længere væk, vil lyset fra pæren se svagere ud. Men hvis du ved, hvor kraftigt pæren lyser tæt på, kan du beregne, hvor langt væk du er, baseret på, hvor svagt lyset virker fra afstand. Astronomer gør noget lignende: De ved, hvor kraftigt Cepheide-stjernerne lyser, og når de ser dem svagere fra Jorden, kan de beregne, hvor langt væk de er.

I 1924 byggede den amerikanske astronom Edwin Hubble videre på Henriettas metode. Han fandt Cepheide-stjerner i nogle af de stjernehåger, man kan se på nattehimmelen. På det tidspunkt troede man, at alle stjernehåger befandt sig i vores egen galakse, Mælkevejen. Men Hubble opdagede, at lysstyrken fra Cepheide-stjernerne i nogle af hågerne var så svag, at det betød, de måtte ligge millioner af lysår væk – meget længere væk end noget objekt i vores egen galakse!

Et lysår er den afstand, lyset bevæger sig på ét år, og det svarer til næsten 9,5 billioner kilometer. Hubbles opdagelse viste, at universet er langt større end hidtil antaget. Vi ved nu, at disse stjernehåger er hele galakser i sig selv, hver med milliarder af stjerner.

## **Universet udvider sig**

Fem år efter sin første store opdagelse offentliggjorde Edwin Hubble en metode, hvor han sammenlignede afstanden til fjerne galakser med deres hastighed. Hubble opdagede, at jo længere væk en galakse er, desto hurtigere bevæger den sig væk fra os. Det betød, at næsten alle galakser i universet fjerner sig fra hinanden. Den helt store opdagelse var altså, at universet ikke er statisk og uforanderligt, som mange astronomer tidligere havde troet, men i stedet er i konstant udvidelse.

For astronomer var dette en enorm overraskelse. Hvis de fjerne galakser bevæger sig hurtigst væk fra os, betyder det, at universet engang må have været meget mindre, og at det er i gang med at udvide sig. Tanken om et dynamisk univers, der ikke bare eksisterer uændret gennem tiden, men som faktisk udvikler og udvider sig, var revolutionerende.

Men denne påstand krævede stærke beviser. Hvad nu hvis målingerne havde fejl? Hvad nu hvis afstandene eller hastighederne var beregnet forkert og skyldtes hidtil ukendte naturfænomener? Kunne der være andre forklaringer? De følgende årtier blev derfor brugt på at undersøge og analysere Hubbles fund for at forstå og teste påstanden om et ekspanderende univers.

Forskerne overvejede, hvad der ville ske, hvis universet faktisk havde haft en "eksplosiv" begyndelse – et såkaldt Big Bang. De forstod, at en sådan begyndelse ville have været ufatteligt varm og fyldt med energi. Med deres viden om partikelfysik konkluderede de, at denne eksplosive skabelse af universet ville have udsendt en enorm mængde lys. Universet er så tomt, at det meste af det lys, der blev dannet under Big Bang, ikke ville ramme noget, men i stedet sprede sig ud over tid og rum, som en slags kosmisk efterglød.

Den videre forskning og opdagelsen af denne baggrundsstråling blev beviset for, at universet faktisk havde en begyndelse og stadig udvider sig. Dette revolutionerede vores forståelse af, hvad universet er, og hvordan det har udviklet sig.

## **Er lyset fra Big Bang synligt eller usynligt?**

Lys fra universets skabelse burde, i teorien, stadig kunne opdages i dag, når vi peger vores teleskoper ud mod nattehimlen. Der er dog en udfordring: lyset fra Big Bang er ikke længere synligt lys. Lys består af elektromagnetiske bølger, og bølgelængden afgør, hvilken farve vi ser. Når lys rejser gennem et univers, der hele tiden udvider sig, strækkes bølgelængderne ud, og lyset skifter til rødere farver, går over i infrarødt, og bliver til sidst til lange radio- og mikrobølger.

Her opstod der en spændende mulighed: Hvis der virkelig havde været et Big Bang, burde universet være fyldt med svage radio- og mikrobølger – en slags "efterglød" fra skabelsen. Dette var noget, man kunne måle og teste, og det er præcis, hvad videnskab handler om: data og beviser! Hvis vi kunne måle og finde disse svage bølger, ville det give os en stærk grund til at tro, at teorien om Big Bang er korrekt. Hvis vi derimod ikke kunne finde dem, ville teorien stå svagere.

Der gik mere end et årti, før forskere havde de første brugbare radioteleskoper, der kunne opfange radiostråling fra rummet. Da de første teleskoper blev bygget, kom der en overraskelse. De fysikere, der konstruerede et af disse tidlige radioteleskoper, havde slet ikke hørt om teorien om en efterglød fra Big Bang. Så under de første kalibreringer af teleskopet – altså den indledende justering af det – opdagede de noget forvirrende. Hver gang de rettede teleskopet mod et område på himlen, der burde have været stille, hørte de konstant en form for radiostøj.

Forvirringen var stor. De gik ud fra, at der var fejl i elektronikken, og brugte lang tid på at lede efter problemer i deres udstyr.

## **Måling af den kosmiske baggrundsstråling**

Gennem et samarbejde mellem forskere fandt man ud af, at den forudsagte radio- og mikrobølgebaggrundsstråling, som det mystiske signal i radioteleskopet opfangede, faktisk var verdens første måling af eftergløden fra Big Bang. Denne efterglød kaldes videnskabeligt for den "kosmiske baggrundsstråling."

Siden denne første opdagelse er den kosmiske baggrundsstråling blevet målt langt mere præcist ved hjælp af avancerede teknologier. Tre satellitmissioner, senest i 2013, har givet os detaljerede målinger af denne stråling. På baggrund af disse data har forskere kunnet fastsætte universets alder meget præcist – vi ved nu, at universet er cirka 13,8 milliarder år gammelt.

## **Udvider universet sig fortsat?**

Hvis universet startede med en eksplosion, og alting bevæger sig væk fra hinanden, hvad betyder det så for fremtiden? Selvom universet primært består af tomhed, findes der rundt omkring enorme samlinger af galakser med stjerner, gas og planeter. Disse objekter har masse, og siden Isaac Newtons tid har vi vidst, at ting med masse tiltrækker hinanden gennem tyngdekraften. Men er galakserne tunge nok til at bremse universets udvidelse, så det måske vil falde sammen igen og ende i et "Big Crunch"? Eller var der så stor kraft i Big Bang, at udvidelsen vil fortsætte for evigt i en proces kendt som "Big Rip"?

For at forstå dette skal vi se langt ud i universet, og her hjælper lysets hastighed os. Lys bevæger sig med en konstant hastighed, så når vi observerer en galakse 4 milliarder lysår væk, ser vi den, som den så ud for 4 milliarder år siden. Jo længere ud i universet vi kigger, jo længere tilbage i tiden kan vi se. Ved at studere disse fjerne objekter kan vi spore, hvordan udvidelsen af universet har ændret sig over tid og afgøre, hvorvidt tyngdekraften har en opbremsende effekt på udvidelsen.

For at måle afstande til disse fjerne galakser benytter vi os af "standard lyskilder" – objekter, hvis faktiske lysstyrke vi kender. Tidligere nævnte vi en sådan lyskilde,

Cepheide-stjernerne, som pulserer i en fast rytme, der afhænger af deres størrelse. Men når vi kigger ud over de store afstande, som kræves for at se meget langt tilbage i tid, har vi brug for lyskilder, der er langt kraftigere end Cepheiderne.

## **Stjerner eksploderer – og afslører universets hemmeligheder**

Når de største stjerner når slutningen af deres liv, går de ud med et brag – en ødelæggende eksplosion kaldet en supernova. Denne eksplosion er så kraftfuld, at den enkelte døende stjerne kan lyse kraftigere end hele galaksen, den befinder sig i. Der findes en bestemt type supernova, kaldet Type Ia supernova, der opfører sig på en meget regelmæssig måde. Netop denne forudsigelige opførsel gør det muligt for astronomer at bruge dem som "standard lyskilder" til at måle store afstande i universet.

I 1990'erne var teleskoperne blevet så gode, at astronomer kunne begynde at observere disse supernovaer meget langt væk. De satte sig for at undersøge universets udvidelse i håb om at kunne forudsige universets fremtidige skæbne. Man forventede at finde tegn på en opbremsning i udvidelsen på grund af tyngdekraftens indflydelse på galakserne.

Men målingerne viste noget overraskende: I stedet for at bremse op, som man troede, viste det sig, at universet tværtimod accelererede! Selvom universet i de første 10 milliarder år af sin levetid faktisk havde bremset en smule op, skete der for omkring 4 milliarder år siden noget mystisk – galakserne begyndte pludselig at bevæge sig hurtigere væk fra hinanden.

Denne acceleration er i modstrid med alt, hvad vi kender fra fysikkens naturlove og teorier. Ingen af de kendte naturlove forklarer, hvorfor udvidelsen skulle tage til i fart på denne måde. For at beskrive denne gådefulde kraft, der driver galakserne længere og længere væk fra hinanden, har forskerne givet fænomenet et navn: Mørk Energi.

## **Hvorfor er det vigtigt at lære om Big Bang og Mørk Energi?**

At forstå Big Bang og mørk energi giver os en grundlæggende indsigt i vores univers og dets oprindelse. Ved at lære om, hvordan universet startede og udvikler sig, får vi

en dybere forståelse af vores plads i kosmos og de fysiske love, der styrer alt omkring os. Når vi udforsker disse emner, udvikler vi vores evne til at stille store spørgsmål og søge efter svar, der ikke kun handler om fortiden, men også om fremtiden – for vores planet, vores galakse og hele universet. Studiet af mørk energi minder os om, at der stadig er meget, vi ikke ved, og motiverer os til at fortsætte med at udforske, opdage og udvide vores forståelse af universet og vores egen eksistens.

Nu er det tid til en opgave, hvor vi arbejder videre med det vi har lært i denne episode.

### **Opgave:**

Opgave: Lær om Asteroider og Jordens Historie

Asteroider er klippestykker, der kredser i baner i solsystemet, især i det område, vi kalder Asteroidebæltet, som ligger mellem Mars og Jupiters baner. For ca. 65 millioner år siden kolliderede en stor asteroide med Jorden på Yucatan-halvøen i det nuværende Mexico. Denne voldsomme kollision førte til en global katastrofe, som menes at have udryddet dinosaurerne og forårsaget store ændringer i Jordens klima og økosystemer.

### **Din opgave:**

1. Forklar hvad der skete, da dinosaurerne uddøde.  
Skriv en halv A4-side om sammenstødet mellem asteroiden og Jorden, og hvordan denne begivenhed førte til dinosaurernes udryddelse. Beskriv hændelsen med dine egne ord. Brug gerne en notatfunktion på mobilen eller papir.
2. Find et andet eksempel på en truende asteroide eller meteor.  
Skriv om endnu et tilfælde, hvor en asteroide eller meteor har truet Jorden. Det kan være et aktuelt eller historisk eksempel. Brug den sidste halvdel af din A4-side til at beskrive, hvad vi lærte af denne hændelse.

Når du har besvaret disse spørgsmål, er episoden slut.

Her starter ideerne til lærerne:

### **Ideer til læreren**

1. Historien om universets udvidelse:
  - Undersøg, hvordan astronomer opdagede, at universet udvider sig ved at studere lys fra fjerne galakser.
  - Forklar, hvad rødforskydning er, og hvordan den bruges til at måle universets ekspansion.
  - Lav en grafisk repræsentation af Hubbles lov og dens betydning for vores forståelse af universets alder og udvikling.
2. Big Bang-teorien:
  - Udforsk begrebet Big Bang og hvordan det beskriver universets begyndelse.
  - Beskriv de tre vigtige beviser for Big Bang-teorien: kosmisk baggrundsstråling, mængden af lette grundstoffer og galakseklynger.
  - Lav en tidslinje over universets udvikling fra Big Bang til nutiden.
3. Mørk energi og mørkt stof:
  - Undersøg, hvad mørk energi og mørkt stof er, og hvordan de adskiller sig fra almindelig materie og energi.
  - Forklar, hvordan observationer af galakser og supernovaer har ført til opdagelsen af mørk energi.
  - Diskuter, hvordan mørk energi påvirker universets fremtid og udvidelse.
4. Eksperimentel astronomi:
  - Lær om teleskopernes rolle i studiet af universet.
  - Udforsk forskellige typer teleskoper, såsom radioteleskoper og røntgenteleskoper, og hvordan de indsamler data.
  - Lav en præsentation om et kendt astronomisk observatorium eller et rumteleskop, f.eks. Hubble-teleskopet.
5. Skalaen af universet:
  - Skab en skalamodel af solsystemet og det nærmeste stjernesystem, Alpha Centauri, for at illustrere, hvor små vores solsystem er i forhold til galaksen og universet.
  - Forklar konceptet med astronomiske enheder som lysår og parsek, og hvordan de bruges til at måle afstande i rummet.