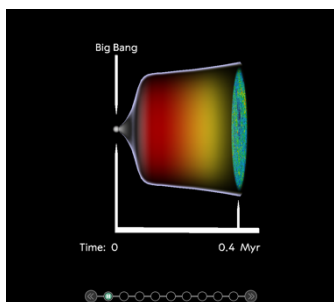


Lärarhandledning – Nobels Fysikpris 2019

John Peebles – För teoretiska upptäckter i fysisk kosmologi

1) Tid 0: Big bang

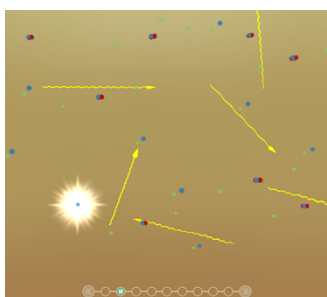


Här ser vi ögonblicket då universum börjar expandera, det vi kallar "Big bang". Termen Big bang är dock missvisande. Det är inte en explosion av materia i en tidigare tom rymd, utan en expansion av själva rummet som materia befinner sig i.

Hela det från oss observerbara universum fanns då i en punkt, och vid expansionen bildas rum, tid och materia såsom vi känner dem idag. Universum var efter en sekund extremt tätt och varmt (cirka 1 miljard grader Kelvin), och tillståndet var som en tjock ogenomskinlig glödande grötliknande gas av elementarpartiklar som tex elektroner, kvarkar och fotoner. På grund av den höga temperaturen hade hållbara atomer inte ännu kunnat bildats.

Big bang efterlämnar en mikrovågsstrålning (av samma typ som i våra mikrovågsugnar). Genom att vrida på visualiseringen – till exempel genom att hålla ner vänster musknapp på visualiseringen och vrida den åt vänster – kan man vid 400 000 år efter Big bang se denna strålning som en knottig skiva. Resterna av denna strålning kan vi fortfarande detektera, och vi kallar det den kosmiska bakgrundsstrålningen. Det är för beräkningarna av denna bakgrundsstrålning och dess egenskaper som James Peebles har blivit tilldelad Nobelpriset 2019.

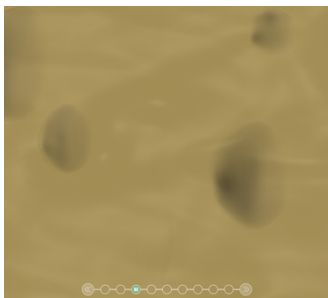
2) Atomer bildas



Genom att använda nedre "vy-menyn" och välja nästa vy (vy 2) zoomar vi nu in den täta, varma, grötliknande materia som har börjat kylas av. Här bildas nu atomkärnor av väte, helium och lite litium. Vi ser hur elektroner, neutroner och protoner också försöker bilda hela atomer, men fotoner (visas som gula pilar) kolliderar med atomerna och förhindrar dess bildande. Efter ytterligare tid börjar atomerna bli stabila.

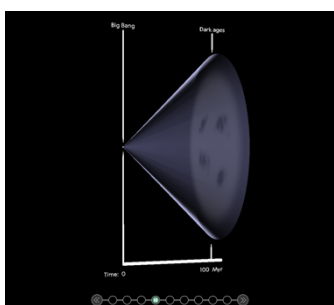
På grund av expansionen kyls materia ner, och då kan de första stabila atomerna bildas (främst väte och helium).

3) 0,4 Myr: Galaxer börjar bildas



I vy 3 zoomar vi in närmare 400 000 år efter Big bang. Atomer har nu bildats och universum har blivit genomskinligt. Materian vibrerar och bildar ljudvågor. Dessa ljudvågor hjälper till att forma gasen i klumpformade strukturer som sen kan dras samman av gravitationen. Det vi ser är ett förstadium till de galaxer som senare kommer att bildas.

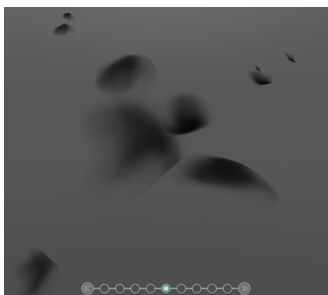
4) 0,4 M-100 Myr: The dark ages



I vy 4 ser vi hur universum fortsätter expandera och kylas av. De fotoner som tidigare givit universum en glödande orange färg, ändrar med expansionen våglängd till för oss icke synliga våglängder. Genom att vrida visualiseringen ser vi längst fram i expansionen nu svarta moln/blivande galaxer.

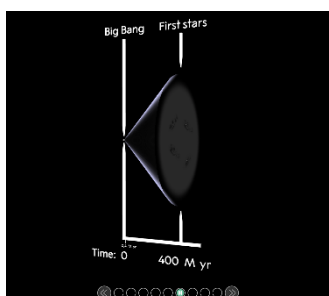
I dessa galaxer har inga stjärnor bildats ännu, och det finns därmed inget synligt ljus. Vi kallar denna tid den mörka tidsåldern, eller "the dark ages".

5) 80-100 Myr: De första galaxerna



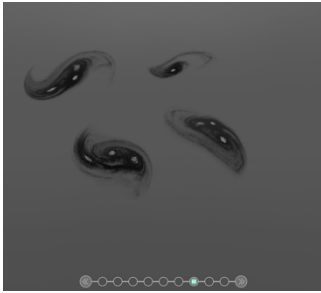
I vy 5 zoomar vi nu in i "the dark ages" och ser materieanhopningar som kommer att utvecklas till galaxer. Dessa galaxer består till största delen av vätegas som hålls ihop av gravitation och mörk osynlig materia av okänt slag. Gravitationen gör även så att galaxerna börjar kretsa kring varandra och dras ihop i större kluster. Detta leder så småningom till att galaxerna antar en disk-liknande spiralform.

6) 400 Myr: De första stjärnorna



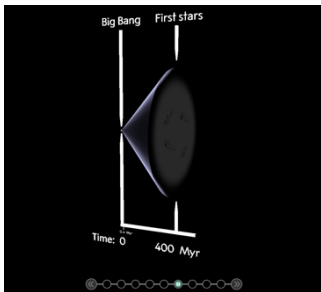
I vy 6 fortsätter den konstanta expansionen och längst fram ser man nu de första galaxerna. I dessa galaxer börjar väteatomer dras ihop av gravitationen till stjärnor och bildar helium genom fusion. I denna reaktion frigörs stora mängder energi som hettar upp gasen så att den börjar lysa. Universum har fått sina första stjärnor.

7) 400 Myr: De första stjärnorna - vi zoomar in



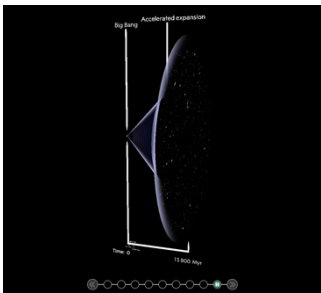
I vy 7 zoomar vi in och ser hur de första stjärnorna sakta börjar bildas i de roterande galaxerna.

8) 1000 Myr: De första planeterna



I vy 8 ser vi universums fortsatt konstanta expansion. Genom att vrida på visualiseringen ser vi längst fram nu de första galaxerna med lysande stjärnor. I dessa galaxer som roterar runt varandra, har nu även planeter bildats.

9) 13 800 Myr: Expansionen accelererar



I vy 9 ser vi hur universum, för ungefär 4 miljarder år sedan, börjar att accelerera expansionen. Om vi vrider på visualiseringen så ser vi hur universums expansion kan tänkas se ut.

För att den ökande accelerationen skall vara möjlig behövs troligen mörk energi. Den mörka energin driver på universums expansion och får den att gå snabbare. Tack vare Peebles vet vi att universum består av ungefär 5 % materia som vi känner det, 26 % mörk materia (som vi inte vet vad den består av) och 69 % mörk energi. Men vad mörk energi är, är fortsatt en av fysikens största gåtor.