

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1 Universets geografi..... 11

Jorden og Solen.....	11
Vinkeldiameter, vinkelafstand og vinkelmål.....	13
Ellipsebevægelse.....	14
Jorden og Månen.....	16
Formørkelser.....	17
Planeterne på stjernehimlen.....	24
Planeters fysiske forhold.....	25
Asteroider, meteoroider, isdværge og kometer.....	30
Stjernerne.....	34
Afstande og størrelsesklasser.....	34
Solen som stjerne.....	36
Eksempler på stjerner på himlen.....	37
Stjernernes udvikling og slutfaser.....	40
Supernovaer.....	46
Mælkevejen og Mælkevejsgalaksen.....	49
Galakserne.....	52
Universets struktur på stor skala.....	55

Kapitel 2 Kosmologiens historie 59

Himmelligemerne og deres bevægelse.....	59
Flodrigerne.....	61
Det kejserlige Kina.....	62
Græske naturfilosoffer.....	62
Ptolemaios: Epicykler, deferenter og ekvanter.....	69
Islamisk astronomi og kristen middelalder.....	72
Kopernikus og verdensbilledet.....	72
Tycho Brahe, den store observator.....	76
Kepler og ellipsebevægelser.....	79

Galilei og kikkertrevolutionen.....	83
Isaac Newton: Bevægelse og gravitation.....	86
Bevægelseslove og gravitationslove.....	89
Bradley og Gamma Draconis.....	91
Kosmologiske tanker i 1700-tallet.....	93
Olbers' paradoks.....	94
Bessel og 61 Cygni.....	95
Newtons love og opdagelsen af Neptun.....	96
Stjernernes natur.....	97
Doppler-forskydning og radialhastigheder.....	99
Cepheide-stjerner.....	100
Kapteyns univers.....	102

Kapitel 3 Krumning og gravitation 104

Krumme kurver.....	104
Krumme flader.....	106
Krumme rum.....	106
Problemer med Newtons love.....	109
Den specielle relativitetsteori.....	119
Den almene relativitetsteori.....	120

Kapitel 4 Det ekspanderende Univers.. 122

Tåger og galakser.....	122
Shapley og de kugleformede hobe.....	124
Mælkevejen og Den store Debat.....	124
Edwin Hubble og "VAR!".....	127
Slipher og galaksespektre.....	129
Einstein og den kosmologiske konstant Λ	130
Fridman og dynamiske modeller.....	131

Lemaître's ekspanderende univers	132
Hubble-relationen	133
Lemaître's Hubble-relation	134
Det kosmologiske princip	135
Fortolkning af Hubble-relationen	137
Skalafaktoren $S(t)$	138
Kritisk tæthed og tæthedsparametre.....	140
Zwicky og ”mørkt stof”	142
Partikler og vekselvirkninger	143
George Gamow og <i>Big Bang</i>	146
Løsningen på afstandsproblemet.....	148
<i>Steady State</i> -teoriens storhed og fald.....	149
Kontrovers med Martin Ryle	152
B ² FH: Grundstofdannelse i stjerner	154
Kvasarer	156
Den kosmiske baggrundsstråling	159
Vera Rubin og galaksernes rotationskurver	162
Mørkt stof.....	163
”The Constant Hubble War”	167
The Hubble Key Project.....	167
Supernovaer og det fjerne Univers	169
Opdagelsen af mørk energi	170
Præcisionskosmologi	173
Universet har en flad geometri.....	176
Resultater fra WMAP- og Planck-satellitterne	176
Vores nuværende opfattelse af Universet.....	178

Kapitel 5 Big Bang-teorien 184

Centrale kosmologiske observationer	185
Fysiske forhold under <i>Big Bang</i>	185
Kernesyntese i det tidlige Univers	188
De tre klassiske problemer med <i>Big Bang</i>	193
Den klassiske løsning: Inflation.....	195
Den trefoldige vej til et fladt Univers	198
Strukturdannelse	198
Vinkelstyrkespektret	200
Polarisering af baggrundsstrålingen.....	201

Fejlagtige opfattelser af <i>Big Bang</i>	203
Modeller for Universet.....	209
Modeller med klassisk fysik	213
Bolshoi-simuleringerne.....	213

Kapitel 6 Verdens historie 219

Epoker i Universets udvikling	220
Lyman-alfa-skoven og Gunn-Peterson-sænkningen ...	227
Udviklingen af de første stjerner.....	230
Dannelse af planetsystemer.....	235
Solsystemets historie.....	238
Migration i Solsystemet	240
Dannelsen af Månen og Saturns ringe	245
Late Heavy Bombardment	248
Jordens historie	249
Højerestående liv og truslen fra nedslag.....	252
Udviklingen på Mars.....	255
Den nærmeste fremtid.....	256
Den sidste totale solformørkelse.....	257
Tritons og Phobos’ endeligt	257
Kaos i Solsystemet?	258
Solen som rød kæmpestjerne	260
Herfra til evigheden	261
Fermis paradoks og Månen.....	263

Appendiks 1

Kosmologien i oversigt 266

Vigtige årstal	266
Paradigmeskift	274
Fremskridt som følge af ny teknologi.....	274

Appendiks 2

Litteratur og Internet-sider 275

Monografier.....	275
Notesæt og større artikler.....	275
Fra internettet.....	276

Appendiks 3

Supplerende materialer 280

Kosmologiske godbidder280

Regneark280

Dokumenter.....280

Appendiks 4

Astronomiske og fysiske data..... 281

Stikordsregister 284

Kapitelforblade

Side 10: Mælkevejens centrale del rejser sig over Uluru-formationen i det centrale Australien.

Credit: Babak A. Tafreshi.

Side 58: Illustration af det ptolemæiske verdensbillede med Jorden i centrum.

Side 103: Albert Einstein, grundlæggeren af den almene relativitetsteori, en hjørnesten i moderne kosmologi.

Side 121: *Pillars of creation*. Tre tårne bestående af kold gas og støv befinder sig under langsom nedbrydning af lys fra nære unge stjerner (uden for billedet øverst). Afstanden er 6500 lysår.

Credit: NASA, ESA, Hubble Heritage Team.

Side 183: Galaksehobe fremkommet ved *Illustris*-simuleringen af Universets udvikling efter *Big Bang*.

Credit: *Illustris Collaboration*.

Side 218: Øverst: Frodigt dyreliv på Jorden i juratiden for ca. 150 millioner år siden. Credit: Gerhard Boeggemann.

Nederst: Om ca. 5 milliarder år er Solen svulmet op til en rød kæmpestjerne, som helt har afsvedet Jorden.

Credit: Adrian Jannetta.

Side 265: Luftfoto af gravearbejde på toppen af Cerro Armazonas i Chile, hvor ESO er ved at opføre *European Extremely Large Telescope*. Credit: ESO.