

Innhold

Forord	11
Kapittel 1	
Astronomi og astrofysikk: Hva er det?	13
1.1 Astronomi som fag	13
1.2 Store og små tall	14
1.3 Avstander og enheter	15
1.4 Noen ord om naturvitenskapelig metode	17
1.5 Hvorfor astrologi ikke er vitenskap	18
1.6 Oppsummering	19
Oppgaver	19
Kapittel 2	
En veiviser til stjernehimmelen	21
2.1 Koordinatsystemer: himmelens lengde- og breddegrader	21
2.2 Stjernebilder	25
2.3 Stjernenavn	25
2.4 Stjernehimmelen endres gjennom natten og året	26
2.5 Utforsk stjernehimmelen på egen hånd	26
2.6 Oppsummering	29
Oppgaver	29
Kapittel 3	
Fra Eudoksos til Ptolemaios	30
3.1 Eudoksos og planetenes bevegelser	30
3.2 Aristoteles og geosentrisme	32
3.3 Ptolemaios' forbedringer	33
3.4 Aristarkhos – den første heliosentriker?	35
3.5 «Landmåling» i solsystemet	37
3.6 Hipparkhos og den første stjerne katalogen	41
3.7 Oppsummering	41
Oppgaver	42

Kapittel 4

Astronomi i middelalderen	43
4.1 Praktisk astronomi: høytider og kalendre	43
4.2 Astronomi i middelalderens Europa	45
4.3 Astronomi i den muslimske verden i middelalderen	47
4.4 Oppsummering	49

Kapittel 5

Det heliosentriske verdensbildet	50
5.1 En kort historie om en bok det tok lang tid å skrive	50
5.2 Tvileren Tycho med neseprotesen	52
5.3 Galileo Galileis oppdagelser	55
5.4 Johannes Keplers radikale steg	58
5.5 Newton: en mann med tyngde	62
5.6 Oppsummering	65
Oppgaver	65

Kapittel 6

Fysikken i astrofysikk	67
6.1 Mekanikk: krefter og bevegelse	68
6.2 Termodynamikk	71
6.3 Elektrisitet og magnetisme	72
6.4 Elektromagnetiske bølger og stråling	74
6.5 Optikk	83
6.6 Relativitetsteori	86
6.7 Kjerne- og partikkelfysikk	90
6.8 Oppsummering	93
Oppgaver	94

Kapittel 7

Teleskop	96
7.1 Refraktorer og reflektorer	96
7.2 Hvilke egenskaper bør et teleskop ha?	98
7.3 Hvorfor har vi ikke store teleskoper i Norge?	99
7.4 Hvordan vi kan lure atmosfæren	100
7.5 Detektorer	100
7.6 Radioteleskop	101
7.7 Teleskoper for infrarødt lys	102
7.8 Teleskoper for ultrafiolett stråling og røntgenstråling	102
7.9 Gammateleskop	103
7.10 Fremtidige observatorier	103
7.11 Amatørastronomi	103
7.12 Oppsummering	104
Oppgaver	104

Kapittel 8

Solsystemet: de indre planetene og månen 105

8.1 Merkur 106

8.2 Venus 110

8.3 Jorden. 113

8.4 Månen 116

8.5 Mars. 122

8.6 Oppsummering 126

Oppgaver 126

Kapittel 9

Gassplanetene 128

9.1 Jupiter 128

9.2 Saturn. 132

9.3 Uranus 136

9.4 Neptun. 138

9.5 Oppsummering 140

Oppgaver 140

Kapittel 10

Rusk og rask i solsystemet 141

10.1 Asteroidebeltet 141

10.2 Kuiper-beltet 143

10.3 Oort-skyen 145

10.4 Kometer 145

10.5 Meteoroider, meteorer og meteoritter 147

10.6 Bør vi være redde?. 148

10.7 Oppsummering 149

Oppgaver 150

Kapittel 11

Solen 151

11.1 Oversikt over solens struktur 151

11.2 Fusjon i solens kjerne 152

11.3 Energitransport 154

11.4 Modeller for solen og det solare nøytrinoproblemet 155

11.5 Solflekker og andre mønstre i fotosfæren 156

11.6 Flares og andre utbrudd på solen 158

11.7 Solens globale magnetfelt og solsyklusen. 159

11.8 Solvinden 160

11.9 Koronaoppvarmingsproblemet 161

11.10 Oppsummering 162

Oppgaver 163

Kapittel 12

Dannelsen av solsystemet	164
12.1 Hva må en teori for dannelsen forklare?	164
12.2 Kollapsmodellen	165
12.3 Hvorfor har vi to typer planeter?	166
12.4 Spinnproblemet	167
12.5 Asteroider og kometer	168
12.6 Uregelmessigheter	168
12.7 Oppsummering	169
Oppgaver	169

Kapittel 13

Livet til stjernene fra vugge til grav	170
13.1 Avstander	170
13.2 Tilsynelatende og absolutt størrelsesklasse	173
13.3 Klassifikasjon av stjernespektra	174
13.4 Hertzsprung-Russell-diagrammet	176
13.5 Stjernene på hovedserien	177
13.6 Veien til hovedserien: hvordan stjerner dannes	180
13.7 Livet etter hovedserien: røde kjemper	181
13.8 Den videre utviklingen for stjerner som veier mindre enn 8 solmasser	182
13.9 Videre utvikling for stjerner som veier mer enn 8 ganger solens masse: kjernekkollapssupernova	186
13.10 Nøytronstjerner og pulsarer	187
13.11 Sorte hull	189
13.12 Gammaglimt	191
13.13 Gravitasjonsbølger	192
13.14 Oppsummering	193
Oppgaver	194

Kapittel 14

Eksoplaneter og jakten på liv	196
14.1 Hva skal vi lete etter?	196
14.2 Den beboelige sonen	197
14.3 Eksoplaneter: Hvordan finner man dem?	200
14.4 Karakteristiske trekk ved eksoplanetene	207
14.5 Oppsummering	209
Oppgaver	210

Kapittel 15

Melkeveien 211

15.1 Oversikt over Melkeveiens struktur. 211

15.2 Dannelsen av Melkeveien 213

15.3 Hvordan kan vi kartlegge strukturen til Melkeveien? 214

15.4 Det sorte hullet i sentrum. 217

15.5 Mørk materie 219

15.6 Oppsummering 221

Oppgaver 221

Kapittel 16

Galakser 222

16.1 Oppdagelsen av at det finnes mange galakser 222

16.2 Ulike typer galakser 223

16.3 Fysiske egenskaper 224

16.4 Hvordan oppstår spiralarmene? 226

16.5 Grupper, hoper og superhoper 227

16.6 Mørk materie i galaksehoper. 229

16.7 Galakseutvikling. 230

16.8 Universets ekspansjon. 230

16.9 Aktive galaksekjerner 232

16.10 Oppsummering 234

Oppgaver 235

Kapittel 17

Kosmologi. 236

17.1 Det kosmologiske prinsipp 236

17.2 Tyngdekraften dominerer 237

17.3 Einsteins universmodell 237

17.4 Hubbles lov og universets ekspansjon 238

17.5 Hubbles lov og universets alder. 240

17.6 Big Bang mot Steady State 241

17.7 Oppdagelsen av den kosmiske bakgrunnsstrålingen 242

17.8 Universets historie ifølge Big Bang: en kort oversikt 244

17.9 Hvor kommer grunnstoffene fra? Nukleosyntese
i Big Bang og i stjerner 246

17.10 Inflasjonsfasen 247

17.11 Inflasjon, bakgrunnsstråling og strukturdannelse 251

17.12 Mørk energi 252

17.13 Hva er den mørke materien?. 254

17.14 Til sist 254

17.15 Oppsummering 255

Oppgaver 256

Litteratur	257
Ordliste	260
Personregister	276
Figurkreditering	285
Stikkord	287

Forord

Institutt for teoretisk astrofysikk ved Universitetet i Oslo har i flere årtier tilbudt et innføringskurs i astronomi og astrofysikk for studenter uten spesielle forkunnskaper. Det finnes et stort utvalg av engelskspråklige lærebøker på dette nivået, men mange studenter har etterlyst en lærebok på norsk. *Astronomi – en kosmisk reise* ble skrevet som et svar på denne etterlysningen.

Innføringskurs i astronomi tilbys ved flere andre læresteder i Norge, og jeg håper at boken kan komme til nytte ved flere av disse.

Den som ikke lar seg avskrekke av ligningene i boken, vil forhåpentligvis finne at den også er en brukbar populærvitenskapelig innføring i astronomi. Derfor håper og tror jeg at denne boken vil finne lesere også utenfor universiteter og høyskoler.

På bokens nettside under www.nettressurser.no er det lagt ut linker til aktuelle astronominettsteder, oppdatert informasjon og lysark fra forelesninger i kurset.

Jeg vil takke Universitetsforlaget for at de er villige til å satse på denne læreboken. Markedet for realfagsbøker på norsk er ikke stort, men etter min mening er det viktig å forsøke å beholde et norsk fagspråk også på dette området. Jeg er glad for at det finnes et forlag som deler dette synet.

Uten en dyktig redaktør ville dette prosjektet strandet på min tvil og min hang til å utsette oppgaver. Eli Valheim fortjener en stor takk for å ha loset boken i havn.

Takk fortjener også fagkonsulentene Tarald Peersen, Carl Angell og Jostein Riiser Kristiansen. Deres grundige kommentarer har bidratt til å forbedre boken på flere punkter, og hindret mange feil fra å komme på trykk. Alle feil og mangler som gjenstår i boken er selvsagt ene og alene gjenspeilinger av mine egne. Jeg håper at det er færre av dem i boken enn i forfatteren.

Denne boken har vært et personlig prosjekt. Ikke bare fordi jeg elsker faget mitt, men også fordi sist gang innføringskurset i astronomi hadde en norsk lærebok, var min avdøde far en av forfatterne. Mange gode minner om ham har dukket opp under skrivingen.

Jeg vil rette en spesiell takk til Sigurd Elgarøy, for at han minner meg på viktigheten av å leke med biler. Denne boken er til ham.

Oslo, april 2014

Øystein Elgarøy

Forord til 2. utgave

I 2. utgave er det skrevet inn nye delkapitler om Doppler-effekten og om gravitasjonsbølger. Ellers er det foretatt mindre endringer, oppdateringer på siste forskning, og rettelser av feil. Jeg takker alle som har rapportert om feil og mangler. En spesiell takk rettes til Jan-Erik Ovaldsen for grundige kommentarer til førsteutgaven.

Oslo, mai 2017

Øystein Elgarøy