

Innehåll

Förord	9
--------	---

HÅLEN INNAN HÅLEN FANNS

Prolog om Isaac Newton	13
Själva termen	16
Ios förmörkelser och ljuset i skorstensteleskopet	19
De mörka stjärnorna	28
Den konstiga etern	42
Kometsvansarnas pekande	49
Elektromagnetismen	51
Fält och vågor	59
Det viktigaste negativa resultatet	65
Den speciella relativitetsteorin	68

RUMTIDSSINGULARITETERNA

Rumtiden och dess möjliga krökning	85
Merkuriusbanans vridning	93
”Den lyckligaste tanken i mitt liv”, och vad som sedan följde	98
Det enorma lejonet	104
Det första hålet – i artillerielden	110
”... inte fråga om en mystisk teori utan bara om att få nog fina mätningar”	117
Genombrott, missförstånd och gräl	123
En utvikning om utvidgning	130
Den allvarlige nobelpristagaren	138
Tveksam draghjälp från Sirius B	146
Vägen mot total kollaps, Hadesobjekten och slukhålerna	150
In i kollapsen	163

NYTÄNDNING OCH UPPTÄCKTER

Väntan och nytändning	171
Hålen får snurr	180
Svarta håls fortsättningar och origami	188
Telefonkonsekvenser och ryska modernister	194
Universums största energier och konsten att göra upptäckter	202
Röntgenstjärnor och affischproblem	216
Pulsarerna och den uteslutna pristagaren	225

GULDÅLDERN

Svarta hålets guldålder: singularitetsteoremen	239
Svarta hålets guldålder: hårlösheten	249
Strålar, diskar, badkar och snodda magnetfält	255
Hålet på mjölkpaketet	265
Den skakiga rumtiden	269
Den goda idén på sängkanten	278
Från ångmaskiner till svarta hålets yta	282
Kvantgravitation	287
Strålningen från svarta hål – och vips är de borta	293
Vad händer om man reser in?	299
Kvantskum(t)	306
Tidsmaskinernas tid	310
Resor till andra universa	322

JÄTTEHÅL OCH JÄTTEPROBLEM

Konsten att platta ut ljusbucklor och hålet i Vintergatans centrum	335
Hål i andra galaxer	348
Jättehålets uppkomst och effekter	359

Glömska för evigt?	372
Universum vid världens ände	381
Komplementariet i hålväg	384
Sammanflätning, brandväggar, luddbollar och skenbara horisonter	387
Funderingar om svarta hål-forskarna	394
Spelar hålen någon roll för oss?	401
Fortsättning följer ...	406
Litteratur	416
Ordförklaringar	427
Bildkällor	442
Personregister	445
Sakregister	458

Förord

Det är i år hundra år sedan Einsteins allmänna relativitetsteori publicerades, och de svarta hålen är en av de mest intressanta förutsägelseerna som denna teori direkt ledde till. Det hindrar inte att föreställningen om liknande objekt är mycket äldre – utvecklingen av sådana idéer inbegriper mycket av fysikens och astronomins historia.

Efter relativitetsteorins förutsägelse tog det lång tid innan forskarsamhället blev övertygat om att de svarta hålen verkligen finns. Och till slut, när man fann dem genom svåra astronomiska observationer, blev tveksamheten bland teoretikerna stor om relativitetsteorins svarta hål verkligen kan finnas!

Boken handlar om denna fascinerande historia. Det är minst lika mycket en historia om människor som om idéer. Naturvetenskap är nu, när allt kommer omkring, en mänsklig verksamhet. Eftersom jag träffat åtskilliga av de människor som jag berättar om, har jag inte kunnat motstå frestelsen att berätta anekdoter om några av dem. När jag själv var en ung sakligt inriktad naturvetare, skydde jag sådana sidospår som verkade leda bort från de intressanta fysikaliska sammanhangen. Till mina sentida efterföljare på den rena fysikens abstrakta väg vill jag helt enkelt säga: hoppa fram lite i texten. Du missar inte mycket av vetenskapen på så sätt.

Boken är tänkt att kunna fungera för var och en som är intresserad av ämnet. Kanske kan den också ge lite bakgrund för de studenter och gymnasister som är bredare till sinnet än

jag var i motsvarande ålder. Kanske kan till och med en lärare få lite stöd i boken när det gäller att göra fysiken verklig och påtaglig, att ge de teoretiska skeletten kött på benen. Till och med de svarta hålen är himlakroppar! Och liksom de i universum ofta är omgivna av strålande gasdiskar, kretsar kring dem i kulturhistorien svängande karuseller av fantasifulla forskare.

För att underlätta läsningen ges korta ordförklaringar av en rad tekniska termer med början på sid 427.

Jag hade inte kunnat skriva denna bok utan stöd och hjälp från många kollegor och andra. Jag är särskilt tacksam för synpunkter på delar av manuskriptet från Nils Bergvall, Ulf Danielsson, Bengt Edvardsson, Göran Fäldt, Samuel Regandell och Andreas Sandberg, för diskussioner med Allen Joel Anderson, Hong Yee-Chiu, Andreas Eckhard, George Ellis, Reinhard Genzel, Andrea Ghez, Karl Gradin, Cecilia Jarlskog, Erik Karlsson, Martin Rees Aage Sandqvist, Rainer Schödel, Lee Anne Willson och Roman Znajek, och för tillåtelse att använda bilder från Jocelyn Bell Burnell och Andrej Linde. Ingen av dessa vänner och kollegor ska lastas för de eventuella felaktigheter och missförstånd som boken kan innehålla; dessa lär istället hänga samman med att källmaterialet delvis är motsägelsefullt och svåröverskådligt och jag själv varken är svarta hål-forskare eller vetenskapshistoriker.¹

Ett särskilt tack vill jag också rikta till Tomas Blom, Christer Sturmark och Emma Ulvaeus vid Fri Tanke förlag, och till illustratören Samuel Regandell, vilkas arbete och uppmuntran gjort denna bok möjlig.

Uppsala i maj 2015
Bengt Gustafsson

¹ Jag är tacksam för påpekande om fel och misstag via min e-postadress bengt.gustafsson@physics.uu.se.

Hålen innan hålen fanns

Prolog om Isaac Newton

Det sista författaren Stig Dagerman arbetade med, innan han i november 1954 som trettioettåring tog sitt liv, var en roman. Han hann bara skriva prologen, som gavs ut efter hans död med titeln *Tusen år hos Gud*. Den hör till hans märkligaste verk. I texten får den döende Isaac Newton i sitt hus i London kvällsbesök av Gud. Gud har tröttnat ”på sin gestalt av ljus och tystnad. Evigheten kväljer honom, hans kappa faller.” Newton hälsar honom med orden ”Sire. Ni är nu i Newtons hus. Här råder tyngdlagen som är tingens kärlek till jorden.” Men Gud upphäver tyngdlagen, Newtons betjänt tappar brickan med Newtons kvällste som då stiger mot taket, och när Newton själv griper en huggare för att slå sönder sitt arbetsbord, ”nu nederlagets avbild”, så slits huggaren ur hans hand och stiger upp mot taket för att med våldsam kraft fastna i en takbjälke. Newton förstår att han bevittnar ett under men menar att ”undren, dessa brott... rubba ingenting i Ordningen, lika lite som en ficktjuvs ansträngningar eller en mördares ogärningar kasta de jordiska lagarna över ända; de tvärtom stärka dem, ty brottet bekräftar alltid lagarna”. Guds försök att minska sin distans till människan med under, menar Newton, är omöjliga. Undren sårar dem som inte tror och får de troende att hoppas förgäves. Newton försvarar de omutliga lagarna, däribland sin egen tyngdlag.

Men när Newton dör, vägrar hans kropp att foga sig efter tyngdlagen. Grova ankarkättingar måste lindas runt den för att den ska tyngas ner och hjälpligt stanna i likkistan, som då ändå stiger upp någon meter över golvet.