

Innehåll

Förord	9
1 Inledning	13
2 Vad är liv?	40
3 Livets maskiner	82
4 Kvantbeatet	131
5 Nemo hittar hem	171
6 Fjärilen, bananflugan och kvantrödhaken	209
7 Kvantgener	244
8 Medvetenhet	285
9 Hur livet började	325
10 Kvantbiologi: livet i stormens utkant	353
Epilog: kvantliv	394
Noter	397
Register	407

Förord

DET HAR TAGIT TRE år att skriva den här boken, trots att författarna under närmare tjugo år har samarbetat inom forskningen på detta spännande nya fält, där kvantfysik, biokemi och biologi möts. Men när det gäller ett så tvärvetenskapligt område som kvantbiologi är det omöjligt att någonsin bli expert nog för att verkligen, på djupet, omfatta all den vetenskap som krävs för att teckna hela bilden – i synnerhet då det handlar om att skriva den första boken någonsin om ämnet för en läsekrets av lekmän.

Ingen av oss hade klarat av att skriva detta ensam – var och en bidrar vi med vårt kunnande om fysikens respektive biologins värld. Än mindre hade vi lyckats åstadkomma en bok som vi är väldigt stolta över, om vi inte hade fått hjälp och råd av många forskare – de flesta världsledande inom sina områden.

Vi vill tacka Paul Davies för alla givande diskussioner han har haft med oss under de senaste femton åren om kvantmekaniken och dess potentiella relevans inom biologin. Vi står också i tacksamhetsskuld till de många fysiker, kemister och biologer som nu tar stora kliv inom detta nya fält, experter med kunskaper inom sina specialistområden som vi inte besitter. Särskilt vill vi

tacka Jennifer Brookes, Gregory Engel, Adam Godbeer, Seth Lloyd, Alexandra Olaya-Castro, Martin Plenio, Sandu Popescu, Thorsten Ritz, Gregory Scholes, Nigel Scrutton, Paul Stevenson, Luca Turin och Vlatko Vedral. Vi vill också tacka Mirela Dumic vid Institute of Advanced Studies, IAS, University of Surrey, som nästan helt på egen hand samordnade vår framgångsrika workshop i Surrey 2012, "Quantum Biology: Current Status and Opportunities". Projektet finansierades av IAS, BBSRC (Biotechnology and Biological Sciences Research Council) och MILES (Models and Mathematics in Life and Social Sciences). Vår workshop sammanförde många av de ledande forskarna som för närvarande sliter med kvantbiologi världen runt – detta är fortfarande ett nytt ämne och antalet verksamma personer är litet – och här fick vi verkligen en känsla av att vi var del i ett spännande forskarsamfund.

När vi hade gjort ett färdigt utkast till boken bad vi några av våra kollegor som vi har nämnt ovan att gå igenom texten och ge sitt omdöme. Särskilt tacksamma är vi mot Martin Plenio, Jennifer Brookes, Alexandra Olaya-Castro, Gregory Scholes, Nigel Scrutton och Luca Turin. Vi vill också tacka Philip Ball, Pete Downes och Greg Knowles för att de har läst igenom det slutliga utkastet och för att de har gjort boken kolossalt mycket bättre med sina insiktsfulla kommentarer. Ett stort tack till vår agent, Patrick Walsh – utan honom skulle den här boken aldrig ha blivit verklighet, och till Sally Gaminara på Random House för att hon trodde på oss och för att hon var så entusiastisk över projektet. Ett ännu större tack ska gå till Patrick och Carrie Plitt vid Conville & Walsh för deras råd och förslag angående bokens struktur och format, och för all hjälp när det gällde att utforma den slutliga versionen som ligger ljusår från det första klumpiga utkastet. Vi står också i tacksamhetsskuld till Gillian Somerscales för hennes lysande redigering.

FÖRORD

Sist, men verkligen inte minst, vill vi tacka våra familjer för deras oreserverade stöd, särskilt under de perioder när vi stod inför deadlines, då vi förstås blev tvungna att lägga alla andra åtaganden åt sidan och stänga in oss med våra datorer. Vi har tappat räkningen på kvällarna, veckosluten och familjesammankomsterna som vi ägnade åt kvantbiologin istället. Vi hoppas att den här boken är värd det.

Och vi hoppas båda två att kvantbiologins resa bara har börjat.

Jim Al-Khalili och Johnjoe McFadden
Augusti 2014

Kapitel 1

Inledning

VINTERN HAR KOMMIT TIDIGT till Europa detta år och i luften känns den första kylan. Djupt inne i den unga rödhakens bröst vaknar en känsla av målmedvetenhet och beslutsamhet.

Fågeln har ägnat de senaste veckorna åt att äta långt mer än sitt normala intag av insekter, spindlar, maskar och bär och väger nu nästan dubbelt så mycket som hon gjorde när hennes avkomma lämnade boet i augusti. Det extra omfånget består till största delen av fettreserver som behövs till bränsle under den ansträngande resa hon just nu står i begrepp att anträda.

Detta kommer att bli hennes första flytt bort från skogen i mellersta Sverige där hon har levt under sitt korta liv och där hon födde upp sin kull ungar för bara några få månader sedan. Lyckligtvis var den sistlidna vintern inte alltför sträng, för då var hon inte fullvuxen och följaktligen ännu inte tillräckligt stark för att företa en så lång resa. Men nu, när hon inte längre har något föräldraansvar, är hon redo att fly den kommande vintern och ge sig av söderut för att söka sig till ett varmare klimat.

Det är ett par timmar efter solnedgången. Istället för att boa in sig för natten hoppar hon ut och sätter sig ytterst på en gren

ganska nära marken, i det stora träd som har varit hennes hem sedan i våras. Hon ruskar på sig, likt en maratonlöpare som mjukar upp musklerna inför loppet. Hennes orangea bröst glänser i månskenet. Alla ansträngningar och all omsorg som hon har lagt ner på att bygga sitt bo – bara några decimeter bort, delvis dolt mot trädstammens mossbelupna bark – är nu bara ett suddigt minne.

Hon är inte den enda fågeln som förbereder sig för avresa; andra rödhakar – både honor och hanar – har också beslutat sig för att det är rätt kväll att påbörja den långa färden söderut. I träden runt omkring henne hörs en ljudlig, gäll sång som överröstar de vanliga lätena från skogens nattlevande varelser. Det är som om fåglarna känner sig manade att meddela sin avfärd genom att skicka ut ett budskap till de andra invånarna i skogen om att de ska tänka sig för innan de invaderar fåglarnas territorium och tomma bon medan de är borta. För dessa rödhakar har för avsikt att återvända till våren.

Hon vrider snabbt på huvudet ett par gånger för att se efter om kusten är klar, sedan ger hon sig av upp i kvällshimlen. Nätterna har blivit längre nu, så här sent på hösten, och hon har dryga tio timmars flygning framför sig innan hon får vila igen.

Hon sätter kursen på 195° (15° väster om rakt söderut). Under de kommande dagarna ska hon fortsätta att flyga i samma riktning, mer eller mindre, och en bra dag kan hon avverka 300 kilometer. Hon har ingen aning om vad som kommer att hända under resan, inte heller har hon någon känsla för hur lång tid den kommer att ta. Till en början färdas hon genom välbekant skogsterräng, men efter bara några kilometer flyger hon ut över ett främmande månbelyst landskap av sjöar, dalar och städer.

Någonstans i närheten av Medelhavet kommer hon att anlända till sin destination; visserligen är hon inte på väg till något särskilt ställe, men när hon kommer fram till en lämplig plats