

Needham-spørgsmålet i moderne fysik¹

Af Gennady Gorelik, Center for Philosophy and History of Science, Boston University.

Videnskaben – det at få viden om naturen – har ikke en bestemt fødselsdato eller et bestemt fødested. I årtusinder var det en del af en folkelig viden verden over. Men hvad angår fysik skete der noget meget vigtigt i det 17. århundrede, som fortjener titlen “Den moderne fysiks fødsel”. Ganske vist var Arkimedes to årtusinder tidligere en rigtig fysiker, og endda så god en fysiker, at Galileo kaldte ham “den mest guddommelige” og “overmenneskelig”. Men det var Galileo, som Einstein betegnede som “Faderen til den moderne fysik – ja, til hele den moderne videnskab” [1]. En videnskabshistoriker ville tilføje, at Galileo ikke alene byggede på Arkimedes’ videnskab, men blev også udfordret og inspireret af Kopernikus’ åbenbaring, støttet af Kepler, og at det var Newton, der udviklede Galileos ideer til deres store triumf.

Det stærkeste spørgsmål om Galileos rolle i historien blev formuleret i 1950’erne af den britiske biokemiker og berømte sinolog Joseph Needham (1900–95):

“Hvorfor foretog den moderne videnskab, den matematiske formulering af hypoteser om naturen med alle dens konsekvenser for avanceret teknologi, kun sin lysende opstigning i Vesten på Galileos tid?”

Hvorfor havde den moderne videnskab “ikke udviklet sig i den kinesiske civilisation” som i mange tidligere århundreder “var meget mere effektiv” end Vesten i at anvende viden om naturen til praktiske formål?

Som en fremtrædende videnskabsmand og en stor fortaler for den kinesiske kulturarv var Needham i særlig grad kvalificeret til at stille sit “eurocentriske” spørgsmål, men ingen af de foreslåede forklaringer tilfredsstillede ham [2].

For at gøre det muligt at svare historisk på Needham-spørgsmålet, må det udvides kulturelt i tid og sted: *Hvad forhindrede de græsk-romerske og middelalderens forskere fra at foretage det næste store skridt efter Arkimedes, og hvorfor bidrog ikke-europæere ikke til den moderne videnskab i århundreder efter Galileo?* Med andre ord, *hvad hjalp europæerne til at opfinde og udvikle moderne videnskab?*

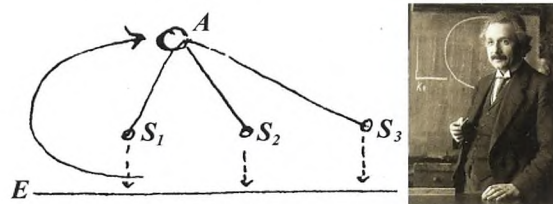
Faktisk blev den nye galilæiske videnskab hurtigt accepteret i Frankrig, Holland og England og endda i det tilbagestående Rusland, men den nåede ikke ud over Europa i århundreder, selv om middelalderlige europæere plejede at assimilere vigtige opfindelser fra Østen, som de hindu-arabiske tal, kompasset, krudt og papirfremstilling. Den arabiske videnskab adopterede den græske videnskab meget tidligere end europæerne gjorde, fremmede optik og astronomi, men bidrog ikke til den post-galilæiske videnskab. Et sådant “eurocentrisk” træk ved den objektive universelle moderne videnskab var et livslangt problem for Needham.

Hvad er moderne videnskab?

Needham definerede moderne videnskab som “kombinationen af matematiserede hypoteser om naturlige fænomener og ihærdig eksperimentering”. Det er klart, at han tænkte på fysikken, den første moderne videnskab: “fremkomsten af den eksperimentelle-matematiske metode, der forekom i næsten perfekt form hos Galileo ... førte til hele udviklingen i moderne videnskab og teknologi”.

Det matematiske sprog og eksperimentet er uundværlige redskaber i moderne videnskab, men faktisk blev de allerede brugt af Arkimedes, som ikke alene var den første virkelige fysiker, men også en stor ingeniør og matematiker. Og tilbage i det 13. århundrede udtalte Roger Bacon, at “uden forsøg er det umuligt at vide noget grundigt” og “ingen videnskab kan kendes uden matematik”.

I moderne fysik er det, som Einstein understregede, ikke mindre vigtigt med et tredje redskab: “den dristigste spekulation [at] bygge bro over hullerne i de empiriske data” [3]. En sådan spekulation er det første skridt i udførelsen af moderne videnskab, som han illustrerede i skematisk [4]:



Figur 1. Her er de aksiomatiske begreber A “frie opfindelser af den menneskelige ånd (som ikke logisk kan udledes af det, der er empirisk givet)” [5], med opfindsom intuition, der tager afsæt i de empiriske data E. I det andet trin udledes nogle udsagn S_n fra A, der skal verificeres ved at lande i E i tredje trin. Hvis landingen lykkes, er hele den videnskabelige virksomhed, der begyndte med de grundlæggende begreber, vellykket.

Det vigtigste er, at “begreber aldrig kan afledes logisk fra erfaringen. Medmindre man synder mod logik, kommer man almindeligvis ingen steder”. Dette betyder tilsyneladende “mod logikken i en tidligere teori eller mod sund fornuft”, da der ikke er nogen anden logik, når en teoretikers opfindsomme intuition tager sit afsæt. Her finder vi nøgleforskellen mellem moderne fysik og pre-galilæisk videnskab: i arkimedisk fysik er alle forestillinger synlige og håndgribelige (vægt, densitet, geometrisk form), mens det fundamentale i moderne fysik ikke *behøver at være tydeligt*, og deres validering er et resultat af hele den videnskabelige virksomhed med at forene teori og eksperiment.

Det første “ulogiske” grundlæggende begreb var “vakuum” eller snarere “bevægelse i vakuum”. Ved at indføre dette begreb trodsede Galileo Aristoteles’

¹Oversat fra engelsk af Jens Olaf Pepke Pedersen

autoritet, idet filosofferne troede, at Aristoteles havde "logisk bevist" den manglende eksistens af et tomrum eller vakuummet [6]. Galileo introducerede "vakuum" som et fysisk begreb snarere end et filosofisk-logisk begreb, som det var introduceret af atomister og afvist af Aristoteles. I filosofisk logik er et begreb valideret af den rene fornuft, mens det i fysikken valideres af *årsag kombineret med erfaring*.

For at opfinde et nyt grundlæggende begreb skal en videnskabsmand tro på at: *Universet styres af dybe eksakte love, der er skjult som fundamentet for en bygning (på latin, fundamentum), men at mennesker er i stand til at undersøge og forstå disse grundlæggende love ved at opfinde nye begreber, der skal valideres empirisk.*



Figur 2. Galileo Galilei (1564-1642).

En sådan tro er forudsætningen, eller *postulatet* for den moderne videnskab, som en grundlæggende videnskab, og det er også *postulatet* for den grundlæggende kognitive optimisme. Alle de dristigste opfindelser i moderne videnskab var baseret på denne tro.

Kopernikus' dristigste ide, som med hans egne ord "syntes absurd" [7], var omhyggeligt at betragte planeterens bevægelse set fra Solens synspunkt. Keplers dristigste ide i forbindelse med de omfattende observationelle data, som Tycho Brahe havde indsamlet var, at alle de planetariske bevægelser er underlagt en grundlæggende lov. For dem begge understøttede en grundlæggende kognitiv optimisme deres intensive matematiske behandling af deres astronomiske data, og de kunne således kaldes *grundlæggende astro-matematikere*.

Galileo blev den første *fundamentale fysiker*. Han troede på den grundlæggende forening af jordiske og himmelske fænomener, og baseret på hans observationer og eksperimenter, opfandt han begrebet vakuum som et "*medium helt blottet for modstand*" og opdagede de første universelle love – loven for det frie fald, inertiloven og relativitetsprincippet. De næste grundlæggende begreber – *den universelle tyngdekraft, det elektromagnetiske felt, energikvantet, fotoner, krumningen i rumtid samt kvantetilstande* – blev opfundet af Newton, Maxwell, Planck, Einstein og Bohr.

En sådan en galilæisk måde at udføre videnskab på blev den vigtigste motor, der drev udviklingen i fysik og udover fysikken. Begreberne kemiske bindinger, biologisk udvikling og bevægelige kontinenter var ikke mindre "skjulte, usynlige og ulogiske" end Newtons gravitation. Den nye måde at opfatte begreber på manifesterede sig også i mislykkede tilfælde som flogistisk kemi, substansen caloric i varme emner og det elektriske fluidum. I modsætning til gamle filosofiske opfindelser som apeiron (verdens grundsubstans),

æteren og atomer, blev de grundlæggende begreber i moderne videnskab opfundet for at forklare ganske specifikke observerbare empiriske fænomener. Og disse opfindelser blev fulgt af eksperimentelle opdagelser, udvidelser af Einsteins empiriske startposition E.

Da Einstein reflekterede over det at lave videnskab bemærkede han: "*Man kan ikke bygge et hus eller bygge en bro uden at bruge stilladser, der egentlig ikke er del af broens grundbestanddele*" [8]. Hvilke stilladser brugte de første konstruktører af moderne videnskab?

Hvad kunne være kilde til grundlæggende kognitiv optimisme?

Kopernikus begyndte sin heliocentriske tænkning ved at være "*irriteret over, at verdensmaskinens bevægelser, som var skabt for vor skyld af den bedste og mest systematiske håndværker af alle, ikke blev forstået med større sikkerhed af filosofferne*" [7].

Et halvt århundrede senere, da Kepler tænkte på den samme maskine, var det med Einsteins ord "*selve eksistensen af generelle lovmæssighed af naturlige processer slet ikke sikret. Hvor stor må hans tro på en sådan lovmæssighed ikke have været at give ham styrken til at dedikere årtiers hårdt arbejde til den empiriske undersøgelse af planeterens bevægelse og til at formulere sine matematiske love!*" [9]. Med Einsteins ord, så udspringer en sådan tro fra "*religions sfære*" [10]. Kepler selv skrev: "*vi astronomer er præster for den højeste Gud med hensyn til naturens bog, vi fremmer ikke intellektets ros, men fremfor alt ser vi Skaberens herlighed*" [11].

Galileo præsenterede sit "stillads" i sine teologiske breve fra 1613-15 [12], og her er et resumé af hans synspunkter:

Bibelen og Naturen stammer begge fra Gud, Bibelen som Hans diktat, og Naturen som den lydige udførelse af Hans ordrer. Formålet med Bibelen er at overbevise mennesker om de udsagn, der er nødvendige for at tjene Gud og opnå frelsen. For at tilpasse sig forståelsen for ulærde mennesker, taler Bibelen om mange ting, der adskiller sig fra ordets blotte betydning, og det ville være blasfemi at acceptere dem bogstaveligt ved at tillægge Gud menneskelige følelser.

Naturen overtræder på den anden side aldrig de love, der pålægges hende, eller bekymrer sig om, hvorvidt hendes skjulte årsager og måder at virke på er forståelige for mennesker. Gud har givet os sanser, sprog og intellekt for at vi ikke skal omgå deres brug og giver os på anden vis den viden, vi kan få med dem. Uanset hvad sanseerfaringer og nødvendige demonstrationer viser os om naturfænomener, skal der ikke stilles spørgsmål herved på grundlag af Bibelens ord, der kan synes at have en anden betydning. Bibelen indeholder ikke engang navnene på alle planeterne, og den er således ikke skrevet for at lære os astronomi.

Kort sagt er der ubrydelige love og obskure årsager i naturen, men mennesker er i stand til at forstå dem. Dette er faktisk *postulatet* for den grundlæggende videnskab og kognitive optimisme baseret på de bibelske ideer eller billeder af Gud, der skabte det lovfylde univers til menneskeheden, og for mennesker skabt i

Hans billede og med det formål at herske over hele Jorden.

En sådan overnaturlig formulering lød helt naturlig for ophavsmændene til de moderne videnskaber, som alle var sande troende. Kopernikus var præst, Galileo og Kepler ville i deres ungdom have været præster, og Newton skrev mere om Bibelen end om fysik. Deres fælles religiøse tilhørsforhold kunne kaldes "bibelsk teisme" såvel som "bibelsk humanisme" uanset deres formelt forskellige religiøse kirkesamfund. Alle tænkte de lige så frit og dristigt i religion som i naturvidenskab, de turde fortolke Bibelen og gå imod religiøse autoriteter (Galileo accepterede ikke paven udtalelser som endelige sandheder, og Newton forkastede doktrinen om treenigheden [13]).

Deres tro på den bibelske skaber-lovgiver og på menneskeheden som hans formål sammen med troens oplevelse som "overbevisningen om ting, der ikke er set", opmuntrede deres "dristigste spekulationer" til at opfinde nye usynlige grundlag for at få viden om "hele Jorden" for at kunne regere over den. Det handler ikke kun om det 17. århundrede. I det 19. århundrede skrev den tredje store opfinder af usynlige grundlag, Maxwell, til sin ven: "*Kristendommen – det vil sige Bibelens religion – er den eneste ordning eller form for tro, som virkelig sætter en opdager fri: "Du må søge i Bibelen, og du finder ikke en tekst, der vil stoppe dig i dine udforskninger". En bøn, der findes i Maxwells papirer, lyder: "Den almægtige Gud, som har skabt mennesket i Dit eget billede og gjort ham til en levende sjæl for at søge efter Dig og have herredømme over Dine væsener, lær os at studere Dine hænder, så vi må undertrykke Jorden til vores brug, og styrke vor fornuft til Din tjeneste ... "*" [14].

Selvfølgelig var der ateister tilbage i Arkimedes tid, såvel som i det 17. århundrede (astronomen E. Halley, en kollega og en ven til Newton, var en ateist [15]), men der var ingen ateister blandt ophavsmændene til og de grundlæggende opfindere af den moderne videnskab.

Kun det første skridt i moderne videnskabelig virksomhed (opfindelsen af nye grundlæggende forudsætninger) kræver et intuitivt "ulogisk trosprincip". De to andre trin – udledning af specifikke udsagn og deres empiriske afprøvning – kræver kreativ brug af det nye grundlag og udformning af nye eksperimenter. Ateistiske forskere, som P. Dirac, L. Landau og S. Weinberg, har derfor mere end nok plads til kreativitet. Faktisk er denne plads langt større end pladsen til det første skridt: Det kræver kun en eller meget få personer at rydde et nyt spor til et udforsket område, men det kræver mange mennesker at udvikle et spor til en motorvej (anvendt videnskab og teknologi).

Med Einsteins ord: "*Vores moralske tilbøjelighed og smag, vores følelse af skønhed og religiøse instinkter, er alle sideløbende kræfter i at hjælpe fornuftsakademiet mod sine højeste præstationer*" [16]. "*Religiøse instinkter*" betyder religiøse fordomme eller verdenssyn, men hvordan kan de være til hjælp i fysikken?

Med Einsteins ord kan "*videnskaben kun skabes af dem, der er grundigt gennemsyret af aspirationen mod sandhed og forståelse*", men "*viden om, hvad der*

ER åbner ikke døren direkte til ... hvad der SKULLE VÆRE MÅLET for vores menneskelige forhåbninger". Alle forhåbninger "*eksisterer i et sundt samfund som magtfulde traditioner*", som "*bliver til, ikke gennem demonstration, men gennem åbenbaringer gennem stærke personligheder*". "*Den vigtigste funktion, som religion skal udføre*" er at sætte disse traditioner "*hurtigt ind i individets følelsesmæssige liv*". "*De højeste principper for vores ambitioner og domme er givet til os i den jødisk-kristne [dvs. bibelske] religiøse tradition*". "*Hvis man skulle tage det mål ud af sin religiøse form og bare se på sin rent menneskelige side, kan man måske sige det således: Fri og ansvarlig udvikling af individet, så han kan placere sine kræfter frit og glædeligt i hele menneskeheden tjeneste*" [17].

Som en mand "*der er grundigt overbevist om den universelle virkning af loven om årsagssammenhæng*" og som "*tager hypotesen om kausalitet virkelig alvorligt*", brød Einstein sig ikke om læren om en personlig Gud. Han troede på, at "*religionslærerne skal have statur til at opgive*" denne doktrin og "*med glæde erkende, at sand religion er blevet overvældet og gjort dybere ved videnskabelig viden*" [18].

Man kan sige, at Einstein tog kausalitet for alvorligt. Han ignorerede på en eller anden måde det faktum, at han personligt havde sluttet sig til den jødisk-kristne tradition i dens gammeldags bibelske form: i sin barndom som "*søn af helt irreligiøse (jødiske) forældre*" kom han "*til en dyb religiøsitet*". Han huskede sit tidligste verdensbillede som et "*religiøst paradys*", tabt i en alder af 12 år og erstattet af "*en positiv fanatisk tankefrihed*" [5]. Betyder det ikke, at hans barnlige bibelske verdensbillede forberedte ham til en modig intellektuel frihed, også kaldet chutzpah, eller med et filosofisk udtryk, til en kognitiv optimisme kombineret med en "*dyb ærbødighed for den rationalitet, der blev manifesteret i eksistensen*"? Det var tilfældet for hans største forgængere fra Galileo til Planck. På den anden side skal man være barnligt nysgerrighed for at blive en opfindsom videnskabsmand.

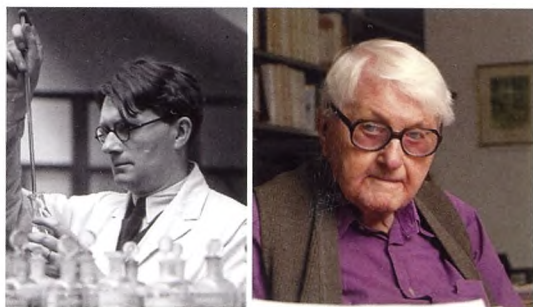
Selvom han forkastede ideen om en personlig Gud, blev den voksne Einstein ved med at tale – omend halvt i spøg – om Skaberen som en person, som måske havde et valg i at skabe Universet. Men er der ikke et gran af (psykologisk) sandhed i enhver vittighed?

Kausalitet var hovedspørgsmålet i diskussionen mellem Einstein og Bohr om fremtiden for kvanteteorien. Det var Einstein, der introducerede sandsynlighed som et grundlæggende begreb i fysisk teori. Ikke desto mindre udtrykte han sin "alvorligt kausale" filosofiske holdning ved at han ikke troede, at "*Gud spiller med terninger*", hvortil Bohr "*svarede ved at pege på den store forsigtighed, som allerede de gamle tænkere havde opfordret til i at tilskrive egenskaber ved Forsynet i et dagligdags sprog*" [19]. En så forsigtig advarsel ser ikke ud som et reelt svar, da manglerne ved et dagligdags sprog i fysikken allerede var velkendte og tydeligt manifesterede i Einsteins teorier.

Mere lærerigt bemærkede Bohr i sin samtale med Werner Heisenberg:

"Religionens sprog er nærmere beslægtet med digt-

ningens end med videnskabens. Man er ganske vist straks tilbøjelig til at tænke, at i videnskaben drejer det sig om informationer om objektive forteelser og sammenhænge, i digtningen om vækkelse af subjektive følelser. I religionen menes der objektiv sandhed, bør den være underkastet videnskabens sandhedskriterier. Mig forekommer hele denne inddeling i verdens objektive og subjektive side alt for kunstig. Når der i alle tiders religioner tales i billeder og lignelser og paradoksier, kan det næppe betyde andet, end at der ganske simpelt ikke findes andre muligheder for at fatte den virkelighed, som her menes. Men det betyder ikke, at den ikke er ægte virkelighed. ... Den kendsgerning, at forskellige religioner søger at give dette indhold skikkelse i meget forskellige åndelige former, betyder i så fald ingen indvending mod religionens virkelige kerne. Måske bør vi se på disse forskellige former som komplementære beskrivelsesmåder, der ganske vist gensidigt udelukker hinanden, men først i deres totalitet formidler et indtryk af den rigdom, der udgår fra menneskenes relation til den store sammenhæng” [20].



Figur 3. Joseph Needham (1900-1995).

Denne bemærkning kaster lys på en gåde fra Bibelen, hvis “barnlige” poetiske historier tilfredsstillede fornuftige og kritiske tænkere som Maxwell og Planck.

Ifølge Bohr er det i realiseringen af videnskab, at den ægte virkelighed af en videnskabsmands subjektive verdensbillede vekselvirker med den ægte objektive virkelighed i naturen. Religiøse “digte” af forskellige “hellige skrifter” kunne resultere i helt forskellige kognitive verdensanskuelser. Den bibelske poesi resulterede i *grundlæggende kognitiv optimisme*, som viste sig at være uundværlig for moderne videnskab. Andre hellige digte resulterede i, at andre postulater var instrumentelle i andre sociokulturelle sfærer. Og den eneste forudsætning for humanitær komplementaritet er troen på en universel menneskerettighed til tankefrihed.

Derfor opfordrer Needham-spørgsmålet til at tro, at moderne videnskab – såvel som begrebet uforanderlige menneskerettigheder – kunne betragtes som en sekulær frugt af den religiøse kultur baseret på den bibelske tradition.

Moderne videnskab som en sekulær frugt af den bibelske tradition?

Svaret på Needham-spørgsmålet kunne defineres af Bibelens sociale rolle i kulturelt rum og tid. Denne rolle blev større i det 16. århundrede på grund af bogtrykning og Reformationen. I de foregående århundreder frarådede den katolske kirke lægmænd at læse Bibelen alene og lod den heller ikke oversætte til de lokale sprog.

Nogle præ-guttenbergske gejstlige, som Robert Grosseteste og Roger Bacon, der læste Bibelen, fastslog, at et bibelsk verdensbillede var ganske forenelig med videnskabelig tænkning og kognitiv optimisme, selv om det var for meget for en “fuldtids” gejstlig at fokusere på fysik. Kompatibilitet er sandsynligvis for svagt et ord til at beskrive samspillet mellem moderne videnskab og bibelske forudsigelser. Det frie menneskes værdighed som formålet med Guds skabelse var grundlaget for manifesteret for den tidlige moderne humanisme i talen “Om menneskets værdighed” (1486) af Pico della Mirandola. Han lagde følgende ord i munden på “Gud Fader, Universets højeste arkitekt” efter hans “sidste kreative handling”: “Vi har placeret dig [mennesket] i verdens centrum, så du kan undersøge alt andet i verden”. Dette manifest var blevet offentliggjort lige før Kopernikus begyndte at tænke over det planetare system som “verdensmaskinen, skabt for vores skyld af den bedste og mest systematiske håndværker af alle”.

Et paradoksalt træk ved de største kreative succeser i moderne fysik var kombinationen af kognitiv dristighed og personlig ydmyghed. Ved at udforske naturens “dybe grunde og virkningsmåder” befandt Galileo sig i et hav “med vacuummer og uendeligheder og udeleligheder og øjeblikkelige bevægelser”, og satte spørgsmålstejn ved sin evne til at nå tørt land. Han troede ikke desto mindre, at det var “muligt at komme frem til de sande og primære årsager” til naturlige fænomener, og opfattede sit arbejde som “kun begyndelsen, veje og midler, hvormed andre og mere skarpe hjerner [end hans] vil udforske fjerne hjørner” af den “store og mest fremragende videnskab”, han netop havde åbnet [21]. Den samme ydmyge dristighed kunne ses hos Newton, der sammenlignede sig selv med en dreng, der havde fundet nogle få glatte sten på kysten ved havet af uopdagede sandheder foran ham. Og Einstein beskrev sin “religiøse følelse” som “en ydmyg forbløffelse ved den rækkefølge, der blev afsløret i den lille plet af virkeligheden, som er tilgængelig for vores svage intelligens” [22].

Selv i det 20. århundrede syntes effektiviteten af (teoretisk) fysik mirakuløs for Einstein og urimelig for E. Wigner [23]. Det var meget mere urimeligt fire århundreder siden, da ingen grundlæggende fysisk lov endnu var opdaget.

Velkendte er både Einsteins credo: “Herren er subtil, men ondskabsfuld er Han ikke” og Niels Bohrs tilsyneladende sekulære ordsprog, at en ny grundlæggende teori, der ikke er vanvittig nok, ikke har nogen chance for at være korrekt. Begge måder at opmuntre en teoretiker på er baseret på troen på retten til at opfinde “vanvittige” grunde til at forstå det lovfylde Univers. Kognitiv optimisme, suppleret med personlig ydmyghed, fører til den gyldne middelev mellem en superoptimistisk tro på en fuld og endelig teori om alting og en mistro overfor verdens grundlæggende lovmæssighed.

Den moderne vestlige civilisation blev dannet af bibelsk humanisme. Forudsætningen om menneskelig frihed og kognitiv optimisme af guddommelige kreative væsener – en ide, som stammer fra Bibelen – har ud-

viklet sig til den verdslige ide om trosfrihed gennem en adskillelse af kirke og stat og til begrebet om umistelige menneskerettigheder. En bibelsk humanist behøver ikke at tro på Gud, det er nok at tro på menneskeheden som den bibelske Gud gør, at se på sine naboer med kærlighed og at stræbe efter oplysning som den bibelske Gud gør.

Den videnskabelige videns sekulære karakter blev tydeligst udtrykt af den største astrofysiker blandt de gejstlige, Georges Lemaître, der opdagede Universets udvidelse og dens eksplosive fødsel, men erklærede, at kosmologi "forbliver helt uden for noget metafysisk eller religiøst spørgsmål. Det efterlader materialisten fri til at benægte ethvert transcendent væsen. ... For den troende fjerner det ethvert forsøg på at være bekendt med Gud ... Det er i overensstemmelse med Esajas, der taler om den "skjulte Gud", skjult selv i begyndelsen af skabelsen. ... Der er ingen naturlig begrænsning for tænkningens kraft. Universet gør ikke en undtagelse, det er ikke udenfor forståelsen" [24].

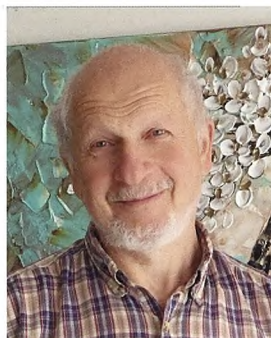
Mens resultaterne af videnskabelig søgen rent faktisk er metafysisk neutrale, er motivets kraft i denne søgen et resultat af en specifik metafysisk eller snarere præ-fysisk overbevisning om, at "der ikke er nogen naturlig begrænsning af tænkningens magt," at Universet grundlæggende er lovmæssigt, og at frie mennesker er i stand til at opdage disse love. Lemaîtres religiøse følelse var lige så forenelig med hans videnskabelige tænkning som den var for Einstein og Galileo.

En stor udfordring for dagens fundamentale fysik er, hvordan man beskriver et fænomen, hvor både kvante- og tyngdevirkninger er vigtige (som i Universets tidligste fase og den sidste fase af en massiv stjerne). Problemet med kvantegravitation er forblevet uløst et århundrede efter at Einstein havde opdaget den og 82 år efter at Matvei Bronstein (1906-1938) forudsagde, at dens løsning måtte kræve "afvisningen af vore almindelige begreber rum og tid, og at erstatte dem med nogle meget dybere og ikke indlysende begreber" [25].

Efter Needham, Einstein og Bohr, kan man spørge, hvilke kulturelle stilladser, der skal hjælpe med at opfinde det grundlæggende koncept, som er "vanvittigt" nok til at konstruere kvantegravitation, og hvor disse "ikke-indlysende" koncepter vil blive opfundet – i Vesten eller i Kina?

Litteratur

- [1] A. Einstein (1933) *On the method of theoretical physics* I: Albert Einstein, *Ideas and Opinions*, Crown Publishers, 1960, s. 271.
- [2] J. Needham (1959) *Science and Civilisation in China*, bind 3, Cambridge University Press, s. 156; *The Grand Titration: Science and Society in East and West*, University of Toronto Press (1969) s. 16, 90; Foreword. I: D. Raven, W. Krohn og R. S. Cohen, red. Edgar Zilsel (2000) *The Social Origins of Modern Science*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; *Science and Civilisation in China* (2004) bind 7, del 2, Cambridge University Press, s. XL, 1.
- [3] A. Einstein (1953) *Foreword to Galileo Galilei. Dialogue Concerning the Two Chief World Systems, Ptolemaic and Copernican*, oversat af S. Drake, Berkeley, University of California Press.
- [4] A. Einstein (1993) *Letters to Solovine*, New York, Carol Publishing Group, s. 137.
- [5] A. Einstein (1949) *Autobiographical Notes. Reply to Criticisms*. I: P.A. Schilpp (red.), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, Evanston, Ill.: *Library of Living Philosophers*, s. 3-5, 684.
- [6] G. Galilei (1590) *De Motu Antiquiora*, <http://echo.mpiwg-berlin.mpg.de/MPIWG:ZR79G89F>, s. 34.
- [7] N. Kopernikus (1543) *On the revolutions*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1978, s. 4-5.
- [8] A. Einstein (1993) *Letters to Solovine*, New York, Carol Publishing Group, s. 147.
- [9] A. Einstein (1930) *Johannes Kepler*, *Frankfurter Zeitung*, 9. november.
- [10] A. Einstein (1941) *Science and Religion* I: A. Einstein (1950) *Out of My Later Years*, New York, Philosophical Library.
- [11] P. Boner (2013) *Kepler's Cosmological Synthesis: Astrology, Mechanism and the Soul*, Leiden; Boston, Brill., s. 40.
- [12] G. Galilei, *Letters to Castelli and to the Grand Duchess Christina (1613-15)*. I: A. Maurice og A. Finocchiaro (2014) *The Trial of Galileo: Essential Documents*, Indianapolis, Hackett Publishing, s. 56-69.
- [13] S. Snobelen (2005) *Isaac Newton, Socinianism and "the one supreme God"*. I: *Socinianism and cultural exchange: the European dimension of Antitrinitarian and Arminian Networks, 1650-1720*, M. Mulsow og J. Rohls (red.), Leiden, Brill, s.241-293.
- [14] L. Campbell og W. Garnett (1884) *The Life of James Clerk Maxwell*, 2. udg., London, Macmillan, s. 96, 160.
- [15] "... when Dr. Halley ventured to say anything disrespectful to religion, he invariably checked him, with the remark, 'I have studied these things, - you have not' " (Ifølge D. Brewster (1831) *The Life of Sir Isaac Newton*, J. Murray, s. 339).
- [16] A. Einstein (1930) *Science and God. A German Dialog*, Forum and Century, s. 83, 375.
- [17] A. Einstein (1941) *Science and Religion* I: A. Einstein (1950) *Out of My Later Years*, New York, Philosophical Library.
- [18] A. Einstein (1930) *Religion and science*. I: A. Einstein (1960) *Ideas and Opinions*, Crown Publishers, s. 39.
- [19] N. Bohr (1949) *Discussion with Einstein on epistemological problems in atomic physics*. I: P. A. Schilpp (red.) *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, Evanston, Ill., *Library of Living Philosophers*, s. 218.
- [20] W. Heisenberg (1971), *Del og Helhed - samtaler i atomfysikkens periferi*. Thaning og Appel, s. 93-95 (oversættelsen fra den tyske originaltekst er forbedret lidt her).
- [21] G. Galilei, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems, Ptolemaic and Copernican*, oversat af S. Drake, Berkeley, University of California Press (1953), s. 485 ; *Dialogues concerning two new sciences*, overs. af H. Crew og A. De Salvio, New York: Macmillan, 1914, s. 44, 153-4.
- [22] A. Einstein (2012) *Cosmic Religion and Other Opinions and Aphorisms*, Courier Corporation, s. 98.
- [23] A. Einstein (1993) *Letters to Solovine*, New York, Carol Publishing Group, s. 131; E. Wigner (1960) *The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences*, *Communications on Pure and Applied Mathematics*, bd. {bf 13, s. 1-14.
- [24] G. Lemaître, *The Primeval atom Hypothesis and the Problem of Clusters of Galaxies*. I: *La structure et l'évolution de l'univers; rapports et discussions publiées sous les auspices du Comité scientifique de l'Institut*, Bruxelles, R. Stoops (1958) s. 7.
- [25] G. Gorelik (2005) *Matvei Bronstein and quantum gravity*, *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, bd. 175 (10), s. 1093-1108 (rev udg., Aracne, 2017); *Why is Quantum Gravity so hard? And Why Did Stalin execute the man who pioneered the subject?*, *Scientific American Guest Blog*, 14. juli 2011.



Gennady Gorelik f. 1948, forsker ved Center for Filosofi og Videnskabshistorie, Boston University. Han er uddannet som fysiker og har bl.a. udgivet biografier af russiske fysikere fra det 20. århundrede: Matvei Bronstein, Andrei Sakharov og Lev Landau.