

## Niels Bohr a jazyk fyziky

### I. Úvod

Bohr svým jedinečným založením na hranici filosofie a fyziky se zamýšlel nad problémy, které mnozí z dnešních filosofů fyziky, zdá se, zanedbávají. Pokusíme se v tomto krátkém seznámení podívat na některé příklady takové lehkovážnosti a konfrontovat je s hlubší filosofickou reflexí Nielse Bohra. Budeme se soustředit na pojem času ve fyzice a některé současné způsoby jeho zachycení ve fyzice.

### II. Starý problém

Je vhodné alespoň zmínit kořeny filosofie času. Za počátek jejich formálnějších a rigoróznějších snah o uchopení lze považovat Aristotelův příklad námořní bitvy [Ackrill1963]. V situaci, kdy se schyluje k námořní bitvě, můžeme se dotázat, zda následující den bitva proběhne. Tato otázka zvědavou duši uvede do problematiky jak časové, tak modální pravdivosti. Můžeme říci o zítřejší bitvě, že musí nutně nastat? Je vůbec možné, že nenastane? A jak máme tedy vyhodnotit výrok: „zítra nastane námořní bitva,“ pokud připouštíme i třeba možnost, že bitva nenastane? Tímto lze tedy představit problematiku determinismu, tj. určenosti, budoucnosti, která je v různých variacích studována dodnes. Nebudeme se zde zabývat úvodem do temporální logiky podrobněji, ale zmíníme alespoň dva další antické přínosy k chápání času, které k dnešnímu dni se střetávají v krutém boji.

Herakleitos považoval čas za kontinuální změnu, entity ve světě prochází změnami, na rozdíl od Parmenida, pro kterého jsou naopak entity neměnné, avšak vyskytují se ve vícero oddělených stavech. V druhém případě je tedy možno čas i úplně zanedbat. Nejjednodušším přiblížením v dnešním jazyce je říci, že Herakleitos hleděl na entity jako umístěné v trojrozměrné entitě, které samy o sobě procházejí změnami. Parmenidův přístup by charakterizovaly neměnné entity ve čtyřrozměrném světě.

### III. Nové řešení

Současný pokus, jak řešit otázku determinismu, je představen v článku [Placek2011]. Ve formálním systému známém jako Branching space-times (BST) se autoři pokouší zachytit pomocí větvičích se časových struktur takovou formu času, která umožňuje fyzikálně neurčenou budoucnost a přitom stabilní a danou minulost. Základní myšlenka pochází již od Priora a Thomasona, kteří sestrojili první modely větvičícího se času. Při vhodném rozšíření

teorie BST o možnosti zachytit i fyzikální zákony, jako např. speciální teorii relativity, si tento přístup slibuje spojení determinismu fyziky s indeterminismem naší běžné každodenní zkušenosti nebo indeterminismem z kvantové fyziky. Přístup již přinesl nějaké ovoce ve formě analýzy Bellových nerovností. Avšak BST představuje velmi složitý a obsáhlý nástroj, který přitom zatím nepřinesl žádné fyzikální ani jiné objevy. Zdálo by se, že pro několik málo pozorování, ač jsou o Bellových nerovnostech, je zbytečné udržovat něco takového. Některé nápady o možném řešení překvapivě nalézáme v textech Nielse Bohra, publikovaných i 60 let před prvním představením BST.

#### **IV. Dřívější řešení**

Pohlédneme-li hned na citát:

„In spite of all differences in the physical problems concerned, relativity theory and quantum theory possess striking similarities in a purely logical respect,“ [Bohr39]

je jasné, že již jádro BST (a podobných) přístupu může skrývat okolnost, která zbytečně věci komplikuje a tou je zdůrazňování rozdílu mezi kvantovou a relativistickou fyzikou. A i když je aparát BST upravován dle stávajících znalostí, tak nespĺňuje ani základní vlastnosti, které by měl z fyzikálního pohledu mít. Není jasné, co jednotlivé v něm obsažené pojmy mají znamenat s ohledem na svět. Je pravda, že ve svém formálních systému spolu konzistentně interagují, to však v žádném případě není dostatečné. Např. píše Bohr:

„The impossibility of an unambiguous separation between space and time without reference to the observer, and the impossibility of a sharp separation between the behaviour of objects and their interaction with the means of observation are, in fact, straightforward consequences of the existence of a maximum velocity of propagation of all actions and of a minimum quantity of any action, respectively.“ [Bohr39]

Pokud bychom zde uvedli aparát BST, všimli bychom si, že se stále odvolává na obecné znalosti, na všude platné zákony fyziky a pozorovatele, tak jak jej zmiňuje Bohr, vůbec nebere v potaz. Taktéž neužívá dostatečně pojmu experimentu, který přitom z pohledu fyziky, a to nejen kvantové, je bezpodmínečně nutný. Bohrovo stanovisko lze k tomu vidět v úryvku:

„The decisive point is to recognize that the description of the experimental arrangement and the recording of observations must be given in plain language, suitably refined by the usual physical terminology. This is a simple logical demand, since by the word 'experiment' we can

only mean a procedure regarding which we are able to communicate to others what we have done and what we have learnt.“ [Bohr58]

Bohr si uvědomoval toho, že náš jazyk, a tedy i ten BST, v sobě obsahuje jasného pozorovatele a jeho práce se světem musí být zohledněna v každém formálním systému, co se pokouší tento svět popsat. Pro jakýkoliv další rozvoj formálních nástrojů, které se snaží časoprostor popsat jako celek je tedy užitečné, ba i nutné, vzít v úvahu více než padesát let stará pozorování, která však dnes stále ještě ochotně přehlížejí:

„Far from restricting our efforts to put questions to nature in the form of experiments, the notion of complementarity simply characterizes the answers we can receive by such inquiry, whenever the interaction between the measuring instruments and the objects forms an integral part of the phenomena.“ [Bohr58]

„... all departures from common language and ordinary logic are entirely avoided by reserving the word ‘phenomenon’ solely for reference to unambiguously communicable information ...“ [Bohr58]

## V. Nová naděje

Naštěstí však představují některé práce naději, že nebyl odkaz Bohra úplně zanedbán či se našli podobně smýšlející lidi. Barbourův parmenidovský čas [Barbour02] zpracovává mnohé výtky, které jsme mířili nyní na BST, ale šlo by je uplatnit prakticky na všechny hlavní logické přístupy k času.

## VI. Závěr

Ve stručnosti jsme si představili hlavní názory, s jakými by i dnes Niels Bohr mohl přispět k debatám z oblasti filozofie času (nebo jejích příbuzných v jiných disciplínách). Jeho přínos by stále mohl být velký a je otázkou, zda neznalost Bohrových myšlenek je důsledkem nesmyslného přesvědčení, že by 50 a více let staré práce již neměly žádný pozitivní přínos k fyzice.

## **Literatura**

ARISTOTELES; ACKRILL, J. L. *Categories and De Interpretatione*. New York : Oxford University Press Inc., 1963. 170 s. ISBN 01-9872-086-6.

BARBOUR, J. *The end of time: The next revolution in physics*. 2002.

BOHR, N.: *The causality problem in atomic physics*, *New Theories in Physics*, 1939.

BOHR, N.: *Quantum physics and philosophy – Causality and complementarity*, 1958.

PLACEK, T.; BELNAP, N.: *Indeterminism is a modal notion: branching spacetimes and Earman's pruning Synthese*, 2011.