

Filozofická diskusia o fyzikálnom „obraze“ sveta

Róbert Maco, Katedra filozofie a dejín filozofie, 26. marec 2018

*Omnis mundi **creatura**
quasi liber et **pictura***

Dva prístupy – realizmus a antirealizmus

Motivácie (v pozadí)

- „Fenomenologický“ prístup
 - Proti objektivismu: prirodzený svet (*Lebenswelt*), pohľad z ľudskej perspektívy
- „Vedecký“ prístup
 - Proti antropocentrizmu: realita osebe a jej zákonitosti

Predbežné vymedzenie

Realizmus

- Existencia sveta nezávislého od mysle, jazyka, kultúry a pod.
- Existencia entít, vlastností a vzťahov nezávislých od subjektu
- Korešpondenčná teória pravdy – naše empiricky najúspešnejšie teórie sú prinajmenšom približne pravdivé
- Asymptotické približovanie sa k pravdivému obrazu sveta prostredníctvom vedeckých teórií

Antirealizmus

- **Totálny antirealizmus:** myseľ a jej stavy sú jedinou realitou
- **Antirealizmus „nepozorovateľných entít“:** teoretické objekty postulované fyzikou nie sú kauzálnou súčasťou sveta
- **Inštrumentalizmus:** teórie a objekty v nich postulované sú užitočnými nástrojmi na orientovanie sa vo svete
- **Fikcionalizmus:** teoretické objekty plnia úlohu užitočných fikcií
- **Sociálny konštruktivizmus:** realita je produktom sociálnych interakcií

Babylonské zmätenie jazykov

- **Entitový realizmus** (I. Hacking)
- **Semi-realizmus** (A. Chakravartty)
- **Štrukturálny realizmus** (Worrall, Ladyman/Ross) - proti „entitovému realizmu“
- **Interný realizmus** (H. Putnam) - proti „metafyzickému realizmu“
- **Inštrumentálny realizmus** (L. Kvasz)
- **„Model-dependent realism“** (S. Hawking / L. Mlodinow) – proti „filozofii“
- **Kontextuálny realizmus** (Schlagel)
- ...

Prípadová štúdia: Ontológia súčasnej fyziky

- Časticová ontológia

Fyzikálna realita pozostáva z navzájom interagujúcich elementárnych častíc a ich komplexov (polia, sily, potenciály atď. sú matematické pomôcky na kompaktný opis časticovej reality)

- Ontológia polí

Celá fyzikálna realita pozostáva z rôznych druhov (25) vzájomne interagujúcich spojitých (fluktuujúcich) polí, „častice“ sú v skutočnosti len isté modifikácie týchto polí, ich vibrácie alebo excitácie (kvantá polí)

- Zmiešaná ontológia

Fyzikálnu realitu tvorí vzájomná súhra častíc a polí (prípadne ešte niečo ďalšie ?)

Nedostatky časticovej ontológie

- Klasické chápanie fundamentálnych častíc:

presná **lokalizovateľnosť** (poloha v priestore a čase, trajektória), **individualita** (rozlíšiteľnosť), **elementárnosť** (nedeliteľnosť), **nemennosť** (stabilnosť)

- **Problémy:**

- 1) Častice súčasnej fyziky principiálne nemajú presne definovanú polohu (Heisenbergov princíp neurčitosti), a teda ani dobre definované trajektórie
- 2) Lokalizovateľnosť a v niektorých prípadoch dokonca aj sama existencia častíc závisí od vzťažnej sústavy pozorovateľa (Unruhov efekt)
- 3) Jednotlivé častice toho istého druhu sú principiálne nerozlíšiteľné (kvantová previazanosť)
- 4) v súčasnej fyzike sa počíta aj s kvantovými stavmi s nulovým počtom častíc, tzv. kvantové vákuum, ktoré však podľa všetkého majú pozorovateľné efekty (Casimirova sila)

Výhody ontológie (kvantových) polí

- 1) Základný teoretický rámec súčasnej fundamentálnej fyziky (s výnimkou všeobecnej relativity) naozaj je **kvantová teória poľa**, resp. teória kvantových polí (*quantum field theory*)
- 2) Kvantové polia netrápia spomenuté problémy nelokalizovateľnosti, nerozlíšiteľnosti atď. častíc
- 3) Aj teória všeobecnej relativity je teóriou poľa *sui generis*
- 4) Ontológia kvantových polí je (najlepším) riešením dlho trvajúcich **interpretačných problémov** modernej fyziky – vlnovo-časticová dualita, determinizmus vs indeterminizmus, problém merania (alebo aspoň tak tvrdia viacerí zástancovia tézy „all you need is fields“)

Dobre, ale čo za entity sú vlastne kvantové polia??

- Príklady polí z klasickej fyziky:

Skalárne polia: napr. teplotné pole, tlakové pole, potenciálové polia atď.

Vektorové polia: rýchlostné pole, gravitačné pole, magnetické pole atď.

- Čo je kvantové pole?

Odpoveď matematického fyzika:

Kvantové pole je temperovaná distribúcia (zovšeobecnená funkcia) definovaná na Schwartzovom priestore (testovacích funkcií definovaných na Minkowského časopriestore), ktorej hodnotami sú lineárne operátory na Hilbertovom priestore.

quantum mechanics

spacetime

gravity

$$W = \int_{k < \Lambda} [Dg][DA][D\psi][D\Phi] \exp \left\{ i \int d^4x \sqrt{-g} \left[\frac{m_p^2}{2} R \right. \right.$$

$$\left. \left. - \frac{1}{4} F_{\mu\nu}^a F^{a\mu\nu} + i \bar{\psi}^i \gamma^\mu D_\mu \psi^i + \left(\bar{\psi}_L^i V_{ij} \Phi \psi_R^j + \text{h.c.} \right) - |D_\mu \Phi|^2 - V(\Phi) \right] \right\}$$

other forces

matter

Higgs