***Zenonovy paradoxy

Zenon z Eleje (490 - 430 př. n. l.) (viz obr. 28) a jeho učitel Parmedines svými logickými úvahami dospěli k tomu, že pohyb neexistuje.

Obr. 28

Zenon se narodil v jižní Itálii v řecké osadě Eleji a byl žákem tamního filosofa Parmenida. Zenonovy práce se nezachovaly - vše, co o něm víme lze najít u Platona a Aristotela, kteří s jeho paradoxy polemizovali. O jeho životě se více podrobností neví, známější jsou jeho názory. Neměl rád pythagorejce, protože neuznával jejich názory. Podle atomové teorie, která byla vyslovena již dříve, ale která je známa zejména od Demokrita z Abdér, existují nejmenší, dále nedělitelné kousky hmoty (atomy) a jejich rozměr tedy odpovídá nejmenšímu existujícímu číslu.

A právě v tom byla podstata tzv. Zenonových paradoxů:

1. Achilles a želva - Achilles, který závodí se želvou, dá želvě náskok. Za dobu, za kterou Achilles doběhne na místo, kde stála na počátku závodu želva, želva poodejde dále. Než stihne Achilles tuto vzdálenost urazit, želva se opět posune dále. A tak Achillovi pokaždé chybí kousek, aby želvu dohonil Celý pohyb se takto rozdělí nejen v prostrou, ale i v čase na nekonečně mnoho malých kousků, které mají nenulovou délku a jejichž součet tedy bude nekonečný.
2. Vystřelený šíp se nepohybuje - v každém časovém okamžiku je šíp na přesně daném místě v prostoru, nikoli na nějakém úseku. Proto se na tomto místě nachází stále a nemůže se tedy pohybovat. Jinými slovy neexistuje rozdíl mezi letícím šípem a šípem, který je v klidu.

Všechny Zenonovy paradoxy jsou v podstatě stejné - jsou jen jinak přeformulovány. A ve všech z nich vychází podstata zdůvodnění ze stejného předpokladu: neexistuje libovolně malé kladné číslo (libovolně malá vzdálenost). Vzhledem k tomu, že není možné čísla libovolně zmenšovat, musí být součet nekonečně mnoha těch nejmenších možných nekonečný. A přitom to tak není - čísla lze dělit libovolně a získávat tak stále menší a menší. Pokud by tato malá čísla (vzdálenosti, ...) měla nulovou hodnotu, byl by jejich součet nulový a jako řešení uvedených úloh tedy nepoužitelný.

Zenon a eleaté věděli, jak létají šípy, jak běhají želvy, ..., ale zkušenost nepovažovali za důkaz toho, že se objekty pohybují. Svými paradoxy chtěli ukázat, že v řecké představě o číslech je něco v nepořádku.

To je ostatně obecná vlastnost paradoxů: ukázat, že v určitém oboru je něco v nepořádku nebo není definováno korektně.

Tím, že Řekové ztotožnili čísla s rozměry, ztotožnili je příliš těsně s hmotou. Čísla přitom, jakkoliv přesně hmotu popisují, hmota nejsou.

Až matematická analýza v 17. století ukázala, jak popsat mechanický pohyb a jak zacházet s nekonečně malými veličinami a nekonečně velkými veličinami.

Z hlediska mechaniky spočívá problém letícího a ležícího šípu v tom, že k plnému popisu nestačí pouze konfigurační prostor: ten je pro oba šípy stejný. Ale prostor rychlostí už ne! Letící šíp je v prostoru T_{PQ} reprezentován nenulovým vektorem, zatímco stojící šíp je v tomtéž prostoru reprezentován nulovým vektorem. K popisu pohybu tedy jsou nutné oba prostory: jak konfigurační prostor, tak prostor rychlostí.
