



Spolufinancované z
programu Európskej únie
Erasmus+



Prírodné vedy – premostenie vedomostí

Časť P1 – Výskum prírody - všeobecné pojmy a zákony



V tejto kapitole sa dozviete viac o:

- Všeobecných vedomostiach
- Prírodných a vedeckých zákonoch
- Konštrukčných metódach
- Hypotézach a ich význame pre poznanie zákonov
- Najdôležitejších vedeckých zákonoch
- Zákonoch a zákonitostiach
- Matematických axiómach

Všeobecné vedomosti

Všeobecná vedomosť – spontánna, empirická - je taká, ktorú ľudia pozorujú každý deň. Takáto znalosť je chybná, pretože neprekračujú hranice priameho vnímania javov a predmetov. Avšak pomocou všeobecného (bežného) pozorovania sa o životnom prostredí nahromadí veľa spoľahlivých vedomostí. Samotné vedecké poznanie sa vyvinulo z každodenných pozorovaní, zo spoločného poznania a spočiatku neprekračovalo svoje limity. V počiatočnom štádiu vývoja vedy, hoci špeciálne metódy vedeckého výskumu neexistovali, vedci hovorili o priamom pozorovaní. Napríklad geocentrický model vesmíru starovekého gréckeho astronóma K. Ptolemaia (2. storočie), ktorý bol podporený mnohými astronomickými pozorovaniami (egyptskými, babylonskými a najmä gréckymi astronómami), väčšinou zodpovedal priamym zmyslovým obrazom, teda znalostiam založeným na priamom zmyslovom vnímaní a zahŕňa iba viditeľnú, vonkajšiu sféru (sféra javov) a neodráža vnútorné podstatné stránky a vzťahy objektov. Získavanie vedeckých znalostí súvisí so systematickým experimentálnym a teoretickým výskumom s odkazom na určitú metodiku a konkrétne metódy. Vedecký výskum je účelový. Jeho výsledky robia systém konceptov, zákonov a vedeckých teórií. Veda je systematická, na seba nadväzujúca, to znamená, že má prísny systém založený na vedeckých metódach. Napríklad: Euklidova geometria, Newtonova klasická mechanika, Einsteinova teória relativity a ďalšie.

Hlavnými prvkami vedeckej teórie, okrem faktov a konceptov, sú vedecké zákony. Po poznaní zákonov mohla veda prejsť od opisu javov, zhromažďovania faktov a systematickosti (17. - 18. storočie) - k ich vysvetleniu a predikcii nových zákonov a javov.

Prírodné zákony a vedecké zákony

Príroda, ktorá nás obklopuje, je celok pozostávajúci z rôznorodých, prepojených predmetov a javov. V prírode existujú podstatné vzťahy určujúce typ niektorých javov a ich fungovanie za určitých okolností. Takéto vzťahy sa preto nazývajú objektívne, pretože sú charakteristické pre samotnú prírodu, pre samotné javy a nezávisia od vôle a vedomia ľudí.

(Zákon obehu Zeme okolo Slnka, Zákon rotácie Zeme okolo vlastnej osi za 24 hodín, Gravitačný zákon, Zákon interakcie elektrických nábojov).

Každý prírodný zákon popisuje nejaký jav. V zákonoch sa odrážajú dôležité prírodné vzťahy. Pre prírodné zákony je charakteristický univerzalizmus. To znamená, že akýkoľvek zákon je platný pre všetky typy predmetov alebo javov, napr. všetky hmotné telesá závisia od gravitačného zákona, všetky objekty majú elektrický náboj - Coulombov zákon, všetky vodiče sa pohybujú v magnetickom poli - Faradayov zákon o elektromagnetickej indukcii a tak ďalej. Ak nejaký objektívny zákon pôsobí na Zemi, znamená to, že funguje všade, kde sú viac či menej podobné podmienky ako na Zemi a podobné objekty, medzi ktorými môže existovať nejaký vzťah. Javy sa menia, môžu byť náhodné alebo pravidelne sa opakujúce, ale zákon zostáva. Opakovanie a pravidelnosť sú teda veľmi dôležitými znakmi objektívnych zákonov.

Vedecké zákony sú odrazom prírodných zákonov a sú objektívne. Avšak boli vynájdené vedcami a preto sú formulované subjektívne. Vedec, ktorý pozoroval určité zákonitosti pôsobiace v prírode, ich vysvetlil pomocou zákona a následne daný zákon vyjadril v určitom jazyku.

$$F = G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

R - vzdialenosť medzi dvomi telesami

$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ - gravitačná konštanta

Tento zákon popisuje vzťah, že všetky telesá na Zemi sa navzájom priťahujú silou, ktorá závisí od ich telesných hmotností a vzdialenosti medzi nimi. Nie je jednoduché objaviť nové pravidlo/zákonitosť a formulovať ho v podobe vedeckého zákona, ktorý mu zodpovedá. Vedecká a objektívna zhoda zákona je daná komplexnou štruktúrou samotnej reality. Podstatné vzťahy sú

vnútorné, hlboké a preto ich nemožno priamo vnímať. V každom štádiu vývoja vedy sú metódy vedeckého poznávania a spôsoby, ktorými ľudská myseľ preniká do komplexnej štruktúry reality, obmedzené a nedokonalé. Vedecké zákony teda vo vývoji našich znalostí a kognitívnych možností reflektujú objektívne prírodné zákony presnejšie a vyčerpávajúcejšie, t.j. stále viac sa približujú k objektívnym zákonom, prírodným zákonom.

Konštrukčné metódy vedeckých zákonov

Empirické vedecké zákony sú odvodené z pozorovaní a experimentov. Vedci okrem empirických pozorovaní a testov, vytvárania empirických zákonov, používajú aj predbežné špekulácie (hypotézy). Je neporovnateľne ťažšie definovať teoretické zákony. Je známe, že vedecké zákony sú vyjadrené formou vedeckého konceptu vzájomného vzťahu odrážajúceho niektoré základné vlastnosti objektov.

Proces vytvárania vedeckých konceptov - sa nazýva abstrakcia a koncepty, ktoré sa v procese objavili - abstrakcie. Abstrakcie vznikajú zoskupením vecí podľa nejakej vlastnosti.

Ďalšou metódou je identifikácia a triedenie. Identifikácia je nájdenie určitej vlastnosti, viac alebo menej typickej pre všetky zoskupené objekty. Následne môže byť triedenie vecné alebo imaginárne.

Posledným postupom pri vytváraní abstraktného konceptu je verbalizácia, t.j. priradenie názvu alebo slovnej kombinácie rozlišovacej vlastnosti. Pojmy následne reflektujúce na skúmané objekty a javy, ale aj na množstvo nahromadených znalostí o nich, sú kognitívnymi výstupmi. Vďaka pojmom je vedecký jazyk informatívnejší, bohatší a umožňuje opraviť a sprostredkovať znalosti s najmenším počtom znakov.

Vedeckejšie zákony sú vyššie ako pojmy. Pri ich vytváraní má veľký význam metóda idealizácie. Zodpovedajúcim spôsobom je touto metódou schematizovaná realita, pretože inak nie je možné ustanoviť vedecký zákon. Proces idealizácie úzko súvisí s abstrakciou. Idealizáciou vznikajú určité imaginárne, idealizované objekty, s ktorými sa v prírode v zásade nemožno stretnúť, napr. absolútne tuhé teleso, ideálny plyn, nestlačiteľná kvapalina, absolútne čierne teleso, bod, čiara a podobne. Aj keď také objekty v skutočnosti neexistujú, ich imaginárna konštrukcia má veľký význam pre poznanie.

Idealizovaným fyzickým objektom sú často udeľované také vlastnosti, ktoré sa v prírode nenachádzajú, t.z. imaginárne. Fyzici sa napríklad odvolávajú na obraz ideálneho plynu, ktorého absolútne elastické molekuly sú hmotnými bodmi a potenciálna energia ich interakcie sa rovná nule. V prírode taký plyn neexistuje, avšak vzhľadom na tento koncept boli definované hlavné zákony o plyne (Kinetická molekulárna teória plynov) autormi Boylem, Charlesom, Gay-Lussacom a Avogadrom. Tieto zákony sú úplne správne iba pre ideálny plyn, ale za určitých podmienok môžu opisovať aj stav skutočných plynov. Hlavný význam idealizácie je, aby sa s fiktívnymi, imaginárnymi predmetmi zaobchádzalo tak ako s prostriedkom na výskum skutočných objektov a procesov.

Preto:

1. Pri hľadaní správnych/platných výsledkov vo vede sa človek nemôže orientovať na jednoduchú skúsenosť.
2. Idealizácia je metóda, ktorá má veľký význam pre vedu.
3. Objavovanie a formulácia vedeckého zákona súvisia s procesom idealizácie a každá idealizácia zjednodušuje realitu a robí ju primitívnu. A tak vznikajú ideálne modely objektívnych prírodných zákonov.

Zákony vznikajúce počas vývoja aktívnej vedy boli zvyčajne formulované ako absolútne. Pokrok vo sfére zahŕňajúcej meranie a experiment doplnil znenie zákonov o určité podmienky, preto aj ten najpresnejší, matematicky formulovaný vedecký zákon je približný.

Avšak vedci sa nemusia obmedzovať vo zovšeobecňovaní a hľadaní limitujúcich prípadov vytvárania vedeckých abstrakcií. Napr. vytváranie konkrétnych konceptov, ktoré sa nazývajú teoretické a hypotetické konštrukty, má pre fyzikálne vedy veľký význam (elektromagnetické pole, elektrón, gravitačný potenciál).

Zákony stanovené na základe priameho pozorovania sa teda nazývajú empirické a zákony vytvorené s odkazom na údaje, ktoré sa získavajú pomocou zovšeobecnenia, procesov idealizácie a konštruktov, sa nazývajú teoretické zákony. Empirické zákony skutočnosti zovšeobecňujú a samy osebe sú zovšeobecnené teoretickými zákonmi.

Empirické zákony možno odvodiť z určitých teoretických zákonov. Napr.:

Newtonov gravitačný zákon (teoretický zákon)	—————→	Keplerove zákony (empirický zákon)
Maxwellove rovnice (zákony) (teoretický zákon)	—————→	Faradayove zákony (empirický zákon)

Teoretické zákony sú dôležité pre rozvoj vedy aj preto, že pomocou nich je možné vopred odhadnúť nové, ešte neznáme zákonitosti. Teoretické zákony teda veľmi dôsledne vyjadrujú vnútorné, základné a objektívne zvláštnosti sveta.

Hypotéza a jej význam pre poznanie zákona

Hypotéza je predpoklad, ktorý môže byť správny, ale aj úplne nesprávny. Hypotéza je intuitívny vedecký predpoklad, je to spôsob objavovania nového, čiže metóda rozvoja vedy. Metóda hypotézy je v zásade najdôležitejšia faktická metóda vedeckého vnímania materiálu. Keď experimentátori nájdu skutočnosti, ktoré existujúce zákony nedokážu vysvetliť, musia namiesto súčasných vedeckých zákonov vysloviť hypotézy. Hypotéza teda vzniká z rozporu medzi vedeckým zákonom a experimentom. Hypotéza predložená vedcom je založená na novo zistených skutočnostiach a musí byť empiricky testovaná. Z tohto dôvodu je hypotéza dôležitá pri búraní zaužívaných stereotypov. Hypotéza sa niekedy vzdáľuje od tradičných obrazov, takže je spočiatku vnímaná ako niečo neuveriteľné.

Veda sa teda vyvíja tak, že súčasné znalosti a teórie, či už skôr alebo neskôr, začínajú byť v rozpore s novými zisteniami a je potrebné tieto nové fakty vysvetliť. Všetky zákony a teórie v rámci prírodných vied boli spočiatku hypotetické. Samozrejme, boli skúmané dlho a mnohostranne testami a praxou. Dokázať hypotézu znamená, potvrdiť ju v praxi.

Napríklad predpoklad K. Maxwella (1857), podľa ktorého sú Saturnove krídla tvorené z malých, drobných telies, bol potvrdený spektrálnymi testami.

Správnosť hypotézy sa určuje podľa toho, ako sa zhoduje s údajmi získanými z pozorovania, experimentov a praxe. Kritérium praxe však nie je absolútne, ale relatívne. Praktická činnosť ľudí a najmä vedecké experimenty neustále prinášajú nové údaje, takže každý nájdený vedecký zákon musí byť znova potvrdený. Preto sa objavujú nové vedecké hypotézy, vznikajú rôzne úpravy (modifikácie) a stanovujú sa nové vedecké zákony.

Hypotéza a model

Pri testovaní hypotézy sa veľmi často objavujú rôzne problémy. V takýchto prípadoch sa používa veľmi efektívna metóda modelovania. Modely môžu byť materiálne (hmotné) alebo nehmotné.

1. Materiálne modely. Použitím materiálneho modelu mosta, lode, lietadla a ďalších iných modelov sa testuje stavebná pevnosť a použiteľnosť. Pred prenosom zákonitosti pôsobenia modelu na objekty sa vykonajú určité špecifikácie a úpravy a prepočítajú sa výsledky meraní.
2. Ideálne modely. Pri analýze akéhokoľvek komplexného javu je veľmi často potrebné vytvoriť nehmotné vizuálne modely niektorých predmetov. Podľa podobnosti s prototypom je možné ideálne modely vytvoriť v podobe:
 - a. Vizuálnej (ikonickej)
 - b. symbolickej

Ikonické modely: modely éterickej mechaniky, plynové modely, planetárne atómové modely, štruktúrne a priestorové molekulárne modely, atď.
Symbolické modely: chemický štruktúrny vzorec.
3. Matematické modely. Ide o vzorce alebo rovnice vyjadrujúce zákonitosti vlastností objektu a štruktúry. Napr. $F = m \cdot a$, Newtonov druhý zákon. Metóda matematického modelovania je v súčasnej fyzike veľmi široko používaná. Matematici veľmi často pripravujú matematické modely z fyzikálnej teórie vopred.
4. Teoretické modely. Teoretické modely sú vytvorené pre matematickú prírodovedu (fyzika, astronómia a podobne), abstraktnú teóriu a formálnu symbolickú logicko - matematickú systémovú interpretáciu.
Metóda modelovania je teda dôležitým a efektívnym spôsobom testovania vedeckých hypotéz.

Hlavné typy vedeckých zákonov

1. Individuálne (špecifické) vedecké zákony. Ich oblasť uplatnenia je malá, preto patria do jednej z prírodných (alebo sociálnych) vied.
2. Skupina všeobecného práva pozostáva zo zákonov, ktorých pôsobiaca sféra je široká a zahŕňa niekoľko blízkych vedeckých sfér (napr. Zákon periodických chemických prvkov, Zákon o energetickej odolnosti a prenose).
3. Univerzálne zákony. Pripisujú sa im zákony vyjadrujúce objektívne vzťahy pôsobiace vo všetkých sférach existencie a poznania. Sú skúmané filozofiou.
Delia sa podľa ontologického postoja (tj. Podľa typu predmetov a podmienok ich existencie).
Gnozeologický postoj je založený na úrovni rozdielu v poznaní zákona, na tom, ako vyčerpávajúco konkrétny vedecký zákon odhaľuje objektívne vzťahy prírody.
 - a. Empirické zákony
 - b. Teoretické zákony

Empirické a teoretické zákony môžu byť čiastočné aj všeobecné, dynamické aj štatistické.

Štatistické a dynamické vedecké zákony

Historicky sa prvýkrát objavili dynamické zákony (napr. Newtonove zákony mechaniky). Dynamické zákony boli odhalené v pomerne jednoduchých systémoch, ktorých stav je v zásade určený vnútornými vzťahmi tohto systému a trochu aj vonkajšími vplyvmi.

Na rozdiel od dynamických zákonov pokrývajú štatistické zákonitosti celistvosť predmetov, obrovské množstvo a vlastnosti tohto obrovského množstva definujú ako celistvosť. Tieto zákonitosti sa prejavujú v molekulárno-kinetických procesoch, v javoch rádioaktívneho štiepenia, v systémoch hromadnej služby (komunikácia, doprava atď.).

Štatistické zákony je možné rozdeliť do troch typov:

1. Zákony popisujúce celistvosť objektu, ktoré nemožno aplikovať na samostatné prvky. Napríklad ideálne parametre plynu - T , p a V ($pV = RT$), vhodné pre všetky štatistické molekulárne súbory, ale strácajú zmysel pre oddelené molekuly.
2. Zákony, ktoré sa prejavujú tým, že ich vlastnosti celistvosti skúmaného objektu sú definované podľa niektorých priemerných ukazovateľov oddelených predmetov. Priemerná dĺžka života za určitých prírodných a sociálnych podmienok a rozdelenie populácie podľa pohlavia; dedičné charakteristiky podľa Mendelových zákonov; zákonitosti akumulácie hviezd; zákony o rozvoji spoločnosti.
3. Zákony, ktoré sú jednomyselne charakteristické iba pre celistvosť prvkov a dajú sa rozdeliť na jeho prvky len s určitou pravdepodobnosťou. Veda sa s takýmito zákonmi stretáva v kvantitatívnej fyzike. Zvláštnosťou zákonov kvantitatívnej teórie je, že žiadny z jej predmetov nie je úplne individualizovaný, nezávislý na celom svete.

Veda a predvídanie

S odkazom na vedu sa predpovedajú budúce alebo súčasné, ale stále neobjavené javy, objasňujú sa spôsoby a možnosti stanovených cieľov. Cieľ predpovedať budúcnosť prebieha v celej ľudskej histórii.

Možnosť predpovedať vyplýva zo samotnej podstaty vedeckého zákona, pretože odhaľuje konkrétny poriadok, nemennosť objektu a javov, ktoré sú v základnom vzájomnom vzťahu.

Možno rozlíšiť tri typy vedeckých predpovedí:

1. Prognózy nových javov, ktoré musia v budúcnosti vzniknúť.
2. Prognózy doteraz neznámych vedeckých javov dokazujúce ich existenciu v minulosti (napr. Geológia, Paleontológia, Historická geografia, atď.)
3. Prognózy teraz existujúcich, ale stále ešte neobjasnených javov, ktoré nemožno priamo pozorovať ani skúmať.

Z logického hľadiska je vedecký odhad podobný vedeckému vysvetleniu. Vedecké vysvetlenie je vždy viac vyčerpávajúce ako hádanie, pretože je bližšie k popisu priamych informačných zdrojov. Vedecké zisťovanie môže byť založené aj na hypotézach. Hypotetická prognóza je tiež testovacím prostriedkom predpokladov, ktoré tvoria jej základ. Keď je takáto prognóza potvrdená experimentom - praxou, hypotéza sa stane vedeckou teóriou.

Extrapolácia ako forma predikcie

Veda plní funkciu predikcie a používa už známe zákony na predpovedanie nových javov, ktoré sú stále neznáme. Extrapolácia - je aplikácia jedného vedeckého predmetu v širšej sfére reality, ktorú veda stále nepozná. Akýkoľvek vedecký zákon má potenciálne extrapoláčne možnosti. V histórii vedy je množstvo známych objavov vykonaných extrapoláčnymi metódami. Newtonov gravitačný zákon, ktorý bol najskôr testovaný iba pre časť planét, neskôr bol úspešne rozšírený pre celý slnečný systém, pohyb hviezd, v našej galaxii a neskôr aj v iných galaxiách. Dobrým príkladom matematickej extrapolácie je objav elektromagnetických vln uskutočnený Maxwellom.

Globálnu extrapoláciu teda nemožno aplikovať na vedecké zákony, pretože sú formulované s odkazom na obmedzenú historickú prax a obmedzené možnosti sféry pozorovania ľudstva.

Všeobecné pojmy a zákony

Všetky zákony nájdeme, keď skúmame okolitý svet. Tu je niekoľko problematických aspektov:

- pohyb v plynnom prostredí, je ľahký (napr. vo vzduchu), avšak v takomto prostredí/atmosfére môže vesmírna loď zhorieť,
- pohyb v kvapaline je ťažší ako v plynoch (napr. keď sa potápame),
- na to, aby bol možný pohyb pevnými telesami, je potrebné, aby si človek vytvoril cestu a tak sa pevné teleso zničí.

Pochopenie takýchto vecí trvalo niekoľko storočí. Metódy a metodiky poznávania fyzického a chemického sveta boli vytvorené rovnakým spôsobom ako “makroskopické” a “atomistické” metódy výskumu objektov. Oba sa používajú aj dnes a navzájom sa dopĺňajú.

Dnes sa makroskopické metódy obvykle nazývajú fenomenologické a popisujú objekty, ktorých povaha je nepochopiteľná. Atomistické metódy sa zvyčajne nazývajú mikroskopické metódy, ktoré nám umožňujú ísť hlboko do interakcie častíc tvoriacich systém. Slovo mikroskopické sa však už nepoužíva, pretože kedysi bol mikrometer (po zostrojení mikroskopu) najmenšou pozorovanou jednotkou. Dnes môžeme vidieť objekty menšie ako nanometre. Vytvorené výrazy sú: “nanoskop”, “nanoskopia”, “nanotechnológie”.

Zákony a pravidlá

Aj prírodné javy, procesy, príroda podliehajú klasifikácii. Predovšetkým preto, že chceme rozpoznať štruktúru sveta. Aby sme to rozpoznali, potrebujeme vedieť:

1. Základné konštanty - rýchlosť svetla, elektrónový náboj atď.
2. Základné jednotky, pre ktoré platia zákony zachovania energie, ako napr. vlastnosť svetovej symetrie - Energia, množstvo pohybu atď.
3. Rôzne ďalšie jednotky a parametre napr. vzdialenosť, čas, rýchlosť atď.

Rovnako existujú tri skupiny (typy) zákonov:

1. Zákonitosti, ktoré definujú tendencie, hierarchiu javov, vzájomný vzťah jednotiek a pod. Možno ich nazvať zákonmi, nie sú však presne dokázané. Potom hovoríme, že zákony stanovili limity platnosti (napr. Mendelejevov periodický systém prvkov)
2. Zákony, ktoré definujú konkrétny vzťah za konkrétnych a prísnych podmienok a univerzálne zákony, definujúce presné vzťahy. V tomto prípade nemáme alebo nepoznáme limity (napr. Zákon univerzálnej gravitácie).
3. Existujú zákony zovšeobecňujúce, zákony každodenného života (napr. Príroda nenávidí prázdnotu). V niektorých prípadoch má hlboký význam, v iných prípadoch ho používame ako slovnú hračku.

Hlavné zákony, ktoré tvoria kognitívny základ vedy, sú:

1. Energia nevzniká a nezaniká, ale sa len premieňa z jednej formy energie na druhú formu energie (Zákon zachovania energie)
2. Pohyb tela je možné zmeniť iba v dôsledku zákonov zachovania pôsobiacej sily /množstva pohybu a momentu (otáčania) veličiny pohybu.

Poznámka: Aby ste to pochopili, sú potrebné špeciálne znalosti.

Niekoľko slov o matematike:

- matematika je jedným z jazykov /prof. Gibbs/;
- matematika je služobníkom vedy;
- matematika je kráľovná vedy;
- v každej vede je toľko vedy, koľko je v nej matematiky, a zvyšok je zbieranie bylín;
- matematika - je podobná Francúzovi, ktorému keď niečo povie, preloží to do svojho jazyka a vznikne niečo úplne iné /Gètè/.

Matematika je teda v zásade veľmi jednoduchá veda, ktorá bola predtým zamestnaním filozofov. Celá matematická veda je tvorená niekoľkými postulátmi a axiómami. Ostatné sú odvodenia, ktoré sú vytvorené. Keď je limit prekročený - revolúcia prebieha aj vo vede a vzniká nová matematika. Napríklad grécky filozof Euklid po zovšeobecnení všetkých vtedajších filozofov predstavil tieto postuláty:

1. Od ktoréhokolvek bodu ku ktorémukolvek bodu možno viesť priamku.
2. Priamku možno neohraničene na obe strany predĺžiť.
3. Z akéhokolvek bodu a s akýmkoľvek polomerom možno narysovať kružnicu.
4. Každé dva pravé uhly sú navzájom zhodné.
5. Keď priamka pretínajúca dve priamky tvorí s nimi na jednej strane vnútorné uhly menšie než dva pravé, pretnú sa tieto priamky neohraničene predĺžené na tej strane, kde súčet uhlov je menší než dva pravé.

Objavil sa však chlapík, ktorý mal pochybnosti o piatom postuláte, pretože podľa neho môže byť priestor zakrivený. Nemecký matematik Gauss, aby mohol vypočítať plochu vojvodstva, musel veľa premýšľať. Podobný nápad prišiel aj kazašskému univerzitnému profesorovi N. Lobachevskému. Dokonca bol prepustený z práce, pretože jeho teória bola v rozpore so zdravou myšliou. Táto teória však pomáha úspešne analyzovať gravitáciu a problémy s vývojom vesmíru.

Axiómy:

1. Ak $a=b$ a $a=c$, potom $b=c$.
2. Ak $a=b$, potom $a+c=b+c$.
3. Ak $a=b$, potom $a-c=b-c$.
4. Ak $a=b$, potom $a+c=b+c$.
5. Ak $a=b$, potom $2a=2b$.
6. Ak $a=b$, potom $a/2=b/2$.
7. Zhodné jednotky (čísla) sú rovnaké.
8. Celok je väčší ako časť.
9. Dve priamky neobjímajú priestor.

A to je všetko matematika. Žiadna z matematických operácií alebo vzorcov nemôže podrobne popísať, čo sa deje v prírode. Nemali by sme chcieť, aby výsledky získané pri jednom type podmienok platili aj pre ostatné.

Ďalšie literárne zdroje:

Christian David (2018). Origin Story: a Big History of Everything. Little, Brown and Company. New York.

<https://www.youtube.com/watch?v=9Efsz2hIpxE>

<https://www.youtube.com/watch?v=K6R4MHB2wIM>

https://www.youtube.com/watch?v=XWc_CrtxS5Y