

## За природните закони

Отдавна нашите далечни предшественици са забелязали, че в Природата има предсказуеми и непредсказуеми събития. Непредсказуемите събития били опасни и страховити. Възможно било те да са представлявали божии наказания за някои човешки действия. В резултат от тяхната значимост древните хроникьори са ни оставили много сведения за чуми, други епидемии и бедствия. По-малко интересни, но в края на краищата по-важни се оказват повтарящите се, предсказуеми природни явления. Чрез осъзнаване и използване на периодичните промени в околната среда се оказва възможно да се отглеждат земеделските култури, да се трупат запаси за зимата, да се вземат защитни мерки срещу нашествия на ветрове и наводнения. Тези природни закономерности се отразяват в закономерностите, които формират стабилни общества и пораждат вярата в наличието на порядък и законност в космически мащаб. Подпомагани евентуално от монотеистичните вярвания на западните общества, тези идеи подхранват идеята, че съществуват неща, наречени “природни закони”, които важат винаги и навсякъде. Тези универсални закони предписват как **не могат** да протичат природните явления, за разлика от човешките закони, които предписват как **трябва** да постъпва човек. Така ние стигаме до разбирането, че всеки природен закон, описващ някаква промяна, винаги може да се замени с изискването нещо в Природата да остане непроменено. Това изискване наричаме принцип за запазване или на инвариантност на Природата. Ние вярваме, че енергията е пръв пример за това. Тя може да се обменя и преразпределя в различни форми, но в края на краищата, когато всички процеси приключат, общото ѝ количество трябва да бъде непроменено.

През 70-те години на 20. век физиците бяха така впечатлени от съответствието между законите на Природата и наличието на величини, които не се променят, че започнаха да използват списъка на тези величини за търсене на съответните закони за промяна. Това търсене се оказа много успешно. Четирите основни природни сили – гравитационната, електромагнитната, слабата и силната – всички те бяха описани успешно от теории от този тип. Всяка от тези четири сили съответства на отделен набор величини, които се запазват, каквото и да се случи в Природата: когато се разпада едно радиоактивно ядро или когато един въртящ се магнит в динамото на вашия велосипед произвежда ток.

Всичко това бяха добри новини за физиците. В средата на 70-те години те имаха отделни теории за гравитацията, електромагнетизма, за слабата сила (която управлява радиоактивността) и за силната сила (която определя ядрените сили), които теории бяха в съгласие с наблюдаваните явления. Запазването на съответния набор от величини във всеки от случаите налагаше съществуването на съответна природна сила и детайлно определяше как и върху какво тя трябва да действа.

Въпреки всичко те все още не бяха щастливи. От къде накъде светът ще се управлява от *четири* запазващи се набора от величини? Дори вашите религиозни възгледи да включват наличие на една Света Четворица, вие бихте могли да сте интуитивно привлечен от идеята за съществуване на *един* набор и един обединен природен закон като най-естетична, логически и физически привлекателна перспектива. Всяко предположение, че Вселената може да бъде смес от различни, несвързани по никакъв начин помежду си закони, намирисва на това, че в края на краищата светът е една скърпена работа. Разбира се, това не е нито доказателство, че Вселената наистина представлява хармоничен резултат от единствен закон, нито че е съвкупност от случайни и противоречащи си в някои случаи принципи. Докато обаче няма истинско доказателство за противното, учените мъдро вярват, че онова, което е отговорно за съвкупността, наречена “закони на Природата”, е много по-интелигентно от нас и не би пропуснало изящните и великолепни образци, които са очевидни за нас.

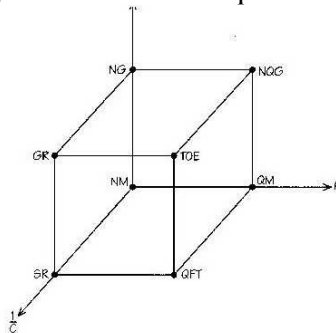
Същевременно това непретенциозно вярване не е и просто част от религиозно себеотрицание. То се основава на минал опит. Много пъти ние сме откривали, че законите на Природата са по-умни, по-абстрактни и по-малко произволни, отколкото сме си представяли първоначално.

Тази вяра в максималната простота и единство, които се крият зад правилата, които ограничават Вселената, ни кара да очакваме, че зад всичко видимо стои някаква единствена, не променяща се структура. При различни условия тази единствена структура кристализира в привидно различни структури, които ни изглеждат като четири различни сили, които управляват света около нас. Постепенно стана ясно как вероятно протича това разделение.

Ние научихме, че природните сили не са толкова различни, колкото изглеждат на пръв поглед. Изглежда например, че те имат много различна сила и, че действат на различни елементарни частици. Това обаче е една илюзия, породена от необходимостта да обитаваме една част от Вселената, чиято температура е относително ниска – достатъчно ниска, за да могат да съществуват атоми и молекули. С повишаване на температурата, при което частиците се удрят с все по-големи и по-големи енергии, различните сили, които властват в нашия летаргичен нискотемпературен свят, става все повече и повече прилични една на друга. Силите, дължащи се на силното взаимодействие, отслабват, докато силите, дължащи се на слабото взаимодействие – растат. С достигането на достатъчно високи температури започват да се раждат частици, които осъществяват взаимодействия между семейства от частици, изглеждащи изолирани едни от други при ниски температури. Постепенно, заедно с достигането на тези невъобразими условия на максимални температури, които Планк дефинира с помощта на четирите универсални константи  $G$ ,  $k$ ,  $c$  и  $h$ , ние очакваме различията да изчезнат напълно и природните сили да образуват един единствен обединен фронт.

Известно е, че с помощта на трите универсални константи – скоростта на светлината във вакуум  $c$ , константата на Планк  $h$  и гравитационната константа  $G$ , могат ясно да се разграничат областите, в които са валидни различните физични теории. Един интересен начин за това предлага още в началото на 30-те години съветският физик Матвей Петрович Бронщайн (между другото – убит по време на сталиновите репресии). Неговата същност е следната.

Да разгледаме координатна система, по трите оси на която са нанесени стойностите на  $G$ ,  $1/c$  и  $h$  (фиг. 1). С помощта на получените три точки върху осите можем да построим паралелепипед, който има 8 върха и всеки от тях представя отделна физична теория. (Тъй като трите величини са с различни размерности е ясно, че чрез подходяща промяна на мащабите вместо за паралелепипед можем да разглеждаме куб.)



Фиг. 1.

Най-простата теория съответства на началото на координатната система: там няма гравитация ( $G = 0$ ), няма квантуване ( $h = 0$ ), няма и релативистични ефекти,

защото скоростта на светлината е безкрайна ( $1/c = 0$ ). При тези условия е валидна механиката на Нютон, затова този връх е обозначен с НМ.

Ако се придвижим по оста  $1/c$ , като оставяме  $G = h = 0$ , достигаме върха, означен с СТО – тук скоростта на светлината има крайна стойност, това е областта на специалната теория на относителността.

Ако ли пък, отново тръгвайки от координатното начало, се придвижим по оста  $h$ , достигаме върха, в който няма гравитация и релативистични ефекти ( $G = 1/c = 0$ ), но константата на Планк има крайна стойност, т. е. тук властва нерелативистичната квантова механика, поради което връхът е означен с НКМ.

Накрая, придвижвайки се от началото по оста  $G$  достигаме върха, който съответства на областта, управлявана от Нютоновата гравитация (НГ) – там няма нито квантови, нито релативистични ефекти.

Когато тръгвайки от върха НГ се придвижим успоредно на оста  $1/c$ , т.е. направим скоростта на светлината крайна, достигаме върха ОТО – общата теория на относителността, в която има и гравитация, и движения, ставащи със скорости, сравними със скоростта на светлината във вакуум. По подобен начин, ако тръгвайки от върха НКМ по посока на оста  $1/c$ , стигаме областта на квантовата теория на полето (върха КТП). Накрая, оставайки в равнината  $1/c = 0$ , можем да достигнем и върха КНГ – теорията, която описва квантовите гравитационни взаимодействия, но без да отчита релативистични ефекти.

Последният, осми връх на паралелепипеда, в който нито една от величините  $G$ ,  $1/c$  и  $h$  не е нула, съответства на теория, която още не е създадена – теорията, която ще обедини законите на квантовата механика, на гравитацията и на специалната теория на относителността. Не случайно на Запад тази несъществуваща теория се нарича “теория на всичко”, поради което и връхът е означен с ТНВ.

С помощта на паралелепипеда от фиг. 1 можем да разберем връзката между стари и нови теории. Да разгледаме прехода от нерелативистичната квантова механика към Нютоновата механика, който се получава при  $h \rightarrow 0$ . Тази граница съответства на случаите, в които вълновият характер на частиците може да се пренебрегне. Именно поради тази причина ние сме сигурни, че в тези случаи и след 1000 години механиката на Нютон ще се прилага точно толкова успешно, колкото и през предходните 300 години.

Днес ние не знаем каква е теорията, съответстваща на върха ТНВ. Каквато и да се окаже тя обаче, в граничния случай на малки в сравнение със скоростта на светлината във вакуум скорости на движение, на слаба гравитация и на пренебрежими квантови ефекти, тя със сигурност ще клони към теорията, открита още от Нютон.

Из книгата на Дж. Бъроу *The Constants of Nature*