

Изкривен свят и „плоско“ мислене

100 години от създаването на Общата теория на относителността

Никола Балабанов

Защо е уютен нашият свят?

При това благополучие е редно да се запитаме: На какво дължим този уют? В резултат на наблюдения и изследвания, продължили векове и хилядолетия, „виновникът“ за световния ред бил открит:

Гравитацията – всемирното привличане на телата.

На тази велика сила се дължи всичко:

- това, че Слънцето ни е заловило в гравитационната си презгърдка и ни е осигурило най-благоприятната орбита;

- и това, че ние, земните твари, можем да ходим, да сядаме, да лягаме, да погскачаме и т.н. без да се боим, че ще „изгубим“ земята под себе си;

- и още това, че умеем да стреляме – с лъкове и копия, със снаряди и ракети, така че да улучим и унищожим противника. За съжаление, войните са определяща част от досегашната история на човечеството.

Природата ни е предоставила много добри условия за съществуване: планета с благоприятни фактори за живот и размножаване; Слънце, осигуряващо необходимите за това топлина и светлина; звезди, които са източник на въдъхновение, необходимо за развитието на науката и изкуството, и т.н.

Трудно можем да си представим света без гравитацията – невъобразим хаос.

Първата научна теория за гравитацията е създадена от Исаак Нютон (I. Newton) през

втората половина на XVII в. Обобщавайки постиженията на своите предшественици, Нютон създава класическата механика и построил **механична картина на света**. В тази картина трите фундаментални понятия: материя, пространство и време, са абсолютни, напълно независими едно от друго. Класическите характеристики на пространството и времето лесно се възприемат от нашето мислене, защото съответстват на определени нагледни представи: пространството – на празен съд, времето – на равномерно течаща река.

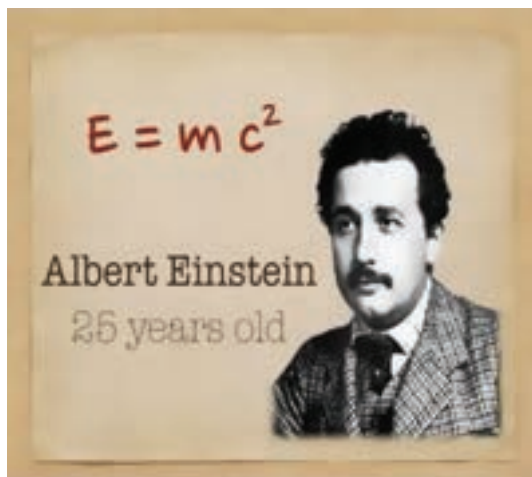
Геометрията, на която се основава физиката на Нютон, е построена от Евклид още през II в. пр.Хр. Според нея пространството е примерно и **плоско**. (Най ярък

„признак“ на тази геометрия, известен още от училищната математика, е равенството на сумата от ъглите в един триъгълник на 180°).

Механиката на Нютон, заедно със Закона за всемирното привличане, предизвикали триумф в астрономията – станало възможно с огромна точност да се пресмята движението на Луната и планетите, даже да се предсказва съществуването на нови планети. Но през XIX в. могъщото знание на тази теория започнало да се пропуква, най-вече благодарение на откритията в областта на електрическите и магнитните явления. Английският физик Джеймс Максвел (J. Maxwell) създал втората велика, след Нютоновата механика, теория – класическата електродинамика. В нея били обединени всички електромагнитни явления, в това число и оптиката. Скоро след това настъпил разцвет на тази теория, ознаменуван с изключително важни практически приложения: появили се електротехниката и радиотехниката, развитието на които довело до нова техническа революция.

Заедно с възторга от постигнатото обаче се появило смущение от възникването на принципи противоречия между класическата механика и електродинамиката. Най-големите умове на физиката, които вярвали в единството на Природата, търсели причините за тези противоречия. Честта да ги открие и отстрани се паднала на 26-годишния Алберт Айнщайн (A. Einstein).

Смятан за непригоден за научна работа, след завършването на Цюрихската политехника Айнщайн постъпил на работа като технически експерт III клас в швейцарско патентно бюро. Може би решаващ фактор за неговия успех е било освободеното му от академичните догми мислене. Разполагайки с достатъчно свободно време – друг важен фактор в науката, той е можел да размишлява „неакадемично“, благодарение на което стигнал до извода, че трябва да се ревизират старите представи за пространството и времето. Първото нещо, което направил, било да лиши тези фунда-



ментални понятия от техния абсолютен характер.

В края на XIX в. и други физици критикували Нютоновите възгледи за пространството и времето.

През 1883 г. австрийският физик и философ Ернст Мах (E. Mach) публикувал книгата „Механика“, в която подлагал на критика понятията абсолютно пространство, време и движение. Независимо от неговия агностицизъм (той бил противник на атомната идея), Мах има сериозни заслуги за понататъшното идейно развитие на физиката. Със своята теория на познанието той е оказал влияние върху мисленето на много физици, в това число и на Айнщайн. По-късно Айнщайн ще посочи този учен като „един интересен пример как философските предубеждения пречат дори на учени със смело мислене и тънка интуиция правилно да интерпретират фактите“. „Силата“ на Мах стигнала само за отхвърлянето на старите представи за пространството и времето.

Какво направил Айнщайн? Той заменил Галилеевия принцип за относителността, отнасящ се само за механичните процеси, с по-общ, наречен **специален принцип за относителността**. На тази основа била създадена **специалната Теория на относителността (СТО)**.

Изходна предпоставка при построяването на новата теория била констатацията на Айнщайн, че в класическата физика „*Връзката между непосредствените усещания, от една страна, и координатите и времето, от друга, е била определена недостатъчно точно*“. Тази неточност се проявява толкова по-силно, колкото скоростите на движение на телата са по-големи. Построената от него теория (СТО) е механика на бързите движения, съпоставими със скоростта на светлината – **релативистична механика**. Интересни и неочаквани са главните следствия на СТО:

- Ходът на движещите се часовници винаги е по-забавен от този на неподвижните. Ефектът на „забавяне на времето“ е популярен като „парадокс на близнаците“.

- Дължините на движещите се тела се скъсяват.

Забележителен резултат на СТО е изводът, че времето и пространствените координати влизат в нея не поотделно, а заедно. Това означава, че ние живеем в един **четиримерен** свят, в който пространството и времето образуват единно цяло.

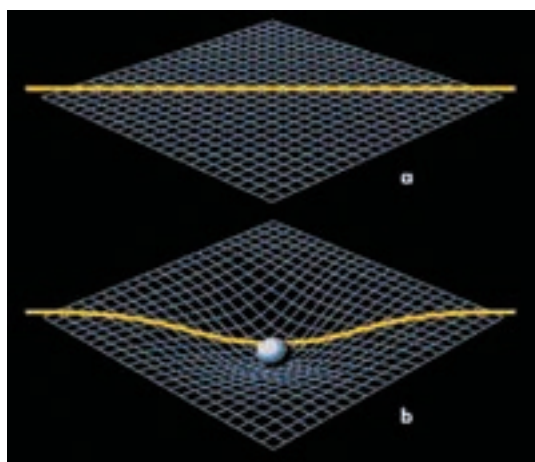
Колкото и парадоксални да изглеждат посочените следствия, те били потвърдени експериментално. Цялата ускорителна техника, с която борава съвременната физика, се основава именно на отчитането на тези ефекти. Друг забележителен практически резултат е откриването на съотношението, свързващо енергията на телата с тяхната маса ($E=mc^2$). Това съотношение стои в основата на използването на ядрената енергия на Земята (ядрената енергетика) и същевременно представлява ключ за разгадаването на източниците на звездната енергия.

Въпреки големите успехи на СТО тя съдържа едно съществено ограничение. В нея, както и в класическата механика, се разглеждат движения само в инерциални отправни системи. Това са идеализирани системи, за които се изисква те да се движат равномерно и праволинейно една

спрямо друга. В реалния свят обаче преобладават ускорителните движения. Най-неудовлетворен от постигнатото бил самият Айнщайн. Той си задава въпроса: „*Какво отношение има природата към въвежданите от нас координатни системи и тяхното движение?*“. И уверено отговаря: „*Физическите закони трябва да бъдат напълно независими от такъв избор*“. По същество това е формулировка на т.нар. **Общ принцип на относителността**.

Още Галилей е знаел, че движението на свободно тяло в равномерно ускорена отправна система протича така, както движението на тяло в инерциална система, в която действа постоянно гравитационно поле. Това подсказва, че общият принцип на относителността е неразривно свързан с теорията на гравитацията. Действително създадената от Айнщайн в резултат на десетгодишен труд Обща теория на относителността (ОТО) по същество представлява **релативистична теория на гравитацията**.

В новата теория се прави още по-реши телна ревизия на представите за пространството и времето. В нея реалното примерно пространство е „изкривено“. Под „кривина“ на пространството се разбира отклонението на неговата геоме-



От тази фигура може да се добие представа за „гравитационната“ проява на изкривеното пространство

трия от Евклидовото плоско пространство.

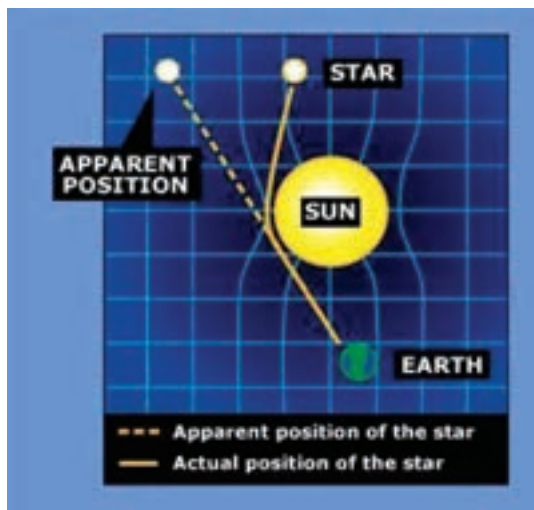
Съществуването на неевклидови геометрии е показано още през средата на XIX в. в трудовете на математиците Лобачевски (Русия), Бояй (Унгария) и Риман (Германия). До края на столетието са правени колебливи опити да се пренесат тези идеи за обяснение на свойствата на реалното пространство. И отново Айнщайн показва революционно мислене, като придава физически смисъл на „изкривяването“ на пространството. В най-кратък вид тази идея има следния вид: материята като цяло изкривява пространството, а това изкривяване е причина за гравитацията.

Айнщайн показва също, че и времето в известен смисъл е „изкривено“: ако една отправна система се движи неинерциално, в различните ѝ точки времето „тече“ с различна скорост. По такъв начин се стига до ново „абсурдно“ заключение: в ОТО физическите свойства на телата зависят не само от отправната система, както е в СТО, но дори от тяхното местонахождение в тази система.

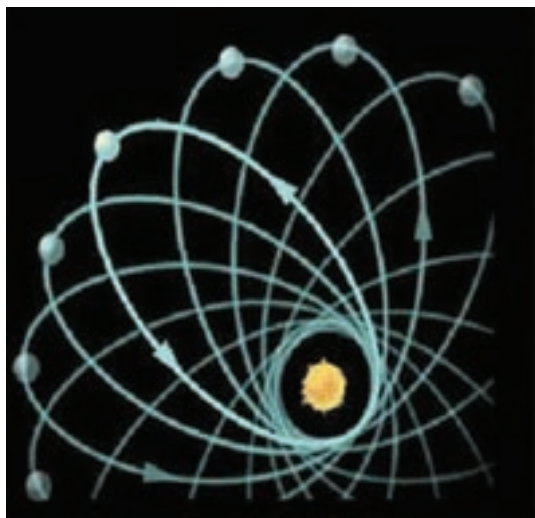
Въпреки че релативистичната теория на гравитацията съществено се различава по своите основни положения от нютоновската, практическите резултати на двете теории съвпадат много близко. Все пак ОТО предсказва няколко случая, в които различията между двете теории са достъпни за опитна проверка:

1. Ефект на гравитационно преместване на честотата на светлината – под действието на гравитацията спектралните линии се отместват към червения край на спектъра. Този ефект е надеждно установен в лабораторни условия с точност 1 процент, а в условия на космически полети е постигната точност до стотни от процента.

2. Ефект на изкривяване на светлинните лъчи под действието на гравитационните полета. За пръв път ефектът е бил потвърден от експедиция на английския



Ефект на изкривяване на светлинните лъчи под действието на гравитационните полета



Ефект на преместването на перихелия

астроном Артур Едингтън (A. Eddington) по време на пълно слънчево затъмнение (29.05.1919 г.). Точността на първите наблюдения не е била голяма, но през следващите години ефектът е потвърден с точност до 1 процент.

3. Ефект на преместването на перихелия – завъртането на орбитите на планетите около Слънцето. За най-близката до

Слънцето планета Меркурий този ефект е 43 ъглови секунди за столетие. Най-новите радиолокационни измервания са потвърдили този ефект с точност около 1 процент.

Има още едно забележително предсказание на ОТО – съществуването на променливо гравитационно поле, което се създава от ускорено движещи се тежки тела. Подобно на електромагнитното излъчване в пространството се излъчват **гравитационни вълни**, които се разпространяват във вакуум със скоростта на светлината. В десетки лаборатории в света се правят опити за конструиране на „антени“, които да регистрират тези вълни. Засега тяхното съществуване е потвърдено само косвено. Успешното им улавяне би означавало създаването на **гравитационно-вълнова астрофизика**.

С това ще бъде отворен още един канал за астрофизична информация. Естествено е да се очаква тази информация да не дублира, а да допълва получаваната по другите канали – оптичната, радио-, рентгенова-, гама-, неутринна- и т.н. астрофизика. Ние се нуждаем от тази информация за по-пълното изясняване на природата на новооткритите космически обекти: квазари и черни дупки, пулсари и неутронни звезди. Очаква се в ядрата на галактиките да бъде открита непозната форма на материята; там навярно е скрита тайната на тяхното образуване.

Разбира се, това са „космически“ мечти. Необходима ли е тази информация на нас, обикновените земни обитатели? Нека си спомним, че още Нютон е правил проекти за полети до Луната и другите планети. А по негово време единственото превозно средство са били каретите (за простосмъртните – каруците). Днес, триста години по-късно, имаме всички основания да мислим за реални проекти в това отно-

шение. Вече повече от половин век създадените от хората изкуствени спътници, космически кораби и станции кръстосват Слънчевата система.

Походът в Космоса без съмнение предстои! И не за да го завладяваме и покоряваме ще тръгнем, както често се чува в обясненията на „специалистите“, а за да го опознаем, да обогатим още повече знанията си за Природата. При космическите пътешествия нашите посланици ще срещнат не по-малко изненади, отколкото са срещали преди няколко столетия колумбовци и магелановци, дръзнали да потеглят към непознати части на нашата планета. Освен посочените по-горе космически обекти е възможно да се срещнат и съвсем непознати, пред които митологичните и фантастичните страшилища ще бледнеят; може да се срещнат същества, възникнали на друга биохимична основа и, естествено, със съвършено друга психология.

Готови ли сме да тръгнем в Космоса?

Главното препятствие за такъв поход не е от технически, а от хуманитарен, от психологически характер. Развитието на техниката и технологиите през XX в. дава основание да смятаме, че инженерната подготовка за големите пътувания се развива добре. Не така стоят нещата с „човешката“ страна. Всички факти от нашия живот говорят за забавено интелектуално и морално развитие на обществото.

Преди стотина години в Германия – същата държава, в която са възникнали революционните идеи на квантовата и релативистичната физика, едновременно с тях се е зародил фашизмът. Нима днес не сме свидетели на засилени националистични, етнологични и религиозни движения, които застрашават крехкия световен

мир? Ако надникнем в протоколите на парламентите (включително и нашия) пак отпреди сто години, ще видим същите междупартийни боричкания, които и днес „красят“ политическия ни живот. Едва ли имаме право с такъв морал да тръгнем към други светове!

Не по-малко препятствие от моралната бариера представлява самото мислене на нас, хората. В духа на терминологията, заимствана от Общата теория на относителността, аз си позволявам да нарека (без консултации с психолози) мисленето, основащо се на старите доайнщайновски представи за Природата, **„плоско“ мислене**.

В по-широк смисъл това мислене се изразява в наивната ни увереност, че знанията за явленията около нас и за закономерностите, на които те се подчиняват, важат и за световите извън обсега на нашите сетивни органи и на техническите средства, които използваме (както в мега-, така и в микросвета). Ние се мъчим да наместим многоликата Природа в прокрустовото ложе на съществуващия начин на мислене. По сполучливия израз на В. Хайзенберг (W. Heisenberg) – един от създателите на квантовата механика, ние се опитваме да **„наливаме новото вино в старите бутилки“**.

А старите „бутилки“ не са изчистени както трябва. Изключително задържаща роля за прогреса на науката изпълнява т.нар. здрав разум. Под „здрав разум“ се разбират съждения, които притежават привидна самоочевидност. Да си спомним обаче, че преди няколко столетия като „очевидно“ се е възприемало въртенето на Слънцето около Земята. Такива примери могат да се дадат от всяка епоха. „Здравият разум“ се формира в резултат на обобщаването на представи, породени от практиката на определена историческа епоха. Но практиката

непрекъснато се обогатява. Следователно това понятие има относителен характер. Строго казано, с помощта на „здравия разум“ нищо не се доказва и нищо не се опровергава.

Не бива да се заблуждаваме в равнището на мисленето, до което сме достигнали. „Днешното“ ни мислене има като източник и опора сетивно-нагледни образи. Но те отразяват предимно външните черти на обектите и явленията, следователно могат да ни подведат. Трябва да внимаваме с нагледните образи, те са **отживелица от класическата физика**.

Новата физика, разбира се и науката като цяло, се нуждаят от ново мислене, опиращо се вече на абстрактните мисловни образи, които разкриват съществените вътрешни черти на обектите и явленията. Прег училището – от най-ниската до най-високата степен на образованието, стои нелеката задача да преминава все по-решително от нагледните към абстрактните образи в обучението. Този процес сигурно ще бъде продължителен. Нашият изтъкнат интелектуалец Асен Златаров, който през 1922 г. пръв отрази постиженията на Теорията на относителността у нас, изказа знаменита фраза:

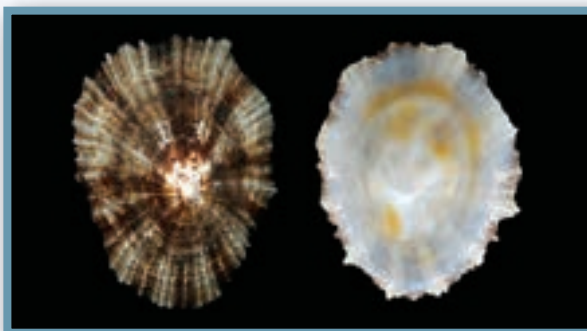
„Айнщайн дава на човечеството размисъл за три века“.

В този израз се съдържат и възторжена оценка за делото на Айнщайн, и огромните трудности за достигането до неговото мислене.

В заключение, нека още веднъж се опитаме да отговорим на зададения в началото въпрос. Отговорът може да е необичаен, но е в духа на ОТО: **„Нашият свят е уютен, защото и „изкривен“**. За да заслужим този уют, ние се нуждаем от нов морал и ново мислене, достойни за една цивилизация, която вече претендира за космическа мисия. ■

ЛЮБОПИТНО

Най-твърдият природен материал



Природата непрекъснато ни изненадва с примери, които могат да служат като модели за дори неочаквани практически приложения. Такъв изглежда е случаят с природен материал, който се съдържа в един морски организъм. Става дума за така наречената Китайска шапчица, популярна и у нас под наименованието „патела“. *Patella pontica* се отнася към класа на охлювите (Gastropoda) и нейните представители обитават морета и океани на нашата планета, включително и

нашето Черно море. Черупчестите организми се захващат здраво за подводните скали така, че могат да се откърнат с усилие от тяхната повърхност. Любопитното е това, че миниатюрните зъбчета на патела съдържат един от най-здравите познати досега материали. Д-р Ейза Барбър (Asa Barber) и сътрудници от университета в Портсмут доказват експериментално, че този природен материал издържа налягане на повече

от 120 гигапаскала, преди да се разруши. Това отговаря на налягане, надхвърлящо 1,2 милиона атмосфери. Новоизученият природен материал е изграден от органична матрица, в която са вградени нанокристалчета от минерала зътит, съдържащ желязо. Учените предполагат, че структурата на продукта от зъбчетата на патела може да послужи като модел при създаването на нови изкуствени материали.

По scinexx.de



Пестеливо отношение към суровините

Развитието на съвременните технологии би било невъзможно, без да бъдат осигурени достатъчни количества от редица метали и някои други химически елементи за нуждите на промишлеността. Върху това обръщат внимание г-р Томас Грегел (Thomas Graedel) и сътрудници от Йейлския университет (Ню Хейвън, Съединени щати), обобщавайки едно свое многогодишно изследване върху наличието и използването на природните суровини, публикувано в Известията на Националната академия на науките на САЩ (Proceedings of the National Academy of Sciences, 2015). За разработването на нови модели на телевизори, компютри, ефективна лабораторна апаратура, сложни уреди за медицински цели и множество други изделия високите технологии изискват десетки „екзотични“ химични елементи, като например индий, талий, селен, антимон, арсен, тантал и редица други. Суровините за получаването на някои важни метали са локализирани в изолирани географски райони. Такъв е случаят например с калая, местонахожденията на чиито руди се ограничават с Австралия и с някои южноамерикански държави като Боливия, Перу и Бразилия. Нещо повече, често източниците на суровини за добиването на някои особено важни елементи се намират в географски региони, достъпът до които понякога е затруднен или дори невъзможен поради политически или военни причини. Като пример може да се посочи Демократична република Конго, в която се намират твърде редките суровини за получаването на тантал, достъпът до които беше затруднен, когато страната беше засегната от гражданска война.

В своето изследване Томас Грегел и сътрудници спират вниманието си върху социополитическите и географските аспекти за разпространението и използването на общо 62 метала и някои други елементи от Периодичната система. Те установяват, че не би следвало да има притеснения за метали като желязо, цинк, мед и алуминий, суровините за добиването на които са достатъчно равномерно разпределе-

ни върху картата на нашата планета и чиито количества поне засега задоволяват потребностите на промишлеността. По-сложен е случаят със златото, живака и платиновите метали (платина, рутений, родий, паладий и осмий), чието промишлено добиване е свързано повече или по-малко с обременяване чистотата на околната среда. Загриженост събуждаат също и някои други метали и елементи, които имат особено значение например за електрониката и соларните клетки. Става дума конкретно за индий, талий, антимон, арсен, селен и сребро. Обръща се внимание на това, че природните залежи на тези елементи са географски ограничени.

Подобни съображения важат също и за редица редкоземни метали, такива като скандий, итрий, лантан и лантаноидите (церий, неодим, европий и други). Преобладаващата част – от 90 до 95 % – от находищата на тези елементи се намират в Китай и специалистите виждат значителен риск в оптималното осигуряване на необходимите количества за потребностите на световния пазар.

Друга група метали също събужда определени притеснения във връзка със специфичните области на тяхното приложение. Към тях се отнасят например някои метали, които се използват като компоненти на сплави при получаването на специализирани стомани. Тук се имат предвид индий, хром, магнезий, манган, родий, итрий и редкоземни метали.

В своето изследване Томас Грегел и съавтори обръщат особено внимание на това, че един от изходите от ситуацията е използването на дефицитни метали, които могат да бъдат добити при рециклирането на вторични суровини. Те обръщат внимание, че създателите на нови технологии за получаването на едни или други продукти трябва да предвидят и най-сполучливи начини за успешно рециклиране на дефицитни метали от плануванията за производство изделия.

По *scinexx.de*