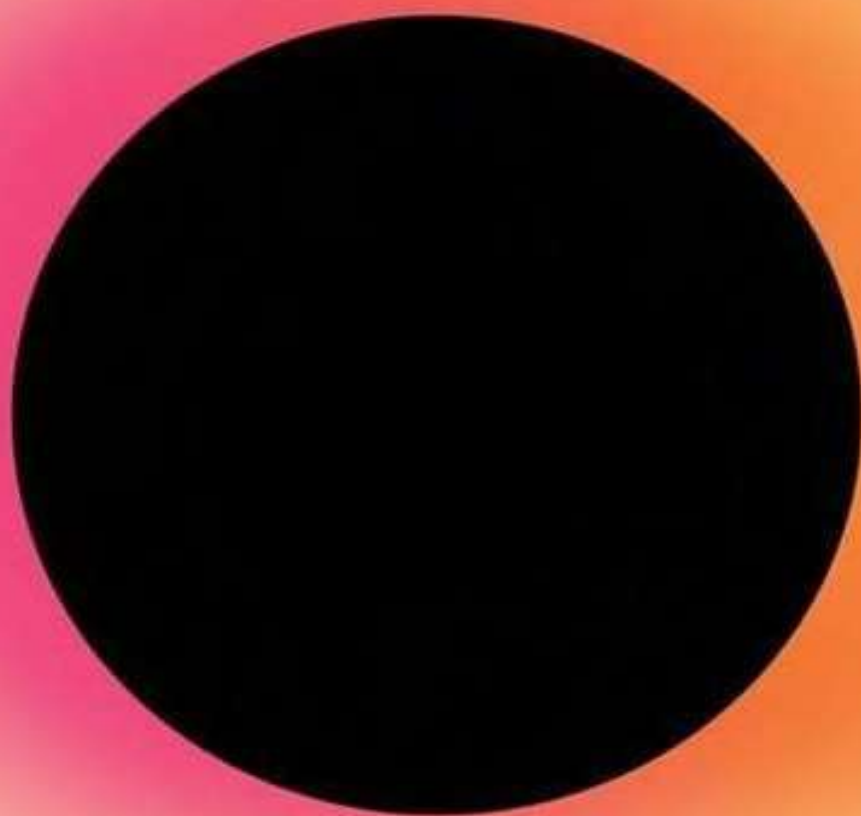


СТИВЪН ХОКИНГ

<http://4eti.me>



БАРД

КРАТКИ ОТГОВОРИ
— НА —
ГОЛЕМИТЕ ВЪПРОСИ

Стивън Хокинг

КРАТКИ ОТГОВОРИ НА ГОЛЕМИТЕ ВЪПРОСИ

Английска, първо издание



STEPHEN HAWKING

BRIEF ANSWERS TO THE BIG QUESTIONS

Copyright © 2018 by the Estate of Stephen Hawking

© Венцислав Божилов, превод, 2018

© „Megachrom“ – оформление на корица, 2018

© ИК „БАРД“, 2018

<http://4eti.me>

ISBN 978-954-655-893-0

Съдържание

Анотация	4
Бележка от издателя.	5
Предговор	6
Въведение	7
Защо трябва да задаваме големите въпроси	13
1. Има ли Бог?	21
2. Как е започнало всичко?	27
3. Има ли друг разумен живот във вселената?	37
4. Можем ли да предсказваме бъдещето?	45
5. Какво има в една черна дупка?	49
6. Възможно ли е пътуване във времето?	58
7. Ще оцелеем ли на Земята?	66
8. Трябва ли да колонизираме космоса?	73
9. Ще стане ли изкуственият интелект по-умен от нас?	80
10. Как оформяме бъдещето?	86
Послеслов	92
Благодарности	95

Анотация

Широкообхватна, интелектуално стимулираща, страстно обоснована и пропита с характерното му чувство за хумор, *„Кратки отговори на големите въпроси“*, последната книга от един от най-големите умове в историята, е личен поглед към предизвикателствата, пред които сме изправени като раса и накъде вървим като планета.

Книгата, върху която Стивън Хокинг е работил, преди да си отиде, черпи от изключително богатия му личен архив и е съставена в сътрудничество с академичните му колеги, семейството му и фондация *„Стивън Хокинг“*. Книгата включва изключително дълбоките му, достъпни и навременни размисли върху няколко основни въпроса.

„Общуването беше изключително важно за баща ни през целия му живот и ние гледаме на тази книга като на неразделна част от наследството му, която съчетава научните му писания и обществените му коментари в едно великолепно издание, примесено с доза от характерния му ироничен хумор“.

Луси Хокинг

Бележка от издателя

Блестящ теоретичен физик Стивън Хокинг се смята и за един от най-големите мислители на света. До 2009 е Лукасов професор по математика в Кеймбридж (пост, заеман някога и от Исак Нютон). Автор е на „*Кратка история на времето*“, която се превърна в световен бестселър. След другите му творби за широката публика са „*По-кратка история на времето*“, сборникът „*Черни дупки и бебета вселени и други есета*“, „*Вселената в орехова черупка*“, „*Великият дизайн*“, както и лекциите по Би Би Си за черните дупки. Напусна ни на 14 март 2018 г.

Стивън Хокинг разшири нашето разбиране за вселената и разкри някои от най-големите ѝ загадки.

Предговор

Еди Редмейн

Когато срещнах Стивън Хокинг за пръв път, бях поразен от невероятната му сила и уязвимост. Решимостта в погледа му в съчетание с неподвижното тяло ми беше позната от проучванията ми – известно време преди това бях поканен да играя Стивън в „*Теорията на всичко*“ и бях прекарал няколко месеца в изучаване на работата му и естеството на заболяването му в опит да разбера как да използвам тялото си, за да представя развитието на болестта на моторните неврони.

И все пак, когато най-сетне се срещнах със Стивън, с този феноменално талантлив учен, който общуваше предимно чрез компютризиран глас и изключително изразителните си очи, бях смаян. По принцип се изнервям от мълчанието и прекалявам с говоренето, докато Стивън абсолютно разбираше силата на тишината и на това да имаш чувството, че те разглеждат внимателно. Смутен, започнах да бърборя как с него сме родени само през един ден и съответно сме една и съща зодия. След няколко минути Стивън отговори: „Аз съм астроном. А не астролог“. Освен това настоя да го наричам Стивън и да престана да се обръщам към него с „професоре“. Бяха ми го казали, но...

Възможността да играя Стивън беше невероятна. Бях привлечен от ролята поради двойствеността на външния му триумф в научната работа и вътрешната битка с болестта на моторните неврони, която е започнала в началото на двайсетте му години. Той беше уникална, сложна и богата история на човешки устрем, семеен живот, огромни академични постижения и решително незачитане на всички препятствия. Искахме да представим вдъхновението, но също и твърдостта и смелостта в живота на Стивън, демонстрирани както от него, така и от онези, които се грижеха за него.

Също толкова важно бе да представим и онази страна на Стивън, в която той беше чист шоумен. В трейлъра си прибягнах до три образа. Единият е на изплезения Айнщайн, защото Хокинг имаше същото закачливо остроумие. Другото беше Жокера от тесте карти, който е кукловод, защото имам чувството, че Стивън сякаш винаги държеше хората в ръката си. И третият беше Джеймс Дийн. И именно това получих от срещата си с него – блясъка на очите му и чувството за хумор.

Най-голямото предизвикателство в играенето на жив човек е, че трябва да отговаряш за играта си пред човека, когото представяш. В случая със Стивън отговарянето беше и пред семейството му, което беше наистина много мило с мен по време на подготовките за филма. Преди да влезе на прожекцията, Стивън ми каза: „Ще ти кажа какво мисля. Добре. Или обратното“. Отвърнах, че ако е второто, по-добре просто да каже „другото“ и да ми спести унищожителните подробности. Стивън прояви щедрост и каза, че филмът му е харесал. Беше трогнат от него, но също така заяви, че в него имало твърде много физика и недостатъчно чувства. С това е невъзможно да се спори.

След заснемането на „*Теорията на всичко*“ продължих да поддържам контакт със семейство Хокинг. Бях трогнат, когато ме помолиха да говоря на погребението на Стивън. Беше невероятно тъжен, но ярък ден, пълен с обич, светли спомени и размисли за този изключително храбър човек, който беше въвел света в своята наука и в стремежа си хората с увреждания да бъдат приети и да им се дават подходящи възможности за развитие.

Изгубихме един наистина прекрасен ум, поразителен учен и най-забавния човек, когото съм имал удоволствието да срещна. Но както ми каза семейството му след смъртта на Стивън, неговият труд и духовното му завещание ще продължат да живеят. И затова с тъга, но в същото време и с огромно удоволствие ви представям тази колекция от писания на Стивън по най-различни завладяващи теми. Надявам се да се насладите на четивото и, ако позволите да цитирам Барак Обама, надявам се, че Стивън се забавлява някъде горе сред звездите.

С обич,
Еди

Въведение

Проф. Кип С. Торн

За първи път срещнах Стивън Хокинг през юли 1965 г. в Лондон на една конференция, посветена на общата теория на относителността и гравитацията. Тогава Стивън работеше по докторската си дисертация в Кеймбридж; аз току-що бях завършил моята в Принстън. В залите на конференцията се носеха слухове, че Стивън е намерил убедителни аргументи, че нашата вселена *трябва* да е възникнала в някакъв момент в миналото. Че не може да бъде безкрайно стара.

И тъй, заедно с още стотина души се набутах в помещение за четирийсет, за да чуя доклада на Стивън. Той вървеше с бастун и говорът му беше малко завален, но иначе показваше само отделни признаци на болестта на моторните неврони, която му бяха открили две години по-рано. Умът му очевидно не беше засегнат. Блестящите му разсъждения се основаваха на уравненията на общата теория на относителността на Айнщайн, на наблюденията на астрономите, че вселената се разширява, и на някои прости предположения, които изглеждаха напълно възможни и използваха някои нови математически техники, разработени неотдавна от Роджър Пенроуз. Като съчета всичко това по един остроумен и убедителен начин, Стивън ни представи резултата, до който бе стигнал – нашата вселена трябва да е започнала съществуването си в някакво състояние на сингулярност¹ преди около десет милиарда години. (През следващото десетилетие Стивън и Роджър обединиха сили и доказаха още по-убедително това начало на времето, както и че в ядрото на всяка черна дупка има сингулярност, в която времето престава да съществува.)

Тръгнах си невероятно впечатлен от лекцията на Стивън. Не само от аргументите и заключението му, но от проникновеността и изобретателността му. Потърсих го и поговорихме един час на четири очи. Това беше началото на едно приятелство за цял живот, основано не само на общите ни научни интереси, но и на забележителната взаимна симпатия и необяснимата способност да се разбираме един друг като човешки същества. Не след дълго открихме, че разговаряме повече за живота си, за любовта и дори за смъртта, отколкото за наука, макар че науката си оставаше основното лепило, което ни свързваше.

През септември 1973 г. заведох Стивън и съпругата му Джейн в Москва. Въпреки че Студената война беше в разгара си, прекарвах в руската столица около месец всяка година от 1968 и участвах в едно проучване на екип, воден от Яков Борисович Зелдович. Зелдович беше великолепен астрофизик и бащата на съветската водородна бомба. Поради работата му върху секретни проекти му беше забранено да пътува в Западна Европа и Америка. Той изгаряше от желание да разговаря със Стивън. И тъй като не можеше да отиде при Стивън, ние отидохме при него.

В Москва Стивън изуми Зелдович и стотици други учени с проникновенията си и на свой ред научи някои неща от тях. Никога няма да забравя един следобед, когато със Стивън се срещнахме със Зелдович и докторанта му Алексей Старобински в стаята на Стивън в хотел „Русия“. Зелдович разказа по интуитивен начин за едно забележително

¹ На български и *сингулярност* – Б. ред.

откритие, което бяха направили, а Старобински го обясни математически.

За да се върти, черната дупка се нуждае от енергия. Това вече ни беше известно. Черната дупка, обясниха те, може да използва енергията си на въртене, за да създава частици, които ще носят тази енергия в себе си. Това беше нещо ново и изненадващо – но не невероятно изненадващо. Когато едно тяло има кинетична енергия, природата обикновено намира начин да я извлече. Вече знаехме други начини за извличане на енергията на въртене на черна дупка – този беше просто още един, макар и неочакван.

Огромната ценност на подобни разговори е в това, че те могат да насочат мисълта в нови посоки. Точно това стана със Стивън. Той умуваше няколко месеца върху откритието на Зелдович/Старобински, разглеждаше го от една страна, после от друга, докато един ден не стигна до наистина радикално проникновение – след като спре да се върти, черната дупка пак може да излъчва частици. Тя може да излъчва – и го прави, сякаш е гореща като Слънцето, макар и не чак толкова. Колкото по-масивна е една черна дупка, толкова по-ниска е температурата ѝ. Черна дупка с масата на Слънцето има температура $0,00000006\text{ K}$, или една $0,006$ милионна от градуса над абсолютната нула. Формулата за изчисляване на тази температура сега е гравирана върху надгробния камък на Стивън в Уестминстърското абатство в Лондон, където останките му почиват между тези на Исак Нютон и Чарлз Дарвин.

Тази „Хокингова температура“ на черната дупка и нейното „Хокингово лъчение“, както започнаха да ги наричат, беше наистина радикално откритие в областта на теоретичната физика – може би най-радикалното за втората половина на двайсети век. То отвори очите ни за дълбоката връзка между общата теория на относителността (черните дупки), термодинамиката (физиката на топлината) и квантовата физика (създаването на частици от нищото). Например това откритие помогна на Стивън да докаже, че черната дупка има ентропия, което означава, че някъде в или около нея е налице огромна неопределеност. Той стигна до заключението, че количеството ентропия (логаритъмът на количеството неопределеност на черната дупка) е пропорционално на площта на хоризонта на събитията на черната дупка. Тази формула за ентропията е гравирана на мемориала на Стивън в Гонвил енд Кайъс Колидж, където той работеше.

През последните четирийсет и пет години Стивън и стотици други физици се мъчеха да разберат точната природа на неопределеността на черните дупки. Това е въпрос, който продължава да поражда нови проникновения за връзката на квантовата теория с общата теория на относителността – тоест за погрешно разбираните закони на квантовата гравитация.

През есента на 1974 г. Стивън доведе докторантите и семейството си (съпругата си Джейн и двете им деца Робърт и Луси) за една година в Пасадина, Калифорния, за да участват в интелектуалния живот на моя университет Калтек и временно да се включат в изследователската ми група. Това беше *славна* година, върхът на онова, което стана известно като „златен век в изучаването на черните дупки“.

През тази година Стивън и студентите му заедно с някои от моите се мъчеха да разберат по-дълбоко черните дупки; аз също участвах донякъде в тези опити. Но присъствието на Стивън и ръководството му на общата ни изследователска група ми дадоха възможност да започна проучвания в една нова посока, която обмислях от няколко години – гравитационните вълни.

Има само два типа вълни, които могат да пътуват през вселената и да пренасят информация за неща, намиращи се много далеч от нас – електромагнитните (които включват светлината, рентгеновите лъчи, гама-лъчите, микровълните, радиовълните и т.н.) и

гравитационните.

Електромагнитните вълни представляват осцилиращи електрически и магнитни сили, пътуващи със скоростта на светлината. Когато се сблъскат със заредени частици като електроните на радио- или телевизионна антена, те ги карат да трептят и предават на частиците информацията, която носят. След това тази информация може да бъде усилена и изкарана през говорител или на телевизионен екран в разбираем за хората вид.

Според Айнщайн гравитационните вълни представляват осцилиращи пространствени изкривявания – опъване и свиване на пространството. През 1972 г. Райнер (Рай) Вайс от Масачузетския технологичен институт изобрети детектор на гравитационни вълни, при който огледала, поставени в ъглите и краищата от вътрешната страна на Г-образна вакуумна тръба, биват приближавани или разделяни от разширяването или свиването на пространството. Рай предложи да се използват лазерни лъчи за измерване на осцилацията. Лазерът би могъл да извлече информацията на гравитационната вълна, след което сигналят да се усили и да се прехвърли на компютър в разбираем за нас вид.

Изучаването на вселената с електромагнитни телескопи (електромагнитна астрономия) било започнато от Галилей, който направил малък оптичен телескоп, насочил го към Юпитер и открил четирите му най-големи луни. През изминалите оттогава 400 години електромагнитната астрономия напълно преобърна представата ни за вселената.

През 1972 г. аз и студентите ми се замислихме какво бихме могли да научим за вселената с използването на гравитационни вълни; започнахме да разработваме идея за гравитационно-вълнова астрономия. Тъй като гравитационните вълни са форма на изкривяване на пространството, те са по-силни, когато се образуват от тела, които са съставени изцяло или частично от изкривено пространство-време – и най-вече от черни дупки. Стигнахме до заключението, че гравитационните вълни са идеално средство за изучаване и тестване на идеите на Стивън за черните дупки.

Изглеждаше ни, че гравитационните вълни са толкова различни от електромагнитните, че е почти сигурно, че ще породят своя нова революция в разбирането ни за вселената, сравнима може би с огромната електромагнитна революция след Галилей – ако могат да бъдат засечени и наблюдавани. Но това беше голямо *ако* – смятахме, че гравитационните вълни, достигащи до Земята, са толкова слаби, че огледалата в Г-образното устройство на Рай Вайс биха се изместили едно спрямо друго на не повече от една стотна от диаметъра на протон (което означава една десетмилионна от размера на атом) дори ако разстоянието между тях е няколко километра. Предизвикателството на измерването на такива малки величини беше огромно.

Така че през онази славна година, в която Стивън работеше с моята група в Калтек, аз отделях голяма част от времето си на изследване на тези въпроси. Стивън ми помогна в това, тъй като няколко години по-рано той и студентът му Гари Гибънс бяха проектирали свой детектор на гравитационни вълни (който така и не построиха).

Малко след завръщането на Стивън в Кеймбридж изследванията ми дадоха плод след една дълга нощна дискусия с Рай Вайс в хотелската му стая във Вашингтон. Убедих се, че изгледите за успех са достатъчно големи, за да посветя по-голямата част от собствената си кариера и проучванията на бъдещите ми студенти в помощ на Рай и други експериментатори да осъществят нашата идея за визуализиране на гравитационните вълни. Както се казва, останалото е история.

На 14 септември 2015 г. детекторите на гравитационни вълни *LIGO* (построени от проект с участието на 1000 души, започнат от Рей, мен и Роналд Древър и организиран и ръководен от Бари Бариш) регистрираха за първи път гравитационни вълни. Като

сравни вълните с предсказанията на компютърните симулации, екипът ни стигна до заключението, че са получени от сблъскването на две масивни черни дупки, отдалечени на 1,3 милиарда светлинни години от Земята. Това беше началото на гравитационно-вълновата астрономия. Екипът ни постигна с гравитационните вълни онова, което Галилей е постигнал с електромагнитните.

Убеден съм, че през идните няколко десетилетия следващото поколение гравитационни астрономи ще използва тези и по-съвършени детектори не само за проверка на законите на Стивън за физиката на черните дупки, но и за откриване и наблюдаване на гравитационни вълни от сингулярното зараждане на нашата вселена, и така ще тества идеите на Стивън и други за това как е възникнала тя.

През славния период на 1974-1975 г., докато аз се занимавах с гравитационните вълни, а Стивън водеше обединената ни група за изучаване на черните дупки, самият той стигна до идея, която беше по-радикална и от откриването на Хокинговото лъчение. Той представи убедително, *почти* категорично доказателство, че когато една черна дупка се образува и после се изпари напълно чрез излъчване, влязлата в нея информация не може да излезе обратно. Иначе казано, информацията се изгубва безвъзвратно.

Идеята е радикална, защото законите на квантовата физика категорично постановяват, че информацията никога не може да бъде изгубена напълно. Това означаваше, че ако Стивън е прав, черните дупки нарушават един от фундаменталните закони на квантовата механика.

Как е възможно това? Изпаряването на черната дупка се управлява от съчетаните закони на квантовата механика и общата теория на относителността – или зле разбраните закони на квантовата гравитация. Според логиката на Стивън пламенният брак на теорията на относителността и квантовата физика трябва да доведе до унищожаване на информацията.

Огромното мнозинство теоретични физици намират това заключение за отблъскващо и гледат много скептично на него. И затова цели четирийсет и четири години се бориха с този т.нар. информационен парадокс. Борбата и свързаните с нея мъки си заслужават, тъй като парадоксът за загубата на информация е мощен ключ за разбирането на законите на квантовата гравитация. Самият Стивън през 2003 г. намери начин информацията да се измъкне по време на изпаряването на черната дупка, но това не сложи край на мъките на теоретичите. Стивън не *доказа*, че информацията се измъква, така че борбата продължава.

В моето слово за Стивън при погребването на останките му в Уестминстърското абатство описвах тази борба със следните думи: *„Нютон ни даде отговори, а Хокинг въпроси. И въпросите на Хокинг продължават да водят до пробиви в науката десетилетия по-късно. Когато най-сетне овладеем законите на квантовата гравитация и разберем напълно раждането на нашата вселена, това най-вероятно ще се дължи на труда на Хокинг“*.

* * *

И докато през славната 1974-1975 г. аз започнах моето търсене на гравитационните вълни, за Стивън това време бе началото на опитите му да разбере в детайли законите на квантовата гравитация и какво казват те за истинската природа на информацията на черната дупка, сингулярното раждане на нашата вселена и сингулярностите в черните дупки – истинската природа на раждането и смъртта на времето.

Това са големи въпроси. Много големи.

Винаги съм стоял настрана от големи въпроси. Нямам достатъчно умения, мъдрост или самоувереност да се заема с тях. Стивън обаче винаги изпитваше влечение към големите въпроси, независимо дали корените им са дълбоко в науката, или другаде. Той *имаше* необходимите умения, мъдрост и самоувереност.

Тази книга е сборник на негови отговори на големите въпроси – отговори, върху които той продължаваше да работи до смъртта си. Отговорите на Стивън на шест от тези въпроси имат корени дълбоко в науката:

- Има ли Бог?
- Как е започнало всичко?
- Можем ли да предсказваме бъдещето?
- Какво има вътре в една черна дупка?
- Възможно ли е пътуването във времето?
- Как оформяме бъдещето?

Тук ще го видите да обсъжда в дълбочина проблемите, които описах накратко в това въведение, както и много други неща. Отговорите му на другите четири големи въпроса не биха могли да се коренят в науката.

- Ще оцелеем ли на Земята?
- Съществува ли друг разумен живот във вселената?
- Трябва ли да колонизираме космоса?
- Ще стане ли изкуственият интелект по-умен от нас?

Въпреки това отговорите му показват дълбока мъдрост и креативност, както и може да се очаква.

Надявам се да намерите отговорите му за толкова стимулиращи и проникновени, колкото ги намирам аз. Приятно четене!



Стивън Хокинг като ученик

Защо трябва да задаваме големите въпроси



Хората винаги са търсели отговори на големите въпроси. Откъде идваме? Как се е появила вселената? Какъв е смисълът и замисълът зад всичко? Има ли и други някъде там? Историите за Сътворението от миналото днес изглеждат все по-недостовърни и нямащи връзка с реалността. Те се заместват от варианти на нещо, което можем да наречем единствено суеверия, като започнем от Ню Ейдж и завършим със „Стар Трек“. Но истинската наука може да бъде много по-странна от научната фантастика, както и да носи много по-голямо удовлетворение.

Аз съм учен. При това учен с огромен интерес към физиката, космологията, вселената и бъдещето на човечеството. Бях възпитан от родителите си да бъда вечно любопитен и, подобно на баща ми, да проучвам и да се опитвам да отговоря на множеството въпроси, които ни задава науката. Прекарах целия си живот в пътуване из вселената, макар и само в ума си. Чрез теоретичната физика се опитвах да отговоря на някои от най-големите въпроси. В един момент си мислех, че ще видя края на физиката във вида, в който я познаваме, но сега смятам, че чудото на откритието ще продължи и много след като ме няма на този свят. Ние сме близо до някои от тези отговори, но все още не сме достигнали до тях.

Проблемът е, че повечето хора смятат, че истинската наука е прекалено трудна и объркана, за да могат да я разберат. Не мисля, че това е така. Изследването на фундаменталните закони, които управляват вселената, изисква посвещаване на време, с което повечето хора не разполагат – светът бързо ще спре да се движи, ако всички се опитаме да се занимаваме с теоретична физика. Повечето хора обаче могат да разберат и оценят основните идеи, ако те им се представят по ясен начин без уравнения, което според мен е възможно и е нещо, което ми е харесвало да правя през целия си живот.

Днешната епоха е славно време да бъдеш жив и да се занимаваш с теоретична физика. Представата ни за вселената се промени много през последните петдесет години и ще бъда щастлив, ако съм направил някакъв принос за това. Едно от големите откровения на космическата ера беше гледната точка, която ни даде, за да погледнем към самите себе си. Когато виждаме Земята от космоса, ние виждаме себе си като цяло. Виждаме единството, а не разделенията. Съвсем прост образ с много силно послание – една планета, една човешка раса.

Искам да добавя гласа си към гласа на онези, които настояват за незабавни действия по основните предизвикателства за глобалното ни общество. Надявам се, че в пътя напред, дори след като съм си отишъл, хората с власт ще покажат изобретателност, храброст и лидерски качества. Нека бъдат готови за предизвикателствата на устойчивото развитие и да действат не в името на личния интерес, а в интерес на всички. Много добре си давам сметка колко ценно е времето. Грабни момента. Действай сега.

Вече съм писал за живота си, но някои от ранните ми преживявания заслужават да бъдат повторени, докато мисля за изначалното си влечение към големите въпроси.

Роден съм точно 300 години след смъртта на Галилей и ми се иска да мисля, че това съвпадение има отношение към начина, по който тръгна животът ми като учен. Според преценките ми обаче в същия ден са се родили около 200 000 бебета; не знаей дали някое от тях по-късно е проявило интерес към астрономията.

Израснах във висока тясна викторианска къща в Хайгейт в Лондон, която родителите ми купили на безценица през Втората световна война, когато всички си мислели, че Лондон ще бъде изравнен със земята.

Една ракета Фау2 паднала през няколко къщи от нашата. По онова време бях извън града с майка си и сестра си, а баща ми за щастие не пострада. Години наред на улицата ни все още имаше голям кратер от бомбардировките, където често си играех с приятеля ми Хауард. Двамата с него изучавахме последиците от експлозията със същото любопитство, което ме е водило през целия ми живот.

През 1950 г. работното място на баща ми се премести в северните покрайнини на Лондон, в новопостроения Национален институт за медицински изследвания в Мил Хил, така че семейството ми се премести в катедралния град Сейнт Олбънс, който се намира недалеч. Бях пратен в Девическата гимназия, която въпреки името си приемаше момчета на възраст до десет години. По-късно посещавах училището на Сейнт Олбънс. Винаги съм бил среден ученик (класът ни беше пълен с блестящи умове), но съучениците ми ми лепнаха прякора Айнщайн, така че вероятно са видели у мен признаци на нещо по-добро. Когато бях на дванайсет, един приятел се обзаложи с друг на пакетче сладки, че няма да стигна доникъде.

В Сейнт Олбънс имах шест-седем близки приятели и помня как водехме безкрайни дискусии и спорове за какво ли не, от радиоуправляемите модели до религията. Един от големите въпроси, които обсъждахме, беше произходът на вселената и дали има нужда от Бог, който да я създаде. Бях чувал, че светлината от далечните галактики се измества към червения край на спектъра и че това би трябвало да означава, че вселената се разширява. Бях сигурен обаче, че трябва да има някаква друга причина за червеното изместване. Може би светлината се уморява и почервява, докато стигне до нас? Една неизменна и вечна вселена ми изглеждаше много по-естествена. (Едва шест години по-късно, след откриването на космическия микровълнов фон през втората година на докторантурата ми, осъзнах, че съм грешал.)

Винаги ми е било интересно как действат нещата и обичах да ги разглобявам, за да видя как са устроени, но изобщо не ме биваше в обратното им сглобяване. Практическите ми умения никога не са могли да се сравняват с теоретичните. Баща ми окуражаваше интереса ми към науката и настояваше да продължа в Оксфорд или Кеймбридж. Самият той беше завършил Юнивърсити Колидж в Оксфорд и смяташе, че трябва да кандидатствам там. По онова време в Юнивърсити Колидж не се преподаваше математика, така че нямаш друг избор, освен да кандидатствам за стипендия по естествени науки. Изненадах себе си, когато успях.

По онова време в Оксфорд изобщо не се гледаше с добро око на работата. Очакваше се да бъдеш блестящ ум без усилия или да приемеш ограниченията си и да завършиш с посредствена диплома. Приех тази гледна точка като покана да лентаяствам. Не

се гордея с това, просто описвам нагласата си, която беше споделяна от повечето ми състуденти. Един от резултатите от заболяването ми беше да промени всичко това. Когато си изправен пред възможността смъртта да те споходи рано, много бързо осъзнаваш, че има много неща, които искаш да направиш, преди да си отидеш от този свят.

Поради лентяйството си възнамерявах да изкарам последните изпити, като избягвам въпроси, изискващи фактически знания, и се съсредоточа върху проблеми на теоретичната физика. В нощта преди изпита обаче не спях и на следващия ден не се представих особено добре. Бях на границата между отлична и много добра диплома и трябваше да бъда интервюиран от изпитващите, за да се реши каква ще бъде крайната ми оценка. На интервюто ме попитаха за бъдещите ми планове. Отговорих, че искам да се занимавам с наука. Ако ми пишат отличен, ще продължа в Кеймбридж. Ако изкарам много добър, ще остана в Оксфорд. Писаха ми отличен.

През дългата ваканция след последния изпит колежът предлагаше скромни субсидии за пътуване. Реших, че шансовете ми да спечеля една ще са толкова по-големи, колкото по-далече искам да отида, и затова казах, че желая да посетя Иран. Заминах през лятото на 1962 г., като взех влак до Истанбул, след това до Ерзурум в Източна Турция, после до Табриз, Техеран, Исфахан, Шираз и Персеполис, столицата на древните персийски царе. На връщане двамата със спътника ми Ричард Чин попаднахме в земетресението Буин-Захра, което беше със сила 7,1 по Рихтер и отне живота на повече от 12 000 души. Трябва да сме били близо до епицентъра, но аз изобщо не го усетих, защото бях зле, а автобусът, в който пътувахме, подскачаше по иранските пътища, които бяха целите в дупки.

Прекарахме следващите няколко дни в Табриз, докато се възстановя от тежка дизентерия и пукнато ребро – бях пострадал, когато при едно особено силно друсване на автобуса отлетях към седалката пред мен. Още не знаехме нищо за катастрофата, защото не говорехме фарси. Едва когато стигнахме Истанбул научихме какво е станало. Пратих картичка на родителите си, които се бяха тревожили десет дни – последните им новини за мен бяха, че тръгвам от Техеран за поразения район в деня на земетресението. Въпреки природното бедствие имам много хубави спомени от пътуването ми в Иран. Силното любопитство може да навлече беди на човек, но за мен това бе може би единственият случай в живота ми, в който това беше истина.

През октомври 1962 г., когато пристигнах в Кеймбридж, за да продължа в департамента по приложна математика и теоретична физика, бях на дваисет. Кандидатствах за място при Фред Хойл, който беше най-прочутият британски астроном по онова време. Казвам астроном, защото тогава космологията почти не се признаваше като отделна област. Хойл обаче вече имаше достатъчно студенти, така че за мое огромно разочарование трябваше да започна при Денис Сиама, за когото не бях чувал. Оказа се обаче добре, че не станах студент на Хойл, защото щях да бъда повлиян да защитавам неговата теория за стабилното състояние на вселената – задача, която би била по-трудна и от преговорите за Брекзит. Започнах работата си с препрочитане на стари учебници по обща теория на относителността – както винаги, привлечен от най-големите въпроси.

Както някои от вас са видели във филма, в който Еди Редмейн играе една особено красива версия на мен, през третата ми година в Оксфорд забелязах, че като че ли ставам по-непохватен. Един-два пъти ми се случи да падна, без да знам защо, и забелязах, че вече не мога да гребя нормално. Ставаше ясно, че нещо не е наред, и бях донякъде недоволен, когато лекарят ми каза да спра бирата.

Зимата след пристигането ми в Кеймбридж беше много студена. Бях си у дома за

коледната ваканция и един ден майка ми ме убеди да идем да се пързалиме с кърки на езерото в Сейнт Олбънс, макар да знаеше, че не си падам много по това занимание. Паднах и едва успях да се изправя. Майка ми разбра, че нещо не е наред, и ме заведе на лекар.

Прекарах седмици в болницата „Сейнт Бартоломю“ в Лондон и ми правиха какви ли не изследвания. През 1962 г. изследванията бяха по-примитивни, отколкото са сега. Взеха проба от мускул на ръката ми, забиваха в мен електроди, инжектираха контрастно вещество в гръбначния ми стълб и докторите го гледаха как се движи нагоре-надолу на рентгенов апарат, докато леглото ми се накланяше под различни ъгли. Така и не ми казаха какво не е наред, но вече се бях досетил, че положението никак не е добро, и затова не исках да питам. От разговорите им бях схванал, че каквото и да е „то“, ще се влошава и че не могат да направят нищо, освен да ми дават витамини. Докторът, който ми направи изследванията, си изми ръцете от мен и никога повече не го видях.

В един момент научих, че диагнозата ми е амиотрофична латерална склероза (АЛС) – болест на моторните неврони, при която нервните клетки на главния и гръбначния мозък атрофират и след това се втвърдяват. Научих също, че страдащите от тази болест постепенно губят способността да контролират движенията си, да говорят, да се хранят и накрая да дишат.

Болестта ми като че ли се развиваше бързо. Напълно разбираемо, аз изпадناх в депресия и не виждах причина да продължа да работя по доктората си, защото не знаех дали ще живея достатъчно дълго, за да го завърша. Но след това развитието се забави и се върнах към работата си с подновен ентузиазъм. След като очакванията ми бяха сведени до нула, всеки нов ден се превърна в бонус и започнах да оценявам всичко, с което разполагах. Докато има живот, има надежда.

И, разбира се, до мен имаше млада жена, Джейн, с която се бях запознал на едно парти. Тя беше твърдо убедена, че двамата заедно можем да се борим с болестта ми. Увереността ѝ ми даде надежда. Гodeжът ни повдигна духа ми и осъзнах, че ако ще се женим, трябва да си намеря работа и да завърша доктората си. И както винаги, онези големи въпроси продължаваха да ме карат да продължавам напред. Започнах да работя здравата и това ми харесваше.

За да се издържа по време на проучванията, кандидатствах за изследователска стипендия в Гонвил енд Кайъс Колидж. За моя огромна изненада бях приет и оттогава работя там. Спечелването на стипендията беше повратен момент в живота ми. Благодарение на нея можех да продължа проучванията си, въпреки че състоянието ми се влошаваше. Стипендията означаваше също, че двамата с Джейн можехме да се оженим, което и направихме през юли 1965 г. Първото ни дете, Робърт, се роди на втората година от брака ни. Второто, Луси, се появи три години по-късно. Третото, Тимъти, щеше да се роди през 1979 г.

Като баща се опитвах да науча децата си колко е важно винаги да се задават въпроси. Синът ми Тим веднъж разказа в едно интервю как ми задал въпрос, за който се тревожел, че е глупав. Искаше да знае дали няма множество миниатюрни вселени навсякъде около нас. Казах му никога да не се страхува да изказва идея или хипотеза, независимо колко малоумна (негова дума, не моя) може да изглежда тя.

* * *

Големият въпрос в космологията в началото на 60-те беше дали вселената има начало. Мнозина учени инстинктивно се противяха на тази идея, защото смятаха, че една начална точка ще бъде място, където науката се разпада. Ще трябва да се обърнем към религията и ръката на Бог, за да обясним как е започнала съществуването си вселената. Това беше фундаментален въпрос и точно онова, от което се нуждаех, за да завърша дисертацията си.

Роджър Пенроуз беше показал, че след като умираща звезда се свие до определен радиус, неизбежно се получава сингулярност – точка, в която пространството и времето престават да съществуват. Разбира се, помислих си аз, вече знаем, че нищо не може да попречи на масивна угаснала звезда да се свива под силата на собствената си гравитация, докато не достигне сингулярност на безкрайна плътност. Осъзнах, че подобни аргументи могат да се приложат за разширяването на вселената. В този случай можех да докажа, че има сингулярности, при които пространство-времето има начало.

Еврика моментът дойде през 1970 г., няколко дни след раждането на дъщеря ми Луси. Докато една вечер си лягах (бавен процес поради болестта ми), си дадох сметка, че мога да приложа към черните дупки причинната структурна теория, която бях разработил за теоремите на сингулярността. Ако общата теория на относителността е вярна и плътността на енергията е положителна, площта на хоризонта на събитията (границите на черната дупка) винаги се увеличава, когато в черната дупка попада още материя или лъчение. Нещо повече, ако две черни дупки се сблъскат и се слеят в една, площта на хоризонта на събитията на новообразуваната се черна дупка ще бъде по-голяма от сбора на площите на двете поотделно.

Това беше златен век, през който решавахме повечето големи проблеми в теорията за черните дупки още преди съществуването им да е било доказано чрез наблюдение. Всъщност бяхме толкова успешни с класическата обща теория на относителността, че през 1973 г. ми се стори, че нямам какво повече да правя след излизането на книгата ми с Джордж Елис „Едромасщабна структура на пространство-времето“. Работата ми с Пенроуз беше показала, че общата теория на относителността се разпада в точката на сингулярност, така че очевидната следваща стъпка бе да се съчетае общата теория на относителността (теорията за много голямото) с квантовата теория (теорията за много малкото). По-конкретно се запитах дали можем да имаме атом, чието ядро е миниатюрна изначална черна дупка, образувала се при възникването на вселената? Проучванията ми показаха дълбока и неподозирана дотогава връзка между гравитацията и термодинамиката, науката за топлината, и разрешиха парадокс, върху който се спореше от трийсет години без особен успех – как може лъчението, останало от свиваща се черна дупка, да носи цялата информация за онова, от което е съставена? Открих, че информацията не се губи, но и не се връща в някакъв полезен вид – все едно да изгориш енциклопедия, но да запазиш дима и пепелта.

За да отговоря на това, започнах да изучавам как квантовите полета или частици биха разсеяли черна дупка. Очаквах, че част от вълната ще бъде погълната, а останалата ще се разпръсне. Но за своя огромна изненада открих, че е налице емисия от самата черна дупка. Отначало си помислих, че съм направил някаква грешка в изчисленията си. Но онова, което ме убеди, че наистина е така, беше фактът, че емисията е точно онова, което е необходимо за определянето на площта на хоризонта на събитията с ентропията на черната дупка. Тази ентропия, мярката за хаос в една система, се обобщава с простата формула:

$$S = \frac{Akc^3}{4G\hbar}$$

която изразява ентропията чрез площта на събитийния хоризонт и трите фундаментални константи в природата – скоростта на светлината c , константата на Нютон за гравитацията G и константата на Планк \hbar . Това топлинно лъчение от черната дупка сега се нарича лъчение на Хокинг и съм горд с откриването му.

През 1974 г. бях избран за член на Кралското дружество. Изборът изненада хората от департамента ми, защото тогава бях млад и незначителен научен асистент. Но само за три години стигнах до професор. Работата ми върху черните дупки ми даде надежда, че ще открием теория на всичко, и именно търсенето на този отговор ме караше да продължавам напред.

През същата година приятелят ми Кип Торн покани мен, семейството ми и неколцина други, които работеха по общата теория на относителността, в Калифорнийския технологичен институт (Калтек). През предишните четири години използвах ръчно задвижван инвалиден стол и електрическа триколка, която развиваше скорост колкото бавно каран велосипед и с която понякога незаконно возех пътници. Когато отидохме в Калифорния, отседнахме в една къща в колониален стил край кампуса, която беше собственост на Калтек и където можех за първи път да се насладя на използването на електрически инвалиден стол. Той ми осигуряваше значителна самостоятелност, особено като се има предвид, че сградите и тротоарите в Съединените щати са много по-достъпни за хора с увреждания, отколкото във Великобритания.

След завръщането ни от Калифорния през 1975 г. отначало се чувствах доста потиснат. Всичко в Англия ми се виждаше ограничено и тесногърдо в сравнение с нагласата „мога да го направя“ на Америка. По онова време навсякъде можеха да се видят мъртви дървета, убити от холандската болест по брястовете, и цялата страна беше скована от стачки. Настроението ми обаче се подобри, когато работата ми се оказа успешна и през 1979 г. бях избран за Лукасов професор по математика – пост, държан някога от сър Исаак Нютон и Пол Дирак.

През 70-те работех предимно върху черните дупки, но интересът ми към космологията се поднови от предположенията, че ранната вселена е преминала през период на рязко разширяване, през който размерите ѝ са се увеличили неимоверно, подобно на вдигането на цените след референдума за Брекзит. Освен това работих с Джим Хартъл върху теорията за раждането на вселената, която нарекохме „безгранична“.

В началото на 80-те здравословното ми състояние продължи да се влошава и имах продължителни пристъпи на кашлица, защото ларинксът ми отслабваше и в белия ми дроб попадеше храна, когато се хранех. През 1985 г. се разболях от пневмония по време на едно пътуване до ЦЕРН, Европейската организация за ядрени изследвания със седалище в Швейцария. Това беше повратен момент в живота ми. Постъпих по спешност в болницата на кантона Люцерн и ме поставиха на командно дишане. Докторите казаха на Джейн, че болестта ми е достигнала до етап, на който не може да се направи нищо, и че ще е най-добре да изключат апаратурата, за да не се мъча повече. Джейн обаче отказа и ме върна в болницата „Аденбрук“ в Кеймбридж с въздушна линейка.

Както можете да си представите, това беше много трудно време, но за щастие лекарите направиха всичко по силите си да ме върнат в състоянието, в което бях преди заминаването ми за Швейцария. Но тъй като ларинксът ми продължаваше да пропуска

слюнка и храна в белия ми дроб, трябваше да ми направят трахеостомия. Както повечето от вас несъмнено знаят, трахеостомията отнема способността да говориш. Говорът е много важно нещо. Ако е завален, какъвто беше моят, хората могат да ви помислят за умствено изостанал и се държат с вас като с такъв. Преди трахеостомията речта ми беше толкова неразбираема, че само онези, които ме познаваха добре, можеха да ме разберат. Децата ми бяха сред малцината такива. Известно време след операцията единственият ми начин за общуване беше чрез оформяне на думите буква по буква, като посочвах с вежди написаната на картичка азбука и някой показваше правилната буква.

За щастие един компютърен експерт от Калифорния, Уолт Уолтож, чул за трудностите ми. Той ми изпрати компютърната си програма „Еквалайзър“. Тя ми позволи да избирам цели думи от серия менюта на компютърния екран на стола ми с натискането на копче. През следващите години системата се разви. Днес използвам програмата „Акат“ на Интел, която контролирам чрез малък сензор в очилата си с движение на мускул на бузата си. Тя има мобилен телефон, който ми дава достъп до интернет. Мога да твърдя, че съм най-свързаният човек на света. Запазих обаче оригиналния синтезатор на реч, отчасти защото не съм попадал на друг с по-добро оформяне на фразите и отчасти защото вече се идентифицирам с този глас, въпреки американския му акцент.

За първи път идеята за научнопопулярна книга за вселената ми хрумна през 1982 г., по време на работата ми върху „безграничната“ вселена. Реших, че книгата може да ми донесе скромна сума, с която да помогна за образованието на децата ми и да посрещна растящите разходи за грижите ми, но основната причина беше, че исках да обясня как според мен сме стигнали до сегашното ни разбиране за вселената – как може да сме на прага да открием завършена теория, способна да опише вселената и всичко в нея. Задаването на въпроси и откриването на отговори е не само важно – като учен аз се чувствах задължен да кажа на външния свят какво научаваме.

Напълно подobaващо, „*Кратка история на времето*“ излезе на 1 април 1988 г. Първоначалната идея за заглавие беше „*От Големия взрив до черните дупки – кратка история на времето*“. Заглавието беше съкратено и останалото е история.

Изобщо не бях очаквал „*Кратка история на времето*“ да пожъне такъв успех. Несъмнено е помогнал чисто човешкият интерес как мога да бъда теоретичен физик и автор на бестселър въпреки болестта ми. Вероятно не всички са дочели книгата или са разбрали всичко в нея, но поне са се сблъскали с някои от големите въпроси на битието и са получили идея, че живеем във вселена, управлявана от рационални закони, които могат да бъдат открити и разбрани от науката.

За моите колеги аз съм просто поредният физик, но за по-широката публика станах сигурно най-известният учен на света. Това отчасти се дължи на факта, че – с изключение на Айнщайн – учените не са известни като рокзвездите, и отчасти на това, че пасвам на стереотипа за гений инвалид. Мога да се маскирам с перука и тъмни очила, но инвалидният стол ще ме издаде. Да си добре известен и лесно разпознаван си има своите плюсове и минуси, но минусите са много повече. Хората изпитват искрено удоволствие да ме видят. И най-голямата ми аудитория беше на откриването на Параолимпийските игри в Лондон през 2012 г.

* * *

Живях невероятен живот на тази планета, като в същото време пътешествах из вселената с помощта на ума си и законите на физиката. Посетих най-отдалечените кътчета на нашата галактика, влязох в черна дупка и се върнах до началото на времето. На Земята изживях моменти на възход и падение, на смут и мир, на успех и страдание. Бях богат и беден, физически здрав и инвалид. Бях хвален и критикуван, но никога игнориран. Благодарение на работата ми имах огромната привилегия да допринеса за нашето разбиране за вселената. Но тази вселена щеше да бъде наистина пуста без хората, които обичам и които ме обичат. Без тях всички нейни чудеса щяха да бъдат изгубени за мен.

И в края на всичко това фактът, че ние, човешките същества, които сме просто сбор от фундаментални частици на природата, сме способни да открием и разберем законите, които управляват нас и нашата вселена, е огромен триумф. Искам да споделя вълнението си от тези големи въпроси и ентузиазма, с който търся отговорите им.

Надявам се, че един ден ще научим отговорите на тези въпроси. Но има и други предизвикателства, други големи въпроси на планетата, на които трябва да се отговори, и за целта ще е нужно ново поколение, което е заинтересувано и ангажирано и разбира науката. Как да изхранваме населението, което се увеличава все повече? Как да осигурим чиста вода и възобновяема енергия, как да се борим с болестите, как да забавим глобалните промени в климата? Надявам се, че науката и технологиите ще осигурят отговорите на тези въпроси, но ще са нужни хора, човешки същества със знания и разбиране, които да приложат тези решения. Нека се борим всяка жена и мъж да имат шанса да живеят здравословен и сигурен живот, пълен с възможности и обич. Всички ние сме пътешественици във времето, тръгнали заедно към бъдещето. Но нека работим заедно, за да направим това бъдеще място, което искаме да посетим.

Бъдете храбри, бъдете сигурни, бъдете решителни, преодолете препятствията. Това може да се направи.

Каква беше най-голямата ви детска мечта и сбъдна ли се тя?

Исках да стана велик учен. Не бях обаче особено добър ученик в училище и рядко изпъквах над средното ниво в клас. Бях немарлив, почеркът ми беше ужасен.

Имах обаче добри приятели в училище. И разговаряхме за всичко, най-вече за възникването на вселената. Именно тогава започна мечтата ми и съм много щастлив, че се сбъдна.

1.

Има ли Бог?



Науката все повече отговаря на въпроси, които преди бяха в територията на религията. Религията е ранен опит да се отговори на въпросите, които си задаваме всички – защо сме тук, откъде сме дошли? Преди много време отговорът почти винаги е бил един и същ – боговете са направили всичко. Светът бил плашещо място, така че дори корави хора като викингите са вярвали в свръхестествени същества, за да си обяснят природни феномени като мълнии, бури и затъмнения. Днес науката ни дава по-добри и логични отговори, но хората винаги ще се вкопчват в религията, защото тя дава утеха и защото не вярват на науката или не я разбират.

Преди няколко години вестник „Таймс“ излезе със заглавие на първа страница, гласящо: „Хокинг: Не Бог е създал вселената“. Статията беше илюстрирана. Бог беше представен като навъсен старец от картина на Микеланджело. Моята снимка пък ме показваше със самодоволна физиономия. Бяха ни представили така, сякаш сме се изправили на двубой. Аз обаче нямам зъб на Бог. Не искам да създавам впечатлението, че целта на труда ми е да опровергая съществуването на Бог. Работата ми е да намеря рационална рамка за разбиране на вселената около нас.

Векове наред се е смятало, че хора с увреждания като мен са прокълнати от Бог. Е, възможно е да съм ядосал някого там горе, но предпочитам да мисля, че всичко може да се обясни и по друг начин, чрез законите на природата. Ако вярвате в науката като мен, вие вярвате, че има определени закони, които винаги се спазват. Ако искате, можете да кажете, че законите са дело на Бог, но това е по-скоро дефиниция на Бог, отколкото доказателство за съществуването му. Приблизително през 300 г. пр. н.е. един философ, Аристарх, бил запленил от затъмненията и най-вече от лунните. Бил достатъчно храбър да се запита дали те наистина са причинени от боговете. Аристарх бил истински научен пионер. Изучавал внимателно небето и стигнал до дръзко заключение – осъзнал, че затъмнението всъщност е сянката на Земята, която минава пред Луната, а не някакво божествено събитие. Освободен от това откритие, той можел да разбере какво всъщност се случва горе над главата му и начертал диаграми, показващи истинската връзка между Слънцето, Земята и Луната. Това му позволило да стигне до още по-забележителни открития: той стигнал до заключението, че Земята не е центърът на вселената, както си мислели всички, а се върти около Слънцето. Всъщност разбирането на това подреждане обяснява всички затъмнения. Когато Луната хвърля сянката си върху Земята, имаме слънчево затъмнение. А когато Земята засенчва Луната, имаме лунно затъмнение. Аристарх обаче отишъл още по-далеч. Той предположил, че звездите не са забити в небесния

купол блестящи пирони, както смятали съвременниците му, а други слънца като нашето, само че много отдалечени. Помислете си какво зашеметяващо откритие трябва да е било това. Вселената е машина, управлявана от принципи или закони, които могат да бъдат разбрани от човешкия ум.

Смятам, че тяхното откриване е най-великото постижение на човечеството, защото именно природните закони, както ги наричаме днес, ще ни кажат дали се нуждаем от божество, за да си обясним вселената. Законите на природата са описание на това как действат нещата – в миналото, настоящето и бъдещето. В тениса топката винаги отива там, където казват, че ще отиде. Тук също действат и много други закони. Те определят всичко, което се случва, от това как енергията на удара се произвежда в мускулите на играчите до скоростта, с която расте тревата под краката им. Но истински важното е, че тези физични закони са неизменни и универсални. Те се прилагат за обясняването не само на полета на топката, но и на движението на планетите и всичко останало във вселената. За разлика от създаваните от хората закони, природните не могат да бъдат нарушавани – именно затова те са толкова могъщи и в същото време спорни, когато се погледнат от религиозна гледна точка.

Ако приемете като мен, че законите на природата са неизменни, не отнема много време да се запитаме – тогава каква е ролята на Бог? Това е голяма част от противоречията между наука и религия и макар че моите възгледи попадат в заглавията на вестниците, конфликтът всъщност е много стар. Можем да определим Бог като възплъщение на природните закони. Повечето хора обаче не мислят за Бог по този начин. Те си представят подобно на човек същество, с което могат да имат лична връзка. Когато погледнем огромните размери на вселената и колко незначителен и случаен е човешкият живот в нея, това изглежда абсолютно неправдоподобно.

Аз използвам думата Бог в имперсонален смисъл за природните закони, както го е правил Айнщайн, така че да познаеш ума на Бог означава да познаеш законите на природата. Моето предсказание е, че ще познаем ума на Бог към края на този век.

Днес единствената област, към която религията може да предяви претенции, е възникването на вселената, но дори тук науката отбелязва напредък и скоро ще предложи категоричен отговор на този въпрос. Публикувах книга, в която задавам въпроса дали Бог е създал вселената, и тя предизвика известно вълнение. Хората се разстройват, че един учен има мнение по религиозни въпроси. Нямам желание да казвам на никого в какво да вярва, но за мен въпросът дали Бог съществува е валиден въпрос за науката. В края на краищата трудно мога да се сетя за по-важна или фундаментална загадка от тази какво или кой е създал и контролира вселената.

Аз смятам, че вселената е възникнала спонтанно от нищото според законите на науката. Основното допускане на науката е научен детерминизъм. Законите на науката определят еволюцията на вселената предвид състоянието ѝ в един момент. Тези закони може, а може и да не са постановени от Бог, но той не може да се намеси и да ги наруши, тъй като в такъв случай те нямаше да бъдат закони. Това оставя на Бог свободата да избира първоначалното състояние на вселената, но дори тук изглежда, че има закони. Така че Бог остава без абсолютно никаква свобода.

Въпреки сложността и разнообразието на вселената се оказва, че за да я създадеш, са ти необходими само три съставки. Да си представим, че можем да ги изброим в някаква космическа готварска книга. Какви са съставките, които са ни нужни за приготвянето на вселена? Първата е материята – нещата, които имат маса. Материята е навсякъде около нас, в земята под краката ни и в космоса. Прах, камъни, лед, течности. Огромни

облаци газ, огромни звездни спирали, всяка съдържаща милиони слънца и простираща се на невероятни разстояния.

Втората необходима съставка е енергията. Дори никога да не сте се замисляли, всички знаем какво е енергия. Тя е нещо, с което се сблъскваме всеки ден. Погледнете към слънцето и ще я усетите върху лицето си – енергия, произведена от звезда, отдалечена на сто и петдесет милиона километра от нас. Енергията насища вселената и задвижва процесите, които я правят динамично и непрекъснато променящо се място.

И тъй, имаме материя и енергия. Третото, от което се нуждаем за създаването на вселена, е пространство. Много пространство. Можете да наричате вселената как ли не – страхотна, красива, стихийна, – но не и претъпкана. Накъдето и да погледнем, виждаме пространство, пак пространство и още пространство. То се простира във всички посоки. Това е достатъчно, за да ни завърти главата. И откъде е дошла цялата тази материя, енергия и пространство? Нямахме никаква представа до двайсети век.

Отговорът дойде от проникновенията на един човек, може би най-забележителният учен, живял някога. Името му е Алберт Айнщайн. За жалост нямах възможност да се срещна с него, защото бях едва на тринайсет, когато той си отиде. Айнщайн осъзнал нещо невероятно – че две от основните съставки, необходими за приготвянето на вселена – масата и енергията, – са в общи линии едно и също нещо или ако искате, две страни на една монета. Прочутото му уравнение $E=mc^2$ просто означава, че масата може да се разглежда като вид енергия и обратното. Така че можем да кажем, че вместо три вселената има само две съставки – енергия и пространство. И откъде е дошла цялата тази енергия и пространството? Отговорът беше открит след десетилетия работа на учениците – пространството и енергията са възникнали спонтанно при събитие, което днес наричаме Големия взрив.

В момента на Големия взрив се е появила цяла вселена, а с нея и пространството. Тя се е разширила досущ като надуван балон. Откъде са дошли тази енергия и пространство? Как цяла вселена, пълна с енергия, с огромни разстояния и всичко в нея, да възникне от нищото?

Някои смятат, че точно тук в картината се появява Бог. Той е създал енергията и пространството. Големият взрив е моментът на Сътворението. Но науката ни разказва различна история. С риск да си навлека неприятности смятам, че можем да разберем много по-добре природните феномени, които са ужасявали викингите. Можем дори да отидем отвъд прекрасната симетрия на енергията и материята, открита от Айнщайн. Можем да използваме законите на природата, за да разгледаме възникването на вселената и да открием дали съществуването на Бог е единственият начин да го обясним.

След Втората световна война в Англия беше време на недоимък. Учеа ни, че никога не можеш да получиш нещо срещу нищо, че няма безплатен обяд. Но днес, след цял живот работа, си мисля, че можеш да получиш цяла вселена безплатно.

Голямата загадка на Големия взрив е да се обясни как цяла една фантастично огромна вселена от пространство и енергия може да се появи от нищото. Тайната се крие в един от най-странните факти за космоса. Законите на физиката изискват съществуването на нещо, наречено „отрицателна енергия“.

Позволете да направя проста аналогия, която ще ви помогне да схванете тази шантава, но изключително важна концепция. Представете си, че някой иска да издигне могила на равнина. Нека могилата бъде вселената. За да постигне целта си, човекът изкопава дупка в земята и натрупва изкопаната пръст на купчина. Разбира се, той не прави само могила – а и дупка, която е обратна версия на могилата. Материалът, който

е бил в дупката, сега е могила, така че двете са перфектно балансирани. Точно това е принципът зад случилото се при възникването на вселената.

Когато създал огромно количество положителна енергия, Големият взрив произвел същото количество отрицателна енергия. По този начин положителната и отрицателната енергия се анулират. Това е друг закон на природата.

Тогава къде е цялата тази отрицателна енергия днес? В третата съставка на нашата космическа готварска книга – в пространството. Може да изглежда странно, но според законите на природата, свързани с гравитацията и движението – едни от най-старите закони в науката, – самото пространство е огромно хранилище на отрицателна енергия. Достатъчно голямо, за да гарантира, че общият ѝ сбор е нула.

Признавам, че всичко това е трудно да се схване, освен ако не си падате по математиката, но е така. Безкрайната мрежа от милиарди и милиарди галактики, които си взаимодействат чрез силата на гравитацията, действа като гигантско устройство за съхранение. Вселената е огромна батерия, съхраняваща отрицателна енергия. Положителната страна на нещата – материята и енергията, които виждаме днес – е като могилата. Дупката, или отрицателната страна на нещата, се разпределя в пространството.

Какво означава това за нашия въпрос дали има Бог? Означава, че ако общият сбор на вселената е нула, не се нуждаете от Бог, за да я създадете. Вселената е най-големият безплатен обяд.

Тъй като знаем, че общият сбор на положителната и отрицателната енергия е нула, ни остава само да разберем какво – или кой, ако искате – е задействало целия този процес. Какво може да предизвика спонтанно възникване на вселена? На пръв поглед това изглежда озадачаващ проблем – в края на краищата в нашето ежедневие нещата не се появяват от нищото. Не можем просто да щракнем с пръсти и пред нас да се появи чаша кафе, когато ни се допие. Трябва да си го пригответе от други неща като зърна, вода и може би мляко и захар. Но ако се впуснете в тази чаша кафе през частиците на млякото до атомно и субатомно ниво, ще се озовете в свят, в който създаването на нещо от нищо е възможно. Поне за малко. Това е така, защото на това ниво поведението на частиците като протоните се определя от природните закони, които наричаме квантова механика. И те наистина могат да се появяват случайно, да останат за известно време и да изчезнат, за да се появят някъде другаде.

Тъй като знаем, че самата вселена някога е била много малка, може би по-малка от протон, това означава нещо наистина забележително – че самата вселена с нейните умопомрачаващи размери и сложност може да се е появила, без това да нарушава познатите ни закони на природата. От този момент нататък са се освободили огромни количества енергия, докато самото пространство се е разширило – място, което да съхранява отрицателната енергия, необходима за изравняването. Разбира се, отново изниква основният въпрос – дали Бог е създал квантовите закони, позволяващи Големия взрив? Накратко казано, нуждаем ли се от Бог, който да нагласи всичко така, че да има Голям взрив? Нямам желанието да обиждам никой вярващ, но мисля, че науката разполага с по-убедително обяснение от намесата на някакъв божествен създател.

Нашият опит ни кара да си мислим, че всичко случващо се трябва да е причинено от нещо, което се е случило по-рано във времето, така че за нас е естествено да мислим, че нещо – може би Бог – е причинило възникването на вселената. Но когато говорим за вселената като цяло, това не е задължително. Позволете да обясня. Представете си река, която тече надолу по планински склон. Какво е породило реката? Ами, може би дъждовете, които са паднали в планините по-рано. Но тогава какво е причинило дъжда? Добър

отговор би бил слънцето, което нагрива океана и създава водни пари, които се издигат в атмосферата и образуват облаци. Добре тогава, какво кара слънцето да свети? Ами, ако погледнем в него, ще видим процес, известен като ядрен синтез, при който водородните атоми се сливат и образуват хелий, като при това се отделят огромни количества енергия. Дотук добре. А откъде е дошъл водородът? Отговор – от Големия взрив. Но именно тук е важният момент. Законите на природата ни казват не само че вселената може да възникне без ничия помощ, подобно на протон, и да не се нуждае от никаква енергия, но и че е възможно нищо да не е причинило Големия взрив. Нищо.

Обяснението се опира на теориите на Айнщайн и неговото откритие, че пространството и времето във вселената са преплетени на фундаментално ниво. В момента на Големия взрив с времето се е случило нещо много интересно. То се е появило.

За да разберем тази объркваща идея, нека вземем черна дупка, носеща се в пространството. Типичната черна дупка е звезда, която е толкова масивна, че се е свила сама в себе си. Масата ѝ е толкова голяма, че дори светлината не може да преодолее гравитацията ѝ, поради което тя е почти съвършено черна. Гравитационното ѝ привличане е толкова силно, че огъва и изкривява не само светлината, но и времето. За да разберете как, представете си, че в черната дупка попада часовник. С приближаването му към черната дупка той започва да се забавя все повече и повече. Самото време започва да се забавя. Сега си представете как часовникът влиза в черната дупка (разбира се, ако е успял да издържи на екстремните гравитационни сили) – той спира. И спира не защото е счупен, а защото вътре в черната дупка времето не съществува. И именно това се е случило при възникването на вселената.

През последните сто години ние постигнахме забележителен напредък в разбирането ни за вселената. Днес познаваме законите, които управляват случващото се във всички условия без най-екстремните като възникването на вселената и черните дупки. Смятам, че ролята, която играе времето в началото на вселената, е последният ключ към премахването на нуждата от някакъв велик архитект и разкриването как вселената е създавала сама себе си.

Ако тръгнем назад във времето към момента на Големия взрив, вселената става все по-малка и по-малка, докато не се превърне в точка, където на практика е безкрайно малка и безкрайно плътна черна дупка. И също като съвременните черни дупки, които се носят в пространството, законите на природата диктуват нещо невероятно. Те ни казват, че самото време също трябва да спре. Не можем да стигнем до време преди Големия взрив, защото няма време преди Големия взрив. Най-сетне намерихме нещо, което няма причина, защото няма време, в което може да съществува причината. За мен това означава, че не може да съществува създател, защото няма време за съществуването му.

Хората искат отговори на големите въпроси, като защо сме тук. Те не очакват отговорите да бъдат лесни и затова се готвят да се мъчат да ги разберат. Когато ме питат дали Бог е създал вселената, аз отговарям, че самият въпрос е лишен от смисъл. Преди Големия взрив времето не е съществувало, така че за Бог няма време, в което да е създал вселената. Все едно да питате къде се намира краят на Земята – тя е сфера и няма край, така че търсенето му е напразно упражнение.

Дали вярвам? Всеки е свободен да вярва в каквото си иска и според мен най-простото обяснение е, че няма Бог. Никой не е създал вселената и никой не насочва съдбата ни. Това ме води до едно дълбоко осъзнаване – че може би няма рай и отвъден живот. Смятам, че вярата в живота след смъртта е просто пожелателно мислене. Няма надеждни доказателства за отвъдното и то противоречи на всичко, което знаем от науката.

Мисля, че когато умрем, се превръщаме отново в пръст. Ние обаче продължаваме да живеем в известен смисъл с нашето влияние в гените, които предаваме на децата си. Разполагаме с този единствен живот, за да се възхитим на великия дизайн на вселената, и аз съм изключително благодарен за това.

Как съществуването на Бог пасва на вашето разбиране за началото и края на вселената? И ако Бог съществува и имате възможност да се срещнете с него, какво бихте го попитали?

Въпросът е *„Дали начинът, по който е възникнала вселената, е избран от Бог по неведоми за нас причини, или появата ѝ се определя от научните закони?“*. Аз вярвам във второто. Ако искате, можете да наречете научните закони „Бог“, но това няма да е персонален Бог, пред когото можете да се изправите и да му задавате въпроси. Макар че, ако имаше подобен Бог, бих искал да го попитам дали е измислил нещо толкова сложно като М-теория в единайсет измерения.

2.

Как е започнало всичко?



Хамлет казва: „Аз бих могъл да седя затворен в орехова черупка и пак да се чувствам владетел на безкрайни простори!² Мисля, че е искал да каже, че макар ние хората да сме много ограничени физически, особено в моя конкретен случай, умовете ни са свободни да изследват цялата вселена и дръзко да отидат и там, където дори „Стар Трек“ се бои да отиде. Безкрайна ли е наистина вселената, или е просто много голяма? Има ли тя някакво начало? Завинаги ли ще я има, или само за много дълго време? Как могат крайните ни умове да проумеят една безкрайна вселена? Не е ли прекалено претенциозно дори да се опитваме да го направим?

С риска да си навлека участието на Прометей, който откраднал огъня от боговете и го дал на хората, смятам, че можем и трябва да се опитваме да разберем вселената. За делото си Прометей бил наказан да остане за цяла вечност прикован за скала, макар че за негово щастие бил освободен от Херакъл. Ние вече постигнахме забележителен напредък в разбирането на космоса. Все още не разполагаме с пълна картина. Харесва ми да мисля, че може би не сме твърде далеч от нея.

Според народа бошонго от Централна Африка в началото имало само мрак, вода и великия бог Бумба. Един ден Бумба изпитал силни стомашни болки и повърнал Слънцето. То пресушило част от водата и се появила твърдата земя. Все още страдащ от болки, Бумба повърнал Луната, звездите и накрая някои животни – леопарда, крокодила, костенурката и накрая човека.

Подобно на много други, тези митове за сътворението се опитват да отговорят на въпросите, които всички си задаваме. Защо сме тук? Откъде сме дошли? Отговорът обикновено гласи, че хората са се появили сравнително неотдавна, защото трябва да е било очевидно, че човешката раса подобрява познанията и технологиите си. Следователно не може да е отдавна на този свят, защото иначе щеше да бъде много по-развита. Например според изчисленията на епископ Ъшър книга Битие поставя началото на времето на 22 октомври 4004 г. пр. н.е. в 18:00 ч. От друга страна, физическите обекти като планините и реките се променят много малко в рамките на един човешки живот. Затова те са били възприемани като неизменен фон и или са съществували от самото начало като пуст пейзаж, или са били създадени по едно и също време с хората.

Не всички обаче били доволни от идеята, че вселената е имала начало. Например най-прочутият древногръцки философ Аристотел смятал, че вселената е съществувала винаги. Нещо вечно е по-съвършено от нещо сътворено. Той твърди, че причината да

² Шекспир, „Хамлет“, Второ действие, втора сцена. Превод В. Петров – Б. пр.

виждаме прогрес се дължи на това, че наводнения или други природни бедствия непрекъснато са връщали цивилизацията назад в развитието ѝ. Мотивацията му да приеме една вечна вселена било желанието му да избегне фактора божествена намеса, която да я сътвори. Обратно, вярващите във вселена с начало я използвали като аргумент в полза на съществуването на Бог като първопричина или силата, дала началния ѝ тласък.

Ако приемем, че вселената е имала начало, очевидните въпроси са „Какво се е случило преди появата ѝ? Какво е правил Бог, преди да създаде света? Може би е създавал Ада за онези, които задават подобни въпроси?“. Проблемът дали вселената е имала начало, или не, вълнувал изключително силно немския философ Имануел Кант. Той смятал, че и в двете становища съществуват логически противоречия, или антиномии. Ако вселената е имала начало, защо е чакала безкрайно дълго време, преди да започне да съществува? Той нарекъл това теза. От друга страна, ако вселената е съществувала вечно, защо ѝ е било нужно безкрайно дълго време, за да достигне сегашното си състояние? Нарекъл това антитеза. Тезата и антитезата зависели от приемането на Кант, както и на почти всички други, че времето е абсолютно. Иначе казано, то се движи от безкрайното минало към безкрайното бъдеще независимо дали вселената съществува, или не.

Мнозина учени мислят по този начин и днес. През 1915 г. обаче Айнщайн излязъл със своята революционна обща теория на относителността. В нея пространството и времето вече не са абсолютни и не представляват неизменен фон на събитията. Вместо това те са динамични величини, оформени от материята и енергията във вселената. Те са ограничени само в рамките на вселената, така че няма смисъл да се говори за време преди началото ѝ. Все едно да питаш къде е точката южно от Южния полюс. Такава просто не съществува.

Макар че обединява времето и пространството, теорията на Айнщайн не ни казва много за самото пространство. Нещо, което изглежда очевидно за него, е, че то продължава и продължава. Не очакваме вселената да свърши с тухлена стена, макар че няма логична причина това да не е така. Но модерните инструменти като космическия телескоп „Хъбъл“ ни позволяват да надникнем дълбоко в космоса. В него ние виждаме милиарди и милиарди галактики с различни форми и размери. Има гигантски елиптични галактики и спирални като нашата. Всяка се състои от милиарди и милиарди звезди, около много от които задължително ще обикалят планети. Нашата собствена галактика ни пречи да гледаме в някои посоки, но като изключим това, галактиките са разпръснати сравнително равномерно в пространството, с някои локални концентрации и празнини. Гъстотата на галактиките като че ли намалява на много големи разстояния, но това, изглежда, се дължи на факта, че са много отдалечени и светлината от тях е много слаба, поради което не можем да ги различим. Доколкото можем да кажем, вселената продължава безкрайно в пространството и е до голяма степен една и съща, независимо колко далеч се намираме от нашата планета.

Макар че изглежда почти по един и същи начин във всички посоки, вселената определено се променя с времето. Това било установено едва в началото на миналия век. Дотогава се смятало, че вселената е на практика неизменна. Тя би могла да съществува вечно и да няма начало, но това като че ли водело до абсурдни заключения. Ако звездите светят вечно, те щяха да нагорещят вселената, докато тя достигне тяхната температура. Дори нощем цялото небе щеше да е ярко като Слънцето, защото накъдето и да погледнем, ще видим звезда или облак прах, който е бил нагорещен до температурата на звездите. Така че наблюдението, което правим всички – че небето нощем е тъмно, – е много

важно. То означава, че вселената не може да е съществувала вечно в състоянието, в което я виждаме днес. В миналото трябва да се е случило нещо, което да накара звездите да засветят в някакъв момент. Тогава светлината от много отдалечените звезди не би имала време да достигне до нас. Това би обяснило защо нощното небе не свети във всяка посока.

Ако звездите ги е имало вечно, защо внезапно са светнали преди няколко милиарда години? Какъв е бил часовникът, който им е казал, че е време да блеснат? Този въпрос тормозел философи като Имануел Кант, който вярвал, че вселената би трябвало да е вечна. Но за повечето хора той пасвал на идеята, че вселената е била сътворена във вида, в който я виждаме сега, само преди няколко хиляди години, както твърди епископ Ъшър. В тази идея обаче започнали да се появяват несъответствия с наблюденията с помощта на стоинчовия телескоп на Маунт Уилсън през 20-те години на миналия век. На първо място Едуин Хъбъл открил, че многото слаби петна светлина, наричани мъглявини, са всъщност други галактики, огромни купове звезди като нашето Слънце, но много отдалечени от нас. За да изглеждат толкова малки и слаби, разстоянията би трябвало да са толкова огромни, че на светлината да са й нужни милиони и дори милиарди години, за да достигне до нас. Това означава, че вселената не би могла да е само на няколко хиляди години.

Но второто откритие на Хъбъл е още по-забележително. Като анализирал светлината от другите галактики, той успял да определи дали те се движат към нас, или се отдалечават. За своя огромна изненада той установил, че почти всички се отдалечават. Нещо повече, колкото по-далече от нас се намират, толкова по-висока е скоростта на отдалечаването им. Иначе казано, вселената се разширява. Галактиките се отдалечават една от друга.

Откриването на разширяването на вселената било една от огромните интелектуални революции на двайсети век. То дошло като пълна изненада и напълно променило дискусията за възникването на вселената. Щом галактиките се раздалечават, в миналото те би трябвало да са били по-близо една до друга. По сегашната скорост на разширяването можем да изчислим, че са били наистина много близо една до друга преди около 10-15 милиарда години. Така че изглежда, че вселената е започнала някъде тогава, когато всичко в нея се е намирало в една точка от пространството.

Много учени обаче не били щастливи от идеята за начало на вселената, защото това като че ли означавало, че физиката се разпада. Би трябвало да се допусне намесата на някакъв външен фактор – да го наречем за удобство Бог, – който да определи как е започнала съществуването си вселената. Затова учените излезли с теории, според които вселената се разширява днес, но не е имала начало. Една от тях е т.нар. теория за стабилното състояние или за стационарна вселена, предложена през 1948 г. от Херман Бонди, Томас Голд и Фред Хойл.

Според тази теория вселената се разширява, но се образуват и нови галактики от материя, която се създава непрекъснато в пространството. Така вселената би могла да съществува вечно и да е винаги една и съща във всеки момент. Това последно свойство има голямото предимство да е предсказание, което може да се тества с наблюдение. Екип радиоастрономи от Кеймбридж под ръководството на Мартин Райл направи проучване на слаби източници на радиовълни в началото на 60-те. Тези радиовълни са разпределени сравнително равномерно, което показва, че повечето източници се намират извън нашата галактика, като по-слабите би трябвало да са по-отдалечени.

Теорията за стабилното състояние предсказва връзка между броя на източниците и

тяхната сила. Наблюденията обаче показват повече слаби източници от предсказаните, което означава, че в миналото плътността им е била по-висока. Това противоречи на основната предпоставка на теорията за стабилно състояние, че всичко е константно във времето. Поради това и поради други причини теорията за стабилно състояние на вселената е изоставена.

Друг опит да се избегне идеята за начало на вселената е предположението, че преди е имало фаза на свиване, но поради въртенето и локалните неравномерности в разпределението материята не се събира в една точка. Вместо това различните части материя се разминавали и вселената започнала да се разширява отново, като плътността ѝ винаги остава крайна. Руснаците Евгений Лифшиц и Исак Халатников дори заявиха, че са доказали, че общото свиване без точна симетрия винаги ще доведе до разширяване, като плътността си остава крайна. Този резултат беше много удобен за марксистко-ленинския диалектически материализъм, защото избягва неудобните въпроси за създаването на вселената, и затова се превърна в символ верую на съветските учени.

Аз започнах да се занимавам с космология точно когато Лифшиц и Халатников публикуваха заключението си, че вселената не е имала начало. Осъзнах, че въпросът е много важен, но не бях убеден от аргументите, приложени от двамата учени.

Свикнали сме с идеята, че събитията се причиняват от по-ранни събития, които на свой ред са причинени от още по-ранни – че има причинно-следствена връзка, която продължава назад в миналото. Да предположим обаче, че тази верига има начало, някакво първо събитие. Какво е причинило него? Това не беше въпрос, който много учени бяха склонни да разглеждат. Те се опитваха да го избегнат, като твърдяха, подобно на руснаците и защитниците на теорията за стабилното състояние, че вселената не е имала начало или че възникването на вселената е въпрос не на науката, а на метафизиката или религията. Аз смятам, че един истински учен не би трябвало да застава на подобна позиция. Щом законите на науката са били суспендирани в началото на вселената, какво пречи да бъдат отменени и в други моменти? Законът не е закон, ако важи само понякога. Смятам, че трябва да се опитваме да разберем възникването на вселената въз основа на науката. Това може да е непосилна задача, но въпреки това трябва да се опитаме.

С Роджър Пенроуз успяхме да докажем геометрични теореми, които показват, че вселената трябва да е имала начало, ако общата теория на относителността на Айнщайн е вярна и ако са налице някои разумни условия. Трудно е да се спори с математическа теорема, така че накрая Лифшиц и Халатников се съгласиха, че вселената трябва да има начало. Макар че идеята за възникване на вселената не пасва особено на комунистическите идеи, на идеологията никога не ѝ е било позволявано да застава на пътя на науката, поне що се отнася до физиката. Физиката е нужна за създаването на бомбата и е важно да работи. Съветската идеология обаче попречи на развитието на биологията с отричането на генетиката.

Макар че доказаните от Пенроуз и мен теореми показваха, че вселената трябва да е имала начало, те не даваха много информация за естеството на това начало. Те показваха, че началото е Големият взрив, когато цялата вселена и всичко в нея е било смачкано в една-единствена точка с безкрайна плътност – сингулярност на пространство-времето. В тази точка общата теория на относителността на Айнщайн се разпада. Поради това тя не може да се използва за предсказване по какъв начин е започнала съществуването си вселената. Така излиза, че произходът на вселената излиза извън обхвата на науката.

Наблюдението, потвърждаващо идеята за висока плътност на вселената в началото

на съществуването ѝ, дойде през октомври 1965 г., няколко месеца след първия ми резултат за сингулярност, с откриването на слаб фон микровълни в космоса. Те са същите като онези в микровълновата ви фурна, само че много по-слаби. Те биха могли да затоплят пицата ви само до $-270,5^{\circ}\text{C}$, което не върши работа за размразяването ѝ, да не говорим за приготвянето ѝ. Вие също можете да наблюдавате тези микровълни. Онези, които си спомнят аналоговите телевизори, със сигурност са ги виждали. Ако оставите телевизора си на празен канал, няколко процента от снежинките по екрана са причинени от фоновите микровълни. Единствената логична интерпретация на фоновото лъчение е, че то е остатък от едно ранно, много горещо и плътно състояние. С разширяването на вселената лъчението се е охладило и днес виждаме само слабите му остатъци.

Това, че вселената е започнала от сингулярност, не беше идея, която се харесваше на мен и на други хора. Причината общата теория на относителността на Айнщайн да се разпадне при Големия взрив е в това, че тя е т.нар. класическа теория. Иначе казано, тя приема нещо, което изглежда очевидно за здравия разум – че всяка частица има ясно определена позиция и скорост. При така наречените класически теории, ако някой знае положението и скоростта на всички частици във вселената в даден момент, може да изчисли какви ще бъдат те във всеки друг момент в миналото и бъдещето. В началото на двайсети век обаче учените открили, че не могат да изчислят точно какво ще се случи на много къси разстояния. Причината не била в това, че се нуждаели от по-добри теории. Сякаш в природата съществувало някакво ниво на случайност или неопределеност, което не може да бъде премахнато, независимо колко добри са теориите ни. Това може да се обобщи в принципа на неопределеността, предложен през 1927 г. от немския учен Вернер Хайзенберг. Според него не може да се предскаже точно едновременно позицията и скоростта на една частица. Колкото поточно се предсказва позицията, толкова по-неточно става определянето на скоростта ѝ и обратно.

Айнщайн категорично възразил на идеята, че вселената се управлява от случайността. Чувствата му са обобщени в афоризма му „Бог не играе на зарове“. Всички свидетелства обаче показват, че Бог е заклет комарджия. Вселената е като огромно казино, където непрекъснато се хвърлят зарове и се въртят колела. Собственикът на казиното рискува да изгуби пари при всяко хвърляне или завъртане на рулетката. Като цяло обаче залозите и рисковете се изравняват и собственикът се грижи изравняването да е в негова полза. Именно затова казината са толкова богати. Единственият шанс да ги победите е като заложите всичките си пари на няколко хвърляния на заровете или завъртания на рулетката.

Същото важи и за вселената. Когато тя е голяма, има много хвърляния на зарове и резултатите се изравняват до нещо, което може да се предскаже. Но когато вселената е много малка, както е била непосредствено след Големия взрив, хвърлянията са били малки и принципът на неопределеността става много важен. Ето защо този принцип трябва да се включи в общата теория на относителността на Айнщайн, ако искаме да разберем произхода на вселената. Това е голямото предизвикателство в теоретичната физика през последните най-малко трийсет години. Все още не сме го решили, но сме постигнали голям напредък.

Да предположим, че се опитваме да предскажем бъдещето. Тъй като знаем само някои комбинации от позиция и скорост на дадена частица, ние не можем да правим точни предсказания за бъдещите позиции и скорост. Можем само да кажем каква е вероятността за конкретна комбинация от позиции и скорости. Това означава, че дадено бъдеще има някаква вероятност да се случи. Да предположим обаче, че се опитаме да

разберем по същия начин и миналото.

Предвид естеството на наблюденията, които сме в състояние да правим сега, ние можем само да посочим някаква вероятност за дадена история на вселената. Това означава, че вселената трябва да има много други възможни истории, всяка със своя собствена вероятност. Има история на вселената, в която Англия отново печели Световната купа, макар че вероятността за това е малка. Идеята, че вселената има много истории, може да изглежда като научна фантастика, но днес е приет научен факт. Дължим това на Ричард Файнман, който работеше в престижния Калифорнийски технологичен институт и свиреше на бонго на кръстовищата. Подходът на Файнман към разбирането как се случват нещата е да даде на всяка възможна история конкретна вероятност и така да прави предсказания. Това работи чудесно за предсказване на бъдещето, така че приемаме, че същото важи и за миналото.

Днес учените се опитват да съчетаят общата теория на относителността на Айнщайн и идеята на Файнман за множество истории в една завършена обединена теория, способна да опише всичко, което се случва във вселената. Тази обединена теория ще ни даде възможност да изчислим как ще се развива вселената, ако знаем състоянието ѝ в даден момент. Но обединената теория сама по себе си няма да ни каже как е започнала съществуването си вселената и какво е било първоначалното ѝ състояние. За целта ни трябва нещо допълнително. Нужни са ни т.нар. гранични състояния – неща, които ни казват какво се случва по границите на вселената, по краищата на пространството и времето. Ако границата на вселената беше на някаква нормална точка от пространството и времето, бихме могли да я преминем и да присъединим територията отвъд нея като част от вселената. От друга страна, ако границата на вселената се намираше на някакъв неравен ръб, където пространството или времето се смачкани и плътността е безкрайна, би било много трудно да дефинираме смислени гранични условия. Така че не е ясно какви гранични условия са необходими. Изглежда, че няма логична основа за избирането на едни или други условия.

Джим Хартъл от Калифорнийския университет в Санта Барбара и аз обаче осъзнахме, че има и трета възможност. Може би вселената няма граница в пространството и времето. На пръв поглед това противоречи пряко на геометричните теореми, за които споменах по-горе. Те показват, че вселената трябва да има начало, граница във времето. За да бъдат обаче техниките на Файнман добре дефинирани, математиците разработиха концепция, наречена имагинерно време. То няма нищо общо с реалното време, което познаваме, а представлява математически трик, който позволява на изчисленията да работят и замества реалното време. Нашата идея беше да покажем, че в имагинерното време няма граница. По този начин се избягва необходимостта от гранични условия. Нарекохме това предложение безгранично.

Ако граничното условие на вселената е тя да няма граници в имагинерното време, тя няма да има само една история. В имагинерното време има много истории, като всяка от тях определя история в реалното време. Така имаме свръхизобилие от истории за вселената. Какво е онова, което избира една конкретна история или набор от истории, в които живеем ние, от всички възможни истории на вселената?

Тук бързо забелязваме, че много от тези възможни истории на вселената няма да минат през поредицата от образуване на звезди и галактики, което е съществено за нашето съществуване и развитие. Може би е възможно разумни същества да се развият без галактики и звезди, но изглежда малко вероятно. Така самият факт, че съществуваме

и можем да задаваме въпроса „Защо вселената е такава, каквато е?“, представлява рестрикция на историята, в която живеем. Това означава, че тя е една от малкото истории, в които съществуват звезди и галактики. Това е пример на т.нар. антропичен принцип. Според него вселената трябва да бъде повече или по-малко такава, каквато я виждаме, защото ако беше различна, нямаше да има кой да я наблюдава.

Мнозина учени не харесват антропичния принцип, защото той прилича на размахване на магическа пръчка и няма много предсказателна сила. Но на антропичния принцип може да бъде дадена точна формулировка и изглежда съществен, когато се занимаваме с възникването на вселената. М-теорията, която е най-добрият ни кандидат за завършена обединена теория, позволява съществуването на множество възможни истории на вселената. Повечето от тях са напълно неподходящи за възникването на разумен живот. Те са празни, недълговечни, прекалено изкривени или сбъркани по някакъв друг начин. И в същото време според идеята на Ричард Файнман тези необитаеми истории могат да са много вероятни.

Нас всъщност не ни е грижа колко са историите, в които няма разумни същества. Интересуват ни само подмножеството истории, в които се развива разумен живот. Не е необходимо да става въпрос за човешки същества. Малки зелени човечества също ще свършат работа – при това може би по-добре. Човешката раса не е особено добър пример за разумно поведение.

Като пример за силата на антропичния принцип можем да вземем броя посоки в пространството. От опит знаем, че живеем в триизмерно пространство. Това означава, че можем да представим позицията на дадена точка в пространството с три числа – например географска ширина, дължина и надморска височина. Защо обаче пространството е триизмерно? Защо няма само две измерения, или четири, или някакъв друг брой, както е в научната фантастика? Всъщност в М-теорията пространството има десет измерения (плюс едно измерение за времето), но седем от тях са силно извити и малки, оставяйки трите основни измерения, които са големи и почти плоски. Можем да направим аналог със сламка. Повърхността на сламката е двуизмерна. Едната посока обаче е извита в малък кръг, така че от разстояние сламката прилича на едноизмерна линия.

Защо не живеем в история, в която са извити осем измерения, оставяйки само две, които забелязваме? Във вселена с две измерения едно живо същество би имало сериозни трудности с храносмилането. Ако има храносмилателна система като нашата, която минава през него, тя би го разделила на две и горкото животно би се разпаднало. Така че две плоски измерения не са достатъчни за нещо сложно като разумен живот. В трите пространствени измерения има нещо специално. В три измерения планетите могат да имат стабилни орбити около звездите. Това е следствие от силата на гравитацията, която се подчинява на закона за обратна пропорционалност на квадрата от разстоянието, открит от Робърт Хук през 1665 г. и развит от Исак Нютон. Вземете гравитационното привличане на две тела на дадено разстояние. Ако разстоянието се удвои, силата на привличане намалява двойно. Ако разстоянието се утрои, силата намалява девет пъти, ако се учетвори – шестнайсет пъти и т.н. Това води до стабилни планетарни орбити. А сега да си представим вселена с четири пространствени измерения. В този случай силата на гравитацията ще се подчинява на закон за обратна пропорционалност на куба от разстоянието. Ако разстоянието между две тела се удвои, силата на привличане помежду им ще отслабне осем пъти, ако се утрои – двайсет и седем пъти, а ако се учетвори – шейсет и четири пъти. Тези промени според закона няма да позволят на планетите да поддържат

стабилни орбити около слънцата си. Те или ще паднат върху слънцето, или ще отлетят в космическия мрак и студ. По същия начин орбитите на електроните в атомите нямаше да са стабилни и материята нямаше да съществува във вида, в който я познаваме. Това означава, че макар че идеята за множество истории позволява всякакъв брой почти плоски измерения, само онези с три измерения ще съдържат разумни същества. Само в тях някой ще може да се запита: „Защо пространството има три измерения?“.

Една забележителна черта на наблюдаваната вселена е микровълновото фоново лъчение, открито от Арно Пензиас и Робърт Уилсън. По същество то ни показва каква е била вселената, когато е била съвсем млада. Този микровълнов фон е почти един и същ навсякъде и да погледнем. Разликите между различните посоки възлизат на около едно на сто хиляди. Те са невероятно малки и се нуждаят от обяснение. Общоприетото обяснение за равномерността е, че много рано в историята си вселената е преминала през период на изключително бързо разширяване от порядъка на поне милиард милиард милиарди. Този процес е известен като инфлация – нещо, което е било добро за вселената, за разлика от инфлацията на цените, която така често мъчи нас. Ако това беше всичко, микровълновото лъчение би трябвало да е абсолютно еднакво във всички посоки. На какво тогава се дължат малките разлики, които наблюдаваме?

В началото на 1982 г. написах статия, в която предположих, че разликите се дължат на квантови флуктуации по време на инфлационния период. Квантовите флуктуации се случват като следствие от принципа на неопределеността. Нещо повече, тези флуктуации са били семената на структурите в нашата вселена – галактиките, звездите и нас. Тази идея представлява в общи линии същия механизъм като т.нар. лъчение на Хокинг от събитийния хоризонт на черна дупка, което бях предсказал десетилетие по-рано, с това изключение, че сега то идва от космологичен хоризонт – повърхността, която разделя вселената между частите, които можем да видим, и онези, които не можем. През лятото на същата година проведохме в Кеймбридж семинар, на който присъстваха всички основни учени, работещи в тази област. На тази среща формулирахме до голяма степен сегашната представа за инфлацията, която позволява образуването на галактики и съответно собственото ни съществуване. Няколко души допринесоха за окончателния отговор. Това беше десет години преди флуктуациите в микровълновото лъчение да бъдат регистрирани от сателита COBE през 1993 г., така че теорията беше изпреварила доста експеримента.

Космологията се превърна в точна наука след още десет години, през 2003, когато дойдоха първите резултати от сателита WMAP. WMAP създаде чудесна карта на температурата на фоновото микровълново лъчение – снимка на вселената, когато е била на възраст около една стотна от сегашната ѝ. Неравномерностите, които се виждат на нея, са предсказани от инфлацията и означават, че някои региони на вселената са били с малко по-висока плътност от други. Гравитационното привличане на по-високата плътност забавя разширяването на този регион и накрая може да доведе до колапс и образуване на звезди и галактики. Така че се вгледайте внимателно в картата на микровълновото небе. Тя е основният чертеж за цялата структура на вселената. Ние сме продукт на квантови флуктуации в ранната вселена. Така че Бог наистина играе на зарове.

Днес WMAP е заместен от сателита „Планк“, който ни осигури карта на вселената с много по-висока разделителна способност. „Планк“ сериозно тества теориите ни и може дори да засече отпечатъка от гравитационните вълни, предсказани от инфлацията. Това би била квантова гравитация, изписана в небето.

Възможно е да има други вселени. М-теорията предсказва, че от нищото са възникнали огромен брой вселени, всяка от които отговаря на многото различни възможни истории. Всяка вселена има множество възможни истории и състояния, докато се развива до настоящето и в бъдещето. Повечето от тези състояния ще бъдат напълно различни от вселената, която наблюдаваме ние.

Все още има надежда, че ще видим първите доказателства на М-теорията в ускорителя на частици в ЦЕРН, Женева, известен като Големия адронен колайдер (LHC). От гледната точка на М-теорията той изследва единствено ниските енергии, но можем да изкараме късмет и да видим по-слаб сигнал от фундаментална теория като суперсиметрията. Мисля, че откриването на суперсиметрични модели за познатите частици ще предизвика революция в разбирането ни на вселената.

През 2012 г. беше обявено откриването на Хигс частицата в LHC. Това бе първото откриване на нова елементарна частица през двайсет и първи век. Все още има надежда, че LHC ще открие суперсиметрия. Но дори ускорителят да не засече нови елементарни частици, суперсиметрията може да бъде открита в следващото поколение ускорители, които се планират в момента.

Самото начало на вселената в горещия Голям взрив е върховната високоенергийна лаборатория за тестване на М-теорията и нашите идеи за градивните частици на пространство-времето и материята. Различните теории оставят различни отпечатъци в сегашната структура на вселената, така че астрофизичните данни могат да ни дадат насоки за обединяването на всички сили на природата. Така че може и да има други вселени, но за съжаление ние никога няма да бъдем в състояние да ги изследваме.

Дотук се спряхме върху възникването на вселената. Но остават още два големи въпроса. Ще има ли край вселената? И уникална ли е тя?

Какво ще бъде бъдещото поведение на най-вероятните истории на вселената? Изглежда, има различни възможности, които са съвместими с появата на разумни същества. Те зависят от количеството материя във вселената. Ако тя е повече от определено критично количество, гравитационното привличане между галактиките ще забави разширяването.

Накрая те ще започнат да се приближават една към друга и накрая всичко ще се слее в Голям срыв. Това ще бъде край на историята на вселената – в реално време. Когато бях в Далечния изток, ме помолиха да не споменавам Големия срыв, защото това можело да не се отрази добре на пазара. Но пазарите се сринаха, така че може би информацията по някакъв начин е успяла да изтече. Във Великобритания хората не изглеждат особено разтревожени от възможен край на вселената след двайсет милиарда години. Дотогава човек може доста да яде, да пие и да се весели.

Ако плътността на вселената е под критичната стойност, гравитацията е твърде слаба, за да спре раздалечаването на галактиките. Всички звезди ще изразходват горивото си и вселената ще става все по-пуста и по-студена. Така че отново всичко ще свърши, но не по толкова драматичен начин. И пак дотогава ни остават милиарди години.

С този отговор се опитах да обясня нещо за възникването, бъдещето и природата на нашата вселена. В миналото тя е била малка и плътна, подобно на ореховата черупка, с която започнах. Този орех обаче кодира всичко, което се случва в реално време. Така че Хамлет е бил напълно прав. Бихме могли да сме затворени в орехова черупка и пак да се чувстваме владетели на безкрайните простори.

Какво е имало преди Големия взрив?

Според идеята за безграничност питането какво е имало преди Големия взрив е лишено от смисъл – все едно да питате какво се намира южно от Южния полюс, – защото не съществува време, спрямо което да се правят наблюдения. Концепцията за време съществува само в рамките на нашата вселена.

3.

Има ли друг разумен живот във вселената?



Бих искал да се спра за кратко върху развитието на живот във вселената и по-конкретно върху възникването на разумен живот. Ще приема, че това включва и човешката раса, макар че поведението ни през историята до голяма степен е било доста глупаво и едва ли може да се каже, че е допринесло за оцеляването на вида ни. Двата въпроса, които ще обсъдя тук, са: „Каква е вероятността да има живот другаде във вселената?“ и „Как би се развил животът в бъдещето?“.

Всеки знае от опит, че с времето нещата стават поразбъркани и хаотични. Това наблюдение дори си има свой собствен закон – т.нар. втори закон на термодинамиката. Според него общото количество безредие или ентропия във вселената винаги се увеличава с времето. Законът обаче се отнася само до общото количество безредие. Редът в едно тяло може да се увеличи, стига количеството безредие в околната му среда да се увеличава повече.

Точно това се случва в живото същество. Можем да дефинираме живота като подредена система, която може да се противопоставя на тенденцията към безредие и да се възпроизвежда. Иначе казано, тя може да създава подобни, но независими подредени системи. За целта системата трябва да преобразува енергия в някаква подредена форма (като храна, слънчева светлина или електричество) в не подредена, във формата на топлина. По този начин системата може да отговори на изискването общото количество на безредие да се увеличава, като в същото време поддържа и увеличава реда в себе си и в поколението си. Все едно родители живеят в къща, която става все по-разхвърляна всеки път, когато им се ражда ново дете.

Живо същество като вас или мен обикновено има два елемента – набор инструкции, които казват на системата как да продължава да работи и да се възпроизвежда, и механизъм за изпълняване на тези инструкции. В биологията тези две части се наричат гени и метаболизъм. Заслужава си обаче да се наблегне, че в тях няма нищо биологическо. Например компютърният вирус е програма, която прави копия на себе си в паметта на компютъра и се прехвърля в други компютри. Така той отговаря на дефиницията за жива система, която ви дадох. Подобно на биологическия вирус, той е доста дегенеративна форма, защото съдържа единствено инструкции или гени и няма никакъв собствен метаболизъм. Вместо това вирусът препрограмира метаболизма на компютъра гостоприемник или на клетката. Някои се съмняват, че вирусите могат да се смятат за живот, защото са паразити и не могат да съществуват независимо от гостоприемниците си. Но пък същото може да се каже за повечето форми на живот, включително за нас, тъй като те се хранят и зависят за оцеляването си от други форми на живот. Аз мисля,

че компютърният вирус следва да се смята за жив. Може би това, че единствената форма на живот, която сме създали досега, е изцяло унищожителна, говори нещо за човешката природа. Създаваме живот по свой образ и подобие. По-нататък ще се върна отново на електронните форми на живот.

Онова, което обикновено възприемаме като „живот“, е основано на вериги въглеродни атоми и малко други като азот или фосфор. Може да се предположи, че е възможен живот на някаква друга химична основа като силиция, но въглеродът изглежда най-предпочитан, защото има най-богатата химия. За съществуването на въглеродните атоми с техните свойства е необходима фина настройка на физичните константи като КХД³, електрическият заряд и дори измерението на пространство-времето. Ако тези константи имаха различни стойности, или ядрото на въглеродния атом нямаше да бъде стабилно, или електроните щяха да пропаднат в него. На пръв поглед изглежда забележително, че вселената е така фино настроена.

Може би това е доказателство, че тя е била нарочно проектирана, за да създаде човешката раса. С подобни аргументи обаче трябва да се внимава поради антропичния принцип – идеята, че теориите ни за вселената трябва да са съвместими със собственото ни съществуване. Това се основава на очевидната истина, че ако вселената не беше годна за живот, нямаше да питаме защо е толкова фино настроена. Антропичният принцип може да се приложи и в двете му версии – силна и слаба. За силния антропичен принцип може да се предположи, че съществуват множество различни вселени, във всяка от които стойностите на физичните константи са различни. В малка част от тези вселени стойностите ще позволят съществуването на обекти като въглеродните атоми, които да изиграят ролята на строителен материал на живи системи. Тъй като трябва да живеем в една от тези вселени, не бива да се изненадваме, че физичните константи са фино настроени. Ако не бяха, нямаше да сме тук. Така силният антропичен принцип не е особено задоволителен – какъв смисъл има в съществуването на всички останали вселени? И ако те са отделени от нашата, как онова, което се случва в тях, може да засегне нашата вселена? Затова ще възприема т.нар. слаб антропичен принцип – тоест ще взема стойностите на физичните константи като даденост. Ще видя обаче какви заключения могат да се направят от факта, че животът съществува на тази планета и на този етап от историята на вселената.

Когато вселената е започнала съществуването си с Големия взрив преди около 13,8 милиарда години, в нея не е имало въглерод. Тя е била толкова гореща, че цялата материя е била във формата на частици, наречени протони и неутрони. Първоначално е имало равен брой протони и неутрони. С разширяването си обаче вселената е започнала да се охлажда. Около минута след Големия взрив температурите са паднали до около един милиард градуса, стотина пъти повече от температурата в Слънцето. При тази температура неутроните започват да се разпадат в повече протони.

Ако се е случило единствено това, цялата материя във вселената би образувала най-простия елемент – водорода, чието ядро се състои от един протон. Някои неутрони обаче се сблъскали с протони и останали заедно, за да образуват следващия най-прост елемент – хелий, чието ядро се състои от два протона и два неутрона. Но по-тежките елементи като въглерода или кислорода не биха могли да се образуват в ранната вселена. Трудно е да си представим, че може да се изгради жива система само от водород

³ Квантова хромодинамика – теория на силното ядрено взаимодействие – Б. пр.

и хелий; пък и ранната вселена все още е била прекалено гореща, за да позволи комбинирането на атомите в молекули.

Вселената продължила да се разширява и охлажда. Някои региони от нея обаче имали малко по-висока плътност от други и гравитационното привличане на допълнителната материя в тях забавило разширяването им и накрая го спряло. Те се свили и около два милиарда години след Големия взрив образували първите галактики и звезди. Някои от ранните звезди били по-масивни и по-горещи от нашето Слънце и са изгорили първоначалните си запаси от водород и хелий в по-тежки елементи като въглерод, кислород и желязо. За този процес са били нужни само няколкостотин милиона години. След това някои звезди експлодирали като свръхнови и разпръснали тежките елементи в космоса, създавайки изходния материал за по-късните поколения звезди.

Другите звезди са твърде отдалечени от нас, за да можем да видим пряко дали около тях обикалят планети. Има обаче две техники, които ни позволяват да откриваме такива планети. Първата е да наблюдаваме звездата и да видим дали идващото от нея количество светлина е константно. Ако пред звездата премине планета, светлината леко ще отслабне. Звездата малко ще потъмнее. Ако това се случва на редовни интервали, значи около звездата обикаля планета. Вторият начин е да се измери точно положението на звездата. Ако около нея обикаля планета, тя ще предизвиква малко отклонение в позицията ѝ. Ако отклонението се повтаря, може да се заключи, че около звездата обикаля планета. Тези методи бяха приложени за първи път преди двайсетина години и до днес са открити няколко хиляди планети, обикалящи около далечни звезди. Изчислено е, че около една на всеки пет звезди обикаля подобна на Земята планета на разстояние, позволяващо зараждането на живот във вида, в който го познаваме. Нашата слънчева система се е образувала преди около четири и половина милиарда години, или малко повече от девет милиарда години след Големия взрив, от облак газ, съдържащ останки на по-ранни звезди. Земята се е формирала предимно от по-тежките елементи, включително въглерод и кислород. По някакъв начин някои от тези атоми са се подредили във формата на молекулите на ДНК – прочутата двойна спирала, открита през 50-те години от Франсис Крик и Джеймс Уотсън в една барака на територията на Новия музей в Кеймбридж. Двете вериги на спиралата са свързани помежду си от двойка нуклеинови киселини.

Нуклеиновите киселини са четири типа – аденин, цитозин, гуанин и тимин. На аденина в едната верига винаги отговаря тимин в другата, а на гуанина – цитозин. Така секвенцията нуклеинови киселини в едната верига определя уникална съответстваща секвенция в другата. Двете вериги могат да се разделят и всяка играе ролята на шаблон за изграждане на нови вериги. Така молекулите на ДНК могат да възпроизвеждат генетичната информация, кодирана в секвенциите нуклеинови киселини. Някои части от секвенцията могат да се използват и за производството на белтъци и други съединения, които да изпълняват кодираните инструкции и да сглобяват суровия материал за възпроизводството на ДНК.

Както вече казах, не знаем как са се появили първите молекули ДНК. Тъй като шансовете подобна молекула да се образува от случайни флуктуации са много малки, някои изказват предположението, че животът е дошъл на Земята от другаде – например бил е донесен от скали, отчупени от Марс по времето, когато планетите са били все още нестабилни – и че из цялата галактика се носят семена на живота. Изглежда малко вероятно обаче ДНК да оцелее дълго на радиацията в космоса.

Ако възникването на живот на дадена планета е много малко вероятно, би трябвало

да се очаква появата му да отнеме много време. По-точно би трябвало да се очаква той да се появи на много късен етап, като същевременно има достатъчно време за по-нататъшна еволюция и появата на разумни същества като нас, преди Слънцето да се раздуе и да погълне Земята. Времевият отрязък, в който може да се случи това, е продължителността на живот на Слънцето – около десет милиарда години. За това време една разумна форма на живот би могла да овладее космическите пътувания и да се спаси на друга звезда. Но ако това е невъзможно, животът на Земята би трябвало да е обречен.

Има фосилни доказателства за съществуването на живот на Земята преди около три и половина милиарда години. Това означава само 500 милиона години след като Земята станала стабилна и достатъчно студена, за да позволи развитието му. Но животът може да се нуждае от няколко милиарда години, за да се развие във вселената и пак да му остане време за появата на същества като нас, които могат да задават въпроси за произхода на живота. Ако вероятността на дадена планета да се появи живот е много малка, защо това се е случило на Земята, при това за около една четиринайсета от наличното ѝ време?

Ранната поява на живот на Земята дава основание да се предположи, че има голяма вероятност за спонтанно зараждане на живот при подходящи условия. Може би е имало някаква по-проста форма на организация, довела до появата на ДНК. Възможно е след появата си ДНК да е била толкова успешна, че да е изместила напълно по-ранните форми. Не знаем какви може да са били те, но една възможност е РНК.

РНК е подобна на ДНК, но доста по-проста и няма структурата на двойна спирала. Къси отрязъци РНК могат да се възпроизвеждат като ДНК и в крайна сметка да изградят ДНК. Ние не можем да произвеждаме в лаборатория нуклеинови киселини от изходните материали, съответно не можем да създаваме и РНК. Но при наличие на 500 милиона години и океаните, покривали по-голямата част от Земята, има разумна вероятност РНК да се е появила случайно.

При възпроизводството на ДНК се получават случайни грешки, много от които са вредни и водят до отмиране.

Други са неутрални и не засягат функционирането на гена. А някои грешки са благоприятни за оцеляването на вида – и се избират от естествения отбор, открит от Дарвин.

Процесът на биологична еволюция отначало е бил много бавен. Нужни са били около два и половина милиарда години преди най-ранните клетки да се развият в многоклетъчни организми. След това обаче са били необходими по-малко от милиард години някои от тях да се развият в риби, а от рибите по-късно да се появят сухоземни животни и бозайници. След това еволюцията сякаш се ускорила още повече. Нужни са били около сто милиона години за появата на човека от ранните бозайници. Причината за това е, че ранните бозайници вече са притежавали свои версии на основните органи, които имаме ние. За появата на човека е била необходима само малко фина настройка.

Но с появата на човешката раса еволюцията достигнала критичен етап, който по важност може да се сравни с възникването на ДНК. Става въпрос за възникването на езика и по-точно на писмеността. Това означава, че информацията може да се предава от поколение на поколение и по друг начин, освен чрез ДНК. През десетте хиляди години писана история има забележима промяна в човешката ДНК, причинена от биологичната еволюция, но количеството знания, предавани от поколение на поколение, е нараснало неимоверно. Написал съм книги, които ви разказват нещо от онова, което съм

научил за вселената през дългата ми кариера на учен, и по този начин аз предавам познание от моя мозък върху страницата, така че вие да можете да го прочетете.

ДНК в човешката яйцеклетка или сперматозоид съдържа приблизително три милиарда основни двойки нуклеинови киселини. Голяма част от кодираната в тази секвенция информация обаче, изглежда, е излишна или неактивна. Така че общото количество полезна информация в гените ни е вероятно някъде към сто милиона бита. Един бит информация е отговор да/не на някакъв въпрос. За сравнение, един роман може да съдържа два милиона бита информация. Така човешкото същество е еквивалент на около петдесет книги за Хари Потър, а една голяма национална библиотека може да съдържа около пет милиона книги, или около десет трилиона бита. Информацията, предавана в книгите или чрез интернет, е сто хиляди пъти повече от онази, която се съдържа в ДНК.

Още по-важен е фактът, че информацията в книгите може да се променя и осъвременява много по-бързо. Необходими са ни били няколко милиона години да се развием от по-примитивните ранни маймуни. През това време полезната информация в нашата ДНК се е променила може би само с няколко милиона бита, така че скоростта на биологичната еволюция у хората е около един бит на година. За разлика от това, всяка година на английски език се издават около 50 000 нови книги, съдържащи около сто милиарда бита информация. Разбира се, огромна част от нея е боклук и не е от полза за никаква форма на живот. Но въпреки това скоростта, с която може да се добавя полезна информация, е милиони, ако не милиарди пъти по-висока от онази на ДНК.

Това означава, че сме влезли в нова фаза на еволюцията. Отначало тя е вървяла чрез естествен отбор – от случайните мутации. Тази фаза е продължила около три и половина милиарда години и е създала нас – същества, развили език за размяна на информация. Но през последните десетина хиляди години ние се намираме в нещо, което може да се нарече фаза на външна трансмисия. В тази фаза *вътрешният* запис на информация, предавана на следващите поколения в ДНК, се е променил само донякъде. Но *външният* запис – този в книгите и в други трайни форми на съхранение – е нараснал неимоверно.

Някои хора използват термина „еволюция“ само за вътрешно предавания генетичен материал и биха възразили той да се прилага към външното предаване на информация. Аз обаче намирам това виждане за твърде тясно. Ние сме повече от гените си. Може да не сме по-силни или присъщо по-интелигентни от пещерните ни предци. Но онова, което ни отличава от тях, е знанието, което сме натрупали през последните десет хиляди години и особено през последните триста. Мисля, че е основателно да се възприеме един по-широк поглед и в еволюцията на човешката раса да се включи както ДНК, така и външно предаваната информация.

Времевата скала за еволюцията в периода на външно предаване е период на натрупване на информация. Някога тя е обхващала стотици и дори хиляди години. Днес обаче времевата скала се е свила до около петдесет или по-малко години. От друга страна, мозъците, с които обработваме тази информация, се развиват само според дарвиновата времева скала от стотици хиляди години. Това започва да причинява проблеми. През осемнайсети век се твърдяло, че има човек, който е прочел всяка написана книга. Днес обаче, ако четете по една книга на ден, ще ви трябват много десетки хиляди години, за да прочетете всички книги в една национална библиотека. А през това време ще бъдат написани още много книги.

Това означава, че никой не може да овладее повече от една мъничка част от човешкото познание. Хората трябва да се специализират във все по-тесни и по-тесни области. Това вероятно ще бъде основно ограничение в бъдещето. Ние със сигурност не можем да продължим дълго време с експоненциалното нарастване на познанието, на което сме свидетели през последните триста години. Още по-голямо ограничение и опасност за бъдещите поколения е това, че все още имаме инстинктите и най-вече агресивните импулси, които сме имали от първобитните времена. Агресията във формата на подчиняване или убиване на други мъже и отнемането на жените и храната им определено е давала предимство за оцеляване. Но днес тя може да унищожи цялата човешка раса и голяма част от останалия живот на Земята. Ядрената война все още е най-непосредствената заплаха, но има и други, като например пускането на изкуствено създадени вируси. Или засилването на парниковия ефект до степен да стане неуправляем.

Няма време да чакаме Дарвиновата еволюция да ни направи по-разумни и по-добри. Днес обаче ние влизаме в нова фаза на нещо, което може да се нарече проектирана еволюция, при която ще можем да променяме и подобряваме нашата ДНК. Вече разчетохме ДНК, което означава, че сме прочели „книгата на живота“, така че можем да започнем да пишем поправки. Отначало тези промени ще бъдат ограничени до поправката на генетични дефекти като цистична фиброза и мускулна дистрофия, които се контролират от отделни гени и са сравнително лесни за идентифициране и корекция. Други качества като интелекта вероятно се контролират от голям брой гени и тяхното откриване и разбирането на отношенията помежду им ще бъде много по-трудно. Въпреки това аз съм сигурен, че в рамките на този век хората ще открият как да променят интелекта и инстинкти като агресията.

Вероятно ще бъдат наложени закони против генното инженерство върху човешки същества. Но някои хора няма да могат да устоят на изкушението да подобрят човешките характеристики като обема на паметта, устойчивостта на болести и продължителността на живот. Щом се появят подобни свръхчовеци, ще настъпят сериозни политически проблеми с неподобрените хора, които няма да могат да се конкурират с новите. Може да се предположи, че те ще отмрат или ще престанат да имат значение. Вместо тях ще има раса проектиращи себе си същества, които се подобряват с все по-високи темпове.

Ако успее да се промени, да намали или елиминира риска от самоунищожение, човешката раса вероятно ще започне да колонизира други планети и звезди. Само че космическите пътувания на далечни разстояния ще бъдат трудни за форми на живот на химическа основа и ДНК (като нас). Естествената продължителност на живота на подобни същества е кратка в сравнение с времето за пътуване. Според теорията на относителността нищо не може да се движи по-бързо от светлината, така че едно отиване и връщане от нашата слънчева система до най-близката звезда ще ни отнеме най-малко осем години, а до центъра на галактиката – около 50 000 години. В космическата фантастика тези трудности се преодоляват с изкривяване на пространството или пътуване през други измерения. Аз обаче не мисля, че подобни неща някога ще бъдат възможни, без значение колко интелигентен стане животът. Според теорията на относителността, ако можем да се движим по-бързо от светлината, ще можем да пътуваме и назад във времето, а това би довело до проблеми, в които хора се връщат и променят миналото. Освен това би трябвало вече да сме виждали големи тумби туристи от бъдещето, дошли да видят нашия очарователен старомоден начин на живот.

Би могло с помощта на генното инженерство да се направи така, че ДНК животът

да оцелее неопределено дълго или поне 100 000 години. Но по-лесният начин, който вече почти изглежда осъществим, е да изпратим машини. Те могат да бъдат проектирани да издържат достатъчно дълго за междוזвездно пътуване. Когато достигнат нова звезда, те биха могли да кацнат на подходяща планета и да добият полезни изкопаеми за производството на още машини, които да бъдат изпратени към други звезди. Тези машини ще бъдат нова форма на живот, основан на механични и електронни компоненти вместо на макромолекули. Накрая те биха могли да заместят основаващия се на ДНК живот, както ДНК вероятно е заместила по-ранни форми.

* * *

Какви са шансовете да се натъкнем на някаква извънземна форма на живот, докато изследваме галактиката? Ако аргументът за времевата скала за появата на живот на Земята е верен, би трябвало да има много други звезди, на чиито планети има живот. Някои от тези звездни системи може да са се образували пет милиарда години преди Земята; тогава защо галактиката не е претърпана с проектиращи себе си механични или биологични форми на живот? Защо Земята не е била посетена и дори колонизирана? Между другото, отхвърлям предположенията, че наблюдаваните НЛО са на същества от далечния космос, тъй като смятам, че всякакви посещения от извънземни ще бъдат много по-очевидни – и по всяка вероятност много по-неприятни.

Защо тогава не са ни посетили? Може би вероятността за спонтанното възникване на живот е толкова малка, че Земята е единствената планета в галактиката – или в наблюдаваната вселена, – на която това се е случило. Друга възможност е да има разумна вероятност за формиране на самовъзпроизвеждащи се системи като клетките, но повечето от тези форми на живот да не са се развили до разум. Ние сме свикнали да мислим за разумния живот като за неизбежна последица от еволюцията, но ако това не е така? Антропичният принцип би трябвало да ни предупреди да внимаваме с подобни аргументи. По-вероятно е еволюцията да е случаен процес, в който разумът е само един от множество възможни резултати.

Дори не е ясно дали разумът има дългосрочни шансове за оцеляване. Бактериите и другите едноклетъчни организми може и да продължат да живеят, ако целият останал живот на Земята бъде заличен от нашите действия. Може би разумът е малко вероятно развитие на живота на Земята от гледна точка на хронологията на еволюцията, тъй като е било необходимо много дълго време – два и половина милиарда години – за преминаване от едноклетъчни към многоклетъчни същества, които са необходимо по-ранно изискване за разума. Два и половина милиарда години са значителна част от общото налично време преди Слънцето да се раздуе и да унищожи планетата ни, така че това съответства на хипотезата, че вероятността за възникването на разумен живот е малка. В този случай можем да очакваме да открием множество други форми на живот в галактиката, но едва ли ще попаднем на разумен.

Друг начин, по който животът може да не успее да достигне до етапа на разум, е ако някой астероид или комета се сблъска с планетата. През 1994 г. наблюдавахме сблъскването на кометата Шумейкър-Леви с Юпитер. Резултат от сблъсъка беше серия огромни огнени топки. Смята се, че сблъсъкът на едно доста по-малко небесно тяло със Земята преди около шейсет и пет милиона години е довел до измирането на динозаврите. Оцелели някои дребни бозайници, но всичко с размерите на човешко същество

почти със сигурност е било заличено. Трудно е да се каже колко често се случват подобни сблъсъци, но разумно предположение е, че това става средно веднъж на двацет милиона години. Ако това е така, значи разумният живот на Земята се е развил единствено благодарение на щастливата случайност, че през последните шейсет и шест милиона години не е имало големи сблъсъци. Други планети в галактиката, на които е възникнал живот, може да не са имали достатъчно дълъг период без сблъсъци, през който да се появят разумни същества.

Трета възможност е да има значителна вероятност за възникване на живот и развитието му до поява на разумни същества, но след това системата става нестабилна и разумният живот се самоунищожава. Това би било доста песимистично заключение и много се надявам то да не е вярно.

Лично аз предпочитам четвърта възможност – че има други форми разумен живот, но не сме го забелязали. През 2015 г. участвах в стартирането на проекта *Breakthrough Listen*. Проектът се занимава с търсене на радиосигнали от разумен извънземен живот и разполага със свръхмодерно оборудване, щедро финансиране и хиляди часове отделено време за използване на радиотелескопи. Това е най-голямата научноизследователска програма, която има за цел да намери доказателства за съществуването на други цивилизации извън Земята. *Breakthrough Message* е международно съревнование за създаване на послания, които могат да бъдат разчетени от развита цивилизация. Трябва обаче да внимаваме тези съобщения да не получат отговор, преди да сме се развили още малко. Срещата с по-напреднала цивилизация, докато сме на сегашния си етап на развитие, може да заприлича на срещата на коренните жители на Америка с Колумб – и не мисля, че за тях това е било добро събитие.

Ако съществува разумен живот и другаде освен на Земята, дали той ще прилича на формите, които познаваме, или ще бъде различен?

Нима на Земята има разумен живот? Но нека бъдем сериозни – ако има разумни същества другаде, те трябва да са много отдалечени от нас, в противен случай вече биха ни посетили. И мисля, че щяхме да знаем, ако сме били посещавани – събитието сигурно би приличало на филма „Денят на независимостта“.

4.

Можем ли да предсказваме бъдещето?



В древността светът сигурно е изглеждал доста произволно място. Катастрофални бедствия като наводнения, епидемии, земетресения или изригвания на вулкани сякаш се случвали без никакво предупреждение и без очевидни причини. Примитивните хора приписвали тези естествени феномени на най-различни капризни богове и богини. Не е имало начин да се предвиди какво ще сторят те и единствената надежда била да се спечели благоволението им чрез дарове или действия. Много хора все още отчасти споделят тези вярвания и се опитват да сключат сделка със съдбата. Те предлагат да се държат по-добре или да бъдат по-мили, ако това ще им донесе отлични оценки по някой предмет или ще им помогне да минат шофьорските изпити.

Постепенно хората явно са забелязали известен ред в поведението на природата. Този ред е бил най-очевиден в движението на небесните тела. Така астрономията станала първата наука, развита от човека. Тя била поставена на твърда математическа основа от Нютон преди повече от 300 години и ние все още използваме неговата теория за гравитацията, за да предсказваме движението на почти всички небесни тела. На базата на примера на астрономията било установено, че и други природни феномени се подчиняват на определени научни закони. Това довело до идеята за научен детерминизъм, който, изглежда, е бил изразен публично за първи път от френския учен Пиер-Симон Лаплас. Бих искал да цитирам точните му думи, но Лаплас много прилича на Пруст с навика си да пише необикновено дълги и сложни изречения. Затова реших да перифразирам цитата. В общи линии той казва, че ако знаем положението и скоростта на всички частици във вселената в даден момент, бихме могли да изчислим поведението им във всеки друг момент в миналото или бъдещето. Според една може би апокрифна история Наполеон попитал Лаплас къде пасва Бог в тази система и ученият отговорил: „Сир, нямах нужда от подобна хипотеза“. Не мисля, че с това Лаплас е искал да каже, че Бог не съществува, а просто че не се намесва и не нарушава законите на науката. Такава трябва да бъде позицията на всеки учен. Научният закон не е научен закон, ако важи само ако някакво свръхестествено същество реши да остави нещата да си вървят и да не се намесва.

Идеята, че състоянието на вселената в един момент определя състоянието ѝ във всички други моменти, е основен принцип на науката от времето на Лаплас. Тя означава, че можем да предсказваме бъдещето – поне по принцип. На практика обаче способностите ни да предсказваме бъдещето са силно ограничени от сложността на уравненията и факта, че те често имат свойство, наречено хаос. Всички гледали „Джурасик

Парк“ знаят какво означава това – малко смущение на едно място може да причини големи промени на друго. Пеперуда, размахала криле в Австралия, може да предизвика дъжд в Сентръл Парк в Ню Йорк. При следващото размахване на крилете много други неща ще бъдат различни, което също ще повлияе на времето. Тъкмо този хаотичен фактор е причина прогнозите за времето да са толкова ненадеждни.

Въпреки тези практични трудности научният детерминизъм си останал официална догма през целия деветнайсети век. През двайсети век обаче се случили две неща, които показват, че идеята на Лаплас за пълно предсказване на бъдещето не може да се реализира. Първото от тях е т.нар. квантова механика. Тя била представена през 1900 г. от немския физик Макс Планк като *ad hoc* хипотеза за решаването на един очебиен парадокс. Според класическите идеи на деветнайсети век, утвърдени още от времето на Лаплас, горещо тяло като нажежен метал би трябвало да излъчва. То трябва да губи енергия под формата на радиовълни, инфрачервено лъчение, видима светлина, ултравиолетови, рентгенови и гама-лъчи – всички с еднакво темпо. Това не само означава, че нажеженият метал би трябвало да ни причини рак на кожата, но и че всичко във вселената трябва да е с една и съща температура, което очевидно не е така.

Планк обаче показал, че това катастрофално положение може да се избегне, ако се откажем от идеята, че количеството лъчение може да има произволна стойност, и приемем, че лъчението идва само на порции или кванти с определена големина. Все едно да се каже, че не можете да си купите насипна захар в супермаркета, а само на пакети по един килограм. Енергията в пакетите или квантите е по-висока за ултравиолетовите и рентгеновите лъчи от тази на инфрачервената или видимата светлина. Това означава, че освен ако не е много горещо като Слънцето, тялото няма да има достатъчно енергия, за да отдели дори един квант ултравиолетови или рентгенови лъчи. Именно затова не получаваме кожни изгаряния от чаша кафе.

Планк разглеждал идеята за квантите просто като математически трик, а не като физическа реалност, каквото и да означава това. Физиките обаче започнали да засичат друго поведение, което може да се обясни само чрез порции с дискретни или квантови, а не чрез постоянно променливи стойности. Например било установено, че елементарните частици се държат като миниатюрни пумпали, които се въртят около осите си. Но обратът им не може да бъде произволна стойност, а трябва да е някаква част от основна единица. Тъй като тази единица е много малка, ние не забелязваме, че нормалният пумпал всъщност забавя въртенето си в бърза поредица от дискретни стъпки, а го възприемаме като непрекъснат процес. Но за пумпали с размерите на атоми дискретната природа на завъртането е много важна.

Минало известно време преди някой да осъзнае точното значение на това квантово поведение за детерминизма. Едва през 1927 г. друг немски физик, Вернер Хайзенберг, посочил, че не можем да измерим едновременно точното положение и скорост на дадена частица. За да видим къде се намира частицата, трябва да я осветим. Но според принципа на Планк не можем да използваме произволно малко количество светлина, а поне един квант. Това ще въздейства на частицата и ще промени скоростта ѝ по начин, който не може да се предскаже. За да измерим точно положението на частицата, трябва да използваме светлина с къса дължина на вълната като ултравиолетови, рентгенови или гама-лъчи. Но отново според принципа на Планк квантите на тези форми на светлина имат по-високи енергийни стойности от тези на видимата светлина и съответно те ще повлияят още повече на скоростта на частицата. Положението е безизходно – колкото

по-точно се опитваме да измерим положението на частицата, толкова по-неточно е знанието ни за скоростта ѝ, и обратно. Това положение е обобщено в принципа на неопределеността, формулиран от Хайзенберг. Според него неопределеността на положението на частицата, умножена по неопределеността на скоростта ѝ, е винаги по-голяма от стойност, наречена константа на Планк, разделена на два пъти по масата на частицата.

Идеята на Лаплас за научен детерминизъм изисква да знаем положението и скоростта на частиците във вселената в даден момент. Затова тя била сериозно подкопана от принципа на неопределеността на Хайзенберг. Как може да се предскаже бъдещето, ако не може да се измери точно положението и скоростта на частиците в настоящето? С колкото и мощен компютър да разполагате, ако вкарате в него боклучави данни, ще получите също толкова боклучави предсказания.

Айнщайн изобщо не бил щастлив от тази на пръв поглед произволност в природата. Възгледите му са обобщени в прочутата му фраза „Бог не играе на зарове“. Той, изглежда, смятал, че неопределеността е само привидна и че зад нея се крие реалност, в която частиците ще имат ясно определени позиции и скорости и ще се държат според законите на детерминизма в духа на Лаплас. Тази реалност може и да е позната на Бог, но квантовата природа на светлината би ни попречила да я видим, освен през опушено стъкло.

Становището на Айнщайн е нещо, което днес бихме нарекли теория на скритата променлива. Тези теории могат да изглеждат като най-очевиден начин за включване на принципа на неопределеността във физиката. Те формират основата на мислената картина на вселената, споделяна от много учени и от почти всички философи на науката. Но тези теории на скритата променлива са погрешни. Британският физик Джон Бел разработи експеримент, който може да фалшифицира теории на скрита променлива. Когато експериментът се провежда внимателно, резултатите не съответстват на никакви скрити променливи. Следователно изглежда, че дори Бог е обвързан с принципа на неопределеността и не може да знае едновременно точното положение и скоростта на частица. Всички свидетелства сочат, че Бог е закоренял комарджия, който хвърля зарове при всеки възможен случай.

Други учени били много по-готови от Айнщайн да променят класическия детерминизъм от деветнайсети век. Хайзенберг, австриецът Ервин Шрьодингер и британският физик Пол Дирак излезли с нова теория, известна като квантова механика. Дирак беше мой предшественик като Лукасов професор в Кеймбридж. Макар че квантовата механика съществува вече от близо седемдесет години, тя все още не е широко разбрана и оценена дори от онези, които я използват в изчисленията си. Тя обаче трябва да вълнува всички ни, защото е напълно различна от класическата картина на материалната вселена и на самата реалност. В квантовата механика частиците нямат ясно определени позиции и скорости. Вместо това те се представят от т.нар. вълнова функция. Тя е число на дадена точка в пространството. Големината на вълновата функция дава вероятността частицата да бъде открита в тази точка. Варирането на вълновата функция от една точка до друга ни дава скоростта на частицата. Може да има вълнова функция, която има ясно изразен връх в малък регион. Това означава, че неопределеността на позицията е малка. Но вълновата функция ще варира много бързо в близост до върха – нагоре от едната страна и надолу от другата. Така неопределеността на скоростта ще бъде голяма. По същия начин може да имаме вълнови функции, при които неопределеността на скоростта е малка, докато тази на позицията е голяма.

Вълновата функция съдържа всичко, което може да се знае за частицата – положението и скоростта ѝ. Ако знаете вълновата функция в един момент, нейните стойности в други моменти се определят от т.нар. уравнение на Шрьодингер. Така пак имаме един вид детерминизъм, но не като онзи, който си е представял Лаплас. Не сме в състояние да предскажем позицията и скоростта на частицата, но можем да предвидим вълновата ѝ функция. Това означава, че можем да предскажем само половината от онова, което бихме могли според класическите възгледи от деветнайсети век.

Макар че квантовата механика води до неопределеност, когато се опитваме да предскажем едновременно позицията и скоростта, тя все пак ни позволява да предвидим със сигурност една комбинация на позиция и скорост. Но дори тази степен на сигурност, изглежда, е застрашена от последните открития. Проблемът се появява, защото гравитацията може да изкриви пространство-времето до такава степен, че да има региони от пространството, които не можем да наблюдаваме.

Такъв регион е вътрешността на черна дупка. Това означава, че не можем дори по принцип да наблюдаваме частиците в черна дупка, така че изобщо не сме в състояние да измерим техните позиции или скорости. Налице е и въпросът дали това не въвежда още по-голяма неопределеност отвъд онази на квантовата механика.

Да обобщим: класическият възглед на Лаплас е, че бъдещето движение на частиците е напълно определено, ако знаем техните позиции и скорости в даден момент. Този възглед е трябвало да бъде променен, когато Хайзенберг въвежда своя принцип на неопределеността, според който не можем да знаем едновременно точното положение и скорост на частицата. Все пак обаче е възможно да се предскаже комбинацията от позиция и скорост. Но може би дори тази ограничена предсказуемост изчезва, ако се вземат предвид черните дупки.

Позволяват ли законите, управляващи вселената, да предскажем точно какво ще ни се случи в бъдеще?

Краткият отговор е не и да. По принцип законите ни позволяват да предсказваме бъдещето, но на практика изчисленията често са прекалено сложни.

5.

Какво има в една черна дупка?



Казват, че понякога фактите са по-странни от измислицата, и това едва ли може да бъде по-вярно в случая с черните дупки. Те са по-странни от всичко, за което са сънували писателите фантасти, като в същото време са установен научен факт.

Въпросът за черните дупки бил повдигнат за първи път през 1783 г. от Джон Мичъл от Кеймбридж. Аргументите му са следните: Ако някой изстреля частица, например топовно гюле, вертикално нагоре, скоростта ѝ ще се забави от гравитацията. В някакъв момент частицата ще престане да се движи нагоре и ще започне да пада. Ако обаче първоначалната ѝ скорост е по-голяма от някаква критична стойност, наречена скорост на измъкване, силата на гравитацията няма да е достатъчна, за да спре частицата, и тя ще се освободи. Тази скорост е малко над 11 км/с за Земята и около 617 км/с за Слънцето. И двете са много по-високи от скоростта на топовно гюле, но са ниски в сравнение със скоростта на светлината, която е 300 000 км/с. Така светлината може да се откъсне от Земята и Слънцето без особени трудности. Мичъл обаче заявил, че е възможно да съществуват звезди, които са много по-масивни от Слънцето и чиито скорости на измъкване са по-големи от тази на светлината. Ние не бихме могли да ги видим, защото излъчената от тях светлина ще бъде завличана обратно от гравитацията. Така те ще бъдат „тъмни звезди“, както ги нарича Мичъл, или черни дупки, както ги наричаме ние днес.

За да разберем черните дупки, трябва да започнем с гравитацията. Тя е описана в общата теория на относителността на Айнщайн, която е теория на пространството, времето и гравитацията. Поведението на пространството и времето се определя от набор уравнения, наречени на Айнщайн, който ги публикува през 1915 г. Макар че е най-слабата известна сила в природата, гравитацията има две ключови предимства пред останалите сили. Първо, тя действа на големи разстояния. Земята се държи на орбитата си от Слънцето, което е отдалечено на около сто и петдесет милиона километра от нея, а Слънцето обикаля около центъра на галактиката, отдалечен на около десет хиляди светлинни години от нас. Второто предимство е, че гравитацията винаги привлича, за разлика от електричните сили, които могат да бъдат привличащи и отблъскващи. Тези две черти означават, че гравитационното привличане на една достатъчно голяма звезда може да доминира над всички останали сили и да доведе до гравитационен колапс. Въпреки тези факти на научната общност ѝ трябвало време да осъзнае, че масивните звезди могат да се свият в себе си под силата на собствената си гравитация, и да разбере как би се държал обектът, останал след такова свиване. Алберт Айнщайн дори пише през 1939 г. статия, в която твърди, че звездите не биха могли да колапсират под силата на гравитацията, защото материята не може да се свива отвъд определена точка. Мнозина

учени споделяли интуитивното усещане на Айнщайн. Принципно изключение бил американският учен Джон Уилър, който в много отношения е героят в историята на черните дупки. В своите трудове през 50-те и 60-те той подчертава, че много звезди в крайна сметка достигат до колапс, и разглежда проблемите, които поражда това за теоретичната физика. Освен това предвижда много от свойствата на обектите, в които се превръщат колапсираните звезди – тоест на черните дупки.

Една нормална звезда през по-голямата част от живота си, тоест милиарди години, ще издържа на собствената си гравитация благодарение на топлинното налягане, причинено от термоядрените процеси, превръщащи водорода в хелий. Накрая обаче звездата ще изразходва ядреното си гориво и ще започне да се свива. В някои случаи тя може да продължи да съществува като бяло джудже – плътните останки от звездното ядро. Субраманян Чандрасекар обаче през 1930 г. показва, че максималната възможна маса на бяло джудже е около 1,4 пъти по-голяма от масата на Слънцето. Подобна максимална маса е изчислена и от руския физик Лев Ландау за звезда, съставена изцяло от неутрони.

Каква ще бъде участта на онези безбройни звезди с маса по-голяма от максималната за бяло джудже или неутронна звезда след изчерпването на ядреното им гориво? Проблемът е проучен от Робърт Опенхаймер, прочут по-късно като създател на атомната бомба. В две статии от 1939 г., писани в съавторство с Джордж Волков и Хартланд Снайдер, той показва, че подобна звезда не може да се поддържа от налягането. И ако факторът налягане отпадне, сферично симетричната звезда ще се свие в една точка с безкрайна плътност. Такава точка се нарича сингулярност. Всички теории на пространството са формулирани въз основа на твърдението, че пространство-времето е гладко и почти плоско, така че се разпадат в сингулярността, където изкривяването на пространство-времето е безкрайно. Всъщност сингулярността бележи края на самото пространство и време. Именно това е нещото, срещу което така категорично възразява Айнщайн.

После започва Втората световна война. Повечето учени, включително Робърт Опенхаймер, насочват вниманието си към ядрената физика и въпросът за гравитационния колапс е до голяма степен забравен. Интересът към темата се възражда с откриването на отдалечени обекти, наречени квазари. Първият квазар, 3C273, е открит през 1963 г. Скоро са установени и много други квазари. Тези тела са ярки, въпреки че са отдалечени на огромни разстояния от Земята. Ядрените процеси не биха могли да обяснят яркостта им, тъй като те освобождават само малка част от масата си като чиста енергия. Единствената алтернатива е енергия, освободена при гравитационен колапс.

Така гравитационният колапс на звездите бива преоткрит. При него гравитацията на даден обект привлича цялата околна материя към центъра. Ясно е, че равномерна сферична звезда ще се свие до точка с безкрайна плътност – сингулярност. Но какво би се случило, ако звездата не е еднородна и сферична?

Възможно ли е това неравномерно разпределение на материята да причини нееднороден колапс и така сингулярността да бъде избегната? В една забележителна статия от 1965 г. Роджър Пенроуз показва, че пак би трябвало да се получи сингулярност, като се има предвид фактът, че гравитацията привлича.

Уравненията на Айнщайн не могат да дефинират сингулярност. Иначе казано, в тази точка на безкрайна плътност не може да се предскаже бъдещето. Това означава, че при колапсирането на звезда може да се случи нещо странно. Ние не бихме били засегнати от нарушаването на предсказването, ако сингулярностите не са оголени – тоест, ако не са изолирани от останалия свят. Пенроуз предлага т.нар. космическа цензура –

всички сингулярности, образували се при колапса на звезди или други тела, са скрити от поглед в черни дупки. Черната дупка е регион, където гравитацията е толкова силна, че светлината не може да го напусне. Предположението за космическата цензура е почти със сигурност вярно, защото опитите тя да бъде опровергана се провалят.

Когато през 1967 г. въведе термина „черна дупка“, Джон Уилър замести дотогавашното име „замръзнала звезда“. Наименованието на Уилър набляга върху това, че останките от колапсирани звезди представляват интерес сами по себе си независимо от това как са се образували. Новото име се наложи бързо.

Отвън не можем да кажем какво има вътре в една черна дупка. Каквото и да хвърлим в тях и както и да са се образували, черните дупки изглеждат еднакво. Джон Уилър е известен с описанието на този принцип като „черната дупка няма коса“.

Черната дупка има граница, наречена хоризонт на събитията. Това е мястото, където гравитацията е достатъчно силна, за да завлече светлината обратно и да ѝ попречи да се отскубне. Тъй като нищо не може да се движи по-бързо от светлината, всичко останало също ще бъде завлечено обратно. Преминаването през хоризонта на събитията е като да се спуснеш с кану по Ниагарския водопад. Ако си над водопада, можеш да се измъкнеш, стига да гребеш достатъчно бързо, но преминеш ли ръба, край. Няма връщане. А с приближаването на водопада течението става по-бързо. Това означава, че то дърпа по-силно предната част на кануто, отколкото задната. Има опасност кануто да се разкъса. Същото важи и за черните дупки. Ако падате към черна дупка с краката напред, гравитацията ще действа по-силно на стъпалата, отколкото на главата ви, защото те са по-близо до черната дупка. В резултат ще бъдете разтеглени по дължина и сплескани от страни. Ако черната дупка има маса, надвишаваща няколко пъти тази на Слънцето, ще бъдете разкъсани и превърнати в спагети, преди да стигнете хоризонта. Ако обаче падате в много по-голяма черна дупка с маса, надвишаваща повече от един милион пъти слънчевата, гравитационното привличане ще бъде едно и също върху цялото ви тяло и ще стигнете без трудности до хоризонта на събитията. Така че ако искате да изследвате вътрешността на черна дупка, гледайте да изберете някоя голяма. В центъра на нашата галактика има черна дупка с маса около четири милиона пъти по-голяма от тази на Слънцето.

Макар че вие няма да забележите нищо особено, докато пропадате в черна дупка, наблюдаващите ви от разстояние никога няма да ви видят да пресичате хоризонта на събитията. Вместо това за тях вие ще забавяте скоростта си и ще увиснете точно извън него. Образът ви ще става все по-неясен и по-червен, докато накрая не изчезнете. За външния свят вие ще сте изчезнали завинаги.

Малко след раждането на дъщеря ми Луси имах еврика момент. Открих теоремата за площта. Ако общата теория на относителността е вярна и енергийната плътност на материята е положителна, както обикновено е, то площта на събитийния хоризонт, границата на черната дупка, има свойството винаги да се увеличава, когато в черната дупка попадне допълнително материя или лъчение. Нещо повече, ако две черни дупки се сблъскат и се слеят в една, площта на хоризонта на събитията около получената черна дупка ще бъде по-голяма от сбора на площите на двете. Теоремата за площта беше тествана експериментално от Гравитационната лаборатория за лазерна интерферометрия (LIGO) на 14 септември 2015 г. LIGO засече гравитационни вълни от сблъскването и сливането на две черни дупки. От вълновата форма може да се изчислят масите и ъгловите скорости на черните дупки, а според теоремата те определят площта на хоризонта на събитията.

Тези свойства дават основание да се предположи, че е налице сходство между площта на събитийния хоризонт на черна дупка и конвенционалната класическа физика и по-точно концепцията за ентропия в термодинамиката. Ентропията може да се разглежда като мярка за хаоса в една система или като липса на знание за точното ѝ състояние. Прочутият втори закон на термодинамиката гласи, че ентропията винаги се увеличава с времето. Това откритие е първият намек за тази критично важна връзка.

Аналогията между свойствата на черните дупки и законите на термодинамиката може да бъде разширена. Първият закон на термодинамиката казва, че една малка промяна в ентропията на дадена система се съпътства от пропорционална промяна в енергията на системата. Брандън Картър, Джим Бардийн и аз открихме подобен закон, свързан с промяната в масата на черна дупка и промяната в площта на хоризонта на събитията. Тук факторът на пропорционалността включва нещо, наречено повърхностна гравитация, което е мярка на силата на гравитационното поле при събитийния хоризонт. Ако се приеме, че площта на събитийния хоризонт е аналог на ентропията, то повърхностната гравитация би трябвало да е аналог на температурата. Подобие то се подсилва от факта, че повърхностната гравитация се оказва една и съща във всяка точка на хоризонта на събитията, както температурата е една и съща навсякъде в тяло, намиращо се в термично равновесие.

Макар че има ясно сходство между ентропията и площта на хоризонта на събитията, за нас не беше ясно как площта може да се идентифицира като ентропия на самата черна дупка. Какво би означавало ентропия на черна дупка? Най-важното предположение беше направено през 1972 г. от Джейкъб Бекенстейн, който беше докторант в Принстън. Според него при образуването на черна дупка след гравитационен колапс тя бързо достига стационарно състояние, което се характеризира от три параметъра – масата, ъгловата скорост (скоростта на въртене) и електрическият заряд.

Така изглежда, че окончателното състояние на черната дупка е независимо от това дали колапсиралото тяло е съставено от материя или антиматерия, или дали е било идеална сфера или с много неправилна форма. Иначе казано, черна дупка с дадена маса, ъглова скорост и електрически заряд може да е била образувана от колапса на множество най-различни конфигурации материя. Така че черната дупка може да изглежда по един и същи начин, но да е образувана от колапса на най-различни типове звезди. Ако се пренебрегнат квантовите ефекти, броят на конфигурациите ще бъде безкраен, тъй като черните дупки се образуват от колапса на неопределено голям брой частици с неопределено малка маса. Но възможно ли е броят на конфигурациите наистина да е безкраен?

Известно е, че квантовата механика включва принципа на неопределеността. Според него е невъзможно да се измери точно положението и скоростта на даден обект. Ако измерим къде точно се намира обектът, скоростта му остава неопределена. Ако измерим точно скоростта му, положението му е неопределено. На практика това означава, че е невъзможно да се локализира каквото и да било. Да предположим, че искате да измерите размерите на нещо и после да решите къде са краищата на този движещ се обект. Никога не можете да направите това точно, защото ще трябва да измервате едновременно положението и скоростта. Това означава, че е невъзможно да определите размерите на обекта. Можете само да кажете, че принципът на неопределеността прави невъзможно да се каже какви точно са реалните размери на нещо. Оказва се, че принципът на неопределеността налага граници за размерите на обекта. След малко изчисления се оказва, че за обект с дадена маса съществува минимален размер. Той е малък за тежките обекти,

но когато разглеждаме все по-леки и по-леки, минималният размер става все по-голям и по-голям. Този минимален размер може да се приеме като следствие от факта, че в квантовата механика телата могат да се разглеждат или като вълна, или като частица. Колкото по-леко е тялото, толкова по-голяма е дължината на вълната му и съответно толкова по-далеч се разпространява тя. С увеличаване на масата на тялото дължината на вълната му става по-къса и така обектът ще изглежда по-компактен. Когато тези идеи се съчетаят с идеите на общата теория на относителността, това означава, че само тела, които са по-тежки от дадена маса, могат да образуват черни дупки. Тази маса е горедолу същата като масата на зърно сол. Друго следствие от тези идеи е, че броят на конфигурациите, които биха могли да образуват черна дупка с дадена маса, скорост на въртене и електрически заряд, може да е краен, макар и много голям. Джейкъб Бекентейн предположи, че от този краен брой конфигурации може да се интерпретира ентропията на черна дупка. Това ще бъде мярка за количеството информация, която изглежда изгубена безвъзвратно по време на колапса, довел до образуването на черната дупка.

Очевидно фаталният недостатък на предположението на Бекенстайн е, че ако една черна дупка има крайна ентропия, която е пропорционална на площта на събитийния ѝ хоризонт, тя трябва да има и различна от нулата температура, която да е пропорционална на повърхностната ѝ гравитация. Това означава, че черната дупка може да се намира в равновесие с топлинното излъчване при някаква температура, различна от нулата. В същото време според класическите концепции подобно равновесие е невъзможно, тъй като черната дупка би трябвало да поглъща всяко топлинно излъчване, падащо в нея, но по дефиниция не може да излъчва нищо, включително и топлина.

Това създава парадокс за естеството на черните дупки – невероятно плътните обекти, създавани при колапса на звезди. Според една теория черни дупки с идентични характеристики могат да се образуват от безкраен брой различни типове звезди. Според друга броят им може да бъде краен. Това е проблем на информация – идеята, че всяка частица и всяка сила във вселената съдържа информация.

Тъй като черните дупки нямат коса, както се изрази Джон Уилър, единственото, което можем да кажем за една черна дупка, ако я наблюдаваме отвън, е каква е масата ѝ, електрическият ѝ заряд и въртенето ѝ, но не и какво има вътре в нея. Това означава, че черната дупка трябва да съдържа много информация, която е скрита от външния свят. Има обаче лимит за количеството информация, която може да се побере в дадено пространство. Информацията изисква енергия, а енергията има маса според прочутото уравнение на Айнщайн $E=mc^2$. Така че ако в даден регион в пространството има прекалено много информация, тя ще колапсира в черна дупка, чиито размери ще отразяват количеството ѝ. Това е като да добавяме все повече и повече книги в библиотека. Накрая рафтовете няма да издържат и библиотеката ще колапсира в черна дупка.

Ако количеството скрита информация в черната дупка зависи от размерите на дупката, от общите принципи може да се очаква, че черната дупка ще има температура и ще свети като нажежен метал. Но това е невъзможно, тъй като знаем, че нищо не може да се измъкне от черна дупка. Или така се смяташе.

Този проблем остана до началото на 1974 г., когато проучвах какво би трябвало да е поведението на материята в околностите на черна дупка според квантовата механика. За своя огромна изненада открих, че черната дупка, изглежда, излъчва частици с постоянно темпо. Подобно на всички други по онова време аз приемах постулата, че черната дупка не може да излъчва нищо. Затова положих доста усилия да се отърва от този смущаващ ефект. Но колкото повече мислех върху него, толкова повече той отказваше да

изчезне и накрая ми се наложи да го приема. Онова, което ме убеди окончателно, че става въпрос за реален физичен процес, беше фактът, че излъчваните частици имат спектър, който е точно топлинен. Изчисленията ми предсказаха, че черната дупка създава и излъчва частици и лъчение, сякаш е обикновено горещо тяло с температура, която е пропорционална на повърхностната гравитация и обратнопропорционална на масата. Това правеше проблематичното предположение на Джейкъб Бекенстейн, че черната дупка има крайна ентропия, напълно логично, тъй като означава, че черната дупка може да се намира в топлинно равновесие на някаква крайна температура, различна от нулата.

Оттогава математическите доказателства, че черните дупки излъчват топлина, бяха потвърдени от много други учени с различни подходи. Ето един начин да се разбере излъчването. Квантовата механика ни казва, че цялото пространство е пълно с двойки виртуални частици и античастици, които се материализират непрекъснато, разделят се и отново се събират, при което се унищожават една друга. Наричаме тези частици виртуални, защото за разлика от реалните те не могат да се наблюдават пряко с детектор на частици. Въпреки това непрякото им въздействие може да се измери и съществуването им беше потвърдено от малко изместване, наричано изместване на Ламб, което те предизвикват в светлинния спектър от възбудени водородни атоми. В присъствието на черна дупка една от двете виртуални частици може да падне в нея, като остави другата без партньор, който да участва във взаимната аниhilация. Осиротялата частица или античастица може също да падне в черната дупка след партньора си, но може и да се измъкне, като в този случай ще се прояви като лъчение от черната дупка.

Друг начин да се подходи към този процес е частицата, която пада в черната дупка (да кажем, античастицата), да се разглежда като пътуваща назад във времето. Така попадналата в черната дупка античастица може да се разглежда като частица, която излиза от черната дупка, но пътува назад във времето. Когато достигне точката, в която се материализира двойката частица-античастица, тя бива разделена от гравитационното поле и затова пътува напред във времето. Черна дупка с масата на Слънцето ще излъчва частици толкова бавно, че темпото не би могло да се забележи. Възможно е обаче да има много по-малки черни дупки с масата, да кажем, на планина. Те може да са се образували в много ранната вселена, ако тя е била хаотична и неравномерна. Черна дупка с масата на планина ще излъчва рентгенови и гама-лъчи от порядъка на около десет милиона мегавата – достатъчно, за да поеме енергийните нужди на целия свят. Овластяването на такава миниатюрна черна дупка обаче е трудна работа. Не бихте могли да я държите в електроцентрала, защото ще пропадне през пода и ще се озове в центъра на Земята. Ако разполагаме с подобна черна дупка, единственият начин да я задържим е да я изпратим в орбита около планетата.

Учените търсят миниатюрни черни дупки с такава маса, но засега не са открили нито една. Това е жалко, защото ако го бяха направили, щях да получа Нобелова награда. Съществува обаче възможност да създадем миниатюрна черна дупка в допълнителните измерения на пространство-времето. Според някои теории вселената, която възприемаме, е само четириизмерна повърхност на пространство с десет или единайсет измерения. Филмът „Интерстелар“ ни дава известна представа какво представлява то. Ние не можем да видим тези допълнителни измерения, защото светлината се разпространява единствено през четирите на нашата вселена. Гравитацията обаче би трябвало да им влияе и да бъде много по-силна, отколкото в нашата вселена. Това прави много по-лесно създаването на малка черна дупка в допълнителните измерения. Тя би могла да се наблюдава в Големия адронен колайдер на ЦЕРН в Швейцария. Той представлява кръгъл

тунел с дължина двайсет и седем километра. По него се пускат два лъча частици, които се движат в противоположни посоки и след това се сблъскват. Някои от сблъсъците могат да създадат микроскопични черни дупки. Те ще излъчват частици по начин, който лесно може да се разпознае. Така че в крайна сметка може и да получи Нобелова награда⁴.

С измъкването на частици от черната дупка тя ще започне да губи маса и да се смалява. Това ще увеличи излъчването на частици. Накрая черната дупка ще изгуби цялата си маса и ще изчезне. Какво се случва с всички частици и астронавтите, имали лошия късмет да пропаднат в черната дупка? Те не могат просто да се появят отново след изчезването ѝ. Излизащите от черната дупка частици изглеждат напълно случайни и нямат отношение към онова, което е паднало в нея. Изглежда, че информацията за попадналата в дупката материя е изгубена, ако не се брой общата маса и скоростта на въртене. Но ако информацията се губи, това поражда сериозен проблем, нанасящ удар право в сърцето на разбирането ни за науката. В продължение на повече от двеста години ние вярвахме в научния детерминизъм – иначе казано, че законите на науката определят еволюцията на вселената.

Ако информацията наистина се губи в черните дупки, не бихме могли да предвидим бъдещето, защото черната дупка може да излъчва всякакъв набор частици. Тя може да избълва работещ телевизор или подвързан в кожа том на събраните съчинения на Шекспир, макар че вероятността за подобни екзотични емисии е много малка. Много по-вероятно е черната дупка да излъчва топлина подобна на онази, излъчвана от нажежен метал. Може да изглежда, че няма особено значение, ако не можем да предскажем какво излиза от черните дупки. В близост до нас няма такива. Ако детерминизмът, предсказуемостта на вселената, се разпада в черната дупка, той би могъл да направи същото и в други ситуации. Възможно е да има виртуални черни дупки, които се появяват като флуктуации от вакуума, поглъщат едни частици, излъчват други и отново изчезват. Даже по-лошо, ако детерминизмът се разпада, не можем да бъдем сигурни и за миналата си история. Учебниците по история и спомените ни могат да се окажат просто илюзии. А именно миналото ни казва кои сме. Без него ние губим идентичността си.

Затова е много важно да се определи дали информацията наистина се губи в черните дупки, или по принцип тя може да бъде възстановена. Мнозина учени смятат, че информацията не би трябвало да се губи, но в продължение на години никой не предложи механизъм, по който тя може да бъде запазена. Тази очевидна загуба на информация, известна като информационен парадокс, тревожи учените през последните четирийсет години и си остава един от най-големите нерешени проблеми в теоретичната физика.

Напоследък интересът към възможни решения на информационния парадокс беше подновен от новите открития за обединяването на гравитацията и квантовата механика. В основата на тези нови открития е разбирането на симетриите на пространство-времето.

Да предположим, че няма гравитация и пространство-времето е напълно плоско. То ще прилича на пустиня, напълно лишена от отличителни черти. Подобно място има два типа симетрия. Първият се нарича транслационна симетрия. Ако стоите някъде в пустинята и се преместите от едно място на друго, няма да видите никаква разлика в

⁴ Нобеловите награди не могат да се дават посмъртно, така че за съжаление тази амбиция на Хокинг така и си остана неосъществена. – Б. англ. ред.

намиращото се около вас. Втората симетрия е ротационна. Ако стоите в пустинята и започнете да се въртите в кръг, отново няма да видите никаква разлика. Същите симетрии съществуват в „плоското“ пространство-време, което може да се открие в отсъствието на всякаква материя.

Ако сложим нещо в тази пустиня, тези симетрии ще се нарушат. Да предположим, че в пустинята има възвишение, оазис и някакви кактуси; тогава тя ще изглежда различно на различните места и в различни посоки. Същото важи и за пространство-времето. Ако в него се сложат тела, трансляционната и ротационната симетрии се нарушават. А поставянето на тела в пространство-времето е онова, което създава гравитация.

Черната дупка е регион от пространство-времето, в който гравитацията е силна, пространство-времето е неимоверно изкривено и затова следва да се очаква, че симетриите му ще бъдат нарушени. С отдалечаването от черната дупка обаче кривината на пространство-времето намалява все повече и повече. На много голямо разстояние от черната дупка пространство-времето изглежда като плоско.

През 60-те Херман Бонди, А. У. Кенет Мецнер, М. Г. Й. ван дер Бург и Райнер Сакс направиха наистина забележителното откритие, че пространство-времето, намиращо се много далече от всякаква материя, има безкраен набор симетрии, известни като супертранслации. Всяка от тези симетрии е свързана с някаква запазена величина, известна като супертранслационен заряд. Запазени величини са онези, които не се променят с развитието на дадена система. Те са генерализации на по-познати запазени величини. Например, ако пространство-времето не се променя, енергията е запазена. Ако пространство-времето изглежда еднакво в различни точки, скоростта е запазена.

Забележителното в откриването на супертранслациите е това, че съществуват безкрайно много запазени величини, отдалечени от черна дупка. Именно тези закони за запазването ни дават необикновен и неочакван поглед към процеса в гравитационната физика.

През 2016 г. заедно с Малкълм Пери и Анди Стромингър работихме върху използването на тези нови резултати и свързаните с тях запазени величини, за да намерим възможно решение на информационния парадокс. Знаехме, че трите видими свойства на черните дупки са тяхната маса, заряд и ъглова скорост. Те са класическите заряди, които са известни от много време. Черните дупки обаче носят и супертранслационен заряд. Това означава, че може би около черните дупки има много повече неща, отколкото си мислехме отначало. Те не са плешиви или само с три косъма, а всъщност имат много голямо количество супертранслационни косми.

Супертранслационната коса може да съдържа част от информацията за това какво има вътре в черната дупка. Вероятно космите на тази коса не съдържат цялата информация, но за останалата може да се съди по някои допълнителни запазени величини, суперротационни заряди, свързани с някои допълнителни симетрии, наречени суперротации, които засега не са съвсем разбрани. Ако това е така и цялата информация за черната дупка може да се разбере по „космите“ ѝ, то може би няма загуба на информация. Тези идеи наскоро бяха потвърдени от последните ни изчисления. Стромингър, Пери и аз заедно с дипломанта Саша Хако открихме, че суперротационните заряди могат да обяснят цялата ентропия на всяка черна дупка. Квантовата механика продължава да действа и информацията се съдържа на хоризонта, на повърхността на черната дупка.

Черните дупки продължават да се характеризират само по тяхната маса, електрически заряд и скорост на въртене извън събитийния хоризонт, но самият той съдържа информацията, която ни е необходима, за да разберем какво е паднало вътре в нея по

начин, който отива отвъд тези три характеристики. Учените все още работят по тези проблеми, така че информационният парадокс си остава неразрешен. Аз обаче съм оптимист, че се движим към решение. Следете тази област.

Падането в черна дупка лоша новина ли е за космическия пътешественик?

Определено. Ако черната дупка е с масата на звезда, ще станете на спагети преди да сте достигнали хоризонта. От друга страна, ако черната дупка е свръхмасивна, ще преминете без проблеми хоризонта на събитията, но ще бъдете смазани в точката на сингулярност.

6.

Възможно ли е пътуване във времето?



В научната фантастика изкривяванията на пространството и времето са нещо обичайно. Те се използват за бързо пътуване из галактиката или във времето. Днешната научна фантастика обаче често е бъдещ научен факт. Така че какви са шансовете един ден да пътуваме във времето?

Идеята, че времето и пространството могат да се огъват или изкривяват, е сравнително нова. В продължение на повече от две хиляди години аксиомите на Евклидовата геометрия били смятани за очевидни сами по себе си. Както вероятно помнят онези от вас, които са били принуждавани да учат геометрия в училище, едно от следствията на тези аксиоми е, че сборът на ъглите в един триъгълник винаги е равен на 180 градуса.

През последния век обаче хората започнаха да осъзнават, че са възможни и други форми на геометрия, в които сборът на ъглите на триъгълника не е нужно да е 180 градуса. Вземете например повърхността на Земята. Най-близкото подобие на права линия на нея е нещо, наречено голям кръг. Това са най-късите пътища между две точки и се използват за маршрути на самолетите. Представете си триъгълник на земната повърхност, като едната му страна започва от екватора на 0 градуса географска дължина, минава през Лондон и продължава към Северния полюс, а другата започва от Бангладеш и също отива до Северния полюс. Там двете линии се срещат под прав ъгъл, тоест 90 градуса, като и двете са тръгнали от екватора под прав ъгъл, или 90 градуса. Така имаме триъгълник с три прави ъгъла. Сборът на ъглите е 270 градуса, което очевидно е повече от 180-те градуса за триъгълник на плоска повърхност. Ако начертаем триъгълник на повърхност с формата на седло, ще открием, че сборът на ъглите му е по-малък от 180 градуса.

Повърхността на Земята е т.нар. двуизмерно пространство. Иначе казано, можете да се движите по нея в две посоки под прав ъгъл – север-юг или изток-запад. Разбира се, има и трета посока, намираща се под прав ъгъл спрямо тези две, и тя е нагоре-надолу. Иначе казано, земната повърхност съществува в триизмерно пространство. Триизмерното пространство е плоско. Това означава, че то се подчинява на Евклидовата геометрия. Сборът на ъглите на триъгълник в него е 180 градуса. Представете си обаче раса двуизмерни същества, които могат да се движат по земната повърхност, но не са в състояние да възприемат третото измерение горе-долу. Те няма да знаят за плоското триизмерно пространство, в което се намира земната повърхност. За тях пространството ще бъде изкривено и геометрията ще е неевклидова.

По абсолютно същия начин можем да си представим и че триизмерното пространство, в което живеем ние, е повърхност на сфера в друго измерение, което не виждаме.

Ако сферата е много голяма, пространството ще е почти плоско и Евклидовата геометрия ще бъде много добра апроксимация на малки разстояния. Ще забележим обаче, че на големи разстояния Евклидовата геометрия се разпада. Като илюстрация на това можем да си представим екип бояджии, боядисващи повърхността на голяма топка.

С добавянето на нови пластове боя повърхността ще расте. Ако топката беше плоско триизмерно пространство, бихме могли да добавяме безкрайно боя и топката ще става все по-голяма и по-голяма. Ако триизмерното пространство обаче е повърхността на сфера в друго измерение, обемът ѝ ще бъде голям, но краен. С добавянето на нови пластове боя топката в крайна сметка ще запълни половината пространство. След това бояджиите ще открият, че са се озовали в регион на все по-намаляващо пространство, което е почти изцяло заето от топката и пластове боя. Така те ще разберат, че живеят върху изкривено, а не плоско пространство.

Този пример показва, че не можем да извлечем геометрията на света от първите принципи, както са смятали древните гърци. Вместо това трябва да измерим пространството, в което живеем, и да открием неговата геометрия чрез експерименти. Но макар че през 1854 г. германецът Бернхард Риман разработва начин за описване на извити пространства, в продължение на шейсет години методът си остава просто математика. Той можел да описва абстрактни извити пространства, но изглеждало, че няма причина физическото пространство, в което живеем ние, да е извито. Причината се появила едва през 1915 г., когато Айнщайн предложил своята обща теория на относителността.

Общата теория на относителността била голяма интелектуална революция, променила начина, по който мислим за вселената. Тя е теория не само на извитото пространство, но и на извитото или изкривеното време. Още през 1905 г. Айнщайн осъзнал, че пространството и времето са тясно свързани помежду си, и създал теорията си за пространствена относителност, свързваща пространството и времето. При нея мястото на едно явление може да се опише с четири числа. Три описват положението му. Те могат да са километри северно и източно от Оксфорд и височина над морското равнище. В по-едър мащаб те могат да са галактическа дължина и ширина и разстояние от центъра на галактиката.

Четвъртото число е времето на събитието. Така можем да мислим за пространството и времето заедно като четириизмерна единица, наречена пространство-време. Всяка точка от пространство-времето се характеризира с четири числа, които определят мястото ѝ в пространството и времето. Съчетаването на пространство и време в пространство-време по този начин би било доста тривиално, ако те могат да се разделят по един уникален начин. Стига да имаше уникален начин за определяне на времето и мястото на всяко събитие. В една забележителна статия обаче, написана през 1905 г., докато бил чиновник в патентно бюро в Швейцария, Айнщайн показал, че времето и мястото, на което се смята, че се е случило дадено събитие, зависят от това как се движи наблюдателят.

Това означава, че времето и пространството са неразривно свързани.

Времената, които различни наблюдатели ще припишат на събитията, ще са съгласувани, ако наблюдаващите не се движат един спрямо друг. Те обаче ще се разминават все повече с увеличаването на относителната им скорост. Така можем да си зададем въпроса каква трябва да е скоростта на движението, така че времето за единия наблюдател да се движи назад по отношение на времето на другия. Отговорът се съдържа в следното хумористично стихотворение:

*Една госпожица позната
по-бърза е от светлината.
Замина днеска след вечеря,
пътува относително
и си пристигна още вчера.*

Значи за пътуване във времето ни е необходим само космически кораб, който се движи по-бързо от светлината. За съжаление в същата статия Айнщайн показва, че енергията, необходима за задвижването на космическия кораб, става все по-голяма и по-голяма с приближаването на скоростта на светлината. И че ще ни трябва безкрайно количество енергия, за да накараме кораба да се движи със свръхсветлинна скорост.

Статията на Айнщайн от 1905 г., изглежда, изключва пътуването назад във времето. Тя също посочва, че космическите пътувания до други звезди ще са много бавно и досадно занимание. Ако не можем да се движим по-бързо от светлината, двупосочната екскурзия до най-близката звезда ще ни отнеме най-малко осем години, а до центъра на галактиката – около петдесет хиляди години. Ако космическият кораб се движи със скорост, много близка до тази на светлината, за хората на борда му пътуването ще продължи само няколко години. Това обаче няма да е особена утеха, ако се върнете и установите, че всички, които сте познавали, са починали и са били забравени преди хилядолетия. От подобна ситуация не се получава и особено добра научна фантастика, така че авторите се принуждават да намират начин да заобиколят тази спънка.

През 1915 г. Айнщайн показва, че ефектите на гравитацията могат да се опишат, като се предположи, че пространство-времето е изкривено от материята и енергията в него, и тази теория е известна като обща теория на относителността. Ние дори можем да наблюдаваме това изкривяване, причинено от масата на Слънцето, по лекото отклоняване на светлината или радиовълните, минаващи близо до него.

Това изкривяване води дотам, че привидното местоположение на звезда или радиопредавател леко се измества, когато Слънцето се намира между Земята и източника. Изместването е много малко, около една хилядна от градуса, което е еквивалент на изместване с около два сантиметра на километър. Въпреки това то може да се измери много точно и отговаря на предсказанията на общата теория на относителността. Това означава, че разполагаме с експериментални доказателства, че пространството и времето са изкривени.

Степента на изкривяване около нас е много малка, тъй като всички гравитационни полета в слънчевата система са слаби. Знаем обаче, че се срещат много силни гравитационни полета, например при Големия взрив или в черните дупки. Възможно ли е тогава пространството и времето да се изкривят достатъчно, за да отговорят на изискванията на научната фантастика за неща като хиперпространствени двигатели, червееви дупки или пътуване във времето? На пръв поглед всички те изглеждат възможни. Например през 1948 г. Курт Гьодел намерил решение на уравненията на полето на Айнщайн от общата теория на относителността, което описва вселена, в която цялата материя се върти. В тази вселена би било възможно да отлетите с космически кораб и да се върнете, преди да сте потеглили. Гьодел работел в Института за фундаментални изследвания в Принстън, където Айнщайн прекарал последните си години. Той е по-прочут с доказателството си, че не можеш да докажеш всичко, което е вярно, дори в такава проста на пръв поглед област като аритметиката. Но доказателството му, че според общата теория

на относителността пътуването във времето е възможно, доста разстроило Айнщайн, който смятал, че подобно нещо е немислимо.

Днес знаем, че решението на Гьодел не може да представи вселената, в която живеем ние, защото в уравненията му тя не се разширява. Освен това тя притежава висока стойност на величина, наречена космологична константа, за която по принцип се смятало, че е много малка. Оттогава обаче са открити други, на пръв поглед по-разумни решения, позволяващи пътуване във времето. Особено интересен е подходът от т.нар. струнна теория, при която две космически струни се разминават със скорост, много близка, но малко по-малка от скоростта на светлината. Космическите струни са забележителна идея на теоретичната физика, която писателите фантасти като че ли още не са възприели. Както може да се предположи от името, те приличат на струни по това, че имат дължина, но съвсем малко сечение. Всъщност приличат повече на ластиси, защото се намират под огромно напрежение от порядъка на милиард милиард милиарда тона. Космическа струна, прикрепена към Слънцето, би се ускорила от нула до 100 км/ч за една трийсета от секундата.

Космическите струни може да изглеждат измислица и чиста фантастика, но има основателни научни причини да се смята, че вероятно са се формирали в много ранната вселена малко след Големия взрив. Тъй като се намират под огромно напрежение, от тях може да се очаква да се ускоряват почти до скоростта на светлината.

Общото между вселената на Гьодел и бързо движещите се космически струни е, че отначало те са толкова изкривени, че пространство-времето се затваря в себе си и пътуването в миналото е винаги възможно. Бог може и да е създал подобна изкривена вселена, но ние нямаме причина да мислим, че го е направил. Всички сведения сочат, че вселената е започнала с Големия взрив без изкривяване, което да позволява пътуване в миналото. Тъй като не можем да променим начина, по който е възникнала вселената, въпросът дали пътуването във времето е възможно е всъщност въпрос дали ние можем да изкривим пространство-времето дотолкова, че да се върнем в миналото. Мисля, че това е важна тема за изследване, но занимаващият се с нея трябва да внимава да не му лепнат етикет „смахнат“. Ако някой кандидатства за финансиране на проект за пътуване във времето, ще бъде отхвърлен незабавно. Някоя правителствена агенция не може да си позволи да бъде уличена, че харчи пари за нещо толкова шантаво като пътуване във времето. Вместо това кандидатстващият е по-добре да използва технически термини като затворени времеподобни изкривявания, което е кодово название на пътуване във времето. И все пак въпросът е много сериозен. Тъй като общата теория на относителността може да позволи пътуване във времето, важи ли то за нашата вселена? И ако не, защо?

Тясно свързана с пътуването във времето е способността да се пътува бързо от една точка в пространството до друга. Както вече споменах, Айнщайн показал, че космическият кораб ще се нуждае от безкрайно количество енергия, за да се задвижи по-бързо от светлината. Това означава, че единственият начин да стигнем от единия край на галактиката до другия за разумно време е да изкривим пространство-времето толкова много, че да създадем между двете точки малък тунел или червеева дупка. Тя ще свърже двата края на галактиката и ще изиграе ролята на пряк път, който ще ви позволи да отидете и да се върнете, докато приятелите ви са все още живи. Има сериозни предположения, че създаването на подобни червееви дупки ще бъде възможно за една бъдеща цивилизация. Но ако можете да пътувате от единия край на галактиката до другия за около седмица, бихте могли да се върнете през друга червеева дупка и да пристигнете, преди да сте

потеглили. Можете дори да успеете да се върнете във времето, използвайки същата червеева дупка, ако двата ѝ края се движат един спрямо друг.

Може да се покаже, че за създаване на червеева дупка пространство-времето трябва да се изкриви по начин, обратен на този, по който го изкривява нормалната материя. Нормалната материя изкривява пространство-времето обратно към себе си, подобно на повърхността на Земята. За създаването на червеева дупка обаче ни трябва материя, която изкривява пространство-времето по обратния начин, като повърхността на седло. Същото важи и за всеки друг начин на изкривяване, позволяващо пътуване в миналото, ако вселената не е започнала съществуването си толкова изкривена, че да позволява пътуване във времето. Така че ще ни е нужна материя с отрицателна маса и отрицателна енергийна плътност, за да изкривим пространство-времето по нужния начин.

Енергията е като парите. Ако имате положителен баланс в банката, можете да ги разпределяте по различни начини. Но според класическите закони, в които се вярваше до неотдавна, не можете да имате енергиен овърдрафт. Значи класическите закони би трябвало да забраняват изкривяването на вселената по начин, позволяващ пътуване във времето. Класическите закони обаче бяха детронирани от квантовата теория, която е другата голяма революция в представата ни за вселената наред с общата теория на относителността. Квантовата теория е по-свободна и ви позволява да имате овърдрафт по една или две сметки. Искате ли и банките да бяха толкова услужливи. Иначе казано, квантовата теория позволява енергийната плътност да бъде отрицателна на някои места, стига да е положителна на други.

Квантовата теория позволява отрицателна енергийна плътност, защото се основава на принципа на неопределеността. Според него някои величини като местоположението и скоростта на една частица не могат да имат точно определени стойности едновременно. Колкото по-точно е определена позицията на частицата, толкова по-неопределена е скоростта ѝ, и обратно. Принципът на неопределеността важи също и за полета като електромагнитното или гравитационното. Това означава, че тези полета не могат да бъдат точно нула дори в онова, което възприемаме като празно пространство. Защото ако бяха точно нула, стойностите им щяха да бъдат добре дефинирана позиция – нулева – и също толкова добре дефинирана скорост – също нулева. Това би представлявало нарушаване на принципа на неопределеността. Вместо това полетата трябва да имат известно минимално количество флуктуации. Тези така наречени вакуумни флуктуации могат да се интерпретират като двойки частици и античастици, които внезапно се появяват заедно, разделят се и после се събират отново, за да се унищожат взаимно.

Тези двойки частица-античастица се наричат също виртуални, защото не могат да се измерят с детектор на частици. Можем обаче да наблюдаваме непряко ефекта им. Един начин да се направи това е чрез т.нар. ефект на Казимир. Представете си, че имате две успоредни метални плоскости, разположени близо една до друга. Те действат като огледала за виртуалните частици и античастици. Това означава, че областта между плоскостите прилича на тръба на орган и ще допуска само светлинни вълни с определени резонансни честоти. Резултатът е, че между плоскостите има малко по-различно количество вакуумни флуктуации или виртуални частици в сравнение с околното пространство. А това означава, че ще е налице малка сила, която бута плоскостите една към друга. Тази сила може да се измери експериментално. Така че виртуалните частици наистина съществуват и предизвикват реални ефекти.

Тъй като виртуалните частици или вакуумните флуктуации между плоскостите са

по-малко, те имат по-ниска енергийна плътност, отколкото в региона извън плоскостите. Но енергийната плътност на празното пространство, което е много отдалечено от плоскостите, трябва да е нула. Иначе би се стигнало до изкривяване на пространство-времето и вселената нямаше да бъде почти плоска. Така че енергийната плътност в областта между плоскостите трябва да е отрицателна.

Така от изкривяването на светлината разполагаме с експериментално доказателство, че пространство-времето е изкривено, а ефектът на Казимир потвърждава, че можем да го изкривим в обратната посока. В такъв случай изглежда, че с напредването на науката и технологиите ни един ден бихме могли да създадем червеева дупка или да изкривим пространството и времето по някакъв друг начин, който да ни позволи да пътуваме назад в миналото. Ако е така, това поражда куп въпроси и проблеми. Един от тях е, че ако пътуването във времето е възможно, защо все още никой не е дошъл от бъдещето, за да ни каже как да го правим.

Дори да имаше сериозни причини да бъдем държани в неведение, човешката природа е такава, че трудно може да се повярва, че някой няма да реши да се изфука и да разкрие на нас, горките невежи, тайната на пътуването във времето. Разбира се, някои ще твърдят, че вече ни посещават от бъдещето. Те ще кажат, че НЛО идват от бъдещето и че някои правителства участват в гигантска конспирация, целяща да ги потули и да пази в тайна научното познание, което ни носят тези посетители. Мога само да кажа, че ако крият нещо, правителствата се справят доста зле с извличането на полезна информация от посетителите. Аз съм доста скептичен към конспиративните теории и смятам, че по-скоро става въпрос за грешки. Не можем да припишем всички съобщения за наблюдения на НЛО на извънземни, защото си противоречат. Но след като признаем, че някои от тях са грешки или халюцинации, не е ли по-вероятно това да се отнася за всички, отколкото да сме посещавани от хора от бъдещето или от същества от другия край на галактиката? Ако те наистина искат да колонизират Земята или да ни предупредят за някаква опасност, определено си вършат работата доста зле.

Възможен начин да примирим пътуването във времето с факта, че нямаме посетители от бъдещето, е да кажем, че подобни пътувания могат да се случват единствено в бъдещето. По този начин може да се каже, че пространство-времето в нашето минало е фиксирано, защото го наблюдаваме и виждаме, че не е изкривено достатъчно, за да позволява пътуване във времето. От друга страна, бъдещето е отворено, така че бихме могли да постигнем изкривяване, позволяващо пътуването във времето. Но тъй като можем да изкривяваме пространство-времето само в бъдещето, не бихме могли да пътуваме обратно до настоящето или по-рано.

Тази картина би обяснила защо не виждаме тълпи туристи от бъдещето. Но тя пак ни оставя куп парадокси. Да предположим, че е възможно да отлетите с космически кораб и да се върнете, преди да сте потеглили. Какво ще ви попречи да взривите ракетата на космодрума или да си попречите по някакъв друг начин да заминете? Има и други версии на този парадокс – например да се върнете в миналото и да убиете родителите си преди да сте се родили, – но по същество те са еквивалентни. Тези парадокси като че ли имат две възможни решения.

Ще нарека едното подход на консистентните истории. Според него трябва да се намери последователно решение на уравненията на физиката дори ако пространство-времето е толкова изкривено, че да позволява пътуване в миналото. Според него не бихте могли да заминете с космическия кораб, освен ако вече не сте се върнали и не сте успели да го взривите на площадката за изстрелване. Това е последователна картина, но

тя би означавала, че ние сме напълно детерминирани – не можем да размисляме. Дотук с идеята за свободната воля.

Другата възможност е подходът на алтернативните истории. Той се защитава от физика Дейвид Дойч и изглежда, че именно него е имал предвид съзателят на филма „Завръщане в бъдещето“. Според този подход в една алтернативна история не може да има завръщане от бъдещето преди космическият кораб да е отлетял и така не е възможно той да бъде взривен. Но когато пътешественикът се върне от бъдещето, той влиза в друга алтернативна история. В нея човечеството полага огромни усилия да построи космически кораб, но точно преди изстрелването му се появява подобен кораб от другия край на галактиката и го унищожава.

Дейвид Дойч основава подхода на алтернативните истории на концепцията за общия сбор на истории, въведена от физика Ричард Файнман. Идеята е, че според квантовата теория вселената няма само една уникална история, а всички възможни, като всяка история има своя вероятност. Трябва да има възможна история, в която в Близкия изток цари дълготраен мир, макар че може би нейната вероятност е доста малка.

В някои истории пространство-времето ще бъде толкова изкривено, че телата като космически кораби ще могат да пътуват в миналото си. Но всяка история е завършена и самостоятелна и описва не само кривината на пространство-времето, но и телата в нея. Така че космическият кораб не може да се прехвърли в друга алтернативна история, когато се върне от полета си. Той ще се намира в същата история, която трябва да бъде вътрешно съгласувана. Затова въпреки твърденията на Дойч аз смятам, че идеята за общия сбор на истории поддържа хипотезата за съгласувани, а не за алтернативни истории.

Така изглежда, че си оставаме с картината за съгласувани истории. Тази необходимост обаче не включва проблеми с детерминизма или свободната воля, ако вероятностите за съществуване на истории, в които пространство-времето е толкова изкривено, че да позволява пътуване във времето в макроскопски мащаб, са много малки. Наричам това „предположение за защита на хронологията“ – законите на физиката влизат в комбина, за да не допуснат пътуването във времето в макроскопски мащаб.

Изглежда, че когато пространство-времето е изкривено дотолкова, че почти да позволява пътуване в миналото, виртуалните частици могат да станат почти реални, следващи затворени траектории. Плътноста на виртуалните частици и тяхната енергия става много голяма. Това означава, че вероятността за тези истории е много малка. Така изглежда, че може би съществува някаква Агенция за защита на хронологията, която се грижи светът да е безопасно място за историците. Но тази тема за изкривяванията на пространството и времето все още е в зародиш. Според обединяващата форма на струнатата теория, известна като М-теория, която е най-добрата ни надежда да съчетаем общата теория на относителността и квантовата механика, пространство-времето трябва да има единайсет измерения, а не само познатите ни четири. Идеята е, че седем от тези единайсет измерения са натъпкани в толкова малко пространство, че не ги забелязваме. От друга страна, останалите четири измерения са доста плоски и представляват онова, което наричаме пространство-време. Ако тази картина е вярна, може би е възможно да се направи така, че четирите плоски посоки да се сменят със седемте силно извити. За сега не знаем до какво би довело подобно начинание, но възможностите са вълнуващи.

В заключение ще кажа, че бързото пътуване в пространството и пътуването във времето не могат да се изключат според сегашните ни разбирания. Те биха причинили огромни логически проблеми, така че да се надяваме, че съществува някакъв Закон за

защита на хронологията, който не позволява на хората да се връщат във времето и да убиват родителите си. Все пак ще посъветвам любителите на научна фантастика да не оклюмват. Все още има надежда в М-теорията.

**Има ли смисъл да устройваме парти за пътешественици във времето?
Има ли изобщо надежда някой да дойде на него?**

През 2009 г. устройох парти за пътешественици във времето в колежа ми Гонвил енд Кайъс в Кеймбридж за един филм за пътуването във времето. За да съм сигурен, че ще дойдат само истински пътешественици във времето, разпратих показните чак след партито. В деня на събитието седях в колежа изпълнен с надежда, но не дойде никой. Бях разочарован, но не и изненадан, защото бях показал, че ако общата теория на относителността е вярна и енергийната плътност е положителна, пътуването във времето е невъзможно. Щях да остана приятно изненадан, ако едно от предположенията ми се окажеше погрешно.

7. Ще оцелеем ли на Земята?



През януари 2018 г. в списание „Бюлетин на атомните физици“, основано от някои от учените, работили по проекта „Манхатън“ за създаване на първите атомни оръжия, преместиха Часовника на Страшния съд, тяхното измерване на времето, оставащо до неизбежната катастрофа (военна или природна), очакваща планетата ни, на две минути преди полунощ.

Въпросният часовник има интересна история. Той бил въведен през 1947 г., когато атомната ера била в самото си начало. Главният учен на проекта „Манхатън“ Робърт Опенхаймер казал по-късно следното за първата експлозия на атомно оръжие две години по-рано, през юли 1945 г.: „Знаехме, че светът няма да бъде същият. Някои се разсмяха, някои се разплакаха, повечето мълчаха. Спомних си стиха от индийската „Бхагавад гита“: „Превърнах се в Смърт, унищожител на светове“.

През 1947 г. часовникът бил нагласен на седем минути преди полунощ. Днес сме най-близо до Съдния ден, ако не се брои времето от началото на 50-те, когато започна Студената война. Разбира се, часовникът и движението на стрелките му са изцяло символични, но аз се чувствам длъжен да посоча, че на подобни предупреждения и от други учени, предизвикани най-малко отчасти поради избирането на Доналд Тръмп, трябва да се гледа сериозно. Дали идеята, че времето за човешката раса тече или дори изтича, е реалистична? Дали предупреждението на часовника е навременно, или е само губене на време?

Аз изпитвам много личен интерес към времето. Първо, моят бестселър и основна причина да съм известен извън тесния кръг на научната общност е озаглавен „Кратка история на времето“. Така че някои могат да решат, че съм експерт по времето, макар че в последно време да си експерт не е задължително да означава нещо добро. Второ, като човек, който на двацет и една научава, че му остават само пет години живот, и който през 2018 г. навърши седемдесет и шест, аз съм експерт по времето в друг, много по-личен смисъл. Много неудобно и остро си давам сметка за хода на времето и изживях голяма част от живота си с чувството, че отредените ми дни са, така да се каже, дадени назаем.

Няма абсолютно никакво съмнение, че днес нашият свят е политически по-нестабилен от всеки друг път, който ми е известен. Голям брой хора се чувстват изоставени икономически и социално. В резултат те се обръщат към популисти (или поне популярни политици), които имат ограничен опит в управлението и чиято способност да вземат спокойно решения по време на криза не е била поставяна на изпитание. Това означава, че Часовникът на Страшния съд трябва да бъде преместен по-близо до критичната

точка, тъй като вероятността небрежни или злонамерени сили да предизвикат Армагедон расте.

Земята е заплашена от толкова много страни, че ми е трудно да бъда оптимист. Заплахите просто са твърде големи и многобройни.

Първо, Земята става прекалено малка за нас. Материалните ни ресурси се изчерпват с тревожно темпо. Ние поднесохме на планетата ни катастрофалния дар на климатичните промени. Повишаващи се температури, смаяване на полярните шапки, обезлесяване, свръхнаселение, болести, войни, глад, липса на питейна вода и унищожаване на животински видове – всички тези проблеми са решими, но засега никой не си е помръдвал пръста да ги реши.

Глобалното затопляне е дело на всички нас. Искаме да притежаваме автомобили, да пътуваме и да поддържаме по-висок жизнен стандарт. Проблемът е, че когато хората осъзнаят какво се случва, може да бъде твърде късно. Докато стоим на прага на втора атомна ера и период на безпрецедентни климатични промени, учените имат особена отговорност отново да информират обществеността и да съветват лидерите за гибелните опасности, пред които е изправено човечеството. Като учени ние разбираме опасностите от ядрените оръжия и катастрофалните им ефекти и научаваме как човешката дейност и технологиите въздействат на климатичните системи по начини, които могат завинаги да променят живота на Земята. Като граждани на света ние сме длъжни да споделяме това познание и да предупреждаваме широката общественост за ненужните рискове, с които живеем всеки ден. Ние предвиждаме големи катастрофи, ако правителствата и обществата не вземат бързи мерки за премахване на ядрените оръжия и за предотвратяване на по-нататъшни промени в климата.

В същото време мнозина от същите тези политици отричат реалността на климатичните промени като следствие от човешката дейност или най-малко способността на човека да ги спре точно в момента, в който светът е изправен пред серия критични екологични кризи. Съществува реална опасност глобалното затопляне да стане необратимо, ако вече не е станало. Разтопяването на полярните шапки в Арктика и Антарктида намалява частта от слънчевата енергия, която се отразява обратно в космоса, и така увеличава температурата още повече. Климатичните промени могат да унищожат Амазония и други екваториални джунгли и така да елиминират един от основните начини за премахване на въглеродния диоксид от атмосферата. Повишаването на морската температура може да доведе до освобождаване на големи количества въглероден диоксид. Тези два феномена ще увеличат парниковия ефект и ще засилят глобалното затопляне. Така нашият климат може да заприлича на този на Венера – горещ, с дъждове от сярна киселина и температури от порядъка на 250 градуса по Целзий. Човешкият живот е невъзможен при подобни условия. Трябва да отидем отвъд международното съглашение от 1997 г., известно като Протокол от Киото, и да съкратим въглеродните емисии още сега. Разполагаме с технологиите. Нуждаем се единствено от политическа воля.

Ние можем да бъдем невежа и немислеща тълпа. Когато сме достигали подобни кризи в миналото, обикновено е имало нещо за колонизиране. Колумб го е направил през 1492 г., когато открил Новия свят. Но днес няма нов свят. Никаква Утопия не ни очаква зад тъгъла. Пространството ни е на изчерпване и единствените места, на които можем да отидем, са други светове.

Вселената е жестоко място. Звезди поглъщат планети, свръхнови изстрелват смъртоносни лъчи в космоса, черни дупки се блъскат една в друга и астероиди профучават

със скорост стотици километри в секунда. Вярно, всички тези феномени не правят космоса да изглежда много приветлив, но именно те са причината, поради която трябва да излезем в него, а не да си седим тук. Сблъсък с астероид е нещо, срещу което нямаме никаква защита. Смята се, че последният голям сблъсък от този вид е избил динозаврите – и тази катастрофа може да се случи отново. Това не е научна фантастика, а е гарантирано от законите на физиката и вероятностите.

Днес може би най-голямата заплаха за човечеството си остава ядрената война. Тя е опасност, за която почти сме забравили. Русия и Съединените щати вече не са така готови да натиснат копчетата, но си представете какво може да стане, ако възникне някакъв инцидент или терористи се доберат до оръжията на тези страни. И рискът се увеличава, тъй като все повече страни се сдобиват с ядрени оръжия. Дори след края на Студената война ядрените ни запаси са достатъчни да ни унищожат няколко пъти и новите ядрени държави само увеличават нестабилността. След време ядрената заплаха може да намалее, но ще се появят други, така че трябва да оставаме нащрек.

Смятам, че е почти неизбежно ядрена конфронтация или екологична катастрофа да осакати Земята в някакъв момент през следващите хиляда години, което от геологична гледна точка е само миг. Надявам се и вярвам, че дотогава нашата изобретателна раса ще е намерила начин да се измъкне от оковите на планетата ни и да оцелее. Разбира се, същото може би няма да е възможно за милионите други видове, които населяват Земята и които ще останат да тежат на съвестта ни като раса.

Мисля, че действаме с безразсъдно безразличие към бъдещето ни на нашата планета. В момента нямаме къде другаде да отидем, но в дългосрочен план човешката раса не бива да държи всичките си яйца в една кошница или на една планета. Надявам се, че няма да изпуснем кошницата преди да сме се научили как да избягаме от Земята. Ние по природа сме пътешественици. Мотивира ни любопитството. Това е уникална човешка черта. Именно това ненаситно любопитство е пратило мореплаватели да докажат, че Земята не е плоска, и същият инстинкт ни изпраща до звездите със скоростта на мисълта и ни подтиква да идем там наистина. И всеки път, когато правим голям нов скок като кацането на Луната, ние издигаме човечеството на ново ниво, обединяваме хора и нации, въвеждаме нови технологии и открития. Напускането на Земята изисква съсредоточен глобален подход – всички трябва да участват в него. Трябва да съживим вълнението от ранните дни на космическите полети през 60-те. Технологиите са почти в ръцете ни. Време е да изследваме други слънчеви системи. Разселването в космоса може да бъде единственото нещо, способно да ни спаси от самите нас. Аз съм убеден, че човечеството трябва да напусне Земята. Ако останем тук, рискуваме да бъдем унищожени.

* * *

И тъй, като оставим настрана надеждите ми за космически пътешествия, как ще изглежда бъдещето и как може да ни помогне науката?

Популярната идея за науката на бъдещето е представена в научнофантастични филми като „Стар Трек“. Продуцентите на „Стар Трек“ дори успяха да убедят мен да участвам в сериала – не че им беше особено трудно.

Участието ми беше много забавно, но го споменавам, за да кажа нещо важно. Почти всички представи за бъдещето от времето Х. Дж. Уелс насам са по същество статични. Те ни показват общество, което в повечето случаи е много по-развито от нашето в на-

учно, технологично и политическо отношение. (Последното не е много трудно за постигане.) През периода между сега и тогава явно е имало някакви големи промени с техните напрежения и кризи. Но в представяното ни бъдеще науката, технологиите и обществената организация са постигнали почти пълно съвършенство.

Аз поставям под съмнение тази картина и питам дали изобщо ще достигнем някакво финално стабилно състояние на науката и технологиите. Никога през десетте хиляди години от последната ледникова епоха човешката раса не е била в състояние на фиксирани познания и технологии. Имало е някои моменти на влошаване на положението като периода, който наричаме Тъмни векове след падането на Римската империя, но населението на света, което е мярка за технологичната ни възможност да запазваме живота си и да се изхранваме, се увеличава постоянно с отделни спънки като времето на Черната смърт. През последните двеста години това увеличаване е експоненциално и световното население скочи от 1 на около 7,6 милиарда. Други мерки за технологично развитие в последно време са консумацията на електричество или броят на публикувани научни статии. Те също показват почти експоненциален растеж. Днес ние имаме толкова високи очаквания, че някои хора се чувстват измамани от политици и учени, защото още не са постигнали утопичните представи за бъдещето. Например филмът „2001: Космическа одисея“ ни показва база на Луната и изстрелването на пилотиран полет до Юпитер.

Няма признаци, че научното и технологичното развитие ще се забави драматично и ще спре в близко бъдеще. Със сигурност не и по времето на „Стар Трек“, което е само на около 350 години от нас. Но сегашното темпо на растеж не може да продължи през цялото следващо хилядолетие. Към 2600 г. световното население ще бъде такова, че хората ще бъдат наблъскани рамо до рамо, а от консумираното електричество планетата ни ще се нажежи до червено. Ако трупате новите книги, които се издават непрекъснато със сегашното темпо, ще трябва да се движите със сто и петдесет километра в час, за да не изоставате. Разбира се, през 2600 г. новите художествени и научни творби ще бъдат публикувани в електронен формат, а не като физически книги. Въпреки това, ако експоненциалният растеж продължи, в моята област на теоретичната физика ще излизат по десет статии на секунда и никой няма да има време да ги изчете всичките.

Очевидно е, че настоящият експоненциален растеж не може да продължи безкрайно. Тогава какво ще се случи? Едната възможност е да се затрием при някаква катастрофа като ядрена война. Дори да не се самоунищожим напълно, има голяма вероятност да изпаднем в състояние на брутално варварство като онова, което виждаме в началната сцена на „Терминатор“.

Как ще се развиват науката и технологията през следващото хилядолетие? Това е много труден въпрос, но все пак ще рискувам и ще ви представя предвижданията ми за бъдещето. Ще имам някакъв шанс да съм прав за следващите няколкостотин години, но по-нататък всичко ще бъде спекулации.

Сегашното ни разбиране за науката започнало горе-долу по време на основаването на първото европейско селище в Северна Америка и към края на деветнайсети век изглеждало, че сме на път да постигнем пълно разбиране на вселената според онова, което днес наричаме класически закони. Но както видяхме, наблюденията през двайсети век започнали да показват, че енергията се предава на дискретни пакети, наречени кванти, и се появила нова теория, наречена квантова механика и формулирана от Макс Планк и други учени. Тази теория ни представя напълно различна картина на реалността, в която нещата нямат една-единствена уникална история, а всички възможни истории, всяка със

своята вероятност. Когато разглеждаме отделните частици, възможните им истории трябва да включват и такива, при които те се движат по-бързо от светлината и може би дори се връщат във времето. Тези истории обаче, при които се пътува назад във времето, не са само умозрителни като разсъжденията колко ангела могат да се съберат на върха на една игла. Те имат реални наблюдаеми последици. Дори онова, което смятаме за вакуум, е пълно с частици, движещи се по затворени пътища в пространството и времето. Иначе казано, те се движат напред във времето от едната страна на обиколката и назад от другата.

Неудобното нещо е, че тъй като в пространството и времето има безброй точки, възможните затворени пътища на частиците също са безброй. А това означава безкрайно количество енергия и би свило пространството и времето в една точка. Дори научната фантастика не е измисляла нещо толкова странно. Работата с тази безкрайна енергия изисква истинска изобретателност и голяма част от работата в теоретичната физика през последните двайсет години представлява търсене на теория, в която безбройните затворени пътища в пространството и времето се унищожават напълно едни други. Едва тогава ще можем да обединим квантовата теория с общата теория на относителността на Айнщайн и да постигнем пълна теория на основните закони на вселената.

Какви са перспективите да открием тази завършена теория през следващото хилядолетие? Аз бих казал, че са много добри, но пък, от друга страна, съм оптимист. През 1980 г. казах, че има 50:50 шанс да открием завършена обединена теория през следващите двайсет години. Оттогава отбелязахме забележителен напредък, но все още не сме стигнали до окончателната теория. Дали Светият Граал на физиката винаги ще си остане мъчително близък и недостижим? Не мисля.

В началото на двайсети век ние разбрахме работата на природата в мащабите на класическата физика, които са добри до разстояния от порядъка на една стотна от милиметъра. Работата върху атомната физика през първите три десетилетия на века отведе разбирането ни до дължини от порядъка на една милионна от милиметъра. Оттогава изследванията в областта на ядрената и високоенергийната физика ни отведоха до мащаби, по-малки от една милиардна от милиметъра. На пръв поглед изглежда, че можем безкрайно да откриваме все по-малки и по-малки структури. Тази серия обаче си има граница, както и при руските матрьошки. Накрая стигаме до най-малката кукла, която вече не може да се раздели на части. Във физиката най-малката кукла се нарича дължина на Планк и представлява милиметър, разделен на 100 000 милиарда милиарда милиарда. В скоро време няма да построим ускорител на частици, който да е способен да достигне до толкова малки дължини. Подобен ускорител би бил по-голям от слънчевата система и едва ли ще бъде одобрен при сегашния финансов климат. От теориите ни обаче има последици, които могат да се тестват чрез много по-скромни машини.

Невъзможно е да достигнем до дължината на Планк в лаборатория, макар че можем да изучаваме Големия взрив, за да получим наблюдаеми свидетелства за по-високи енергии и по-къси разстояния от онези, които можем да постигнем на Земята. До голяма степен обаче ще ни се налага да разчитаме на математическата красота и съгласуваност, за да открием върховната теория на всичко.

Представата на „Стар Трек“ за бъдещето, в което можем да постигнем високоразвито, но по същество статично ниво, може да се сбъдне по отношение на познаването ни на основните закони, управляващи вселената. Не мисля обаче, че някога ще стигнем стабилно състояние в използването на тези закони. Върховната теория няма да налага

ограничения на сложността на системите, които можем да създаваме, и аз мисля, че именно сложността ще бъде най-важното през следващото хилядолетие.

* * *

Засега най-сложните системи, с които разполагаме, са собствените ни тела. Животът, изглежда, е възникнал в първобитните океани, покривали Земята преди четири милиарда години. Не знаем как е станало това. Възможно е случайни сблъсъци на атоми да са довели до възникването на макромолекули, способни да се възпроизвеждат и да изграждат по-сложни структури. Знаем, че преди три и половина милиарда години се е появила сложната молекула на ДНК. ДНК е основата на целия живот на Земята. Тя има структура на двойна спирала, подобно на спирално стълбище, която беше открита през 1953 г. от Франсис Крик и Джеймс Уотсън в лабораторията Кавендиш в Кеймбридж. Двете нишки на спиралата са свързани помежду си от двойки нуклеинови киселини, подобни на стъпала в спирално стълбище. Има четири вида нуклеинови киселини – цитозин, гуанин, аденин и тимин. Редът, по който се срещат различните нуклеинови киселини по дължината на стълбището, носи генетичната информация, която позволява на ДНК молекулата да изгражда организъм и да се възпроизвежда. Докато ДНК прави копия на себе си, понякога се получават грешки в реда на нуклеиновите киселини. В повечето случаи тези грешки правят ДНК неспособна да се възпроизвежда. Подобни генетични грешки или т.нар. мутации отмират. В отделни случаи обаче грешката или мутацията увеличава шансовете на ДНК да оцелее и да се възпроизвежда. Така информационното съдържание в последователността на нуклеиновите киселини постепенно се развива и усложнява. Този естествен отбор на мутации бил предложен за първи път от друг човек от Кеймбридж, Чарлз Дарвин, през 1858 г., макар че той не е знаел какъв точно е механизъмът му.

Тъй като по същество представлява случайна разходка в пространството на всички генетични възможности, биологичната еволюция е много бавна. Сложността или броят на битовите информация, кодирани в ДНК, се определя приблизително от броя нуклеинови киселини в молекулата. Всеки бит информация може да се разглежда като отговор на въпрос тип да/не. През първите два милиарда години темпото на увеличаване на сложността е било от порядъка един бит информация на всеки сто години. Това темпо постепенно се увеличило до около един бит на година през последните няколко милиона години. Днес обаче се намираме в началото на нова ера, в която ще можем да увеличаваме сложността на нашата ДНК, без да ни се налага да чакаме бавния процес на биологичната еволюция. През последните десет хиляди години човешката ДНК почти не се е променила. Много вероятно е обаче да бъдем в състояние да я променим напълно през следващото хилядолетие. Разбира се, много хора ще кажат, че генното инженерство на човешки същества трябва да бъде забранено. Аз обаче се съмнявам, че това може да бъде предотвратено. Генното инженерство на растения и животни ще бъде позволено поради икономически причини и някой рано или късно ще го опита върху хора. Освен ако не се наложи тоталитарен световен ред, някой някъде ще проектира подобрени версии на човека.

Естествено, разработването на подобрени човеци ще породви големи социални и политически проблеми за неподобрените хора. Тук не се опитвам да защитавам генното инженерство на хора като нещо добро, а просто казвам, че е много вероятно то да се

случи през следващото хилядолетие, независимо дали го искаме, или не. Именно затова не вярвам на научни фантастики като „Стар Трек“, в които хората са на практика същите 350 години напред в бъдещето. Мисля, че човешката раса и нейната ДНК ще увеличат много бързо сложността си.

В известен смисъл човешката раса трябва да подобри умствените и физическите си качества, ако иска да се справи с все по-сложния свят около нея и да посрещне новите предизвикателства като пътуването в космоса.

Освен това трябва да увеличи своята сложност, ако иска биологичните системи да не изостават от електронните. В момента компютрите са по-бързи от нас, но не и по-интелигентни. Това не е изненадващо, тъй като сегашните ни компютри са по-прости от мозъка и на дъждовен червей – организъм, който не е прочут с интелектуалните си сили. Но компютрите грубо се подчиняват на версия на Закона на Мур, според който тяхната бързина и сложност се удвояват на всеки осемнайсет месеца. Това е един от онези експоненциални растежи, които очевидно не могат да продължат безкрайно и вече са започнали да се забавят. Бързото темпо на подобряване обаче вероятно ще продължи, докато компютрите не се доближат по сложност до човешкия мозък. Някои казват, че компютрите никога няма да покажат истински интелект, каквото и да означава това. На мен обаче ми се струва, че ако много сложните химични молекули могат да работят в човешките същества и да ги правят интелигентни, то също толкова сложни електронни вериги могат да карат и компютрите да действат по интелигентен начин. И ако са интелигентни, те биха могли да проектират компютри с още по-голяма сложност и интелект.

Това е причината да не вярвам в рисуваната от научната фантастика картина за високоразвито, но константно бъдеще. Вместо това очаквам сложността да се увеличава с бързо темпо както в биологичната, така и в електронната сфера. Можем да предвидим сравнително надеждно, че голяма част от това няма да се случи през следващите няколко десетилетия. Но към края на следващото хилядолетие, стига да стигнем дотам, промените ще бъдат фундаментални.

Линкълн Стефънс веднъж казал: „Видях бъдещето и то работи“. Той всъщност имал предвид Съветския съюз, за който днес знаем, че не е работил особено добре. Въпреки това мисля, че днешният световен ред има бъдеще, но то ще бъде много различно.

Каква е най-голямата заплаха за бъдещето на планетата ни?

Сблъсък с астероид би бил заплаха, срещу която не разполагаме със защита. Но последният сериозен сблъсък се е случил преди около шейсет и шест милиона години и е избил динозаврите. По-непосредствена заплаха са излезлите от контрол климатични промени. Повишаването на температурата на океаните ще доведе до разтопяване на полярните шапки и ще доведе до отделянето на големи количества въглероден диоксид. Двата ефекта могат да направят климата ни като този на Венера, но с температури от 250 градуса по Целзий.

8.

Трябва ли да колонизираме космоса?



Защо ни е да излизаме в космоса? Какво оправдава пилеенето на толкова много усилия и пари заради няколко парчета лунни камънаци? Няма ли по-добри каузи тук, на Земята? Очевидният отговор е: защото го има, навсякъде около нас. Да не напуснем планетата Земя означава да се поставим в ролята на корабкрушеници на пустинен остров, които не правят опит да се махнат от него. Ние трябва да изследваме слънчевата система и да открием къде другаде могат да живеят човешки същества.

В известен смисъл положението е подобно на онова в Европа преди 1492 г. Хората и тогава биха могли да посочат, че прашането на Колумб да търси нови земи е безсмислено пилеене на средства. Откриването на Новия свят обаче довело до дълбоки промени в Стария. Само си помислете, без Колумб днес нямаше да имаме „Макдоналдс“ и KFC. Разпространяването ни в космоса ще има още по-голям ефект. То ще промени напълно бъдещето на човешката раса и може би ще определи дали изобщо ще имаме бъдеще. Колонизацията на космоса няма да реши непосредствените ни проблеми на планетата, но ще ни даде нова гледна точка към тях и ще ни накара да погледнем навън вместо навътре. Да се надяваме, че тя ще ни обедини, за да посрещнем общите предизвикателства.

Това ще бъде дългосрочна стратегия – и под дългосрочна имам предвид стотици или дори хиляди години. Може да имаме бази на Луната след трийсет години, да достигнем Марс след петдесет и да изследваме луните на външните планети след двеста. Под „да достигнем“ имам предвид космически кораб с хора на борда. Вече пуснахме роувъри на Марс и приземихме сонда на спътника на Сатурн Титан, но ако сме загрижени за бъдещето на човешката раса, трябва да отидем там лично.

Излизането в космоса няма да е евтино, но ще отнеме само малка част от световните ресурси. Бюджетът на НАСА си остава приблизително непроменен в реални стойности от времето на програмата „Аполо“, но е намалял от 0,3 процента от БВП на САЩ през 1970 г. на около 0,1 процента през 2017 г. Дори ако увеличим международния бюджет двайсет пъти, за да направим сериозен опит да излезем в космоса, това ще бъде съвсем малка част от световния БВП.

Ще има такива, които ще възразят, че е по-добре да харчим парите си за решаване на проблемите на нашата планета като климатичните промени и замърсяването, вместо да ги пилеем за може би напразно търсене на нова планета. Не отричам важността на борбата срещу климатичните промени и глобалното затопляне, но ние можем да я водим и пак да отделим четвърт процент от световния БВП за космоса. Нима бъдещето ни не струва четвърт процент?

През 60-те си мислехме, че овладяването на космоса си заслужава полагането на големи усилия. През 1962 г. президентът Кенеди постави задача пред САЩ да пратят човек на Луната до края на десетилетието. На 20 юли 1969 г. Бъз Олдрин и Нийл Армстронг кацнаха на лунната повърхност. Това промени бъдещето на човешката раса. По онова време бях двапет и седем годишен изследовател в Кеймбридж и пропуснах събитието. Бях на една конференция за сингулярностите в Ливърпул и слушах лекция на Рене Том за теорията на катастрофите, когато стана кацането. По онова време нямаше цифрова телевизия, която да ти позволява да гледаш пропуснати предавания, нямаше дори телевизор, но двегодишният ми син ми го описа.

Космическата надпревара допринесе за интереса на хората към науката и ускори техническия прогрес. Много от днешните учени са били вдъхновени да се захванат с наука заради експедициите до Луната с цел да разберем повече за самите нас и за мястото ни във вселената. Лунната програма ни даде нови гледни точки за нашия свят, накарала ни да се замислим за планетата като цяло.

След последното кацане на луната през 1972 г. обаче, при липсата на планове за нови пилотирани полети в космоса, интересът на публиката намаля. Това съвпадна с общия спад на интереса към науката на Запад, защото макар да бе донесла големи подобрения, тя не успя да реши социалните проблеми, които все повече заемаха вниманието на обществото.

Нова пилотирана космическа програма би направила много за възстановяването на публичния ентузиазъм към космоса и науката като цяло. Автоматизираните мисии са много по-евтини и могат да осигурят повече научна информация, но те не грабват по същия начин въображението на широката публика. И не разпространяват човешката раса в космоса, което за мен трябва да бъде нашата дългосрочна стратегия. Поставянето на цели като създаване на лунна база до 2050 г. и пилотиран полет до Марс до 2070 г. би съживило отново космическата програма и би ни дало чувство за цел по същия начин, по който го направи Кенеди през 60-те. В края на 2017 г. Илън Мъск обяви плановете на *SpaceX* за лунна база и мисия до Марс до 2022 г., а президентът Тръмп одобри директива, определяща основните цели на НАСА за изследване на космоса, така че може би ще стигнем там дори още по-рано.

Подновеният интерес към космоса би подобрил и отношението на широката публика към науката като цяло. Ниското уважение към науката и учените има сериозни последици. Ние живеем в общество, което все повече се управлява от науката и технологиите, а в същото време все по-малко и по-малко млади хора искат да се занимават с наука. Една нова и амбициозна космическа програма би запалила младите и би ги стимулирала да се занимават с различни видове наука, не само астрофизика и космически науки.

Същото се отнася и за мен. Винаги съм мечтал за пътуване в космоса, но много години наред си мислех, че си е точно това – мечта. Прикован към Земята и в инвалиден стол, аз можех да изживея великолепието на космоса единствено чрез въображението си и чрез работата си в областта на теоретичната физика. Никога не си бях помислял, че ще имам възможността да видя нашата прекрасна планета от космоса или да погледна към безкрайността отвъд нея. Това беше царството на астронавтите, малцината щастливци, на които е дадено да изживеят чудото и тръпката на космическия кораб. Не бях взел предвид обаче енергията и ентузиазма на хората, чиято мисия е да направят първите стъпки извън Земята. И през 2007 г. имах щастието да участвам в полет с нулева гравитация и за първи път през живота си да изпитам безтегловност. Тя продължи само

четири минути, но изживяването беше изумително. Бих го правил отново и отново.

Тогава цитирах думите ми, че се боя, че човешката раса няма бъдеще, ако не се отправим в космоса. Вярвах го и продължавам да го вярвам. И се надявам, че демонстрирах, че всеки може да участва в космическите пътешествия. Вярвам, че учените като мен и изобретателните предприемачи трябва да направят всичко по силите си за поощряване на вълнението и чудото на космическите полети.

Но в състояние ли са хората да съществуват дълго извън Земята? Опитът ни с Международната космическа станция (МКС) показва, че човешките същества могат да оцелеят много месеци извън планетата. Безтегловността в орбита обаче причинява множество нежелани физиологически промени, сред които отслабване на костите, както и практически проблеми с течности и т.н. Затова е най-добре обитаваните космически бази да се намират на планета или луна. Изградена под повърхността база би си осигурила термична изолация и защита от метеори и космически лъчи. Планетата или луната могат да служат и като източник на суровини, които ще бъдат необходими за една самозадоволяваща се и независима от Земята общност.

Кои са възможните места за човешки колонии в слънчевата система? Най-очевидното е Луната. Тя е наблизо и е сравнително лесна за достигане. Вече сме кацали там и сме карали бъги по повърхността ѝ. От друга страна, Луната е малка и лишена от атмосфера и магнитно поле, което да отразява частиците на слънчевото лъчение. Там няма течна вода, макар че може би има лед в кратерите на полюсите. Една лунна колония би могла да използва този лед като източник на кислород и да си осигурява енергия с ядрен реактор или слънчеви панели. Луната може да бъде база, от която да се отправяме към другите планети и спътници на слънчевата система.

Следващата очевидна цел е Марс. Той е един път и половина по-далече от Слънцето от Земята и затова получава половината от топлината, която получава нашата планета. В миналото е имал магнитно поле, но то е изчезнало преди четири милиарда години, оставяйки Марс без защита от слънчевото лъчение. Това лишило планетата от по-голямата част от атмосферата ѝ и сега атмосферното налягане там е само 1 процент от това на земното. То обаче трябва да е било по-високо в миналото, защото виждаме по повърхността следи от пресъхнали речни корита и езера. Днес на марсианската повърхност не може да има течна вода – тя би се изпарила в почти пълния вакуум. Това дава основания да се предполага, че Марс е имал топъл и влажен период, през който на планетата може да е имало живот – възникнал самостоятелно или чрез панспермия (т.е. донесен от другаде). Днес на Марс няма признаци на живот, но ако открием, че го е имало в миналото, това би показало, че вероятността животът да се развива на подобна планета е сравнително голяма. Трябва обаче да внимаваме да не се объркаме, като замърсим планетата със земни форми на живот. По същия начин трябва да сме много внимателни да не донесем марсиански живот на Земята. Ние няма да имаме защита срещу него и той би могъл да заличи живота на Земята.

НАСА изпрати множество космически сонди до Марс, като започна с „Маринър 4“ през 1964 г. Тя изследва планетата с няколко орбитални апарата, последният от които е „Марс Риконисънс Орбитър“. Тези апарати разкриха съществуването на дълбоки клисури и най-високите планини в слънчевата система. НАСА приземи и няколко сонди на повърхността на Марс, сред които и двата марсиански роувъра. Те ни изпратиха снимки на сухи пустинни пейзажи. Подобно на Луната, полярните шапки на планетата могат да бъдат източници на вода и кислород. На Марс е имало вулканична дейност, която би трябвало да е изнесла на повърхността минерали и метали, които да бъдат използвани

от една бъдеща колония.

Луната и Марс са най-подходящите места за космически колонии в слънчевата система. Меркурий и Венера са прекалено горещи, а Юпитер и Сатурн са газови гиганти без твърда повърхност. Луните на Марс са много малки и нямат предимства пред самата планета. Някои от спътниците на Юпитер и Сатурн също могат да бъдат кандидати за космически бази. Обикалящата около Юпитер Европа е изцяло покрита с лед. Под него обаче може да има течна вода, в която да се е развил живот. Как бихме могли да разберем дали наистина е така? Може би трябва да кацнем на Европа и да пробием дупка в леда?

Спътникът на Сатурн Титан е по-голям и по-масивен от Луната и също има плътна атмосфера. Мисията „Касини-Хюйгенс“ на НАСА и на Европейската космическа агенция приземиха на Титан сонда, която изпрати снимки на повърхността. Титан обаче е много студен, тъй като е отдалечен от Слънцето, и лично аз не бих искал да живея до езеро от течен метан.

Ами ако дръзнем да продължим отвъд слънчевата система? Наблюденията ни показват, че около много от звездите обикалят планети. Засега можем да засечем само гигантите като Юпитер и Сатурн, но спокойно можем да приемем, че освен тях има и по-малки, подобни на Земята планети. Някои от тях ще се намират в т.нар. Зона на лютчето – онова разстояние от звездата, на което на повърхността може да има течна вода. В радиус от трийсет светлинни години от Земята има около хиляда звезди. Ако един процент от тях имат подобни на Земята планети в Зоната на лютчето, имаме десет кандидати за Нови светове.

Вземете например *Проксима b*. Тази екзопланета, която е най-близката до Земята, но все пак на четири и половина светлинни години от нея, обикаля около звездата Проксима Центавър в слънчевата система Алфа Центавър и последните изследвания показват, че е много подобна на нашата планета.

Пътуването до тези светове кандидати може би не е възможно с днешните технологии, но ако впрегнем въображението си, ще успеем да направим междузвездните пътувания наша дългосрочна цел – през следващите 200-500 години. Скоростта, с която можем да изпратим кораб дотам, се определя от два фактора – ракетната тяга и частта от масата, която корабът губи, докато се ускорява. Тягата на химическите ракети, които използваме днес, е около три километра в секунда. С изхвърляне на 30 процента от масата си те могат да развият скорост около половин километър в секунда и после отново да забавят ход. Според НАСА ще са ни нужни около 260 дни, за да достигнем до Марс, като някои учени твърдят, че това може да се постигне и за 130 дни. Ще ни трябват обаче три милиона години, за да стигнем до най-близката звездна система, ако се движим със същата скорост. За по-високи скорости ни трябва много по-голяма тяга от тази на химическите ракети – скоростта на светлината. Мощен лъч светлина от задната част на кораба може да го задвижи напред. Ядрена реакция би могла да ускори космически кораб до една десета от скоростта на светлината. За по-високи скорости ще ни е нужна или аниhilация между материя и антиматерия, или някаква напълно нова форма на енергия. Всъщност разстоянието до Алфа Центавър е толкова голямо, че ако искаме то да бъде изминато в рамките на един човешки живот, корабът трябва да носи гориво с маса приблизително равна на масата на всички звезди в галактиката. Иначе казано, със сегашните технологии междузвездните пътувания са абсолютно невъзможни. Алфа Центавър никога няма да се превърне в туристическа дестинация.

Имаме шанс да постигнем тази цел благодарение на нашето въображение и изобретателност. През 2016 г. заедно с предприемача Юрий Милнер положихме началото на дългосрочната изследователска и развойна програма „Брейктру Старшот“, целяща да превърне междувездните пътувания в реалност. Ако успеем, ще изпратим сонда до Алфа Центавър в рамките на живота на съвременните хора. Ще се върна по-подробно на тази тема след малко.

Как да започнем това пътуване? Засега проучванията ни са ограничени в рамките на слънчевата система. След четирийсет години нашият най-дързък изследовател „Вояджър“ тепърва достигна междувездното пространство. Скоростта му от 18 км/с означава, че ще му трябват около 70 000 години, за да достигне Алфа Центавър. Тази звезда се намира на 4,37 светлинни години от нас, което е четирийсет трилиона километра. Ако днес там има живи същества, те ще си останат в блажено неведение за възхода на Доналд Тръмп.

Ясно е, че навлизаме в нова космическа ера. Първите частни астронавти ще бъдат нейните пионери и първите полети ще бъдат неимоверно скъпи, но моята надежда е, че след време космическите пътувания ще бъдат достъпни за все по-голяма част от населението на Земята. Пращането на все повече и повече пътници в космоса ще внесе нов смисъл за мястото ни на Земята и за отговорността ни като нейни стопани и ще ни помогне да разберем нашето място и бъдеще в космоса – където според мен се намира съдбата ни.

„Брейктру Старшот“ е реална възможност за човека да направи първи стъпки в открития космос с намерение да прецени възможностите за колонизация. Това е мисия, целяща доказването на концепцията, и се основава на три фактора – миниатюризирани космически апарати, светлинно ускорение и лазери с постоянни фази. „Стар Чип“, напълно функционираща космическа сонда с големина няколко сантиметра, ще бъде прикрепен към леко платно, изработено от метаматериали и тежащо само няколко грама. Идеята е в орбита да бъдат изпратени хиляда такива миниатюрни сонди. От земята мощни лазери ще се комбинират в един-единствен много мощен светлинен лъч, който ще бъде изстрелян през атмосферата и ще улучи платната с мощност десетки гигавата.

Идеята зад тази иновация е миниатюрните сонди да яхнат светлинния лъч по същия начин, по който си е мечтал да го направи шестнайсетгодишният Айнщайн. Сондите няма да развият скоростта на светлината, а само една пета от нея, или 160 милиона километра в час. Подобна система би могла да стигне до Марс за по-малко от час, до Плутон за дни, да задмине „Вояджър“ за по-малко от седмица и да достигне до Алфа Центавър за малко повече от двайсет години. След това сондата може да снима откритите в системата планети, да провери дали имат магнитни полета и органични молекули и да изпрати данните към Земята с друг лазерен лъч.

Сигналът ще бъде приет от същите чинии, използвани за предаване на изстрелвания лъч, а пътят му ще продължи около четири години. Траекториите на сондите могат да включват прелитане покрай *Проксима b*, планетата с размерите на Земята, която се намира в годната за обитаване зона на своята земя. През 2017 г. „Брейктру Старшот“ и Южната европейска обсерватория обединиха сили в търсенето на обитаеми планети около Алфа Центавър.

„Брейктру Старшот“ има и вторични цели. Програмата ще изследва слънчевата система и ще засича астероиди, които пресичат земната орбита. Освен това германският физик Клаудиус Грос предложи тази технология да се използва и за създаване на биосфера от едноклетъчни организми на частично обитаеми екзопланети.

Дотук всичко това е възможно. Има обаче някои големи предизвикателства. Лазер с мощност един гигават може да осигури само няколко нютона тяга. Но големината на сондата компенсира това, тъй като масата ѝ е само няколко грама. Инженерните предизвикателства са огромни. Микросондата трябва да издържи на екстремното ускорение, ниските температури, вакуума и протоните, както и на сблъсъци с неща като космическия прах. Освен това фокусирането на лазери с обща мощност 100 гигавата върху слънчевите платна ще бъде трудно заради атмосферните смущения. Как да комбинираме стотици лазери през движеща се атмосфера, как да задвижим сондите, без да ги изпепелим, и как да ги насочим в правилната посока? Освен това трябва да поддържаме сондите функциониращи в продължение на двайсет години в ледената пустош, за да могат да изпратят сигнали обратно до нас. Но всички тези проблеми са инженерни, а инженерните проблеми по принцип в крайна сметка намират решение. Със съзряването на технологията могат да се замислят и други вълнуващи мисии. Дори с лазери с пониска мощност времето за достигане до другите планети, до външните предели на слънчевата система и до междузвездното пространство може да бъде съкратено драстично.

Разбира се, това няма да бъде пътуване на хора между звездите дори ако увеличим размерите на космическия апарат. Такъв кораб няма да бъде в състояние да спре. Но това ще е моментът, когато човешката култура ще стане междузвездна, когато най-сетне ще направи първите си стъпки към галактиката. И ако „Брейктру Старшот“ изпрати картини на обитаема планета около най-близкия ни съсед, това ще бъде от огромно значение за бъдещето на човечеството.

Накрая ще се върна на Айнщайн. Ако открием планета в системата на Алфа Центавър, снимката ѝ, направена от камера, движеща се с една пета от скоростта на светлината, ще бъде леко изкривена поради ефектите на специалната теория на относителността. Това ще бъде първият път, когато космически апарат се движи достатъчно бързо, за да се видят подобни ефекти. Всъщност теорията на Айнщайн е в основата на цялата мисия. Без нея нямаше да имаме лазери и нямаше да можем да извършваме изчисленията, необходими за насочването, снимането и предаването на данни от разстояние четирийсет трилиона километра със скорост една пета от тази на светлината.

Можем да видим пътя между онова шестнайсетгодишно момче, мечтаещо да яхне светлинен лъч, и нашата мечта, която възнамеряваме да превърнем в реалност – да яхнем свои светлинни лъчи, за да достигнем звездите. Намираме се на прага на нова ера. Колонизирането на други планети вече не е научна фантастика. То може да стане научен факт. Човешката раса съществува като отделен вид от около два милиона години. Цивилизацията се е появила преди около десет хиляди години и оттогава темпото на развитие постоянно се увеличава. Ако искаме да оцелеем още милион години, нашето бъдеще е в дръзкото отправяне там, където никой досега не е стъпвал.

Надявам се на най-доброто. Трябва да го правя. Защото нямаме други възможности.

**Ерата на частните космически полети настъпва.
Какво мислите, че означава това за нас?**

Очаквам с нетърпение космическите пътувания. Аз бих бил един от първите, които ще си купят билет за такъв полет. Очаквам, че през следващите сто години ще бъдем в състояние да пътуваме навсякъде в слънчевата система, може би с изключение на външните планети. Но пътуването до звездите ще отнеме повече време. Предполагам, че след около петстотин години ще сме посетили някои от близките звезди. Това няма да е като в „Стар Трек“. Няма да можем да пътуваме със свръхсветлинни скорости. Едно отиване и връщане до най-близките звезди ще ни отнеме най-малко десет години, а може би и много повече.

9.

Ще стане ли изкуственият интелект по-умен от нас?



Интелектът е в основата на човешката същност. Всичко, което предлага цивилизацията, е негов продукт.

ДНК предава чертежите на живота между поколенията. Все по-сложните организми получават информация от сензори като очите и ушите и я обработват чрез мозъците си или други системи, за да решат как да реагират, и след това въздействат на света, например с предаване на информация на мускулите. В някакъв момент през 13,8-те милиарда години история на вселената се случило нещо прекрасно. Обработката на информация станала толкова интелигентна, че организмите станали съзнателни. Вселената се събудила, започнала да осъзнава себе си. За мен е триумф, че ние, които сме изградени от звездна прах, сме постигнали такова детайлно разбиране на вселената, в която живеем.

Мисля, че няма значителна разлика между това как работи мозъкът на дъждовния червей и как изчислява един компютър. Смятам също, че еволюцията предполага, че не може да има качествена разлика между мозъка на дъждовен червей и този на човек. От това следва, че компютърът по принцип може да се състезава с човешкия интелект и дори да се представи по-добре от него. Безспорно е възможно нещо да придобие повисок интелект от този на предшествениците си – ние сме се по-умни от маймуноподобните си прадеди, а Айнщайн е бил по-умен от родителите си.

Ако компютрите продължат да се подчиняват на Закона на Мур и удвояват изчислителната си мощ и капацитета на паметта си на всеки осемнайсет месеца, в крайна сметка те най-вероятно ще изпреварят хората по интелект в някакъв момент през следващите сто години. Когато изкуственият интелект (ИИ) стане по-добър от човешкия в проектиране на ИИ, така че да може да подобрява самия себе си без човешка помощ, ние може да се изправим пред експлозивно развитие, което в крайна сметка да доведе до машините, чийто интелект превъзхожда нашия така, както нашият превъзхожда интелекта на охлюв. Когато това се случи, трябва да се погрижим компютрите да имат цели, отговарящи на нашите. Изкушаващо е да наречем високоинтелигентните машини най-обикновена научна фантастика, но това би било грешка, при това с потенциала да се окаже най-лошата ни грешка на всички времена.

През последните двайсетина години работата върху ИИ е съсредоточена върху проблеми около създаването на интелигентни агенти – системи, които възприемат и реагират в конкретна обстановка. В този контекст интелектът е свързан със статистически

и икономически идеи за рационалност – тоест със способността да се вземат добри решения, да се съставят планове и да се правят заключения. В резултат на тази работа има голяма степен на интеграция и взаимен обмен между ИИ, машинното обучение, статистиката, теорията за контрол, неврологията и други области. Съчетаването на теоретически рамки с наличността на данни и изчислителна мощ доведе до забележителни успехи в различни компонентни задачи като разпознаване на реч, класифициране на изображения, автономни превозни средства, машинен превод и системи за въпроси и отговори.

С развитието в тези и други области и преминаването от лабораторни изследвания към икономически ценни технологии се оформя един добър цикъл, при който дори малки подобрения в производителността заслужават големи инвестиции, които подпомагат проучванията. Днес е налице широк консенсус, че проучванията в областта на ИИ напредват равномерно и че най-вероятно въздействието им върху обществото ще се увеличи. Потенциалните облаги от това са огромни – не можем да предскажем какво бихме могли да постигнем, когато интелектът се усили от средствата, които може да ни осигури ИИ. Възможно е тези технологии да доведат до заличаването на болести и на бедността. Поради огромния потенциал на ИИ е важно да се изучи как да се използват неговите предимства, като в същото време се избягват потенциални капани. Успешното създаване на ИИ би било най-голямото събитие в историята на човечеството.

За съжаление то може да бъде и последното, освен ако не се научим как да избягваме рисковете. Използван като набор инструменти, ИИ може да подсили нашия разум и да помогне за напредък във всички области на науката и обществото. Той обаче може да донесе и опасности. Докато примитивните форми на ИИ, разработени досега, са доказано много полезни, аз се боя от последиците от създаването на нещо, което може да се сравнява или да надминава човешкия интелект. Тревогата е, че ИИ ще продължи развитието си сам и ще започне да се развива с все по-нарастващо темпо. Човешките същества, които са ограничени от бавната биологична еволюция, не биха могли да се съревновават с него и ще бъдат изместени. И в бъдещето ИИ може да развие собствена воля, която да се окаже в конфликт с нашата. Други смятат, че хората ще могат да управляват темпото на развитието на технологиите доста дълго време и че потенциалът на ИИ да разреши много от проблемите на света ще бъде реализиран. Макар да съм известен като оптимист по отношение на човешката раса, не съм много сигурен в това.

Например в краткосрочен план военните по света започват да обмислят началото на надпревара с използването на автономни оръжейни системи, способни сами да избират и елиминират мишени. Докато ООН обсъжда договор, забраняващ подобни оръжия, защитниците на автономните оръжия обикновено забравят да зададат най-важния въпрос. Каква е крайната цел на надпреварата във въоръжаването и дали тя е желателна за човешката раса? Наистина ли искаме евтини ИИ оръжия да се превърнат в утрешните АК-47, продавани на престъпници и терористи на черния пазар? Предвид тревогите относно способността ни да упражняваме дългосрочен контрол върху все по-развитите ИИ системи, трябва ли да ги въоръжаваме и да им поверяваме отбраната си? През 2010 г. компютризираните търговски системи предизвикаха „Светкавичния срив“ (*Flash Crash*) на борсите; как ли ще изглежда предизвикан от компютри срив в областта на отбраната? Най-доброто време да се спре надпреварата в създаването на автономни оръжия е сега.

В средносрочен план ИИ може да автоматизира работата ни и да доведе до голям просперитет и равенство. Ако погледнем още по-напред в бъдещето, няма фундаментални ограничения на онова, което може да се постигне. Няма физичен закон, който да

не позволява на частици да се организират по начини, по които да извършват още по-сложни изчисления от онези, на които са способни подредените частици в човешкия мозък. Възможен е експлозивен преход, макар че той може да се окаже различен от онзи, който виждаме във филмите. Както осъзна математикът Ървинг Гуд през 1965 г., машините със свръхчовешки интелект биха могли непрекъснато да усъвършенстват дизайна си в онова, което писателят фантаст Върнър Виндж нарече технологична сингулярност. Можем да си представим как подобна технология надхитрява финансовите пазари, надминава човешките изследователи, манипулира лидерите и може би ни завладява с оръжия, които не сме способни дори да разберем. Докато краткосрочният ефект от ИИ зависи от това кой го контролира, дългосрочният се определя от това дали той може изобщо да бъде контролиран.

С две думи, появата на свръхинтелигентен ИИ може да бъде най-доброто или най-лошото нещо, случило се някога на човечеството. Реалният риск при ИИ не е неговата злонамереност, а компетентността му. Свръхинтелигентният ИИ ще бъде изключително добър в постигането на целите си и ако тези цели не отговорят на нашите, ще загазим сериозно. Вие вероятно не сте мразещ мравките маниак, който ги тъпче от чиста злоба, но ако ръководите изграждането на водноелектрическа централа и в района, който трябва да бъде наводнен, има мравуняк, ще си помислите – жалко за мравките. Нека не поставяме човечеството в положението на нещастните насекоми. Трябва да планираме предварително. Ако някоя по-развита извънземна цивилизация ни изпрати есемес, гласящ: „Идваме след няколко десетилетия“, дали ще отговорим просто: „Добре, обадете ни се, когато пристигнете, ще оставим светлините запалени“? Вероятно не, но в общи линии точно това става с ИИ. Много малко сериозни проучвания бяха посветени на тези проблеми, ако не се брои работата на няколко малки организации с идеална цел.

За щастие, сега това се променя. Технологичните пионери Бил Гейтс, Стив Возняк и Илън Мъск споделят тревогите ми и в ИИ общността започва да се оформя здравословна култура на преценяване на риска и осъзнаване на последиците от развитието на технологиите за обществото. През януари 2015 г. аз, наред с Илън Мъск и редица ИИ експерти, подписах отворено писмо за изкуствения интелект, в което призоваваме за сериозни изследвания на въздействието му върху обществото. Преди това Илън Мъск предупреди, че един свръхчовешки изкуствен интелект би могъл да осигури неизчислими ползи, но ако се внедри непредпазливо, ще окаже обратен ефект върху човешката раса. Дватама с него участваме в съвещателния борд на института „Бъдеще на живота“ – организация, работеща за намаляване на екзистенциалните рискове, пред които е изправено човечеството, и която състави отвореното писмо. То призовава за подробно проучване как бихме могли да предотвратим потенциални проблеми, като в същото време пожънем евентуалните ползи от ИИ, и цели да накара хората, занимаващи се с изучаване и разработване на ИИ, да обръщат по-голямо внимание на сигурността. Освен това писмото беше съставено така, че да бъде информативно, без да бие тревога. Смятаме, че е много важно всички да знаят, че ИИ изследователите гледат сериозно на тези тревоги и етични въпроси. Например ИИ има потенциала да сложи край на болестите и бедността, но изследователите трябва да работят върху създаването на изкуствен интелект, който може да бъде контролиран.

През октомври 2016 г. открих в Кеймбридж нов център, който ще се опита да се справи с някои отворени въпроси, повдигнати от бързото темпо в проучванията в областта на изкуствения интелект. Центърът Ливърхълм за бъдещето на интелекта е мултидисциплинарен институт, занимаващ се с изучаването на бъдещето на разума като

жизненоважно за бъдещето на нашата цивилизация и вид. Ние отделяме много време на изучаването на историята, която, ако трябва да сме откровени, е предимно история на човешката глупост. Така че фактът, че хора изучават бъдещето на интелекта, е една добре дошла промяна. Ние си даваме сметка за потенциалните опасности, но може би с инструментите на тази нова технологична революция дори ще успеем да поправим част от пораженията, причинени на природата от индустриализацията.

Последните събития около развитието на ИИ включват призив от Европейския парламент за създаване на регулации, определящи създаването на роботи и ИИ. Донякъде изненадващо, това включва форма на електронна самоличност, която да гарантира правата и отговорностите на най-способните и развити ИИ. Говорител на Европейския парламент коментира, че тъй като роботите навлизат във все повече области от ежедневието ни, трябва да сме сигурни, че те са и ще останат подчинени на хората. В представен в Парламента доклад се казва, че светът е на прага на нова индустриална роботизирана революция. Документът разглежда въпроса за даване на законни права на роботи като електронни самоличности на равни начала със законовото определение на корпоративно лице. В него също се набляга, че изследователите и разработчиците трябва задължително да включват възможности за изключване на всяка роботизирана система.

Това не помогна на учените на борда на космическия кораб с повредения компютър Хал от „2001: Космическа одисея“ на Стенли Кубрик, но онова беше научна художествена творба. Тук става въпрос за факти. Лорна Бранзел, консултант в мултинационалната юридическа фирма „Осбърн Кларк“, посочва в доклада, че не даваме права на китове и горили, така че не е нужно да го правим с роботите. В същото време обаче докладът признава възможността след няколко десетилетия ИИ да надмине интелектуалните способности на хората и да оспори отношенията човек-робот.

Към 2025 г. ще има около трийсет мегаполиса с население над десет милиона души. Всички тези хора ще настояват за стоки и услуги, които да им бъдат осигурявани на момента. Ще могат ли технологиите да ни помогнат да вървим в крак с нарастващите ни изисквания? Роботите определено ще ускорят процеса на пазаруване онлайн. Но за да го революционизират, те трябва да бъдат достатъчно бързи, за да гарантират навременното изпълнение на всяка поръчка.

Възможностите ни да общуваме със света, без да е необходимо да присъстваме физически, се увеличават бързо. Както можете да си представите, намирам това за привлекателно, не на последно място поради това, че градският живот на всички ни е доста натоварен. Колко пъти ви се е искало да имате дубльор, който да поеме част от задачите ви? Създаването на реалистични цифрови заместители на самите нас е амбициозна мечта, но най-новите технологии показват, че идеята може и да не е толкова фантастична, колкото изглежда на пръв поглед.

Когато бях по-млад, възходът на технологиите сочеше към бъдеще, в което ще можем да се наслаждаваме на повече свободно време. Но в действителност колкото повече можем да вършим, толкова по-заети ставаме. Градовете ни вече са пълни с машини, които увеличават възможностите ни; а какво щеше да е, ако можехме да бъдем на две места едновременно? Свикнали сме с автоматизираните гласове на телефоните и системите за публично оповестяване. Сега изобретателят Даниъл Крафт изследва проблема как можем да се възпроизвеждаме визуално. Въпросът е колко убедителен може да бъде един аватар?

Интерактивните учители могат да се окажат полезни за масовите открити онлайн курсове и за забавления. Това може да бъде наистина вълнуващо – дигитални актьори,

които ще останат завинаги млади и способни на иначе невъзможни дела. Възможно е нашите бъдещи идоли дори да не бъдат реални.

Начинът, по който се свързваме с цифровия свят, е ключов за прогреса ни в бъдещето. В най-умните градове най-умните домове ще бъдат оборудвани с устройства, които ще бъдат толкова интуитивни, че работата с тях няма да изисква никакви усилия.

Изобретяването на пишещата машина е облекчило начина, по който общуваме с машините. Почти 150 години по-късно чувствителните на допир екрани откриха нови начини за комуникация с дигиталния свят. Последните ИИ постижения като самоуправляващите се автомобили или компютри, побеждаващи в партии го, сочат какво предстои. Огромни средства се инвестират в тези технологии, които вече формират голяма част от живота ни. През следващите десетилетия те ще навлязат във всеки аспект на обществото, ще ни съдействат интелектуално и ще ни съветват в много области като здравеопазване, работа, образование и наука. Постиганията, които виждаме днес, определено ще бледнеят пред онези, които ще се появят в близко бъдеще, и ние не можем да предскажем какво ще сме в състояние да постигнем, когато собствените ни умове бъдат подсилени от ИИ.

Може би с инструментите на тази нова технологична революция ще успеем да направим човешкия живот по-добър. Например учените разработват ИИ, който ще помогне за преодоляването на парализата у хора с гръбначни увреждания. С помощта на имплантирани чипове и безжични електронни интерфейси между мозъка и тялото технологията ще позволи на хората да управляват движенията на крайниците си със силата на мисълта.

Вярвам, че бъдещето на комуникациите е в интерфейсите мозък-компютър. Има два начина за постигането им – с електроди върху черепа и чрез импланти. Първият е като да гледаш през заскрежено стъкло, докато вторият е по-добър, но носи риск от инфекция. Ако успеем да свържем човешкия мозък с интернет, цялата Уикипедия ще бъде на негово разположение.

Светът се променя все по-бързо и хора, устройства и информация стават все по-свързани помежду си. Изчислителната мощ расте и бързо вървим към създаването на квантови компютри. Те ще революционизират изкуствения интелект с експоненциално по-високи темпове. Ще усъвършенстват криптирането. Квантовите компютри ще променят всичко, дори човешката биология. Вече съществува една техника за точно редактиране на ДНК, наречена CRISPR. В основата на тази технология за редактиране на генома е системата за защита от бактерии. Тя може точно да избере и да промени части от генетичния код. Най-добрите намерения на генната манипулация са модифицираните гени да позволят на учените да се справят с генетичните причинители на болести чрез коригиране на мутациите. Има обаче и не толкова благородни възможности за манипулиране на ДНК. Все по-належащ ще става въпросът докъде можем да отидем с генното инженерство. Не можем да видим възможностите за лекуване на болести на моторните неврони (като моята АЛС), без да зърнем и вървящите с тях опасности.

Интелектът се характеризира със способността да се адаптира към промените. Човешкият интелект е резултат от поколения естествен отбор на онези, които могат да се нагаждат към променената среда. Не бива да се страхуваме от промените, а да направим така, че да работят в наш интерес.

Всички трябва да се погрижим ние и следващото поколение не само да имаме възможността, но и решимостта да се отдадем изцяло на науката отрано, за да можем да осъществим потенциала си и да създадем един по-добър свят за цялото човечество.

Трябва да продължим отвъд теоретичните дискусии какъв трябва да бъде ИИ и да планираме какъв може да бъде. Ние имаме потенциала да отместим границите на приетото и очакваното и да мислим мащабно. Намираме се на прага на един прекрасен нов свят. Това е вълнуващо, макар и опасно място, и ние сме пионерите.

След като сме открили огъня, ние сме правили немалко грешки, докато не сме изобретили пожарогасителя. С по-мощни технологии като ядрените оръжия, синтетичната биология и изкуствения интелект трябва да планираме предварително и да се стремим да направим нещата правилно от първия път, защото той може да бъде единственият шанс. Нашето бъдеще е надпревара между растящата мощ на технологиите ни и мъдростта, с която ги използваме. Нека се погрижим мъдростта да победи.

**Защо гледаме с такава тревога на изкуствения интелект?
Нали хората винаги ще бъдат в състояние да дръпнат шалтера?**

Хората попитали компютъра: „Има ли Бог?“.
„Вече има“ – отвърнал компютърът и запоил шалтера.

10. Как оформяме бъдещето?



Преди век Айнщайн революционизира разбирането ни за пространството, времето, енергията и материята. Ние все още откриваме страхотни потвърждения на предсказанията му, като гравитационните вълни, наблюдавани през 2016 г. при експеримента LIGO. Когато си помисля за находчивост, в ума ми винаги изниква Айнщайн. Откъде идват гениалните му идеи? Може би от съчетание на качества – интуиция, оригиналност, блестящ ум. Айнщайн е имал способността да вижда отвъд повърхността и да разкрива структурата под нея. Не е позволил да бъде сплашен от „здравия разум“ – идеята, че нещата трябва да бъдат такива, каквито изглеждат. Имал е куража да разглежда идеи, които другите намирали за абсурдни. И това го освободило да бъде гений на своята епоха и на всички времена.

Ключов елемент за Айнщайн е въображението. Много от откритията му са дошли от способността му да си представя вселената чрез мислени експерименти. На шестнайсетгодишна възраст, когато си представял как язди лъч, той осъзнал, че от неговата гледна точка светлината ще изглежда като замръзнала вълна. Този образ в крайна сметка довел до създаването на специалната теория на относителността.

Сто години по-късно физиците знаят много повече за вселената от Айнщайн. Днес ние разполагаме с по-добри инструменти за открития като ускорители на частици, суперкомпютри, космически телескопи и експерименти като LIGO с гравитационни вълни. И все пак въображението си остава нашият най-могъщ инструмент. Чрез него ние можем да скитаме навсякъде в пространството и времето. Можем да наблюдаваме природата на най-екзотичните феномени, докато шофираме кола, дремем в леглото си или се преструваме, че слушаме някой досадник на парти.

Като момче силно се интересувах как работят нещата. В онези дни беше по-лесно да разглобиш нещо и да разбереш механиката му. Не винаги успявах да сглобя разглобените играчки, но мисля, че научих повече, отколкото би научило едно днешно дете, ако опита същия трик със смартфон.

И сега работата ми е да разбирам как работят нещата – само мащабът се е променил. Вече не унищожавам влакчета, а се опитвам да разбера как работи вселената с помощта на законите на физиката. Ако знаете как работи нещо, можете да го контролирате. Звучи толкова просто, когато го казвам така! Това е поглъщащо и сложно начинание, което ме заплениваше и изпълваше с тръпка през целия ми живот като зрял човек. Работех с някои от най-големите учени на света. Имам късмета да живея във време, което беше славно за моята област – космологията, изучаването на произхода на вселената.

Човешкият ум е невероятно нещо. Той може да схваща великолепието на небесата и сложността на основните компоненти на материята. Но за да достигне пълния си потенциал, той се нуждае от искра. Искрата на любопитството.

Често тази искра идва от учител. Позволете да обясня. Аз не бях най-добрият ученик, бавно се научих да чета и почеркът ми беше ужасен. Но когато бях на четиринайсет, учителят ми Диркан Тахта от училището ми в Сейнт Олбънс ми показва как да овладее енергията си и ме окуражи да мисля градивно за математиката. Той ми отвори очите за математиката като основа на самата вселена. Ако погледнете зад всеки изключителен човек, ще откриете изключителен учител. Когато всеки от нас мисли какво може да направи в живота, най-вероятно го правим заради някой учител.

Образованието, науката и технологиите обаче днес са застрашени повече от всеки друг път. Поради неотдавнашната глобална финансова криза и мерките за затягане на коланите финансирането се орязва значително във всички сфери на науката и това важи с особена сила за фундаменталните науки. Освен това сме изправени пред опасността да станем културно изолирани и все по-отдалечени от центровете, в които се извършва прогресът. На нивото на проучванията пътуването на хора през границите позволява побърз обмен на умения и донася нови умове с различни идеи, породени от различни условия. Това улеснява прогреса, но сега той ще бъде по-труден. За съжаление не можем да се върнем в миналото. С Брекзит и Тръмп, които сега упражняват нови сили по отношение на имиграцията и развитието на образованието, ние сме свидетели на глобално отвращение към всякакви експерти, включително и учени. Какво можем да направим, за да осигурим бъдещето на научното и техническото образование?

Отново ще се върна към учителя си мистър Тахта. Основата на бъдещето на образованието трябва да бъде в училищата и вдъхновяващите учители. Но училищата могат да осигурят само основната рамка и понякога зазубрянето, уравненията и контролните могат да отчуждят децата от науката. Повечето хора реагират на качествено, а не на количествено разбиране, без нуждата от сложни уравнения. Научнопопулярните книги и статии също могат да представят идеи за начина, по който живеем. Само малък процент от населението обаче чете дори най-успешните книги. Научнопопулярните поредици и филми стигат до масовата публика, но те са само еднопосочна комуникация.

Когато през 60-те започнах научната си кариера, космологията беше забутан и смахнат клон от науката. Днес, благодарение на теоретични работи и експериментални триумфи като Големия адронен колайдер и откриването на Хигс бозона, космологията разкрива вселената за нас. Все още има големи въпроси, които остават без отговори, и ни очаква още много работа. Но сега ние знаем и сме постигнали повече през този сравнително кратък отрязък от време, отколкото си представяхме, че е възможно.

Но какво очаква днешните млади? Мога с увереност да кажа, че тяхното бъдеще ще зависи повече от науката и технологиите, отколкото бъдещето на всяко друго поколение преди тяхното. Те трябва да знаят за науката повече от онези преди тях, защото тя е част от ежедневието им по един безпрецедентен начин.

Без да спекулирам прекалено, ще кажа, че можем да видим тенденции и оформящи се проблеми, които трябва да знаем как да решим сега и в бъдеще. Сред проблемите включвам глобалното затопляне, намирането на пространство и ресурси за все по-увеличаващото се население на Земята, бързото измиране на другите видове, необходимостта от разработване на възобновяеми енергийни източници, замърсяването и деградацията на океаните, обезлесяването и епидемиите – и това са само някои от предизвикателствата.

В бъдеще ни очакват и големи открития, които ще революционизират начина, по който живеем, работим, ядем, общуваме и пътуваме. Във всяка област на живота има огромни възможности за иновации. Това е вълнуващо. Ще можем да добиваме редки метали на Луната, да установим база на Марс и да намерим лекарства и лечения за болести, които днес смятаме за нелечими. Огромните въпроси на битието все още остават без отговори. Как се е появил животът на Земята? Какво е съзнание? Има ли и други някъде там, или сме сами във вселената? Това са въпроси, върху които ще работят и следващите поколения.

Някои смятат, че днес човечеството е върхът на еволюцията и че по-добри от това не можем да станем. Не съм съгласен с това становище. Трябва да има нещо много специално в граничните условия на нашата вселена – а какво може да бъде по-специално от липсата на граници? По същия начин не би могло да има граници за човечеството. Според мен пред нас има две опции за бъдещето – първо, изследването на космоса за откриване на други планети, на които да живеем, и второ, позитивното използване на изкуствения интелект за подобряване на нашия свят.

Земята започва да става твърде малка за нас. Материалните ни ресурси се изчерпват с тревожни темпове. Човечеството дари планетата си с катастрофалните дарове на климатичните промени, замърсяването, повишаващите се температури, свиването на полярните шапки, обезлесяването и унищожаването на животинските видове. Освен това населението се увеличава плашещо бързо. Ако погледнем всички тези числа, става ясно, че почти експоненциалното увеличаване на населението не може да продължи през следващото хилядолетие.

Още една причина да помислим за колонизиране на друга планета е възможността от ядрена война. Според една теория причината други разумни същества да не са установили контакт с нас е в това, че когато една цивилизация стигне нашия етап в развитието си, тя става нестабилна и се самоунищожава. Днес разполагаме с технологичната сила да унищожим всяко живо същество на Земята. И с последните събития в Северна Корея виждаме, че това е една отрезвяваща и тревожна мисъл.

Аз обаче вярвам, че можем да избегнем този потенциален Армагедон и че един от най-добрите начини да го направим е като излезем в космоса и изследваме потенциала за живот на други планети.

Второто развитие, което ще повлияе сериозно на бъдещето на човечеството, е възходът на изкуствения интелект.

Проучванията в областта на изкуствения интелект се развиват бързо. Последните постижения като самоуправляващи се автомобили, компютри, печелещи игри на го, и появата на цифрови лични асистенти като Сири, Гугъл Нау и Кортана са само симптоми в надпреварата в ИТ сектора, подхранвана от безпрецедентни инвестиции и градяща се върху все по-зряла теоретична основа. Подобни постижения вероятно ще избледнеят пред онова, което ще ни донесат следващите десетилетия.

Но появата на свръхинтелигентен ИИ може да бъде или най-доброто, или най-лошото нещо, случило се някога на човечеството. Не можем да знаем дали ИИ ще ни бъде безкрайно полезен, или ще бъдем игнорирани и подминати, или дори съзнателно унищожени от него. Като оптимист аз вярвам, че можем да създадем ИИ за доброто на света и че той може да работи в хармония с нас. Просто трябва да си дадем сметка за опасностите, да ги идентифицираме, да приложим възможно най-добрите практики и управление и да сме готови предварително за последствията.

Технологиите имаха огромна роля в моя живот. Аз говоря чрез компютър. Технологиите ми върнаха гласа, който ми беше отнет от болестта ми. Имах късмет да изгубя гласа си в зората на епохата на персоналните компютри. „Интел“ ме подкрепя вече два-сет и пет години и ми позволява всеки ден да се занимавам с онова, което обичам. През тези години светът и ролята на технологиите в него се промениха драстично. Технологиите промениха начина, по който живеем – от комуникациите до генетичните проучвания, достъпа до информация и какво ли още не. С поумняването си технологиите отвориха пред нас възможности, за които изобщо не бях предполагал. Технологиите, които се разработват сега в помощ на хората с увреждания, премахват комуникационните бариери, които съществуваха доскоро. Те осигуряват основа за технологиите на бъдещето. Преобразуването на текст в глас и обратно, автоматизирането на домовете, електронното управление на автомобили и дори „Сегуей“ бяха разработени за хората с увреждания години преди да станат общодостъпни. Тези технологични постижения се дължат на искрицата в самите нас, на творческата ни сила. Тя може да приеме много форми, от материални постижения до теоретична физика.

Но предстои да се случат още много неща. Мозъчните интерфейси могат да направят средствата за комуникация, използвани от все повече и повече хора, по-бързи и по-изразителни. Сега ползвам Фейсбук – той ми позволява да разговарям директно с приятели и последователи по целия свят, за да са в течение с последните ми теории, да виждат снимки от пътуванията ми. Това означава също, че мога да виждам с какво се занимават децата ми в действителност, а не само да слушам какво ми казват, че правят.

По същия начин, по който интернет, мобилните ни телефони, медицинската образна диагностика, сателитната навигация и социалните мрежи биха били необясними за обществото само преди две-три поколения, нашето бъдеще ще бъде също така различно по начини, за които едва започваме да се досещаме. Информацията сама по себе си няма да ни отведе там – това ще го направи нейното интелигентно и творческо използване.

Тепърва предстоят още много нововъведения в тези области и аз се надявам, че тази перспектива ще е голямо вдъхновение за днешните ученици. Ние обаче трябва да изиграем ролята си, за да сме сигурни, че днешните деца ще имат не само възможността, но и желанието да се посветят изцяло на науката отрано, за да могат да осъществят своя потенциал и да създадат един по-добър свят за цялото човечество. И вярвам, че бъдещето на образованието е в интернет. Хората могат да общуват през него. В известен смисъл интернет ни свързва подобно на неврони в гигантски мозък. А какво би могло да се опре на мозък с подобен коефициент на интелигентност?

Когато растях, все още беше приемливо (не за мен, но за обществото) някой да каже, че не се интересува от наука и не вижда причина да си губи времето с нея. Днес вече не е така. Искам да съм ясен. Не твърдя, че всички млади хора трябва да станат учени. Не смятам, че това е идеална ситуация, тъй като светът се нуждае от хора с разнообразни умения. Защиатавам тезата, че всички млади хора трябва да са запознати и да се чувстват уверено, когато става дума за научни теми, независимо с какво са решили да се занимават. Те трябва да бъдат научно грамотни и вдъхновени да се интересуват от постиженията в науката и технологиите, за да научават повече.

Свят, в който само малък суперелит е способен да разбере напредналата наука и технологии и тяхното приложение, за мен е опасно и ограничено място. Сериозно се съмнявам дали в него ще се даде приоритет на дългосрочни благотворни проекти като пречистването на океаните или справянето с болестите в развиващите се страни. Даже

по-лошо, в такъв свят технологиите могат да се използват срещу нас и ние да не сме в състояние да се противопоставим.

Не вярвам в границите – нито на онова, което можем да направим в личния си живот, нито на възможностите на живота и разума в нашата вселена. Ние стоим на прага на важни открития във всички области на науката. Няма съмнение, че нашият свят ще се промени неимоверно през следващите петдесет години. Ще разберем какво се е случило по време на Големия взрив. Ще открием как се е появил животът на Земята. Може би дори ще открием дали има живот другаде във вселената. Макар шансовете за осъществяване на контакт с разумни извънземни да са малки, важноста на подобно откритие означава, че не бива да се отказваме да опитваме. Ще продължим да изследваме космоса около нас и да изпращаме в него роботи и хора. Не можем да продължим да гледаме навътре в себе си на тази малка и все по-замърсена и пренаселена планета. Чрез научните постижения и технологичните иновации трябва да погледнем навън към вселената, като в същото време се опитваме да решим проблемите на Земята. И аз съм оптимист, че в крайна сметка ще създадем подходящи условия за човешката раса на други планети. Ние ще излезем от пределите на Земята и ще се научим да съществуваме в космоса.

Това не е крайт на историята, а само началото на нещо, за което се надявам, че ще бъде милиарди години живот, процъфтяващ в космоса.

И накрая още нещо – никога не знаем откъде ще дойде следващото голямо научно откритие, нито кой ще го направи. Отварянето за тръпката и вълнението от научното откритие, създаването на иновативни и достъпни начини за достигане до възможно най-широката младежка публика силно увеличава шансовете да открием и вдъхновим един нов Айнщайн, независимо къде се намира той или тя.

Затова не забравяйте да гледате към звездите, а не само в краката си. Опитвайте се да разберете какво виждате и се питайте какво кара вселената да съществува. Бъдете любопитни. И колкото и труден да ви изглежда животът, винаги има нещо, което можете да правите и в което да успеете. Важното е само да не се отказвате. Дайте свобода на въображението си. Творете бъдещето.

Каква е променящата света идея, била тя голяма или малка, която искате да видите осъществена от човечеството?

Много просто. Бих искал да видя разработването на управляем ядрен синтез, който да ни осигури безгранични количества чиста енергия и да ни позволи да преминем на електрически автомобили. Ядреният синтез може да стане приложим енергиен източник и да ни осигури неизчерпаема енергия без замърсяване на околната среда и глобално затопляне.



Послеслов

Луси Хокинг

В сивотата на един пролетен ден в Кеймбридж потеглихме в кортеж от черни автомобили към „Грейт Сейнт Мери“, университетската църква, в която по традиция се отслужва опелото на изтъкнати учени. Летният семестър още не беше започнал и улиците бяха притихнали. Кеймбридж изглеждаше пуст, не можеше да се види дори някой заблуден турист. Единствените цветове идваха от сините примигващи светлини на полицейските мотоциклети около катафалката с ковчега на баща ми, които спираха рядко срещащите се автомобили.

И после завихме наляво. И видяхме тълпата, събрала се покрай една от най-познатите улици на света – Кингс Парейд в самото сърце на Кеймбридж. Никога не бях виждала толкова много мълчаливи хора на едно място. С банери, знамена, камери и вдигнати високо мобилни телефони хората се бяха наредили по улицата, отдавайки мълчаливо уважение, докато главният портиер на колежа на баща ми Гонвил енд Кайъс, облечен церемониално и с бомбе и абаносов бастун, вървеше тържествено, за да посрещне катафалката и да я поведе към църквата.

Леля ми стисна ръката ми и двете избухнахме в сълзи. „Много щеше да му хареса“ – прошепна ми тя.

След смъртта на баща ми имаше толкова много неща, които щяха да му харесат и които ми се иска да беше видял. Искането ми се да беше видял невероятния изблик на обич към него, идващ от целия свят. Искането ми се да можеше да види колко много е бил обичан и уважаван от милиони хора, с които никога не се е срещал. Искането ми се да знаеше, че ще бъде погребан в Уестминстърското абатство между двамата от най-големите за него герои в науката – Исак Нютон и Чарлз Дарвин, и че докато го полагат в земята, гласът му ще бъде излъчен с радиотелескоп към черна дупка.

Но той също би се зачудил защо е цялата тази суета. Той бе изненадващо скромен човек, който, макар да обожаваше светлините на сцената, изглеждаше озадачен от собствената си известност. Една негова фраза от тази книга много точно обобщава отношението му към самия себе си: „ако съм направил някакъв принос“. Той е единственият човек, който би поставил „ако“ в това изречение. Мисля, че всички останали сме сигурни, че е направил принос.

При това какъв принос. Както във великолепната си работа в областта на космологията, изучаването на структурата и произхода на вселената, така и в напълно човешката си храброст и чувство за хумор към предизвикателствата, пред които беше изправен. Той намери начин да достигне отвъд границите на познанието, като в същото време прекращаваше ограниченията на човешката издръжливост. Вярвам, че тази комбинация го направи толкова знакова и в същото време толкова достижима личност. Той страдеше, но упорстваше. За него беше голямо усилие да общува, но го правеше и постоянно адаптираше оборудването си, докато губеше все повече подвижността си. Избираше думите си точно, така че да имат максимално въздействие, макар и изговаряни с онзи равен електронен глас, който ставаше така странно изразителен, когато се използваше от него. Когато говореше, хората слушаха, независимо дали изказваше мнението си за срещите на Националната система за здравеопазване, или за разширяващата се вселена,

като никога не изпускаше възможността да включи някоя шега, изказана с най-сериозното възможно изражение, но с издайнически блясък в очите.

Баща ми беше също така отдаден на семейството си човек – факт, който беше неизвестен за повечето хора преди излизането на „Теорията на всичко“ през 2014 г. Определено през 70-те години не беше обичайно да откриеш инвалид, който има съпруга и деца, нито с такова силно чувство за самостоятелност и независимост. Като малка много мразех начина, по който ни зяпаха съвсем непознати хора, понякога с увиснали ченета, докато баща ми управляваше инвалидната си количка с безумна скорост през Кеймбридж, съпровождан от две рошави руси хлапета, които често тичаха покрай него и в същото време се опитваха да ядат сладолед. За мен поведението им беше невероятно грубо. Опитвах се ги зяпам в отговор, но не мисля, че възмущението ми достигаше целта си, особено когато идва от детско лице, омазано със сладолед.

Детството ми в никакъв случай не може да се нарече нормално. Знаех го – и в същото време не го знаех. Мислех си, че е напълно нормално да задавам на големите куп предизвикателни въпроси, защото точно това правехме у дома. Едва когато докарах до сълзи един свещеник с анализа си на доказателствата му за съществуването на Бог, започна да ми просветва, че подобно поведение е изненадващо.

Като дете не мислех за себе си като за човек, който винаги се съмнява – смятах, че това се отнася за по-големия ми брат, който като всички по-големи братя ме изпреварваше във всяко отношение (и все още го прави). Спомням си една семейна почивка, която, подобно на много други, мистериозно съвпадна с конференция по физика в чужбина. С брат ми присъствахме на някои от лекциите, за да дадем на майка ми почивка от непрекъснатите ѝ грижи. По онова време лекциите по физика не бяха популярни и определено не бяха предназначени за деца. Седях и си драсках в бележника, а брат ми вдигна кльощавата си момчешка ръка и зададе въпрос на уважавания учен, който говореше. Баща ми буквално грейна от гордост.

Често ме питат: „Какво е да си дъщеря на Стивън Хокинг?“, и никога не намирам кратък отговор на този въпрос. Мога да кажа, че върховете са наистина много високи, низините безкрайно дълбоки и че между тях съществуваше място, което наричахме „нормално – за нас“ и което беше приемане, че онова, което намираме за нормално, няма да се смята за такова от никой друг. Докато времето притъпяваше мъката, аз си мислех, че може да ми отнеме цяла вечност, за да осмисля преживяванията ни. От една страна, дори не съм сигурна, че искам да го направя. Понякога просто ми се иска да пазя последните думи на баща ми към мен, че съм била чудесна дъщеря и че не бива да се страхувам. Никога няма да бъда храбра като него – по природа не съм особено смел човек, – но той ми показва, че мога да опитам. И че това опитване може да се окаже най-важната част от храбростта.

Баща ми никога не се отказваше, никога не избягваше битката. На седемдесет и пет, напълно парализиран и способен да движи само няколко мускула на лицето си, той продължаваше всеки ден да отива на работа. Имаше неща за вършене и не позволяваше на никакви си тривиалности да му се изпречват на пътя. Трябва обаче да кажа, че ако познаваше моторните полицаи, които съпровождаха катафалката на погребението му, щеше да ги помоли всеки ден да му помагат да се справи със сутрешния трафик по пътя от дома му в Кеймбридж до кабинета.

За щастие той знаеше за тази книга. Тя бе един от проектите, по които работеше през годината, която се оказа последна за него на Земята. Идеята му беше да събере последните си писания в един сборник. Подобно на много неща, които се случиха след

смъртта му, иска ми се да можеше да види финалната версия. Мисля, че щеше много да се гордее с тази книга и че дори щеше да признае, че в крайна сметка все пак е направил някакъв принос.

*Луси Хокинг,
Юли 2018*

Благодарности

Фондация „Стивън Хокинг“ благодари на Кин Торн, Еди Редмейн, Пол Дейвис, Сет Шостак, Стефани Шърли, Том Набаро, Мартин Рийс, Малкъм Пери, Пол Шелард, Робърт Кърби, Ник Дейвис, Кейт Крейджи, Крис Симс, Дъг Ейбрамс, Дженифър Хърши, Ан Спейер, Антеа Бейн, Джонатан Уд, Елизабет Форестър, Юри Милнър, Томас Хертог, Ма Хуатенг, Бен Боуи и Фей Даукър за тяхната помощ в съставянето на тази книга.

Стивън Хокинг беше много известен със своите научни и творчески сътрудничества през цялата си кариера, от работа с колеги върху революционни научни статии до сътрудничество със сценаристи като тези от екипа на „Семейство Симпсън“. През последните си години Стивън се нуждаеше от все повече подкрепа от онези около него както технически, така и за общуване. Фондацията изказва благодарността си на всички онези, които помагаша на Стивън да продължава да общува със света.

Стивън Хокинг

КРАТКИ ОТГОВОРИ НА ГОЛЕМИТЕ ВЪПРОСИ

Английска, първо издание

Превод *Венцислав Божилев*

Редактор *Иван Тотоманов*

Художествено оформление на корица „*Megachrom*“

Предпечат ИК „БАРД“ ООД

<http://4eti.me> – безплатни е-книги

ИК „БАРД“ ООД

е-mail: office@bard.bg

За поръчки: borsa@bard.bg

За поръчки се обадете на телефон

02/979 09 61

или ни посетете на интернет адрес

www.bard.bg

ПОСЛЕДНАТА КНИГА НА СТИВЪН ХОКИНГ

Рядък гений

- *Гардиан* -

Има ли Бог?

Как е започнало всичко?

Можем ли да предсказваме бъдещето?

Има ли друг разумен живот във Вселената?

Ще стане ли изкуственият интелект по-умен от нас?

Възможно ли е пътуването във времето?

Трябва ли да колонизираме космоса?

Какво има в една черна дупка?

Ще оцелеем ли на Земята?

Как оформяме бъдещето?

eBooks



ISBN 978-954-655-893-0



9 789546 558930 >

bard.bg

ЦЕНА: 22.99 лв./11.80 €