

Безмовним гул

Уявіть себе на далекому вулканічному острові теплої та безхмарної літньої ночі. Навколо простягається спокійний, наче озеро, океан. Лише маленькі брижі накочуються на білий пісок. Запала німа тиша... Ви лежите із заплющеними очима на пляжі, а теплий, нагрітий сонцем пісок наповнює повітря солодкими екзотичними пахощами. Навколо панує суцільна умиротвореність...

І раптом дикий вереск змушує вас підскочити й витріщитися в пільму.

А далі — нічого.

Вереск стихнув, і знову запала тиша. Зрештою, чого ж боятися? Хай острів небезпечний для якихось істот, але не для вас. Адже ви людина — наймогутніший із хижаків. Ви на відпочинку й чекаєте друзів, які ось-ось мають прийти з напоями. Тож ви знову вмощуєтеся на пісок і повертаєтеся до думок, гідних вашого біологічного виду.

Міріади крихітних світляків мерехтять у безкрайому нічному небі. Це зорі. Їх видно всюди навіть неозброєним оком. Вам пригадуються питання, які поставали в дитинстві: що таке зорі? чому вони мерехтять? як далеко вони від нас? Тепер же ви запитуєте себе: чи дізнаємося ми колись *справжні* відповіді на ці питання? Зітхнувши, ви знову розслабляєтеся на теплому піску, женучи ці безглузді думки з голови. Нащо взагалі ними перейматися?

Раптом, розтинаючи небо, падає зірка, і щойно ви згадуєте, що слід загадати бажання, стається найнеймовірніша річ: нібито у відповідь на ваше останнє питання стрімко проносяться п'ять мільярдів років, і ви усвідомлюєте, що вже не перебуваєте на пляжі, а опинилися у відкритому космосі. Ви бачите, чуєте й відчуваєте, але ваше тіло зникло. Ви стали безтілесним. Чистим духом. У вас навіть не було часу зрозуміти, що сталося, та покликати на допомогу, адже це дуже незвична ситуація.

Прямо перед вами за кількесот тисяч кілометрів на тлі крихітних далеких зірок пливе велика куля. Вона світить темно-помаранчевим світлом, рухається до вас, обертається. Ви швидко здогадуєтеся, що її поверхня вкрита розплавленою гірською породою і що це планета. Рідка планета.

Ви приголомшені й питаєте себе: яке страшенне джерело тепла могло розплавити цілий *світ* на зразок цього?

Та невдовзі праворуч з'являється велетенська зірка. Її розмір, порівняно з розміром планети, просто приголомшує. Вона також крутиться. І також прокладає шлях космосом, водночас ще й збільшуючись.

[Купить книгу на сайті kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

Тепер планета, дарма що розташована ближче, виглядає, наче маленький дитячий м'ячик, поруч із яким котиться гігантська куля, котра, до того ж, стрімко збільшується. За хвилину вона стає вдвічі більшою. Тепер у неї червоний відтінок, і з неї грізно вириваються вихори розігрітої на мільйони градусів плазми, котрі проносяться простором майже зі швидкістю світла.

Уся ця картина сповнена страшною краси. Вам випало побачити одну з найбурхливіших подій, яка тільки може статися у Всесвіті, хоча ви й не почули ні звуку. Все відбувалося в цілковитій тиші, адже звук не поширюється у вакуумі.

Зірка, *певна річ*, не зможе безкінечно збільшуватися тим самим темпом. Але ж ні, вона таки збільшується. Її розмір уже перевершує вашу уяву, а від зрідженої планети, рваної енергіями вище її витривалості, не лишиться й сліду. Зірка жодним чином не відреагує на її зникнення. Вона й далі собі зростатиме, десь у стократ перевищивши свій початковий розмір, а потім зненацька вибухне, розкидаючи в просторі всю матерію, з якої складалася.

Ударна хвиля прокотиться цим примарним світом, після чого від зірки залишиться тільки пил, який розноситиметься навсібіч. Зірка більше не існуватиме. З неї постане гарна кольорова хмара, яка розпорошуватиметься міжзоряним простором зі швидкістю, досяжною тільки богам.

Помалу, дуже помалу ви повертаєтеся до тьми і, згадуючи побачене, лякаєтеся тієї страхітливої істини, яка з дивовижною ясністю відкрилася перед вашим розумом. Та зірка, що зникла, — не якась байдужа вам зоря. То було Сонце. Наше Сонце. А рідка планета, що розчинилася в його променях, — Земля.

Наша планета. Ваша домівка. Її більше нема.

Ви стали свідком кінця нашого світу. Не якогось вигаданого, не якоїсь химерної фантазії з міфів народу майя, а справжнього. Того, про який людство дізналося незадовго до вашого народження і за п'ять мільярдів років до того, що ви щойно побачили.

Поки ви намагаєтеся осягнути все це, ваші думки настирливо повертаються в теперішнє — назад до вашого тіла, назад на пляж.

Відчувши калатання серця, ви сідаєте й роззираєтеся довкола, ніби прокинувшись після нічного жахіття. Дерева, пісок, море, вітер — все, як і раніше. Вже видно друзів. Що ж сталося? Ви задрімали? Все щойно побачене було сном? Раптом усе тіло здригається від моторошної

Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>

думки: а що, як все це правда? Невже Сонце справді колись вибухне? Якщо так, що станеться з людством? Чи переживе хто-небудь такий апокаліпсис? Невже космічне небуття поглине все до останнього сліду нашого існування?

Вдивляючись у залите зоряним світлом небесне склепіння над головою, ви щосили намагаєтеся осмислити все, що відбулося. Глибоко в душі ви відчуваєте—все це не просто вам примарилося. Хоча думки й повертаються назад на пляж і возз'єднуються з тілом, ви знаєте, що такі мандрували крізь час у далеке майбутнє, побачивши те, чого ніхто ніколи не зможе побачити.

Глибоко вдихаючи повітря, щоб заспокоїтися, ви зачуваєте дивний шум—так, ніби вітер, хвилі, птахи й зірки шепотом наспівують пісню, яку чуєте тільки ви і слова якої починаєте розбирати. Це пісня-засторога і пісня-запрошення. Вони співають, що з усіх можливих варіантів майбутнього лише один шлях дасть змогу людству здолати неминучу смерть Сонця та більшість інших катастроф.

Це шлях знання і науки.

Це подорож, яку здатні здійснити тільки люди.

І в цю подорож ми зараз вирушимо.

Ще один лютий вереск пронизує нічну тишу, але вас він уже мало турбує—так, ніби зерня, щойно посіяне у вашій голові, починає проростати, і вас тягне дізнатися все, що відомо про цей Всесвіт.

Упокорено здіймаючи погляд до неба, ви знову вдивляєтеся в зірки очима дитини.

З чого складається Всесвіт? Що лежить неподалік Землі? Як далеко можна зазирнути? Що відомо про історію Всесвіту? Чи є в нього історія взагалі?

Під ритмічне накочування хвиль на берег ви міркуєте, чи стане колись відомою відповідь на загадки Всесвіту, а мерехтіння зірок тим часом заколисує вас до напівпритомного стану. Ви чітко чуєте наближення голосів ваших друзів, але сприймаєте світ вже інакше, ніж кілька хвилин тому. Тепер усе здається насиченішим, глибиннішим, неначе ваші дух і тіло стали частиною чогось значно більшого за все, що ви могли коли-небудь уявити. Ваші руки, ноги, шкіра... Матерія... Час... Простір... Переплетені силові поля довкола...

Зі світу було зірвано запону, про існування якої ви навіть не здогадувалися, а під нею відкрилася таємнича й несподівана реальність. Думки пориваються назад до зірок, а ви сповнені відчуття, що ось-ось почнеться надзвичайна подорож у крайню далечинь від рідного світу.

МІСЯЦЬ

Якщо ви читаєте цей рядок, то вже здійснили подорож на п'ять мільярдів років у майбутнє. Нормальний такий початок за будь-якими мірками! А отже, у вас чудова уява, якій можна довіряти, адже уява — найважливіше, що потрібно для вдалої мандрівки простором і часом, матерією та енергією, аби дізнатися все, що відомо про нашу реальність із висоти знань початку ХХІ століття.

Хоч ви того й не просили, але мимоволі стали свідком долі, яка чекає на людство, ба на всі форми життя на Землі, якщо не робити нічого для розуміння законів функціонування природи. Єдиний шанс вижити в довгочасній перспективі й не бути проковтнутими лихим передсмертним Сонцем — навчитися брати власне майбутнє в свої руки. А для цього слід спершу розібратися у плетиві законів природи й навчитися використовувати їх у власних цілях. Правду кажучи, на нас чекає довгий та нелегкий шлях. Але на подальших сторінках ви дізнаєтеся загалом про все, що відомо на сьогодні.

Мандруючи нашим Всесвітом, ви дізнаєтеся, що таке сила тяжіння і як атоми та елементарні частинки взаємодіють між собою без будь-якого контакту. Ви побачите, що Всесвіт складається здебільшого з таємниць, і ці таємниці призвели до відкриття нових типів матерії та енергії.

А коли побачите все відоме, ми зануримося в незнане і дізнаємося, над чим ламають голови найвидатніші уми теоретичної фізики нашого часу, щоб пояснити дивовижні реалії, частиною яких нам випало бути. На сцену зійдуть паралельні світи, мультиВсесвіти та додаткові виміри. Після цього ваші очі сятимуть світлом знання та мудрості, які людство нагромаджувало й покращувало протягом багатьох тисячоліть. Проте слід бути готовим до всього. Відкриття останніх десятиліть змінили всі уявлення про те, що ми вважали непорушними істинами: наш Всесвіт не тільки неосяжно більший, ніж вважалося, а й незрівнянно прекрасніший, аніж могли уявити наші предки. У зв'язку з цим є ще одна чудова новина: ті знання, які ми вже маємо, роблять нас, людей, відмінними від усіх інших форм життя, які будь-коли існували на Землі. І це добре, адже більшість інших форм життя зникли. Динозаври панували на планеті близько 200 мільйонів років, тоді як хронометр нашого панування відбив не більше кількох сотень тисяч років. У них було вдосталь часу, щоб почати досліджувати своє довкілля і зрозуміти його закони. Та вони

цього не зробили. В результаті їх не стало. Ми ж, люди, вже сьогодні можемо сподіватися, що принаймні виявимо небезпечний астероїд достатньо рано, аби запобігти загрозі. Тож у нас уже є можливості, яких їм бракувало. Може, так і несправедливо казати, але, з сучасного погляду, зникнення динозаврів можна пов'язати з їхнім недостатнім знанням теоретичної фізики.

Поки що ж ви продовжуєте лежати на пляжі, не в змозі викинути з голови яскраві спогади про смертний час Сонця. Ви ще не дуже розумієте, що відбувається, і, щиро кажучи, мерехтливі цятки, якими усіяна ніч, здаються зовсім недотичними до вашого існування. Поява й зникнення земних видів не мають із ними жодного зв'язку. Здається, час у далекому космосі оперує масштабами, які не здатне досягнути ваше тіло. Все існування якогось біологічного виду на Землі триває, мабуть, не довше за клацання пальців з погляду таких далеких сяйливих божеств...

Триста років тому один із найзнаменитіших і найблискучіших науковців усіх часів—британський фізик і математик Ісаак Ньютон, людина, яка зі стін Кембриджського університету, що в Англії, відкрила нам силу тяжіння—саме так сприймав час. Він гадав, що існує людський час, який відчуваємо всі ми і який вимірюється нашими годинниками, та божественний час — одномоментний і нерухомий. З погляду Ньютоніною Бога, нескінченна лінія людського часу, яка без кінця-краю простягається вперед і назад, виглядає, як одна мить. Бог охоплює усю її одним своїм поглядом.

Однак ви не Бог, тож, споглядаючи зорі, поки один із друзів мовчки наливає вам напій, ви відчуваєте свою мізерність перед безмірністю завдання. Усі ці речі завеликі, задалекі й задивні... З чого починати? Ви ж не теоретичний фізик... Проте ви не з тих, хто легко складає руки. У вас є очі та допитливий розум, тому ви знову вмощуєтесь на пісок і починаєте зосереджуватися на тому, що можна побачити.

Небо здебільшого темне.

На ньому видніються зорі.

А між зорями ваше неозброєне око розпізнає ледь видну смугу, що світиться слабким білуватим світлом.

Хай там звідки походить світло, ви знаєте, що ця смуга називається Чумацьким Шляхом. Вона виглядає десь удесятеро ширшою за діаметр повного Місяця. Ви часто вдивлялися в неї замолоду, але з часом перестали звертати на неї увагу. Тепер же ви бачите, що вона настільки примітна, що про неї повинні були знати ваші предки ще

з незапам'ятних часів. І ви маєте рацію. Як на глум, після сторіч дискусій про її природу зараз ми нарешті знаємо, чим вона є, але світлове забруднення робить її майже невидимою з більшості густонаселених місць.

Зате з вашого тропічного острова існування цієї смуги не викликає сумнівів. Мірою обертання Землі та наближення ранку Чумацький Шлях переміщується в небі, як і Сонце вдень, — зі сходу на захід.

Ймовірність того, що майбутнє людства лежить десь далеко там, за межами видимого з Землі неба, набуває реальних обрисів у вашій уяві та повністю заворює вас. Ви зосереджено міркуєте над тим, чи можливо неозброєним оком побачити все, що є у Всесвіті. А потім скептично хитаєте головою. Ви ж знаєте, що Сонце, Місяць, кілька планет на кшталт Венери, Марса та Юпітера, а також кількості зірок* і розмита смуга білуватого пилу, яка зветься Чумацьким Шляхом, ще не вичерпують собою Всього. Ще багато таємниць ховаються далі, поза полем зору, між зорями, — таємниць, які чекають, щоб їх розгадали... Якби ви мали змогу заглибитися в них, що б ви зробили? Ви би, певна річ, почали з найближчого довкілля Землі, а потім... потім зірвалися би в далеку даль — якнайдалі, а далі... Допитливість знову штовхає вас далі!

Хоч як дивно це звучить, але ваші думки *справді* відриваються від тіла, рвуться вгору, до зірок.

Вам паморочиться, коли тіло та острів, на якому воно лежить, за мить лишаються далеко внизу. Дух, перетворившись на вашу безтілесну іпостась, прямує вгору і на схід. Гадки не маючи, як так сталося, ви злітаєте вище за найвищі гори. Перед вашими очима з'являється червоний Місяць, який завис над далеким горизонтом. А за мить ви опиняєтеся за межами земної атмосфери, долаючи 380 тисяч кілометрів порожнечі, які відділяють нашу планету від її єдиного природного супутника. З космосу Місяць виглядає так само білим, як і Сонце. Ваша пізнавальна подорож починається.

Отож, ви приєдналися до когорти дванадцятьох людей, які ступали по Місяцю. Ваше примарне тіло тепер ходить по ньому. Земля зникла за місячним горизонтом. Ви опинилися на так званому *темному боці* Місяця — на боці, з якого ніколи не видно нашої планети. Тут над головою немає ані блакитного неба, ані вітру, і ви бачите в небі значно більше зірок, ніж із Землі, але вони не мерехтять. Усе це через

* Може здатися, що ви бачите мільйони зірок у нічному небі; насправді ж людське око може розгледіти лише кілька сотень із них з міста і від 4 до 6 тисяч з села, де цьому не заважає світлове забруднення.

відсутність атмосфери. На Місяці космічний простір починається відразу над його поверхнею. Жодні погодні умови не можуть стерти слідів, полишених на ньому. Тому тут всюди видніються кратери—непорушні нагадування про об'єкти, які колись врізалися в цей безплідний ґрунт.

Вирушаючи в напрямку зверненого до Землі боку Місяця, ви відчуваєте, як історія цієї планети, наче за змахом чарівної палички, відкривається перед вашим допитливим розумом, і ви ошелешено дивитеся собі під ноги.

Які ж шалені сили були тут задіяні!

Близько 4 мільярдів років тому в нашу молоду планету врізалася інша планета розміром із Марс, вибивши з неї величезний шмат твердої матерії. Протягом подальших тисячоліть усі уламки, що утворилися внаслідок цього зіткнення, розлітались і згромаджувались в одну велику кулю, яка рухалася орбітою довкола нашої планети. Коли цей процес завершився, народився Місяць, на якому ви зараз стоїте.

Якби аналогічна подія сталася в наш час, такого зіткнення вистачило би, щоб стерти з лиця Землі всі форми життя. Проте в той час наш світ іще був порожнім місцем. Цікаво, що без такого катастрофічного удару у нас не було би Місяця, який освітлює нам ночі, не було б помітних припливів та й життя, яким ми його знаємо, напевно, не існувало би на нашій планеті. Коли перед очима над місячним обрієм нарешті з'являється блакитна Земля, ви вже знаєте, що в космічних масштабах катастрофічні події можуть бути як на краще, так і на гірше.

Ваша рідна планета виглядає звідти як чотири складених разом повних Місяці, як блакитна перлина на чорному, всіяному зірками тлі.

Справжній розмір нашої планети в космосі завжди був і буде видовищем, яке вселяє смиренність.

Просуваючись далі та спостерігаючи за її підйомом у місячному небі, навіть попри позірні тишу та спокій, ви вже знаєте, що не варто довіряти цьому видимому миру. Час набуває тут іншого сенсу, а з огляду на еони, які й далі розгортаються перед вами, нові буремні події здаються неминучими. Нагадуванням про них слугують численні кратери, якими всіяна поверхня Місяця. Протягом багатьох віків сотні тисяч брил розміром із гору, блукаючи космосом, зрештою врізалися в Місяць. Вони, звісно ж, вдарялися і в Землю, проте рани нашої планети загоїлися, позаяк наш світ живий, тому має змогу ховати своє минуле під глибоким шаром свого мінливого ґрунту.

Утім, ви раптом відчуваєте, що в цьому Всесвіті ваш рідний світ попри свою дивовижну здатність загоювати рани вразливий і майже беззахисний...

Майже.

Але не зовсім. Тепер у нього є ми. У нього є ви.

Зіткнення на кшталт того, що породило Місяць, залишилися в минулому. На сьогодні вже не лишилося блукливих планет, які б становили загрозу нашому світові. Лише вільні астероїди та комети. Проте Місяць частково захищає нас своєю масою від таких космічних загроз. Небезпека, однак, чигає скрізь. Поки видивитеся на блакитний образ Землі, який завис у темному небі, за вами зненацька здійснюється надзвичайно яскрава куля.

Ви обертаєтеся і бачите зірку — найяскравіший і найбуйніший об'єкт з усього, що можна знайти неподалік нашої рідної планети.

Ми назвали його *Сонцем*.

Воно розташоване за 150 мільйонів кілометрів від нашого світу.

Воно є джерелом усієї нашої енергії.

А коли ваша уява наповнюється пристрасного благоговіння перед силою світла, випромінюваного цим надзвичайним космічним ліхтарем, ви покидаєте Місяць і вилітаєте назустріч нашій місцевій зірці — Сонцю, — щоб зрозуміти, чому воно світить.

Сонце

Якби людство зуміло якимось чином зібрати всю енергію, що випромінює Сонце за одну секунду, її вистачило б для забезпечення енергетичних потреб усього світу десь на півмільярда років.

Наближаючись у своєму польоті до нашої зірки, ви зауважуєте, що Сонце не таке велике, яким ви бачили його за п'ять мільярдів років від сьогодні, коли настала його смерть. Але воно все одно велике. Якщо переносити його розмір у земні масштаби і вважати, що Сонце має розмір великого кавуна, то крихітна Земля лежатиме від нього за 43 метри, і щоб побачити її, знадобиться лупа.

А зараз Земля у вас за плечима перетворилася на яскраву цятку. Перед вами півнеба закрито Сонцем. Усюди лускають бульбашки плазми. Мільярди тонн гарячезної матерії щосекунди виринаються з його поверхні та пролітають крізь ваше примарне тіло, в той час як

на магнітному полі Сонця хаотично з'являються велетенські петлі. Фантастичне видовище, м'яко кажучи. Вражені ним, ви дивуєтесь: а чого бракує Землі, щоб бути такою самою, як Сонце? Що робить зірку зіркою? Звідки походить її енергія? І з якого лиха воно мусить колись померти?

Прагнучи відповіді, ви прямуєте в найсуворіше місце, яке тільки існує, в серце самого Сонця, що лежить за півмільйона кілометрів від його поверхні. Для порівняння, відстань від поверхні до внутрішнього твердого ядра Землі становить 5100 кілометрів.

Із головою поринаючи в це яскраве горнило, ви пам'ятаєте, що вся матерія, яку ми вдихаємо, бачимо, торкаємо, відчуваємо чи виявляємо — навіть матерія вашого фізичного тіла, — складається з атомів. Атоми — це цеглинки, з яких будується все. Це своєрідні цеглинки конструктора LEGO нашого довкілля. Проте на відміну від цеглинок LEGO атоми не прямокутні. Загалом вони округлі й складаються зі щільного кулястого ядра та крихітних віддалених електронів, які роються навколо ядра. Проте, як і цеглинки LEGO, атоми можна класифікувати за розміром. Найдрібніший з них усіх називають *воднем*. Другий за розміром зветься *гелієм*. Ці два типи атомів становлять близько 98% усієї відомої нам матерії у відомій частині Всесвіту. Це, безперечно, багато, але менше, ніж було раніше. Вважається, що 13,8 мільярда років тому ці два типи атомів становили майже 100% усієї відомої матерії. Азот, вуглець, кисень і срібло — це приклади атомів, які можна знайти в наш час, але які не є воднем або гелієм. А отже, вони якось з'явилися. Як же це сталося? Ви на шляху до відповіді на це питання.

Занурюючись углиб Сонця, ви відчуваєте, як температура невпинно зростає і стає надприродно високою. В самому ядрі вона сягає 16 мільйонів градусів Цельсія. Ба навіть більше. Навколо безліч атомів водню, але від високої енергії з них позривало одяг: їхні електрони вільно літають, повідривавшись від своїх тепер уже голих ядер. Тиск настільки високий, а ядра настільки щільно спаковані під вагою, якою сама зірка тисне на своє серце, що їм немає куди рухатися. Натомість вони зливаються одне з одним, утворюючи більше ядро. Усе відбувається прямо на ваших очах: це і є *реакція термоядерного синтезу*, тобто створення більших атомних ядер із менших.

З'явившись на світ, ці важкі ядра починають вириватися з горнила, яке дало їм початок, підхоплюючи на своєму шляху самотні кочові електрони, котрі раніше повідривалися від водневих ядер, і перетворюючись на нові, важчі атоми: азот, вуглець, кисень, срібло...

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

Аби відбувався термоядерний синтез (створення великих атомів із менших), потрібен колосальний обсяг енергії, який у цьому випадку забезпечується нищівною силою тяжіння Сонця, котра притягує матерію в напрямку ядра, призводячи до її неймовірного стиснення. Така реакція не може відбутися природним шляхом на Землі або всередині неї. Наша планета замала й недостатньо щільна, тож її сила тяжіння не здатна довести ядро до температури та стиснення, необхідних, аби запустити таку реакцію. По суті, це головна відмінність між планетою і зіркою. Та й та є округлим небесним тілом, але планети невеликі й містять тверде ядро, іноді оточене газом. А зірки, з іншого боку, можна вважати гігантськими термоядерними електростанціями. їхня гравітаційна енергія настільки висока, що вони природним шляхом змушують матерію у своїх надрах зливатися в нові форми. Всі важкі атоми, з яких складається Земля, усі атоми, потрібні для життя, атоми, що містить ваше тіло, колись були відлиті в серці зірки. Дихаючи, ви вдихаєте їх. Торкаючись своєї або чийої шкіри, ви торкаєтесь зоряного пилу. Ви нещодавно цікавилися, чому зірки на кшталт Сонця помирають і вибухають в кінці свого життєвого циклу. Ось відповідь: без такої кончини скрізь були би тільки водень і гелій. Матерія, з якої ми зроблені, була б назавжди наглухо замкнена в тілах безсмертних зірок. Без неї не з'явилася би Земля. Життя, яке ми знаємо, попросту не існувало б.

Погляньмо на це з іншого боку. Оскільки ми складаємося не лише з водню та гелію, оскільки наші тіла, Земля і все, що нас оточує, містить вуглець, кисень та інші атоми, ми знаємо, що наше Сонце—це зірка другого, а може, й третього покоління. Одне-два покоління зірок мали вибухнути, щоб із їхнього пилу постали Сонце, Земля та ми. Що ж спричинило їхню смерть? Чому зорі приречені завершувати своє світлосяйне життя видовищним вибухом?

Однією з найдивовижніших властивостей реакції ядерного синтезу є те, що хоч би яка колосальна кількість енергії вимагалася, щоб її ініціювати—вага цілої зірки!—в її результаті виділяється ще *більше* енергії.

Пояснення цього парадоксу досить несподіване, але оскільки весь процес відбувається у вас перед очима, вам залишається тільки змиритися з цим поясненням: коли два атомні ядра зливаються в одне велике, частина їхньої маси зникає. Новоутворене ядро має меншу масу, ніж ті два ядра, з яких воно утворилося. Це щось на зразок того, якби в результаті змішування одного кілограма ванільного морозива

зі ще одним кілограмом такого самого морозива ми отримували не два кілограми, а менше.

У нашому повсякденні такого не буває. Проте в атомному світі це стається постійно. Однак, на наше щастя, втрачена маса нікуди не зникає. Вона перетворюється на енергію, а курс її обміну визначається знаменитою формулою Ейнштейна: $E = mc^2$ *

У щоденному житті ми більш звикли до переведення грошей з однієї валюти в іншу, ніж до переведення маси в енергію. Аби зрозуміти, наскільки курс обміну $E = mc^2$ вигідний для природи, уявіть, що такий самий курс обміну встановлено в аеропорту Кеннеді в Нью-Йорку для обміну британських фунтів стерлінгів (початкова маса) на американські долари (енергія, яку ми отримуємо з маси). Коефіцієнт обміну становить c^2 , де «с» позначає швидкість світла, а «с²», відповідно, швидкість світла, помножену саму на себе. В такому разі за один фунт стерлінгів ми отримуємо 90 мільйонів мільярдів доларів. Гарна оборудка, скажу я вам! Насправді, це найвигідніший обмінний курс у природі.

Звісно, маса, що втрачається в кожній окремій реакції ядерного синтезу, досить незначна. Проте в серці Сонця така величезна кількість атомів зливається щосекунди, що цій енергії потрібен якийсь вихід. Тож вона виривається назовні, подалі від сонячного ядра в усіх можливих напрямках. У підсумку, енергія ядерного синтезу збалансовує силу тяжіння, яка притягує все до ядра, стабілізуючи тим самим розмір нашої зірки. Без енергії ядерного синтезу залишився би тільки один гравець — сила тяжіння, через яку Сонце б стиснулось до дуже маленьких розмірів.

Ядерний синтез виділяє колосальні обсяги світла й частинок, які перетворюють усе довкола на яскравий суп із ядер і електронів, що називається *плазмою*.

Саме такі викиди світла, тепла та енергії спричиняють світіння зірок.

Зірка на ім'я Сонце — це невелика куля вогню, адже вогонь потребує кисню для горіння. Хоча Сонце й створює трохи кисню разом із іншими важкими елементами, в космосі також не достатньо вільного кисню, щоб підтримувати який-небудь вогонь. У космосі не вийде викресати вогонь за допомогою сірника. Сонце, як і всі зірки в небі, — лише яскрава куля осяйної плазми, гарячої суміші електронів,

* Певен, що ви знаєте, але про всяк випадок роз'ясню: в цій формулі «Е» позначає енергію, «т» — масу, а «с» — швидкість світла. Тобто ця формула — єдина, яка наводиться в книжці, — дослівно означає, що масу можна перетворити на енергію, а енергію — на масу.

атомів, які втратили частину своїх електронів (їх називають *іонами*) та атомів, від яких відірвалися всі електрони, — голих атомних ядер.

Поки всередині Сонця залишатиметься вдосталь крихітних ядер, які можна стискати та з'єднувати, сила тяжіння Сонця й енергія синтезу зберігатимуть рівновагу. Нам поталанило жити біля зірки, яка перебуває саме в такому стані.

Хоча насправді не в талані тут справа.

Якби наше Сонце *не* перебувало в такому стані, то ми б і не з'явилися біля нього.

Як ви тепер розумієте, Сонце не перебуватиме у стані рівноваги вічно: одного дня в ядрі нашої зірки вичерпається її атомне паливо. Відтоді вже не буде сили, яка променітиме назовні та змагатиметься з тяжінням, яке тисне всередину. Сила тяжіння здобуде остаточну перевагу й започаткує останню фазу життя нашої зірки: Сонце стискатиметься і ставатиме щільнішим, доки знову не розпочнеться реакція ядерного синтезу, але вже не в ядрі, а ближче до поверхні. Відновлена реакція синтезу не збалансовуватиме силу тяжіння, а переважатиме її, тож поверхня Сонця витискатиметься назовні, спричинюючи розростання нашої зірки. Ви бачили, як це відбувається, під час вашої подорожі в майбутнє. Останній спалах енергії сповістить про смерть, свідком якої ви вже стали, розкидавши в космос майже усі атоми, які Сонце породило протягом життя, а також створивши деякі нові — найважчі з усіх, як-от золото. З часом ці атоми змішаються із залишками інших, розташованих неподалік померлих зірок, формуючи велетенські хмари зоряного пилу, з яких, можливо, в далекому майбутньому виростуть інші світи.

Оцінивши кількість водню, що залишається в ядрі нашої зірки, науковці можуть розрахувати, коли станеться такий вибух. Згідно з результатами обчислень Сонце вибухне деś за п'ять мільярдів років від сьогодні, у четвер, плюс-мінус три дні.

Наша космічна родина

Щойно ви дізналися про Сонце більше, ніж знала будь-яка людина, що жила раніше середини XX століття. Все те світло, яке з дня на день заливає ваше тіло, походить від атомів, що синтезуються в серці нашої