

НАЙСВІЖІШІ НАУКОВІ ІДЕЇ!

У цій книжці, любі наші читачі, ви знайдете чудові наукові есе, які допоможуть краще уявити все те, про що тут ітиметься. Їх написали авторитетні експерти.

Земні океани

с. 10

професор Рос Е. М. Рікабі, факультет
наук про Землю, Оксфордський університет

Вулкани на Землі, у нашій Сонячній системі та за її межами

с. 44

професорка Темсін А. Мейзер, факультет
наук про Землю, Оксфордський університет

Будівництво ракет для польоту на Марс

с. 114

Еллісон Томас, інженерка-конструкторка, НАСА

Що таке хімічні елементи і звідки вони беруться?

с. 122

доктор Тобі Бленч, хімік-дослідник

Життя на Марсі

с. 154

Келлі Жерарді, астронавтка, учасниця
майбутньої експедиції на Марс

Експерименти на Марсі

с. 176

Кейті Кінг, магістерка наук,
Кембриджський університет

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



Розділ перший

Що таке реальність?

доктор Джеймс Б. Глаттфелдер,
теоретик складних систем

с. 222

Що каже медицина про штучний анабіоз?

Девід Вормфлеш, доктор медичних наук

с. 240

Є там хто?

професор Стівен Гокінг,
Кембриджський університет

с. 266

Що таке квантова телепортація?

доктор Стюарт Ренкін,
факультет інформаційних систем,
Кембриджський університет

с. 286

Ефект огляду

доктор Рішар Гаріо де Кає, астронавт МКС

с. 330

*Особлива подяка Сюю Кук,
редакторці серії книжок про пригоди Джорджа,
а також Стюарту Ренкіну.*

Косяк із мільйонів крихітних сріблястих рибок промчав повз рожеві корали — ті легенько загойдалися у лагідних блакитних водах океану. Рухаючись як одне ціле, косяк немовби зігнувся навпіл і шугнув угору, до блакитнувато-зелених вод над головою Джорджа. Там угорі, між Джорджем і сонячними променями на поверхні океану, пропливала велика рибина. Пливла перед очима хлопця повільно й поважно, наче броненосець.

На дні океану, де кораловий риф поступався місцем піску, метушилися маленькі створіння — вони невтомно махали клешнями так, наче ті, на кого вони полювали, самі мали припливти просто до них. Довкола звивалися піщані черв'яки, малюючи хвилясті лінії на рихлому морському дні.

Мимо пропливла ще одна зграйка риб. Прямісінько Джорджеві попід носом — здається, простягнеш руку і торкнешся!





Земля — наша блакитна планета — унікальний об'єкт у Сонячній системі, бо майже три чверті її поверхні вкривають океани. Але звідки вони тут узлися? Ти, мабуть, здивуєшся, але земні океани прибули з відкритого космосу. Коли Земля тільки формувалася, на планеті було надто гаряче й вода не могла тут конденсуватися. Вода могла утворитися за певною межею, на достатній відстані від розпеченого раннього Сонця. Щось схоже ти можеш спостерігати в горах: сніг лежить на вершинах гір, за так званою сніговою лінією, де достатньо високо і зимно.

Крупинки льоду могли з'явитися тільки у віддалених ділянках Сонячної системи, де було досить холодно — у поясі астероїдів десь між Марсом та Юпітером. Отож океани на Землю довелося «імпортувати»: багато хто вважає, що вони прибули разом із потоком багатих на воду метеоритів або комет із пояса астероїдів, які бомбардували ранню Землю.

Відтоді ці позаземні молекули води не руйнувалися — і нові не утворювалися теж. Упродовж наступних 3,8 мільярда років (перші докази існування води у рідкому стані походять із осадових порід цього віку на південному заході Гренландії) наші океани перебували — і досі перебувають — «у пастці» на поверхні Землі, де вони рухаються по колу двома циклами.

По-перше, палюче тропічне сонце перетворює частину води в океані на пару (таку ж, яка виходить із носика чайника чи з парового двигуна) і на хмари. Хмари піднімаються вгору, охолоджуються і створюють дощ, який падає на суходіл, а потім — потічками й річками — повертається назад в океан.

По-друге, невелика частина води проникає в надра Землі крізь глибоководні западини в океанічній корі. Ця вода швидко повертається на поверхню через вулкани й гідротермальні жерла.

Отож молекули, що витікають із крапа у тебе вдома — свідки усієї історії Землі: від часу, коли життя ще не було, і до появи багатоклітинних організмів. Цілком імовірно, що в даний час ці молекули пройшли і через якогось динозавра, і ти запарюєш собі чай з води, яку колись хлібтрав спраглий тиранозавр!

Вода має унікальну властивість — вона здатна розчиняти різні речовини. Тому океани дуже важливі для існування життя. Всип трохи солі у склянку води або трохи цукру в горнячко з чаєм — і ти побачиш, що кристалики відразу зникнуть, тобто розчиняться. Усе завдяки

незначному заряду або ж «полярності» молекул води, яка притягує елементи, і вони розчиняються.

Вода розчинятиме речовини ще краще, якщо трохи її підкислити: наприклад, провести реакцію з вуглекислим газом і утворити вуглекислоту. Ковтни води з бульбашками (ці бульбашки і є вуглекислим газом) і перевіри, чи не кисла тобі вода на смак. Мої сини відразу морщать носа, коли п'ють таку воду. Коли вода циркулює від океану до хмар, а потім падає на землю як дощ і вливається в річку, вона трохи окислюється від реакції з вуглекислим газом в атмосфері. У результаті ця насичена вуглекислотою дощова вода розчиняє хімічні елементи, які містяться у ґрунті (цей процес називається «вимивання»), забирає їх за собою до річок, і ті врешті-решт дістаються до океану. Тобі траплялися колись червоно-жовто-брунатні річки? Вони насичені залізом, вимитим із гірських порід.

Океани накопичують усі елементи, вимиті з ґрунту (а також ті, що розчинилися внаслідок реакції з ложем океану при гідротермальних жерлах, зокрема від взаємодії зі струменями чорного диму). Але зворотним циклом — назад до хмар — рухаються тільки молекули води: хімічні елементи залишаються на місці. Деякі концентруються в океані, перетворюються на мінерали й формують осадові породи, як-от вапняк (карбонат кальцію) і сланець (кремнезем). Тоді їхня концентрація в морі зменшується.

На відміну від більшості елементів, натрій і хлор — два складники солі — осідають дуже нечасто і за виняткових обставин. Наприклад, близько 6 мільйонів років тому ціле Середземне море висохло й перетворилося на «калюжу», залишивши по собі величезні поклади солі. Натрій і хлор не осідають у природний спосіб — ось чому море завжди солоне.

Вимивання ґрунту водою — передумова того, що на Землі змогло з'явитися і втриматися життя. Цей процес виконує роль термостата для нашої планети. Швидкість вимивання залежить від температури Землі. Якщо, до прикладу, температура підвищується — скажімо, через те, що світність Сонця зростає впродовж історії планети — або в атмосфері планети більше вуглекислого газу (парникового газу, що нагріває Землю), ґрунтові породи швидше розчиняються. Це приводить до того, що різні елементи (а також вуглець) швидше потрапляють в океан, що, своєю чергою, прискорює процес формування осадових порід.



Тоді впапняк «зберігає» ще більше вуглекислого газу, що допомагає відновити умови, які панували на планеті раніше, й зупинити процес перегрівання. Вимивання не дає Землі повністю замерзнути. Чому це так — як гадаєш?

Вимивання підтримувало температуру, сприятливу для появи життя, проте ми не знаємо — і невідомо, чи колись дізнаємося, — де саме виникло життя на Землі (може, ти знайдеш відповідь на це запитання?). Можливо, в «теплому мілкому ставку», як вважав славетний природознавець Дарвін, або в глибинах океану? Хай там як, а ми знаємо точно, що поява та еволюція життя залежали від води. Хімічні елементи «заховані» в породах у земній корі, тоді як океан — це водний коктейль із усіх тих елементів (та органічних молекул), які можуть вільно рухатися і взаємодіяти. Це ключ до зародження життя.

Вчені гадають, що безпечним притулком для перших живих створінь були океанічні глибини — на поверхні ранньої Землі на них чекало би значно несприятливіше навколишнє середовище. У глибинах океану шкідлива радіація фільтрувалась, а вода виконувала функцію бар'єра проти екстремальних температур і захищала життєві форми від бомбардування метеоритів і вищереження вулканів.

Науковці припускають, що життя з'явилося, ймовірно, 2,7 мільярда років тому і перші два мільярди років еволюціонувало саме в океані. Втім, немінучі зворотні реакції «підштовхували» життя ставати все складнішим. Мікроби розвивалися і створювали щораз більше побічних хімічних продуктів (зокрема кисень в атмосфері). Більшість із них спочатку були токсичні. Отож, щоб краще контролювати внутрішні хімічні процеси, прості клітини стали ділитися на окремі ділянки (такі види клітин називаються еукаріотами), а потім еволюціонували в різні види клітин.

Багатоклітинні організми з'явилися одночасно з найграндіознішим винаходом життя — скелетом. Як видно з літопису скам'янілостей до «кембрійського вибуху», який стався 0,54 мільярда років тому, маємо хіба відбитки не до кінця зрозумілого походження, тоді як після нього — розмаїті рештки мушель і панцирів, які залишилися від організмів зі складною структурою. (Дарвін хитно витлумачив це явище як момент зародження життя.)

Завдяки тому, що мінерали Землі розчинялися в океані, тверді частинки — наприклад, панцирі — формувалися дуже просто. Свого часу в деяких динозаврів з'явилися додаткові «прикраси» — роги, — які захищали їх від ненажерливих тиранозаврів. Так само і ці перші

«біомінерали» стали немовби бронєю — захистом проти стихій, отрут і, найголовніше, хижаків.

Скелети — мушлі, панцирі й кістки — захищали життя тварин під час їхніх перших кроків на суходолі!

Упродовж земної історії вимивання підтримувало баланс між рівнем кислотності (вуглекислий газ) і рівнем лужності (іони, розчинені в океані). Для океану материка — це, так би мовити, ліки від розладу травлення або препарати, що знижують кислотність. Океани споконвіку були кислуваті, а отже, ідеальні для створення скелетів.

Однак сьогодні ми постали перед гострою проблемою, яка чекає і на майбутні покоління.

На планеті живе дедалі більше людей, зростають запити на викопне паливо — як наслідок, в океані з'являється небачена досі кількість вуглекислого газу й різко зростає рівень кислотності. Через мільйон років земельні масиви на материках розчинятимуться швидше — достатньо швидко, щоб поступово нейтралізувати цей колосальний викид вуглекислого газу до наших вод. Але вимивання відбувається повільно — океани тим часом стають трохи менш лужні й трохи менш насичені. Цей процес часто називають закисленням океану. Фраза «океани стають трохи менш лужні» точніше все це описує, але ж вона надто довга!

У майбутньому вразливим організмам, як-от кораловим рифам, буде дедалі важче формувати кістяк. Це серйозно вплине на всю морську екосистему. Хіба що організми зможуть адаптуватися — і то швидко!

Деякі науковці вважають, що ми повинні не стояти осторонь, а протидіяти глобальному потеплінню і закисленню, забираючи з води вуглекислий газ шляхом «геоінженерії». Зокрема, маємо втрутитися у процес вимивання земель, щоб у воду потрапляло більше лужних елементів.

Але чи справді треба починати ще один глобальний експеримент з нашою Землею?

Як думаєш?

Рос

Яскраві, кольорові рибки, з червоними, блакитними, жовтими й помаранчевими смужками, схожі на учасників якогось невеличкого карнавалу. А он там гігантська черепаха, подумав Джордж, — повернулась, витріщицалась на нього своїми древніми темними очиськами й не моргне! Черепаха розтулила рота і — не може бути! — поклікала його! Вона звідкись знає, як його звати!

— Джордже, — погукала черепаха. — Джордже!

Вона наче простягла руку й потермосила його за плече.

Руку? Але звідки в черепахи рука? Джордж саме задумався над цим питанням серед підводної ідилії, коли...



— Джордже!

Перед ним стояла його найкраща приятелька Енні й тримала картонний шолом віртуальної реальності, який хлопець ще кілька секунд тому мав на собі.

Джордж закліпав — після похмурих блакитних сутінків у глибинах Коралового моря неподалік від австралійського узбережжя важко було звикнути до сонячного літнього пообіддя у Фоксбриджі. Хлопець був геть збитий з пантелику. Ще мить тому він плавав уздовж Великого бар'єрного рифу. А тепер враз повернувся з дна океану до свого будиночка на дереві

у садку. Ніяка черепаха до нього не говорила — тільки його найліпша подруга Енні, яка живе по сусідству. І їй явно було що сказати.

— Я забираю свій шолом! — обурювалась вона. — Нащо я взагалі тобі його дала? Ти тепер цілими днями сидиш під водою! А я хочу, щоб ти подивився на це.

Вона махнула перед ним планшетом, а потім натиснула кнопку — екран ожив. Джордж глянув на нього, але перед очима досі гойдалися блакитні хмаринки у формі риб, і минуло ще кілька секунд, поки він нарешті зміг зосередитися. Порівняно з дивовижним кораловим рифом зображення на планшеті виглядало страх як нудно.

— Ти витягла мене з віртуального світу, щоб я глянув на якусь анкету?! — незадоволено вигукнув Джордж. — Ти що, заповнюєш заявку на проїзний у метро?



— Ха-ха, можна сміятися? — не сприйняла його жарт Енні. — Глянь уважніше.

Джордж придивився.

— Ой! — скрикнув він: його осяяло, наче планету, де щоранку сходять два сонця.

— Бачиш? — запитала Енні. — Що там пише?

— Потрібні астронавти! — прочитав у голос Джордж. — Круто! Мрієш покинути Землю і вирушити далеко-далеко, куди ще не ступала нога людини? Хочеш заснувати поселення на Марсі? Допоможеш людству колонізувати незнану планету, врятувавши цим його майбутнє? Долучишся до творення новітньої епохи пілотованих космічних мандрів? — як на одному подиху випалив Джордж. — Так? Тоді заповни цю анкету... Стоп! А хіба їм потрібні не дорослі астронавти?

— Ні! — радісно мовила Енні. — Вони шукають юних астронавтів! Тут так і написано: вік — від одинадцяти до п'ятнадцяти років!

— Дивно, хіба ні? — запитав Джордж. — Нащо кому посилати гурт дітлахів на Марс?

— Ну ти даєш! — пхикнула Енні. — Та ж поки дійде



до польоту на Марс, сто років мине! Ми тоді вже виростемо. Але навчання починають зараз, щоб мати час вибрати найкращих кандидатів. То як, зможеш заповнити анкети? — вона простягнула йому планшет.

— Анкети? — перепитав Джордж.

— Одну за себе, одну за мене, — пояснила Енні.

— Але чому я?.. — почав обурюватися Джордж.

— Бо там нічого не можна виправляти, — пояснила Енні, яка вже майже не соромилася згадувати про свою дислексію. — Автовиправлення там нема, форма автоматично полетить до них, як тільки ти її заповниш. Тому краще ти це зроби.

— Невже на Марсі комусь буде потрібна граматика? — запитав Джордж. — Щоб мандрувати космосом, треба вміти щось інше, ти й сама це знаєш.

— Ні, не буде, — заперечила Енні. — Але якщо я замість «Марс» напишу «Рамс», мене туди ніхто не візьме.

— Довгенька форма, — зауважив Джордж.

— А що ти хотів? — вигукнула Енні. — Думаєш, вони всіх підряд беруть на Марс чи що?

— На Рамс! — вишкірив зуби Джордж.

— Ага, Рамс — нова домівка людства! — підхопила Енні. — Ну добре, досить уже. Який там перший пункт?

— Ем-м-м... Поясни своїми словами, чому ти — ідеальний кандидат чи ідеальна кандидатка на участь у пробній програмі підготовки юних астронавтів до польоту на Марс 2025 року?