

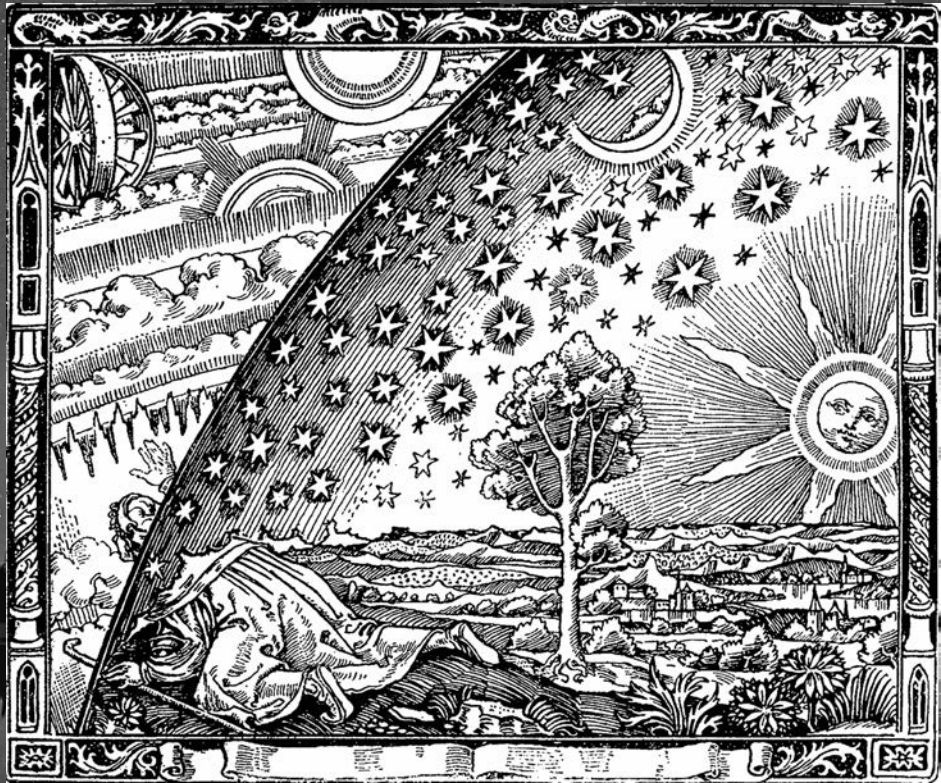
КАМІЛЬ ФЛАММАРІОН

ПОПУЛЯРНА АСТРОНОМІЯ

наука для всіх наука для всіх наука для всіх наука для всіх наука для всіх



НАУКА
для всіх



НАЦІОНАЛЬНА
АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА
ОБСЕРВАТОРІЯ

КАМІЛЬ
ФЛАММАРІОН

**ПОПУЛЯРНА
АСТРОНОМІЯ**

КИЇВ
АКАДЕМПЕРІОДИКА
2019

УДК 52(075.4)

Ф70

<https://doi.org/10.15407/akademperiodyka.393.190>

*Переклад з видання «Камилль Фламмаріонъ.
Основы астрономии в общепонятном изложении. — С.-Петербург:
Издательство «Вестника Знания», 1909» виконав І.П. Крячко*

*Затверджено до друку Вченою радою
Головної астрономічної обсерваторії НАН України
(протокол від 30.08.2018 № 12)*

**Видання здійснено за кошти Цільової комплексної програми
«Створення та розвиток науково-видавничого комплексу
НАН України»**

Фламмаріон Каміль

Ф70 Популярна астрономія / Каміль Фламмаріон; НАН України, Головна астрономічна обсерваторія. — Київ: Академперіодика, 2019. — 190 с.

ISBN 978-966-360-393-3

Автор книжки «Популярна астрономія» — знаменитий французький популяризатор астрономії XIX — початку XX ст. Каміль Фламмаріон. Викладений тут матеріал і донині не втратив актуальності, тому стане добрим помічником учителям, вихователям, батькам, які бажають ознайомити дітей із першопочатками астрономії.

У книжці подано елементарні астрономічні відомості у простій і цікавій формі, отож вона розрахована на широкий читацький загал.

УДК 52(075.4)

© Головна астрономічна обсерваторія
НАН України, 2019

ISBN 978-966-360-393-3

© Академперіодика, оформлення, 2019



ЗМІСТ

КАМІЛЬ ФЛАММАРІОН — НАЙВИДАТНІШИЙ
ПОПУЛЯРИЗАТОР АСТРОНОМІЇ 9

- § 1. ПЕРШІ АСТРОНОМІЧНІ
СПОСТЕРЕЖЕННЯ 11
- § 2. ДЕНЬ 14
- § 3. НЕМОЖЛИВО ДИВИТИСЯ
НА СОНЦЕ 15
- § 4. ДЖЕРЕЛО СВІТЛА 18
- § 5. ЗНАЧЕННЯ СВІТЛА В ПРИРОДІ 22
- § 6. ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА 24
- § 7. СОНЯЧНЕ ТЕПЛО І ЖИТТЯ
НА ЗЕМЛІ 28
- § 8. ЕКОНОМНА ПІЧ 30
- § 9. СХІД І ЗАХІД СОНЦЯ 32
- § 10. МИСТЕЦТВО ЗНАХОДИТИ СТОРОНИ
СВІТУ. НЕ ВТРАЧАЙ ПІВНІЧ! 34
- § 11. ЛАМПА, ЩО НІКОЛИ НЕ ЗГАСНЕ 36
- § 12. СПІРНЕ ПИТАННЯ:
ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ? 39
- § 13. ЗЕМЛЯ ОБЕРТАЄТЬСЯ
НАВКОЛО СЕБЕ 41
- § 14. ІЛЮЗІЯ ТА ДІЙСНІСТЬ 43
- § 15. ЗЕМЛЯ — КУЛЯ 46
- § 16. ВІСЬ ЗЕМНОЇ КУЛІ ТА ДВА ПОЛЮСИ 49
- § 17. НАСЛІДОК РУХУ ЗЕМЛІ:
НІЧ ЗМІНЮЄТЬСЯ ДНЕМ,
А ДЕНЬ — НІЧЧЮ 51
- § 18. МИЛЬНІ БУЛЬКИ 52

- § **19.** УМОВИ ІСНУВАННЯ НА ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ:
ПОДОРОЖ ШОКОЛАДА 55
- § **20.** ПОДІЛ МАНДАРИНА 59
- § **21.** ГОДИННИК. ДЕ БУВАЄ ПОЛУДЕНЬ
О ЧОТИРНАДЦЯТИЙ ГОДИНИ? 63
- § **22.** ВІЧНИЙ ДЕНЬ — ВІЧНА НІЧ 68
- § **23.** НЕБО ТА ЗЕМЛЯ 70
- § **24.** НІЧНЕ СВІТИЛО 71
- § **25.** МІНЛИВИЙ ВИГЛЯД МІСЯЦЯ. ФАЗИ 75
- § **26.** ПРО ТЕ, ЩО ВИДНО НА МІСЯЦІ 81
- § **27.** ПОДОРОЖ НА МІСЯЦЬ 87
- § **28.** ГРА В ПІЖМУРКИ. ЗАТЕМНЕННЯ 94
- § **29.** МАНДРІВНИКИ МИМОВОЛІ. ЗЕМЛЯ ОБЕРТАЄТЬСЯ
НАВКОЛО СОНЦЯ. АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕГОНИ 103
- § **30.** КЛІМАТ І ПОРИ РОКУ 107
- § **31.** ТРОЄ ДРУЗІВ НА НЕБІ 114
- § **32.** СУЗІР'Я. ДАВНІ ЛЕГЕНДИ ПРО НЕБО. ЗОДІАК.
НЕБЕСНИЙ ЗВІРИНЕЦЬ 117
- § **33.** НАСЕЛЕННЯ НЕСКІНЧЕННОСТІ. ЗОРІ 132
- § **34.** СУСІДНЯ ЗОРЯ — СОНЦЕ 138
- § **35.** «ЗБИРАЙТЕСЯ НАВКОЛО МОГО
БІЛОГО СУЛТАНА» 146
- § **36.** ВАЛЬС ПЛАНЕТ. ЗАКОНИ КЕПЛЕРА 151
- § **37.** ВСЕСВІТНЄ ПРИТЯГАННЯ, АБО ТЯЖІННЯ 155
- § **38.** МЕРКУРІЙ І ВЕНЕРА 158
- § **39.** МАРС 163
- § **40.** ЮПІТЕР, ВЕЛЕТЕНЬ СЕРЕД СВІТІВ 167
- § **41.** САТУРН 170
- § **42.** УРАН. НЕПТУН 172
- § **43.** КОМЕТИ, ЛЕТЮЧІ ЗОРІ, АЕРОЛІТИ 176
- § **44.** ТУМАННОСТІ Й ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ 181
- § **45.** НЕСКІНЧЕННІСТЬ ПРОСТОРУ 185

Шановний читачу!

У ваших руках незвичайна книга. Її незвичайність полягає в тому, що написана вона давно — понад століття тому. Її створив неперевершений популяризатор астрономії француз Каміль Фламмаріон. Російською мовою вона була видрукувана в 1909 році. І ось лише тепер ця книга виходить у світ українською мовою.

Отак довго йшло палке, звеличене астрономічне фламмаріонівське слово до українського читача. Одна з найпрекрасніших наук і захопливих дисциплін — астрономія — починає торувати шлях до сердець і розуму українців.

Зоряне небо. Його незбагненна краса та дивовижна таємничість приваблювали людину з давніх-давен. Небо, як дзеркало, відбивало земне життя різних народів — звідси назви небесних світил, сузір'їв, що дійшли до наших часів. Небо, як одвічний ідеал, місце перебування чи то Бога, чи подібних людині розумних істот — залишається з нами сьогодні, буде з нами завтра і назавжди!

Його потрібно вивчати і намагатися пізнати кожному. Крайче це робити в молодому віці. Саме такому пізнанню неба, елементарним основам астрономії і присвячена книжка К. Фламмаріона. Хоча вона і з'явилася на світ



порівняно давно, проте ази астрономії залишилися і дотепер азами. На окремі застарілі уявлення автора ми вказали в тексті у вигляді редакторських уточнень (їх небагато). Наші редакторські зауваги у примітках позначено астериском (*), Фламмаріонові — арабськими цифрами. Невідомі за часів Фламмаріона, але достеменні нині відомості ми вирішили не коментувати, бо ця обставина не впливає суттєво на зміст.

Книга варта того, щоб з нею ознайомилися вчителі початкових класів середньої школи і вихователі дитячих садків, адже вони отримають гарні поради щодо астрономічної освіти своїх юних вихованців. З книгою мають ознайомитися батьки, дідуся й бабусі — вона озброїть їх потрібними знаннями, які, можливо, цікавлять їхніх дітей чи онуків. Книгу не зайве прочитати для самоосвіти. Вона дасть вам задоволення і користь!

КАМІЛЬ ФЛАММАРІОН — НАЙВИДАТНІШИЙ ПОПУЛЯРИЗАТОР АСТРОНОМІЇ



Каміль Фламмаріон

Астрономія — одна з найпрекрасніших наук — мала свого талановитого, натхненного і неперевершеного пропагандиста і популяризатора — французького природодослідника Каміля Фламмаріона.

Його науково-популярними книгами, «астрономічними» романами зачитувались, їх обговорювали, про них жваво і зацікавлено сперечалися в різних країнах світу, особливо ж у Європі. І було це все у другій половині дев'ятого і на початку двадцятого століть. Небувалий до того (і додамо — після) успіх астрономічних книг, подібних Фламмаріоновим, має пояснення: наука в його творах вийшла з тісних стін обсерваторій; уперше про таємниці зоряних світів він заговорив просто, ясно, поетично. Його книги наповнені величезною любов'ю самого автора до астрономії, і ця любов передавалася читачам.

Каміль Фламмаріон народився 26 лютого 1842 року в містечку Монтінї-ле-Руа. Самостійно здобув освіту і шістнадцятирічним прийшов працювати в Паризьку астрономічну обсерваторію обчислювачем. Директором обсерваторії тоді був знаменитий астроном У. Левер'є.

За чотири роки молодий учений змушений був залишити роботу в обсерваторії, бо її директор уважав, що



заняття наукою і написання книг, «в яких дається повна воля фантазії», несумісні. Каменем спотикання стала книжка двадцятирічного Фламмаріона «Нескінченна кількість обжитих світів» (1862 р.). «Розлучившись» з офіційною наукою, яка була, на думку Фламмаріона, далекою від «живої астрономії», молодий астроном-романтик присвятив своє життя популяризації астрономічних знань.

«Світильник розуму і науки слід тримати високо над головою; потрібно, щоби полум'я його палахкотіло, треба винести його на велелюдні майдани, на широкі вулиці й у найглухіші закапелки. Всі однаково покликані до світла; всі прагнуть ним насолоджуватися...», — так говорив і згідно з цими словами діяв Каміль Фламмаріон.

Особливу любов читачів він завоював після виходу в світ «Популярної астрономії» — книги, перекладеної багатьма мовами і перевидаваної десятки разів.

К. Фламмаріон згодом повертається до Паризької обсерваторії і працює там шість років (1876—1882), але офіційна установа не вповні його вдовольняє. І 1883 року він засновує та очолює власну астрономічну обсерваторію в містечку Жювізі, де проводить широкі наукові дослідження. Він вивчав подвійні та кратні зорі, виконував спостереження Місяця. Багато уваги і часу Фламмаріон приділив дослідженню Марса. В 1876 році він відкрив сезонну зміну темних ділянок на поверхні Марса. Підсумком марсіанських досліджень стала його книга «Планета Марс і умови проживання на ній», що побачила світ 1909 року.

Окрім астрономії, Фламмаріон цікавився проблемами земної атмосфери, кліматологією, вулканологією. Його бурхлива енергія знайшла вихід не лише у власних науково-популярних книгах, а й у заснованому ним науково-популярному журналі «L'Astronomie» (1882 р.), який виходить у Франції дотепер. Зрештою, К. Фламмаріон заснував 1887 року Французьке астрономічне товариство.

Натхненний популяризатор астрономії пішов у зоряну вічність 3 червня 1925 року.

Іван КРЯЧКО

ПЕРШІ АСТРОНОМІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Пізнання дивовиж світу — завдання надто велике, і його, поза сумнівом, дуже важко охопити в усій сукупності. Але елементарних понять у цій галузі можна набути легко, навіть жартома, і мати велику втіху. Про це, зрештою, свідчить і походження самої науки, що бере початок з найглибшої давнини. Перші спостерігачі неба — засновники астрономії — не вихвалялися тим, що вони «вчені» і не вважали споглядання неба «дослідженням», а результати своїх спостережень — наукою.

Ці перші астрономи були скромними халдейськими хліборобами та пастухами. Довгими зоряними ночами Сходу, відпочиваючи після роботи, вони помічали незмінну форму сузір'їв; бачили, як щоночі зорі підносяться над їхнім полем, нагадуючи про час; вони дивувалися безмовному і точному рухові, який рівномірно веде за собою незліченні небесні світила, ніби простору блакитну чашу, що обертається над нашими головами, покрито золотими цвяхами.

Безліч зір, які спалахують на небі ввечері; яскравий блиск найпомітніших із них — Сиріуса, Веги, Арктура, Капелли, химерний і загадковий рух Венери, Юпітера, Марса, Сатурна, Меркурія, котрі, очевидно, були винятком



серед загальної гармонії і блукали з-поміж сузір'їв; не-тривкий слід летючих зір, які, здавалося, зривалися з неба і мчали темної ночі як вогняні стріли; м'які й невиразні тони вранішньої зорі, що блідла на обрії; дивовижна симфонія природи, яка супроводжує перші промені денного світила; потоки світла, даровані світові Сонцем над нашою головою, потім призахідне Сонце, що кидає останні снопи світла на згасаючий день; зрештою нічна п'ятьма, яка огортає натомлену природу, — ось чим милувалося неосвічене людство у своєму дитинстві, і ця вервечка картин була цілком гідна того, щоби привабити увагу людей на зорі доісторичного часу.

Спершу небо спостерігали випадково і без певної мети, просто як низку різних картин природи. Згодом почали пов'язувати ці спостереження з плином часу, і для його вимірювання стали використовувати рух Місяця та Сонця.

Упродовж багатьох століть видимі явища вводили в оману спостерігачів щодо природи небесного руху та зір, і головне — стосовно розташування та рівноваги нашої планети. Вважалося, що Земля як основа і мета всієї світобудови нерухома в центрі Всесвіту; що небо і Земля — дві сфери, безумовно, чужі одна одній, одна — вгорі, інша — внизу; що зорі запопадливо спалахують на небі ввечері, щоб освітлювати наші ночі, і астрономію можна вважати наукою про горній світ, яка майже непотрібна для тих, хто бажає обмежитися відчутним і позитивним, попри послуги, які вона надавала від самого початку щодо виправлення календаря і, як путівник, у мореплаванні.

У наші ж часи, коли доведено, що Земля не зависла нерухомо в центрі світобудови, а є тільки одним із незліченних об'єктів безмежного простору, астрономія стала ще й наукою про Землю і навіть основою всіх наук про Землю та людство.

Справді, лише астрономія може навчити нас, де ми є, сказати, на чому ми живемо, пояснити, яким чином ця куля крутиться і тримається в просторі, вказати істинне місце, відведене нам у природі. Астрономія відкрила для



нас справжню форму земної кулі, заклала засади географії. Завдяки їй уможливилися далекі подорожі, і тепер усі народи на Землі підтримують стосунки один з одним, обмінюються своїми витворами і думками, спільно борються за краще майбутнє. Астрономія дає нам відомості про Землю та небо; вона роз'яснює нам минуле, оскільки деякі історичні дати, точність яких бралася під сумнів, могли підтвердитися цілком точними відомостями про майбутнє, адже ця наука додає астроному здібностей пророка, який може передбачати небесні явища, що відбудуться за п'ятдесят, сто і навіть більше років. Без астрономії ми жили б як сліпі, як тварини чи рослини, не усвідомлюючи свого місця, не знаючи достеменно, що ми і хто ми є.

Чи задумувалися ви над тим, що навіть тепер особи, котрі виховують юнацтво, повністю нехтують позитивне пізнання, яке мало би бути підґрунтям усякої серйозної освіти? Чи замислювалися ви, що замість основних засад науки про Всесвіт, які можна викладати дітям з найменшого віку й одразу спрямовувати юний розум на сприйняття дійсності, обтяжують їхню уяву і забивають їм голови зайвими оповідками та хибними уявленнями, яких їм доведеться позбуватися, досягнувши того віку, коли починають самостійно мислити? Важко, звісно, якщо не пояснити, то хоча б виправдати таке становище.

А між тим, для молодого батька родини, молодої матері або вихователя було б зовсім нескладно, навпаки, приємно та корисно, вже від початку навчання дати дитині ці дуже важливі відомості. Але передусім треба, щоб ті, кому доручено навчати юнацтво, самі були переконані в тому, що астрономічні відомості цікаві й корисні для всієї сукупності міркувань, якими ми керуємось у житті, адже тільки цікавлячись та захоплюючись своїм предметом, зможуть вони вкласти в дитячі душі свої переконання; причому найкраще можна навчати під час гри.

Потрібно, щоб наші діточки з найменшого віку звикли гортати велику Книгу природи. Це буде для них приємним і повчальним задоволенням. Вони стануть при-



хильниками дивовижної науки про небо, як і саме людство у своєму дитинстві, захоплюючись дивами Всесвіту в гармонії небесних явищ. Але на початку потрібне освічене втручання, щоб згладити помилкові враження видимого і замінити їх істинами, досягнутими працею численних поколінь астрономів.

§ 2

ДЕНЬ

Спитайте маленьку дитину, чому вона надає перевагу — дню чи ночі? Вона вам, безперечно, відповідь, що більше любить день, бо боїться ночі. Якщо ви будете наполегливо з'ясовувати причину цих побоювань, вона вам пояснить, що не любить мороку і погано спатиме, якщо ви не пом'якшите його непроникність слабким мерехтінням нічника. Дитина так любить світло! Отже, день — це променисте світло, до якого інстинктивно звертаються всі погляди, а особливо ті, що так жадають його. День! Магічне слово, пов'язане в дитячій душі з усіма незначними подіями нового життя: це світлий промінь, що увірвався вранці через фіранки й освітлює кімнатку; це товариш в іграх, опікун під час веселих прогулянок. Якщо зміни дня та ночі не справляють враження на дитячий мозок, ще занадто юний, щоб ставитися байдуже до найпростіших явищ, правильне повторення яких пізніше розбудить дитячу уяву, то, поза сумнівом, дитині найбільше подобаються все ж ті години доби, коли світить Сонце.

День цілком може слугувати також приводом для визначення нашої першої астрономічної віхи. З другого боку, часом дитя питає батька або матір про це. Якщо дитина не питає сама, треба підвести її до цього, але не для того, щоб надати їй урок (слово це вилучене з нашої системи викладання), а щоб пояснити і задовольнити її збу-



джену цікавість. Зрештою, можна знайти тисячу приводів, аби спонукати дитину сказати:

«Чому буває день? Що таке світло? Звідки воно?»

Якщо ви просто відповісте дитині, що це променисте світло надходить від Сонця, вона не дізнається нічого нового, бо досі ніколи не думала про зорю-Сонце. Якщо, наприклад, темного, похмурого дня, коли небо затягнуте сірими хмарами, одного з тих зимових днів, що здаються довгим присмерком, ви пояснюватимете дитині, що «Сонце освітлює Землю», однак ви її зовсім не переконаєте. Для юного розуму слово «сонце» рівнозначне чистому небу із сяючими, блискучими променями, що надають світові радісного та веселого вигляду.

Що ж до денного світла, то воно здається дитині невід'ємною частиною Землі, як і повітря. Ось чому її так тривожить нічний морок: вона не може зрозуміти, чому згасає день. Адже дихають завжди, чому ж очі не завжди відкриті для світла? Дитина думає так, як первісне людство. У міфології індусів, єгиптян, євреїв день не залежить від Сонця, створеного пізніше.

Головне — щоб дитина зрозуміла, що світло не пов'язане з Землею, як атмосфера, а має зовнішню причину. Світло надходить до нас від зорі, тобто з небесного тіла, що зветься Сонцем; ця зоря подібна до велетенської лампи, запаленої на небі, яка освітлює Землю.

§ 3

НЕМОЖЛИВО ДИВИТИСЯ НА СОНЦЕ

Якщо всі істоти, що живуть у божественному світлі Сонця, не ставляться до нього з тим подивом, яке мали би навіювати його пишнота та його величезна роль як джерела земного життя, якщо здивування це відвертається

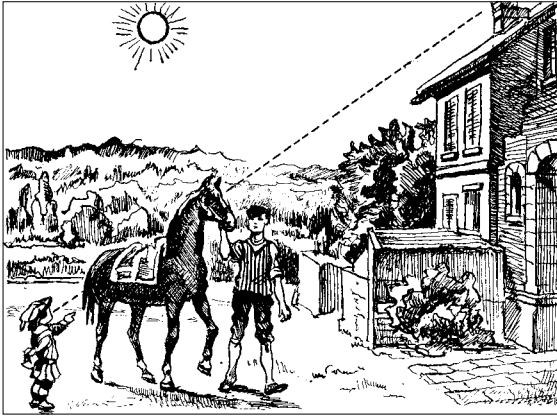


від основного предмета і спрямоване радше на результати, ніж на причини, то це не варто приписувати тільки незнанню і людській невдячності, а також хмарам, що надто часто затуляють денне світило. Винне найперше саме Сонце, адже його яскраве світло унеможливорює прямо споглядати його.

Воно сліпуче, на нього неможливо дивитися, бо за надто яскраве світло завдає болю очам. Ось що неодмінно зауважить ваш юний учень, якщо ви вкажете йому на ту частину неба, де в блакиті перебуває осяйна зірка. Скажіть своєму учневі, що ви в змозі дати йому можливість дивитися на Сонце з меншою втомою, аніж на полум'я свічки. Спершу він не повірить власним вухам і попросить показати, як це може статися. Візьміть годинникове скло (його заокруглені та правильно обрізані краї безпечніші для маленьких недосвідчених пальців, ніж пластинки з гострими краями), закоптіть його на полум'ї свічки рівним шаром сажі й тримайте перед очима дитини в напрямку Сонця.

Поясніть їй потім, що червоне кружальце, яке вона може спокійно розглядати крізь чорне скло, — то тіло Сонця, що це воно посилає нам такі прекрасні промені, настільки осяйні, що засліплюють і не дають дивитися на нього. Дитині це може здатися неймовірним, і вона, безумовно, вимагатиме від вас пояснень. Яким чином це червоне кружальце, не ширше за тарілку, котре можна затулити витягнутою рукою, може освітлювати наш світ? Сонце здається таким маленьким, а Земля — такою величезною!

Ми не можемо одразу почати розмірковувати про вимірювання, об'єми та відстані. Дитя п'яти або шести років, яке тільки-но починає вивчати основи математики, ще не може порозумітися з великими числами, довгими рядами цифр, а ми знаємо, що небесні вимірювання доволі складні й для старшого віку. Розповідати дитині про мільйони кілометрів чи розмовляти з нею китайською — це для неї рівноцінно. Спочатку краще відкласти цифри й оминати ці питання.



Предмети здаються тим більшими, чим вони ближчі до нас

Треба, скажімо, звернути увагу на те, що дуже віддалений предмет, про який відомо, що він більший від того, котрий у нас перед очима на відстані витягнутої руки, здається меншим, бо перебуває на більшій відстані. Так, аеростат, що летить дуже високо в небі, здається меншим від м'яча, який тут зовсім близько, в кошику для іграшок; корабель на обрії моря менший від паперового човника, що плаває в калюжі; потяг, який везе сотні мандрівників і мчить на повній швидкості вдалині, в глибині долини нагадує іграшку, ще мізернішу, ніж маленький потяг, котрий ми ставимо на стіл разом зі станцією, тунелем і всім допоміжним матеріалом. Ліс на великій відстані схожий на лугову траву тощо.

Оскільки такі приклади дитина може легко перевірити, їй неважко буде повірити, що здалеку великий за розміром предмет може здатися набагато меншим від іншого, далеко не такого об'ємного, але розташованого поблизу, і що Сонце насправді є величезним предметом, який здається нам кружальцем через неймовірне віддалення.

Щоб іще більше переконати дитину, слід повторити докази, вибираючи принагідно предмети, які мають в її



очах найбільші розміри. Варто звернути її увагу на те, що дзвіниця чи вежа на певній відстані мають вигляд простої голки, а гора на видноколі не ширша за пиріжок, зліплений з піску. Під час прогулянки до тієї гори потрібно вказати на довжину дороги та затрачений час на мандрівку і, переконавшись, що та гора, яка здалеку здається невисокою і неширокою, насправді величезна, можна додати, що Сонце має незрівнянно більший об'єм і значно віддаленіше. Треба пояснити, що якби існувала дорога або залізниця до Сонця і коли б виїхати якось уранці з дому в кареті, на автомобілі чи потягом, то туди не доїхали б ні до вечора, ні до ранку, ні за рік, ні за десять років, навіть рухаючись без зупинок. Час, необхідний на те, щоб дістатися Сонця, настільки великий, що, навіть їдучи все життя, дитина постаріє, не подолавши й половину цього шляху.

Це доводить, що Сонце дуже далеко від нас і що воно, напевно, дуже велике, якщо навіть на такій відстані має видимі розміри, тоді як гора, розташована значно ближче, здається такою маленькою здалеку.

§ 4

ДЖЕРЕЛО СВІТЛА

Величезне світило, назване Сонцем, не здається нам великим: воно займає мало місця на небі, але ми знаємо, що це лише обман зору. Насправді Сонце дуже велике та потужне, і ми не можемо обійтися без нього.

Що було б із нами без нього? Це ми зараз побачимо.

Припинемо на певний час доступ Сонця: влаштуємо штучну ніч у кімнаті, де ми перебуваємо, зачинивши віконниці й опустивши штори. В кімнаті суцільна темрява, наче в льосі.

Що ми можемо тепер вдіяти? Нічого.



Спробуймо ходити. Ми перекидаємо меблі, стукаємось об стіни, наштовхуємося на стільці, столи, ніби ми сліпі. Спробуймо взяти якусь річ. Ми ходимо навпомацки й не можемо її дістати. Спробуймо їсти. Неможливо знайти ложку чи виделку, а також споживати те, що на тарілці. Неможливі жодні ігри. Як побачити більярдні кулі, кеглі? Неможливо рухатись у темряві.

Запалимо лампу: навколо нас розіллється бліде світло, і ми знову почнемо діяти. Зберемо всі лампи в домі й запалимо їх у залі, де перебуваємо, щоб світло було яскравішим. Звернемо увагу дитини на це прекрасне штучне світло, що його ми отримали за відсутності Сонця, щоби потім її ще більше вразило сонячне світло. Дитині здається, що вона може гратись як за ясного дня, розглядати свої малюнки, брати іграшки тощо. Відчинемо тепер віконниці й піднімемо штори.

Ми відразу помітимо те, що було непомітне досі: лампи запалені, але їхнє світло зовсім розчинилось у сонячному, яке залило всю кімнату. Видно, звичайно, жовті язички на кінцях гнотів, що продовжують пломеніти, але їхня дія непомітна. Щоб остаточно в цьому переконатися, запропонуйте дитині повернутися до каміна, на якому стоять запалені лампи. Погасить їх і спитайте її, чи горять вони ще — дитині буде важко відповісти. За ствердної відповіді дайте їй можливість переконатись у своїй помилці й підтвердіть, що тепер світить тільки Сонце. Запалить знову дві чи три лампи і хай учень вгадає кількість запалених ламп. Він відповідь навмання, хибно, не помічаючи різниці на тлі навколишнього світла. Якщо ви кілька разів повторите цей маленький дослід, то дитина легко переконається, що всі лампи, запалені в кімнаті, дають менше світла, ніж Сонце, і порівняно з ним будь-яке інше світло — ніщо.

Оскільки Сонце віддалене від Землі більше, ніж гора, що бовваніє на обрії, ніж берег моря, де ви провели літо і від якого ви вже на такій великій відстані, що навіть залізницею доводиться добиратися багато годин, аби потра-



пити туди; далі, ніж усі речі, вказані дитиною як приклад великої відстані. Зважаючи на це, ми дійдемо висновку, що Сонце, безперечно, величезна лампа. Важко навіть уявити собі, яка має бути сила цього осяйного небесного світоча, щоб так яскраво освітлювати Землю з такої відстані.

Ми можемо також сказати дитині, що Сонце не тільки затьмарює світло від джерел, створених людиною; його сліпуче проміння не дає нам побачити зорі, якими, між іншим, небо всіяне вдень так само, як і вночі.

Повертаючись до першого прикладу, зробимо інше, ще разучіше порівняння. Запалимо кілька ламп у кімнаті, де щільно зачинено віконниці й опущено штори, і яка сполучається дверима з сусідньою кімнатою, куди, навпаки, вільно проникає сонячне світло. Коли ми відчинимо ці двері, то досягнемо, завдяки освітленню обох кімнат, різкого контрасту: та кімната, де запалено всі лампи, навіть якщо їх двадцять, здається темною, майже чорною, поряд з іншою, що сяє сонячним світлом — білим, чистим і веселим. Усі ці вогні — газові, олійні або від свічок — вносять до першої кімнати тьмяне світло, тоді як Сонце освітлює іншу кімнату ясным світлом.

Ось у чому учень переконується самостійно, і це порівняння справить на його розум сильніше враження, ніж якісь нудні пояснення. Він упевниться, що сонячне світло незрівнянно сильніше за будь-яке світло на Землі. В цьому ж можна переконатись іще раз увечері, вийшовши з дому після заходу світила.

Насамперед ми зауважимо, що в цей час Сонця не видно на небі. Якщо ми в селі, то морок майже суцільний. Якщо в місті, то обабіч вулиць подекуди запалено газові світильники; крамниці також освітлено газом або електрикою, в будинках майже на всіх поверхах світяться лампи. Якщо ми проходимо повз велику крамницю, завод, будівлю, де панує пожвавлений рух, ламп іще більше, і світло яскравіше. В сонних водах ріки відбиваються різнобарвні вогні пришвартованих суден; карети, омнібуси, автомобілі поширюють тремтливе світло — біле, зелене,



червоне, синє, жовте — за кольорами їхніх ліхтарів. Зусібіч видно світло, море світла. Вогні вздовж усієї вулиці, якою ми йдемо, і на сусідній вулиці, і на тій, що ми проминули, і там, куди прямуємо.

Крім того, якщо небо безхмарне, зорі додають своє мерехтливе світло до нічного освітлення, а якщо Місяць сяє над головою, то ніч порівняно ясна. Але попри всі ці небесні та земні вогні, якщо я забажаю читати, чи роздивитися малюночок, чи вийняти монету з гаманця, то мушу підійти до газового світильника або до лампи, інакше я не зможу читати — зображення не видно, я можу помилитись у виборі монети.

Навпаки, коли світить Сонце, де б ми не були — на вулиці чи вдома — нам добре видно навіть у затінку. Сонячне світло доходить до нас, оточує своїм яскравим сяйвом, і треба визнати, що всі газові світильники великого міста, всі лампи будинків, усі ліхтарі карет, усі сигнальні вогні кораблів, численні зорі небесні — все це разом узятє не може зрівнятися світлом із Сонцем — єдиним і незрівняним! Темна ніч, навіть у найбільш освітленому місті, ніяк не може зрівнятися з днем, коли світить Сонце. Коли б, зрештою, можна було зібрати в одному місці всі земні лампи, газові світильники, свічки, електричні вогні тощо, і тоді ніч була б не більше, ніж тінню дня.

Неосяжне та невичерпне джерело світла, Сонце неперервно ллє на Землю нові потоки променів. Воно надає дневі його сяючу ясність, і навіть тоді, коли Сонця не видно через густі хмари, це воно, цей велетенський небесний смолокип, посилає нам своє проміння, дещо ослаблене проходженням крізь покривало туманів, що оточують землю.

В осяйному потоці нашого сліпучого світила Земля черпає свою красу; воно оживляє природу і надає їй радісного вигляду, завдяки йому цвітуть барвисті квіти. Як змінилося б життя, коли б Сонце стало менш яскравим, якби, наприклад, воно давало нам не більше світла, ніж наші газові світильники або лампи! Ми були би прире-



чені жити у вічному напівморозі. А що було б, якби Сонце зовсім зникло з неба або згасло? Ми б опинилися ніби в кімнаті із зачиненими віконницями: це суцільний морок, вічна ніч! Земля стала б темною, як льох, як темниця, і ми були би приречені жити, як сліпі в нескінченному присмерку. Але навіть не в цьому найбільше лихо.

§ 5

ЗНАЧЕННЯ СВІТЛА В ПРИРОДІ

Світло! Захоплива гармонія, що дає весні її зелений убір, квітам — найніжніші відтінки, житові — золоті колоски, птахам — яскраве оперення, метеликам — строкаті крильця!

Світло дає чудове забарвлення дитячим щічкам, різні відтінки їхньому волоссю, блакитний чи карий колір їхнім очам...

Часом небо сіре, ніби зі свинцю, день блідий. Чи можемо ми думати, що Сонце нас покинуло, оскільки в полудень уже майже ніч? Ні, це помилка! Ця похмура сіривата барва захмареного небосхилу свідчить саме про те, що Сонце там, за хмарами, що світло проникає крізь шар пари, і якби сонячні промені не освітили й не проривалися крізь хмари, вони були б не сірими, а чорними.

Коли хмари зникають, і веселка засвічує у просторі свою палітру з семи кольорів, ми бачимо, що світло відбивається у краплях дощу, як у дзеркалі. Сонце забарвлює небо у блакитне, землю — у брунатне, океан — у синє або зелене, сніг — у біле, пісок — у жовте, мак — у червоне, рубін — у малинове, сливу — у фіолетове, чорнило — в чорне. Одним словом, це Сонце створило казковий світ барв і дає нам можливість дізнатися про існування тіл за допомогою органів зору.



Каштан, котрий нормально проріс



Каштан після дослідів

Сонце корисне для нас і приємне, але не тільки ми любимо світло. Тварини взагалі вкрай чутливі до світла. З появою перших променів денного світла півень заводить свій ранковий гімн Сонцю, багато інших тварин також вітають його, кожна по-своєму.

Рослини пристрасно люблять Сонце і наполегливо прагнуть до нього. Зірвемо восени гарний індійський каштан і посадимо у квітковий горщик. Плід проросте і пустить паросточок, що прагне до поверхні землі, й корінчик, який прямує до дна горщика. За два-три місяці, коли на поверхні з'явиться паросток, перевернемо каштан так, щоб корінчик був зверху, а паросток — внизу, на дні горщика, де раніше був корінець. Зачекавши кілька тижнів, переконаємося, що паросток знову з'явився на поверхні. Очистивши каштан від землі, побачимо, що паросток розвернувся вгору, щоби прямувати до світла. І якщо ми, кати нового зразка, будемо і далі мордувати каштан, наша жертва енергійно боротиметься проти цієї тиранії, і паросток уперто повертатиметься, щоб знову вийти назовні, до світла!

Відомо також, що деякі квіти, а саме соняшник, петунія тощо, повертаються, щоби постійно дивитися на Сонце.



Щоби побачити, як світло впливає на утворення забарвлення, візьмемо дві рослини одного виду, наприклад, дві білі троянди та дві білі азалії. Поставимо один горщик у кімнаті в затінку, а другий — на світлі: на вікні чи в саду, на добре освітленому місці. За кілька днів квіти, виставлені на яскраве сонячне світло, трохи забарвляться, а ті, що лишилися у кімнаті, збережуть свою білосніжність. Те саме відбувається і з плодами. Поведіть учня влітку в плодовий сад і покажіть, що персики, груші, яблука тощо яскравіше забарвлені з сонячного боку.

Сонячне світло впливає на всю природу: на травинку і кожне дерево в лісі; на людину, тварину і навіть на камінь.

§ 6

ДЖЕРЕЛО ТЕПЛА

Якби Сонце зникло, ми страждали б не так від браку світла, як від холоду, бо сонячні промені дають нам не лише світло, а й тепло. Вони нас освітлюють і зігрівають, і саме це для нас найцінніше.

Можна довго жити в темряві, але від холоду помирають швидко. Це доводять нам численні приклади, і на цьому слід спинитися детальніше, бо дітей, тепло вдягнутих і захищених від негоди, куди менше непокоїть холод, аніж неминуча нічна темрява.

Мимохідь можна було б їм розповісти про сумну одісею знаменитих в'язнів, живцем похованих у похмурих темницях. Ці героїчні та зворушливі історії не відвернули б нас дуже далеко від теми. Такі драми з життя варті розповідей про Червону Шапочку і Маленького Жана. Якщо вони залишать слід у душі дитини, то це буде слід від історичної правди.

Звичайно, нам здається жахливим жити, приреченому на вічну ніч, жити як незрячому; але це не смертельно.



Навпаки, холод діє дуже сильно і безжально. Нехай наш учень скаже, що б він вдіяв, якби йому довелось у грудні або січні залишитися на морозі надворі? Звичайно, він почав би «бігати», це неминуча відповідь. Але коли ви скажете, що швидко ноги йому б відмовили і що він упав би закоцюблим і бездиханим і більше не піднявся б, дуже ймовірно, що він радітиме сонячному теплу ще більше, ніж світлу.

Хоча сяйво чудового сонячного дня тішить наше серце, хоча вибаглива гра променів веселить наш погляд, хоча денне світло сприяє нашим щоденним справам, тепло в нашому житті, однак, важить значно більше. Та світло заповняє, чарує і прикрашає все, чого торкається, а от тепло невидиме. А хіба теплота справді невидима? Піднесемо руку до полум'я свічки: ми відразу ж відчуємо слабке тепло, тобто воно є у світлі.

Зазначимо, проте, що жар — не єдине джерело світла. Так, металева або керамічна пляшка з окропом виділяє трохи тепла, але джерела його не видно. Людське тіло дає тепло, але не світиться. Хіба ми не беремо інколи в свої руки холодніші долоні іншого, щоб їх зігріти? Отже, наші руки виділяють тепло, але не можуть виділити анітрохи світла. Це явище іншого порядку, ніж те, про яке ми тепер говоримо.

Коли ми користуємося спиртівкою, щоб зварити яйце некруто, запалений гніт випромінює слабке світло, і при цьому вода в посудині над полум'ям спиртівки поступово нагрівається до кипіння. Водночас виробляються світло і тепло. Така сама подвійна дія і Сонця: це величезна лампа і колосальна піч, котра нас освітлює і зігріває. Промені його сяючі й теплі, кількість тепла від нього неймовірна. Про це ми маємо тільки приблизне уявлення навіть у довгі літні дні, коли Сонце світить найяскравіше, адже в безмежному просторі, що відділяє його від Землі, тепло розсіюється, не все доходить до нас, і ми отримуємо лише малесеньку частку випромінювання всього сонячного багаття.



Однак нам уже важко перейти майдан, де немає затінку, під палючим червневим сонцем, й інколи ми навіть бажаємо, щоб сяюче світило припікало помірніше.

Між іншим, це багате і невичерпне джерело тепла дуже далеко від нас! Погляньмо на Сонце крізь закопчене скло: все тепло на Землі — від цього блискучого диска на небі, що міститься на величезній відстані від нашої планети. Якби Сонце перестало посилати нам благодатне тепло, ми швидко загинули б від холоду, адже сонячного тепла стосується все сказане про світло: ніщо у світі не може його замінити, жодне джерело земного опалення не може зрівнятися з ним.

Взимку ми розпалюємо вогонь у каміні або пічці, тепло поширюється по одній-двох кімнатах, може, навіть по всій квартирі, якщо джерело тепла доволі потужне; та вже на сходах холод дається взнаки, а коли ми вийдемо на вулицю, то зовсім змерзаємо. Не треба виходити навіть з дому, достатньо відчинити кватирку в суворі морозяні дні — і кімнатна температура швидко знижується, бо вуличне повітря, що проникає в дім, холодне, а дрова, які палахкотять у каміні, і вугілля, запалене в грубці, дають порівняно мало тепла, воно діє на невеликій відстані і не спроможне долати атмосферний холод.

Але от з'являється сонячний промінь! Одразу ж вуличне повітря нагрівається. Сонце — величне вогнище природи; воно горить неперервним вогнем і створює на Землі температуру, сприятливу для земного життя.

Якою має бути сила цього вогнища, щоб на такій величезній відстані так діяти! Чи можливо уявити собі теплову потугу цієї велетенської печі?...

Засоби наші, звичайно, надто обмежені. Тепло, що виробляється нашими найпродуктивнішими земними джерелами, якщо порівняти його з теплом Сонця, майже те саме, що й полум'я свічки порівняно з пожежею, яка охопила все місто...

Припустимо, однак, що настав день, коли внаслідок явища, котре ми спробуємо тепер визначити чи перед-



бачити, Сонце перестане нам слугувати і давати тепло. Земля миттю зануриться у глибокий морок! Жахливе становище для нашого світу! Людство, тварини, рослини будуть приречені на загибель від морозу... Що робити? Звісно, нічого. Але, спонукувані інстинктом самозбереження, уявімо божевільну роботу, безумовно неможливу, невиконанну з багатьох причин. Спробуємо в цьому розібратися теоретично.

Насамперед ідеться про те, щоби створити джерело, здатне виробляти тепло, яке дорівнює виділеному Сонцем за одну секунду. Припустимо, що всі чоловіки та жінки на Землі візьмуться за роботу, кожен наповнить вугіллям мішки, вагою по 50 кілограмів. Це звичайний об'єм вугільних мішків. Нехай завдяки цій роботі кожен індивід щоденно додає до спільної купи 1000 кілограмів вугілля, тобто одну тонну. Це відповідає 20 мішкам вугляра. Кожна дитина знає об'єм цих повних мішків, отже, вона легко може уявити собі тонну, складену з цих 20 мішків вугілля.

Чи хочете ви дізнатися, скільки тонн вугілля треба зсипати до купи, щоб одержати кількість теплоти, що дорівнює тій, яку виділяє Сонце за одну секунду? Ось це число: одинадцять квадрильйонів шістсот тисяч мільярдів!

11 600 000 000 000 000 тонн!

Зрозуміло, що ця велетенська купа повинна згоріти відразу і бути червоною від першого до останнього шматка, щоб зрівнятися за виділенням тепла з Сонцем.

Щоб зробити це число зрозумілішим і не лякати ним дитину, можна, згідно з «Основами математики», розкласти його на одиниці за допомогою таких предметів, як сірники, жетони тощо. Припустимо, що один сірник — це тонна вугілля, можна перекопатися, що треба було б одинадцять мільйонів шістсот тисяч потягів по 10 вагонів кожен, аби вивезти сірники, які зображають вираховані тут тонни¹.

¹ Лезане. Основи математики. Вид. «Віст. Зн.», 1907 р.



§ 7

**СОНЯЧНЕ ТЕПЛО
І ЖИТТЯ НА ЗЕМЛІ**

Ми вважаємо себе володарями світу, вищими від інших істот — тварин, рослин. Це помилка! Над нами діють потужні сили, і цими силами править Сонце...

Насправді ми раби Сонця. Без нього, без його життєдайного тепла ми б нічого не змогли! Чому це так? Це ми зараз побачимо.

...Такий початок уже не вельми привабливий, але буде ще гірше, коли настане сніданок. Продовжуємо працювати, доки не відчуємо голод, бо годинник став просто автоматом для відліку ночі; немає більше ні світанку, ні ранку, ні полудня; плин часу припиняється для нашого розуму та наших очей.

Коли голод дасться взнаки, ми згадаємо про їжу. Але що ж їсти? Хліб? Його немає. Пшениця, ячмінь, овес, усі злаки, позбавлені сонячного тепла, зовсім вимерзли і годі знайти борошна для випікання хліба. Що ж діяти! Візьмемо молоко? Але корови, кози, ослиці здохли з голоду, бо пасовище, не одержуючи променів денного світла, покритися шаром криги. Ні трави, ні зерна, ні сіна! З цієї ж причини поздохали всі тварини, м'ясо яких було нашим харчем, виздохали й кури, тому немає яєць. У нас не буде ні цукру, ні кави, ні горошку тощо, бо більше не буде Сонця, щоб розвивалися рослини. Немає більше меду, оскільки всі квіти зів'яли і для бджіл від них лишилися тільки засохлі стеблини. Немає і шоколаду, цього продукту, що містить Сонце у формі рослинного елементу речовин, використаних для його виготовлення. Що ж можна їсти в такому разі? Їсти зовсім нічого. Але можливо, щоби підкріпитися, можемо випити децицію вина? На жаль, ні. Виноградна лоза, як і пшениця, злаки, лучна трава, всі рослини та дерева — це продукти сонячного тепла,



а без нього всі елементи бездіяльні. За відсутності Сонця зникають весна і літо, настає вічна зима, і отже, загальний голод і смерть людства.

Хто ж може заперечувати, що ми — діти Сонця, коли ми знаємо, що все життя на Землі підтримується променями цього прекрасного світила? Без нього все загинуло б на нашій планеті! Сонячне тепло примушує випаровуватися води океану, перетворює їх на хмари і несе цілющі дощі, що дають рослинному світові рідке живлення, річкам і озерам — рідкий елемент, необхідний для риб. Воно ж змушує насіння проростати, рослину розвиватися, квіти розпускатися, плоди дозрівати. Сонячне тепло розтоплює сніги, покриває навесні зеленню поля і ліси, половіє наші ниви влітку і золотить восени виноград.

Немає нічого цікавішого за мандри і перетворення сонячного променя по тому, як він відірветься від сяючого світила. Після довгого шляху неозорим простором, що відділяє нас від Сонця, він падає на землю і пестить зелену траву. Кожна травинка, кожна запашна польова квітка ловить сонячний промінь, вони поглинають його, завдяки чому там накопичується сонячне тепло, яке зумовлює їхній ріст.

Уявімо собі, що ми живемо без Сонця. Настав ранок, якщо вірити годиннику. Ми розплющуємо очі в темряві. Сонця немає, звісно, немає і дня! Свої заняття ми починаємо серед темної ночі, при зорях.

Коза, ненажерлива корова, голодний бик, овечка, пасучись на лузі, вибирають найзеленіші пучки трави, і ось сонячний промінь разом з луговою травою потрапляє у тіло жуйної тварини й перетворюється на молоко корови і кози, м'ясо бика та барана. Нарешті сонячний промінь опиняється в нас на столі як біфштекс, котлети, вершки, бульйон тощо, потім переходить до складу нашої крові, зміцнює наші тканини, і ми користуємося ними для виконання м'язової роботи.

Отже, ми «споживаємо» Сонце в рослинах, плодах, смачний м'якуш яких зіткано зі світла та води; ми погли-



наємо його ще й в іншому вигляді, з м'ясом тварин; ми п'ємо його з вином чи сидром, оскільки ці напої — не що інше, як сік винограду і яблук, що живляться сонячним теплом.

Нарешті, Сонце дає нам вовну для одягу, шовк дорогих тканин, бавовну тощо.

Чим були б ми без доброго сонечка? Що б ми робили? А нічого, бо нас би не було. Отже, ми з вдячністю маємо милуватися дивовижним світилом, у променях якого — доля Землі та людства.

§ 8

ЕКОНОМНА ПІЧ

Сонячну теплоту можна використовувати практично. Промені денного світила, пройшовши крізь повітря, скло або якесь прозоре тіло, не можуть уже повернутись у небесний простір. Цим процесом, який ґрунтується на законах фізики, користуються садівники, щоби прискорити навесні ріст ніжних рослин, покриваючи їх скляною рамою або ковпаком, що пропускає сонячні промені, але потім унеможливорює їх зникнення. Якби садівник узяв два чи три ковпаки разом, рослини перегрілися б, бо навіть у березневі та квітневі дні доводиться піднімати край ковпака, щоб рослини не страждали від Сонця в полудень. За допомогою апарата, складеного з коробки, зафарбованої зсередини чорним, і багатьох стекол, Соссюр² наприкінці XVIII століття зміг закип'ятити воду. Під час перебування на мисі Доброї Надії 1834 року Джон Гершель³ зварив доволі великий шматок м'яса за

² Теодор де Соссюр, швейцарський фізик (1767—1845).

³ Джон Гершель, англійський астроном (1792—1871), син відомого вченого Вільяма Гершеля.



допомогою двох вичорнених коробок, засунутих одна в одну, кожну з яких накрив склом. Жодного іншого джерела тепла, окрім сонячних променів, він не використовував. Промені поглиналися чорними коробками, не маючи змоги повернутися з цієї пастки назад у простір. Було чим похастувати всю його чималу родину та запрошених на цю кухню, де користувалися плитою нового типу.

Коробка Гершеля, накрита тільки двома шматками скла, нагрівалася послідовно до 80, 100 і 120 градусів тепла.

Оце і є, за передбаченнями середньовічних алхіміків, сонячні промені, законсервовані в пляшці.

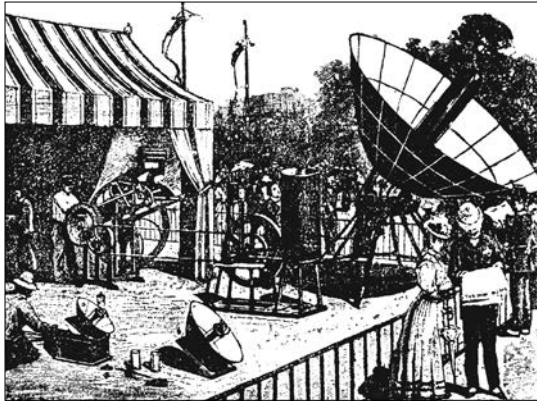
Від часів Соссюра та Джона Гершеля багато фізиків виконали різні дослідження.

Французький учений Мушо⁴ придумав використати сонячну теплоту за допомогою конічного рефлектора, схожого на абажур, що весь час повертається до Сонця і концентрує промені на осі конуса, де розташовано паровий котел. У Турі, де відбулися його перші досліди, відтак у Парижі, де вчений їх продовжив, він зміг завести маленьку парову машину в одну чи дві кінських сили, що нагрівалася тільки за допомогою Сонця.

На Всесвітній виставці 1878 року кожен міг скуштувати кави, звареної на Сонці, і шматок біфштекса, засмажений так само. Мушо сподівався, що в таких країнах, як Алжир і Єгипет, можна буде застосувати сонячні машини для підняття води, зрошування та поливу. Від 1880 року досліди Мушо продовжував Абель Піфр. Він побудував 1884 року апарат, що використовував до 60, 70 чи 80 % теплоти, одержаної від денного світила, для нагрівання води чи отримання пари. В описаному випадку машиною користувалися для друкування газети «Сонце» в кількості 5000 примірників за годину.

Літнього дня, коли Сонце світить на ясному небі, ми опівдні можемо з мізерними витратами влаштувати для нашого учня економну плиту і зварити на ній яйце. Візь-

⁴ Огюст Мушо, математик та фізик, народився в м. Семюр у 1825 р.



Використання сонячного тепла

memo для цього середньої величини бісквітну коробку з жерсті, нанесемо зсередини та зовні шар чорної фарби. Наливши потім у неї води, покладемо туди яйце, накриємо нашу коробку скляною пластинкою (простим шматком скла) і нахилимо її так, щоби промені Сонця падали на неї перпендикулярно до скла. За деякий час вода нагріється настільки, що яйце звариться як слід, некруто. Якщо ж у коробку, перетворену на духовку, покласти яйце без води, можна зварити його нагусто.

У нашому кліматі літнє Сонце нагріває ґрунт до 60 і більше градусів. У червні 1904 року в моїй обсерваторії в Жювізі білий термометр досяг 63°, а чорний — 71°.

§ 9

СХІД І ЗАХІД СОНЦЯ

Улітку Сонце встає раніше, ніж більшість із нас, і стоїть уже високо в небі, коли ми лише прокидаємося. Навпаки, взимку ми часто випереджаємо його і можемо бачити схід, не втрачаючи нічого в тривалості сну. В цей



сезон значно більше спостерігачів сходу Сонця, часто й попри їхнє бажання.

Спочатку світлішає один бік неба: це світанок, ясний провісник великого Сонця. Його вітає кукурікання півня. Потім це слабе світло стає червоним і мідним; забарвлюється пара, що постійно є в повітрі; часто в цей час видно рожево-золотисті хмарки, світла дедалі більше, пейзаж виступає з нічної тіні, — це вранішня зоря. Світила ще не видно, та промені його вже освітлюють повітря на значній висоті, і це світло ніби відбивається дзеркалом, проте не так красиво.

Нарешті з'являється диск Сонця, червоний завдяки туманові та густим шарам атмосфери. На нього можна дивитися просто неозброєним оком; здається, ніби Сонце виходить із землі, і його промені ковзають поверхнею. День змінює ніч.

Який рух починається на сході Сонця в лісах і долинах, у степовій траві, скрізь, де пробуджується життя!

Тварини зустрічають Сонце із запальною радістю, і навіть рослини вітають його по-своєму, мовчки, розкриваючи в перших променях свої ніжні віночки та простягаючи до нього, наче тендітні руки, легенькі листочки і гнучкі голівки.

Світило-володар велично вивищується над обрієм. Денне світло стає щораз яскравішим, спека наростає. Сяючі промені розкидаються сонячним диском, що виблискує серед потоків світла, якими Сонце наповнює простір. Воно вже не багряне, а яскраво-біле, і на нього неможливо дивитись інакше, ніж крізь чорне скло.

Продовжуючи свій щоденний видимий шлях, Сонце піднімається небом не прямовисно, а похилою лінією, описуючи велику дугу. Цю частину небесного шляху воно проходить вранці. Дійшовши до певної точки, Сонце припиняє підніматися. Це середина дня, полудень. Світло і тепло посилилися. Минають години, і кожна характеризується новим розташуванням Сонця на його блакитному шляху. Потім воно опускається до горизонту, на за-



хід, у точці, протилежній тій, де зійшло. Сонце знову втрачає свої осяйні промені, і на нього можна дивитися прямо неозброєним оком, як на світанку; воно знову має вигляд червоного круга в серпанках заходу. День згасає в пурпуровому тумані, і горизонт забарвлюється чудовими кольорами: високо в небі пливуть прозорі рожеві чи золотисті хмарки; нижня частина пейзажу покрита, ніби прозорим серпанком, туманом синього та фіолетового відтінків. Це справді феєричне вечірнє видовище, що захоплює всіх любителів природи.

§ 10

МИСТЕЦТВО ЗНАХОДИТИ СТОРОНИ СВІТУ. НЕ ВТРАЧАЙ ПІВНІЧ!

Якщо ми збиваємося з дороги в місті, то просимо гречного перехожого вказати нам її. Найчастіше наш люб'язний співрозмовник відповідає нам: «Ідіть у такому-то напрямку», водночас машинальним жестом вказує у напрямку, зовсім протилежному тому, про який говорить. Потім каже: «Поверніть ліворуч», і несвідомо махає рукою праворуч, так що, полишивши його, ви заплуталися ще більше й можете піти кількома хибними дорогами, перш ніж знайдете потрібну..., якщо взагалі потрапите на неї. Якщо ви заблукали в полі, перший зустрічний селянин собі для забави, часом трохи злої, знову вкаже вам жєстами, що суперечать його словам, і, крім того, вважає за свій обов'язок додати люб'язні вказівки щодо продовження шляху. «Ви там будете за чверть години», — скаже він, тоді як насправді ви йтимете цілу годину.

Але якщо ми заблукали у безлюдному місці, серед лісу або пустельної рівнини, хто нас знову спрямує на правильний шлях?



Це зробить Сонце, і зробить краще, ніж будь-хто інший, але за умови, що ми зуміємо його спитати.

Коло, що обмежує все видиме навколо нас, називають горизонтом.

Сторона горизонту, де Сонце з'являється вранці, є сходом. Сторону протилежну, де Сонце сідає, назвали заходом.

У наших європейських країнах ту сторону горизонту, куди повертається спостерігач, коли дивиться на Сонце в полудень, називають півднем, а прямо протилежну, до якої він повернутий спиною, північчю.

Добре. Припустімó, що з місця, де ми живемо, нам видно, як Сонце з'являється щоранку над горизонтом у точці, яку добре помітно з нашого вікна: скажімо, це зовсім близько від великої тополі, що росте прямо вдалині, на тлі зеленої луки. Завдяки тому, що ми добре запам'ятали цю точку, вже можемо орієнтуватися, тобто, стоячи прямо, ми бачимо схід, тоді захід у нас буде позаду, південь — праворуч, а північ — ліворуч. Ми орієнтуємося навіть щодо розташування нашого будинку: стоїть він на південь, захід чи північ. Ми вирушаємо у прогулянку і зауважуємо, в якому напрямку йдемо.

Припустімó, що ми не знайшли дороги, щоби повернутися додому. Нехай надворі чудовий літній день, близько шостої години пополудні. Ми зовсім одні, нас нікому провести! Але є Сонце, воно й стає нашим провідником. Повернімося до нього: воно вказує на захід. Тепер ми знаємо, в якому напрямку рухатися, щоби дістатися дому.

Дуже просто і корисно навчитись орієнтуватися (тобто знаходити спочатку схід, а потім й інші сторони світу) за розташуванням Сонця в момент його сходу, полудня та заходу. Коли стати обличчям до Сонця в полудень, то перед нами буде південь, позаду — північ, захід — праворуч, схід — ліворуч. Милуючись заходом Сонця, ми дивимося на захід; тоді схід позаду нас, північ — ліворуч, а південь — праворуч. Навпаки, вранці, коли з'являється небесне світило, перед нами схід; південь — праворуч, північ — ліворуч, позаду нас — захід.



Отже, кожен може легко визначити розташування свого будинку щодо сторін світу. І якби це не мало значення для розміщення вікон, освітлення, температури, гігієни, то рідко хто про це би думав.

Точки горизонту, позначені в чотирьох напрямках — схід, південь, захід, північ, називають чотирма головними точками.

§ 11

ЛАМПА, ЩО НІКОЛИ НЕ ЗГАСНЕ

Люди цікавляться небом споконвіку, і початок астрономії губиться в глибині століть. Наші згадки з історії цієї науки сягають радше поетичних, аніж наукових, спостережень пастухів Сходу, але, напевне, ще до них невідомі нам люди дивувалися мінливим картинам природи — Сонцю, Місяцю, зорям; проникливі люди, безперечно, робили позначки стосовно руху небесних світил; серця, схвильовані вічним мовчанням небес, захоплено завмирили перед величчю небесних видовищ.

Від цих доісторичних спостережень до нас не дійшло нічого. Але вже з тих далеких часів, про які тільки можна одержати достовірні відомості, ми знаємо, зокрема, що Сонце привертало увагу землян. З давнини вони вшановували його як бога, відчуваючи, звичайно, спорідненість між Землею і цим віддаленим небесним світилом, але не маючи жодного уявлення про його справжню велич. Чи не уявляли собі в часи Гомера⁵, що цей небесний смолоскип занурювався щовечора на заході в океан, який, за їхніми уявленнями, оточував світ, щоб знову заплomenіти вранці на сході?

⁵ Гомер, найвідоміший давньогрецький поет, жив у XIII столітті до нашої ери.



Тоді тільки закладались основи астрономії як науки, і для дитячої свідомості наших предків зовсім не було труднощів у тому, щоби щовечора гасити Сонце так само невимушено, як ми гасимо нашу свічку перед сном. Але ця шляхетна наука досягла значних успіхів, особливо впродовж кількох останніх століть, відкривши нам справжню велич Всесвіту. Тепер ми знаємо, що Сонце — велетенська* зоря, дуже віддалена від Землі, що це потужне джерело тепла, світла і життя, яке завжди палає незгасним полум'ям, хоча здається, що ввечері воно слабшає, бо Сонце занурюється в густий призахідний туман.

Та хіба справді блиск Сонця менший вранці та ввечері, ніж посеред дня? Ні. Але на світанку і в присмерку пелена серпанку простягається поміж небесним світилом і землею, і ця пара відіграє роль чорного скла, котрим ми користуємося, щоб за ним спостерігати, коли воно виблискує над нашими головами: вона пом'якшує різкість сонячного диска. Інколи такий ефект спостерігається в дні густого туману, коли можна неозброєним оком стежити за рухом світила.

Поступово сонячний диск занурюється за обрій, забираючи з собою денне світло і тепло своїх осяйних променів. Тоді залягають сутінки — попередники ночі. Величне і прекрасне присмеркове освітлення триває ще певний час, але земля вже покрита нічною тінню. Денне світло і спека змінюються темрявою і прохолодним повітрям. Це природне і просте явище має, однак, велике значення, про що особливо слід наголосити дітям: доки Сонце ще видно над горизонтом і триває день — температура повітря доволі висока, але як тільки сонячний диск зникає з очей, землю швидко вкриває морок, повітря різко охолоджується, оскільки після заходу світила ми не отримуємо більше безпосередньо світла й тепла, бо денне світло і тепло на Землі тільки від Сонця.

* Сонце має великі розміри, якщо порівняти його із Землею. Серед зір воно невелике і належить до зір-карликів. — *Ред.*



ва вихователя по-різному матеріалізувались у дитячій голові, що так опирається абстрактному, і найкращий засіб для цього — залучати Сонце до розмови за кожної зручної нагоди, використовуючи всі можливі порівняння.

Але повернімося до попередньої розмови, я хочу сказати — до нашого предмета.

Усупереч видимості, велика небесна лампа ніколи не гасне. Вона припиняє сяяти перед нашими очима тільки для того, щоб світити іншим, освітлювати нові країни, інші міста, інші поля, щоб розквітали інші квіти, дозрівали інші плоди.

Але ж відсутність Сонця — єдина причина ночі, темряви, що так лякає дітей і неосвічений розум. Чому зникає воно з неба? Чому не сяє завжди над нашими головами?

Не будьмо несправедливими: справжній винуватець — не Сонце. Воно ніколи не покидає свого місця. Завжди воно зберігає той самий блиск. І якщо день не вічний, то тільки Земля — причина цього, і ми зобов'язуємося тепер це довести.

§ 12

СПІРНЕ ПИТАННЯ: ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ?

Доручімо дитині дуже серйозну роль — подумки зобразити собою Землю; вона буде пишатися своєю роллю, бо досі наш світ в її уяві поставав просторішим і прекраснішим. Вона люб'язно погодиться на наш маленький дослід і постоїть нерухомо посеред кімнати, що має зображати небо.

Щоб уявити Сонце, візьмімо запалену лампу і повільно, зліва направо, рухаймо її перед дитиною. Таким чином ми зображаємо день: Сонце проходить небом й освітлює Землю (обличчя дитини). Продовжуймо повертати лам-



Видимий перебіг подій



Дійсний перебіг подій

пу. Ось приєрмерк, за яким настає ніч. Скоро ми опинимось із лампою позаду дитини. Потім, продовжуючи обхід, повертаємо лампу на попереднє місце, ліворуч від обличчя дитини, тобто ніби на схід від Землі. Це ранок, і, повторюючи дослід, відтворимо другу добу за такий самий час, як і перше коло. Це в мініатюрі та ж картина, що розгортається щоденно в безмежжі небес.

Тепер зробимо інакше: кожен грає ту саму роль, але ми можемо поставити лампу на маленький стіл так, щоби полум'я було майже на висоті обличчя хлопчика. А він, замість того, щоби залишатися нерухомим, починає повертатися навколо себе справа ліворуч. Спочатку світло падає прямо на його обличчя, це — середина дня. З повертанням кут освітлення змінюється, тобто обличчя хлопчика повністю освітлене в перший момент, але вже не все освітлене за чверть оберту. Ліва щока майже в темряві. Після півоберту, коли дитя стоїть спиною до світла, маємо ніч: його обличчя зовсім у тіні, як це було, коли ми проносили лампу в нього за спиною. Продовжуючи оберт, дитя знову повертає своє обличчя до лампи: це спочатку світанок, а потім — день.



Ось дві, очевидно, однакові події, спричинені двома різними явищами: в першому випадку ми обертаємо лампу навколо нерухомої дитини, в другому — дитина обертається навколо себе самої, підставляючи почергово обличчя та спину до світла, що не змінює свого місця. В обох випадках результат той самий: послідовна зміна світла й тіні, дня і ночі на обличчі хлопчика.

Застосуємо ці спостереження до небесних явищ.

Земля обертається навколо себе, повертаючись послідовно різними боками до нерухомого Сонця, чи навпаки, коли Сонце обертається навколо нерухомої Землі — в обох випадках видимість буде однаковою. Щоправда, ми відчуваємо, що Земля нерухома під нашими ногами, і нам здається, ніби Сонце долає шлях щоденно зі сходу на захід. З другого боку, коли спостерігають небо ясної ночі, то стверджують, що Місяць і всі зорі разом повільно зміщуються в тому самому напрямку, що й Сонце, і здається, ніби все небо разом з численними світилами обертається над нашими головами.

Та хіба видима картина узгоджується з дійсністю? Ми наголосимо: чи перебуватиме Земля в спокої, а небо рухатиметься навколо неї, чи навпаки, Сонце і всі світила залишаться нерухомими, а Земля буде в русі, — ми побачимо одне і те саме. Тому слід звернутися до логіки, щоб вибрати одне з цих двох припущень.

§ 13

ЗЕМЛЯ ОБЕРТАЄТЬСЯ НАВКОЛО СЕБЕ

Повернемося знову до попередніх спостережень і доповнимо їх. Дитина стоїть посеред кімнати й обертається навколо себе перед запаленою лампою, розміщеною на столі. Повний оберт дитина здійснює доволі повільно,



якщо рахувати від одного до десяти, спостерігаючи зміну світла й тіні. Тепер попросимо її завмерти і на лічбу від одного до десяти ходитимемо навколо неї з лампою, зображаючи Сонце. Якщо ми триматимемо лампу на відстані близько метра від дитини, то йти доведеться доволі швидко, аби встигнути завершити оберт за визначений час, бо коло для обходу буде більшим, ніж те, що його описує тіло, кружляючи навколо себе. На відстані двох метрів ми мусимо йти ще швидше, щоб завершити оберт за час, який дорівнює оберту дитини. На відстані трьох метрів змушені бігти ще хутчіш, і так далі. Що більше ми віддалятимемося від центрального предмета, то наростатиме шлях обходу, то довше доведеться здійснювати оберт, і треба буде бігти, якщо ми волиємо завершити оберт одночасно з тілом, яке обертається навколо себе.

Обчислення показують, що Сонце дуже віддалене від Землі, настільки, що здається нам невеликим диском, тоді як насправді воно величезне. Щоб обертатися навколо нас на відстані, яка відділяє Сонце від Землі, йому треба було б описати велетенське коло, подолати такий довжелезний шлях, що для його завершення за один день потрібна немислимо велика швидкість. Окрім того, Сонце не одне в небесному просторі. Всі зорі, безперечно, ще віддаленіші від Землі, і треба було б припустити, що вони мають фантастичну швидкість, якщо справді Всесвіт обертається навколо нас. Утім, ми можемо проілюструвати наше спостереження чітким порівнянням. Поставимо посеред кімнати якийсь предмет. Ми волиємо, щоб усі боки цього предмета послідовно поверталися до кожної з чотирьох стін, а також до меблів, розставлених на різних відстанях.

Як ми будемо діяти? Тягати стільці, важкі крісла, комоди, книжкову шафу, піаніно та решту меблів, щоб вони проходили перед центральним предметом? Ні. Це безглузда і марна праця. Навіщо переставляти всі ці меблі тільки для того, щоби примусити їх обертається навколо центрального тіла, котре, порівняно з ними, мале і незначне? Ми просто змусимо предмет обертатися навколо



себе, аби всі його боки поверталися послідовно до меблів, і цей оберт закінчиться дуже швидко.

Добре! Уявімо, що цей центральний предмет — Земля, найближчий стілець — Місяць; більш віддалене крісло — Сонце, інші меблі та дрібнички — зорі. Зазначимо, що зорі насправді розкидані в безмежному просторі, і найвіддаленіші з них у випадку руху навколо точки, що зображає Землю, мали б завершити повний оберт за той самий час, що й найближчі. Не треба довго розмірковувати, щоб визнати таке припущення абсурдним, наш здоровий глузд відмовляється його прийняти. Логічно і природно думати навіть без додаткових доказів, що Земля просто здійснює один оберт навколо себе впродовж однієї доби, тоді іншим світилам немає потреби рухатися так швидко.

На сьогодні неспростовних доказів руху Землі безліч. Сонце не рухається навколо нас, як здається. Воно нерухоме, а Земля крутиться навколо себе з заходу на схід — це і є те обертання навколо осі (подібно до руху колеса), що зумовлює зміну дня та ночі. При цьому всі ділянки земної поверхні, проходячи по чергово перед Сонцем, відтак входять у тінь завдяки добовому обертанню навколо осі.

Коперникові⁶ належить слава першовідкривача неспростовних доказів руху Землі і спростування хибних уявлень, якими людство користувалося до нього.

§ 14

ІЛЮЗІЯ ТА ДІЙСНІСТЬ

Людський розум, упевнений у русі Землі, найбільше вражає думка, що і ми рухаємося разом з нею (Землею), навіть не помічаючи того. Ще до розгляду питання про те,

⁶ Миколай Коперник, польський астроном, народився у м. Торунь 1473 р., помер 1543 р. у м. Фромборк, де він був каноніком (священником. — *Ред.*).



як вона обертається, про її форму та розміри тощо, просто кажуть: вона обертається, а ми не зауважуємо цього!

Це, між іншим, основний доказ проти існування цього руху. Земля нерухома під нашими ногами, ми не відчуваємо, щоб вона ворушилася. Якби наша планета рухалася, ми мали б це хоч якось помітити. Наприклад, піднімаючись на повітряній кулі на певну висоту, аеронавти бачили б її переміщення під своїм човником, і навіть якби вони піднімалися й опускалися вертикально, то мали б зміщуватися на захід від пункту свого відправлення, бо Земля рухалася на схід під час їхнього підняття. Наші предки не знали цих велетенських птахів, збудованих руками людини — аеростатів, що їх винайшли наприкінці XVIII століття брати Монгольф'є⁷, але вони гадали, що камінь, кинутий у повітря, впаде на захід від точки, де його було кинuto, оскільки Земля за цей час повертається із заходу на схід.

Це міркування не має жодних наукових підстав, воно — наслідок наших хибних уявлень. Ми не завжди віримо нашим очам: вони часто помиляються. Треба інколи проникнути в суть речей, щоби побачити їх такими, якими вони є насправді. Розгляньмо це!

У серпні 1906 року один з моїх друзів сів опівночі в Гаврі* на пароплав «Колумбія», який прямував до Саутгемптона**. Небо видалося безхмарним, а море — зовсім спокійним. Оскільки переїзд був доволі довгим (восьмигодинним), наш мандрівник, боячись, що море зажадає від нього данини, недорогої, але завжди неприємної при сплаті, скористався з поради супутників і спустився до своєї каюти полежати. Він не міг спати і розгорнув книгу, котру читав з великою цікавістю, не зауважуючи ні руху корабля, ні часу. Пакетбот ішов спокійно, ніщо не вказувало на його пересування морем.

⁷ Брати Монгольф'є, виробники паперу в Аннонеє.

* Гавр — місто на півночі Франції. — *Ред.*

** Саутгемптон — місто на півдні Англії. — *Ред.*



Наш мореплавець, розмірковуючи над своїм читанням, зовсім забув, що він на пароплаві у відкритому морі, та раптом несамовите ревіння змусило його здригнутися. Це була сирена пароплава. Отямившись, мандрівник зіскочив з ліжка, швидко вдягся і вийшов з каюти, не розуміючи, що діється над його головою. На палубі він побачив, що пароплав причалує до пристані. Він не без подиву довідався, що перед ним Саутгемптон, і весь шлях до Англії подолано непомітно для нього.

Мандрівник не міг повірити ні своїм очам, ні вухам. З глибини каюти він не бачив берегів Франції, які віддалялися, коли пароплав прямував у відкрите море; для нього ландшафт не змінювався, вигляд каюти залишався однаковим від від'їзду до прибуття; хід пакетбота морем, рівним, як озеро, був таким плавним, що мандрівник втратив відчуття руху.

Це дуже рідкісний випадок на хвилях завжди неспокійного Ла-Маншу. На залізниці інколи бувають подібні відчуття. Припустимо, ми зручно влаштувались у потязі. Сонце припікає, тому ми затулили вікна шторами, щоб захиститися від яскравого світла. Тоді ми бачимо тільки інтер'єр вагона, інших пасажирів, наших сусідів, різні предмети, розташовані завжди однаково стосовно нас. Потяг рухається плавно, розмова цікава, ніщо не привертає нашої уваги до доволі швидкого перестуку коліс. Усе здається нерухомим. Але достатньо підняти штори, щоб усе змінилось. Ми бачимо, як швидко мчать повз нас дерева, поля, хати, села. Вони вигулькують перед нашими очима, відтак хутко щезають позаду нас. Цей видимий рух не вводить нас в оману, ми знаємо, що насправді це ми їдемо. Але на станції, коли два потяги стоять на паралельних коліях і один з них рушає, пасажири останнього помічають це, тільки проминувши станцію. А пасажири потяга, який стоїть, переконуються в цьому аж тоді, коли інший потяг проминув їх.

Ці спостереження спонукають до висновку, що предмети, котрі рухаються разом з нами, здаються нерухо-



мими, якщо ми бачимо тільки їх, тоді як насправду нерухоми предмети, здається, рухаються у протилежний бік.

Земля не рухається ні водною поверхнею, ні рейками; але обертаючись навколо себе (добовий рух), вона втягує в цей процес усі предмети, які існують на її поверхні: будинки, ліси, всі істоти, води океану, хмари і навіть шар повітря, що її оточує. Звідси випливає, що ми перебуваємо на Землі в становищі мандрівника в потязі на залізниці або мореплавця на пароплаві. Повітряна куля, яка здійнялась у повітря, обертається разом із Землею тому, що атмосфера обертається разом з нею.

Отже, оскільки Земля — транспорт дуже досконалий і рухається без поштовхів і шуму, ніщо не привертає нашої уваги до руху, і те, що рух насправді є, можна було би взяти під сумнів, якби не було неспростовних доказів.

§ 15

ЗЕМЛЯ — КУЛЯ

Великі відкриття, які зумовили переворот у поглядах людства, ніколи не визнавалися без опору, винахідників майже завжди переслідували. Можна собі уявити, як сприймалися учені, котрі перші наважилися стверджувати, що Земля крутиться!

Коперник уник критиків, які, безперечно, відкинули б його теорію руху Землі, тільки тому, що помер у день виходу в світ безсмертного твору, де оприлюднив свої погляди. Втім, польський канонік спритно подав цю теорію тільки як припущення. Майже сто років по тому Галілей⁸ заплатив свободою і спокоєм за віру в доктрину Коперника і вимушено зрікся своєї наукової віри перед трибуналом інквізиції.

⁸ Галілео Галілей, італійський астроном, народився в Пізі 1564 р., помер 1642 р.



До Галілея та Коперника припускали, що Земля рухається, але докази були недостатніми, щоб змусити визнати цей рух. Для початку, перш ніж стверджувати, що Земля обертається навколо себе, треба було пояснити, яким чином вона обертається, і цим навіть визначити її форму, про що не мали жодного уявлення в давнину, хоча вже Піфагор стверджував, що вона кулеподібна, а його школа проповідувала добове обертання Землі.

Земля не обертається навколо себе, як дитина на своїх ногах, оскільки, всупереч давньому міркуванню, вона не стоїть ні на ногах, ні на стовпах, ні на будь-чому.

Вона котиться, як котиться колода по землі. Можна її порівняти з мандарином, м'ячем або якимось іншим кулястим предметом.

Це дійсність, яка зовсім не узгоджується з видимістю. Земля нам здається пласкою; горби, гори ми бачимо розташованими на нескінченній площині, як тістечко утворює опуклість на тарілці, зовсім не порушуючи її гладкості та блиску. Над нашими головами небо, як незора накривка, то блакитне, то сіре, воно наближається до Землі, оточує її звідусіль і здається, ніби стикається з нею вдалині, по великому видимому околу, що його називають обрієм, або горизонтом.

Усе це ілюзія! Але позаяк ми не можемо нічого стверджувати без доказів, то візьмемо якусь кулю і подивимося, чи зможемо відтворити на ній у мініатюрі ті явища, що спостерігаються на Землі та підтверджують її округлу форму. Наклеймо на поверхню апельсина чи м'яча маленькі папірці різних кольорів на невеликих відстанях один від одного. Зробити це буде грою для дитини. Якщо тримати цю кулю на певній відстані від ока, то ми переконаємося, що не всі папірці видно. Ми знаємо, що вони є навколо всієї кулі, бо власноруч наклеїли їх, проте не видно тих, які розміщені за околком, що обмежує видиме. Чому ж їх не видно? Бо поверхня кулі заокруглена, і кривизна, згинаючись по той бік околу, що обмежує наш погляд, приховує від нас предмет.



Такий окіл на Землі — це горизонт, довжина якого змінюється з висотою спостерігача.

Коли б замість кривої поверхні кулі ми проводили спостереження на площині, на столі чи паркеті, то могли б розкидати безліч папірців, не втрачаючи жодного з очей.

На Землі ми бачимо навколо себе предмети, будинки, дерева тощо аж до горизонту. Ми знаємо, що є інші країни, міста, інші предмети по той бік обр'ю, який обмежує наш погляд. Чому їх не видно? Безумовно, з тієї ж причини, що й папірці на апельсині або м'ячі, адже поверхня Землі заокруглена, і її кривизна опускає предмет нижче лінії горизонту. Якби Земля була пласкою, як нам здається, то ми бачили б віддалені міста та гори, розкидані на цій поверхні.

Проте ми не задовольнимся цим єдиним доказом. Пошукаємо інших.

Уявімо собі, що куля, котру ми тримаємо в руці, — це Земля. Невтомна «куля, що біжить», починає свій оберт. Уявімо собі мандрівника хоча б у вигляді олов'яного солдатика, картонного чи порцелянового дідуся або ж візьмімо звичайну шпильку. Мандрівник виходить з пункту на протилежному боці кулі, яка крутиться перед очима юного спостерігача, і повільно наближається до нас. Учень переконується, що предмет видно не повністю від моменту його появи. Голова з'явилася першою, за нею — тіло, ноги — насамкінець. Якщо ми примусимо нашого мандрівника йти назад, то спершу зникнуть ноги, а голова — найпізніше.

На Землі ми спостерігаємо подібне явище, і пароплав на морі, віддаляючись від нас, виявляє нам кривизну кулі. Досягнувши блакитної лінії, що ніби утворює лінію відокремлення неба і води, корабель, здається, стоїть на обрії. Ще трохи, і він зникне, але не зверху, а знизу.

Спочатку під лінію горизонту зануриться корпус, потім — палуба, останньою зайде вершина щогли. Коли ж, навпаки, судно наближається до берега, на обрії з'являються спершу найвищі щогли, містки, палуба та наостан-



ку — корпус. Якби поверхня моря була пласкою, увесь корабель було б видно весь час, і з наближенням, і з віддаленням. Але так не буває, оскільки море теж заокруглене, як і тверда земля, себто теж має кулеподібну форму.

Візьмімо знову апельсин і позначмо точку виходу мандрівника надрізом на шкірці плоду. Спрямовуючи нашого мандрівника весь час в одному напрямку, ми приведемо його в точку виходу, примусивши обігнати навколо апельсина. Здійснювали ж сміливі мореплавці навколоземну подорож. На їхньому шляху траплялися континенти, які перепиняли їм рух, але, обходячи ці перешкоди, закінчували мандрівку земною кулею та припливали до гавані з боку, протилежного тому, в який вирушали.

Кораблі Магеллана⁹ перші успішно здійснили таке трирічне плавання в епоху, коли океан ще не був досліджений. Тепер морські шляхи відомі, й за допомогою залізниць і кораблів можна здійснити навколосвітню подорож лише за два місяці. Мандрівники, рухаючись земною кулею у всіх напрямках, перед собою бачили завжди, як і ми, місцевість, більш чи менш нерівну, але загалом пласку поверхню. Тільки прямуючи в той самий бік, вони знову поверталися до місця свого виходу, що і було неспростовним доказом кулеподібності Землі.

Ми живемо на величезній кулі, і ця куля обертається навколо себе за одну добу.

§ 16

ВІСЬ ЗЕМНОЇ КУЛІ ТА ДВА ПОЛЮСИ

Щоб уявити собі форму Землі, можна взяти якусь кулю: більярдну, крокетну, м'яч, яблуко, апельсин, мандарин. Ці останні, безперечно, навіть краще годяться, ос-

⁹ Магеллан — португальський мореплавець (1480—1521).



кільки вигляд прекрасного золотистого плода сприятиме пробудженню дослідницького інтересу дитини, і якщо вона знає, що наші астрономічні спостереження в кімнаті можна перенести на улюблений плід, то подумає: астрономія — наука дуже для неї приємна і цікава. Але ми не зробимо так, як скнара, котрий щовечора казав собі: «Якщо ти з'їси свій суп, то я нагороджу тебе пляшкою гарного вина». Він крутив у руках спокусливу пляшку, вдихав її аромат, випивав в уяві і зрештою ковтав несмачний бульйон. Тільки з останньою ложкою він вигукував: «А! Ти з'їв суп лише для того, щоб скуштувати нектару? Пхе! Ти не хто інший, як ласун, і за кару ти позбавляєшся вина!».

Такий спосіб впливу на дитину звів би всі наші зусилля нанівець, і насамперед були би покарані ми. Не забувайте: потрібно, щоб учень бажав астрономічних бесід як задоволення.

Мандарин лежить на столі ніби випадково, і звичайно ж, у домі є сталеві спиця для плетива. Граючись із хлопчиком, проткнімо мандарин наскрізь, бажано через центр. Це дуже серйозно, бо спиця показує точний напрямок лінії, котру називають віссю кулі. Покладемо мандарин перед собою так, аби бачити верхню частину його поверхні, і почнемо крутити спицю справа наліво: куля крутиться навколо себе, навколо осі обертання. Так само обертається й Земля.

Тільки вісь нашої земної кулі реально не існує, як і вісь крокетної кулі, що котиться по землі, обертаючись, наче будь-яка інша куля, навколо своєї осі. Таку невидиму вісь називають уявною, вона існує тільки математично.

Дві точки, в яких ця вісь, зображена спицею, простромлює поверхню кулі, називають полюсами. Зазначимо, що мандарин помітно приплюснутий на обох полюсах (місце прикріплення плодоніжки і протилежна йому точка); тому він має перевагу в сенсі наочності, бо Земля також стиснена на полюсах.

Це наш астрономічний багаж, примножений новими, дуже важливими знаннями: ми знаємо, що велетенська ку-



ля, на котрій ми живемо, крутиться навколо своєї осі, яка закінчується з одного боку Північним, або арктичним полюсом, а з другого — Південним, антарктичним полюсом.

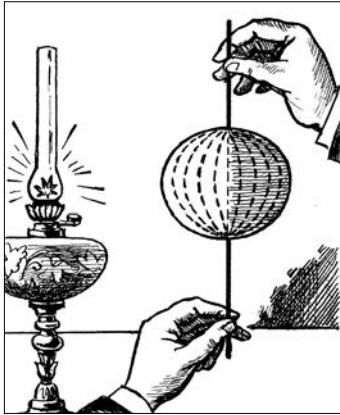
§ 17

НАСЛІДОК РУХУ ЗЕМЛІ: НІЧ ЗМІНЮЄТЬСЯ ДНЕМ, А ДЕНЬ — НІЧЧЮ

Вечір. Тільки лампа на столі освітлює кімнату. Чому б нам не уявити, що це — ніби Сонце, оскільки вона замінює його вночі?

Наклеймо кілька папірців на поверхню нашого мандарина, наколотого на спицю, щоб вони символізували нам різні країни світу, а блакитні та зелені нехай зображають моря та ліси. Тримаймо його на певній відстані від лампи. Тільки один бік кулі, що навпроти лампи, освітлено, інший перебуває в затінку. Якби Земля була нерухомою і Сонце також, то ми б мали подібну ситуацію: половина земної кулі була б освітленою, а інша — вічно зануреною в густий морок. Замість зміни дня та ночі був би з одного боку вічний день, а з другого — царство темряви. Але Земля обертається...

Аби показати цей рух, покрутимо пальцями спицю, котра слугує віссю кулі, так, щоб її полюси перебували на межі тіні та світла, а мандарин крутився перед лампою ліворуч напроти руху годинникової стрілки. Якщо ми дивитимемося на папірці, то побачимо, що на них послідовно змінюватиметься тінь і світло. Те саме відбувається і з Землею перед велетенською лампою небес. Обертаючись навколо себе, Земля послідовно підставляє свої боки під промені полум'яної зорі. Коли наш бік звернений до Сонця, у нас — день. Навколо нас пожвавлення: люди метушаться, працюють, чути голоси, сміх, спів, плач.



Демонстрація обертального руху Землі

А в цей час на зворотному боці панує ніч, там сплять, відпочивають, там тиша і спокій. Трохи згодом ми, у свою чергу, ввійдемо в тінь: у нас настане вечір, а потім — ніч, тоді як люди на зворотному боці побачать, що сходить Сонце й освітлює поля та села.

Отож людська діяльність на всій земній кулі не засинає остаточно ні на мить. Затихаючи з одного боку, вона поживавлюється з другого. Завдяки округлій

формі вся поверхня Землі не може мати день або ніч одночасно, тобто освітлюватися променями Сонця вся відразу. Неминуче з одного боку буде день, а з другого — ніч, але завдяки обертанню земної кулі навколо осі всі країни проходять по черговому через світло й тінь, день і ніч.

§ 18

МИЛЬНІ БУЛЬКИ

Чарівлива та безневинна гра — видувати з трубочок та соломинок мильну воду, яка здіймається в повітрі мильними бульками, ефемерними мандрівниками, що спурхують на будь-яку висоту і вигравають різними барвами в сонячному світлі.

Вони наводять нас на міркування про велетенську кулю, на якій ми живемо, котра теж освітлена Сонцем і пливе в просторі, ні на що, безумовно, не спираючись. Це достеменний факт; нагадаємо, що мандрівники, кот-



рі об'їхали навколо світу, ніде не натрапляли ні на підпори, ні на якісь підставки. Земна куля утримується в безмежному безповітряному просторі дивовижною, але невидимою силою.

Мильна бульбашка, тендітна і легка, злітає то тут, то там, коливаючись з волі випадку. Створена подихом, ним же й руйнується. Зовсім інші умови для Землі. Дочка Сонця, вона йому підкоряється і воно нею керує. Земля обертається навколо себе ще спритніше, ніж мильна булька, попри свої велетенські розміри. І на цій кулі перебуваємо ми всі, ніби малесенькі мурашки, що невідомо як опинилися на гігантському м'ячі, закинутому в простір. Тільки стосовно розмірів Землі ми ще менші, ніж мурашня щодо м'яча.

Багато хто з дорослих і всі діти вважають, що земна куля займає безмежне місце в просторі. Тому вони мають хибне уявлення про розміри Землі як стосовно інших відомих світил, так і стосовно себе та навколишніх предметів.

Ми всі вважаємо, і недаремно, що Земля — дуже велика куля. А насправді вона менша, ніж дехто її собі уявляє.

Наприклад, чимало службовців та робітників ходять щоранку пішки у свої контори чи майстерні, поспішають додому, щоби пообідати, знову йдуть на роботу і вертають до своїх родин ввечері. Весь цей шлях долається пішки частково з гігієнічних, а частково — з економічних міркувань. Якщо припустити, що їхня квартира розташована за два кілометри від контори, то за день вони пройдуть вісім кілометрів, а це приблизно 2000 кілометрів за рік, враховуючи й канікули, свята, хвороби та виняткові випадки, коли через негоду чи втому доводиться користуватися транспортом.

Досягнувши двадцяти років адміністративної служби, навіть чиновники, що протерли не один стілець і ніколи не залишали рідного міста, долають шлях завдовжки 40 мільйонів метрів. А це довжина земного меридіана, тобто великого кола, проведеного навколо Землі



через обидва полюси; або можна вважати, що це міра обводу земної кулі. Якби можна було обійти навколо земної кулі найкоротшим шляхом, не звертаючи ні праворуч, ні ліворуч, то довелося би пройти саме 40 мільйонів метрів, щоб дійти до місця виходу; та нерівності поверхні, гори, океани унеможливають пряму дорогу під час навколосвітньої подорожі.

Не метр — найуживаніший предмет, що його мають усі господині та крамарі, — слугував для вимірювання довжини меридіана Землі; навпаки, довжину метра означили як одну десятимільйонну частку чверті земного меридіана.

З'єднуючи кінець до кінця десять мільйонів таких метрів, ми одержали б довжину чверті земного меридіана, і треба було б мати ще в чотири рази більше, тобто 40 мільйонів метрів, щоб описати повне коло довкола земної кулі.

Якби кожен з нас підраховував кількість кілометрів, пройдених за все життя, багато хто виявив би, що його шлях довший за меридіан Землі.

Я знаю одного сільського поштаря, котрий щоранку, щоб рознести листи на своїй дільниці, де оселі розкидано на значній території, долає десять кілометрів (10 разів по тисячі метрів), за рік це буде 3650 кілометрів. Він став на службу в двадцять років, тепер йому п'ятдесят три. Отже, за тридцять три роки праці його ноги більше ніж тричі обійшли навколо Землі пішки!

Земна куля, на якій ми живемо, велетенська, якщо порівняти її з апельсином, м'ячем або ще якоюсь кулькою, котру ми бачимо на поверхні Землі. Але, як ми з'ясуємо далі, порівняно з іншими небесними тілами вона невеличка. Проте ми мусимо докласти зусиль, щоб уявити земну кулю, яка мчить у просторі разом з усім, що є на її поверхні, — хмарами, горами, морями і всім живим, — подібно до кулі, котра котиться по землі й захоплює з собою піщинки та краплі води, які прилипли до неї.

Не будемо вимагати занадто великого напруження від ніжного мозку дитини, довіреного нам: нехай вона уявить



собі вигляд та розміри земної кулі так, як дитячий розум та юні очі, що майже нічого ще не бачили, зможуть уявити собі: існує велетенське тіло, порівняно з тілом людини. Не будемо її про це багато розпитувати і для розваги перейдемо краще до менш тривожних предметів.

Розділимо мандарин чи інший круглий плід рівно навпіл; покладемо обидві частини так, щоб видно було внутрішність плоду. Просто з цікавості виміряємо ширину частинки, котру збираємося їсти; таким чином ми визначимо діаметр¹⁰.

Якби можна було розрізати Землю посередині, на однаковій відстані від полюсів, то вийшло б, що її діаметр, або ширина, дорівнює 12 742 кілометрам.

Котушки ниток для шиття не рідкість удома, де є хлопчак. Якби на кожній з них було по 500 метрів ниток, як зазвичай, то можна було би показати катушку дитині та сказати, що треба розмотати понад 25 тисяч таких катушок, щоб одержати довжину діаметра Землі.

§ 19

УМОВИ ІСНУВАННЯ НА ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ: ПОДОРОЖ ШОКОЛАДА

Шоколад — хвацький негр, дуже люб'язний і розвиненіший, аніж йому подібні. Він народився у Новій Зеландії й одержав від європейців, які мешкали в цій країні, короткі відомості, завдяки чому зумів узяти свою частку радощів у прихильної долі.

Упродовж довгих років він мав тільки одне бажання: зібрати суму, необхідну для великої подорожі, і відвідати «другий бік кулі» (так він висловлювався, кажучи про Землю). Йому повідомили, що Земля кулеподібна, що

¹⁰ Лезан. Основи математики. Вид. «Віст. Зн.», 1907 р.



скрізь на ній є і води морів, і континенти з горами, рівнинами, ріками, потоками, лісами, полями, містами, людьми, тваринами та всілякими предметами, і ця думка дуже бентежила його.

«Оскільки ми ходимо ногами вниз, головою вгору, — казав він інколи своїй родині, — то «білі», котрі живуть з другого боку кулі, в країнах, протилежних нашим, повинні мати голову вниз, а ноги — в повітрі». Ця думка збуджувала в ньому приємну веселість. Він радився про це з кількома європейцями, котрі жили поруч, але вони замість відповіді кепкували над ним.

Не знаходячи задовільної відповіді, Шоколад вирішив заощадити багато грошей з однією метою — подивитися самому, як ідуть справи в нашій країні. Слухаючи розмови про Всесвітню виставку 1900 року, де буде представлено всі нації, він скористався цією нагодою, щоб здійснити свій план.

І ось Шоколад залишив свої кавові ліси і поплив до Франції, сподіваючись побачити в Парижі, між численними експонатами виставки, істот «другої півкулі», котрі в його уяві мали би ходити догори ногами. Він плів довго-довго, і в кожній гавані бачив, що всі люди стояли так само, як і він. Висадившись у Франції, Шоколад переконався, що і там всі люди ходили, стаючи на ґрунт ногами, а головою повернувшись до неба, як у Новій Зеландії!

Щоб краще вивчити це питання, він узявся ретельно розглядати глобус і помітив, що східна частина Франції є саме антиподом Нової Зеландії: тобто якщо провести пряму лінію через центр Землі так, щоб один кінець її впирався в якусь точку Нової Зеландії, то виявилося б, що другий кінець торкнеться східної частини Франції. Він ніяк не міг збагнути, що парижани утримуються на Землі так само, як і його співвітчизники.

На вулицях Шоколад розпитував чоловіків і дам, котрі вважали його за божевільного. На виставці він заходив у павільйони всіх чужинецьких держав, шукаючи там ключа до таємниці. Окрім французів, він зустрів іс-



панців, італійців, росіян, англійців, турків, румунів, норвежців, американців, африканців, японців тощо, представників усіх людських племен, і переконався, що скрізь ходять, як і він, ногами по землі, а головою — до неба. Шоколад, божеволіючи, хапав свою голову руками, боячись її втратити, і питав себе, чи, бува, не обертається його власна голова, як земна куля.

Якось прогулюючись, Шоколад побачив серед юрби молодика, котрий виставив на столі різні намагнічені предмети і ними піднімав інші, менш важкі. Цей показ дуже розважив нашого героя і йому захотілося купити весь стіл фокусника, але грошей вже було обмаль, і він придбав тільки найменший магнітик за двадцять п'ять сантиметрів. Коли ці намагнічені сталеві брусокчи наближають до голок, цвяхів, залізних предметів, маленьких ножиць тощо, то вони, притягнуті магнітом, прилипають до нього і не падають.

Ця надзвичайна властивість магніту глибоко вразила розум негра і була для нього променем світла, коли трохи згодом йому сказали, що Земля діє на нас, як магніт на залізо: вона притягує й утримує всі істоти та предмети на своїй поверхні. І ще його увагу звернули на те, що всі люди ходять ногами по землі, головою догори, оскільки скрізь на Землі низ — на поверхні земної кулі, а верх — у безмежному просторі, який оточує Землю.

Шоколад зрозумів це ще краще, коли одного разу вранці на мосту Каруселі його важка палиця вислизнула з рук і впала у глибочінь Сени. Схожі випадки траплялись у нього і вдома, на тому боці Землі, тому він переконався, що скрізь на земній кулі предмет падає прямо до землі, саме цей напрямок ми і називаємо «вниз». Якщо предмет, падаючи, не йде далі поверхні ґрунту, то тільки тому, що його зупиняє перешкода, але якби палиця нашого героя скотилася не в Сену, а в глибоку шахту, то, не натрапивши на жодні перешкоди, долетіла б аж до дна.

Якби можна було викопати навколо всієї земної кулі доволі глибокі вертикальні шахти (відомо, що вер-



тикальний напрямок позначається ниткою з виском, тобто ниткою, натягнутою в повітрі якимсь доволі важким предметом, прив'язаним до її нижнього кінця), то всі вони скупчилися б в одному місці, і то був би центр Землі. В цьому напрямку притягуються всі тіла, люди, тварини, предмети тощо. Отже, для всіх людей на земній кулі низ — це центр Землі, а верх — це простір.

Падати — зазнавати дії сили, яку ми називаємо вагою і яка є не що інше, як притягання Землі, що діє на всі тіла, котрі падають.

Центр Землі притягує все, що існує на поверхні. Ось чому всі істоти ходять ногами по землі, і з цієї ж причини води нашої планети не витікають із глибин океанських водойм чи русел рік. Куди могла б упасти вода, якщо низ — центр земної кулі?

Дві мурашки, повзаючи землею кулею, завжди торкаються лапками її поверхні, навіть якщо вони на протилежних боках і одна для одної є антиподами.

Можна проілюструвати перебування всіх істот на поверхні Землі, увіткнувши в м'яч для гри ціною п'ять сантиметрів, відомий усім дітям, якусь кількість шпильок по всій поверхні кулі. Подібним чином і ми тримаємося на Землі: вістря шпильок, увіткнуті спершу на півсантиметра, вказують напрямок наших ніг, а головки, як і наші голови, спрямовані в простір. Якщо ввіткнуті шпильки цілком до головок, то всі вістря зберуться в центрі м'яча (а це низ кулі). Так само, сказали б ми попередньо, люди, спускаючись прямо в Землю вертикально, опинилися б у центрі, що відповідав би точці відправлення кожного з них на поверхні земної кулі. Але цей дослід взагалі ніколи не буде проведено з багатьох причин, одна з яких — температура і тиск, що панують у цих місцях: там можна бути розчавленим і перетворитися на пару, не закінчивши своєї праці.

Отже, для всіх жителів земної кулі низ — це те, що є під нашими ногами, а верх — те, що над нашими головами. В абсолютній порожнечі немає ні верху, ні низу.



§ 20

ПОДІЛ МАНДАРИНА

Один гімназист відзначався мистецтвом вирізати ножем кумедних чоловічків з апельсинів, каштанів, яблук тощо. Якось його мама запросила кількох товаришів сина провести з ним післяобідній час; юний митець хотів показати їм свій талант і, вирізаючи з плодів, виставив перед здивованими очима приятелів серію дуже потішних фігур. Всі аплодували, дивувались і хвалили скульптора. Але посеред захвату цієї невгамовної молоді один з присутніх, найстарший, зауважив, що хоч і не вміє перетворити кошик з фруктами на скульптурний музей, зате може показати на мандарині значно цікавіші географічні подробиці. Такі знання цього молодого розуму зацікавили товариство. Веселий, нестримний сміх раптом змінила тиша, і всі уважно дослухалися до «професора», котрий почав так:

«Цей мандарин — Земля; ви бачите два полюси, вони помітні. Я беру Землю великим і вказівним пальцями; вказівний лежить на Північному полюсі, а великий — на Південному. Пряма лінія, яку я подумки проводжу від одного полюса до іншого, — це вісь Землі, навколо неї вона крутиться. Вістрям мого складаного ножа я проводжу на рівній відстані від обох полюсів велике коло на кулі. Це коло — екватор. Він ділить Землю на дві рівні частини, або дві півкулі: північна прилягає до Північного полюса, а південна — до Південного. Я підрізаю глибше лінію екватора через всю шкірку мандарина, щоб, коли я її зніму, ви цю лінію побачили на м'якуші плоду.

На Землі екватор не позначений ані борозною, ані лінією, але точки, які вказують його розташування, справді існують, і країни, розташовані в цих місцях, мають бути насправді на однаковій відстані від полюса».



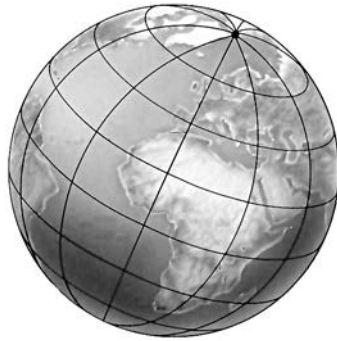
Тут оратора перебили його юні слухачі й запитали, чи мають екваторіальні країни перевагу перед іншими на земній кулі. Один зі слухачів наполягав навіть, що неможливо було би провести екватор через Францію, оскільки дуже потішно перебувати на лінії, котру можна тільки уявити. Співрозмовник відповів, що Франції та іншим країнам світу не варто заздрити тим, які лежать на екваторі, бо цілковито ясно, що через кожну точку земної кулі можна провести не одне, а навіть два кола. «Ви зараз це побачите. Ось місце, куди я втикаю вістря складаного ножа. Це — Париж. Через це місто й обидва полюси я проводжу велике коло, і позначаю його надрізом; воно проходить навколо всієї Землі, перетинаючи екватор у двох точках. Це — меридіан Парижа. Ви бачите, що екватор і два полюси розділяють його на чотири рівних частини. Я беру частину, що йде від Північного полюса, проходить через Париж і досягає екватора; нехай її розділили на 90 рівних частин; я їх не позначаю, це було б надто довго; але ви їх собі уявіть. Уявіть також, що, йдучи від екватора, який позначимо як 0, ми можемо пронумерувати всі точки поділу: 1, 2..., до самого Північного полюса, що матиме номер 90. Потім те саме зробимо з тією частиною меридіана, що прилягає до Південного полюса, і його теж позначимо цифрою 90.

Тепер через кожну точку поділу проведемо коло паралельно до екватора; ці кола, які стають щоразу меншими з наближенням до полюса, — це паралелі, або кола широти. Їх порівну з північного та південного боків, а 90-те з одного і другого боку — це сам полюс, тобто точка. Париж розміщується майже під 49-м колом, тому кажуть, що широта Парижа — 49° , або: Париж лежить під 49-м градусом північної широти.

Як я вам казав, ви бачите, що через Париж проходять два кола — меридіанне й паралельне; і так само можна зробити в будь-якому іншому пункті земної кулі. На меридіані я можу позначити складаним ножем деякі кола широти, наприклад, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, не про-



водячи без потреби їх цілком. Що ж до екватора, то всі його точки перебувають під широтою 0. Таким чином, — продовжує він, — ми бачимо, що Землю розділено на пояси рівної широти; тут тим тепліше, чим ближче до екватора, і саме в цих місцях живуть теплошкірі. Полярні країни, навпаки, вкрилися кригою, і самі полюси недоступні



Глобус

аж дотепер, хоч я їх і тримаю під моїми двома пальцями. Але це ще не все. Наш мандарин відкриє нам й інші дива.

Я знімаю з нього шкірку. Як ми й очікували, екватор позначений складаним ножем; видно також і меридіани, позначені самою природою, бо плід звичайно легко розділяється на частини. Полічимо ці частини: їх дванадцять, майже рівних.

Погляньмо тепер на наш екватор. Ось точка, в якій він перетинається меридіаном Парижа. Починаючи звідси, я пропоную поділити його на 360 рівних частин і нумерую точки поділу від 1 до 180, прямуючи праворуч, на схід, а також ліворуч, на захід. Мої два номери 180 зустрінуться саме в точці, протилежній тій, з якої я вийшов. Коли б я прибув у точку з номером 30, я досяг би кінця моєї першої частини меридіана, як з одного, так і з другого боку; і я б іще перенумерував так само половини меридіанів, які перетинають точки поділу. Ви бачите, що рисочки поділок наших частин також пронумеровані: 30, 60, 90, 120, 150, 180 на схід і так само — на захід. Дві рисочки з номером 180 утворюють одну.

Візьмемо тепер на Землі якусь точку, наприклад, місто Вальпараїсо в Чилі. Воно лежить на 33-й паралелі Південної півкулі та на меридіані номер 74 на захід від Парижа. Ми кажемо, що широта Вальпараїсо — 33 градуси



на південь, а його довгота — 74 градуси на захід; ці два числа вказують, де розташоване назване місто. Довготи — це номери меридіанів.

Географи й астрономи не задовольняються цим поділом кола на градуси, на 360 рівних частин; поділивши кожен градус ще на 60 рівних частин, одержують так звані хвилини дуги; хвилина, поділена на 60 рівних частин, дає секунди дуги. Якщо, рухаючись на північ чи південь, ми пройшли 31 метр, то збільшили чи зменшили нашу широту більш як на одну секунду. Але на нашому мандарині ми не можемо досягти такої точності. Найкраще, що ми можемо зробити, щоб завершити справу, — це розділити нашу «Землю» і «з'їсти» її. Візьмемо кожен по 60 градусів земної кулі за довготою (це дві частинки по 30 градусів), і частинки будуть рівними».

Так і вчинили: аудиторія виявилася здатною «з'їсти» астрономію.

Проте скороспілий професор забув зробити кілька корисних зауважень. По-перше, за початкову точку відрахунку довготи можна взяти будь-який меридіан так само, як і паризький, і, на жаль, цивілізовані нації досі не дійшли згоди з цього приводу*. По-друге, можна було б розділити коло інакше, ніж на 360 градусів. Так, засновники метричної системи пропонували поділ на 400 рівних частин-градусів замість 360. Нарешті, якби мандарин був завбільшки з великий гарбуз, то справедливий поділ на порції по 60 градусів міг би погано закінчитися для шлунків юних споживачів.

Дуга, що відповідає градусу, може бути дуже великою чи дуже маленькою, залежно від розмірів кола, на якому його відлічують. Ми говорили, що одна секунда широти поверхні Землі — це майже 31 метр. А якщо взяти такий самий кут на поверхні великого мандарина, то замість 31 метра ми одержимо довжину, меншу від однієї тисяч-

* За нульовий меридіан вибрано гринвіцький (проходить поблизу передмістя Лондона — Гринвіча). — *Ред.*



ної міліметра. Поділ кола, міра кутів, як кажуть у геометрії, ще раз засвідчують, що все в цьому світі відносне. Все велике або мале тільки стосовно чогось іншого. Дитина зовсім маленька — кажемо ми, але ж порівняно з блохою вона — велет. Земля велетенська для людини, але зовсім невеличка порівняно з Сонцем і менша за пилінку порівняно зі Всесвітом.

Астрономія не перестає давати нам корисні уроки з цього погляду. Серед інших її чеснот є й те, що вона вчить нас скромності перед неосяжністю, яка нас оточує.

§ 21

ГОДИННИК. ДЕ БУВАЄ ПОЛУДЕНЬ О ЧОТИРНАДЦЯТІЙ ГОДИНІ?

Пан Бідар щойно виграв у лотерею головний приз — 100 000 франків. Тираж оголосили в Парижі в полудень, і першою думкою щасливого гравця було телеграфувати про цю приемну новину синові, який живе в Америці. Він відправляє депешу о пів на першу. Але яке ж було його здивування, коли він одержав з Нью-Йорка серед дня вітальну телеграму з часом відправлення об 11 годині ранку. Отже, відповідь відіслано з Нью-Йорка не тільки до відправлення депеші з повідомленням, а й, що ще курйозніше, навіть раніше, ніж доля призначила гравцеві головний виграш. Бідар нічого в цьому не розуміє і посилається на чари.

Це явище, між тим, цілком природне, і ми його зараз пояснимо.

Для розподілу щоденних занять ще з незапам'ятних часів ділять на двадцять чотири години проміжок часу, потрібний Землі для повного оберту навколо своєї осі.



Що ж таке година? Це певна поділка, що відповідає проміжку часу, за який Земля здійснює двадцять четверту частину свого оберту. Отже, за одну годину Земля робить рівно одну двадцять четверту частину повного оберту. Якщо ми уявимо собі 360 меридіанів, розташованих градус за градусом навколо Землі, то за одну годину перед Сонцем пройде двадцять четверта частина від 360 градусів, тобто 15 градусів.

Коли десь на Землі полудень, годинник міста, віддаленого на 15 градусів східної довготи від цього місця, має показувати першу годину після полудня, а в місці, розташованому на 30 градусів на схід, — другу годину. Ось там ми й могли шукати і знайти полудень о чотирнадцятій годині. Навпаки, годинник міста, що західніше на 15 градусів, має показувати тільки 11 годину ранку, а на годиннику, що на 30 градусів західніше, — десяту годину ранку, і так далі. Можна дуже легко відстежити хід годинника на географічному глобусі, але не всі, на жаль, мають у своєму розпорядженні цю кулю. Тому доведеться замінити її будь-якою іншою кулею, на якій можна позначити дванадцять чи двадцять чотири лінії залежно від величини взятої кулі, розміщуючи їх на однаковій відстані одна від одної, а також дві прилеглі точки, які вказують на розташування обох полюсів.

Кулю, прострому спницею, будемо тримати на деякій відстані від ока перед запаленою лампою так, щоб одна з ліній проходила посередині освітленої півкулі. Світло досягає своєї найбільшої інтенсивності на поверхні кулі саме посередині освітленого простору, по меридіану, що міститься прямо навпроти лампи. Перенісши в уяві це півколо на земний глобус, можна побачити, що країни, розташовані по цій лінії між обома полюсами, проходять перед Сонцем одночасно. Всі вони мають полудень в один і той самий час. Звідси і назва цього півкола — меридіан, тобто середина дня, або полудень. Але в країнах, розташованих західніше чи східніше від певного меридіана, інший час, хоча його і легко визначити. Інакше



кажучи, годинники всіх міст, розташованих на одному і тому самому меридіані, в будь-який момент добового обертання Землі мають бути узгоджені між собою, навіть якщо ці міста віддалені одне від одного на тисячі кілометрів у напрямку з півночі на південь. Ось чому меридіану дають також назву годинного кола.

Навпаки, в двох містах, які лежать на одному і тому самому колі широти, не буде точно однакового часу.

Нью-Йорк міститься приблизно на 75 градусах західної довготи від Парижа. Позначимо розташування великого американського міста на поверхні кулі, де проведено дванадцять півкіл довготи, або меридіанів, ставлячи позначку між другою і третьою лініями ліворуч від паризького меридіана. Якщо накреслити двадцять чотири меридіани на кулі, Нью-Йорк буде на п'ятому півколі ліворуч від Парижа. При цьому мається на увазі, що Північний полюс угорі, як на географічних картах.

Позаяк різниця в 15 градусів довготи на поверхні кулі відповідає різниці в часі на одну годину, то 75 градусів, або п'ять разів по 15 градусів, відповідатиме різниці в п'ять годин. Коли в Парижі полудень, у Нью-Йорку тільки 7 година ранку, і Земля має повертатися ще протягом п'яти годин (точніше, п'яти годин і п'яти хвилин), щоб меридіан знаменитого міста Сполучених Штатів опинився прямо навпроти Сонця.

Депешу, послану Бідаром своєму синові, відправлено з Парижа о дванадцятій тридцять дня, а в Нью-Йорку тоді була тільки сьома година тридцять п'ять хвилин ранку. Доставили її за три години, тобто адресат одержав її близько десятої тридцять п'ять ранку за нью-йоркським часом. Відповідь, надіслану майже відразу, відправлено зі Сполучених Штатів, коли годинник телеграфної контори пробив одинадцятую годину ранку. А в цей час у Парижі годинники показували четверту годину вечора. Проте для більшої одноманітності в годинниках різних націй кожна країна приймає тепер поряд з часом дійсним час умовний, вирахований за поділом земної кулі на 24 годинних дуги,



тобто різниця часу на годинниках різних країн не відповідає точно різниці довготи.

Ми вибрали для цього Париж і Нью-Йорк, але можна взяти будь-які інші міста земної кулі, тільки б між ними була помітна різниця в довготі; в цьому нам допоможе наведена нижче таблиця 1.

Щоб визначити довготу в градусах, слід пригадати таку річ: скільки годин різниці між часом двох країн, стільки ж разів по 15° між меридіанами цих двох місць. Переглядаючи попередню таблицю, можна помітити, що з пересуванням зі сходу на захід годинник відстає, а з пересуванням із заходу на схід — випереджає.

(Умовно, для зручності подорожей годинники різних країн тепер узгоджені в годинних дугах. Європа й Америка розділені просто від години до години. Отже, Центральна Європа відстає на одну годину порівняно із Західною Європою, Східна Європа — на дві години тощо.)

Таблиця 1. Час 26 основних пунктів земної кулі стосовно паризького меридіана (коли в Парижі полудень)

Місце	Точний час	Місце	Точний час
Рим	12 год 40 хв	Алеутські о-ви	0 год 45 хв
Відень	12 год 56 хв	Гонолулу	1 год 20 хв
Санкт-Петербург	1 год 52 хв	Сан-Франциско	3 год 41 хв
Суец	2 год	Мехіко	5 год 14 хв
Тегеран	3 год 16 хв	Новий Орлеан	5 год 50 хв
Бухара	4 год 3 хв	Куба	6 год 21 хв
Делі	5 год	Нью-Йорк	6 год 55 хв
Іркутськ	6 год 47 хв	Квебек	7 год 06 хв
Пекін	7 год 37 хв	Кан-Феравель	7 год 55 хв
Токіо	9 год 09 хв	Антананаріву	11 год
Сідней	9 год 55 хв	Ліссабон	11 год 14 хв
Нумея	10 год 56 хв	Мадрид	11 год 36 хв
Окленд (Нова Зеландія)	11 год 29 хв	Лондон	11 год 51 хв



Оскільки два приклади краще, ніж один, і не варто боятися нових розповідей, які можуть дати дітям зрозуміліше пояснення, я пропоную один анекдот, що відображає різницю в часі.

Два брати мешкали далеко один від одного: старший — у Константинополі, молодший — у Сан-Франциско. За взаємною згодою вони оголосили: хто перший з них помре, залишить увесь свій спадок ще живому братові. Не маючи дітей, вони вирішили також, що останній, хто залишиться живим, розпорядиться на свій розсуд власним майном і майном покійного брата. Старший брат заповів, що в разі смерті молодшого брата він залишить подвійний спадок двоюрідному братові з Парижа, котрого дуже любив. Другий виявив намір зробити своїм спадкоємцем племінника в Лондоні, якщо брат помре раніше за нього.

На початку 1904 р. племінник у Лондоні отримав телеграму з повідомленням, що його дядько у Сан-Франциско помер у суботу 31 грудня 1903 р. о 10-й годині вечора. Смерть раптова — апоплексичний удар.

За кілька днів двоюрідному братові в Парижі повідомили, що його родич у Константинополі помер у неділю, 1 січня 1904 року о 5-й годині ранку.

Дивний збіг, обидва полишили цей світ протягом кількох годин.

Потрібно було з'ясувати стан справ зі спадком. На перший погляд здавалося, що менший брат, який мешкав у Сан-Франциско, помер раніше, бо він відійшов у вічність 31 січня 1903 року, тоді як другий жив ще до 1 січня 1904 року. Отже, спадок молодшого переходить до старшого брата, а потім, по смерті останнього, — до його улюбленця, двоюрідного брата в Парижі. Але племінник у Лондоні протестує, доводячи на суді, що різниця довгот спричиняє неузгодженість годинників.

Різниця довготи між Константинополем і Сан-Франциско трохи більша за 150 градусів, що в часі дає 10 годин і шість хвилин. Тобто коли в Константинополі полудень,



у Сан-Франциско тільки 1 година 54 хвилини ранку. Коли мешканець Константинополя помер у неділю, 1 січня 1904 р., о 5-й годині ранку, в Сан-Франциско в цей момент була 6-та година 54 хвилини вечора суботи 31 грудня 1903 року, і молодший брат у Каліфорнії був, безперечно, живий і навіть здоровий у цей час, оскільки він помер раптово о 10-й годині, тобто на три години пізніше. Отже, він жив довше, ніж його брат у Константинополі, хоча нібито й помер напередодні!

Хоча це явище і здається фантастичним, однак насправді є реальним. З огляду на різницю в часі на земній кулі людина, котра померла на заході Америки 31 грудня, жила трохи довше за іншу, яка відійшла у вічність у Росії, Туреччині тощо 1 січня наступного року.

Двох дітей, що народилися в один і той самий час, але одне дитя — на Сході Європи, а друге — на Заході Америки, не запишуть у книги точно в однаковому віці: євроспеєць виявиться старшим за американця на кілька годин, на день і навіть на рік, якщо ці два народження припали на період між 31 грудня і 1 січня.

§ 22

ВІЧНИЙ ДЕНЬ – ВІЧНА НІЧ

Відмінність у ході годинників різних країн земної кулі має ще й інші наслідки, дуже курйозні. Внаслідок зміни дня та ночі, спричиненої невпинним добовим обертанням Землі перед Сонцем, впливає, що Сонце сходить і заходить завжди в один і той самий час. Коли ми бачимо, що воно зникає в густому тумані вечора, то знаємо, що в цей самий момент інші очі споглядають схід денного світила. Коли б ми не глянули на наш годинник, знаємо, що навколо всієї земної кулі є годинники, стрілки яких перебувають у той самий момент у різних місцях на циферблаті.



Припустимо, що в Парижі годинник показує полудень. Нехай це звичний час для нашого сніданку. Ми сідаємо за стіл. На тридцятому градусі східної довготи (двічі по 15 градусів) уже друга година після полудня. На берегах Нілу післяобідній відпочинок. У Румунії кожен береться за свої справи, а в туркменів і персів на шістдесятому градусі (чотири рази по 15 градусів) четверта година, і там готують вечірню трапезу. В Індії, у гирлі великої ріки Ганг, — шоста година (дев'яностий градус, шість разів по п'ятнадцять градусів). Сонце сідає; його останні промені освітлюють верхів'я високих дерев. У глибині диких лісів ричать звірі з настанням темряви.

Далі, на сто двадцятому градусі, в Пекіні, в Китаї, уже ніч. Восьма година; двомільйонну* столицю, де чоловіки носять довге волосся, заплетене в коси, освітлено тисячами ліхтарів усіх барв. Китайські астрономи на своїх місцях, вони наводять телескопи на зоряне небо. В Японії ще пізніше — в Токіо сплять. У цей же час — чорна ніч над Тихим океаном.

Скрізь у безмежній темряві сигнальні вогні світять кораблям, що плавають у далеких морях. Стерновий не спить; він стежить за розташуванням зір і каже: «Північ!» (сто вісімдесятий градус східної довготи, дванадцять разів по 15 градусів).

У нас, у Парижі, годиники б'ють полудень. Уже подаються страви на обід. Усі розмовляють, сміються, Сонце припікає. Скільки ще подій може статися до ночі!

Коли в нас середина дня, в країнах, розташованих на схід від Франції до 180 градуса східної довготи, вже настав пообідній час, вечір або ніч, а в тих, що на захід від Франції до 180 градуса західної довготи, — тільки ранок чи навіть світанок.

У Лондоні перехожі Вестмінстер-Бриджа дивляться на велетенський циферблат Парламентської вежі. Там за десять хвилин дванадцята.

* Нині в Пекіні майже 22 мільйони мешканців. — Ред.



На берегах Португалії ще тільки 11 година. Серед Атлантичного океану кораблі плавають між Старим і Новим континентами. Для них лише десята година ранку на тридцятому градусі, дев'ята, на сорок п'ятому і так далі. У Південній Америці, а саме в Буенос-Айресі, робітники і крамарі вже за своїми справами: восьма година ранку. У великих містах східного боку Північної Америки починають працювати крамниці: в Нью-Йорку за п'ять хвилин 7 година. Але в Сан-Франциско, в Каліфорнії, ще сплять, щойно початок четвертої ранку (сто двадцятий градус західної довготи). Для жителів західного берега Північної Америки це світанок, а для мешканців Аляски ще ніч.

Отже, день та ніч постійно розділяють поверхню Землі. День з одного боку, ніч — з другого, світло тут, сутінки там. День і ніч чергуються нескінченно.

§ 23

НЕБО ТА ЗЕМЛЯ

Величезні хмари пливуть над нашими головами, і тоді ми кажемо: небо сіре! Помилкове враження! Небо не сіре. Хмари часто мають такий відтінок, але за ними простягається шар повітря блакитної барви, а далі — справжнє безмежне небо, порожнеча глибока, невечерпна, чорна.

Коли кажуть, що небо сіре, це схоже на те, якби водолаз після занурення стверджував: вода озера чи моря, глибину якого він досліджував, чорна тільки тому, що він бачив над своєю головою корпуси кораблів такого самого кольору, котрі плавали на воді.

Усі діти і багато неосвічених дорослих плутають атмосферу, тобто повітряну оболонку, що оточує Землю зусібіч, із безмежним небом з його незліченними світилами.

Часто кажуть про небо як про блакитний небосхил, але це склепіння — уявне. Насправді небосхилу не існує.



Це лише ілюзія, що виникає завдяки повітрю, яке оточує земну кулю. Ми можемо переконатись у цьому вночі, коли атмосфера чиста: небосхил зникає, і крізь прозоре повітря видно чорний простір, бездонний, з далекими зорями.

Повітря, яким дихаємо і в якому бачимо хмари, не наповнює всього простору; це тільки шар певної товщини, однаковий скрізь. За ним немає більш нічого: це порожнеча, похмура та безбарвна.

Справжнє небо не блакитне, а чорне, але атмосфера, освітлена Сонцем, блакитна. Повітря навколо нас не здається нам забарвленим, бо ми бачимо його в малих кількостях, а його блакитний відтінок надто слабкий; але коли ми дивимось ясного дня на окремі пагорби, вони здаються нам блакитнуватими. Це і є колір повітря, що заповнює простір між нами та пагорбами.

Так само вода в малій кількості нам здається безбарвною, хоча велика маса води в озері чи в морі має зеленкуватий відтінок. Уламок скла, якщо дивитися прямо, — безбарвний, а в розрізі скло зеленого кольору.

Атмосфера належить Землі й оточує її, як шкірка мандарина покриває цей плід, хоча, на відміну від шкірки, повітря-оболонка прозора та газоподібна.

Земля — небесне тіло, як і Місяць, і також перебуває в небі, але не завдяки підтримці повітря — його, навпаки, вона носить на собі.

У безмежжі простору Земля посідає зовсім маленьке місце без будь-яких переваг з-поміж безлічі небесних тіл, що населяють нескінченність.

§ 24

НІЧНЕ СВІТИЛО

Сонце зникло за західним горизонтом. Обертаючись, Земля ввела нас у морок, що завжди огортає бік, протилежний до Сонця, і ніч змінила світлий день.



Природа, послідовно занурюючи всі терени Землі в нічну темряву, дає можливість спостережливим і уважним людям без клопотів і зайвих витрат отримати перші відомості з царини астрономії.

Передусім слід зазначити, що не всі ночі однакові, навіть коли атмосфера зовсім чиста. Одні ночі темні, попри незліченні, але далекі зорі, інші більш чи менш освітлені Місяцем. Тому це світило небезпідставно називають нічним.

Продовжуючи роздуми і спостереження природи, ми зосередимо наші зацікавлення на світилі, котре після Сонця привертає найбільшу увагу. Це наш перший крок небом, і тут ми йдемо за розвитком людства в його астрономічних здобутках. Очевидно, найраніше людство звернуло увагу на Сонце, але перш ніж зацікавитися зорями, найдавніші спостерігачі, безперечно, зупинили свої погляди на мінливих видах Місяця.

Вони милувалися Місяцем, під його сяйвом мріяли та складали вірші. Це був мовчазний бог ночі. Ще залишилися давні назви Місяця — Феб і Діана.

Згодом ним заволоділи астрологи, чия наука (псевдонаука. — *Ред.*) не йшла далі дна їхнього розшитого ковпака, вони ж уводили Місяць у свої вигадані комбінації.

Нарешті сучасна астрономія відновила Місяць у його правах, вказавши його справжнє місце серед небесних світил. Хоча ще й тепер йому інколи приписують лихі метеорологічні впливи, до яких Місяць не має жодного стосунку. Не розуміючи причин певних атмосферних явищ, що особливо згубно впливають протягом року на рослинність, землероби та садівники кажуть: «Це вина Місяця», — знаючи наперед, що він не заперечуватиме...

Як би там не було, а це найбільш популярне і знамените небесне світило, і хоча припускають, що навесні під його дією рудіє цвіт абрикос і вишень, що воно зупиняє ріст гороху та зачорнює артишоки, насправді видно, що на Місяць люди не тримають зла.

З усіх світил, поза сумнівом, Місяць найбільше приваблює погляди. Хто не милувався його чудовим сер-



пом, не спостерігав неперервні зміни його вигляду та рух небом? Хто не задивлявся на його широкий круг, менш освітлені частини якого здаються сіруватими, ніби плями, що їх розміщення невиразно нагадує собою людське обличчя?

Той, хто першим поглянув на вечірне небо, був напевно вражений блиском цього прекрасного срібного диска, водночас блідого й осяйного. Його неможливо не бачити, він впадає нам у вічі і змушує думати про небо. Маленькі діти простягають руки до Місяця, дуже його люблять, ніби бажаючи схопити цю таємничу річ, що вражає їхню юну уяву. Всі хочуть добратися до нього, багато хто бажав би туди піти, ніби відчуваючи, що світило, хоч і відокремлене від нас величезним порожнім простором, але належить іще до окілля Землі.

Безперечно, Місяць — найближче до нас небесне тіло. Порівняно з іншими світилами він майже торкається нас. Він син Землі. Мільйони років тому Земля і Місяць становили одну спільну рідку масу*, пізніше, перш ніж земна куля затвердла, Місяць відокремився й утворив окреме світило. Але ці два світи нерозривно пов'язані один з одним.

За астрономічними масштабами від нас недалеко до Місяця. Тридцять земних куль, поставлених упритул в одну лінію, було б достатньо, щоб дістатися до нього, оскільки відстань до нічного світила дорівнює ширині земної кулі, взятій тридцять разів, тобто 384 000 кілометрів.

Швидкий потяг, так званий східний експрес, що йде з Парижа до Нансі 4 години 40 хвилин, до Відня — 22 години 47 хвилин, до Белграда — 34 години 30 хвилин, до Константинополя — 63 години, або 2 дні 15 годин, подолав би відстань від Землі до Місяця за 320 днів — майже за 10 місяців. Звісно, це була би тривала подорож, але багато людей мандрували на кораблі чи залізницею на таку відстань, ніби добиралися до Місяця.

* Сучасна астрономія остаточно ще не з'ясувала природу походження Місяця. — *Ред.*



Якщо долати по сто кілометрів щодня, то за десять років уже буде 365 000 кілометрів, і на одинадцятий рік подорож завершиться. Гарматне ядро, що пролітає кілометр за 2 секунди, здійснило би політ за 19 годин. Телеграма дійшла б до нічного світила майже за 1 секунду, оскільки електрична передача майже миттєва.

Можна пошкодувати, що неможливо реалізувати жодного з цих видів сполучення. Перше, що спадає на думку, — повітроплавання, — непридатне, оскільки повітряні кулі — як птахи: для польоту їм потрібне повітря. Але поза атмосферним шаром, що оточує земну кулю, немає більше повітря, щоб нести аеростат. З другого боку, на досвіді повітроплавання доведено, що вже на висоті кількох тисяч метрів над поверхнею землі людський організм не може більше функціонувати: смерть неминуча. Можна, звичайно, уявити собі, що певну кількість кисню взято з собою не на аеростат, а на апарат, кинутий як снаряд. Це з роману. Та оскільки все в природі суперечить такому проекту, ми не маємо жодної надії будь-коли здійснити туди екскурсію. (Як помилявся Фламмаріон! Людина побувала на поверхні Місяця наприкінці 1960-х — на початку 1970-х років. — *Ред.*)

Єдино можливий на даний момент засіб зв'язку між світами дає нам світло. Швидкість поширення світла відома — 300 000 кілометрів за секунду. Тому промінь, що йде від Місяця, доходить до наших очей трохи більше як за секунду (одна і чверть секунди). Ця швидкість у мільйон разів вища від швидкості звуку, який проходить у повітрі 332 метри за секунду.

Якби простір, що відділяє Землю від Місяця, був цілком заповнений повітрям, то гул від вибуху місячного вулкана, доволі потужного, щоб ми його почули тут, надійшов би до нас не раніше 13 днів і 20 годин після події. Отже, якщо вибух стався під час повного Місяця, коли видно весь місячний диск, то ми побачимо катастрофу в той самий момент, а звук почуємо тільки через 13 днів, за молодика.



У космічному просторі Земля — світило, подібне до Місяця. І Місяць є світилом, подібним до Землі. Він також має форму кулі, але набагато меншої, ніж та, на поверхні якої ми живемо. Місяць та Земля одного походження, відокремлені в просторі, і Місяць також не виділяє світла, як і Земля.

Місяць світиться тільки завдяки Сонцю, джерелу тепла та світла. Він є холодною кулею, темною, що не випромінює іншого світла і блиску, крім одержаного від денного світила. Якби Сонце не освітлювало Місяць, він би був невидимим і ми б не знали про його існування. Але він посилає у простір відбите сонячне світло, і цей відблиск дає нам враження місячного світла.

Явище це легко зрозуміти: коли промінь світла проникає через напіввідчинені віконниці в темряву зачиненої кімнати і потрапляє на темний предмет, на стіну чи навіть просто на аркуш паперу, предмет цей світиться ніби живим світлом.

Щоб дитина зрозуміла, яка різниця між джерелом світла та відбитим світлом, можна показати їй Місяць серед білого дня: тоді він не яскравіший за невеличку білу хмарку, а Сонце — сліпуче.

§ 25

МІНЛИВИЙ ВИГЛЯД МІСЯЦЯ. ФАЗИ

Усупереч своїй назві — нічне світило — Місяць не світить щонаочі. Інколи ви милуєтеся чудовим зоряним небом. Воно таке саме, як і вчора, всі зорі на місцях, а ніч чомусь темніша. Це тому, що не з'явився Місяць! Може, він лише затримався, це звичайне для нього явище. Ви можете зауважити, що це трапляється з ним щовечора. Але, можливо, ви даремно його очікуєте!



Місяць не щонаочі до наших послуг: це маяк з періодичним світінням. Окрім того, навіть з'являючись, він не завжди має однаковий вигляд.

Спочатку, за молодика, тонка смужка схожа на серп, що мерехтить на сході в сутінках і зникає за горизонтом майже відразу після заходу Сонця. День за днем Місяць віддаляється від призахідного Сонця, відхиляється ліворуч на схід, стає щоразу ширшим і блискучішим серпом, заходить дедалі пізніше. Далі це півмісяць, перша чверть, а за сім днів — повний Місяць, що світить цілу ніч і затмарює блиск зір.

Потім його диск зменшується, він пізніше сходить ввечері, піднімається після півночі і за кілька днів не з'являється зовсім.

Ці зміни вигляду відбуваються тому, що Місяць обертається навколо Землі із заходу на схід. Оскільки це куля, то тільки одна половина її поверхні, звернена до Сонця, може освітлюватися ним, інша ж половина залишається темною. Отже, ми бачимо часом освітленою половину поверхні, або тільки її частину, залежно від положення Сонця та Землі.

Це і є причиною місячних фаз. Наочно це демонструє такий дослід.

Скористаймося знову правом створити в кімнаті Сонце, тобто джерело світла.

Запалимо лампу. Збоку візьмімо білу кулю, проткнімо її довгою голкою або якимось стрижнем. Ця куля — Місяць.

Надаймо дитині можливість самій здійснити цей дослід. Вона виконуватиме роль земного спостерігача і стане спочатку перед лампою, тримаючи кулю між вогнем і собою трохи вище від своїх очей.

У такій позиції освітлена півкуля повернута до лампи, а спостерігач бачить тільки темну півкулю. Справді, на Місяці за цих умов неможливо нічого розрізнити, адже ми можемо бачити на небі лише те, що світиться; крім того, коли Місяць у сполученні із Сонцем, тобто перебуває між денним світилом і Землею, він сходить і захо-



дить разом із Сонцем. Цю фазу ми називаємо молодиком.

Обертаючи кулю навколо себе справа наліво і повертаючись поступово, щоб мати її перед очима, юний спостерігач побачить, як почне з'являтися край освітленої півкулі у вигляді тонкого серпика чи вузької смужки світла. Це той серпик, що його видно ввечері, коли заходить Сонце; при цьому опуклість серпа — праворуч, або на захід, ріжки — ліворуч, чи на схід. Якби Місяць з'являвся так завжди, ніколи б ніхто не подумав, що він круглий. Але він рухається і, рухаючись, змінює свій зовнішній вигляд.

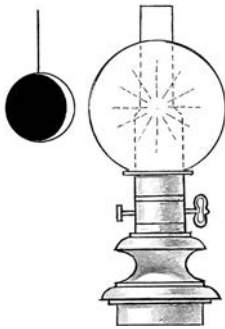
На четвертий чи на п'ятий день протистояння він схожий на скибку дині або частку апельсина, вміщеного перед полум'ям лампи.

Продовжуємо дослід. Після чверті оберту куля розміщена під прямим кутом щодо лампи. В цей час права, освітлена, половина півкулі здається блискучим півкругом. Решта диска, повернута до спостерігача, постійно затемнена. Для Місяця це перша чверть. Він заходить опівночі.

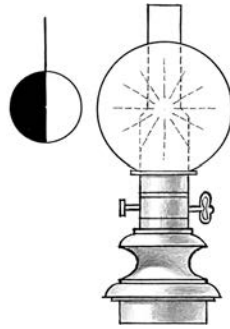
Після повного півоберту куля міститься прямо за лампою, і вся освітлена півкуля має вигляд зовсім круглого та блискучого диска. Так само й Місяць, продовжуючи рух із заходу на схід, дедалі більше відкриває нам свій освітлений бік, аж доки не настане протистояння з Сонцем, коли Місяць буде за Землею стосовно денного світила. Це період повні, і в цей час нічне світило сяє яскравим блиском серед ночі. Місяць сходить з протилежного щодо заходу Сонця боку, світить усю ніч, ллє своє примарне світло на



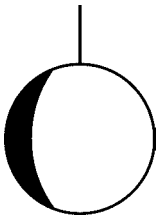
Перше положення. Темна півкуля обернена до спостерігача



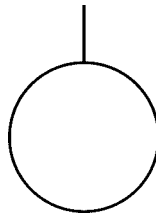
Друге положення. З'являється край освітленої півкулі у вигляді світлого серпа



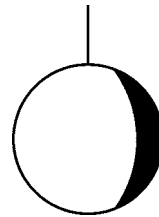
Третє положення. Праворуч видно половину освітленої півкулі



Четверте положення. Фаза, що пере-
дуює першій чверті
та повні



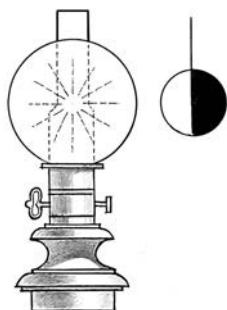
П'яте положення.
Вся півкуля освіт-
лена



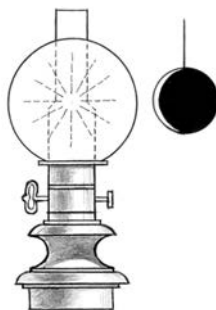
Шосте положення.
Світлий диск змен-
шується в напрям-
ку справа наліво

природу і зникає, коли сходить Сонце. Можна сказати, що денне світило проганяє чи примушує втікати нічне, або навпаки, бо завжди, коли з'являється одне, зникає інше.

Але панування Місяця над мовчазною ніччю тимчасове. Поступово ми бачимо, як світло слабне, і темрява поглинає його диск. Мине ще кілька вечорів, і видно буде тільки половину його освітленої поверхні. Це остання чверть Місяця. Ми відтворюємо цю фазу за допомогою нашої кулі, поставивши її знову під прямим кутом до лампи так, що видно тільки половину півкруга, тепер ліву, повернену до вогню. Поступово освітлений півкруг тане,



Сьоме положення. Ліва половина півкулі освітлена й видима



Восьме положення. Серп ще помітний з лівого боку

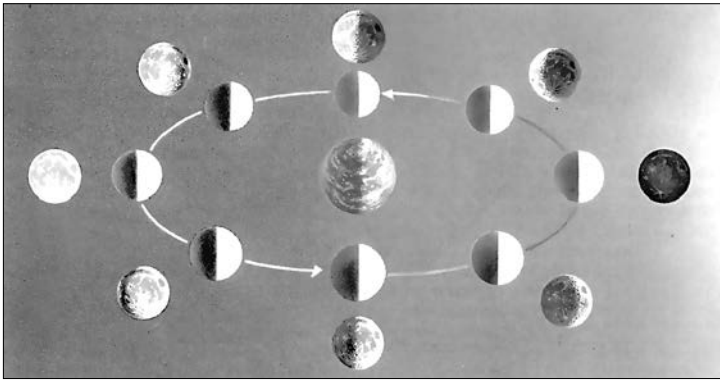
на кулі стає дедалі менше світла. Вранці на сході Місяць видно тільки як світлий серпик, схожий на той, що був за молодика. Але тепер вигин повернутий до сходу Сонця, а ріжки — на захід.

Місяць зробив один оберт свого вічного шляху навколо Землі і, не зупиняючись, починає новий. Цей колоподібний шлях, упродовж якого розвиваються різні фази, триває 29 з половиною днів.

Щоб закінчити дослід, спостерігач поступово проносить кулю між собою та лампою і бачить послідовне зменшення світла на маленькій білій кульці, котру тримає на витягнутій руці. Нарешті, після повного обертур, відбите світло зникає повністю.

Дослід відображає в мініатюрі фази нічного світила і показує, яким чином Місяць обертається навколо Землі. Так само, як дитина тримає кулю на витягнутій руці та обертає її навколо себе, Земля ніби невидимою рукою підтримує Місяць на небі та примушує його обертатися навколо неї.

Наведений нижче малюнок доповнить цей дослід. На ньому в центрі зображено Землю. Навколо неї проведено коло: це шлях, який долає Місяць. Сонця не зображено. Видно тільки його промені, які (праворуч) освітлюють половину Землі та половину Місяця.



Фази Місяця

Отже, Місяць не є, як Сонце, світилом нерухомим, а обертається, очевидно, тільки навколо Землі. Насправді він рухається, блукає небом, сходить і заходить, щодня затримуючись трохи більш як на три чверті години.

Припустимо, що ми дивимося виставу в цирку. В центрі арени — дресирувальник тварин. Мовчки, лише поглядом, приборкувач змушує виконувати різні вправи маленького пуделя, котрий біжить щосили, описуючи навколо господаря велике коло вздовж бар'єра арени.

Ми можемо собі уявити так само і Місяць, що біжить навколо Землі, підкоряючись її могутньому впливові, якого він не може позбутися. Лінія руху Місяця і є місячною орбітою.

На небі, як і на Землі, менші мають коритися більшим, слабші — сильним. Місяць набагато менший від Сонця, ніж Земля. Треба з'єднати вісім-десять однакових таких куль, як Місяць, щоб одержати кулю завважки з наш світ. Отже, Місяць — раб Землі. Земля примушує його летіти в просторі зі швидкістю приблизно 1 кілометр за секунду. Завдяки цьому рухові світило здійснює поблизу нас повний оберт менш як за місяць. А потяг, що рухається зі швидкістю 60 кілометрів за годину, подорожував би до Місяця 4 роки 206 днів 16 годин. Але, крім того, Земля



примушує Місяць наприкінці кожного оберту проходити зайвий відрізок, щоб увійти в протистояння з Сонцем і знову започаткувати серію своїх фаз.

Дослідіть розташування Місяця стосовно Землі: він мчить своєю орбітою, біжить, летить небом, описуючи навколо нас дивовижну криву. Після семи днів від моменту проходження між Сонцем і Землею він промчав уже 615 мільйонів метрів. На чотирнадцятий день подолав 1230 мільйонів метрів. За 27 днів 7 годин 43 хвилини і 11 секунд Місяць повертається до того самого місця своєї орбіти, де був під час попереднього молодика, але сполучення з Сонцем не настає, бо сама Земля пересунулася (далі йтиметься про рух Землі навколо Сонця), і Місяць, що завжди супроводжує її, пішов за нею. Внаслідок руху нашої кулі відбувається зміна перспектив: Сонце, очевидно, відсунулося ліворуч і, щоби пройти знову між Сонцем та нами, Місяць має мчати ще протягом двох днів і п'яти годин, так що сполучення з Сонцем настає тільки наприкінці 29 з половиною днів.

§ 26

ПРО ТЕ, ЩО ВИДНО НА МІСЯЦІ

Спитайте окремо кожного з десяти осіб, що саме вони бачать на Місяці неозброєним оком. Ви отримаєте десять різних відповідей. Кожен бачить по-своєму, і найбільшого — це плід його уяви, а не зображення віддалених предметів, у яких неможливо розгледіти деталі. Одні думають, що бачать там голову людини, інші — жіночу фігуру, деякі — силует тварини тощо.

Справді, що видно на Місяці неозброєним оком?

Під час приросту Місяця — майже нічого; в першій чверті помітно сіруваті ділянки, менш блискучі, ніж решта освітленого півкруга. А коли Місяць повний, тільки



тоді можна помітити плями. У жодній з наступних фаз неможливо побачити їх краще. Розглядаючи ці плями уважно, переконаємося, що вони постійно одні й ті самі за кожного повного Місяця. Це відбувається тому, що протягом усього циклу Місяць повернутий до нас тільки одним боком; а другий бік ніколи не бачать мешканці Землі, він назавжди прихований від них.

Це ще один наслідок переваги нашої планети над сусіднім світом. Коли звертаються до старшого за посадою, вважається ознакою гарного тону не повертатися до нього спиною, а тільки обличчям. Так само поводитьися і Місяць зі своєю повелителькою — Землею. Та від цього страждає наша цікавість, бо ми ніколи не побачимо другу місячну півкулю (космічні апарати дали землянам таку можливість. — *Ред.*).

Але відомий нам бік привертає всю нашу увагу. З давніх-давен, у всі часи відтворювали цей знаменитий бік у вигляді нечіткого начерку людського обличчя. Я теж зобразив на малюнку у великому крузі те, що бачу неозброєним оком, а в малому крузі — те, що зміг уявити: невиразне людське обличчя. У 1900 році я влаштував конкурс малюнків і довів, що різні очі бачать на Місяці несхожі зображення.

Проте на малюнку можна з високою точністю відтворити основні плями, видимі неозброєним оком, і це буде прекрасною вправою для юних учнів. Дайте дитині аркуш паперу, олівець і попросіть її намалювати те, що вона бачить чи їй здається, що бачить. Насамперед вона намалює коло, всередині якого позначить найчіткіші деталі обрисів Місяця. Але потрібно забирати начерк після кожного сеансу, щоб дитина набула звички малювати те, що бачить, а не копіювати свої попередні малюнки. Інакше якщо їй ще колись попросять зобразити Місяць під час першої чверті, вона знову за звичкою наївно зробить начерк повного Місяця.

Найкращий момент для замальовок Місяця — вечірні години до настання ночі, оскільки в нічній темряві



місяцевий диск такий сліпучий, що око не може, не стомлюючись, розглядати деталі.

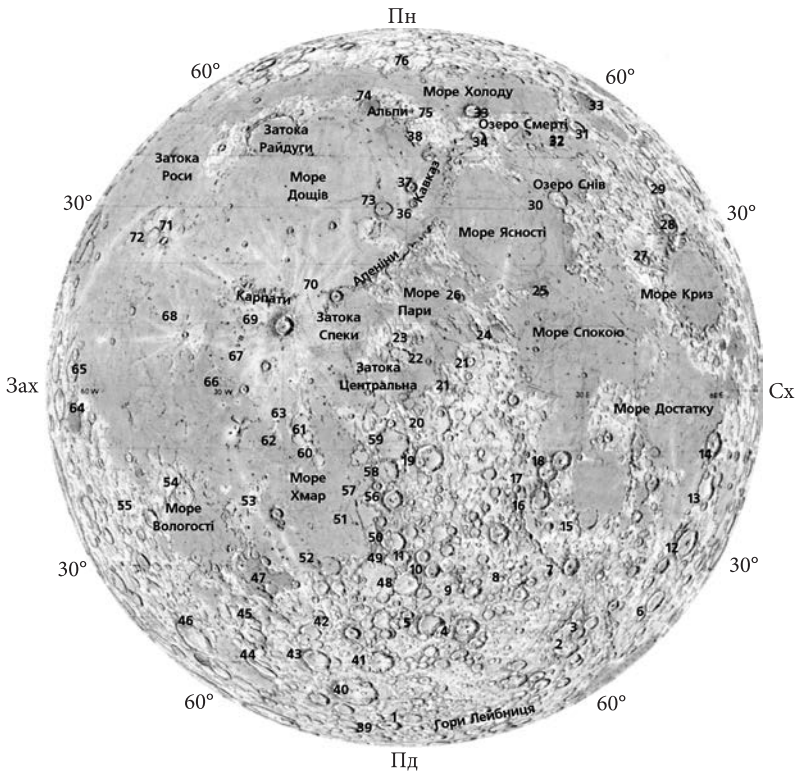
Якщо малюнок хлоп'яти невиразно нагадує людське обличчя, то цим треба скористатися, щоб зазначити, що деталь, схожа для нього на око чи ніс, займає на Місяці велику площу певної ділянки, про яку скажемо нижче. Проте варто додати, що коли розглядати Місяць через оптичний апарат, ця схожість з людським обличчям відразу зникає. Щоби переконати дитину в цьому, слід показати їй нічне світило у театральний бінокль. Це буде її першим приладом для спостережень, першою підзорною трубою.

Юний спостерігач буде вражений зміною вигляду такого милого Місяця! Справді, вже невеликого збільшення достатньо, щоби вигляд цього боку змінився. Місяць не дивиться більше на нас. Не відшукати ані очей, ані носа; видно тільки світлий круг дуже строкатої поверхні, покритий плямами. Поряд з темнішими місцями можна помітити особливо блискучі точки.

Так само, як дитина вправляється, малюючи те, що може бачити неозброєним оком, вона буде «забавлятися», відтворюючи видиме в бінокль. Спочатку в неї буде недолуга мазанина, але за кілька повторів такої «гри» дитина отримає задовільні результати. Взагалі діти любляють псувати папір, тому і це астрономічне малювання буде бажаним, особливо якщо їх до цього не змушувати. Коли учень нарешті зробить доволі схожий малюнок Місяця, видимого в бінокль, запропонуйте йому для порівняння мапу, подану нижче.

Невеличка примітка: географічні мапи Землі дістали свою назву від двох грецьких слів: *gē* — Земля і *grapho* — писати; так само назва мап Місяця — селенографічні — походить від грецьких *selenē* — Місяць і *grapho* — пишу.

Звичайно, малюнок, зроблений під час розглядання Місяця у бінокль, може відтворити тільки головні моря та деякі блискучі цятки, що відповідають найвищим горам, але ці подробиці ми знайдемо на мапі.



Місяць карта (список місячних кратерів та гір)

Перелік місячних кратерів та гір, зображення яких позначено на карті Місяця цифрами

- | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|
| 1. Курцій | 10. Аліацензій | 19. Аль-Баттані |
| 2. Фабриціус | 11. Вернер | 20. Гіппарх |
| 3. Метій | 12. Петавій | 21. Агріпа |
| 4. Мавролік | 13. Венделін | 22. Тріснекер |
| 5. Штефлер | 14. Лангрэн | 23. Гігін |
| 6. Фурнерій | 15. Фракасторо | 24. Юлій Цезар |
| 7. Пікколоміні | 16. Катаріна | 25. Пліній |
| 8. Загут | 17. Кирило | 26. Манлій |
| 9. Гемма-Фризій | 18. Теофіл | 27. Макробій |

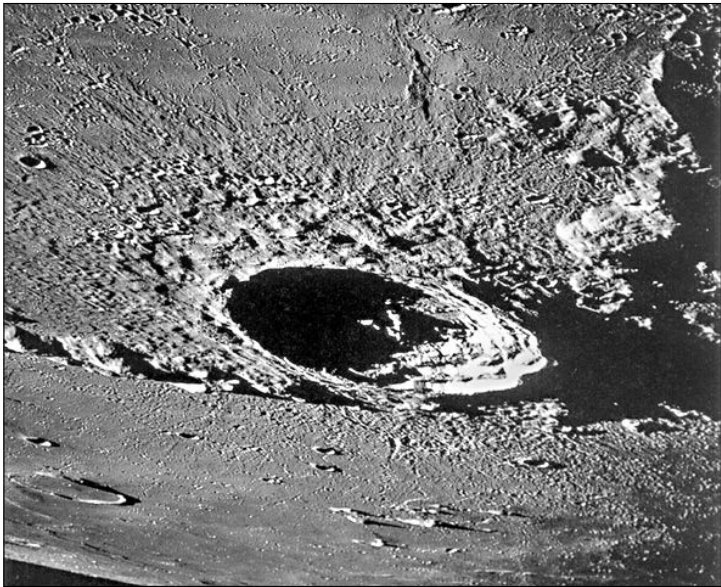


28. Клеомед	44. Шіллер	60. Герике
29. Гемін	45. Хайнцель	61. Паррі
30. Посидоній	46. Шиккард	62. Бонплан
31. Атлас	47. Капуан	63. Фра-Мауро
32. Геркулес	48. Вальтер	64. Грімальді
33. Ендіміон	49. Регіомонтан	65. Гевелій
34. Євдокс	50. Пурбах	66. Лансберг
35. Аристотель	51. Пряма Стіна	67. Рейнхольд
36. Автолік	52. Пігат	68. Кеплер
37. Аристіл	53. Булліальд	69. Коперник
38. Кассіні	54. Гассенді	70. Ератосфен
39. Морет	55. Мерсен	71. Аристарх
40. Клавій	56. Азахель долина	72. Геродот
41. Маджіні	57. Альпетрагій	73. Архімед
42. Тихо	58. Альфонс	74. Платон
43. Лонгомонтан	59. Птолемей	75. Альпійська долина

Крім того, увечері якось випаде нагода спостерігати Місяць через справжню астрономічну трубу, дитина впізнає цю мапу в тому вигляді, як її зображено тут, тобто перевернутою, бо в астрономічних трубах небесні зображення завжди обернені: південь — угорі, а північ — унизу.

Від часу винайдення зорових стекол у XVI столітті помітили, що нічне світило покрите стрімкими горами, які виблискували під променями Сонця. Місця темні та затемнені вказують нам на рівнини; на інших ділянках можна помітити широкі сірі плями, щодо яких припустили, що це моря, бо вони поглинали сонячне світло. У ті часи майже нічого не знали про фізичну будову Місяця і гадали, що він оточений атмосферним шаром, подібним до того, на дні якого ми живемо. Тепер ми знаємо, що «моря» ці безводні, і якщо на Місяці є ще атмосфера, то тільки дуже легка.

Щоби прояснити місячні пейзажі на відомій нам півкулі, вважали за потрібне дати назви різним ділянкам. Насамперед назвали моря. Ці назви пов'язані з гаданими астрологічними впливами Місяця, чим і пояснюється такий сумний і дивний вибір. У цьому сусідньому світі



Кратер на поверхні Місяця

трапляються: Озеро Смерті, Море Криз, Море Ясності, Море Дощів тощо.

Щодо світлих частин і гір, то спочатку мали намір дати їм імена найвідоміших астрономів, та побоювання спричинити невдоволення й заздрощі утримали Гримальді та Річчолі, укладачів перших місячних мап, і вони розважливо вирішили перенести на Місяць назви земних гір. Там знову знаходимо Альпи, Апенніни, Піренеї, Карпати; проте словник гір виявився недостатнім, тому вчені скористалися своїм правом, і ми зустрічаємо на Місяці: Арістотеля, Архімеда, Платона, Гіппарха, Птолемея, Коперника, Кеплера, Ньютона разом з іншими новішими і навіть сучасними знаменитостями.

Висоти всіх місячних гір виміряно з точністю до кількох метрів. Найбільші перевищують 7000 метрів, як гора Дерфель заввишки 7700 метрів.



Гора Тихо — одна з наймальовничіших на Місяці. Перевищуючи Монблан, вона здіймається на 5300 метрів. Там неозброєним оком (зовсім добре — в бінокль) можна розрізнити ніби білу пляму, що світиться яскравіше в нижній частині диска. Під час повні вона сліпуча і далеко на поверхню Місяця кидає свої промені. Так само доходить до нас і сяйво гори Коперника! Та найдивніше у місячних гір те, що вони покриті, тому можна вимірювати і їхню глибину, і висоту. Це великі кільцеподібні насипи з жовто-сірих каменів навколо порожньої середини. Вигляд цих гір для нас такий самий дивний, як і море без води! Справді, місячні гори — це цирки, утворені, безперечно, внаслідок вибуху величезних бульбашок газу, що піднялись із надр місячної кулі. Серед них можна вирізнити також давні кратери вулканів. Колись то були страшні, жахні планетні гармати, як Везувій в Італії. Та, витративши весь свій вибуховий матеріал, вони вгамувалися, спорожніли, і тепер залишилася тільки їхня оболонка.

У бінокль ці пейзажі схожі на губку, що світиться. Але на яку!

§ 27

ПОДОРОЖ НА МІСЯЦЬ

Задовго до того, як люди спробували пізнати різні країни нашої планети, відважний розум учених чи фантазерів намагався взяти приступом небо. Наш сусід, Місяць, який завжди мав дар збуджувати людську цікавість, природно, з прадавніх часів став бажаною ціллю для мандрівників за межі Землі. Оскільки, попри відносну близькість, нічне світило недоступне для нас, ці сміливі спроби здійснювалися на крилах уяви. З цього випливає, що автори таких уявних подорожей у своїх оповідях зобра-



жають місячний світ по-різному, залежно від тогочасних астрономічних знань.

Найдавнішу з відомих нам «подорожей» на Місяць описав Лукіан Самоський¹¹. Герой цієї експедиції плыв з товаришами Атлантичним океаном, коли судно його підхопив тайфун і відніс у простір. Після семи днів і ночей блукань порожнім простором ці небесні мореплавці пристали до круглого острова: то був Місяць. Щойно вони проникли до країни, бажаючи ознайомитись із нею, як були схоплені гіпогрифами — людьми, що сидять на крилатих віслюках особливої породи з трьома головами і безмежними крилами. Над усе вразив мандрівників не так топографічний вигляд Місяця, як здивували кількість його мешканців, їхня різнорідність і звичаї, що так відрізнялися від наших. Прибувши напередодні жакливого битви між мешканцями Місяця та Сонця, вони могли бачити всю місячну армію, що було найцікавішим видовищем. Вони помітили дивних кавалеристів на велетенських птах-ах, укритих травою, інші їхали верхи на величезних бло-хах розміром з дванадцять слонів.

Розповідь мандрівника містить дуже детальний опис місячних військ та ще цікаві пояснення щодо селенітів (мешканців Місяця). Наприклад, коли людина старіє, то не вмирає, а перетворюється на дим. Місячні жителі не їдять, а тільки поглинають випари смажених жаб. Питтям для них є повітря, стиснене у склянці. Більше того, ці дивні істоти могли за бажанням знімати свої очі або користуватися ними, як окулярами, що дуже зручно: загубивши свої, можна позичити окуляри в сусіда. Стосовно вух, то це було листя платана. Багаті носять скляний одяг, решта мешканців — мідний тощо.

Під час цієї уявної подорожі автор нічим не обмежував політ фантазії, цілковито нехтуючи правдоподібністю. Варто зазначити, що в часи Лукіана Самоського, та й у подальші століття, про Місяць не було жодних точних відо-

¹¹ Грецький письменник (120—192 рр. н. е.).



мостей, а незнання наукових істин залишало просторе поле для гіпотез, і цим широко користувалися письменники.

Винайдення астрономічного скла і застосування його в астрономічних спостереженнях з перших років XVII століття (1610—1630) дало новий напрямок небесним подорожам. Здавалося, що оптика не забариться наблизити Місяць на відстань, яка уможливить побачити все, що відбувається на цьому сусідові Землі. Та поступ оптики був надто повільним, особливо на думку людей, яких опосіло нетерпіння завоювати Місяць, поспілкуватися з його мешканцями й відвідати невідомі місця, тому ува знову випередила науку, і «подорожі» на Місяць стають дедалі частішими.

Ми бачимо, як один за одним, зокрема великий Кеплер, пише близько 1619 року свою «подорож уві сні на Місяць»; і англійський єпископ Годвін розповідає 1638 р. про мандрівку на Місяць повітряною каретою, запряженою дикими гусьми; Вілкінс 1640 р. намагався довести, що Місяць є світом, подібним до нашого; згодом Сірано де Бержерак¹² надрукував 1652 р. свою знамениту подорож на Місяць, на якій ми на хвилинку спинимося.

Якось, розповідає письменник, обвішаний великою кількістю склянок, він прогулювався і був піднятий на велику висоту внаслідок їх нагрівання сонячним промінням. Оскільки підняття відбулося не в бажаному для нього напрямку, то він розбив деякі склянки, щоби спуститися на Землю, але Земля повернулася за той час, поки він плавав у просторі, тому мандрівник не втрапив на місце, з якого відлетів, а впав на Канаду, де йому дала прихисток рота вояків.

Він зробив дослід з іншою машиною, але після перших же спроб полетів, перевертаючись, і був змушений змастити тіло бичачими мізками, щоби полегшити біль від ран. Шукаючи наступного дня свою загублену машину, мандрівник знайшов її на майдані Квебека.

¹² Сірано де Бержерак — французький письменник (1619—1655).



Вояки сприйняли її за кістяк летючого дракона і вирішили напхати його феєрверковими ракетами, щоби примусити літати. Побачивши, яка небезпека загрожує його витвору, розгніваний Сірано схопив за руки солдата, що саме запалював вогонь, вирвав у нього гніт і скочив на машину, але тієї ж миті спалахнув вогонь феєрверка, і людина з машиною злетіла на велику висоту... І ось, невдовзі по тому, машина спустилася. Але повітроплавець піднімався далі, бо Місяць, маючи, як він каже, звичку смоктати мозок тварин, так сильно смоктав той мозок, яким він натерся напередодні, що мандрівник швидко наблизився до місячного світу. Нарешті Сірано впав догори дригом; через сильне падіння він не зміг запам'ятати, як усе сталося, а лише зауважив, отямившись, що перебуває під яблуною.

Оговтавшись від перших вражень, він вирушив оглядати країну і за кілька хвилин зустрівся з жителями, яких цікаво змалював. Це, оповідає письменник, велетенські істоти, схожі на тварин, і ходять вони на чотирьох лапах. Порівняно з ними він здавався таким маленьким, що місячні мешканці аж ніяк не хотіли вірити в те, що це справжня людина, і ставилися до нього як до маленької тваринки рідкісної породи; його намагалися дресувати, вчили перекидатися через голову, кривлятися. Дурисвіт, який заволодів прибульцем, тримав його на мотузці, ніби дресированого собаку, примушував стрибати для розваги публіки. Проте молодий селеніт, котрий жив колись на Землі, зацікавився новим прибульцем, став його другом і дав йому можливість ознайомитися з життям на Місяці. Ось що дізнався Сірано.

На Місяці панують дві мови. Перша, якою користуються особи вищої касты, полягає у спілкуванні за допомогою музики. Найважчі питання, найсерйозніші суперечки розв'язуються під час благозвучних концертів. Друга мова, якою послуговуються прості люди, це тремтіння зовнішніх органів: словам «відповідають» особливі рухи пальця, вуха, ока, щоки, тому тіло співроз-



мовників під час бесіди постійно тремтить. Спосіб харчування також відрізняється від нашого. Там не їдять, а задовольняються вдиханням запахів спеціально зготованих страв. Випари, виділені м'ясом під час смаження, збираються у спеціальний посуд, і коли накопичено достатню кількість, їх поступово вивільняють, постачаючи гостеві той запах, який йому потрібен, доки товариство не насититься. Проте, коли якийсь Сірано висловив своєму господареві бажання з'їсти дюжину жайворонків, він побачив, як вони впали до його ніг уже засмаженими. На його здивування мисливець пояснив, що він додав до пороку суміш, яка вбиває, обскубує, смажить і готує праву до дичини.

Мандрівник бачив ще чимало інших дивовижних речей, та це завело б нас надто далеко від астрономії.

Після Сірано де Бержерака мандрівники продовжували відвідувати Місяць на крилах фантазії. Відзначимо оповідання, що його написав декілька років тому англійський романіст Велс¹³. Тут уже не склянки, нагріті Сонцем, несуть мандрівника на небо, не дикі гуси, не корабель, зав'язаний тайфуном. Ми живемо в двадцятому столітті, наука пішла вперед від часів Сірано. Тепер вигадуються засоби пересування, обґрунтовані більш науково. Це ми бачимо в героя Велса.

Г. Кавор, англійський хімік, винаходить суміш, яка має властивість звільняти тіло від дії сили тяжіння. Разом з друзями він будує сталеву кулю, частково покриту цією чудовою речовиною і названу на честь винахідника каворитом. Кавор і його товариш, Бедфорд, зачинаються в цій кулі. Вони змогли поринути в простір, звільнені завдяки цьому ізоляційному матеріалові від тяжіння, яке утримує предмети на Землі, дає вагу всім тілам і змушує їх притягатися до центра нашої планети.

Коли було опущено всі штори каворита, величезна куля відокремилася від Землі і помчала стрілою, але піс-

¹³ «Перші люди на Місяці».



ля того, як мандрівники зняли декілька рам, почало діяти тяжіння близького небесного тіла. Таким чином, увійшовши в зону впливу Місяця, обраного ними за мету подорожі, мандрівники до сходу Сонця опинилися в місячному кратері, вміло розставляючи свої штори із кавориту, що слугували разом кермом, двигуном чи гальмом, залежно від обставин.

З попереднього розділу відомо, що Місяць повернутий до нас завжди одним і тим самим боком. Він обертається навколо своєї осі перед Сонцем за той же час, який він затрачає на оберт навколо Землі. Приблизно протягом місяця всі частини його поверхні повертаються до Сонця і знову покриваються мороком, так що день триває майже 15 земних діб і стільки ж — ніч. Позаяк найточніші дослідження не змогли знайти і сліду атмосфери в цьому світі, то зазвичай вважають, що на Місяці, можливо, існує лише надзвичайно розріджена атмосфера біля поверхні супутника, з чого випливає, що тут немає ні світанків, ні сутінків, ні гри світла, яка виникає завдяки товстій повітряній оболонці Землі. Повітря на Землі до того ж послаблює вдень сонячне проміння, накопичуючи тепло, завдяки чому зменшується різкість переходу від дня до ночі. На поверхні Місяця немає таких умов, і тому вдень там палюча спека, а ночі морозяні. Зазначивши це, продовжимо перервану оповідь.

Потрапивши на Місяць незадовго до сходу Сонця, мандрівники поринули в суцільну темряву, але перегадом проміння світла різко спалахнуло в мороці; то був перший промінь місячного дня. Відразу ж з'явилося Сонце і засяло нестерпним сліпучим світлом. Водночас Кавор і Бедфорд помітили, що легкий туман піднімається з долини; це повітря, яке замерзло і затверділо протягом ночі, випаровуючись удень, утворює легку атмосферу на поверхні. Мандрівники вийшли зі свого боліда і подалися блукати невідомим світом, але йти по цій новій землі їм доводилося дуже обережно, бо тіла їхні важили на поверхні Місяця значно менше, ніж на Землі. Земляни, не-



сподівано ставши надто легкими, за один крок долали відстань у п'ятеро більшу, ніж на нашій планеті.

Цілком зрозуміло, що вони натрапили на речі, незвичайні на їхній погляд і за уявленнями землян. Рослини на Місяці починають проростати з появою Сонця, розвиваються з великою швидкістю і досягають фантастичних розмірів, відтак квітнуть і засихають з настанням довгої ночі, щоб відродитися вже за п'ятнадцять днів.

З тварин вони бачили тільки «місячних телят» величезних розмірів, що сягали 60 метрів завдовжки, — жахливих плазунів, які тягли свою товсту білу шкіру з бурими плямами. Їхня ніжна голова не мала черепа.

Що ж до місячних людей, то вони схожі на великих комах, які пересуваються на низеньких кривих ногах. На великій голові в них немає ні носа, ні виразу обличчя. Це блискуча тверда поверхня з виряченими, як у рака, очима; шия складається з трьох суглобів; руки — як клешні. Ті, котрі стережуть телят, цілковито сховані під щитом з речовини, схожої на мідь. Це — одяг. Їхні шоломи оснащені вістрями, якими вони поколюють норовливих тварин.

Проте невдовзі наших мандрівників захопили в полон селеніти і притягли їх до себе, в надра місячного світу, бо міста тут не височать на поверхні Місяця, а розташовані на великій глибині. Протягом ночі жителі залишаються зачиненими у своїх підземних містах, а коли настає день, вони відсувають величезні рами, що з'єднують їх з поверхнею.

Після довгої неволі в цих дивних проваллях, освітлених фосфоричними джерелами, що поширювали ніжне блакитне світло, двом мандрівникам вдалось утекти. Вирішивши повернутися на Землю, вони подалися врзніобіч, щоб нарізно шукати свій небесний корабель. Бедфорд знайшов його, але Кавор, знову схоплений селенітами, не зміг приєднатися до товариша, котрий сам повернувся на Землю з великим зливком золота, трофеєм своєї експедиції.

Однаке Кавору, якого привели до Великого Місячного начальника, вдалося посилати відомості на Землю за



допомогою електромагнітних хвиль, що були випадково записані спеціальним приладом, побудованим з метою налагодження зв'язку з Марсом.

Усі ці уявні подорожі, більш чи менш цікаві, виявляють в авторів геніальні здібності до спостережень, винахідливості, наукових і філософських суперечок; та годі говорити, що вони нічого не додали до наших знань. Усе відоме нам про Місяць, як і про інші світи, здобуте завдяки телескопічним дослідженням.

§ 28

ГРА В ПІЖМУРКИ. ЗАТЕМНЕННЯ

Це не діти грають у піжмурки. Часом здається, що Сонце та Місяць з участю Землі граються, ніби діти. Хочете дізнатися, що це за гра?

Будь ласка.

Уявіть собі чудовий сонячний день. Небо безхмарне — чисте, жодна хмаринка не зменшує спекотність сонячного проміння; земля залита світлом, і вогні денного світила розповсюджують світлом благодатну радість. Діяльність на Землі досягла найвищого ступеня, люди працюють, діти сміються, птахи співають, усе йде якнайліпше.

Але раптово прекрасна картина змінюється... Денне світло слабне; яскравий сонячний диск поступово зменшується. Перед ним виступає інший диск, чорний, як чорнило, і потроху затуляє його зовсім. Атмосфера набуває блідого червонуватого забарвлення; природа здивовано занурюється у глибоку тишу. Сміх змовкає, птахи зачалися, роботу перервано. На світ насувається неозора хмара смутку. Раптом настає ніч, і на небі спалахують зорі. Здається, ніби в жахливому перевороті Сонце зникло назавжди.



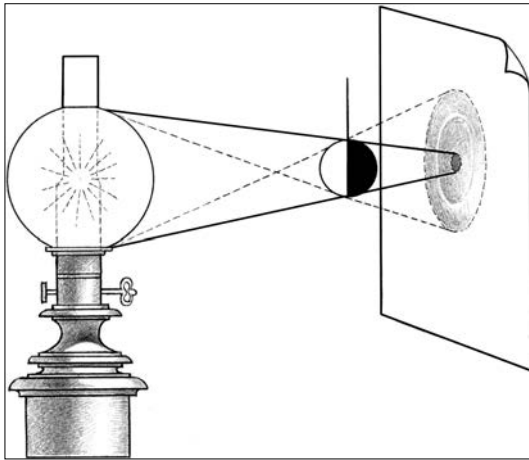
Сонячне затемнення

На щастя, побоювання це нетривале. Денне світило не вмерло. В темряві сяйнув вогняний сніп, сповіщаючи про повернення Сонця, і коли воно знову з'явилося, можна переконатися, що світило не втратило нічого в своїй пишності: виблискує, палахкотить, оживляє землю.

Що ж таке трапилось?

Ми скажемо про це зараз: Місяць — винуватець цієї таємниці. Завдяки йому Сонце зіграло з нами в піжмурки.

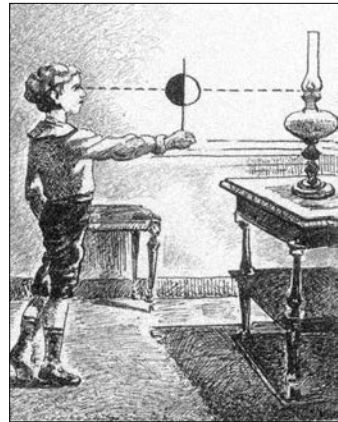
Пояснимо цю гру. Ми можемо це відтворити у зменшеному вигляді з тими пристосуваннями, які мали досі для наших астрономічних дослідів. На столі запалено лампу. Вона відіграє роль Сонця. Куля, закріплена на кінці стержня, доповнює наш матеріал. Знову припустимо, що вона зображає Місяць. Витягнемо руку і примусимо кулю



Тінь від кулі



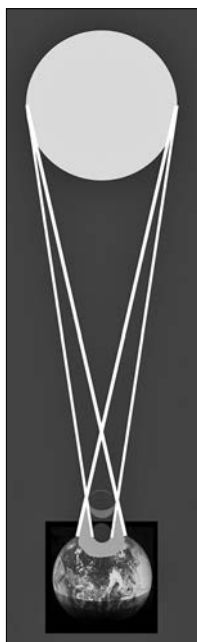
Затемнення Місяця Землею



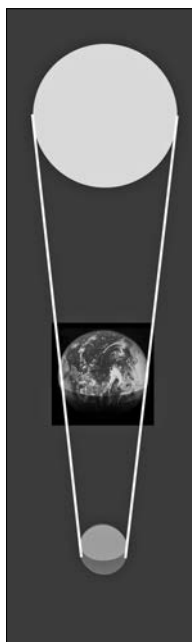
Затемнення Сонця Місяцем

обертатися навколо нас, як ми це робили, щоби спостерігати фази Місяця.

Було б дивним, якби після декількох обертів наша рука зберігала завжди однакове положення; мимоволі ми то підніmemo її вище, то трохи опустимо, так що куля, коли



Сонячне
затемнення



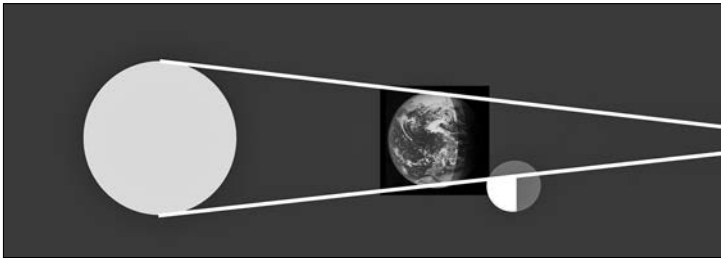
Повне місячне
затемнення



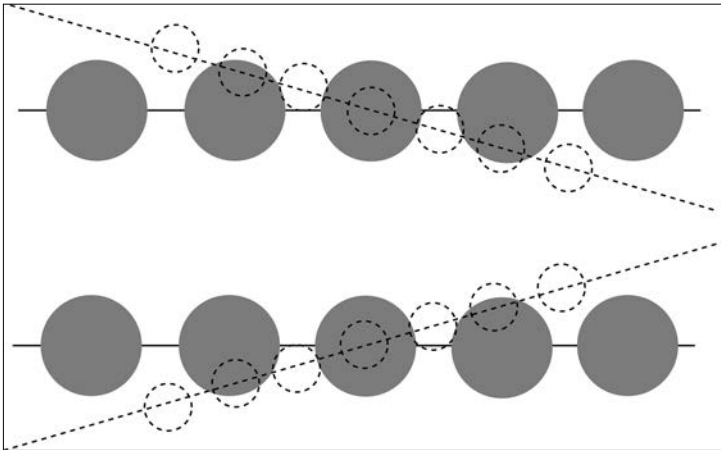
Часткове місячне
затемнення

з'єднати її з лампою, пропливе то дещо вище, то дещо нижче полум'я. Добре. Але коли вона проходить точно перед вогнем, для спостерігача настане затемнення лампи кулею. Це те саме явище, яке відбувається на Землі під час затемнення Сонця Місяцем. А от коли куля протистояти-ме лампі, то якщо ми не піднімо її вище обличчя, вона, у свою чергу, опиниться в затемненні, в тіні, яку відкидає наша голова, як і будь-які непрозорі тіла, що стоять проти світла і затуляють його. У цьому випадку ми маємо справу з подобою затемнення Місяця, який проходить крізь земну тінь. У Всесвіті це явище відбувається так само.

Якби з кожним своїм обертом Місяць, опинившись між Сонцем і Землею, проходив точно перед Сонцем, то ми мали би сонячне затемнення щоразу, коли з'являється



Місяць входить у тінь Землі



Проходження Місяцем земної тіні

молодик. Так само спостерігали б місячні затемнення під час кожної повні, якби вірний супутник довів свою скромність до того, що ховався би щомісяця, занурюючись у тінь, яка тягнеться за Землею як неозорий чорний серпанок. Але зазвичай замість того, щоб розміщуватися точно перед Сонцем, Місяць проходить чи дещо вище, чи дещо нижче, і так само його рух за нами відбувається майже завжди поза конусом земної тіні.

Коли Місяць опиняється перед Сонцем, він затримує світло променистого світила і приховує від нас більшу чи



Сонячне затемнення на Місяці

меншу частину сонячного диска. Затемнення часткове, якщо Місяць закриває тільки частину Сонця, і повне, коли він затуляє все Сонце; може бути й кільце-подібне, якщо сонячний диск повністю оточує місячний.

З другого боку, коли Місяць проходить через тінь Землі, він зовсім не отримує сонячного проміння, і ця втрата ще відчутніша, адже всім своїм світлом він зобов'язаний Сонцю. Якщо весь Місяць занурюється в тінь, затемнен-



ня повне, а коли частина диска залишається освітленою, то затемнення часткове.

Інколи повний Місяць зовсім зникає з неба, але найчастіше сонячне проміння, проникнувши крізь земну атмосферу, надає йому червоного забарвлення.

Це дуже прості, доволі звичні для нас явища природи, оскільки ми знаємо їхні причини. Але колись усе було зовсім інакше! Послухаймо голос минулого.

Збереглися спогади про страх людства, жахіття, які воно відчувало під час затемнень. Від цього страху виникла незліченна кількість легенд, і вони доводять, якою небезпекою є невігластво та забобони.

Стародавні скандинави уявляли собі на небі двох величезних вовків — Монгарма і Фенріса, які постійно переслідували Сонце та Місяць, наче вовки їхніх лісів, що йшли слідом за припізнаними мисливцями. Коли одне зі світил починало згасати, вони гадали, що чудовисько наздогнало його і починає шматувати. Тому, аби змусити вовка втекти, скандинави створювали якомога більше галасу, кричали, вили, били в металеві інструменти.

Багато інших народів поділяли ці вірування; тільки одні уявляли дракона на місці вовка, інші — не менш жахне чудовисько, але щоразу для всіх результат здавався однаковим: затемнюване світило мало бути з'їденим, страченим, і зворушені людські серця побивалися над його жахливим становищем.

Коли відбувалося місячне затемнення, інки просто вважали, що Місяць занедужав, і якщо він помре, то впаде з неба і їх розчавить. Переконані в тому, що собаки прихильні до Місяця, вони тягали їх за вуха, щоб ті жалібно скавучали. Коли бідолашні тварини заповнювали повітря пронизливим виттям, інки відчували себе у безпечі, адже гадали, що він, Місяць, почувши їхні благання, збереться на силі, щоби перемогти біль і воскреснути з колишньою потугою і ясністю. Індіанці з Перу самі благали Місяць, уживаючи найніжніші звертання: «Батеньку Місяцю! Батеньку Місяцю!» — кричали вони.



Історія повниться пам'ятними подіями, на які затемнення справили великий вплив, інколи щасливий, часто — згубний.

Геродот повідомляє, що скіфи, вважаючи, що мають підстави скаржитися на Кіаксара, царя мідійського, помстилися йому, подавши під час свята на стіл, як рідкісну дичину, м'ясо одного з його нащадків, підступно вбитої дитини. Злочинці, які скоїли цей огидний вчинок, втекли до двору лідійського царя, котрий необачно дав їм притулок. Відразу ж було оголошено війну між мідійцями та лідійцями, але повне сонячне затемнення, що настало саме в той момент, коли зійшлися на прю вороги, мало щасливі наслідки, оскільки зброя випала з рук, і вони розважливо повернулися кожен у свій край. Затемнення це відбулось, очевидно, 28 травня 584 р. до нашої ери і було передбачене Фалесом.

Також до нашої ери, 27 серпня 413 року, афінський полководець Нікій готувався до повернення у Грецію, після експедиції на Сицилію. Проте, наляканий місячним затемненням і остерегаючись його несприятливого впливу, він затримався з від'їздом і не зміг забезпечити собі відступ. Це коштувало йому життя. Забобон цей легко зрозуміти, бо тоді люди, що не знали причину сонячного затемнення, не могли збагнути, яким чином повний Місяць міг втратити своє світло і набути зловісного червоного відтінку. Грецьку армію було знищено, і подія ця позначила початок падіння Афін.

Агафокл, цар сиракузький, узятий в облогу карфагенцями в порту цього міста, щасливо врятувався, але другого дня після його втечі настало повне сонячне затемнення (яке відбулося 14 серпня 309 р.), що страшенно налякало його товаришів. Коли вони впали у відчай, Агафокл їм сказав: «Яка різниця між моїм плащем і причиною, що зумовлює сонячне затемнення, крім тієї, що причина цього року просторіша, ніж мій плащ? Хіба ви боїтеся темряви?»

1 березня 1504 року місячне затемнення врятувало Христофора Колумба, якому загрожувала голодна смерть



на Ямайці, де дике і бунтівне населення відмовилося допомагати йому харчами. Знаючи з астрономічних таблиць час настання цього затемнення, він пригрозив караїбам, що відбере у них місячне світло, і дотримав свого слова. Як тільки почалося затемнення, нажахані тубільці впали до ніг Колумба і принесли все, що він вимагав.

У всі часи і в усіх народів можна знайти сліди народних повір'їв, прикмет, пов'язаних із впливом затемнень. У Сполучених Штатах під час повного сонячного затемнення 1878 р. один негр, боячись кінця світу, задушив своїх дружину і дитину; запобігання надто безглузде, якби світ справді мав загинути.

Проте чого не вигадає людська винахідливість! Під час затемнення, яке відбувалось у Наталі* 16 квітня 1874 року, тубільці, котрі набралися хитрощів від спілкування з європейцями, вимагали подвійної платні, стверджуючи, що насправді цієї доби було два робочих дні, розділених ніччю, якою б короткою вона не була. Зі свого боку, власник алмазних копалень у Наталі скликав своїх чорношкірих робітників і оголосив їм, що Сонце помирає, але воно погодиться пожити ще декілька років, якщо подарувати йому великий алмаз. Довірливі негри-шахтарі шукали так старанно, що знайшли коштовний камінь приблизно в 45 каратів; радо принесли його хитрому господареві.

«Гадаю, що цього буде достатньо, — сказав їм той, розглядаючи алмаз, — принаймні, якщо Сонце не дуже, воно швидко вилікується».

Повернімося, однак, до астрономії.

Сонячні та місячні затемнення повторюються кожні вісімнадцять років і одинадцять днів. Отже, достатньо позначити затемнення, які спостерігаються упродовж цього періоду, щоб знати всі затемнення, які стануться в майбутньому і які відбувались у минулому, але їх видно в різних місцях земної кулі, і щоб визначити ці місця, необхідні спеціальні розрахунки.

* Наталі — провінція у Південній Африці. — *Ред.*



Ці великі небесні явища справляють глибоке враження на розум тих, кому пощастило бути їхнім свідком. Незмінна велич небесних рухів вражає спостерігача. З точністю астрономічного розрахунку наш супутник, рухаючись навколо Землі, з'являється на уявній лінії, проведеній від денного світила до нашої планети, і поступово, повільно й точно затуляє його. Потім темна місячна куля, продовжуючи свій правильний рух, відкриває Сонце, і таким чином завершує своє проходження перед ним.

Для будь-якого спостерігача в цьому є подвійний урок філософії, подвійне враження: стосовно величі та могутності неблаганних сил, що керують Всесвітом, і стосовно розумових здібностей людини, цього мислячого атома, який загубився на іншому атомі і який силою свого невеликого розуму пізнав ці закони, що несуть його самого, як і решту світу, у простір і час, у невідомість.

§ 29

МАНДРІВНИКИ МИМОВОЛІ. ЗЕМЛЯ ОБЕРТАЄТЬСЯ НАВКОЛО СОНЦЯ. АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕГОНИ

На початку 1907 р. багато англійських газет розповіли незвичайну історію юнака, котрий замість того, щоби щоранку прокинувшись, ходити, рухатись і, звісно, працювати, оголосив своїй родині, що вирішив більше не рухатись і провести решту відпущених йому днів цілковито нерухомим. З цими словами він ліг у ліжку і, попри вмовляння рідні, незручності та застосовані до нього покарання, вперто дотримував свого впродовж чотирнадцяти років. Можливо, він би так ніколи і не підвівся, якби непередбачена обставина не вивела юнака із заціпеніння. Його мати і сестра самовіддано доглядали за ним, як за малою



дитиною, попри те, що йому сягло вже за тридцять років, але якось одночасно вони злягли від тяжкої хвороби. Становище лежачого чоловіка стало критичним; голод виснажував його, нікому було дати поїсти, і він постав перед вибором — перемогти свою бездіяльність чи померти!

Під тиском інстинкту самозбереження чоловік якось устав із ліжка і знову опинився у вертикальному положенні. Але він не зміг встояти на ногах, занадто кволик, щоб тримати тіло чи зробити бодай два кроки, оскільки зовсім забув мистецтво ходіння.

Безперечно, ця дивна особа боялася подорожей; ніколи не мріяв він про мандрівку на Місяць або хоча б навколо світу. Та що я кажу! Він, мабуть, ніколи не їздив і потягом. Над усе любив він нерухомість, і можу заприсягтися, що чоловік цей не витримав би вигляду автомобіля, що мчить, як ураган, курним шляхом.

Чудово, та все ж мимохіть, навіть не здогадуючись, істота ця, прикута до свого ліжка, як молюск до скелі, подорожувала...

Так, він подорожував, і не тільки вдень, а й уночі, безупинно. Минали місяці, збігали роки за роками, а він усе мандрував, залишаючи за собою мільйони і мільйони кілометрів. До того дня, як він піднявся, пробувши чотирнадцять років у ліжку, чоловік, не відаючи те, промчав понад тринадцять мільярдів (тринадцять разів тисячу мільйонів) кілометрів.

У наведеному анекдоті, можливо, саме ця подробиця, на думку багатьох, найоригінальніша. Не думаючи про це, ми робимо те саме. Ми подорожуємо, невпинно мчимо небом у найдосконалішій з автомобільних карет, якій надає рух набагато потужніша сила, ніж пара чи електрика. Автомобіль цей, що б'є всі рекорди, — Земля, яка мчить у нескінченність зі швидкістю 2 563 000 кілометрів за день, або 106 800 кілометрів за годину, 1 780 кілометрів за хвилину, 30 кілометрів за секунду, і описує навколо Сонця велику криву, яку проходить протягом року — за 365 днів. Швидкість її приблизно в 1100 разів більша від швидкості



потяга, що долає близько 100 кілометрів за годину. Оскільки такий потяг рухається в 1100 разів швидше, ніж черепаха, то якщо можна було б кинути його в гонитву за Землею у просторі, то це рівноцінно тому, щоби примусити черепаху наздоганяти потяг-експрес.

Та найдивніше те, що гори, океани, міста, тварини, птахи в повітрі, змії-плазуни, риба в морі, найбідніші з людей і найбагатші, каліки та здоровані, діти у возиках та німі старенькі — всі без винятку, поза бажанням, стоячи чи сидячи, уві сні чи наяву — все, що існує на Землі, бере участь у цьому запаморочливому русі в безмежність. Рухаючись на кулі разом з усім довкіллям, ми не здатні відчувати цього руху, і переконатись у ньому можемо тільки за допомогою спостереження незалежних від нього зір.

Якщо ми уважно спостерігатимемо зоряне небо в різні пори року і завжди приблизно в той самий час, то помітимо, що це не ті самі зорі. Ту групу зір, яка вразила нас своїм блиском і яку ми на початку ночі бачимо на сході, за кілька тижнів побачимо високо на небі, хоча час той самий. Потім їх видно на початку ночі на заході, а далі вони зовсім зникають. Але в той самий час інші зорі піднімаються на сході, з'являються щовечора все вище на небі, але впродовж певного часу і вони біжать на захід.

Проте, як завершиться рік, зорі знову постають перед нашими очима в тому ж порядку, як і торік; послідовно повторюється та сама картина неба, ніби все небо повністю повертається навколо нас за 365 днів, періодично висуваючи в поле зору нашої обсерваторії ті самі зорі. Насправді рухається і обертається навколо Сонця впродовж року Земля. Цей рух зумовлює позірне переміщення на небі. Те саме відбувається з нами на Землі, коли ми йдемо. Якщо ми, наприклад, гуляємо навколо ставка, то послідовно бачимо всі деталі прилеглої місцевості. Припустимо, що ми в Парижі і йдемо довкруг Люксембурзького озера. Коли Сенат — праворуч від нас, озеро — ліворуч, перед нами майданчик, засаджений високими каштанами,



який веде на вулицю Люксембург, а трохи праворуч — бані церкви Сан-Сюлпіс.

У міру того, як ми прямуємо вперед довкола озера, ці бані зникають позаду нас, майданчик уже праворуч від нас, і ми бачимо вдалині обсерваторію. За хвилину, в свою чергу, зникає цей майданчик, і перед нашими очима постає інший майдан, який веде на вулицю Медесин з куполом Пантеону. Тепер обсерваторія праворуч від нас, але швидко вона зникне з нашого поля зору. Нарешті, після повного кола біля басейну, Пантеон уже за нами, Сенат спершу буде перед нами, а потім — праворуч від нас. Почавши другий обхід навколо, ми послідовно будемо бачити ті самі краєвиди. Зазначимо, що, йдучи окружним шляхом, ми не зможемо охопити одним поглядом Сенат, Пантеон, обсерваторію, бані Сан-Сюлпіса і два майданчики Люксембурзького саду¹⁴.

Під час колового річного шляху Землі навколо Сонця те саме відбувається з нами стосовно зір. У міру того, як наша куля рухається, описуючи криву, ми відкриваємо нові зорі, а ті, що бачили досі, очевидно, пливають на захід, тобто за нами щодо напрямку руху Землі. Різні зоряні ділянки послідовно проходять перед нами, і за рік, після завершення повного оберту, перед нашими очима постає та сама картина.

Ми живемо в повній ілюзії: перебуваємо на кулі, яка здається нам пласкою; вона рухається, але позірно нерухома; ми оточені зорями, які, мабуть, рухаються, хоча насправді пересувається наше житло.

Ми постійно в русі, і можна сказати, що Земля справді перебуває у рівновазі й водночас є найшвидшим автобусом. Ця назва, безперечно, пасує їй, адже вона всіх перевозить! Сто шість тисяч кілометрів за годину, не забуваймо цього. І за такої швидкості ні поштовхів, ні ударів. Без зупинки та відпочинку біжить вона в цілковитій тиші неба.

¹⁴ В кожній місцевості можна легко вигадати такий приклад.



§ 30

КЛІМАТ І ПОРИ РОКУ

Після розповіді про фантастичну швидкохідність нашого небесного автомобіля — Землі було б цікаво простежити за нею подумки в її річній подорожі навколо денного світила.

Ми охоче витратимо ще й мандарин, щоб зобразити цей рух за звичайних умов наших астрономічних картин перед лампою, випадковим Сонцем, яке вельми скромно виконує свою грандіозну роль.

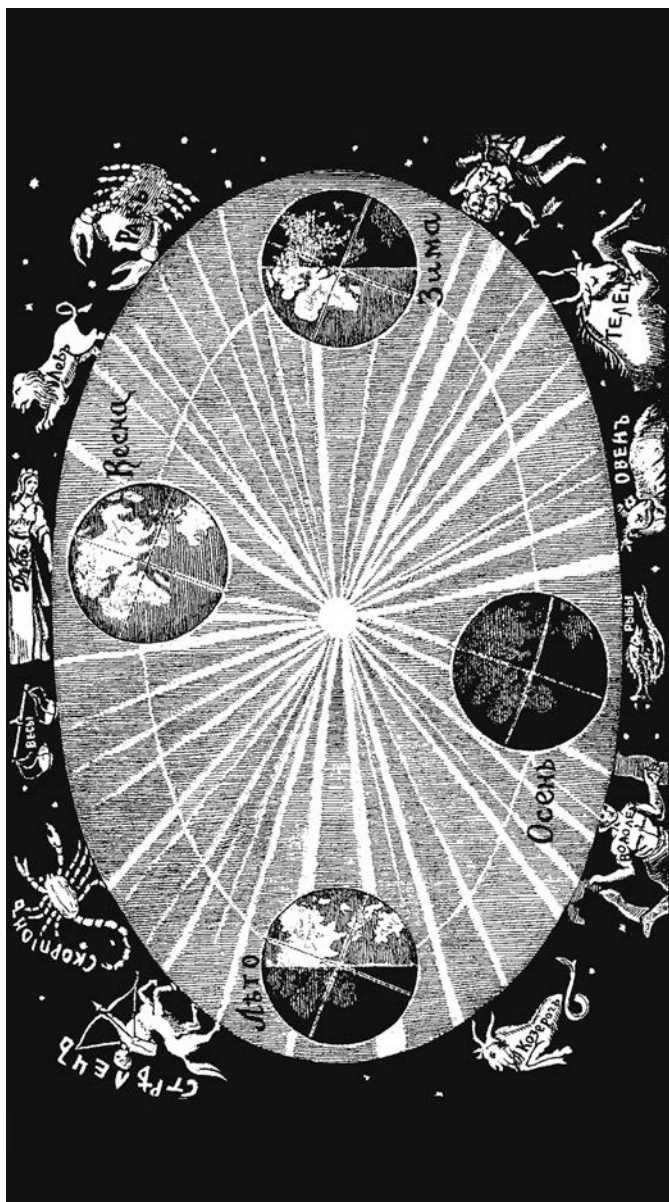
Але наш дослід ускладнюється, оскільки під час своєї прогулянки навколо джерела тепла і світла наша куля виконує щодобові піруети, про які ми вже знаємо, тобто щодобове обертання. Таке зробив би клоун, описуючи в цирку коло і перевертаючись стільки разів, скільки потрібно, щоб досягти точки відправлення, описавши велике коло на арені.

У природі цей подвійний рух дивовижно врегульований: піруети тривають 24 години, або одну добу, а прогулянка навколо Сонця — 365 днів, або один рік. Механізм чудовий.

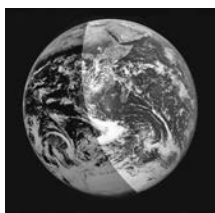
Перед нами постає й інша проблема: коли ми тримаємо проколотий мандарин за спицю, що зображає вісь Землі, то його можна тримати вертикально, горизонтально або ж більш-менш нахилено. Це останнє положення якраз точно відповідає дійсності: уявна вісь Землі нахилена, і цей нахил залишається таким від початку року й до його кінця.

Земля певною мірою подібна до бігуна, який, швидко рухаючись, нахиляє вперед голову і корпус до дороги. Але замість того, щоб нахилитися до дороги вперед, вона нахилена вбік...

Розглянувши уважно наш малюнок, можна дістати повне уявлення про цей річний рух Землі. Ми бачимо тут чотири кола, розміщені вздовж кривої лінії, яка не є пра-



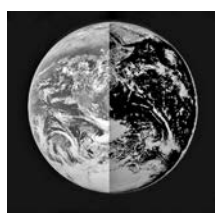
Пори року та знаки Зодіаку



Земна куля в червні



Земна куля в грудні



Земна куля у вересні

вильним колом. Справді, земна орбіта, чи, якщо хочете, шлях, який Земля проходить упродовж року, за 12 місяців, або 365 днів, не є правильним колом — це еліпс¹⁵. Сонце розміщене в центрі, точніше, в одному з фокусів еліпса.

Ці чотири круги відображають вигляд Землі протягом дванадцяти місяців року, і ми помічаємо, що наша куля не завжди однаково повернена до Сонця. У червні, як видно з малюнка, Північний полюс сильно нахилений у бік денного світила. Але вісь нашої кулі завжди зберігає однаковий нахил, тому за шість місяців, у грудні, до Сонця повернеться Південний полюс.

Від цієї зміни положення полюсів виникають пори року і відмінності щодо тривалості дня і ночі в країнах, де людям випадає жити.

Це простіше зрозуміти, розглянувши малюнок, наведений на цій сторінці. Вони показують положення нашої кулі в червні, вересні та грудні. Це три з кругів попереднього малюнка в збільшеному вигляді. В червні Земля нахиляє до гарячого Сонця свій Північний полюс. Уся Північна півкуля отримує більше сонячного проміння і, відповідно, більше нагрівається. Проте ділянка поширення тіні та світла неоднакова: перша займає ділянку другого, і коло, що їх обмежує, не перетинає полюс. Освітлений простір більший у нашій Північній півкулі. Ось у чому можна переконалися з першого ж погляду.

¹⁵ Див.: «Основи математики» Лезана, § 59.



Легко можна впізнати Францію, перетяту, як і Європа, 50-м колом широти. Оскільки Земля обертається за 24 години, то країна наша послідовно переходить у темряву і в освітлений простір, але в цей час більшу частину свого оберту вона виконує на світлі. У нас, відповідно, найтриваліші дні та найкоротші ночі. Протягом дня ґрунт і повітря накопичують сонячне тепло, нагріваються. Навпаки, впродовж ночі вони втрачають певну кількість свого запасу тепла та охолоджуються. Але коли дні довгі, а ночі короткі, надходження перевищує втрати. Це літо, спекотна пора для нас і для всіх країн Північної півкулі. Крім того, в цю пору року Сонце піднімається найвище на небі опівдні, і тоді його промені найпалючіші, бо вони падають майже перпендикулярно.

До речі, водночас протилежне явище відбувається на другій півкулі. На цьому ж малюнку внизу великого африканського континенту ми бачимо точку, що відповідає мису Доброї Надії. Ділянка ця здійснює щоденний поворот, значна частина якого проходить у тіні: це період коротких днів і довгих ночей; ґрунт і повітря не встигають накопичити сонячного тепла, якого ще обмаль, оскільки сонячне проміння падає з більшим нахилом і дає менше тепла. Коли в нас літо, в мешканців цієї країни зима. У нас розпускаються квіти, дозрівають плоди, пшениця простягає своє золоте колосся до спекотного Сонця, а на протилежному кінці планети земляни тремтять від холоду, села заметені снігом, усе похмуре і застигле.

Але за шість місяців усе змінюється. Південний полюс схиляє до Сонця свої вічні сніги, і всі країни Південної півкулі нагріваються під час довгих літніх днів біля сонячного вогнища, тоді як ніч покриває Північний полюс і володарює над Північною півкулею. Тепер уже ми маємо короткі та холодні дні, паморозь і зимове зледеніння. Здається, що природа у відчаї. Пейзаж настільки не схожий на літній, що ми начебто потрапили в інший світ. Багато птахів відлітають у південні краї, ніби доганяючи Сонце. Щасливі крилаті створіння! Ми ж мусимо стійко



зносити суворі зимові дні. На наших озерах катаються на ковзанах, діти влаштовують відчайдушні битви у сніжки. А в цей час трансильванські бури витирають спітнілі обличчя, скаржаться на спеку, на занадто високу січневу температуру! Тут, у нас, тремтять від холоду, тоді як там потерпають від виснажливої спеки.

Коли коло, що обмежує темряву та світло, проходить точно через обидва полюси, розділяючи Землю на дві рівні половини, і денне світило сяє прямо над екватором, — у нас весна, прекрасна пора року, здається, що природа воскресає після зимового заціпеніння. Заселяються гнізда, ліси вкриваються зеленню, фіалки наповнюють пахощами наші садки. Радість супроводжує повернення чудесних днів.

Наш автобус влаштовано так добре, його рух настільки правильний, Земля так точно йде своїм шляхом, що завжди сягає у визначені дати різних частин своєї орбіти, які відзначають зміну пори року.

Дослідимо наслідки цього руху, починаючи з 22 березня. Оскільки ніщо на Землі не виявляє її руху, то ми доходимо висновку про це за відповідним переміщенням Сонця. Спостерігаючи його щоденно, починаючи від цієї дати, можна помітити, що з кожним днем воно піднімається на небі трохи вище, ніж напередодні; водночас збільшується тривалість світлового дня. Це відбувається аж до 21 червня.

На цю дату Сонце припиняє своє сходження. Настає літнє сонцестояння. Сонячне проміння падає на нас майже прямовисно, і для всієї Північної півкулі це найдовший день у році. Але наступного дня Сонце опівдні досягає меншої висоти, і відтоді з кожним днем воно піднімається не так високо, як напередодні, зменшується для нас і тривалість світлового дня. У всьому світі день дорівнює ночі 21 вересня. Це осіннє рівнодення.

Проте вже 22 вересня Сонце, очевидно, стане на ще меншу висоту, і впродовж приблизно трьох місяців воно й далі щодня піднімається нижче. Дні стають дедалі коротшими, і коли Земля займає положення, точно проти-



лежне літньому сонцестоянню, настає сонцестояння зимове. Це 21 грудня, період найкоротших днів у році. Але з наступного дня Сонце почне підніматися вище, ніж напередодні. Потроху світає раніше і ввечері сутеніє пізніше, за рахунок ночі дні довшають. Під час весняного рівнодення 21 березня тривалість дня і ночі однакова для всієї Землі; 22 березня день стає дещо довшим за ніч, і так аж до 21 червня.

Усе, що ми спостерігаємо на нашій півкулі, відбувається відповідно за таких умов і на другій, але з різницею в шість місяців.

Отже, тривалість дня змінюється згідно з порою року, але разом з тим — відповідно до широти країни. На екваторі дні та ночі завжди тривають дванадцять годин. У міру пересування від екватора до полюсів поступово збільшується різниця щодо тривалості сонячного освітлення в найдовший і найкоротший дні.

У Парижі 21 червня реєструють приблизно 16 годин сонячного світла (з четвертої ранку до восьмої вечора); через шість місяців, 21 грудня, день триває не більше восьми годин (з восьмої ранку до четвертої вечора).

Ще більше наближаючись до полярних країн, на північ Росії, Норвегії тощо, Сонце під час літнього сонцестояння не заходить зовсім і опівночі проходить над горизонтом. Це північне Сонце приваблює багатьох мешканців південніших країн, котрим було б цікаво читати свою газету при світлі незгасної небесної лампи. Але під час зимового сонцестояння, навпаки, Сонце тут не з'являється взагалі.

Від цих країн до полюса Сонце не заходить чи не сходить цілими днями: наприклад, ескімоси Гренландії, на північ від Америки, щороку зовсім не бачать його декілька місяців. Протягом довгої сумної ночі ці пасинки природи ховаються у своїх жалюгідних юртах, разом чоловіки, жінки та діти, як тварини в печерах. Одні без одягу, інші покриті шкурами ведмедів і голубих лисиць. У них немає ні ліжок, ні стільців, ні дров для опалення. Тільки



гніт, умочений у жир тюленя, горить у кутку цього сумного прихистку; це разом і Сонце, і лампа, і піч цих нещасних істот. Так проживають вони тяжку ніч морозної зими, в тісній хижі під покривалом злежаного снігу, а їхніми сусідами є ведмеді й тюлені. Останні, проте, приносять їм велику користь. Справді, м'ясо тюленя постачає ескімосові їжу впродовж значної частини року, шкура йде на одяг, а жир — на освітлення.

Земля обертається, але Сонце не сходить над замерзлими морями. Минають цілі місяці. Нарешті після довгого чекання знову з'являється променисте світило. З кожним днем воно дедалі довше залишається над обрієм, потім, коли настає літо, не сідає зовсім. Протягом 65 днів поспіль ескімоси бачать, як воно рухається небом, зовсім не ховаючись за обрій. Сонце світить опівночі так, як і опівдні. День збігає за днем, і об одинадцятій вечора можна так само стріляти дичину, як і о десятій ранку. Немає більше ні світанку, ні ранку, ні сутінок. Це день, що здається вічним. Ескімоси користуються цим і, щоби припасти вдосталь продуктів, займаються мисливством, пам'ятаючи про майбутнє ув'язнення довгою зимою.

Звісно, що в усіх країнах, розташованих на тій самій широті (70°), що і Гренландія, так само багато місяців панує зимова ніч, і там також протягом 65 днів сонячне освітлення не змінюється — Сонце не сходить, не сідає, а постійно перебуває на небі.

Ще більше наблизившись до полюса, наприклад, на острові Шпіцберген (78° північної широти), який також часто відвідують європейці та американці, побачимо, що Сонце взимку ще довше не з'являється на небокраї, а потім світить поспіль 134 дні, даючи слабке тепло крижаній країні та спонукаючи зеленіти хирляві карликові ліси, в яких найбільші дерева сягають лише кількох сантиметрів заввишки. Дереву ці дивні для нас порівняно з дубами, каштанами, тополями наших помірних країн, і мандрівники, втомлені довгим подорожуванням, не можуть і мріяти відпочити в затінку цих дерев. Варто, проте, зауважи-



ти, що в цих негостинних країнах нечасто шукають затінку, а нечисленні промисловці, котрі зимують там, надто щасливі, вийшовши після затьожної зимової ночі тривалістю декілька місяців, і прагнуть, звісно, радше Сонця, ніж тіні, упродовж дня, що триває 3216 годин.

Нарешті, на самих полюсах рік ділиться на довгий день, близько семи місяців, і довгу ніч, приблизно п'ять місяців, яка освітлюється тільки зорями, Місяцем і блідим північним сяйвом. День триває понад шість місяців завдяки проміжним сутінкам, зумовленим розсіянням сонячного світла атмосферою.

Ця різниця в тривалості дня та ночі згідно з положенням Землі щодо Сонця зумовила поділ земної кулі на численні пояси, які мають різний клімат:

1) тропічний пояс, розташований по обидва боки екватора; це найспекотніший край. Він обмежений колами тропіків;

2) помірні пояси, де Сонце заходить щодня;

3) полярні пояси, розташовані навколо полюсів, де Сонце залишається постійно над горизонтом або під ним протягом багатьох днів чи навіть місяців; пояси ці обмежені полярними колами.

Розміри таких поясів доволі різні: два помірних пояси, найпридатніші для життя людини та розвитку культури, охоплюють понад половину земної поверхні; полярні країни, що їх умовно називають незаселеними, утворюють невелику ділянку.

§ 31

ТРОЄ ДРУЗІВ НА НЕБІ

Земля, здійснюючи свій річний оберт навколо Сонця, щорічно «перекидається» 365 разів, або робить стільки ж піруетів, якщо це здається доречнішим висловом для кулі, на якій ми живемо. Вона обертається, крутиться, і



ми разом з нею, хоча й не відчуваємо жодних струсів і навіть не помічаємо цього.

Проте ми не можемо ставитися байдуже до руху великої кулі в безмежному небі. Оскільки Земля рухається, то можна спитати себе, що трапилося б з нами, якби вона раптово зупинилася? Безперечно, ми провели би божевільні чверть години; та що я кажу! Секунду, тому що настала би швидка смерть. Миттєво загинуло б усе живе на Землі, бо обертальний і поступальний рух нашої планети перейшов би в теплоту, і вся куля перетворилася б на пару. На щастя, нам нема чого боятися такого сюрпризу з боку нашого світу. Земля припинить обертатися того дня, коли згасне Сонце; сама вона задовго до цього перестане жити, а людство випередить її на цьому останньому шляху.

Ні, Земля не припинить обертатися, доки живе добре Сонце. Зрозуміло, без нього нічого не було б. Але воно існує! Воно тримає Землю ніби на витягнутій невидимій руці, підтримуючи її на небі, оживляє, нагріває і підбадьорює своїм яскравим промінням. Якщо Земля ніколи не сходить зі своєї орбіти, то це тому, що її утримує, ніби на мотузці, тяжіння Сонця. Слухняно вона підкоряється наказам денного світила, натомість отримує потрібне для життя світло й тепло.

Між Сонцем і Землею відбувається неперервний обмін, масштаби якого ми ще не в змозі оцінити. З цього процесу не випадає й Місяць. Сонце, Земля та Місяць утворюють, так би мовити, групу нерозлучних друзів.

Ми бачили, як Земля керує Місяцем, змушуючи його обертатися навколо нас і тягнучи за собою у своїй річній подорожі довкола головного начальника — Сонця. Відтоді, як Місяць існує, він супроводжує нашу велику кулю в її небесних мандрівках, через що й дістав назву супутника Землі. То він іде за Землею, то випереджає її, ніби дитина, що грається під час прогулянки, бігаючи навколо матері, котра прямує весь час рівним кроком.



Сонце, Земля та Місяць — ось трое для нас нерозривних імен, які утворюють доволі дружну групу. Даремно ми намагаємося ставитися до цього байдуже, природа примушує нас думати про це. Постійно ми дивуємося силі впливу Сонця на земні явища, на життя істот Землі — від найслабших до найдужчих.

Вплив Місяця ми бачимо в припливах, оскільки він щоденно, майже двічі за двадцять чотири години, піднімає морські води вгору, спричинюючи приплив, за яким настає відплив, вічний хвилеподібний рух бурунів з пінистими гребенями; до Місяця летять жалібні пісні хвиль, що беруть приступом берег. Без нього океан був би позбавлений цих періодичних коливань, і в ньому не було б іншого руху, крім течій, зумовлених вітром.

Отже, світила впливають одне на одне. Сонце примушує обертатися навколо себе Землю, а Земля обертає навколо себе Місяць. Ніколи друзі не були тісніше пов'язані, ніж ці трое, ніколи не існувало гармонійнішого поєднання.

Ми могли би помітити, що рух Місяця навколо Землі відбувається навколо спільного центра тяжіння обох світил, і наша планета рухається у просторі швидше чи повільніше, залежно від того, попереду чи позаду перебуває Місяць. Так само відчувається і вплив інших планет, тому наша рухома куля є об'єктом дії дванадцяти різних рухів. Ми частково пояснили два головних: добове обертання та річний рух навколо Сонця. Решта рухів — це пертурбації (порушення, збурення), що мають менш помітний вплив.

Зорі — то не тільки прості прикраси на небі. Кожна з них виконує свою роль. Земля та Місяць мусять іти в ногу до спільної долі в сяйві Сонця.

Проте вже час залишити Землю, Сонце та Місяць і полетіти у відкрите небо.



§ 32

СУЗІР'Я. ДАВНІ ЛЕГЕНДИ ПРО НЕБО. ЗОДІАК. НЕБЕСНИЙ ЗВІРИНЕЦЬ

Ми бачили, як Сонце проходило нашим небом у ясному сяйві. Зосередьмо свою увагу на цьому осяйному світілі. Ми протерли очі, й дійсність узяла гору над уявою. Наша Земля виявилась одним із небесних тіл, кулею, зв'язаною невидимими нитками зі всемогутнім Сонцем, цим джерелом світла, тепла, життя, навколо якого Земля обертається протягом року, водночас повертаючись навколо самої себе за двадцять чотири години.

Послідовно ми дивувалися творчості Сонця у природі, потім мріяли у вечірніх сутінках під блідим промінням світила ночі. Ми зацікавилися Місяцем, дивувалися з його загадкового вигляду, і наші дослідження дали нам нові знання.

Тепер ніч темна. До ранку ми позбавлені Сонця, а Місяць, творячи свій споконвічний шлях навколо Землі, невидимий.

Може, він з'явиться пізніше, піднявши неповний диск на сході, якщо це час останньої чверті; але, можливо, ми не побачимо його дві або три ночі поспіль, оскільки він перебуває у сполученні з Сонцем.

Проте атмосфера чиста і небо не порожнє. Велика кількість блискучих цяток розсіяна в безмежному просторі. В порожній темряві мерехтять зорі. Здається, що вони розкидані випадково, так густо і в такій кількості, що бажання перелічувати їх було б занадто сміливим. Але між ними є особливо яскраві, що відразу привертають нашу увагу. Після хвилинного спостереження ми помічаємо серед такого видимого безладу певний порядок у розташуванні цих мерехтливих світил. Ми бачимо квадрати, ромби, різні геометричні фігури і дивовижні лінії,



Північне зоряне небо. Старовинна зоряна карта

які породжують у нас порівняння й образи, створені фантазією і нашою уявою.

Скільки інших людей раніше від нас вели такі спостереження, наскільки їхня уява населяла небо різноманітним і мовчазним життям? У ті часи, коли астрономія була тільки спостереженням, що звеличувало душу, засновники науки, перші спостерігачі неба, в кожному разі ті, імена котрих зберегла нам історія, без жодних наукових підстав і точного уявлення про істинну природу зір, вважали ці мерехтливі цятки тільки небесними вогниками, які запалювалися щоденно на небесах з єдиною метою — послабити морок ночі. Ці попередники сучасних



Південне зоряне небо. Старовинна зоряна карта

науковців уже додумалися до того, щоб уявно розташувати зорі групами для полегшення їхнього розпізнавання. Таким було походження сузір'їв. Халдейські пастухи, а надто мандрівні народи, котрі блукали безплідними пустелями, та мореплавці, щоб мати дороговкази у морях, де взагалі немає шляхів, спершу уявляли, що зорі є цінними небесними маяками, і вибирали на небі точки, незмінні прикмети, які могли би слугувати такими віхами в дорозі.

Вони здобули істотні відомості: переконались у тому, що вигляд сузір'їв не змінюється з пересуванням поверхнею Землі; що одні й ті самі фігури чергуються послідовно в усталеному порядку, і зорі, попри уявний рух неба,



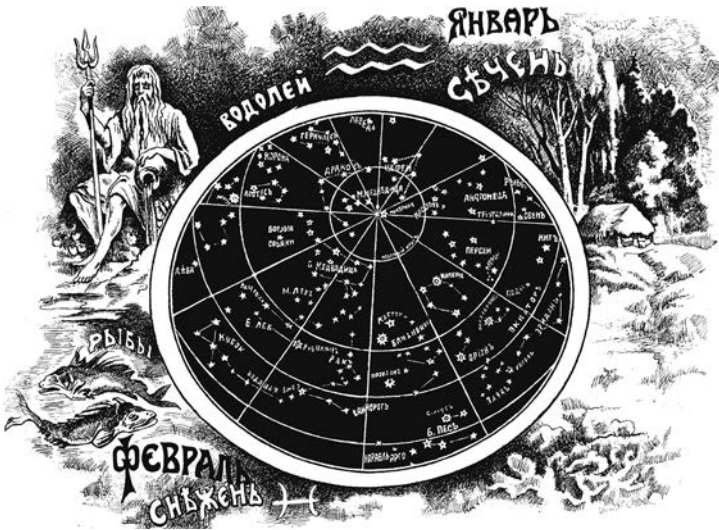
зберігають на ньому своє відносне положення. Отже, ці мандрівники були самі серед палючих пісків пустелі чи на синьо-зеленому просторі моря, вони звертали свої погляди до зір і бачили над головою знайомі їм сузір'я, які своїм розташуванням вказували шлях до порятунку.

Але для того, щоб вирізнити серед зір ці улюблені фігури, вони мусили давати їм назви. Імена ці змінювалися, доки небесний простір не заселили численною кількістю образів, які збереглися до нашого часу.

Проте сузір'я, названі іменами істот чи казкових героїв, існували тільки в уяві: якщо ми спробуємо перевірити, то зможемо побачити все, що забажаємо, замість цих легендарних фігур. У будь-якому разі слід добре знати сузір'я, щоб не загубитись у незліченній армії зір. Додамо, що найбільш незвичайні зорі мають особливі імена. Інші позначають літерою грецької абетки чи цифрою за порядком, водночас вказуючи, до якої групи вони належать. Це зовсім так, як на Землі: коли потрібно позначити будинок, передусім вказують назву вулиці, відтак — порядковий номер будинку на цій вулиці.

Не спиняючись конкретно на жодній зорі, а тільки бажаючи прогулятися небом, перебіжимо поглядом по зорях. Щоби вивчити небесну географію в усій її сукупності та не загубитись у лабіринті зоряного неба, ми візьмемо декілька точок для прикладу.

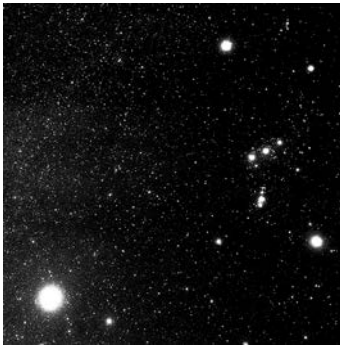
Виберемо насамперед фігуру, яку знає увесь світ і яку можна бачити будь-якого вечора: це Велика Ведмедиця. Ось її прикмета: вона складається з семи чудових зір, чотири з яких утворюють великий прямокутник і вважаються тулубом цієї тварини, на яку вони, проте, не схожі. Три інші, витягнуті в одну лінію, йдуть від одного з кутів й утворюють хвіст. Щоби полегшити пошуки, покажемо відразу найкращий спосіб, як їх знайти: поверніться спиною на південь, тобто до тієї точки, де Сонце перебуває опівдні, і, дивлячись на північ будь-якої пори року, ви завжди побачите це чудове сузір'я, яке ніколи не заходить у наших широтах. Воно постійно над нами, і здається, ні-



Зимове зоряне небо о 9-й годині вечора

би протягом двадцяти чотирьох годин повертається навколо нерухомої точки. Що робить ця ведмедиця на небі? Про те нічого не відомо. Можна тільки стверджувати, що це сузір'я одне з найдавніших.

У найвіддаленіші епохи астрономи вже знали його. Але в різні часи і в різних народів воно мало різні назви. Для одних це був Віз, причому чотири зорі чотирикутника позначали колеса, а три, розтягнені в одну лінію, зображали коней. Інші бачили тут «сім робочих волів», що заблукали на просторому небесному пасовиську. Звідси й походження слова «септентріон» (septen triones — сім робочих волів). Ще комусь здавалося, що зорі ці мають вигляд каstrулі, човна тощо, і ми можемо збільшити перелік, додавши наші власні порівняння. Чому б не назвати це сузір'я летючим змієм, в якому чотири зорі зображують власне змія, а три інші — хвіст? Збережемо астрономічну назву Великої Ведмедиці і зауважимо, що ці сім яскравих зір зазвичай позначають сімома першими літерами



Сузір'я Оріона та зоря Сиріус

грецької абетки. Вивчаючи ту саму ділянку неба, можна розрізнити в ясні та безмісячні ночі друге сузір'я, дуже подібне до Великої Ведмедиці, але дещо менше, не таке яскраве і спрямоване в протилежний бік. Це Мала Ведмедиця (чи Малий Віз), яка складається також із семи зір, як і її більша сестра. Зоря на кінці хвоста малого Воza — Полярна,

найяскравіша з оточення. Ім'я її походить від того, що вона міститься на продовженні осі земної кулі, про яку мовилося раніше¹⁶. Інакше кажучи, якби наша куля була величезним мандарином, котрий можна проштрикнути здоровезною спицею, що займала би положення земної осі, то кінець цієї спиці вказував би на Полярну зорю.

Кожна точка поверхні земної кулі робить за 24 години оберт, тим менший, чим віддаленіше від екватора коло, яке вона описує. Обидва ж полюси, що позначають кінці ідеальної осі, нерухомі, на відміну від інших точок Землі. Північний полюс, подумки проведений до зір, закінчувався би по сусідству з Полярною зорею, як і він, нерухомою. Навколо неї інші зорі описують за 24 години кола, зрозуміло, тим більші, чим далі містяться зорі від цієї точки неба. Це ніби додаткова ілюстрація того, що відбувається на Землі, але те, що ми бачимо, не відповідає дійсності. Ми не відчуваємо руху нашої кулі, але спостерігаємо його завдяки видимому переміщенню зір, які ніби обертаються навколо Полярної зорі, насправді ж обертаємося ми.

Фінікійські мореплавці зауважили, що зорі північної ділянки неба не залишають її, слугуючи вказівкою Півно-

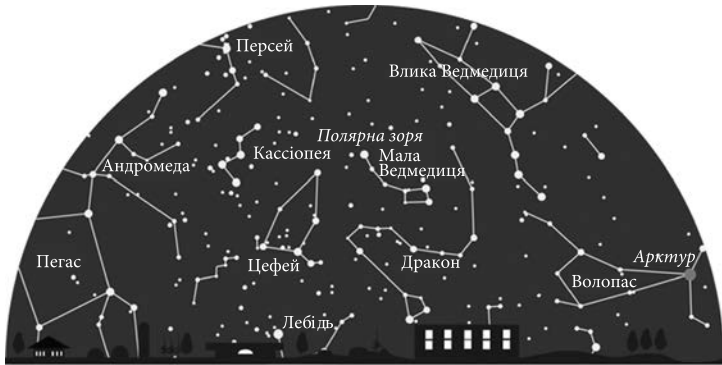
¹⁶ Дивись, наприклад, § 17.



чі; вони користувалися ними, щоб мандрувати Середземним та Червоним морями, і це давало їм перевагу в торгівлі над їхніми суперниками. З усіх зір найважливіше знати Полярну: її легко знайти, повернувшись на північ, і тому, що вона нерухома, її неможливо переплутати з іншими, які переміщуються стосовно неї.

Греки все навкруги поетизували. В іменах сузір'їв вони обезсмертили історію богів, героїв сивої давнини. Тому нині зорі переповідають нам старовинні легенди, оздоблені фантастичними небесними образами, створеними уявою наших предків. Ці міфологічні картини для науки не мають жодного значення, проте вони приваблюють до неба мрійників, котрі думають про великих героїв, оспіваних Гомером, Гесіодом, Овідієм, а до того — єгиптянами та індусами. Непомітно мрії приводять спостерігача до астрономічних роздумів. Не забуваймо, що поетичне споглядання природи зоряного неба було першим кроком людства до науки. Корисно розповісти ці казки також дітям, які завжди в захопленні від усього дивовижного. Від цього їхні судження не стануть більш хибними, як і від будь-якої казки про фей. Усі діти, хлопчики та дівчатка, мають одні й ті самі запитання; вони потребують розповідей смішних, страшних і зворушливих, і навіть коли здається, що вже наситилися ними, вимагають іще. Завдяки зусиллям наших предків небо є справжньою книгою казок. Перегорнемо її. Ось міфологічна драма, що ознайомить з багатьма сузір'ями Північної півкулі.

Кассіопею, дружину ефіопського царя Цефея, відвідала якомсь марнославна думка, що вона прекрасніша за нерейд, незважаючи на чорний колір її шкіри. Німфи ці, ображені таким припущенням, благали морського бога Нептуна помститися за них не менш жорстоким безчестям. Бог, співчуваючи їм, дозволив морському чудовиську жадливо спустошити узбережжя Ефіопії. Щоби відвести лихо, Цефей прикував до скелі свою доньку Андромеду і віддав її на поталу страшному чудовиську. Але юний Персей, зворушений таким лихом, хутко осідлав

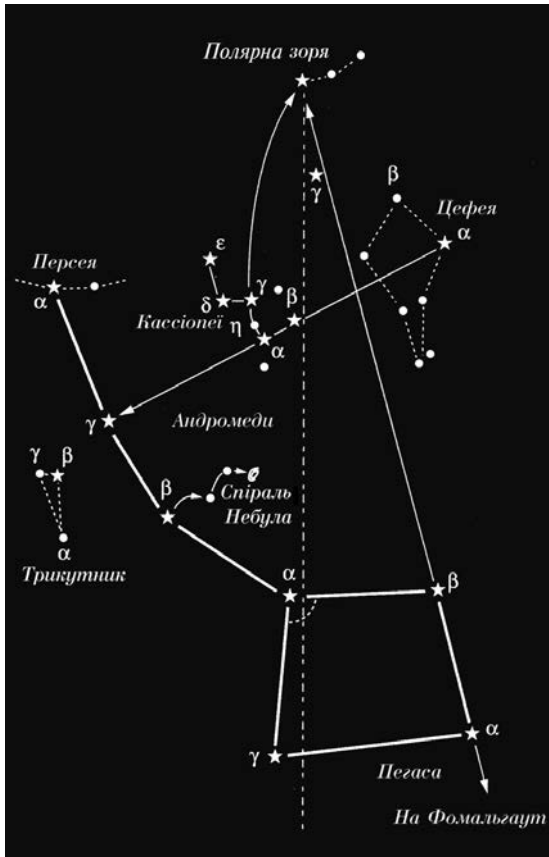


Північна частина зоряного неба

коня Пегаса, зразкового бігуна, взяв у руки голову Медузи, погляд якої доводив кожного до заціпеніння від жаху, і вирушив до фатальної скелі. Зрозуміло, він прибув якраз тієї миті, коли чудовисько зібралось проковтнути свою жертву, змусив його втекти від вигляду жажної голови Медузи і поспішив звільнити зомлілу Андромеду.

Як пам'ять про цей подвиг, і щоб не робити ні для кого винятку, все сімейство було перенесене на небо, де можна знайти їх і сьогодні за допомогою астрономічних мап.

Погляньте в інший бік від Полярної зорі, навпроти Великої Ведмедиці: ви помітите п'ять зір, розташованих у вигляді букви W. Це Кассіопея, винуватиця драми. Цефей перебуває поруч з нею; вирізняючись менше, ніж його дружина, він у своїй небесній ділянці не має дуже яскравих зір. Обидва ці сузір'я, подібно до Великої та Малої Ведмедиць, видно над горизонтом завжди, будь-якої пори року і в кожную годину ночі. Вони належать до навколополярних сузір'їв, котрі ніколи не заходять. Але вони позірно обертаються за 24 години навколо Полярної зорі, тому змінюють своє положення відповідно до часу ночі та пори року — то їх видно прямо, то в перевернутому розташуванні. У звичному розміщенні п'ять зір Кассіопеї разом із шостою, слабшою, мають вигляд крісла чи трону.



Сузір'я Пегаса, Андромеди, Персея та Кассіопеї

Але насправді розташування зір залишається завжди однаковим, і сузір'я не зсуваються, незважаючи на позірний рух усього неба навколо зорі Півночі (Полярної).

Стосовно інших зображень цієї пам'ятної легендарної картини (квадрат Пегаса, пряма лінія Андромеди, що прилягає до доблесного Персея), їх легко впізнати ясного осіннього вечора за допомогою наведених невеликих малюнків (с. 124 і 126).



Південна частина зоряного неба в червні

Небо нагадує багато інших міфологічних сцен, увічнених у назвах сузір'їв. Проте серед найяскравіших зір деякі посідають зовсім незначне місце в казці. Так, недалеко від Персея можна бачити дуже гарну зорю: її називають Капеллою сузір'я Візничого, вона хоч і не відіграла видатної ролі в міфології, все ж приваблює наші погляди. Те саме стосується і Волопаса, який, змінивши всі професії, був нарешті приставлений охороняти сімох робочих волів (Велику Ведмедицю), або сім північних зір. Прекрасна жовтувато-золотиста зоря Арктур позначає ліве коліно цієї давньої особи. Це одна з найяскравіших зір нашого неба і її неможливо не помітити. Зовсім недалеко звідси виблискує Північна Корона, красиве півколо зір, яке легенда поклала вже на багато голів. У цій же частині неба сяє Вега, що належить Лірі, маленькому прямокутному сузір'ю, розташованому поряд із великим хрестом Лебеда. Не забудемо також Орла та Геркулеса, найзнаменитішого героя давньогрецької міфології, що заповнив Землю і небо розголосом про свої подвиги.

Усі ці сузір'я прикрашають ясні літні ночі.

Зорі не є, як це вважали перші спостерігачі неба, маленькими ліхтариками з мерехтливими вогниками, які запалюються щовечора невидимою рукою, аби зменшити нічний морок.



Зорі завжди містяться від Землі на різних відстанях, і якщо ми не бачимо їх опівдні так, як опівночі, то тільки тому, що вони зникають у сонячному світлі. Проте найяскравіші можна спостерігати й серед білого дня, навівши астрономічну трубу якраз у те місце, де вони є. У полярних країнах, де ніч триває кілька місяців, їх видно завжди, якщо повітря чисте. Так само буває й під час сонячного затемнення: найяскравіші зорі загораються на небі.

Ми вже зазначали, що всі зорі та Сонце, як нам здається, обертаються навколо нас упродовж року, тоді як насправді навпаки — наша куля обертається навколо Сонця.

Оскільки зорі не є мінливими вогнями і заповнюють небо як удень, так і вночі, очевидно, що внаслідок річного руху Землі Сонце мусить послідовно перебувати стосовно нас у напрямку різних сузір'їв.

Це все одно, якби ми ходили навколо крісла, яке стоїть посеред кімнати: нам здаватиметься, що крісло змінює своє розташування в перспективі щодо всіх інших меблів у кімнаті, що воно послідовно перебуває на прямій лінії, яка йде від нашого ока і закінчується біля предметів, розміщених навколо крісла.

Широку смугу сузір'їв, що утворюють ніби величезний пояс навколо Сонця, називають Зодіаком. Унаслідок річного руху Землі ми знаємо, що якби світло зір не знищувалося денним світлом, то ми бачили б Сонце в різних частинах Зодіаку, бо денне положення зір давно вже визначене.

Термін «зодіак» грецького походження (*zodiakos kuklos* — коло із зображенням тварин. — *Ред.*). Така назва пояснюється тим, що більшість уявних фігур на цій смузі — то тварини. Цей зоряний пояс розділено на дванадцять сузір'їв, які позначають дванадцятьма знаками Зодіаку; стародавні народи називали їх також «домівками Сонця», бо Сонце відвідує щомісяця одне з них. Деякі з цих домівок — справжні небесні музеї. Там можна побачити різні чудеса, дуже дивні зорі та інші рідкісні предмети, описати які ми тепер не можемо. Обмежимося



тим, що наведемо назви всіх цих знаків: Овен, Телець, Близнюки, Рак, Лев, Діва, Терези, Скорпіон, Стрілець, Козоріг, Водолій, Риби (на давньому малюнку вони послідовно зображені у вертикальних стовпчиках).

Домівки Сонця багаті неоднаково. Здається навіть, що на місці Сонця можна було би віддати деяким перевагу, і замість того, щоб жити порівну в кожній домівці впродовж місяця, пройти швидше повз одні, щоб довше затриматися в інших. Наприклад, ми проминули Овна, де немає нічого визначного, щоби потрапити в Телець, де особливо притягують погляд прекрасна червона зоря Альдебаран, яка утворює праве око Тельця, і Стожари (Плеяди), що мерехтять на його правому плечі. Нас привабили б також чудові зорі Кастор і Поллукс у Близнюках, але ми, без сумніву, приділили б менше уваги Ракові, четвертому знакові Зодіаку, в якому немає яскравих зір, зате нас здивував би Лев, справжній велет, серце якого відзначене дуже яскравою зорею, що зветься Регулом.

Лев цей, хоч і великий, проте зовсім безпечний, бо вже не одне століття Діва без побоювання тримає його за собою, несучи в руках яскраву зорю Спіку.

Пройшовши повз Терези (дві зорі середньої величини), ми, можливо, проминемо і Стрільця, Козорога, Водолія і Риб, щоби приділити більше часу Скорпіонові, на місці серця якого — прекрасна червона зоря Антарес.

Мені здається, що мою думку поділятимуть юні спостерігачі, котрі шукатимуть на небі знаки Зодіаку і спиняться здебільшого на найпрекрасніших сузір'ях цього поясу.

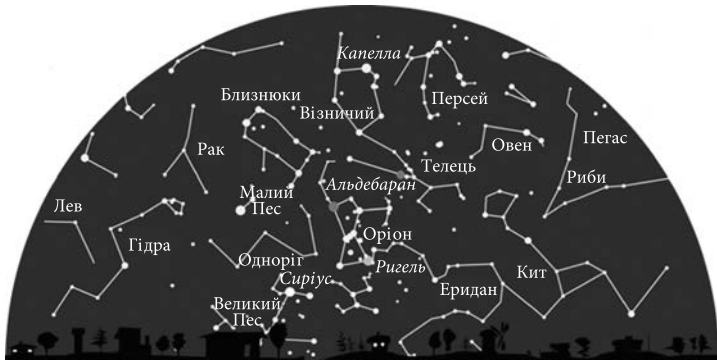
Хоча Овен і складається із зір середньої величини, але посідає перше місце серед домівок Сонця, тому що в часи, коли було позначено наш Зодіак, рік починався весною, а Сонце під час весняного рівнодення з'являється саме в сузір'ї Овна. Наступні місяці майже відповідають положенню Сонця в усіх інших знаках. Але внаслідок одного з дванадцяти рухів, які впливають на нашу кулю всебічно, з причини «випередження рівнодення» нам здається, що Сонце змінило місце, і замість того, щоб



Зображення Зодіаку 1489 року

опинитися в сузір'ї Овна під час весняного рівнодення, воно потрапляє туди тепер у квітні.

Найкращий спосіб ознайомитись із зодіакальними сузір'ями — це шукати їх послідовно на наших малюнках. Не варто, проте, забувати, що сузір'я ці не можна бачити постійно будь-якої пори року, подібно до навколополярних Великої Ведмедиці та інших. Видимість їх залежить від пори року, так само як і від години спостережень.



Південна частина зоряного неба в грудні

У зимові місяці можна знайти Овна, Тельця з його червоним оком, красиві Стожари, нерозлучних Близнюків, Кастора і Поллукса. Навесні — Рака і Лева з Регулом. У спекотні та ясні літні вечори ми бачимо Діву, Терези, Скорпіона. Нарешті восени — Козорога, Водолія і Риб. Останні, можна сказати, найнезначніші в Зодіаку, бо жодна яскрава зоря не привертає око в цій ділянці небокраю.

Але ми не вичерпали всіх багатств неба. В небесному звіринці, окрім Зодіаку, присутні ще два Пси і декілька інших представників тваринного світу. До того ж там є велетень — можливо, приборкувач. Звуть його Оріоном. Безперечно, це найкрасивіша картина на небі. Найпривабливіша зоря — Бетельгейзе, що позначає його праве плече, і Ригель на лівій нозі. Три зорі, розташовані на рівній відстані одна від одної, утворюють пояс велетня. Їх називають також трьома Волхвами. Крім того, це сузір'я містить надзвичайно цікаві небесні дива, але, щоб побачити їх, слід озброїтися телескопом.

Ця частина, втім, надто багата на чудеса будь-якого типу. В листопадові, грудневі, січневі ночі ця частина неба являє собою дивовижне видовище (див. малюнки південної сторони неба взимку).



Нижче від чудового сузір'я Оріона виблискує прекрасна зоря, найяскравіша на небі. Це Сиріус, головна зоря сузір'я Великого Пса. Ліворуч від Оріона лежить Малий Пес, найяскравіша зоря якого зветься Проціоном.

Усі згадані сузір'я добре видно в країнах Європи. Але є й інші, ще південніші, котрі торкаються нашого обрію на півдні і їх заледве можна розрізнити. Найвідоміші серед них — Гідра, Еридан, Кит, Південні Риби.

Кентавр та інші сузір'я, які оточують Південний полюс, невидимі на наших широтах.

Зазначимо, що назви тварин переважають не тільки серед назв сузір'їв Зодіаку, а й з-поміж більшості зоряних фігур, ніби наші пращури бажали перетворити небо на звіринець чи природничий музей. Справді, там є дві ведмедиці, чотири собаки, двоє коней, коза, орел, лебідь, ворон, ящірка, овен, телець, рак, лев, змії, жирафа, дельфін, лисиця, вовк, муха, кит, риба, скорпіон, заець, голуб, павич тощо. Ух! Який список! Чи не схоже це більше на каталог виставки тварин, аніж на назви зір?

Якщо ми влаштуємо змагання між усіма небесними тваринами і розділимо премії тільки за яскравістю зір, які утворюють ці зображення, то найвидатнішим буде Сиріус. Потім у першому ряду ми поставимо Козу чи Капеллу, Альдебарана Тельця, Регула з Лева, Альтаїра з Орла, Антареса зі Скорпіона. В другому ряду — головні зорі Великої Ведмедиці, Полярну зорю в ковші Малої Ведмедиці, у третьому — зорі Дракона, Персея тощо.

Зорі в усіх сузір'ях на небі, як названих на честь героїв, так і тих, що отримали імена тварин, розміщені точно за порядком, згідно з їхньою яскравістю. Найяскравіші записані як зорі першої величини*. Вони найнечисленніші. Ті, що здаються менш яскравими, позначені як зорі другої величини, інші — як третьої і так далі, до шостої величини.

* Є зорі нульової зоряної величини, а Сиріус, Арктур і Канопус мають від'ємні зоряні величини. — *Ред.*



Слово «величина» в даному випадку не має жодного стосунку до реальної величини зір. Воно означає тільки їхню відносну яскравість для глядача, котрий перебуває на Землі, тобто яскравість залежить одночасно від їхньої реальної світності та віддаленості від нашої планети.

§ 33

НАСЕЛЕННЯ НЕСКІНЧЕННОСТІ. ЗОРІ

Прадавні народи вважали, що в розташуванні зір вони розрізняють обриси своїх героїв. Ми, прозаїки, бачимо в них тільки більш чи менш неправильні геометричні фігури, які, проте, не мають нічого реального і є лише наслідком перспективи.

Всесвіт не має ні меж, ні кордонів, і розподіл неба на сузір'я — вигадка людей. Зорі розсіяні на всіх глибинах простору навколо тієї маленької точки, якою є Земля, і їхнє розташування — це насамперед результат просторової перспективи. Коли ми бачимо на небі дві сусідні зорі, їхня відносна близькість не означає дійсної близькості. Вони можуть бути віддаленими одна від одної на сотні мільярдів кілометрів.

Коли ми здалеку розглядаємо предмет, чи будинок, до якого прямуємо, його відносний вигляд змінюється залежно від способу, яким ми до нього наближаємось. Якщо замість того, щоб іти навпростець, ми змістимось убік, предмет постане в іншому вигляді, перспектива його змінилася.

Але якщо ми перебуваємо на відстані 500 метрів і перемістимося тільки на один сантиметр, наші очі не відчують жодної різниці.

З цього випливає висновок: якщо сузір'я зберігають незмінний вигляд під час нашого пересування по всій



Ділянка зоряного неба, яку видно в телескоп

поверхні Землі, то це відбувається з огляду на їхню віддаленість від нас на таку величезну відстань, що порівняно з нею розміри нашої планети не мають жодного значення.

З другого боку, якщо людська уява малює на небі пам'ятники своїм улюбленим героям чи якісь фігури, то вона користується тільки тим матеріалом, який має у своєму розпорядженні, тобто найяскравішими зорями, що їх розрізняє будь-яке нормальне око. Вибір невичерпний. З нашої маленької Землі, потонулої в сонячних променях, навіть у найтемнішу ніч ми, з огляду на особливості нашого зору, можемо нарахувати не більше 3000 зір, які видно у Північній півкулі, і майже таку саму кількість у Південній, тобто загалом приблизно шість тисяч зір, розрізняваних неозброєним оком.

Але впродовж трьох віків небо обшукали за допомогою оптичних інструментів, дедалі досконаліших, і те, чого не змогло сягнути людське око з його природними якостями, спокійно досягли в обсерваторії, озброївшись сучасною наукою.



Весняне зоряне небо

Візьмемо найпростішу трубу — звичайний театральний бінокль. З його допомогою ми відкриваємо вже вдвічі більше зір порівняно з тим, скільки їх бачимо простим оком. Набагато більше зір ми можемо спостерігати в малу астрономічну трубу. В просторі, де ми розрізняємо простим оком тільки світлу цятку, можна нарахувати 10, 20, 30, 100 зір, залежно від сили інструмента, яким користуємося.

Подивимося тепер у великий телескоп: здається, ніби зорі настільки розсіяні, такі вони численні, що схожі на світлу тканину.

На що тепер схожі герой Персей, пихата Кассіопея і бідна Андромеда серед цієї сили-силенної зір? Вони розпадаються на порошок, і будь-яка порошокинка — зоря! Перед очима астронома небо перетворюється, і багатства природи знищують багатство уяви. Вже не 6000 зір наповнюють безмежність: останні статистичні дослідження за допомогою телескопа і фотографії дають число понад 120 мільйонів (у наш час значно більше. — Ред.)! Це все,



що можна бачити нині завдяки найсильнішим інструментам, але це ще не все, чим заповнене небо.

Далі, все далі в невимірних чорних просторах з'являються нові світила в міру того, як відкриття оптики розширюють наші можливості. Позаяк зорі надзвичайно віддалені від нас, вони мають бути дуже яскравими, щоб ми могли їх бачити тут. З огляду на великі відстані до них неможливо припустити, щоб вони могли освітлюватися Сонцем, а тим паче відбивали до нас його світло. Істина набагато простіша.

Зорі світять тому, що вони самі є джерелами світла. Ці незліченні небесні вогні є сонцями. Проте їхня майже неймовірна віддаленість надає їм у наших очах вигляду світлих цяток, нерухомих на твердій небесній сфері.

Скільки зір, стільки й сонць: понад сто мільйонів сонць, рахуючи тільки відомі зорі.

Зазначимо, що це зоряне населення має дещо спільне з населенням земним: у натовпі сонць, як і в людському, неможливо зустріти двох безумовно подібних зір.

Розмаїття зір здається невичерпним, і телескоп розгортає перед нашими зачарованими очима несподівані дива. Маленька зоря, наприклад, полохливо мерехтить у темряві. На неї наводять трубу і переконуються, що це сонце не самотнє, подібно нашому: поблизу нього видно іншу зорю, яка обертається більш-менш повільно навколо головної зорі. Цей маленький супутник — нам це точно відомо — також сонце. Отож тут два сонця з'єднані, як двоє братів. Вони нероздільні.

Часом сам маленький супутник роздвоюється, і замість звичайної зорі, видимої простим оком, спостерігають сім'ю з трьох, чотирьох, п'яти і навіть шести сонць, що містяться на однаковій відстані, бо ці групи з двох чи багатьох сонць — не простий результат перспективи, як сузір'я. Вони по-братському пов'язані й залежать одне від одного. Велетень Оріон володіє найвинятковішим дивом такого типу: під його поясом виблискує зоря середньої яскравості. Подивимося на неї в телескоп: ми бачимо не



одне, а об'єднання шести сонць, які утворюють доволі складну зоряну систему.

Це не все. Ці подвійні або кратні зорі, ці системи сонць, такі відмінні від нашого, часто різняться ще й кольором. Вони разом білі, одна з них — блакитна, інша — червона, далі — зелена, жовта тощо.

Уявімо, що ми живемо не в промінні єдиного нашого білого* Сонця, а освітлюємося подвійним сонцем, яке складається з темно-синьої та червоної зір.

Ранок. На небі сходить сине сонце, забарвлюючи атмосферу темним кольором. Воно досягає найвищої точки у своєму видимому русі й опускається на захід, а тим часом схід осявається яскравим світлом червоного сонця, яке сходить на небосхилі.

Перше сонце ховається на заході, а друге палає на повну силу, далі воно, у свою чергу, сідає на західі, згодом ховається, а майже в той самий час сине світило знову з'являється на сході, і так далі.

Який незвичайний світ, як порівняти з тим, де живемо ми!

Вирушаймо тепер до іншої небесної системи: нехай ми оточені промінням білого Сонця, простого, як наше. Прекрасно. Але уявімо, що воно мінливе, і замість того, щоб зберігати однаковий блиск, воно то дуже яскраве, то майже темне. Це явище, яке важко собі уявити.

Чудово! Існують змінні зорі, сонця, що змінюють блиск, чи то періодично, чи нерегулярно. Звідси ми бачимо, як вони бліднуть, а згодом оживають.

Дехто бачив, як світло їхнє слабшало до повного згасання. Для цих зір настала смертна година. І тут не одне тільки сонце викреслене з життя неба — тут гине цілий світ, бо зорі не сяють непотрібним світлом. Як наше Сонце, ці далекі сонця освітлюють світи, землі, які ми не можемо розгледіти звідси, бо це темні тіла, подібні до того, на якому ми живемо, і вони занадто віддалені

* Сонце належить до жовтих зір. — Ред.



й не можуть послати нам світло, отримане від навколишніх зір.

Коли одні зорі вмирають, інші несподівано з'являються перед земним спостерігачем, виблискуючи скороминущим світлом, а потім знову поринають у пільму. Це один з найфантастичніших епізодів історії неба і явище, яке найсильніше вражає людство. Ці короточасні зорі розливають таке світло на небі, що їхня незвична присутність приваблює погляди не тільки астрономів, а й усіх, хто спостерігає небо.

Нехай наші юні учні не втрачають надії. Може, якось увечері і вони відкриють нову зорю. Але, можливо, вони даремно чекатимуть на це, бо такі явища надзвичайно рідкісні. Протягом двох тисяч років астрономи спостерігали двадцять сім подій, гідних уваги. Одну з останніх, що відбулась у сузір'ї Персея 22 лютого 1901 року, відкрив аматор, котрий повертався з театру.

Ці тимчасові зорі (Фламмаріон має на увазі наднові. — *Ред.*) своїм походженням зобов'язані жакливим пожежам, зумовленим, напевно, зіткненнями космічної матерії.

Відзначимо ще ту обставину, що коли записують день появи на небі нової зорі, то це лише спосіб вираження, оскільки ми бачимо ці зорі тільки роки і століття після катастрофи, яка спричинила цю пожежу. Ми помічаємо світлове проміння тільки після проміжку часу, пропорційного відстані, яка віддаляє нас від зорі, що посилає нам світло. Світло подорожує у просторі зі швидкістю 300 000 кілометрів за секунду. В ХХ столітті можна було побачити тимчасові зорі, які спалахнули в часи Генріха IV (король Франції у 1589—1610 роках. — *Ред.*) чи короля Дагоберта (король франків у 629—639 роках. — *Ред.*).

Більшість зір містяться від нас так далеко, що досі обчислили відстані тільки до небагатьох із них, причому точність цих вимірювань доволі приблизна.

Найближча зоря належить до сузір'я Кентавра, невидимого на наших широтах. Вона лежить на відстані



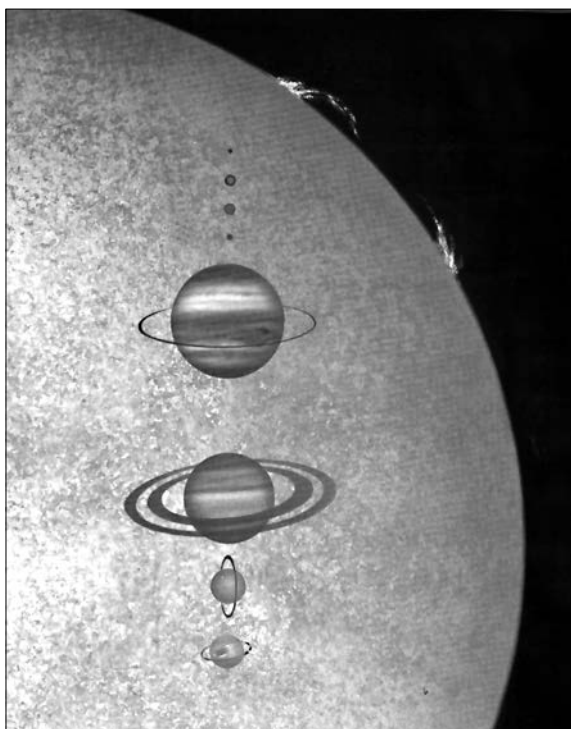
страхитливої кількості кілометрів від нашого Сонця, в 275 000 разів більший, аніж відстань від нас до Сонця, тобто 41 трильйон кілометрів. Треба чотири роки, щоб світло дійшло до нас від цієї зорі (альфа Кентавра). Це наша сусідка в зоряному просторі. Всі інші зорі ще далі: Сиріус — на відстані 92, Вега — 204, Арктур — 324, Полярна зоря — 344 трильйони кілометрів. Світловий промінь, що вказує Північ морякам, які мандрують хвилями безлюдного моря, подорожує протягом тридцяти шести років, поки сягне Землі. Він був уже в дорозі, цей промінь надії, задовго до народження тих, які дивляться тепер на Полярну зорю, вивчаючи мореплавство і космографію.

§ 34

СУСІДНЯ ЗОРЯ — СОНЦЕ

Часом здається, що людський розум володіє крильми, аби перемагати зоряні простори: коли людина силою розуму піднімається у височінь, то, очевидно, лише для того, щоби показати, яке незначне наше місце у великому витворі природи. Ми почуваємося нікчемно малими перед величним видовищем зоряної ночі, особливо тепер, оскільки це вже не світлі цятки, що сяють у безмежному небі, — це Сонця, гігантські тіла, величезні вогнища, центри систем світу. Ми знаємо, що ці далекі зорі аналогічні світилу, яке осяває нас, і що в безкрайному небі Сонце наше — тільки зоря. Для нас вона має велике значення, тому що це наша зоря: ми біля неї, ми живемо в її промінні, і без неї нас не було б.

Ми любимо Сонце, дивуємося з нього, відчуваємо, що воно могутнє, що це велетень порівняно з Землею, а проте ми з великими труднощами можемо точно уявити собі його справжні розміри.



Порівняльні розміри Сонця, Землі та інших планет

Покладіть маленьку горошину поряд з великим блюдом; це дасть вам порівняльну величину Землі та Сонця. Горошина — це Земля, а блюдо позначає Сонце. Справді, зоря, яка нас освітлює і гріє, за діаметром в 109 разів ширша, ніж наша куля.

Якщо у вас є круглий столик, діаметр дошки якого — 1 метр 9 сантиметрів, то покладіть на нього чи кульку для гри, чи маленьку вишню, чи ягідку винограду діаметром 1 сантиметр. Ось місце, яке займає Земля в центрі Сонця. Якщо верхня дошка вашого стола менша одного метра в діаметрі, то маленька кулька, яку ви взяли для зображення Землі, має бути меншою за сантиметр, щоб



вона могла 109 разів лягти упоперек стола. Наш світ, розміщений на Сонці, з усіма своїми багатствами, пишнотою, горами, морями, пам'ятниками і всіма мешканцями був би тільки непримітною цяткою. Більше того! Припустивши, що Земля разом з Місяцем, який обертається навколо неї на відстані 384 000 кілометрів, міститься в центрі Сонця, виявимо, що орбіта, яку описує наш супутник, не досягає і половини відстані до сонячної поверхні.

Сонце кругле. Так можна гадати, розглядаючи його прекрасний диск чи ясного дня крізь темне скло, чи ввечері простим оком під час заходу вогняного світила. Воно кругле, тому що це куля, величезне ядро, приблизно в 1 300 000 разів більше за об'ємом від того, на якому ми живемо. Зобразивши Землю ягідкою винограду, потрібно було б зібрати близько 1 300 000 ягід, щоб створити купу з об'ємом, рівним об'ємові Сонця. Але не будемо робити цього на практиці. Облишмо цей виноград — з нього вийде не одна діжка вина.

Друге порівняння: в літрі пшениці майже десять тисяч зернин. Декалітр, або десять літрів містить відповідно сто тисяч зернин, десять декалітрів, або гектолітр — мільйон, а 13 гектолітрів — 1 300 000. Якщо скласти в одну купу ці 1 300 000 зернин пшениці і взяти одну зернину, то можна уявити, як відрізняються об'єми Сонця й Землі.

Міфологія розповідає нам про казкових велетнів, титанів, які, бажаючи видертися на небо і позбавити влади Юпітера, царя олімпійських богів, були переможені та скинуті в прірву. Покарання виявилось жорстоким, однак слід визнати, що велетні ці були дуже зарозумілими. Їм можна вибачити, знаючи, що вони насправді ніколи не жили. Але припустивши можливість існування таких сильних героїв, здатних гратися зорями, уявімо, що титан бере Сонце в правцю: для рівноваги йому потрібно було б узяти в ліву руку 324 000 таких куль, як Земля, адже Сонце в 324 000 рази важче за нашу планету.

Такі колосальні розміри сфери світла, в промінні якої перебуває наш світ.



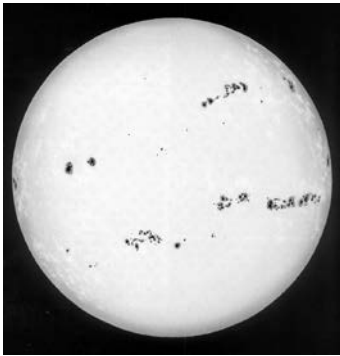
Якщо Сонце здається нам маленьким диском, білим — опівдні, червоним — вечорами, в призахідному сайві дня, то це відбувається внаслідок великої відстані.

Подумати тільки: якби треба було піти звідси на Сонце, то слід було б знайти неймовірний спосіб побудувати міст, основа якого спиралася б на 11693 земні кулі, тоді як для того, щоб дістатися Місяця, потрібно було б тільки 30. Ця різниця у відстані пояснює, чому місячний диск здається нам майже таким самим великим, як сонячний, хоча ми й знаємо, що Місяць набагато менший від Сонця. Наш супутник, перенесений на таку відстань, як денне світило, був би зовсім невидимим.

Потяг, що рухається зі швидкістю 60 кілометрів за годину, тобто 1 кілометр за хвилину, довів би до Сонця не швидше ніж за 149 мільйонів хвилин, що становить 103 472 дні, або 283 роки, бо Сонце лежить на відстані 149 мільйонів кілометрів від Землі. Насправді потяг ніколи б не дійшов туди — він задовго до мети перетворився б на порох. Зазначимо, що за умови плати 10 сантиметрів за кілометр ціна квитка до Сонця становила б 14 900 000 франків. За тією таксою квиток до Місяця коштував би тільки 38 400 франків. А от витрати на проїзд до зорі, найближчої до нас після Сонця, дорівнювали б 4 100 000 000 000 франків, або 4100 мільйонів франків!

Щоб скінчити з нашими гіпотезами і з уявними «якщо», припустимо, що ми пишемо слово «якщо» на стрічці лінованого паперу, між рядками якого відстань 1 сантиметр, пишемо це слово в один стовпчик стільки разів, скільки кілометрів звідси до Сонця. Щоб не збитися, стрічку намотували б на машинку під час написання, а потім, коли цю маленьку вправу було б закінчено, тобто написано 149 мільйонів «якщо», які зображають 149 мільйонів кілометрів відстані від нас до Сонця, стрічку розмотали б. Довжина її від Парижа довела б нас приблизно до Відня в Австрії.

З такої відстані — 149 мільйонів кілометрів — Сонце посилає нам прекрасні промені, які зі швидкістю елект-



Диск Сонця

ромагнітних хвиль, що долають у просторі 300 000 кілометрів за секунду, витрачають вісім хвилин сімнадцять секунд, щоб дійти до нас.

Цілком зрозуміло, що на такій відстані денне світило нам здається порівняно малим, і простим оком, коли дивитися крізь чорне скло, на його диску не можна розрізнити деталей.

Але розглядаючи Сонце в трубу чи фотографуючи його, отримують зовсім інше зображення! Ми переконуємося, що його поверхня неоднорідна, як можна було б гадати, а зерниста і має вигляд великої кількості світлих цяток, розсіяних на темнішому тлі.

Зернинки ці трохи нагадують пори на помаранчевій шкірці. Часом пори розширюються під впливом протуберанців, які, з'являючись на поверхні Сонця, і започатковують плями. Протягом багатьох століть освічені люди не бажали вірити в існування цих плям, помічених ще в прадавні часи: наявність їх здавалася ніби образою величності Сонця, царя неба. Денне світило було недоторканим, тому не допускали навіть думки, що можливо взяти під сумнів його незаплямовану пишноту.

Отже, коли отець Шейнер (астроном і математик, належав до чернечого ордену єзуїтів. — *Ред.*), котрий був одним з перших серед тих, хто вивчав сонячні плями в телескоп, оприлюднив у 1610 році результати своїх спостережень, ніхто не волів вірити його твердженням.

Проте після спостережень Галілея (всесвітньо відомий природознавець. — *Ред.*) та інших астрономів усім довелося погодитися з очевидним. Найзнаменнішим є те, що саме ці плями дали нам можливість розпочати вивчення фізичної будови Сонця.



Плями ці мають зазвичай округлу чи овальну форму, і в них розрізняють дві частини: центральну, або ядро, дуже темне, а навколо — світліша ділянка. Ця частина сіра, а ядро порівняно зі сліпучим блиском сонячної поверхні здається чорним; насправді ж воно випромінює світло, сильніше у дві тисячі разів від світла повного Місяця. Гарна пляма, зроблена від недбалості чорнилом, змішаним з водою на аркуші білого промокального паперу, дає добре уявлення про відносну різницю в забарвленні ядра, напівтіні плями та сонячної поверхні.

Ці плями, які, здається, займають на Сонці не більше місця, ніж прищик на щоці дитини, насправді ж, безумовно, мають величезні розміри. Але вони не утворюють опуклості на сонячній поверхні — навпаки, це певні отвори, вирви. Їх виміряли, і ширина їхня виявилась удесятеро більшою за Землю, тобто сто двадцять тисяч кілометрів. Деякі з цих плям часом такі широкі, що помітні неозброєним оком (попередньо захищеним чорним чи темно-синім склом). Можна також переконатись у цих порушеннях, розривах Сонця, отримавши на аркуші паперу зображення світила за допомогою отвору, зробленого на візитівці, проколений посередині шпилькою. Але щоби пляму побачити неозброєним оком, вона має бути, у кожному разі в природі, ширшою від Землі, тобто її діаметр має перевищувати 38 000 кілометрів. Ці плями часто видно протягом багатьох місяців.

Одним з перших результатів у вивченні цих утворень було переконання, що Сонце обертається навколо своєї осі. Справді, видимі певний час плями зникають поблизу західного краю за чотирнадцять земних діб після їхньої появи на східному краї, а пляма, що була невидима протягом 14 діб, проступає знову на сході, де її бачили за двадцять вісім діб до того. Але насправді Сонце обертається приблизно за 25 земних діб. Одна й та сама пляма з'являється через 27—28 діб, оскільки Земля рухається. Внаслідок свого річного руху навколо палаючого вогнища, що відбувається в одному напрямку з обертанням



Сонця, ми бачимо плями ще дві з половиною доби після того, як вони зникли з лінії тієї перспективи, де були 25 діб перед тим.

Сонячна куля не обертається вся цілком, як земна. Швидкість обертання на екваторі більша і зменшується відповідно до широти. Отже, ця куля чи хоча б її поверхня не є твердою масою.

Сильні збурення на Сонці, які проявляються плямами, старанно спостерігали астрономи. Вони переконалися, що плями змінюються періодично впродовж 11—12 років: у роки найбільшої активності Сонця плями ці великі, численні, з'являються часто; в роки найменшої активності вони слабкі й бувають зрідка. Ведеться точна статистика, і помічено, що земний магнетизм і північні сьйва зазнають коливань відповідно до змін у сонячних плямах. Те саме стосується, мабуть, і температур.

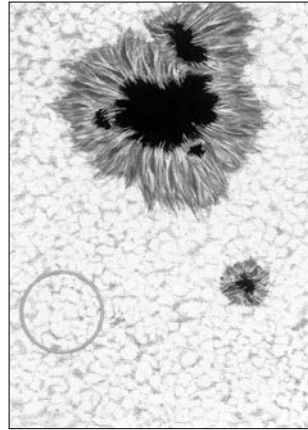
Найдивовижніше те, що, живучи за рахунок тепла і світла, які надсилає нам Сонце, ми насправді простим оком майже нічого не бачимо на цьому світілі, що є нашим головним господарем і має над нами (в певному сенсі. — *Ред.*) право життя і смерті.

Що ми бачимо на Сонці? Дуже яскравий круг, сліпучий опівдні, багрянний увечері. А ще? Нічого.

Те, що видно, — це поверхня, яка світиться, фотосфера. Вона здається нам зовсім спокійною, тоді як насправді перебуває в постійному русі, наче хвилі вогняного океану. Рожеві та прозорі вогні, що складаються з легких газів, головню водню, досягають двадцяти тисяч кілометрів висоти, утворюючи навколо сонячної кулі вогняний шар, названий хромосферою за його гарне рожеве забарвлення. Сонцю не даремно приписують властивість завдяки своєму світлу уможливлювати нам бачити все, що нас оточує. Дивна суперечність: ми не бачимо Сонця таким, яким воно є насправді, саме тому, що воно занадто яскраве. Воно саме зникає у власному світлі! Так, хромосферу, зовсім прозору, невидиму в звичайний час, можна бачити, тільки якщо світило перестає світити нам у вічі під



Протуберанець



Сонячна пляма

час затемнень, коли Місяць повністю затуляє сонячний диск, чи за допомогою спектроскопа; але цей вид спеціальних спостережень доступний лише астрономам.

Сонячні бурі мають величний вигляд: окрім плям і факелів (дуже яскравих світлих місць, оточених плямами), з фотосфери вириваються величезні стовпи вогню, які з надзвичайною швидкістю піднімаються на значну висоту. Ці велетенські снопи вогню, названі протуберанцями, набувають усіляких фантастичних форм, ніби неперервний колосальний небесний феєрверк, який оточує Сонце зусбіч, піднімається над хромосферою зі швидкістю, що перевищує часом двісті кілометрів за секунду і досягає фантастичної висоти — 300 000 кілометрів! Найменше полум'я від них перетворило б Землю та її мешканців на печеню; найбільше сягало б від Землі майже до Місяця.

Попри такі феноменальні розміри, протуберанці невидимі через свою прозорість і близькість яскравого сусіда Сонця, але завдяки геніальному відкриттю Жансена і Лок'ера, астрономи від 1868 року можуть за допомогою спектроскопа щоденно спостерігати ці страшні вивер-



ження, видимі для всіх тільки під час повних сонячних затемнень. Щоразу, як випадає нагода, Сонце досліджують, реєструючи плями та протуберанці, і ці бюлетені здоров'я денного світила постійно надають нам відомості про його стан.

Певна частина Сонця все ще уникає найстаранніших досліджень: це корона, блискучий і рожевий ореол, теж видимий тільки під час повних сонячних затемнень. Це своєрідна атмосфера, надзвичайно розріджена, з якої вириваються довгі блискучі султани, що поширюються на дуже великі відстані від променистого світила.

Наше Сонце, на вигляд таке спокійне, є горном ні з чим незрівнянного жару, плодотворне проміння якого приносить життя на Землю та на інші світи його системи.

Усі зорі є також сонцями! Зрозуміло, що вони здаються нам цятками, попри їхні величезні розміри. Давайте-но вдумаємося, що вони навіть не в сто, тисячу, десять тисяч, сто тисяч разів далі від нас, аніж Сонце: до найближчої зорі відстань більша аж у 275 000 разів, до наступних — у чотириста, п'ятсот, шістсот тисяч разів, а загалом вони можуть бути у мільйон, два, три, чотири, п'ять мільйонів разів далі і ніби губляться у нескінченному просторі. Якщо ми все це собі уявимо, тільки тоді стане очевидною безмежність Всесвіту та мізерність нашого земного притулку!

§ 35

«ЗБИРАЙТЕСЯ НАВКОЛО МОГО БІЛОГО СУЛТАНА»

Сонячна система: рухомі «зорі». Часто кажуть: «Сонце світить усім», і це означає, що воно є привілеєм, яким можуть скористатися всі люди. Але, аналізуючи цю старовинну приказку, можна помітити, що Сонце поводить-ся ще краще. Не лише Земля отримує світло, тепло, все



плодотворне проміння — вона по-братньому ділиться щедротами Сонця з іншими світами, для яких наше прекрасне світило є також Сонцем, джерелом тепла і світла. Справді, Сонце — дивовижний двигун, що примушує обертатися, котитися, рухатися цілу групу небесних тіл, переміщенням яких воно керує. Це начальник, генерал, оточений своїм штабом.

Саме Сонце не є нерухомим: воно не тільки обертається навколо своєї осі, а й мчить у нескінченність*, захоплюючи з собою всю процесію блукаючих світил. Ми не помічаємо цього руху в нескінченному просторі з тієї самої причини: все, що оточує нас, бере участь у цьому русі, і ніщо, здається, не змінюється.

«Якщо ви втратите прапори, збирайтеся навколо мого білого султана», — наказав Генріх IV своїм воїнам, кидаючись у вир бою при Іврі. На небі всі світи Сонячної системи збираються навколо білого султана Сонця, їхнього царя, тобто навколо його блискучих променів. І найближчий, і найвіддаленіший черпають у цьому великому джерелі тепло, світло, рушійну силу.

Уявіть собі прекрасну повітряну кулю, оточену вісьмома маленькими кулями різного розміру; найменші схожі на ті, що їх продають на вулицях на забаву дітям, а найбільші нагадують призи у великих крамницях. Уявіть собі цю групу, і ви в мініатюрі отримаєте нашу світову систему (автор має на увазі Сонячну систему. — *Ред.*).

Ніч відкрила нам рухомі зорі, керовані, подібно до Землі, Сонцем; без цього ми ніколи не знали би справжньої величини Всесвіту та будови світової системи.

Спостерігаючи за сузір'ями Зодіаку певними вечорами, можна помітити те чи те стороннє світило, яке дещо змінює вигляд неба, приєднуючись до зір. Цей прибулець, безперечно, є членом сонячної родини, але він не залишається нерухомо там, де ви його бачите. Простеживши

* Сонце разом з планетами обертається навколо центра нашої галактики. — *Ред.*



Сонячна система

протягом кількох тижнів за цією «зорею» і вивчивши її розташування стосовно сусідніх зір, можна переконатися, що вона більш чи менш повільно пересувається.

Кочівники ці названі планетами, що означає «ті, які блукають».

Щоб отримати уявлення про ці пересування, можна подивитися на невелику карту переміщень Марса 1907 року, взяту з мого астрономічного щорічника. Тоді переконаємося, що ця планета рухалась із заходу на схід з 1 березня до 1 червня (за новим стилем) і назад, і що вона пройшла сузір'я Стрільця та Козорога. Таке пересування пояснюється комбінацією рухів цієї планети і Землі навколо Сонця. (Невігластво публіки таке велике, що найсерйозніші газети у вересні та жовтні 1907 р. повідомляли, ніби в русі Марса відбулося порушення.)

Планети, як і Земля, є тілами сферичної форми, позбавленими власного світла: вони не світять своїм світлом, а отримують його від Сонця, навколо якого обертаються зі швидкістю, пропорційною їхній відстані від Сонця. Планет вісім і для зручності вивчення їх можна розділити на дві окремі групи. Перша група складається з планет малого об'єму порівняно з планетами другої гру-



пи, які настільки великі, що найменша з-поміж них, однак, більша, ніж ці чотири, разом узяті.

У порядку їхньої відстані від Сонця ми зустрічаємо спочатку Меркурія, Венеру, Землю, Марс. Це світи, найближчі до денного світила. Четверо наступних, згідно з їхньою відстанню від Сонця, — це Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун.

Ця друга група відокремлена від першої значним простором, заповненим великою армією невеликих планет (автор має на увазі астероїди. — *Ред.*). Вони здаються іграшковими порівняно з іншими.

Але це ще не все. Сонце — поважний патріарх, і кожна з його доньок сама також має дітей, які відчують вплив своїх батьків, одночасно підкоряючись світові, що керує ними. Кому не відоме дитя Землі — Місяць? Інші планети мають своїх супутників, світил другого розряду, які поділяють їхню долю і обертаються навколо них, описуючи еліпси, подібно до того, як ці планети обертаються навколо Сонця.

Більшість планет багатші за нас у цьому питанні, проте ми ще повернемося до нього.

Планети, видимі неозброєним оком, здаються нам просто зорями, оскільки вони дуже віддалені від нас.

В астрономічну трубу вони здаються більш чи менш великими дисками, залежно від сили інструмента. Зорі ж, навпаки, спостережувані навіть у найпотужніші телескопи, завжди зберігають вигляд невеликих світлих цяток, бо відстань до них настільки велика, що жоден інструмент не може наблизити їх.

Наступне припущення дасть нам точне уявлення про всю Сонячну систему з відносними відстанями та розміром планет порівняно з Сонцем.

Припустимо, що паризький Пантеон — це Сонце. Вежа його — 20 м завширшки. Взявши його за основу Сонячної системи, ми побачимо, що Меркурій потрібно зобразити кулею розміром з апельсин діаметром 70 мм, який обертається навколо Пантеону на відстані 830 м.



Орбіта його пройшла би терасою Люксембурзького саду для гри в м'яча, через лицей Монтегю, Валь-де-Грас, Музей, Ботанічний сад, собор Паризької Богоматері, майдан Сан-Мішель та Одеон.

Венера, зображена динею діаметром 184 мм, на відстані 1550 м від Пантеону пройшла б через Луврський музей, школу мистецтв, сад обсерваторії, Сальпетрієр, Орлеанський вокзал (Аустерліц), казарму Велестин, церкву св. Павла.

На відстані 2140 м від пам'ятника великим людям Батьківщини можна було б упізнати нашу Землю розміром з диню 185 мм у поперечнику, яка рухалась би околицями Пале-Рояля, вокзалом Орсей, Міністерством народної освіти, вулицями Гренель, Белешас, потім перетнула би прибудови крамниць Бон Марше, а також Ліонський вокзал.

Дитяча кулька діаметром 97 мм, що обертається на відстані 3220 м від Пантеону, збоку від малого палацу, великого палацу, мосту Інвалідів, Військової школи, воріт Шуазі та Іврі, — це орбіта Марса.

Таблиця 2. Середня відстань планет від Сонця

Об'єкт	Відстань			Діаметр планети у діаметрах Землі
	у радіусах Сонця	у діаметрах Землі	у мільйонах кілометрів	
Сонце	—	—	—	109
Меркурій	83	0,387	58	0,37
Венера	154	0,732	108	0,99
Земля	214	1	149	1
Марс	322	1,324	227	0,59
Зона малих планет (Пояс астероїдів. — Ред.)				
Юпітер	1116	5,203	775	11,06
Сатурн	2041	9,539	1421	9,30
Уран	4108	19,183	2858	4,23
Нептун	6420	30,055	4478	3,80



Юпітер проходив би на відстані 11160 м від Пантеону околицями Парижа через Нантар, Бонді, Вілемомбль, парк Сан-Мор, Гриньйон та ліси Медона. Копиця сіна чи хижка лісоруба завширшки 2 м 6 см дала б уявлення про його відносні розміри.

Сатурн, зображений кіоском завширшки 1 м 72 см, був би приблизно на відстані 20 км від Парижа в напрямку Брюнуа, Орсея, Сен-Жермена чи лісу Монморансі.

Уран мав би об'єм діжки завширшки 78 см, що коїться вулицями Крисі, Мелена, Шантильї чи Мо на відстані 41 км від Парижа.

Нарешті, куля діаметром 70 см, розташована на відстані 64 км від Парижа, наприклад, у Дре, Верноні, Бове, Кулом'є, позначила би відстань до планети Нептун.

Приклади ці, наведені для Парижа як початкової точки, зрозуміло, можна зобразити, якщо взяти за центр замість Пантеону будь-яку іншу місцевість (наприклад, Михайлівський золотоверхий собор у Києві. — *Ред.*)

Ось відносні відстані планет від Сонця та їхні діаметри, якщо діаметр Землі взяти за одиницю (таблиця 2).

Вище ми говорили про зорі; якби ми спитали, виходячи з тих же припущень, на якій відносній відстані від Парижа міститься найближча зоря, то отримали б шляхом обчислень 880 500 км, а оскільки реальна земна куля має у поперечнику тільки 12 742 км, то відносна відстань до зорі дорівнювала би 46 діаметрам Землі.

§ 36

ВАЛЬС ПЛАНЕТ — ЗАКОНИ КЕПЛЕРА

Планети обертаються навколо своїх осей і водночас навколо Сонця, ніби танцюючи вальс у великій залі, посеред якої — круглий стіл. У системі світу танцюристи — планетні тіла, велика зала — безмежне небо, а круглий



стіл позначає положення Сонця, нерухомого щодо планет, які крутяться навколо нього.

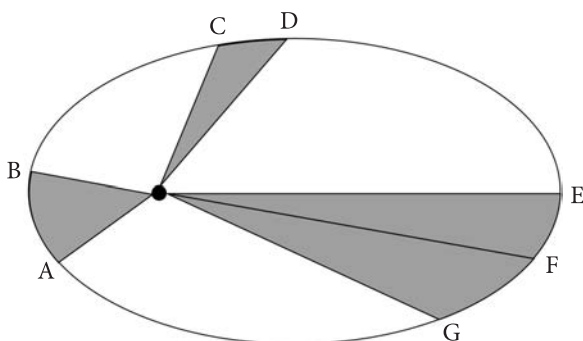
Але цей танок планетних тіл навколо Сонця не хаотичний. Навпаки, він дивовижно впорядкований природою і підкоряється гармонійним і незмінним законам, які відкрив Кеплер¹⁷ після сімнадцятирічних пошуків закономірностей руху планет навколо центрального світила. Передусім він виявив, що кожна з них описує не правильне коло, а еліпс, дуже близький до кола, і що Сонце перебуває в одному з його фокусів¹⁸. Це перший закон Кеплера. Планета зберігає один і той самий «темп вальсу» під час оберту навколо Сонця, тобто вона ніколи не затримується і не прискорює добове обертання, але змінює швидкість руху колом відповідно до її положення на орбіті. Вона рухається швидше, коли розташовується ближче до Сонця, і сповільнює свій рух, віддаляючись від нього.

Розгляньмо якусь планету в різні епохи її обертання. Припустимо, що на її орбіті позначено дуги АВ, CD, EF, пройдені за рівні проміжки часу, наприклад за 30 днів. Можна побачити, що ці дуги тим коротші, чим далі планета від Сонця. Але площі, обмежені радіусами-векторами, тобто прямими лініями, проведеними від Сонця до кінців дуг, пройдених за однакові проміжки часу, рівні між собою. Якщо намалювати орбіту руху планети навколо Сонця на однорідному картоні та вирізати всі три сектори з основами АВ, CD і EF, то ці три шматки матимуть однакову вагу.

Якщо замість 30 днів ми спостерігатимемо шлях планети її орбітою у три різні епохи її обертання протягом 60 днів, тобто за період, удвічі довший, аніж попередній, то переконаємося, що площі, пройдені за 60 днів, удвічі більші, ніж за 30 днів. Якщо взяти їх за період, утричі більший, вони будуть утричі більшими тощо, адже площі,

¹⁷ Кеплер, німецький філософ, математик, астроном (1571—1630).

¹⁸ Див.: «Основи математики» Лезана.



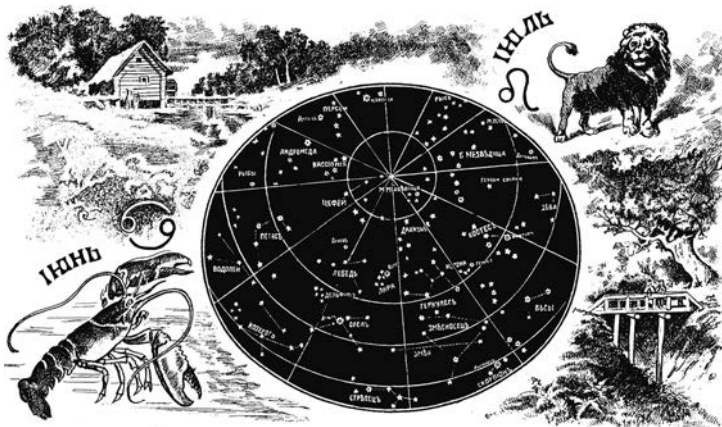
Другий закон Кеплера

описані радіусами-векторами орбіт, пропорційні часові, затраченому на проходження відповідної дуги орбіти. Такий другий закон Кеплера, або закон площ.

Як я щойно сказав, цей закон можна перевірити таким чином.

Накреслимо малюнок орбіти на трьох шматках картону, взятих з одного аркуша. На одному відтворимо дві частини малюнка, тобто частини траєкторії планети протягом 30 днів у дві різні епохи обертання. На другому шматку картону накреслимо площі, описані тією самою планетою упродовж 60 днів, також у різні епохи, на третьому — площі, описані за 90 днів. Виріжемо з трьох картонів площі, описані планетою за різний час, і, зваживши вирізані деталі, переконаємося, що треба покласти на шальку терезів два шматки, які зображають площі, пройдені за 30 днів, щоб урівноважити шматок, що відповідає площі, описаній за 60 днів, бо він удвічі більший від описаного за 30 днів.

Так само потрібно було би покласти на шальку три деталі, які відповідають площам, пройденим за 30 днів у три різні епохи, аби врівноважити площу, описану за потрійний час, і зображену одним шматком за допомогою деталі втричі більшої площі, покладеної на другу шальку терезів.



Літнє зоряне небо

Третій, чудовий і доволі простий закон, також відкритий Кеплером, показує відношення між відстанню планети від Сонця і часом, який вона витрачає, щоби пройти орбіту, описану на цій відстані. Легко зрозуміти, що оберт планети навколо Сонця буде тим довшим, чим більша орбіта, яку вона мусить подолати. Це здається дуже простим. Проте найдивовижніше те, що існує точне співвідношення між тривалістю обертання планети та її відстанню від Сонця.

Кеплер з'ясував, що, помноживши саме на себе число, рівне тривалості обертання будь-якої планети навколо Сонця, і помноживши двічі саме на себе число, що дорівнює середній відстані планети від Сонця, отримаємо два добутки, однакові для кожної планети.

Помноживши число саме на себе, одержимо квадрат цього числа: двічі по два дає чотири, тобто 4 є квадратом 2; тричі по три дає дев'ять, тобто 9 є квадратом 3 тощо.

Помноживши число двічі саме на себе, отримують добуток, який називають кубом цього числа. Наприклад: $2 \times 2 \times 2 = 8$, або 8 — це куб двох; $3 \times 3 \times 3 = 27$, або 27 — це куб трьох тощо. Очевидно, нічого не може бути простішого.



Знаючи тепер, що таке квадрат і куб числа, скористаймося цим.

Ви бажаєте знати відстань Юпітера від Сонця, взявши за одиницю відстань до Землі? Нічого тут складного немає.

Ми знаємо, що час обертання Юпітера навколо Сонця в 11,85 разів триваліший, аніж цей час для Землі. Помножимо це число саме на себе, і після заокруглення одержимо: $11,85 \times 11,85 = 140$, тобто 140 — квадрат числа, рівного тривалості обертання Юпітера навколо Сонця. Кеплер довів, що добуток цей дорівнює водночас кубу відстані, яка двічі помножена сама на себе. Яке число, помножене двічі саме на себе, дасть 140? Це 5,2. Справді, $5,2 \times 5,2 \times 5,2 = 140$ (заокруглене число).

Узявши відстань Землі від Сонця за одиницю, ми отримуємо відстань до Юпітера 5,2, і це означає: Юпітер у 5,2 рази далі від Сонця, ніж Земля.

Подібне ми можемо повторити стосовно будь-якої іншої планети.

Цей незмінний закон пов'язує між собою всі планети. Він має величезне значення. Кеплер відобразив його формулою, яка спершу здається складною, але після нашого пояснення її легко зрозуміти: квадрати періодів обертання планет навколо Сонця відносяться між собою як куби відстаней.

Варто запам'ятати, що йдеться про середні відстані, оскільки орбіти являють собою еліпси, а не кола. Ця середня відстань — не що інше як половина великої осі еліпса.

§ 37

ВСЕСВІТНЄ ПРИТЯГАННЯ, АБО ТЯЖІННЯ

Якось вечірньої пори 1665 року парубок двадцяти трьох років сидів, замислившись, у фруктовому саду батьківського замку. Серед вечірньої тиші яблуко, кажуть, упа-



ло перед ним. Цей факт — настільки простий, що міг би пройти непоміченим для всіх інших, — вражає і збуджує його увагу. Місяць світив на небі. Парубок починає міркувати про природу цієї єдиної сили, яка штовхає тіла до землі; він запитує себе, а чому Місяць не падає? Думавши про це, він доходить до одного з прекрасних відкриттів, якими може пишатися людський розум. Цей парубок був Ньютоном¹⁹! Відкриття, на яке його направило падіння яблука, — це великий закон всесвітнього тяжіння, основа всіх наших астрономічних теорій, що стали завдяки йому такими чіткими.

Ви з усієї сили кидаєте м'яч у повітря. Потроху він сповільнює свій політ, зупиняється, а потім знову падає на землю. Чому? Тому, що Земля його притягує, оскільки будь-яке тіло може впасти тільки тоді, коли воно притягнуте іншим тілом, масивнішим.

Істоти, тварини, предмети прикріплені до землі й тяжіють до неї, оскільки вони вічно притягуються до центра земної кулі нездоланною силою.

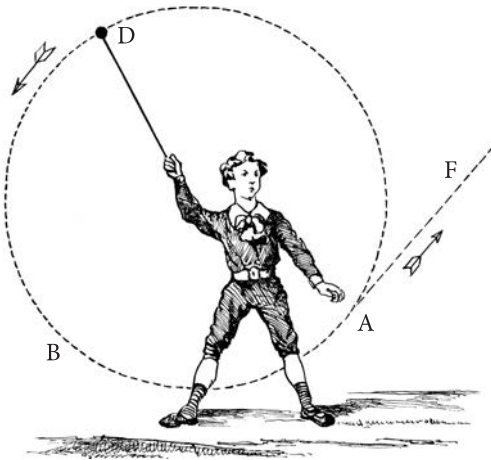
Місяць перебуває в особливому положенні щодо Землі: він не падає, не тікає, а залишається незмінним, ніби в нерішучості, на певній відстані. Чому? Відповідь нам дає дуже просте порівняння.

Коли дитина прив'яже маленький м'ячик на кінці мотузки і примусить його швидко обертатися (див. рис. на с. 157), вона відчує, що м'яч сильно натягує мотузку, ніби він напружує зусилля, щоб утекти. Чим швидше дитина його крутитиме, тим більше сил витратиме, щоб утримати мотузку.

Будь-який предмет, що обертається таким чином, невпинно намагається втекти кривим шляхом подалі від центра, навколо якого обертається: це намагання і є тим, що ми називаємо відцентровою силою.

Земля — це рука, яка примушує Місяць крутитися навколо нас. Якби діяла тільки відцентрова сила, і Мі-

¹⁹ Ньютон, англійський фізик та астроном.



Хлопчик крутить кульку на мотузці

сяць не притягувався Землею, він би вислизнув у небо, рухаючись нескінченною прямою лінією.

Навпаки, якби діяло одне лише тяжіння, Місяць стрімко полетів би назустріч Землі. Але обидві ці сили, діючи водночас, певним чином урівноважують одна одну, як це ми зараз побачимо.

Місяць — це величезний м'яч, закинутий Землею в простір уже декілька мільйонів років тому, в епоху, коли наша земна куля сама була рідкою масою. Захоплений відцентровою силою, він не міг упасти; з другого боку, він також не міг повністю звільнитися від тяжіння нашої планети. Безперервно він звертає з прямої, щоб наблизитися до нас, і це примушує його описувати навколо нас майже колоподібний шлях (еліпс, дуже схожий на коло). Відхилення від прямої лінії — на третину міліметра за секунду.

З другого боку, залишивши сам на себе якийсь предмет на поверхні Землі, наприклад, кинувши камінь у глибоке провалля, можна стверджувати, що він, притягуючись до центра земної кулі, під час свого падіння проходить 4 м 90 см протягом першої секунди.



Але тяжіння зменшується пропорційно квадрату відстані, тобто згідно з її величиною, помноженою на саму себе. Місяць перебуває на відстані, у 60 разів більшій, аніж відстань від поверхні Землі до її центра. Квадрат цього числа — $60 \times 60 = 3600$.

Якби можна було підкинути камінь на висоту, що дорівнює відстані до Місяця, то цей камінь пролетів би протягом першої секунди 4 м 90 см, розділені на 3600. Десь третину міліметра, тобто таку саму відстань, на яку відхиляється Місяць за одну секунду від прямої лінії, що нею він рухався б, якби Земля не притягувала його.

Доречно сказати: те, що відбувається між Місяцем і Землею, не є винятком. Це, навпаки, закон загальний і неунікний. Усі тіла в природі взаємно притягуються. Сонце притягує Землю, Земля притягує Місяць, і завдяки цій всесвітній властивості планети, закинуті в простір, рухаються по кривій навколо Сонця.

Якщо відстань подвоюється, тяжіння вчетверо зменшується; якщо відстань потроюється, тяжіння слабшає вдв'ятеро разів тощо. Кажуть, що тяжіння прямо пропорційне масі й обернено пропорційне квадрату відстані.

Цей чудовий закон відомий як закон притягання, або всесвітнього тяжіння. Такий абсолютний принцип, що став основою всієї небесної механіки, Ньютон відкрив як наслідок законів Кеплера.

Ознайомимося тепер ближче з нашою Сонячною системою.

§ 38

МЕРКУРІЙ І ВЕНЕРА

Двом планетам належить простір між Землею і Сонцем. Ці два світи — Меркурій, найближчий до Сонця, і Венера, яка розташована між Меркурієм і Землею.



Зазначимо, що назви планет викликають у нас міфологічні спогади, пов'язані з сузір'ями та зорями. Чому ім'я Меркурій дали планеті, сусідній із Сонцем? Тому що у давньогрецькій міфології, яка була початком астрономічних тлумачень, Меркурій, спритний і діяльний посланець Олімпу, крутиться дуже швидко навколо Сонця; він віддаляється і наближається до нього постійно у нас на очах і зникає майже завжди в промінні палаючого світила, біля якого тримається дуже близько. Отож спостерігати за цією планетою доволі важко. Її помічають тільки побіжно, час від часу, то після заходу Сонця, то перед його сходом, тоді, коли вона найбільше віддалена від променистої зорі, яка освітлює її, Землю і весь світ своєї системи.

Легко зрозуміти, що нам мало відомо про це світило, яке ми бачимо тільки побіжно. Ця планета менша і за Землю, і за інші планети Сонячної системи. Її обертання навколо Сонця триває приблизно три місяці (88 днів, точніше, 87 днів, 23 години, 15 хвилин і 46 секунд) на відстані в середньому 58 мільйонів кілометрів, еліптичною орбітою, такою витягнутою, що в ті періоди свого тримісячного року, коли Меркурій лежить на найбільшій відстані від Сонця, він отримує удвічі менше світла, ніж в інший час.

Коли спостерігати неозброєним оком, Меркурій має вигляд зорі, доволі яскравої, але заледве видимої тільки в той час, коли він найдалі відхиляється від Сонця — то ввечері в сутінках, то після заходу Сонця, то вранці перед загравою.

У підзорну трубу, навіть доволі слабку, виявляємо, що цей світ перебуває у фазах, які схожі на фази Місяця і залежать від руху планети навколо Сонця.

Досі спроби визначення тривалості обертання цієї кулі довкола своєї осі були даремними. Чи обертається вона, як Земля? Про це ще нічого невідомо. Можна припустити, що Сонце зупинило її обертання, як це вчинила Земля з Місяцем, і що вона обертається навколо Сонця, підставляючи йому завжди один і той самий бік. (Це не так. — *Ред.*)



Вочевидь наші знання про Меркурій дуже обмежені: сказавши про відстань між ним і Сонцем, про його величину і фази, які він нам показує, ми можемо додати, що спостереження, виконані за допомогою спеціальних інструментів, відкрили нам: Меркурій оточений дуже густою атмосферою. (Насправді Меркурій позбавлений атмосфери. — *Ред.*)

Ненабагато більше ми знаємо і про Венеру. Вона не зникає на наших очах, як Меркурій, у промінні Сонця. Навпаки — це зоря (не забуваймо, що це планета. — *Ред.*), яка після Сонця та Місяця найбільше приваблює нашу увагу. Всі знають так звану вечірню зорю: променисту, майже сліпучу, перед якою бліднуть справжні зорі. Це чудове світло примушувало помічати її від найглибшої давнини, за її пишноту грецькі поети дали їй ім'я богині краси. Вони називали її також Веспер, тобто вечірня зоря, чи Люцифер, вранішня зоря, думаючи, що бачать дві різні зорі, бо вона справді виблискує то в сутінках раніше від інших зір, то на світанку, не боячись перших проблисків дня. Але вона заходить не пізніше ніж за три години після Сонця, з'являючись вечірньою зорею.

Проте ця чудова «вечірня зоря», найяскравіша на нашому небі, насправді не зоря. Це планета, друга за відстанню від Сонця. Розміщуючись між нами і Меркурієм, вона за розмірами майже дорівнює Землі. Вона обертається навколо Сонця за 224 дні (точніше, 224 дні, 16 годин, 49 хвилин і 8 секунд) на відстані 108 мільйонів кілометрів. Трапляється, як і з Меркурієм, що вигляд Венери змінюється для нас відповідно до її положення стосовно Сонця і Землі, і її фази видно в найменшу підзорну трубу, а навіть інколи, у виняткових випадках, простим оком.

Венера оточена дуже глибокою й дуже густою атмосферою і могла б зватися сестрою-близнючкою Землі. Крім того, що обидві вони мають майже однакові об'єм та площу поверхні, там, як і тут, атмосфера заповнена хмарами. З цього випливає, що погода на Венері має бути майже завжди дуже похмурою: там, як і тут, мабуть, ідуть дощі,



дме вітер, гуркоче грім, і атмосферні збурення, які нас так лякають і пригнічують, очевидно, трапляються і на цій планеті. Коли Венеру спостерігають у телескоп, то відчують певне розчарування, оскільки дійсність не збігається з уявою. Прекрасна вечірня зоря спонукає сподіватися на чудеса; проте в найкращі інструменти видно тільки непроникне атмосферне покривало, на зразок того, що й на Меркурії. І це ще



Венера

питання, чи є там зміна дня та ночі, чи обертається ця куля перед Сонцем, чи, навпаки, підставляє до сонячного проміння завжди один і той самий бік. В останньому випадку там був би вічний день на півкулі, оберненій до Сонця, і вічна ніч — на протилежній. Це був би, звичайно, дуже дивний світ.

Можна отримати уявлення про вигляд Венери у телескоп з малюнка, поданого на сторінках нашої книжки. Цю планету ніколи не видно чіткіше. Я часто помічав на краях, верхніх і нижніх, білі місця, що здаються снігом. Чи є ці смуги полюсами і чи є вони, отже, доказом обертання навколо осі? Я не наважуюся цього стверджувати.

Ця планета створена, щоб нею милувались!

Між іншим, ми зобов'язані Венері деякими знаннями. Вона прислужилася астрономам, коли вони вимірювали відстань між Землею і Сонцем.

Зараз ми пояснимо, як це робиться, але попередньо слід провести невеликий дослід, щоб зрозуміти цей метод.

Виріжемо з аркуша білого паперу великий круг і повісимо його на стіну. Відійдемо від цієї стіни на кілька метрів і поглянемо в напрямку нашого круга. Візьмемо



за вістря шпильку з великою головкою і потримаємо на певній відстані від нашого обличчя, затуливши ліве око. Ми бачимо, що головка шпильки проектується на ту частину паперового диска, яка ліворуч. Потім затулимо праве око і дивитимемося лівим. Ми побачимо тоді, що головка вимальовується на другій частині диска, праворуч, хоча ми й не зміщували нашої руки і не рухали головою.

Припустимо, що наша голова — це Земля, чи, що краще, нехай наші два ока — це дві точки на Землі, дуже віддалені одна від одної, і в кожній з цих точок — спостерігач. Головка шпильки — це Венера, а два зображення нашої маленької кулі на паперовому диску позначають різні точки, в яких астрономи бачать планету на диску Сонця.

Якби ми повторювали дослід багато разів, поступово наближаючись до диска, ці дві проекції дедалі більше відходили б одна від одної. І відстань, яка відокремлює наші очі, здавалася б у проекції тим більшою, чим ближче був би диск.

Ось чому Венера дуже корисна для нас. Позаяк її орбіта лежить між Сонцем і Землею, трапляється, що в разі складання рухів земної кулі та Венери ця планета проходить прямо перед Сонцем за рівні проміжки часу. В такі моменти астрономи всіх країн збираються у місцях, якомога віддаленіших одне від одного. Вони спостерігають Венеру в один і той самий час та відзначають дві точки, в яких планета, видима з кожного такого пункту, проектується в один і той самий момент на сонячний диск. Ця відстань позначає величину кута, утвореного двома лініями, які виходять із Землі, перетинаються на Венері і дають тотожний кут на Сонці. При цьому Венера є вершиною двох трикутників, основа одного з яких знаходиться на Землі, а іншого — на Сонці. Величина цього кута є паралаксом Сонця, тобто кутом, під яким видно було б Землю з поверхні Сонця.

Оскільки існує відоме геометричне співвідношення між кутовими вимірами предмета і відстанню до нього,



то немає нічого простішого, ніж визначити відстань нашого небесного світила, коли вже знайдено кутову відстань Землі за допомогою проходження Венери перед Сонцем.

Ці проходження повторюються нечасто. Останні були 8 грудня 1874 р. і 6 грудня 1882 р.; (найближчі наступуть у грудні 2117 р. та в грудні 2125 р. — *Ред.*). Меркурій також інколи проходить перед Сонцем, але його проходження менш важливі.

§ 39

МАРС

За 149 мільйонів кілометрів від денного світила рухається в просторі третя планета за порядком її віддаленості від Сонця. Ми всі можемо бачити її неозброєним оком і судити про неї кожен по-своєму: це Земля, на якій ми живемо. Проминемо її.

За нашою земною кулею (якщо взяти Сонце за початок відліку), за 227 мільйонів кілометрів від сяючої зорі, лежить планета Марс, що обертається навколо Сонця по орбіті, зовнішній щодо тієї, яку Земля пробігає впродовж року. Хоча цей світ і сусідить з нашим у володіннях Сонця, він все ж доволі далекий від нас, щоби простим оком ми могли розрізнити щось більше, ніж чудову червону зорю. Коли стародавні греки давали імена небесним тілам, вогняне забарвлення планети спонукало їх бачити в цій «зорі» бога війни, що проливає кров людства в міжнародних сутичках, і засипали прокльонами планету, не причетну до людської підступності. Але згодом, після винайдення збільшувальних підзорних труб, думка змінилась, і «клята зоря» стала, навпаки, об'єктом особливо шанованим.

Справді, дуже цікавий цей маленький світ Марса, який майже вдвічі менший за Землю. Його діаметр стано-



вить 6 728 кілометрів, а довжина його кола — 21 125 кілометрів. Сільський листоноша, про якого йшлося вище, долаючи щоденно 10 кілометрів, зробив би до кінця тридцятирічної служби трохи більше трьох обертів навколо Землі і за той самий час — п'ять з половиною обертів навколо Марса.

Насправді поштар устиг би навіть більше, оскільки, перенесений на Марс, він відчував би себе набагато легшим. Тіло тим більше тяжіє до іншого, чим сильніше ним притягується, і сила тяжіння тіла залежить від його маси, тобто від кількості матерії, яку воно містить. Що більше куля містить речовини, то сильніше вона притягує до себе. Але за однакового об'єму тіло, утворене зі щільнішої речовини, притягує сильніше.

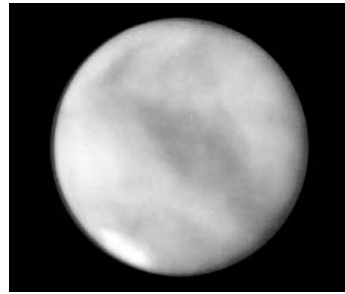
Планета ж Марс важить набагато менше, ніж земна куля, з чого випливає, що цей сусідній з нами світ притягує природні тіла слабше, ніж Земля, і вони важать на його поверхні менше. Людина вагою 70 кілограмів, перенесена на Марс, важила б не більше 26 кг. Полегшений, наш поштар міг би ходити швидше і, відповідно, пройти там набагато більшу відстань, ніж тут.

Ми знаємо про Марс значно більше, ніж про всі інші світи Сонячної системи. Це завдяки тому, що, обертаючись навколо Сонця по орбіті, зовнішній стосовно орбіти Землі, він буває достатньо освітленим, коли підходить найближче до нас (на противагу Венері). Марс — перша планета, яку можна зустрічати довкола Землі, і в певні періоди їхнього обертання обидві ці кулі віддалені тільки на відстань близько 60 мільйонів кілометрів, що астрономічною мовою означає порівняно небагато. В такий час телескопи всіх обсерваторій нашого світу наведено на сусідній світ: до нього звертаються, в нього хочуть проникнути, його зображують і креслять ареографічні мапи (від грецької *Ares* — Марс).

Перші спостереження у телескопи відразу відкрили на поверхні Марса існування плям, більш чи менш чітких. Успіхи оптики, даючи сильніші збільшення, показали



чітку форму цих плям, а вивчення їхнього руху допомогло астрономам визначити з відмінною точністю тривалість добового обертання Марса. Воно відбувається за 24 години, 37 хвилин, 23 і 65 сотих секунди. Отже, на цій планеті день і ніч дещо довші, ніж у нас, хоча ця різниця надто мала, а рік складається з 668 марсіанських діб, точніше — 668 діб, 23 годин, 30 хвилин і 41 секунду. Обертання Марса навколо Сонця відбувається за 687 земних діб, або за один рік, 10 місяців і 17 діб.



Марс

У цьому сусідньому світі є, як і в нас, послідовні зміни світла й тіні, сонячні ранки та сутінки, які вирізняються прекрасними кольорами. Адже Марс, як і земля куля, оточений атмосферою, хоч і значно легшою від нашої, але яка породжує гру світла, подібну тій, що нею милуємося на світанку, коли сходить Сонце, і ввечері, коли воно сідає за обрій.

Обертаючись навколо світила, Марс нахилиється на своєму шляху, і оскільки нахил його осі майже такий, як і в осі Землі, то з цього випливає, що марсові роки мало різняться від наших щодо суворості; але їхня тривалість удвічі більша, адже рік на Марсі дорівнює майже двом земним рокам. Ми можемо звідси спостерігати в телескоп послідовні дії зими і літа. Впродовж зимових місяців сніги накопичуються біля кожного полюса, тануть протягом літа і знову з'являються з поверненням зими; ми бачимо, як вони нагромаджуються і увінчують то північний полюс, то південний, залежно від пори марсового року в тій чи тій півкулі. Там, як і тут, весна пом'якшує суворість зими. Небо майже постійно чисте; інколи легкий туман, тонкий шар пари плаває у повітрі, але він швидко розсіюється, і атмосфера знову стає на диво чистою, що значно



полегшує наші спостереження за Марсом. Справді, це світ, де даремно було би винаходити парасольку від дощу.

Там не спостерігаються величезні океани на зразок тих, що охоплюють більшу частину земної кулі, але є невеликі моря, затиснуті суходолом; зрештою, домовилися називати морями темні місця із зеленуватим забарвленням і давати назву континентів плямам світлим, жовтуватим. Ці моря можуть бути не чим іншим, як просторами, покритими рослинністю, більш чи менш вологою, які змінюють свій відтінок відповідно до пори року. (Моря у земному значенні цього поняття, як і рослинність, на Марсі відсутні. — *Ред.*)

Те, що на Марсі день змінює ніч, весна поспішає за зимою, що полярні сніги виблискують білизною, що на цій кулі є тропічні місця та краї помірних і холодних поясів, — це не здається нам незвичайним, бо наша планета підпорядкована таким самим умовам. Але на Марсі є кілька деталей, зовсім нам не знайомих: це мережа прямих ліній, що перетинають його поверхню у всіх напрямках і ніби з'єднують моря. Ці лінії, вигляд яких змінюється відповідно до пори року, відкрив 1877 року директор Міланської обсерваторії Дж. Скіапареллі, котрий назвав їх каналами, на які вони скидаються. Чи насправді це канали? Таке запитання все ще постає перед астрономами. (На сьогодні питання з «каналами» з'ясоване — каналів на Марсі немає. — *Ред.*)

Справді, доволі важко зробити з цього приводу остаточний висновок, враховуючи, що навіть з найкращими інструментами ми наближаємося до Марса на відстань 300 000 кілометрів, а це ще занадто далеко, аби ми могли збагнути природу цих загадкових явищ. Як би там не було, це одна з найвизначніших особливостей цього світу.

Два маленьких місяці, відкриті в серпні 1877 року А. Холлом, вашингтонським астрономом, обертаються дуже швидко навколо Марса: перший за 7 годин 39 хвилин, другий — за 30 годин 18 хвилин. Вони не більші від Парижа і, звичайно, невидимі неозброєним оком.



§ 40

ЮПІТЕР, ВЕЛЕТЕНЬ СЕРЕД СВІТІВ

Між Марсом і Юпітером відкрито цілу плеяду маленьких небесних тіл, які утворюють ніби особливу країну між двома групами середніх і великих планет. Ці маленькі зорі, найбільші з яких розмістилися б у просторі між Парижем і Руаном, є лише уламками космічної речовини з величезного кільця, що утворилось у часи, коли Сонячна система була ще неструктурованою масою. Воно не стиснулось в одну кулю, а розділилося, розсипалося на величезну кількість крихітних світів, невидимих оком. Першу з цих маленьких планет, справжніх порошинок порівняно з Юпітером, відкрив 1 січня 1801 року астроном Піацці²⁰ з Палермо. Відтоді їх знайшли багато сотень, вони утворюють ніби рій, що обертається між орбітами Марса та Юпітера.

Вище ми показали порівняльні розміри різних планет, тому можна дійти висновку про гігантську величину Юпітера, діаметр якого в одинадцять разів більший від земного.

Який контраст між цими карликовими зірками і Юпітером, велетнем світів! Меркурій, Венера, Земля і Марс, розташовані в один ряд, зайняли б трохи більше чверті діаметра Юпітера, який дорівнює 140 902 кілометрам. Потрібно було би викласти в ряд 11 земних діаметрів, аби скласти діаметр Юпітера, і 1 279 земних куль, щоб утворити таке саме об'ємне громаддя, як Юпітер. Велосипедист, спроможний проїхати 40 кілометрів за день, мусив би працювати ногами впродовж 30 років і 112 днів, щоб об'їхати навколо цю величезну планету, тоді як за такої швидкості він витратив би тільки 2 роки 270 днів на

²⁰ Піацці, італійський астроном (1746—1826).



повний оберт навколо Землі й лише 1 рік 163 дні — на об'їзд навколо Марса. Зазначимо, що наш велосипедист, перенесений на Юпітер, почувався б менш легким і діяльним, ніж у нас, бо на планеті-велетні він важив би у два з половиною рази більше. Це протилежне тому, що ми говорили про Марс. Якби вага велосипедиста на Землі була 70 кілограмів, бідолаха перетворився би на Юпітері на мастодонта, що важить 175 кілограмів, а його велосипед мав би бути дуже міцної конструкції, щоб не розвалитися під ним.

Попри колосальні розміри та страшенну вагу, Юпітер обертається навколо Сонця на відстані 775 мільйонів кілометрів з дивовижною легкістю і швидкістю. Справді, ця планета здійснює добове обертання приблизно за 10 годин; там день удвічі коротший, ніж у нас (близько 5 годин триває ніч і стільки ж — сонячне освітлення). Та оскільки рік Юпітера дорівнює майже дванадцяти земним рокам, там налічується аж 10 455 діб в одному році! Як і в Сонця, ми бачимо обертання Юпітера різним, залежно від географічної широти: швидше — поблизу екватора, повільніше — з віддаленням від нього.

Річне обертання Юпітера навколо Сонця відбувається протягом 11 років, 315 днів і 12 годин. Дитина віком десять земних років не мала б ще й одного року на Юпітері, а восьмидесятилітній дідусь був би тільки на сьомому році життя.

Коли спостерігати неозброєним оком, ця планета має вигляд пречудової зорі, яка проходить Зодіак зі шляхетною поважністю, і зрозуміло, чому наші пращури звеличили цю зорю ім'ям головного міфічного бога. У телескоп Юпітер схожий на величезну, оповиту дуже густою атмосферою захмарену кулю, на якій відбуваються страшні потрясіння, що постійно змінюють вигляд планети. Це тому, що цей небесний велетень ще не досяг рівноваги. Ймовірно, з огляду на свій великий об'єм Юпітер ще не затвердів і, зберігаючи власну теплоту, він котиться у просторі, як темне, але ще гаряче і, безперечно, рідке Сонце.

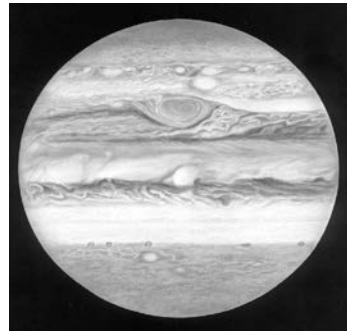


Там не видно ні полярних снігів, як на Марсі, ні дуже ясних обрисів. Напевно відомо, що Юпітер іще більше, ніж Земля, схожий за формою на мандарин, бо його полярні частини помітно сплющені. Але ж який мандарин! Перед ним Земля була б величиною з зернину перцю! Чи має цей велетень якісь переваги перед нашою перчинкою? Є у

нього одна перевага, якій ми можемо беззастережно позаздрити, — це безперервна весна: вона пояснюється постійним положенням Юпітера в тій фазі, що її займає Земля під час весняного рівнодення. Його вісь обертання майже не змінює свого прямого положення впродовж довгого річного обертання, наслідком чого є відсутність пір року та відмінностей у кліматі. Немає ні зими, ні морозів, ані снігу; тепло сонячних променів поступово, без різких перепадів, зменшується в напрямку від екватора до полюсів, і день там завжди дорівнює ночі.

Ми не можемо сказати, чи існують на Юпітері великі континенти, вже сформовані або такі, що тільки формуються, спостереження дотепер не виявили нічого певного, крім ширших чи вужчих смуг, білих і сірих, інколи жовтуватих, які перетинають поверхню Юпітера найчастіше у ділянці екватора. Ці різноманітні смуги постійно змінюють свої форму та забарвлення. Інколи на них з'являються більш чи менш блискучі плями, які нагадують острови, що плавають на рухливій поверхні Юпітера. На малюнку подано такий вигляд цієї планети, який я побачив у телескоп обсерваторії на Жювізі.

Тоді як самотній Місяць супроводжує нашу Землю, Юпітер оточений сімома (нині їх відомо 79. — *Ред.*) чудовими супутниками — чотири з них дуже великі, видимі



Юпітер



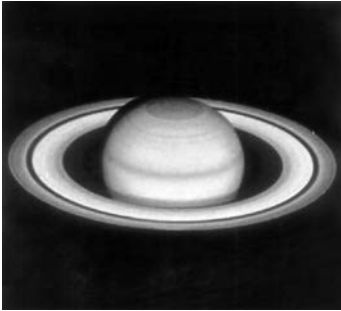
навіть у найменшу підзорну трубу, і три менші. Ця група заслуговує на те, щоби про неї сказати декілька слів. Чотири великих супутники відкрили 7 і 8 січня 1610 року Галілей і Симон Маріус відразу ж після спрямування їхньої підзорної труби на цю планету. Інші, набагато менші за розміром, з розряду телескопічних, були відкриті: п'ятий — у 1892 р. Бернардом, астрономом Лікської обсерваторії (Каліфорнія), шостий і сьомий — у 1905 р. Перрином, астрономом цієї ж обсерваторії.

§ 41

САТУРН

Не дійшовши до подвійних і кольорових зір і не виходячи за межі променів нашої власної зорі — Сонця, ми зустрінемо в нашій планетній системі одного члена її сім'ї, брата Землі, планету, настільки оригінальну і чужу нам, що найбагатша та найсміливіша уява не посміла би створити нічого подібного. Це диво нашої системи — Сатурн.

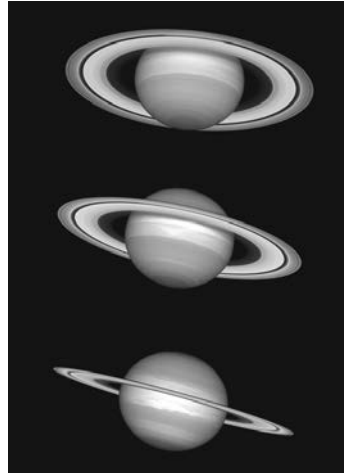
Уявіть собі величезну кулю, що перевищує розмір Землі у 719 разів. Уявіть це жахливо велике тіло, що вальсує так само швидко, як і Юпітер, навколо Сонця, від якого воно віддалене на 1 421 мільйонів кілометрів, і здійснює свій повний оберт за 30 земних років. Уже це вражає нас. Та це ще не все. Найнезвичайнішим для нас є величезне, часто дуже тонке кільце Сатурна над районом екватора, невидиме або білясте на взір туманного серпанку вдень і сяюче вночі. Це кільце оточене другим, а друге — третім. Така система кілець, ніби велика арка, накинута на планету, обертається навколо неї за час від 4 до 13 годин, адже кожне кільце має власний рух: найближче рухається швидше, найвіддаленіше — повільніше. Коли настає вечір для певного куточка цієї планети, то в районі, який охоплюють кільця, небо освітлюється замість семибарв-



Сатурн



Вигляд Сатурна залежно від його положення стосовно Сонця



ної веселки світловою дугою, що надає Сатурнові фантастичного забарвлення, до якого приєднується ще світло десяти місяців, супутників Сатурна (нині відомо 82 супутники. — *Ред.*).

Кільця Сатурна світять відбитим сонячним промінням, як і він сам та його супутники.

Спостерігаючи його неозброєним оком, важко уявити розміри і багатство системи цієї планети; на вигляд це не надто блискуча зоря, яка пересувається у глибинах простору. Ось чому поети давніх часів за його зовнішній вигляд дали йому ім'я бога Часу, непохитного старого, який поважно, повільно і невтомно простує своїм нескінченним шляхом.

На щастя, наука прийшла на допомогу і реабілітувала бідаху Сатурна. Ще в XVII столітті, за Галілея, постало питання про те, яким може бути це незнайоме світило, видиме в маленьку підзорну трубу як куля з двома придатками і подібне до горщика чи кардинальської шапки. Згодом сильніші інструменти допомогли ознайомитися з системою Сатурна, а точні та ретельні спостереження виявили, що кільця його складаються з незліченної мно-



жини найдрібніших частинок речовини, втягнених у вихор колового руху навколо планети.

У найкращі телескопи Сатурн видно як тіло, оповите хмарами, які приховують від нас деталі. Одне відомо, що він оточений дуже щільною атмосферою і обертається навколо своєї осі за 10 год 15 хв, тобто ніч, коли виблискують і світяться його кільця та місяці, триває там, як і день, 5 годин. Завдяки швидкому добовому обертанню Сатурн здійснює 25 217 власних обертів, або сатурніанських діб під час одного оберту навколо Сонця; рік на Сатурні, за земними мірками, триває 29 років і 167 діб, тобто майже 30 наших років.

У давнину вважали, що Сатурн охороняв кордони Сонячної системи; але смілива, незалежна наука перетнула цей кордон і розсунула межі світових систем.

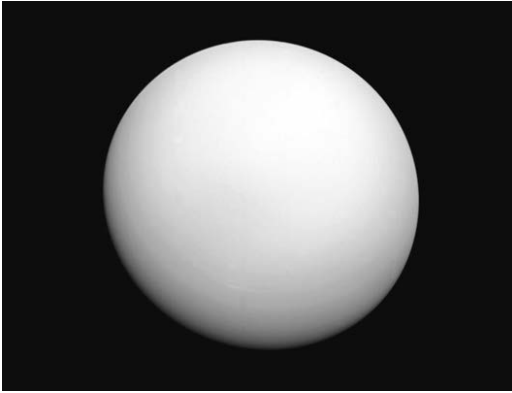
§ 42

УРАН. НЕПТУН

13 травня 1781 року Вільям Гершель²¹ — ганноверський артист, який полишив мистецтво заради науки про небо і заснував обсерваторію в Англії, — спостерігаючи зорі в сузір'ї Близнюків у власноруч побудований телескоп, найкращий на той час, помітив світну цятку, діаметр якої здався йому більшим за діаметр сусідніх світил.

Здивувавшись, він змінив окуляр, посилив збільшення свого телескопа і помітив відповідне збільшення спостережуваного світила. Він відкинув сумніви: це була не справжня зоря, адже зорі занадто віддалені від нас і в найпотужніші телескопи здаються тільки цятками, що світяться. Спостерігач уважав, що має справу з новою коме-

²¹ В. Гершель, німецький астроном (1738—1822).

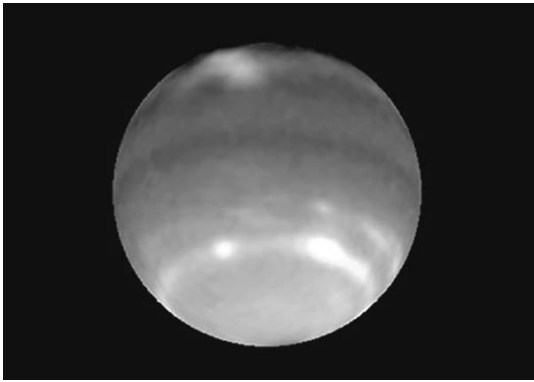


Нептун

тою, яка з'явилась у сонячному сімействі. Він заявив про своє відкриття. Ніхто не думав про нову планету — ми завжди схильні припускати, що наука вже сказала своє останнє слово, і тоді вважали, що Сонячна система завершується орбітою Сатурна. У кожному разі, по багатьох місяцях сумнівів довелося визнати очевидність відкриття і, хоча й не без певних вагань, ввести цю планету в члени сонячної родини. Хоч-не-хоч, усі мусили погодитись, і сьома планета отримала ім'я Уран, котрий стоїть поруч із Сатурном у міфології.

Існування Урана довго залишалося прихованим від людства, оскільки через свою віддаленість він не помітний для ока та в невеликі підзорні труби. Його слід спостерігати за допомогою найсильніших телескопів, але й вони уможливають визначити тільки родинну близькість Урана із Землею, проте не дають жодного уявлення про деталі його поверхні.

Тепер ми вже знаємо, що ця віддалена планета лежить від Сонця на відстані 285 млн кілометрів, що вона в 69 разів більша і в 14 разів важча від Землі, має дуже тривалі пори року, 21 земний рік кожна, оскільки рік на Урані дорівнює 84 земним рокам і 7 добам. Якби устрій там-



Уран

тешнього життя був таким самим, як і в нас, то дитина одного року, яка ще сидить на руках у няні, прожила б уже стільки, скільки літня людина віком 84 років на Землі.

Віддалена планета Гершеля оточена чотирма місяцями (нині в Урана відомо 27 супутників. — *Ред.*), які замість руху з заходу на схід, як супутники Марса і наш Місяць, обертаються зі сходу на захід, і майже перпендикулярно до площини орбіти. Чим зумовлене таке явище? На це ми ще нічого не можемо відповісти.

Попри те, що Уран у 69 разів більший за земну кулю, його не видно із Землі неозброєним оком.

Нам майже нічого не відомо про фізичну будову Урана. Але аналіз його атмосфери показує, що вона не схожа за хімічним складом на повітря, яким ми дихаємо.

Однак це все ж не остання планета Сонячної системи. Ще на 4 488 мільйонів кілометрів далі плаває восьма планета, яка, попри свою віддаленість від Сонця, котру навіть важко уявити, також перебуває у сфері його тяжіння, як і решта планет, що отримують від нього світло і тепло.

Уран був відкритий завдяки телескопу, а Нептун — шляхом розрахунків.

Окрім сонячного, на планети діє також взаємне притягання, яке певною мірою порушує гармонію впливу Сон-



ця. Сильніші з них притягують менш сильних. Сам лише колосальний Юпітер вносить чимало безладу в нашу велику сонячну сім'ю. Послідовно спостерігаючи розташування Урана в просторі, вчені помітили деякі невідповідності, які можна було пояснити тільки впливом якоїсь невідомої планети позаду Урана. Але на якій відстані вона?

Задача ця легко не розв'язується, але знаменитий французький астроном і математик Левер'є (1811—1877) досяг успіху. Після тривалих і ретельних підрахунків він визначив положення планети, розташованої за Ураном. Це сталося 31 серпня 1846 року, а 23 вересня астроном Берлінської обсерваторії Галле на підставі обчислень Левер'є відкрив шукане світило. Левер'є, не полишаючи свого кабінету, за допомогою математичних обчислень, на кінчику пера, відкрив нове світило! Йому дали ім'я бога морів Нептуна, сина Сатурна і брата Юпітера.

На відстані 4 мільярдів 478 мільйонів кілометрів Нептун у підзорну трубу здається маленькою зірочкою. Але ми знаємо, що насправді ця маленька зірочка вчетверо ширша за Землю, тобто якщо покласти на одній прямій чотири земних кулі, то отримаємо діаметр Нептуна, а з'єднавши 55 земних глобусів, одержимо колосальне тіло найвіддаленішої планети нашої Сонячної системи. Величезна відмінність між Нептуном і Землею полягає в періоді обертання навколо Сонця. Земля здійснює повний оберт за 365 діб, або за 1 рік, і для нас цей рік здається інколи надто довгим. Що сказали б ми, якби жили на Нептуні! Повний оберт він здійснює за 164 роки і 280 земних діб. Скільки обертів устигне зробити Земля за той час, поки колос повільно і спокійно виконує одне повне коло свого обертання навколо Сонця!

Ми нічого не знаємо про фізичний стан Нептуна, але можемо припустити, що він, як і Уран, оточений атмосферою, доволі відмінною від нашої, має, ймовірно, хоча б одного супутника, який обертається зі сходу на захід.

§ 43

**КОМЕТИ,
ЛЕТЮЧІ ЗОРІ,
АЕРОЛІТИ**

Тепер, коли ми вже ознайомилися з системою світів, зосередимо на кілька хвилин свою увагу на небесному населенні, не менш цікавому в певних аспектах, ніж планети та їхні спутники.

Є декілька категорій зір, що інколи з'являються перед людиною, завдаючи їй немало клопоту, — це комети.

Насправді комета* — то легке небесне тіло, хмара газу, прозора пара, що подорожує у Всесвіті дуже довгим еліпсом. Це просте й чітке пояснення не несе в собі нічого страхітливого і не дає уявлення про той панічний жах, який наганяли ці мандрівні світила на людство. Причиною цих збурень була значною мірою їхня незрозуміла і раптова поява та незбагненні перетворення: інколи комета набувала таких розмірів і такої химерної форми, що легко могла збентежити людину; хоча це розширення, ці зміни форми відбуваються винятково з причини незвичайної розрідженості складових частинок тіла комети.

Ми звикли до певної гармонії на небі: Сонце незмінно йде своїм шляхом; Місяць постійно зберігає свою форму, і його рух навколо Землі не містить у собі нічого для нас незрозумілого; позірно нерухомі зорі нагадують золоті камінці, прикріплені в глибині неба: все це природна річ і не дивує нас. Комети — то зовсім інше. Час від часу без жодного попередження з'являється далеко в просторі щось схоже на білу хмарку, настільки прозоре, що крізь нього просвічують і виблискують зорі. Щовечора ця хмарка змінює своє положення щодо світил, фор-

* Комета (її ядро) є крижаною брилою із замерзлих газів і твердих частинок. — *Ред.*



ма і розміри її також змінюються; потім, коли комета наближається до Сонця, вона починає світитися, видовжується на багато мільйонів кілометрів і набуває незвичної форми. Але тіло такої комети настільки легке, що коли відрізати в будь-якої з них шматок хвоста, величиною з собор Богоматері в Парижі, то його можна стиснути до гомеопатично мізерної величини. Спостерігалися комети, які, попри їхні величезні розміри, могла би без зайвих труднощів перенести на плечах одна людина! А проте ці світила відігравали визначну роль в історії людства. Коли в давні часи люди помічали на



Комета

небосхилі появу такої комети, то втрачали здоровий глузд, кричали про божественне знамення і чекали кінця світу.

У 837 році, за короля Людовика Лінивого, з'явилася кошлата комета. Він наказав покликати астролога, щоб той пояснив значення цього явища.

Відповідь, яку отримав король, не задовольнила його; він волів відвести лихе знамення молитвами, постом і спорудженням церков. У 840 році, тобто за три роки, король помер. Комета була вже далеко, але це не завадило історикам знаходити якийсь потаємний зв'язок між похмурих світилом і смертю короля.

У 1066 році подібне явище стурбувало людство саме тоді, коли Вільгельм Норманський вів боротьбу з Англією, але цього разу появу комети вважали щасливим провісником перемоги при Гастингсі. Декілька століть по тому сталося нове збурення. В 1456 році, тобто за три ро-



ки після завоювання Константинополя турками, коли нашестя мусульман наводило жах на всю Європу, на небі з'явилася величезна блискуча комета. Тогочасним спостерігачам вона здавалася жахливою, настільки страх перед появою цієї комети змінював її в їхніх очах. І до чого тільки вони не вдавалися, щоб запобігти її згубному, як вважали, впливу! Багато хто тоді захворів від жаху. А виявляється, комети 1066 і 837 років, такі пам'ятні, були просто черговими появами однієї і тієї самої комети. Та часто все ж вона здається людям страхітливою, і якби наша віра мала під собою тверде підґрунтя, людство вимерло б не менш як двадцять чотири рази, припускаючи, що є тільки одна комета, здатна загрожувати тривкості Землі. Але, сумирна, вона ніколи нікому не приносила лихого; навпаки, продемонструвала, що комети підкоряються загальним законам, які керують Всесвітом. Великий Ньютон виявив, що комети, як і планети, підпорядковуються всесвітньому закону тяжіння, що їхній шлях лежить по дуже витягнутій кривій, і вони періодично проходять навколо Сонця, яке розміщене в одному з фокусів цієї кривої (еліпса). Взявши ці дані за основу, англійський астроном Галлей (1656—1742) обчислив орбіту комети 1882 р. і виявив таку вражаючу подібність її до комет 1531 і 1607 років, що вважав правильним визнати їх за одну й ту саму і передбачив її появу в 1759 році. Слухаючись зверненого до неї заклик, невтримно притягувана Сонцем, комета з'явилася в означений час за три роки по смерті великого астронома. Блискуче світило, зійшовши над його могилою, прославило силу і могутність людської думки, яка вириває у неба його найприхованіші таємниці.

Ця знаменита комета, що тероризувала людство в 1455, 1066 і 837 роках, повертається кожні 66 років, але, здається, поступово меншає і втрачає яскравість блиску. Астрономами, які бачать минуле і передбачають майбутнє, пізнають також «невидиме» в безмежних просторах і стежать за блукаючою кометою в темряві нескінченності. Вони не можуть показати її, але знають, де вона перебуває в той чи



той момент і коли не забариться з'явитися знову. Так розум, озброєний знаннями, проникає у сфери, недоступні для нашого ока.

Але комета Галлея — не єдина серед небесних просторів, навпаки, кількість цих легких світил дуже велика. Кеплер вважав, що комет на небі стільки, як риби в морі; рідкісні, звичайно, лише ті, що вражають своєю появою і приваблюють до себе загальну увагу. Більша частина комет належить до розряду телескопічних — астрономи спостерігають їх в обсерваторіях.

Вони з'являються з різних напрямків у глибинах простору ніби для того, щоби набратися тепла і блиску біля спільного вогнища — Сонця. На початку своєї появи бліді та слабкі, притягвані непереможною силою Сонця, вони прискорюють темпи руху, яскравішають і світлішають, доки Сонце нарешті пронизить їх своїм промінням, надавши їм фантастичного, казкового блиску. Багато з цих небесних мандрівниць лише раз навідуються до Сонця, а згодом летять в інші світи. Ми можемо їх бачити тільки один раз, бо, описавши параболу, вони губляться в нескінченності й ніколи не повертаються, для нас вони втрачені назавжди. Якщо необережна комета, ковзаючи повз Сонце, проходить занадто близько біля однієї з великих планет — Юпітера, Сатурна, Урана чи Нептуна, то вона, підкоряючись тяжінню, що діє на неї, змінює свою параболу на еліпс. Тоді комета стає полонянкою нашої системи і вже не може звільнитися: прив'язавшись до сонячного вогнища, вона вимушена повертатися знову в ту точку, де вперше відчула зміну своєї долі. Безборонна, вона залишається в Сонячній системі, подорожуючи по замкненій кривій.

Комети, видимі неозброєним оком, а особливо великі, дуже рідкісні. Від часу появи чудових комет 1858 і 1861 років ми спостерігали ще гарні комети 1874, 1881 і 1882 років. За 25 років, 1907-го, з'явилася велика комета, але потрібно було прокинутися о 2 годині ранку, аби бачити її до зорі, і тому її порівняно мало спостерігали.



Узагалі в кометі вирізняють три характерні частини: передусім центральну, яскраву, блискучу цятку, котра названа ядром й оточена газоподібним ореолом — вінцем, що закінчується видовженим кінцем, хвостом. Ядро і вінць утворюють голову комети; але це тільки святкова сукня, яку одягає комета, щоби постати перед своїм повелителем — Сонцем. А в темряві нескінченності, вдалині від яскравих барв дня, комета, покинута сама на себе, — не більше ніж скромна туманна пляма, без вінця і хвоста.

Це подорожне життя має свої загрози для тендітної небесної мандрівниці: крім ризику розбитись об велику планету, вона наражається на небезпеку випадкових зустрічей і жорстоких збурень. Не одна з них загинула таким чином, доказом чого є спостережувані в різних місцях справжні зливи летючих зір.

Насправді ці світні цятки, що ковзають небом, ніби вогняні стріли, не є постійними зорями; це атоми, піщинки, найдрібніші часточки комет, які розпалися. Блукаючі зорі з'являються здалеку за мільйони мільйонів кілометрів і обходять навколо Сонця по витягнутому еліпсу. Коли ці крихітні тіла наближаються до Землі, вони притягуються нею і, проникаючи у верхні шари нашої атмосфери, від тертя, якого там зазнають, загораються і виблискують, ніби справжні зорі, найпрекраснішими барвами. Висота їхньої появи в нашій атмосфері — 110 кілометрів, а на відстані 80 кілометрів вони вже зникають; але блукаючі зорі траплялося спостерігати і за 300 кілометрів.

Аероліт (болід) — це дуже яскрава летюча зоря.

Треба зауважити, що Всесвіт заповнений цими уламками речовинних тіл; серед них є не більші за піщинки, які, проникаючи в земну атмосферу, перетворюються на летючі зорі. Найбільші з них, розірвавшись високо в повітрі, падають на Землю.

Ці камені, що падають з неба, містять у собі великий відсоток заліза. Вони не рідкісні: в Музеї природничої історії в Парижі їх зібрано декілька тисяч кілограмів; трапляється, що вага одного каменя сягає кількох сотень кіло-



грамів. Так, у травні 1907 року багато аеролітів вагою до 250 кілограмів упало в Сполучених Штатах Америки. Коли їх підняли, вони були ще гарячі, мали чорний колір і легко ламалися. Їхньому падінню передував сильний вибух.

§ 44

ТУМАННОСТІ Й ЗОРЯНІ СКУПЧЕННЯ

Ми ознайомилися з зорями та побували на планетах. Доповнимо наші астрономічні заняття ще однією, набагато віддаленішою, повітряною екскурсією.

Спостерігаючи зоряне небо в безмісячну ніч, можна бачити поміж сузір'ями бліді плями — крихітні хмарки, що відблискують місячним світлом. Поки людина для спостереження неба не мала іншого інструмента, крім даного їй природою ока, для неї залишалася загадкою природа цих хмаринок, які вона, з огляду на подібність, назвала туманностями. Але астрономічні інструменти — телескопи — відкрили людині нові обрії: там, де око бачить тільки туманну пляму, сильна труба покаже нам скупчення зір, близько і щільно розміщених одна біля одної.

У сузір'ї Геркулеса, яке видно на наших широтах, можна спостерігати чудове скупчення зір такого типу. Неозброєному оку воно здається туманною плямою, яка не дає нам змоги навіть уявити собі розміри, блиск і красу цієї чудової групи. В телескоп наше око захоплено спостерігає перетворення білястого туману на незліченну кількість блискучих цяток, кожна з яких — окреме сонце, колосальна зоря, вогнище тепла і світла.

Персей, знаменитий міфологічний герой, історію якого ми розповідали, тримає у правій руці дві суміжні прекрасні групи зір, які сонячним серпанком оточують руків'я його шаблі.



Такі скупчення зір дуже поширені на небі й часом набувають чудернацької, неправильної форми корони, риби, рака, пташиного крила тощо. У деяких з них зорі розташовані дуже густо, в інших вони настільки віддалені одна від одної, що дають нагоду спостерігачам і астрономам, які не мають сильних телескопів, ознайомитися з природою цих небесних скупчень. Те саме слід сказати і про Плеяди (Стожари). Неозброєним оком цю красиву групу можна чітко бачити як 6—9 зір, залежно від гостроти зору спостерігача. Але око, озброєне телескопом, пристосованим для фотографування неба, відкриває нам не 6 і не 9, не 12 і не 15, а сотні зір — кожна з яких є справжнім Сонцем, що, можливо, в сотні разів перевищує наше світило силою свого світла.

Є, однак, з-поміж цих зоряних хмар такі віддалені від нас, що на них ми не можемо, навіть користуючись найкращими інструментами, розрізнити окремі зорі; такі зоряні скупчення і називають туманностями. Одні з них являють собою величезні хмари газів. Може, це новий світ, що перебуває ще на стадії утворення, майбутня сім'я сотень і тисяч сонць, і кожне з них дасть життя і світло новому світові, форми життя якого ми тепер не можемо собі навіть уявити. Але спливе чимало віків, доки астрономи майбутнього — я не кажу про Землю, оскільки наша планета загине набагато раніше, ніж устигнуть виникнути нові світи, — і нові молоді астрономи побачать цілі громаддя зір там, де наші очі наштовхуються на непроникні хвилі туману.

Ці газові тіла доступні для хімічного аналізу, а їхнє світло вивчають за допомогою спектроскопів. Інші заганяють нас у глухий кут, бо вони не мають обрисів окремих зір, а їхнє світло недоступне для спектрального аналізу. Вважають, що існують вже організовані світи, але настільки далекі від нас, що жоден телескоп не в змозі подолати їхню неймовірну віддаленість. Стосовно них можна тільки висувати припущення; але наука майбутнього, завдяки далекосяжним успіхам оптики, розірве серпанок,



Туманність



Галактика Андромеди

що приховує істину й утворює з туманних плям якихось містичних незнайомців.

Якщо спостерігати небо неозброєним оком, зоряні купи* і туманності здаються подібними до хмар газу, але останні чіткіші та більші, як, наприклад, туманність у сузір'ї Андромеди, яка в маленьку підзорну трубу схожа на кісточку фініка, а особливо в розкішному сузір'ї Оріона, що легко розрізняється оком, а в телескоп нагадує кажана.

Та все ж астрономи тривалий час плутали зоряні скупчення і туманності, й лише останні наукові відкриття відокремили їх. Одночасні спостереження й однакові результати обчислень, мабуть, допомогли остаточно з'ясувати, що зоряні купи є величезними скупченнями найрізноманітніших зір, подібними до Чумацького Шляху.

Усі знають Чумацький Шлях, цю широку білу стрічку, яка оперізує небо, наче яскраво-осяйний пояс. Насправді це цілий мурашник зір, занадто малих, щоб їх бачити окремо, але достатньо невеликої підзорної труби, щоб роздивитися ту чи ту, яка вирізняється своїм блиском.

* Сучасна назва — галактики.



Більші труби покажуть нам безліч сяючих цяток, у телескоп ми побачимо зоряну тканину з 18 мільйонів зір! Так, 18 мільйонів сонць, розташованих на такій відстані, що ми оком не можемо їх розгледіти. Наше Сонце — також одна із зір Чумацького Шляху. Він оточує нас зусібіч, і якби Земля була прозорою, ми бачили б його під ногами так само, як і над головою. Чумацький Шлях — це перспективний вигляд неймовірної кількості зір найрізноманітніших розмірів, відстаней і яскравостей. Форма цього зоряного світу нам невідома, в кожному разі, ми можемо припустити, що це неправильна сплюснута сфера, екватор якої позначений Чумацьким Шляхом. Здебільшого в цій ділянці небосхилу розташовані зоряні скупчення й окремі зорі.

Інакше виглядає справа з нерозділеними чи пароподібними туманностями: вони розміщені де-не-де на Чумацькому Шляху і, можливо, навіть за межами нашого Всесвіту. (Тут Фламмаріон помилявся — всі небесні світила, які спостерігає людина, не виходять за межі нашого Всесвіту. — *Ред.*)

Наш Чумацький Шлях з незліченною кількістю зір — не більш як частинка творіння. Інші світи, такі ж величезні, такі ж грандіозні, як і наш, населяють безмежні простори Всесвіту і зароджуються різноманітними шляхами десь там, у незмірних глибинах.

На цьому завершуємо наш загальний опис Всесвіту.

Це, як вже зазначалося на перших сторінках, усього лише загальний нарис, який може бути посібником для батьків та вихователів, коли вони забажають, не обтяжуючи пам'яті, запропонувати дітям кілька корисних і цікавих відомостей щодо природи світів.

Але ще наостанок я хотів би дати також поняття нескінченності простору.



§ 45

**НЕСКІНЧЕННІСТЬ
ПРОСТОРУ***

Ми живемо на Землі, на рухомій кулі, яка летить, обертається, підвладна більш ніж 12 різнорідним рухам; та ми настільки малі порівняно з нею, що все нам здається нерухомим. Але ось ніч огортає все своїм покривалом, у глибині небес загораються зорі, повітря освітлюється блідим сяйвом Місяця. Полетимо, помчимо й ми зі швидкістю світла, яке пробігає до 300 000 кілометрів за секунду. За дві секунди ми вже поблизу Місяця, і перед нами постануть жерла вулканів, кільцеподібні гори з крутими урвищами, дикі хребти, глибокі долини і незліченні провалля його нерівної поверхні. Але рушаймо далі. Знову визирнуло Сонце: погляньмо востаннє на освітлену Землю, маленьку кулю, яка висить у повітрі, в темряві нескінченної ночі. Наближається Венера — новий, подібний до нашого світ. Може, вона населена, як і наша Земля? Та нам ніколи зупинятися. Ми летимо так близько біля Сонця, що розрізняємо велетенські виверження на його поверхні. А ось і Марс із його засніженими полюсами, зеленими луками, темними каналами та червонястими пустелями; там світ, повний життя і руху. Ми ж летимо далі. Перед нами — колос, Юпітер, який у 1000 разів перевищує розміри Землі. Які швидкоплинні його дні, яке хвилювання на його поверхні, і що за урагани в його атмосфері! Він не вийшов іще з періоду дитинства свого планетного існування; пізніше, за сотні століть, він набуде, ймовірно, спокою і нерухомості Землі. Це світ майбутньо-

* Незважаючи на окремі фактичні помилки (наприклад, зелених лук на Марсі немає, бо там не існує рослинності), Фламмаріон загалом правильно пише про нескінченність Всесвіту.



Чумацький Шлях (вигляд у телескоп)

го. Летимо, летимо вперед. А це? Що це за планета, яка обертається сама навколо себе з такою самою швидкістю, як і Юпітер, й оточена чудернацьким німбом цілої системи кілець? Це Сатурн зі своїми кільцями, у супроводі супутників. Уран і Нептун — останні планети, які ми зустрінемо на своєму шляху, причому другий лежить від Землі на відстані понад мільярд кілометрів. Але ми лети-мо далі й далі. Ось бліда комета прослизає повз нас, як привид; ми все ще розрізняємо Сонце, що виблискує серед небесних світів як величезна зоря. За швидкості до 300 000 кілометрів за секунду нам достатньо чотирьох



годин, щоби досягти Нептуна; але вже багато днів ми нескінченно віддаляємося від цієї межі й довгі тижні, довгі місяці мчатимемо через простори, які оточують сонячну сім'ю, не зустрічаючи нічого, крім комет, що блукають від однієї системи до іншої, крім космічного пилу, аеролітів, уламків зруйнованих світів. Ми будемо мчати ще чотири роки, аби досягти найближчого до нас сонця, страхотливого вогнища, яке розсипає навколо себе більше світла й тепла, ніж наше Сонце.

Та ми не зупинимося тут, а продовжуватимемо свій шлях іще десять, двадцять, сто, тисячу років з попередньою швидкістю 300 000 кілометрів за секунду! Так, за тисячу років, без зупинки та відпочинку, ми пролетимо Всесвіт, мимохідь ознайомимося з сонцями всіх розмірів, цими плодоносними вогнищами, які палають незгасним світлом, з незліченними сім'ями найрізноманітніших планет, з віддаленими світами, населеними невідомими нам істотами, з різнобарвними супутниками, з усім розмаїттям світових ландшафтів; кинемо погляд на ці зоряні нації з їхніми вдачею, звичаями, ідеями, з їхніми досягненнями та проблемами. Якщо ми продовжимо нашу подорож іще на тисячу років, то досягнемо зоряних скупчень, Чумацького Шляху, розірваного на шматки, цієї величезної космогонічної системи, яка мчить у нескінченному просторі. Будьмо готові й до того, що сонце, до якого ми наблизимося, чи будь-яка зоря, засипле раптом нас вогняним дощем: це руйнування старих, знівечених світів і народження нових.

Ще тисячу, десять тисяч, сто тисяч років усе далі, без відпочинку, без зупинок, з колишньою швидкістю 300 000 кілометрів за секунду! Уявімо собі, що мчимо таким чином мільйони років чи навіть століть. Чи досягнемо ми тоді меж видимого світу? Перед нами — величезні темні пустелі. Але там, далеко, в глибині загораються нові зорі; полетимо туди, наблизимося до них. Нові мільйони років. Нові відкриття, нові різновиди красот, нові системи, нові світи, землі, нові форми життя! І... все ж не-



має кінця? Немає! Нема закритого горизонту! Нема склепіння! Нема бар'єру, що перегороджує шлях! Навколо простір — завжди простір! Але де ж ми? Який шлях подолали? І ... куди ми дісталися? До порога Всесвіту!..

Насправді ми не зробили жодного кроку вперед! Центр світу всюди — навколо... Так, перед нами Всесвіт. Нас охоплює жах, ми відступаємо. Ми не спроможні більше переслідувати недосяжне. Ми можемо падати прямо-висною лінією, падати завжди, але ми ніколи не досягнемо дна, як ніколи не натрапимо на перешкоду на завжди відкритому обрії. Ні небес, ні пекла, ні заходу, ні сходу, ні верху, ні низу, ні правого боку, ні лівого. Зусібч тільки простір. У цій безмежності простору група Сонця і планет, що утворює нашу систему, не більше ніж острів величезного архіпелагу, а в межах вічності все життя людства, життя всієї нашої планети — не більш як... мить.

Науково-популярне видання

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ГОЛОВНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ

ФЛАММАРІОН Каміль

**ПОПУЛЯРНА
АСТРОНОМІЯ**

Редактор
Вадим Рего

Ідея оформлення
Анни Радченко

Художнє оформлення
Євгена Ільницького

Технічний редактор
Тетяна Шендерович

Підготовка ілюстрацій
та комп'ютерна верстка
Наталії Коваленко

Підписано до друку 14.11.2019. Формат 84 × 108/32.
Гарн. Мініон Про. Ум. друк. арк. 10,03. Обл.-вид. арк. 10,52.
Тираж 300 прим. Зам. № 5784.

Видавець і виготовлювач
Видавничий дім «Академперіодика» НАН України
01004, Київ, вул. Терещенківська, 4

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи серії ДК № 544 від 27.07.2001