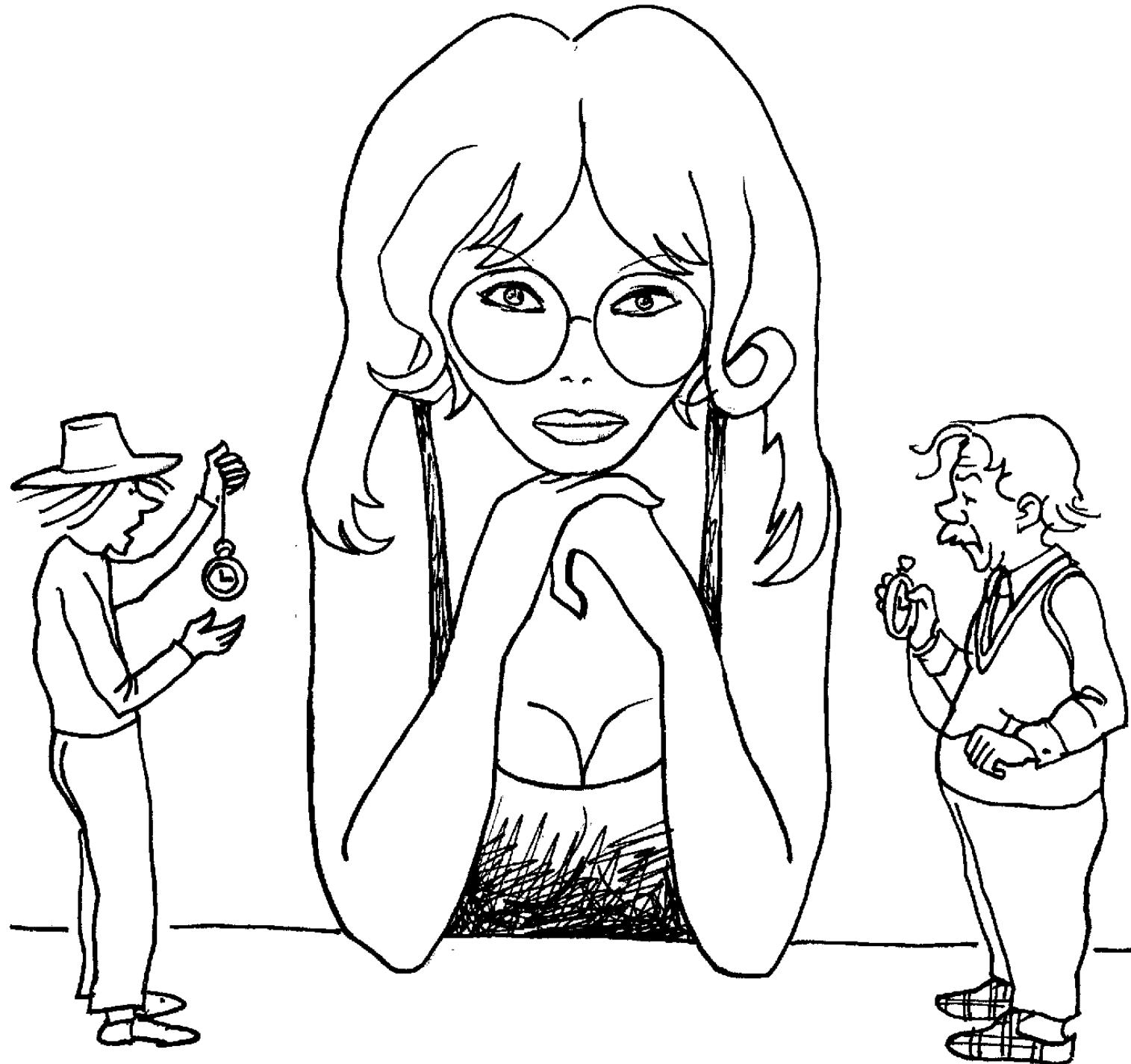


ЗНАННЯ БЕЗ МЕЖ

# ВСЕ ВІДНОСНО

ЖАН-П'ЄР ПЕТИ



**І крім того, це  
правда!**



Софі, іноді я дивуюся...

Що мій любий?

... Я не знаю... чи справді все так, як ми думаємо... якщо реальність справжня...

Якщо, можливо, за всім щось стоїть.

Увага! Один всесвіт може приховувати інший!

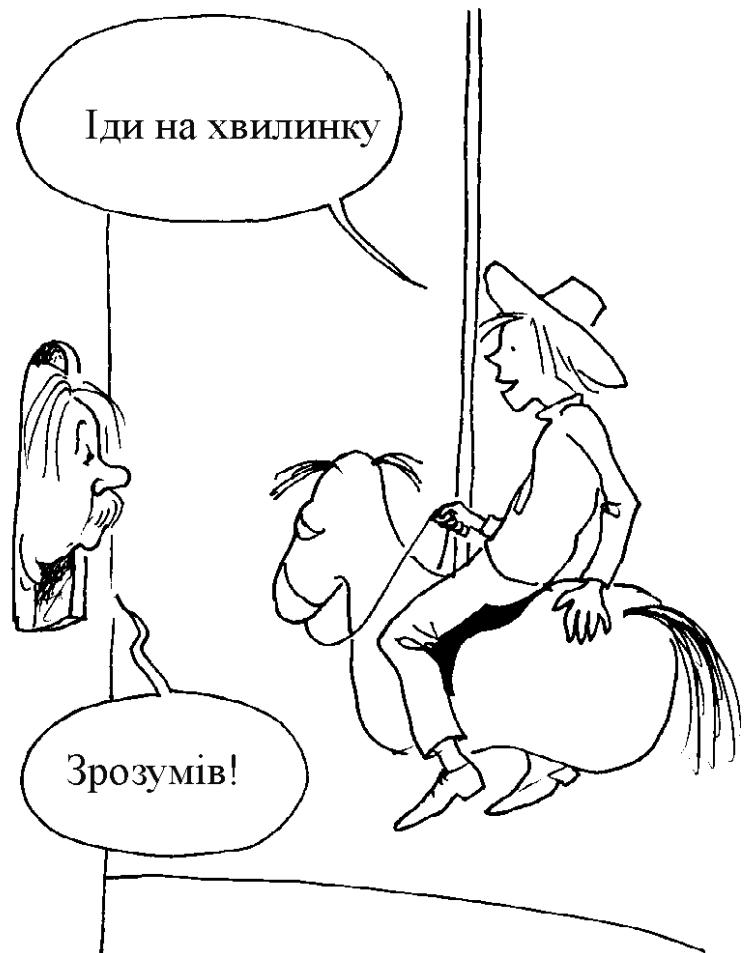
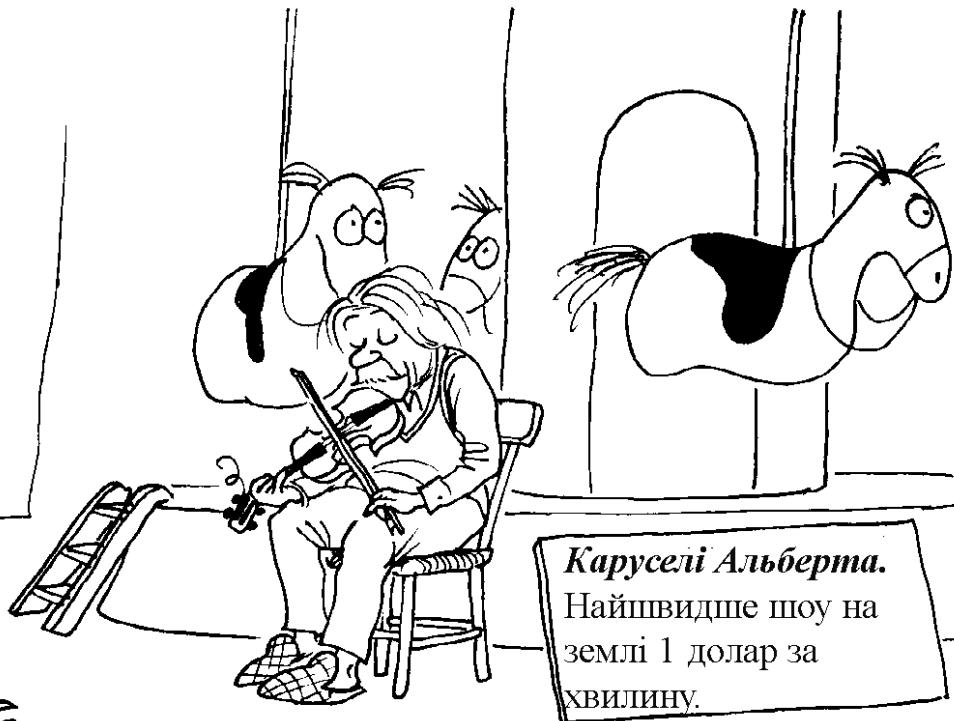
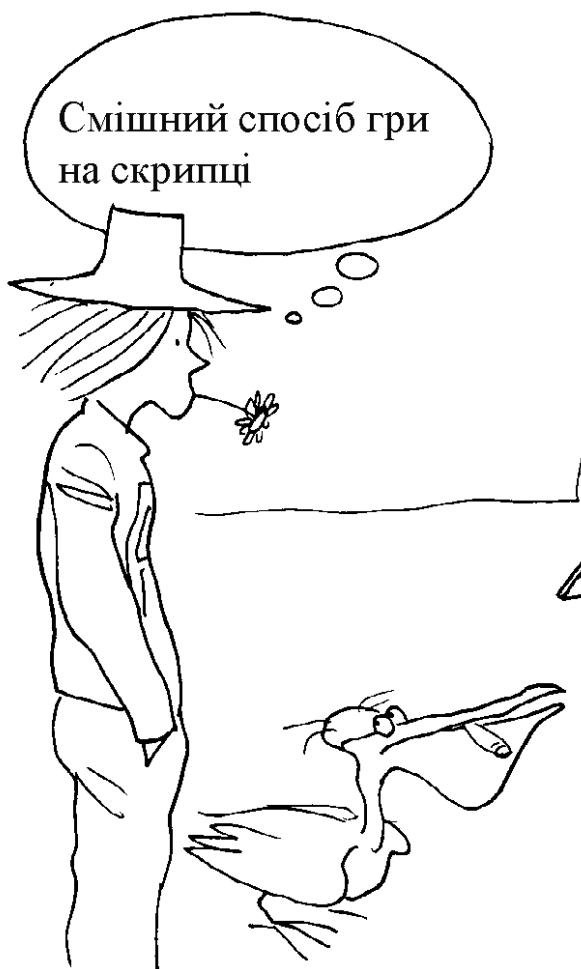
Ви просто повинні піти подивитися.



# **КОСМІЧНИЙ ПАРК**

пан Альберт, власник-засновник





Гоп !

Гей, цей твій годинник,  
здається, вважає, що хвилина  
триває 59 секунд.

Зовсім ні, у мене є одна  
хвилина!

I це **Chronoperfecta**,  
який вимірює час з  
абсолютною  
точністю.

У мене теж є  
**Chronoperfecta!** Дивно...  
Новий годинник!...  
Може погана серія...

Нарешті, він  
на гарантії.

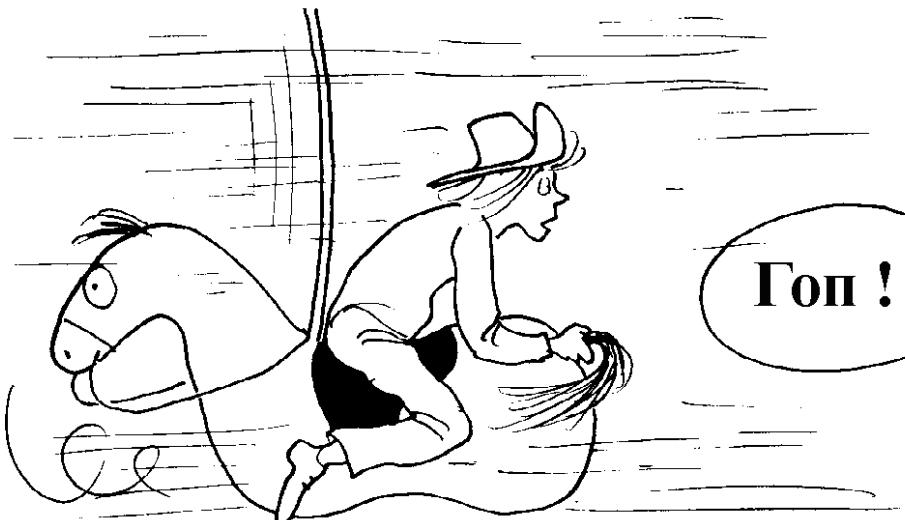
Ваш годинник працює  
уже добре, Ансельме.  
**Chronoperfecta** надійні,  
можуть  
саморегулюватись.

Тоді це, мабуть,  
була та карусель!



Скажіть, месьє Альберте,  
чи можна перевернути  
карусель?

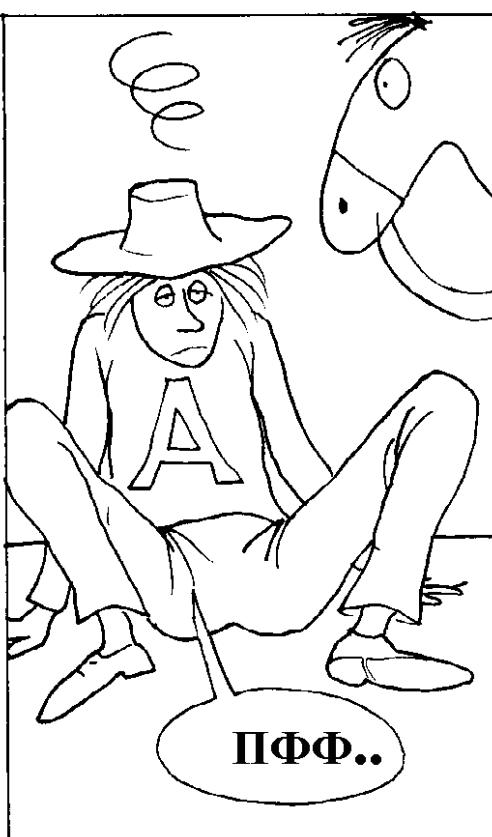
Нема проблем. Це все ще 1 франк за хвилину.



Гоп !



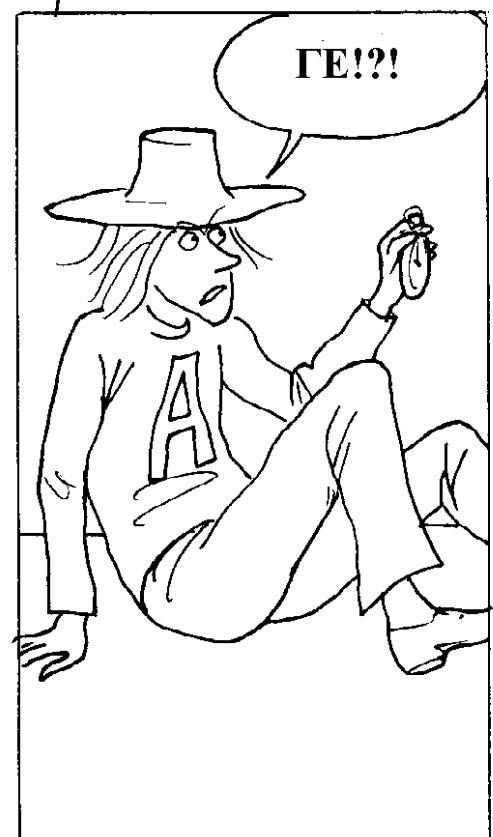
ГЕ!??



ПФФ..



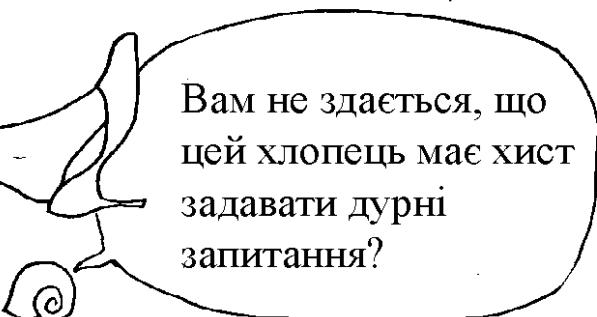
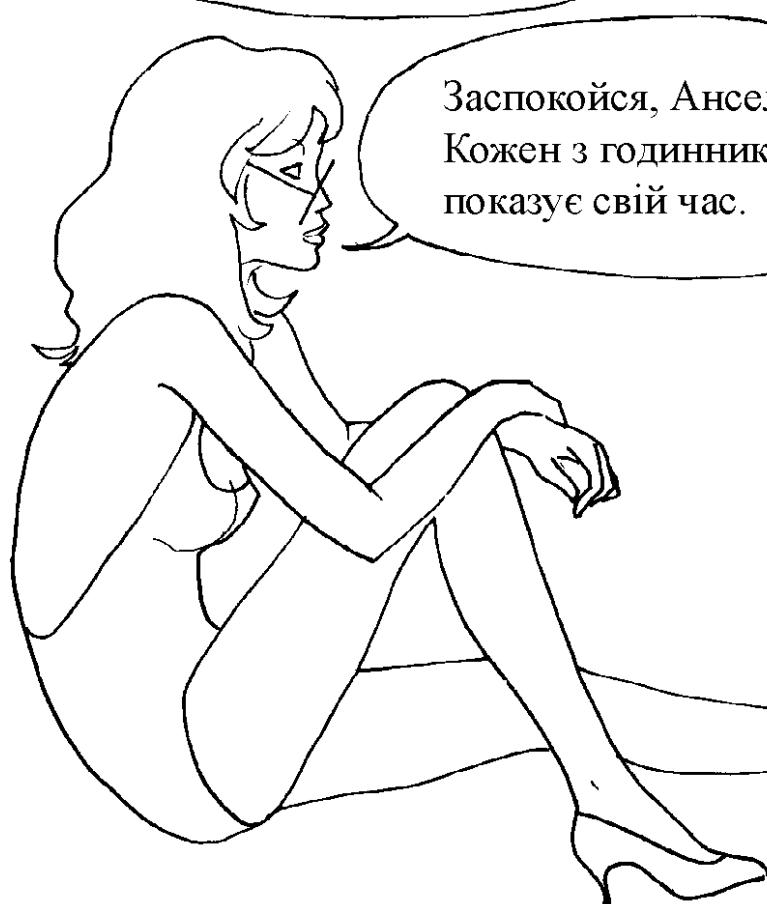
МММ...



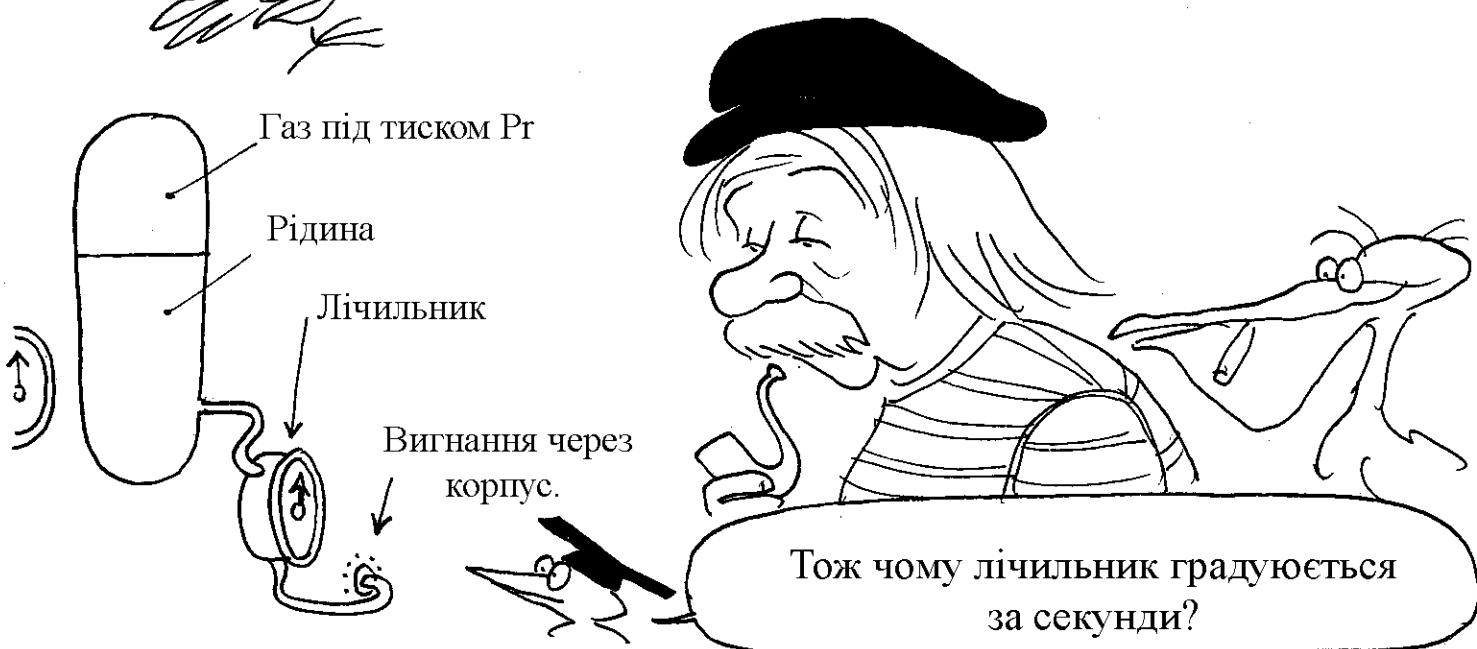
ГЕ!??



Як?!?? Нічого подібного !



# ТИМ ЧАСОМ...





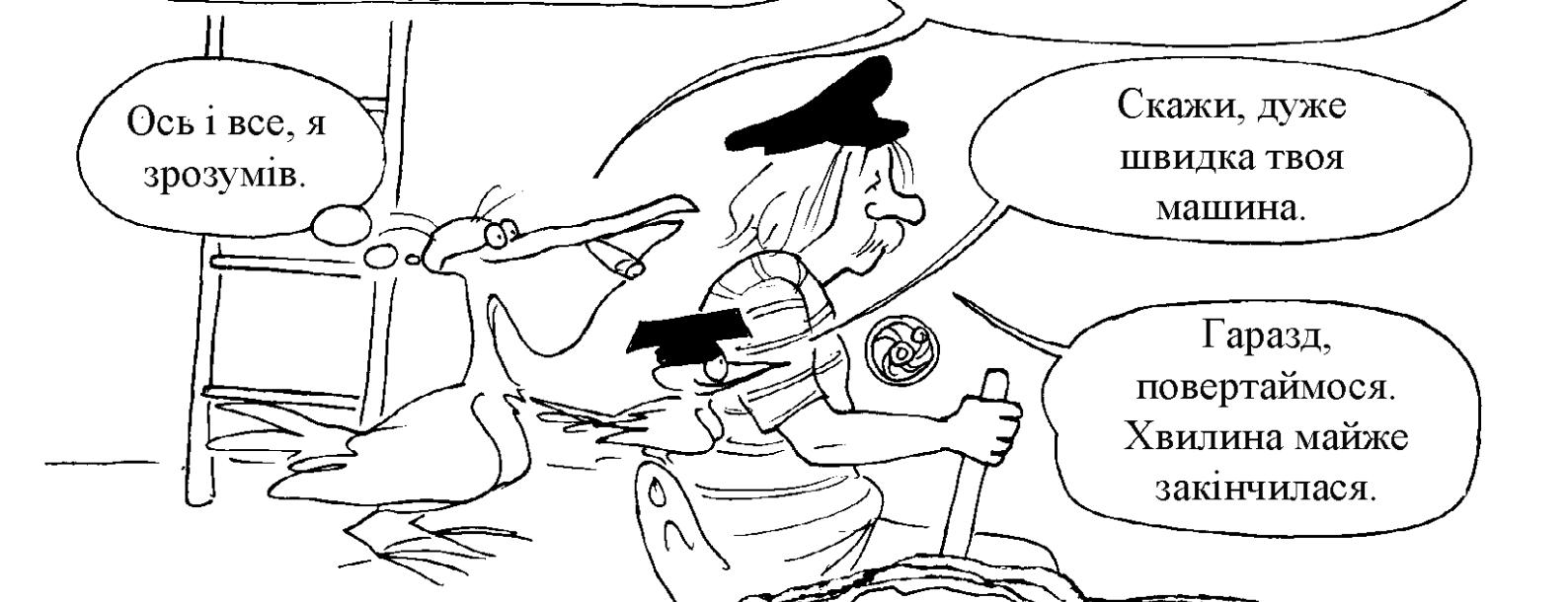
Час спливає, чи не так?  
Старий принцип водянних  
годинників.

Ах так, і потік пропорційний  
різниці тиску в баку і тиску,  
який панує зовні.



Мій підводний човен оснащений  
прінальними дугами, тож чим  
швидше він рухається, тим глибше  
занурюється.

Отже, для вимірювання  
швидкості потрібен лише  
манометр, що вимірює  
зовнішній тиск.



Ось і все, я  
зрозумів.

Скажи, дуже  
швидка твоя  
машина.

Гаразд,  
повертаймося.  
Хвилина майже  
закінчилася.

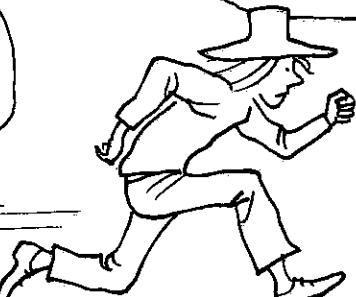


О, подивіться, це  
неймовірно! Ми на 25  
сторінці

ДОЗВОЛЬТЕ МАКСУ ТА ЛЕОНУ НАМАЛЮВАТИ НАСЛІДКИ СВОЇХ  
ПІДВОДНИХ ПРИГОД І ПОВЕРНУТЬСЯ ДО АНЗЕЛЬМА



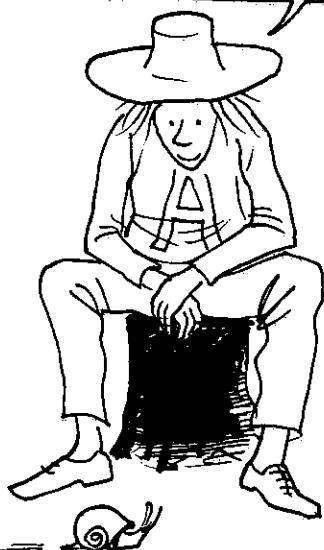
Це смішно, якщо подумати про це. У космосі,  
який би напрямок ти не вибрав, здається, що  
ти завжди можеш повернутися, піти у  
зворотному напрямку.



Я можу їхати набагато швидше за  
равлика Тіресія й обігнати його.

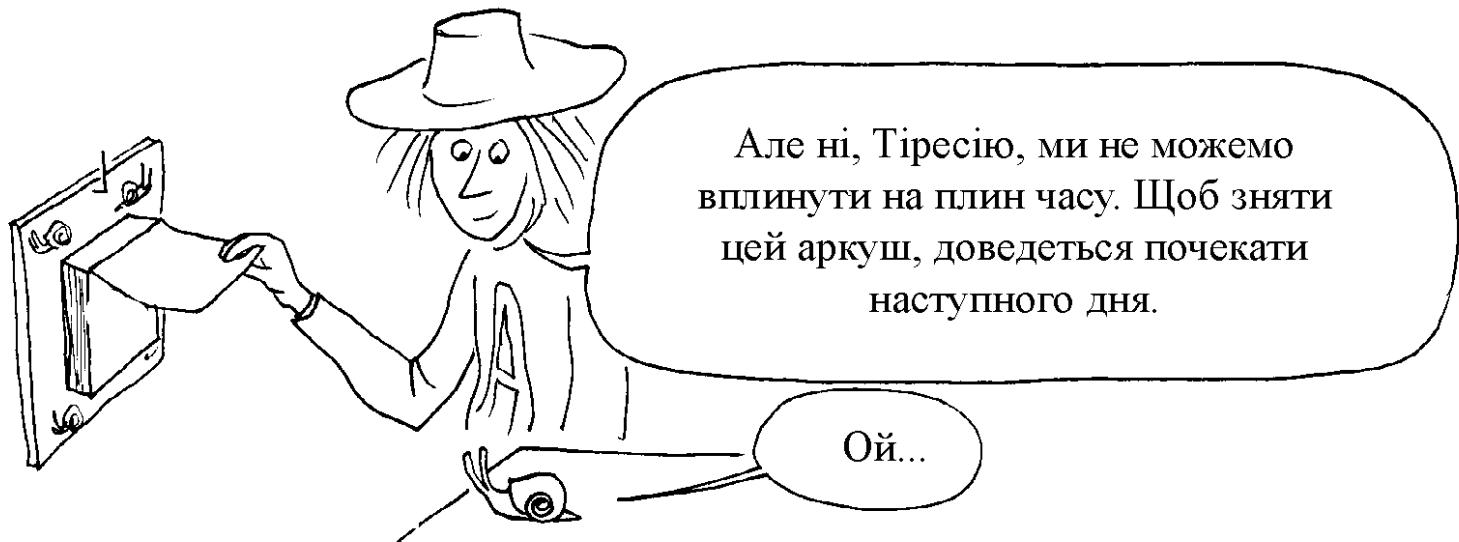
Марна трата.

Або я можу зупинитися і  
дозволити йому наздогнати  
мене.



Але коли мова заходить  
про переміщення в часі,  
здається, що все виглядає  
трохи інакше.





## ПРОСТИР - ЧАС



Бачите, наприклад, чому час йде в майбутнє, а не в минулі?

Почекай, я тебе знімаю.

А тепер що?

Дай мені ножиці,  
Арчі.



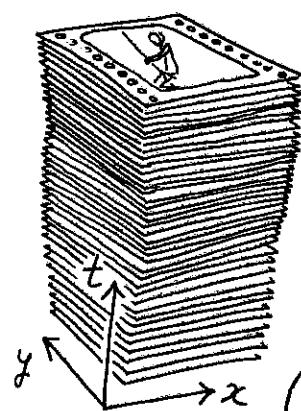
У неї дійсно  
гарні очі.

Кожен образ цього фільму має фіксувати  
СЬОГОДНІШНІЙ МОМЕНТ.  
Кожна секунда фільму становить 24  
кадри. Отже, це переривчаста  
послідовність подій.

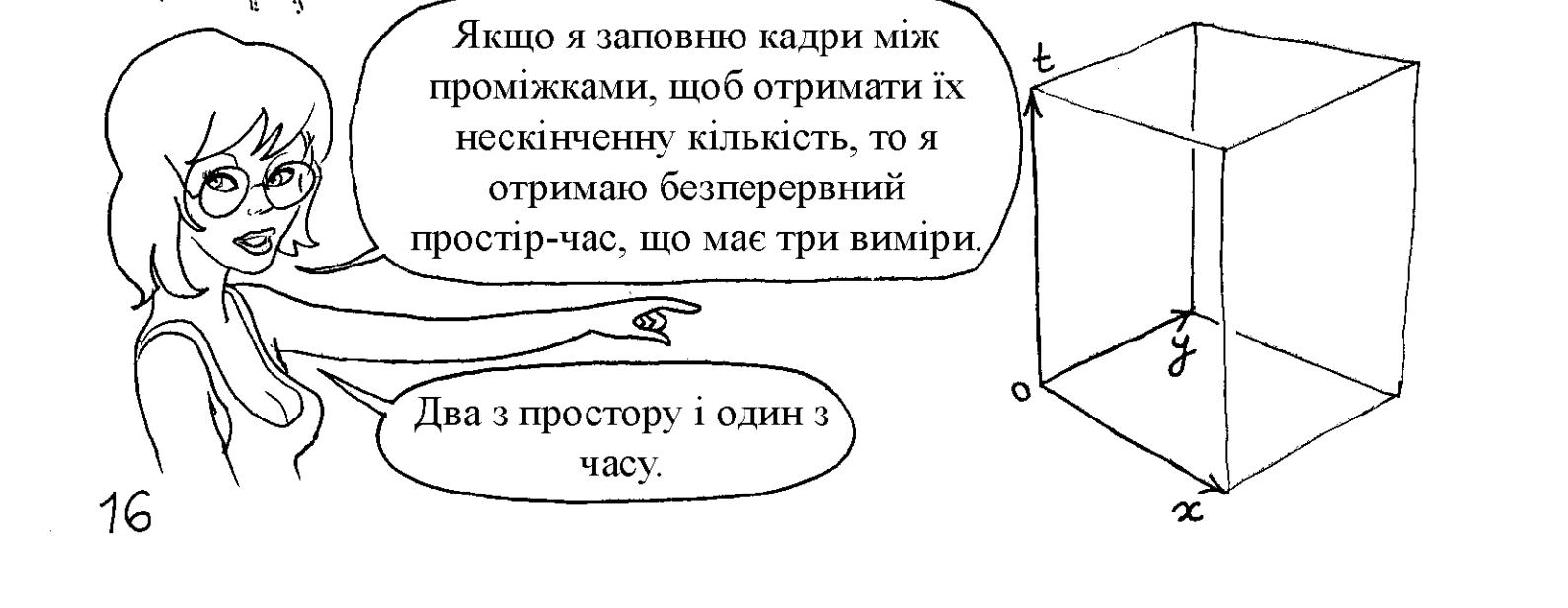


Зараз я вам дещо  
покажу: складіть  
цю послідовність  
образів, подій.

Ви отримуєте  
простір-час

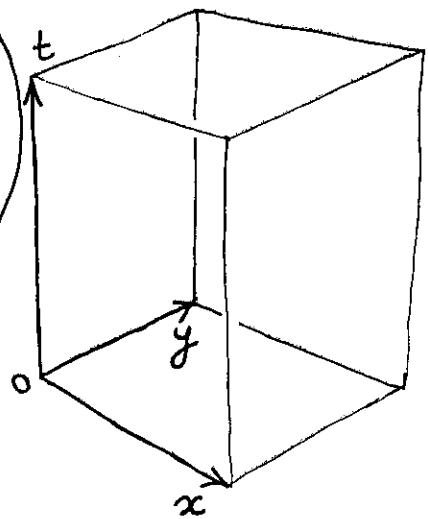


Простір-час?



Якщо я заповню кадри між  
проміжками, щоб отримати їх  
 нескінченну кількість, то я  
отримаю безперервний  
простір-час, що має три виміри.

Два з простору і один з  
часу.





Слід нагадати, що кількість ВИМІРІВ ПРОСТОРУ – це просто кількість величин, достатніх для визначення положення ТОЧКИ цього простору.

Ми живемо в ЧОТИРИМІРНОМУ просторі-часі. Дійсно, потрібні чотири величини, чотири дані, щоб призначити зустріч з кимось, досягти зустрічі в тій самій точці цього простору-часу.



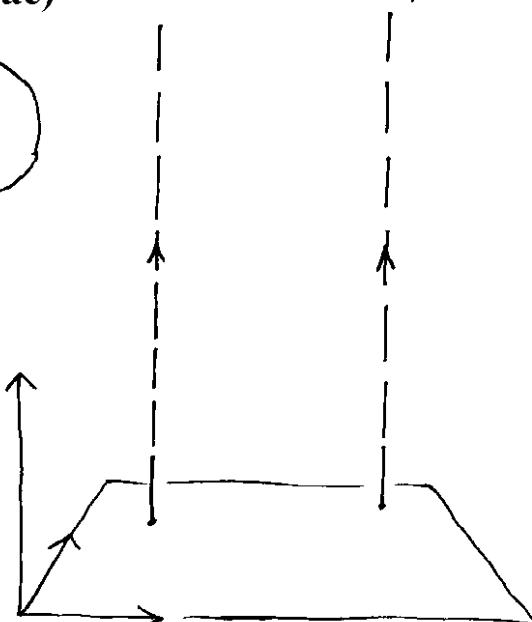
Тіレスій призначив мені зустріч під номером 12 на ЧЕТВЕРТІЙ вулиці, на ТРЕТЬОМУ поверсі. Але той ідіот забув сказати мені час. У мене лише три дані!

Але повернімося, для зручності малювання, до тривимірного простору-часу (два простору, один час)

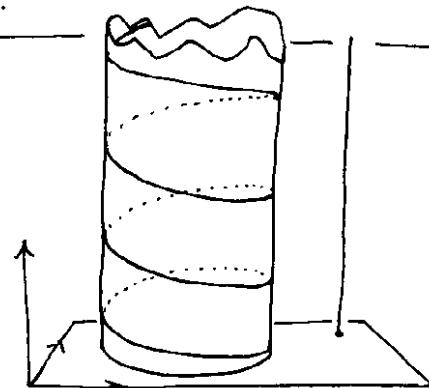
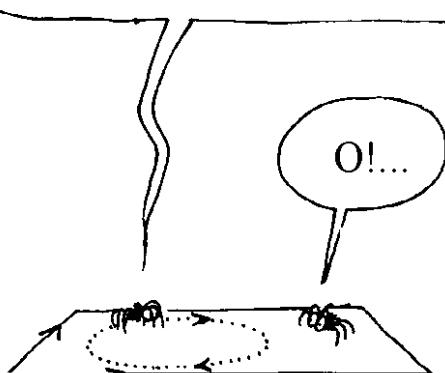


Ти знаєш, любий друже, що ми рухаємося в часі?

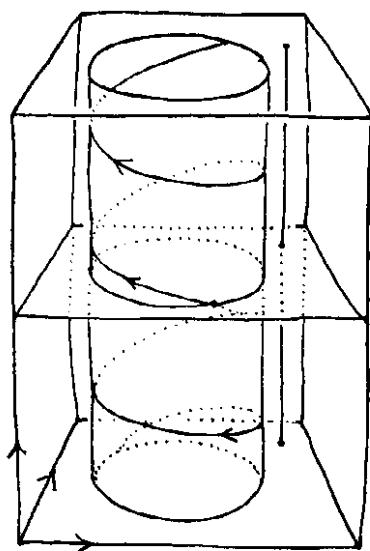
Але... ми нерухомі!



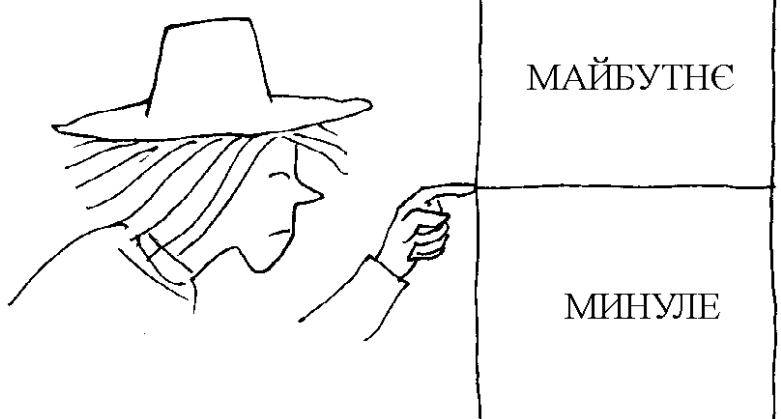
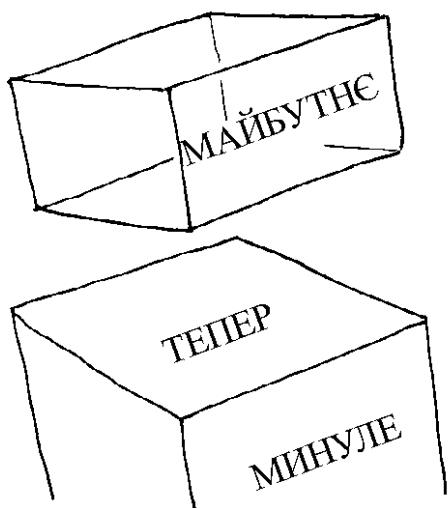
Якщо, наприклад, я буду рухатися по колу, моя траекторія в цьому тривимірному просторі-часі матиме форму гвинтової пружини.



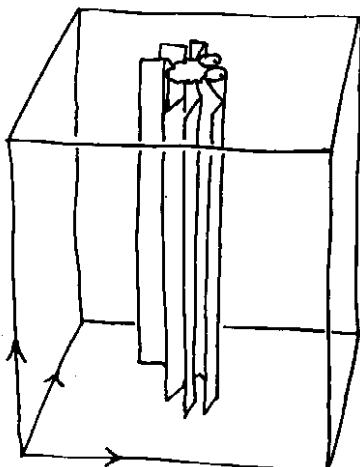
Коротше кажучи, АБСОЛЮТНА ТЕПЕРІШНІСТЬ — це плоска крива, зроблена в цьому просторі-часі



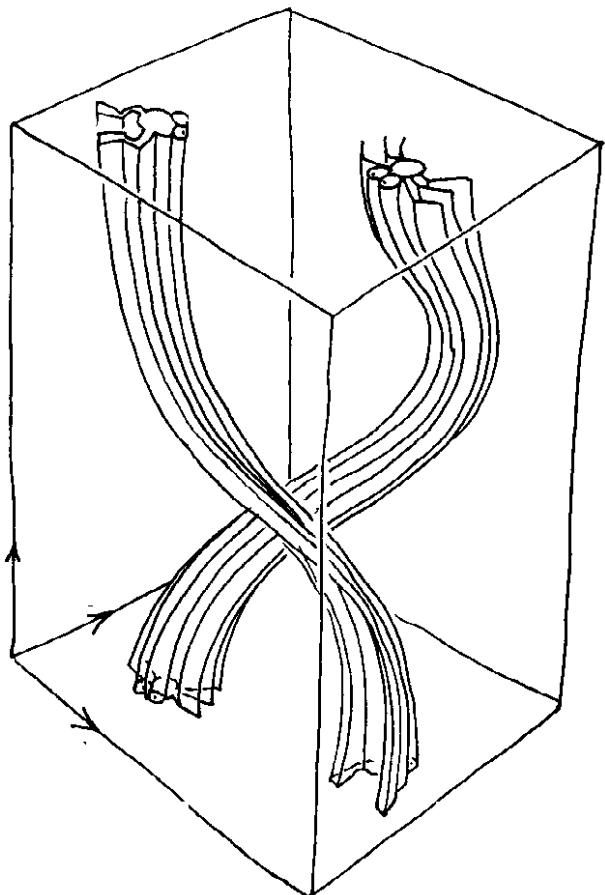
Вгорі – майбутнє, а внизу – минуле.



Першим, хто зрозумів, що сучасність має нульову товщину, був Аристотель.



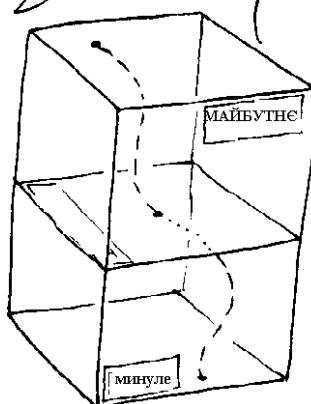
Власне кажучи, так ми повинні зобразити павука в цьому тривимірному просторі-часі



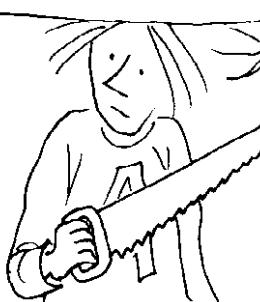
Виживання павука пов'язане з неперетином у просторі-часі його траєкторії з траєкторією жаби.



Коротка зустріч у просторі-часі.



Але чому ми не сприймаємо ці просторово-часові траєкторії?



Просто тому, що ми сприймаємо лише ТЕПЕР.

**Ліфт часу невблаганно штовхає нас угору. Він  
не зупиняється і не повертається назад.**

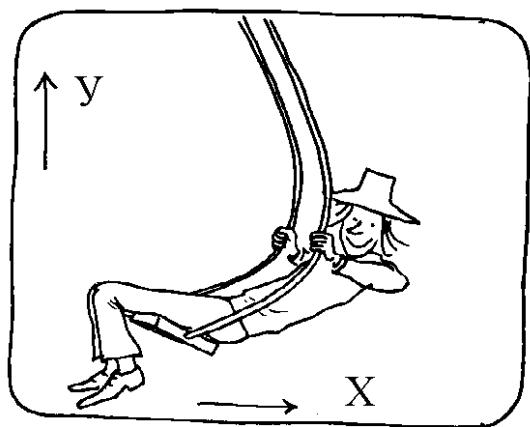


Слухай, Софі, я знайшов новий  
погляд на речі! Я скосив простір-час.





Це поширений  
трюк у  
мультфільмах.



## КОНУС СВІТЛА



Ви, напевно, цього не помічали – але ми  
завжди бачимо косий зріз реальності.



Що ти маєш  
на увазі ?

Світлу потрібен деякий час, щоб досягти  
предметів. Тут ми вказали час, коли він  
випромінювався від кожної із зірок Великої  
Ведмедиці.



Коротше кажучи, сусідні зірки цілком могли зникнути, і я не буду знати про це через роки!



ми не поінформовані



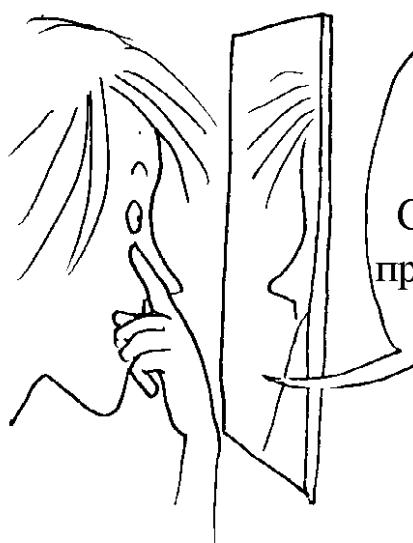
Ми отримуємо на пластинах телескопів зображення Андромеди, якою вона була два мільйони років тому.



Ми бачимо Сонце таким, яким воно було вісім хвилин тому



А мої ноги старші за ніс!



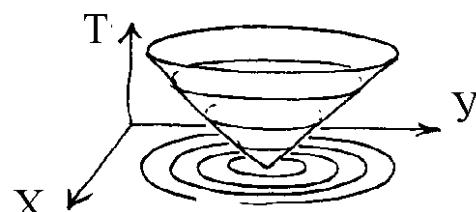
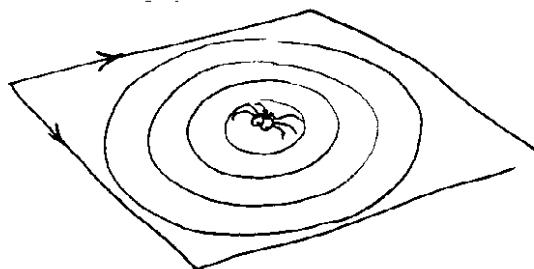
Одним словом, немає нічого складнішого для сприйняття, ніж СУЧАСНІСТЬ. Можливо, предмет проти моєї сітківки ока?...



Ні, Ансельме, ти можеш дивитися лише в минуле. Це сприйняття називається ВІДНОСНИМ сьогоденням; раніше йшлося про АБСОЛЮТНУ СЬОГОДНІСТЬ. Сьогодення - це суто особиста річ, нею не можна ділитися.

**Хвилі поширяються на поверхні води з постійною швидкістю. Тут ми зобразили павука, що впав у воду, який випускає концентричні хвилі.**

У просторі-часі це повідомлення розгортається у вигляді конуса



Те ж саме стосується світла, яке поширяється з постійною швидкістю 300 000 км/с.

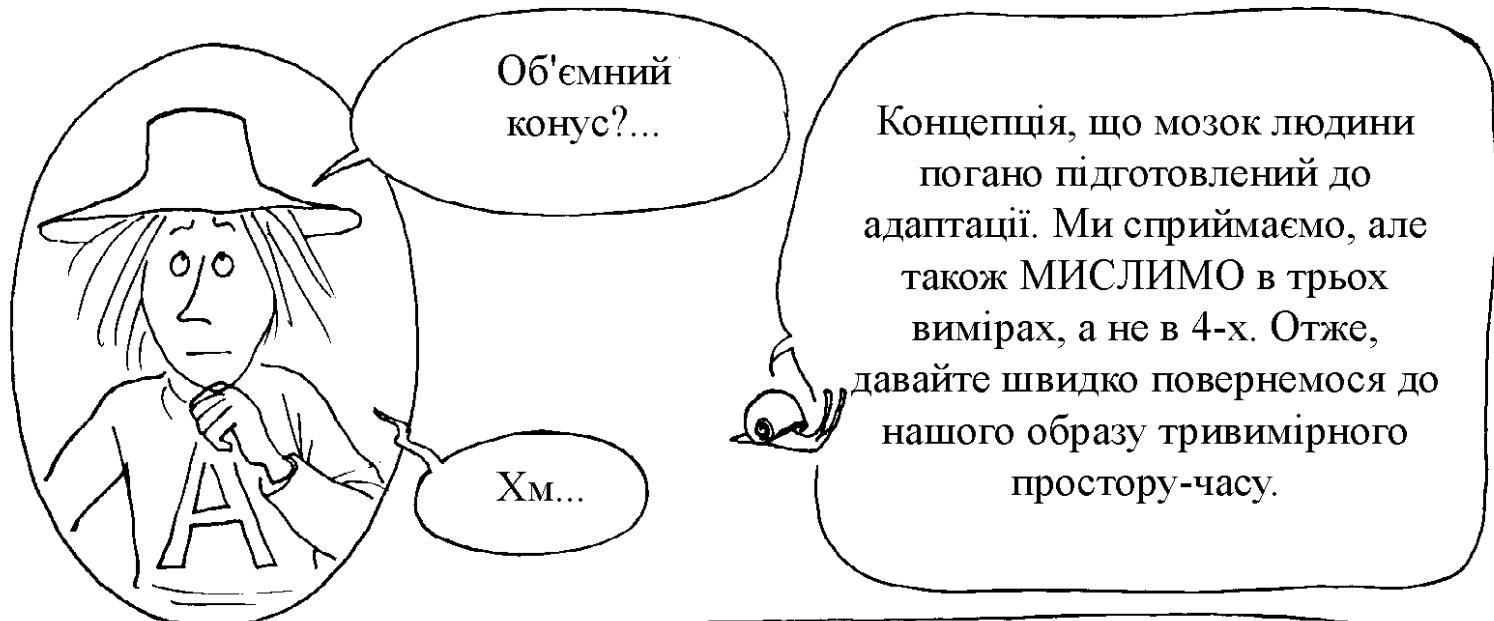
І навпаки, світлові сигнали, отримані в кожну мить СПОСТЕРІГАЧЕМ, надходять із точок, розташованих на КОНУСІ простору-часу:

КОНУС СВІТЛА

Це становить ВІДНОСНЕ сьогодення цього СПОСТЕРІГАЧА

Отже... небо – це конус?

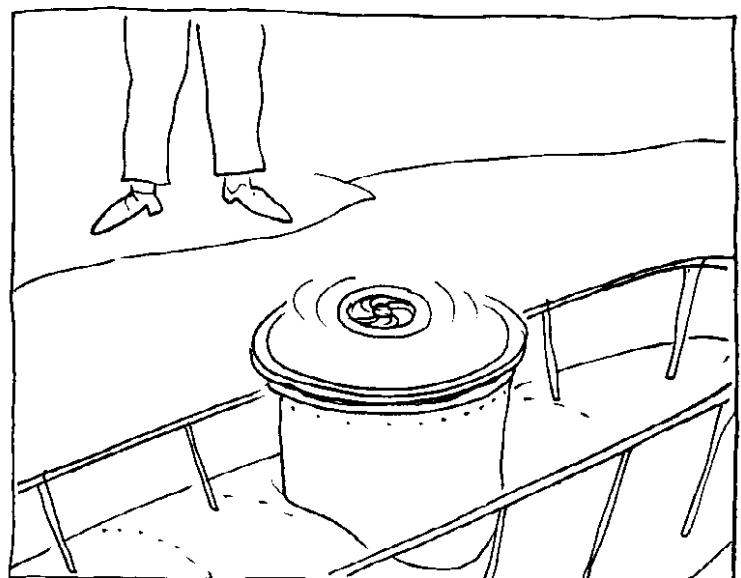
Так, Ансельме — це тривимірний конічний виріз, зроблений у нашему чотиривимірному просторі-часі.



Я бачив, як вони щойно сідали на підводний човен на одну хвилину занурення. Але минуло набагато більше часу, відколи вони пішли!



А, ось вони. Вони зайняли час!



О, подивіться, це неймовірно! Ми на 25 сторінці.





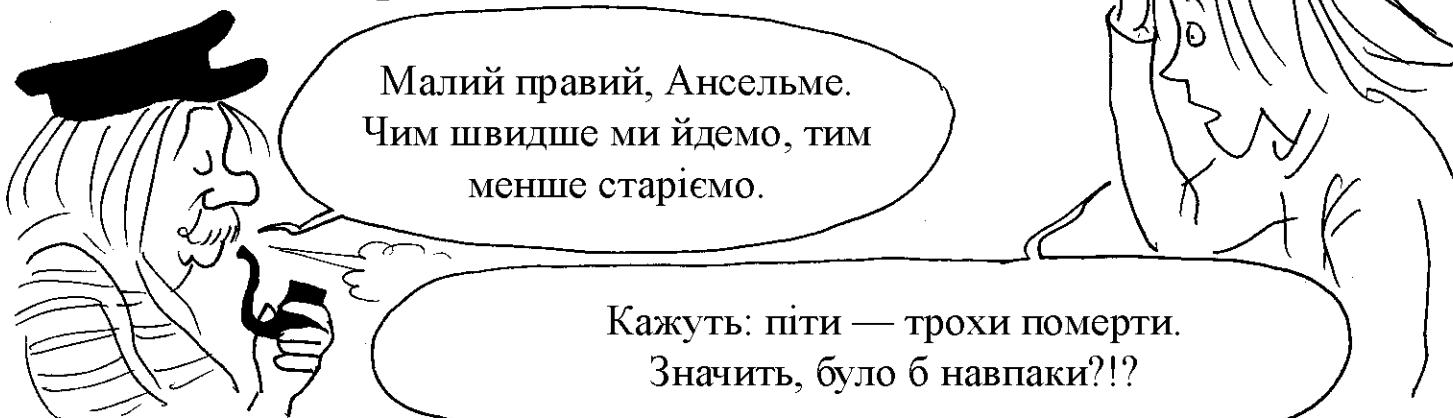
Це так само, як колись карусель.

Час, Ансельме, це не АБСОЛЮТНА річ.

Це щось інше!??

Малий правий, Ансельме.  
Чим швидше ми йдемо, тим менше старімо.

Кажуть: піти — трохи померти.  
Значить, було б навпаки?!?



Зачекайте, клепсидра пана  
Альберта, гідравлічна штука, вона  
ДІЙСНО давала час, який минув у  
підводному човні?



До побачення! Як я вже казав,  
цю клепсидру живить резервуар  
із постійним тиском  $P_r$ . Вона  
витікає за межі підводного  
човна, де переважає тиск  $P_e$ .  
Потік пропорційний різниці  
тиску ( $P_r - P_e$ )



Чим швидше рухається  
підводний човен і чим глибше  
вона занурюється, тим більше  
зростає тиск  $P_e$ , тим менше  
клепсидра подає. Таким чином,  
чим швидше ви йдете, тим  
менше часу проходить.



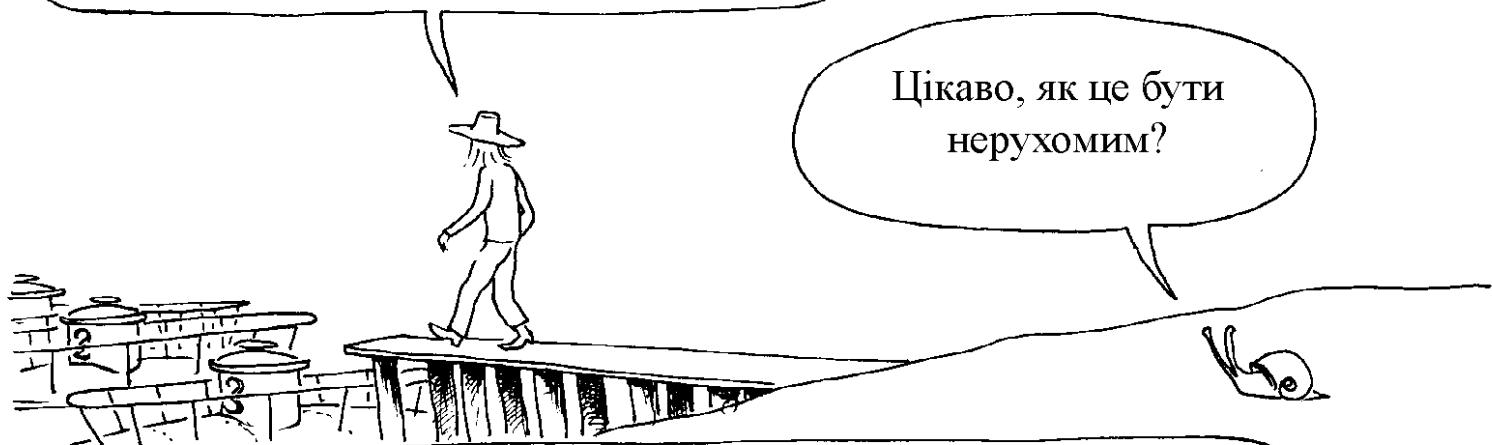
Звучить як купа старого сміття для мене! Як минає час, коли ми нерухомі?



Нерухоме відносно ЧОГО?

Це вихід клепсидри-свідка, поміщеної в підводний човен, який залишається на якорі, нерухомо, тобто на поверхні.

Я хочу прояснити це!

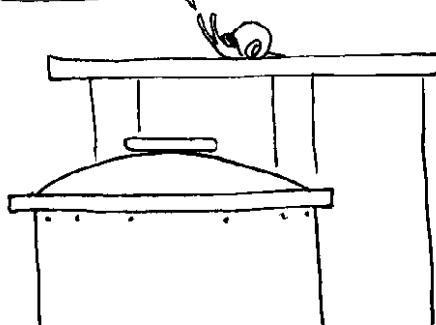


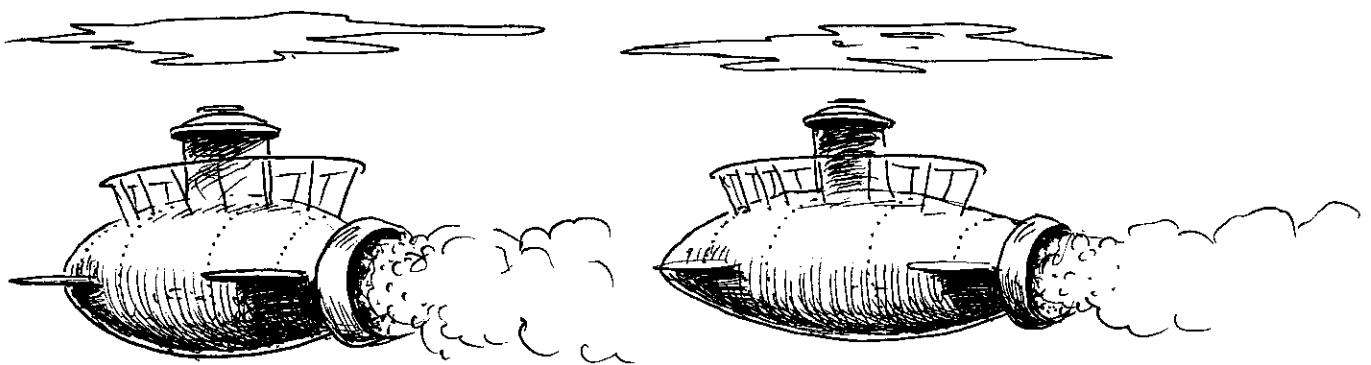
Цікаво, як це бути нерухомим?

Софі, ти візьми номер 2, я візьму номер 1. Номер 3 залишиться на причалі, і ми обоє будемо пливти з однаковою швидкістю  $V \rightarrow$

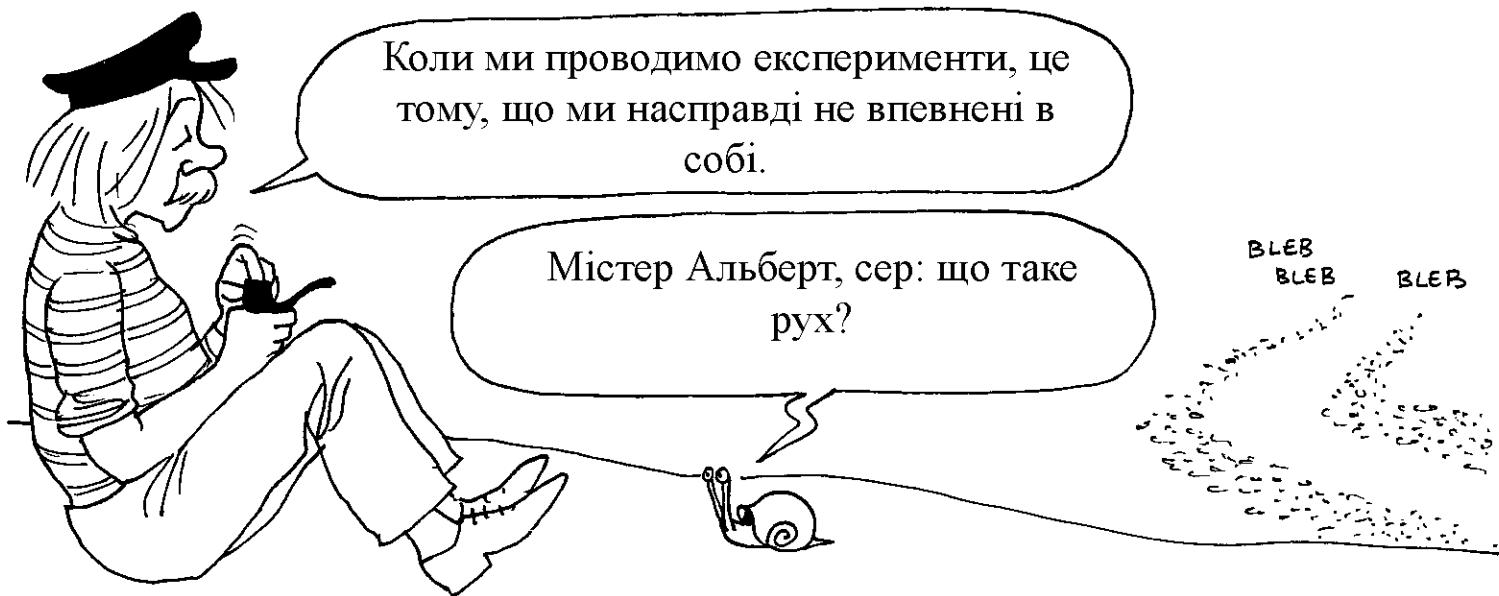


І рухаймося тоді!?!?





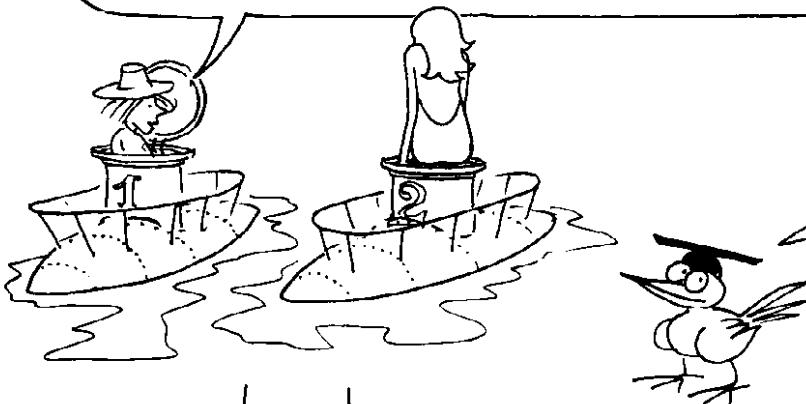
Вони рухаються разом: однакова швидкість  $V$ , одинаковий напрямок і однакова глибина.



Гарне запитання, Тіресію. Існують ВІДНОСНІ ШВИДКОСТІ об'єктів відносно один одного. І цілком довільно ми вирішуємо, що об'єкт або група об'єктів: ти, я, пристань, перебувають у спокої, нерухомі. Усі рухи ВІДНОСНІ. Так, наприклад, у цей момент Софі та Ансельм, які рухаються ПО ВІДНОШЕННЮ НАС, «нерухомі» по відношенню один до одного.



Ось ми повернулися до початкової точки, і наші клепсидри доставили таку саму кількість води, вони дають одинаковий час  $t'$ .

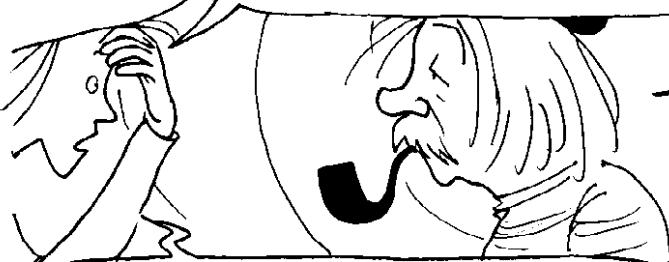


Дві системи, нерухомі одна відносно одної, є СИНХРОННИМИ.



Це не те саме для клепсидри-свідка, тієї з номеру 3, яка залишилася в спокої, нерухомою, отже, на поверхні. Він вказує на довший період часу  $t$ .

Хм...



Що, синку?

З поверхні ви змогли виміряти наше водотоннажність  $D$  і час нашого занурення  $t$  за допомогою клепсидри підводного човна номер 3. Це дало вам швидкість  $V = D/t$

Це ВИМІРЮВАННЯ, зроблені спостерігачем у спокой.



На субтитрах 1 і 2 час йшов повільніше. Якби ми виміряли швидкість, ми мали б знайти швидкість  $V' = D/t'$  більшу, ніж  $V = D/t$ .

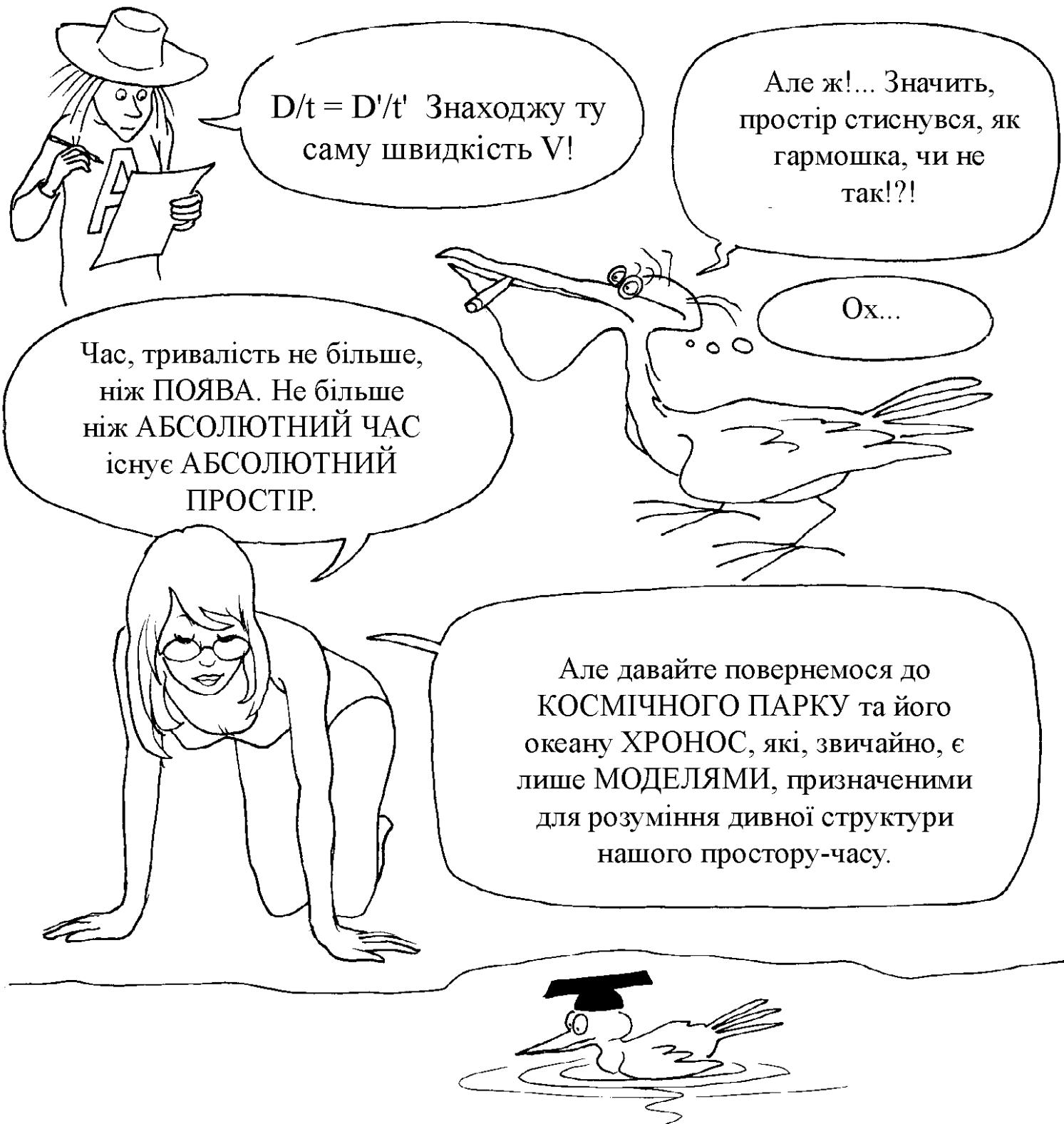


Вам просто потрібно звернутися до LOCH (\*)  
вашого підводного човна. Це дасть вам  
вимірювання відстані  $D'$ , яку ви подолали.

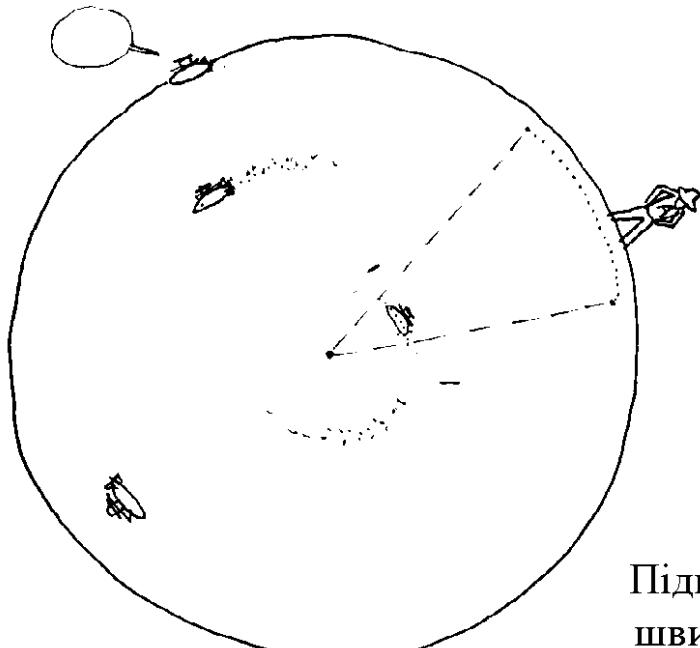


(\*) LOCH — це навігаційний інструмент, який визначає пройдену відстань.

# СКОРОЧЕННЯ ДОВЖИН



Щоб дати уявлення про це  
скорочення довжини, або  
**СКОРОЧЕННЯ ЛОРЕНЦА**,  
Космічний парк має бути  
різновидом рідкої сфери.



Підводний човен Ансельма, оживлений  
швидкістю  $V$ , пірнає та проходить дугу  
 $A'B' = D'$  у ВЛАСНОМУ ЧАСІ, вимірюваному  
на борту, дорівнює  $t'$ .

Для спостерігача, який залишається на  
поверхні, це зміщення сприймається як  
дуга  $AB = D$ , протягом часу  $t$ . І маемо:

$$D'/t' = D/t = V$$

Це смішно, дотримуючись цієї моделі,  
переміщення є КУТОВИМ, і саме  
**СПРИЙНЯТТЯ** перетворює це на ВІДСТАНЬ.





Але навіщо уявляти щось таке складне? Ці часи заносу, щі скорочення дистанцій!!!



Це через швидкість світла, сину. Ви побачите далі.

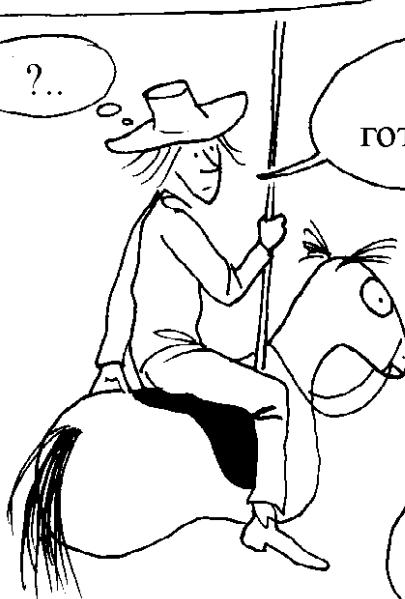
Так, я впевнений, що це буде ДУЖЕ яскравим!



Ну, все це дуже приємно, ці історії про краплі води, підводні човни, скорочення довжин. Але фізично, що це означає?



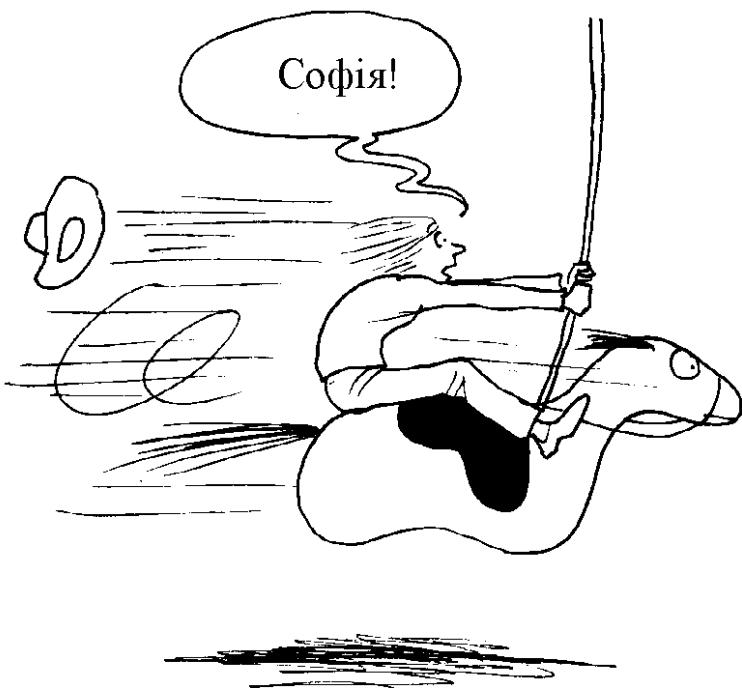
Повертайся на карусель, розумний моого серця!



?..  
Я готовий



Ви побачите те, що побачите.



мій любий, давай,  
перебирає це, все  
закінчилось...

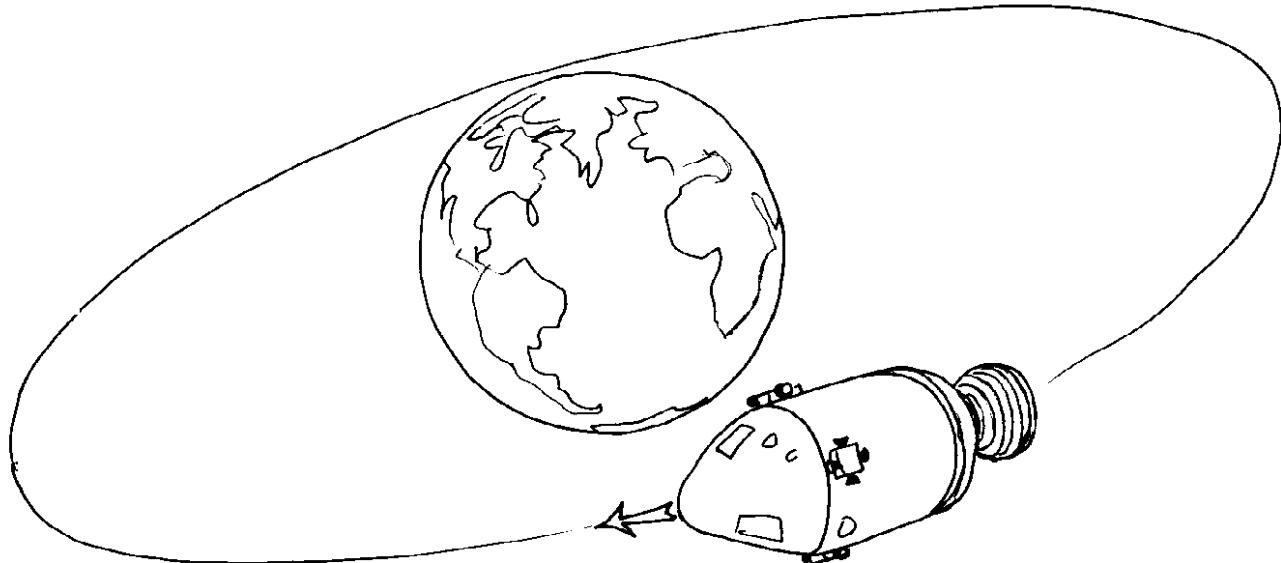
На наше щастя, ці явища виникають  
лише тоді, коли швидкість  
наближається до швидкості світла,  
тобто 300 000 км/с.

Фізика - це  
жахливо!



Якби це було лише кілька метрів на  
секунду, життя, яке ви знаєте, було б  
АБСОЛЮТНО неможливим  
Гур-гур-гур!

**Коли космонавти залишаються на орбіті 6 місяців, тобто  
п'ятнадцять мільйонів секунд.**



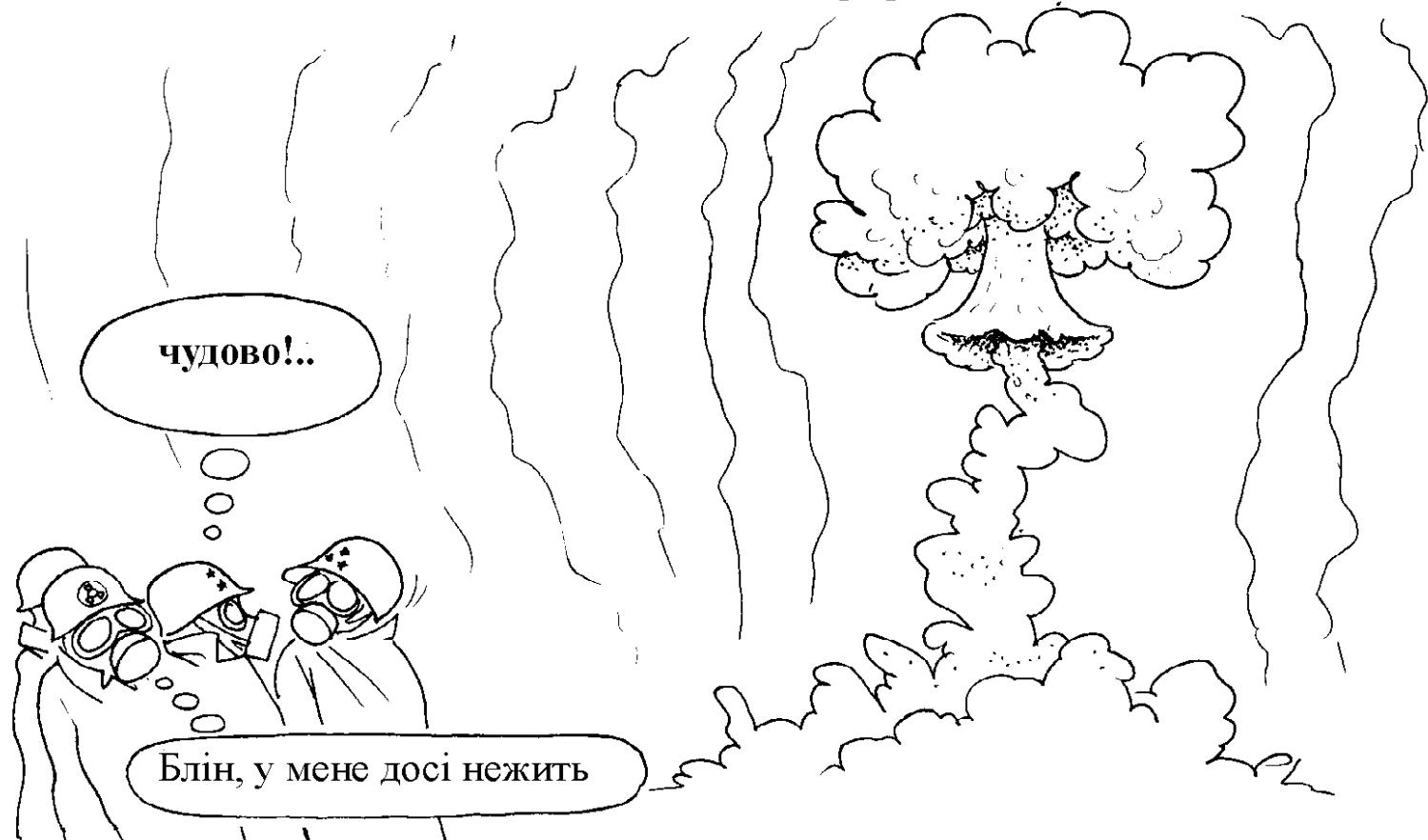
**їх старіння сповільнюється на 1,4 сотих секунди.**



**На даний момент він цікавий лише  
фахівцям з фізики високих енергій (\*)**



Або деякі люди, які люблять відпочинок на природі



(\*) також називається ПЛОУТОФІЗИКА, тому що це дорога фізики...

Коли я збільшую свою швидкість,  
Всесвіт дійсно зменшується?!?

нісенітниця!...

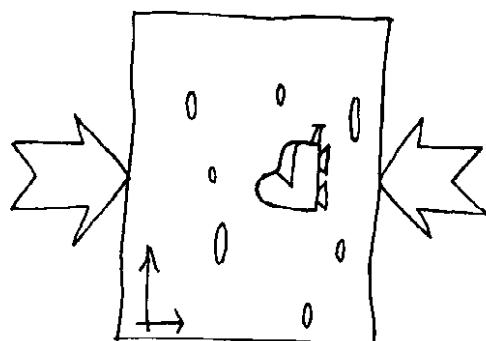
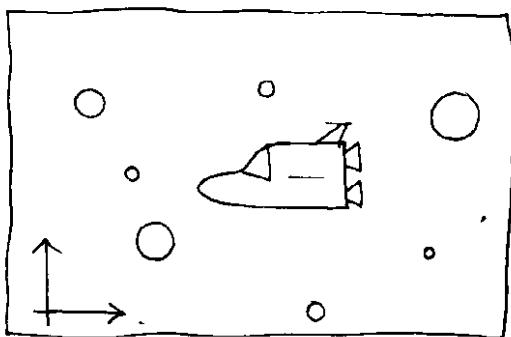
**БАНЗАЙ!**

багато  
споживає?

Десять тисяч кілометрів  
на секунду. Екскурсія  
виглядає нормально. Я  
прискорююсь!...



**Пам'ятка:**  
**Насправді Лантурлу не міг спостерігати це СТИСНЕННЯ ЛОРЕНЦА з тієї вагомої причини, що ВСЕ СКОРЯЄТЬСЯ:**  
**Всесвіт, Ансельме та його корабель!**



Так само не сприймають її скорочення пасажирі підводного човна Cosmic Park.

Напрямок

Тож якщо я прискорюся, я, Тіресій, я пакую весь всесвіт, як гармошку, у напрямку свого переміщення.



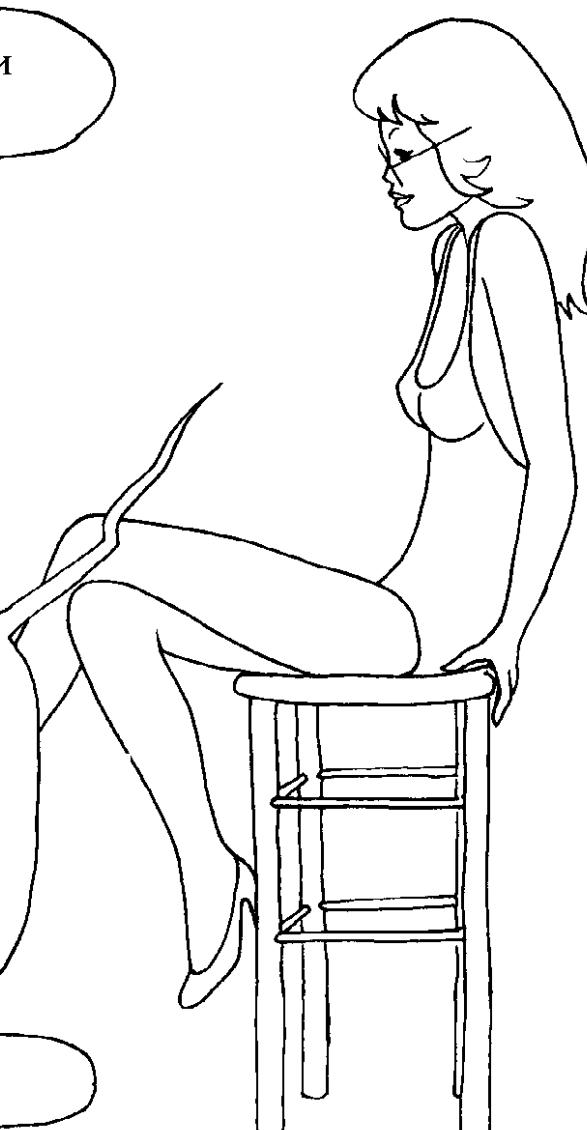
Яка сила!



Це абсурд! Равлик не може стиснути  
Всесвіт!



Mi!



Це не питання скорочення Всесвіту  
чи уповільнення плину часу.  
Відстань і час - лише видимість.  
Все ілюзія, ніщо не є абсолютним.  
**Це світ  
ВІДНОСНОСТІ!**



Отже, як виглядає Всесвіт?



Все залежить від швидкості того, хто це  
спостерігає.



Швидкість проти ЧОГО?



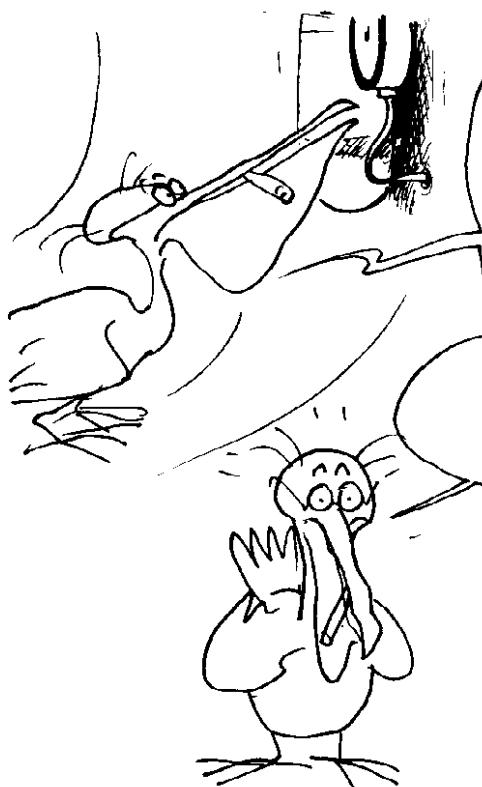
Основна ідея полягає в тому, що дві  
людини, що рухаються з однаковою  
швидкістю  $V$  в одному напрямку, бачать  
і відчувають Всесвіт однаково.



Але повернемося до моделі Cosmic Park. Ви  
побачите, що для певних істот Всесвіт може  
набувати унікального вигляду.

# КОЛИ ЧАС ЗУПИНЯЄТЬСЯ

АБО СТАН  
ДУШІ ФОТОНА



Повинна бути швидкість, яка переносить підводний човен на глибину, де зовнішній тиск дорівнює тиску в баку?

Що буде потім?!?...??

За логікою час повинен зупинитися!??



Що б ЦЕ не означало...

Але в Космічному парку месьє Альберта це станеться, коли ми опинимося в центрі краплі води на планеті.



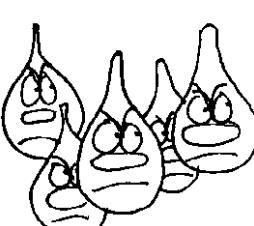
Глибина, якої ми досягнемо, коли швидкість дорівнюватиме 300 000 км/с

Тепер ми справді дійдемо до суті! Це дійсно глибоке мислення.





Але хто живе на дні цього Хроноса,  
в центрі речей, де панує цей  
абсолютний нуль часу?..



Час – це чужа  
справа

## ФОТОНИ



Складові частинки  
СВІТЛА.



Для нас це не  
життя!



Але нарешті я можу  
виміряти швидкість цих  
фотонів. Вони рухаються  
на відстань D за час t, а їх  
швидкість  $D/t = 300\ 000$   
км/с.

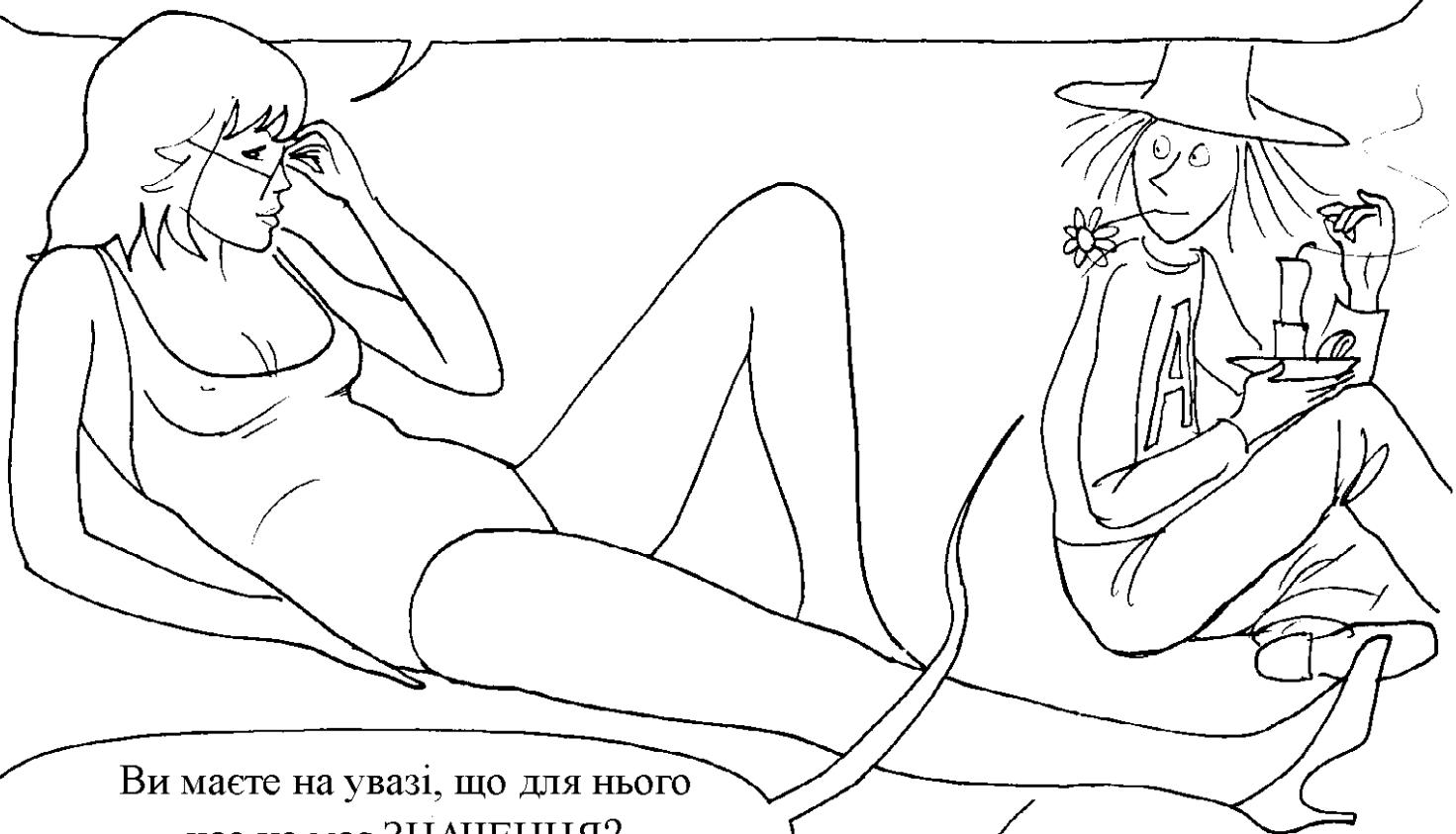


Народжуються,  
вмирають – Мить!



Але, Ансельме, ти добре  
знаєш, що час  
відмінюється у множині

Це ТВІЙ спосіб відчути час. Для фотона все це зовсім інакше. У його власній системі народження і смерть — це дві зчеплені разом події.



Ви маєте на увазі, що для нього час не має ЗНАЧЕННЯ?

ВЛАДНИЙ ЧАС фотона зводиться до нескінченно тонкої сьогодення, вклининої між моментом його народження та моментом його смерті. Візьмемо тривимірний простір-час

( $x, y, t$ ). Якщо розчавити його в напрямку часу, то залишається поверхня з передньою і задньою сторонами. Саме ця різниця між передньою і задньою частинами спрямовує час фотона.

Ой ой!





Розумієш, Ансельме, все відносно. Побачивши  
певних істот, що біжать, можна повірити, що вони  
живі. А насправді вони не живуть!

Я хотів би, щоб одного  
разу мені хтось сказав,  
чому час йде з минулого в  
майбутнє, а не навпаки!

плюф,  
плюф

Невже це так важливо? У  
поїзді часу ми завжди  
сидимо в напрямку руху.

Скажи, ти з глузду  
з'їхав, чи що?

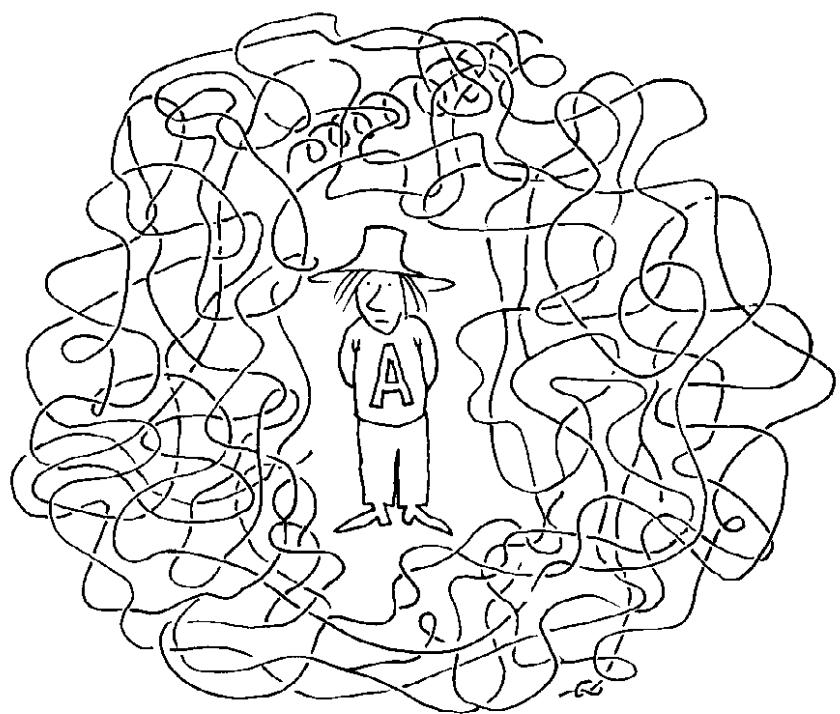
Таке враження, що якби  
хтось раптом перевернув  
час, ніхто б не помітив!



Ну, я хотів би хоча б на мить  
опинитися на місці фотона, щоб  
дізнатися, яке уявлення він може  
мати про Всесвіт.

Неможливо намалювати чотиривимірний простір-час. Але можна у тривимірному просторі зобразити переплетені траєкторії всіх об'єктів Всесвіту, усіх частинок, таких, які міг би сприйняти їх протягом свого життя нібіто (довільно) нерухомий спостерігач.

Така собі фотографія в  
позі, тривимірна...

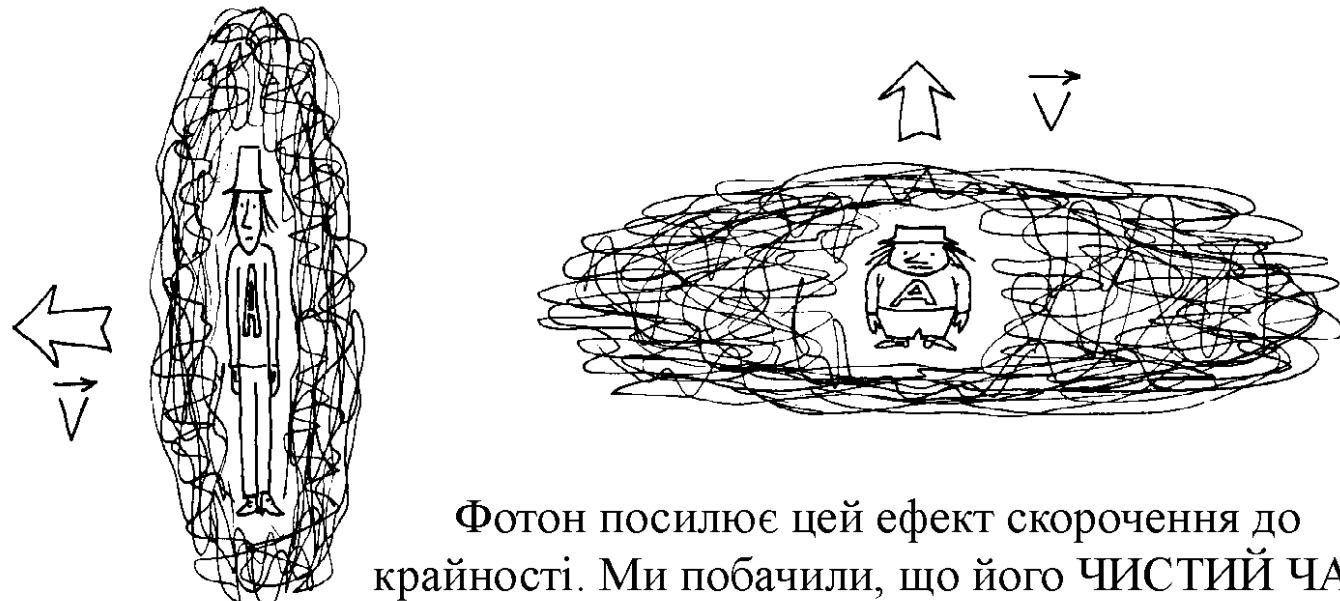


Справжній мішок  
локшини!...

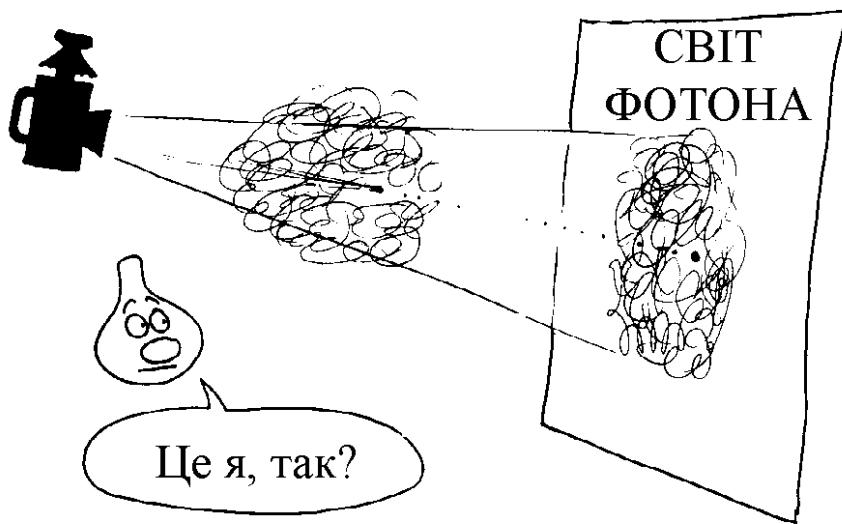


Ви отримуєте щось на зразок тарілки  
спагетті або системи автострад  
Лос-Анджелеса...

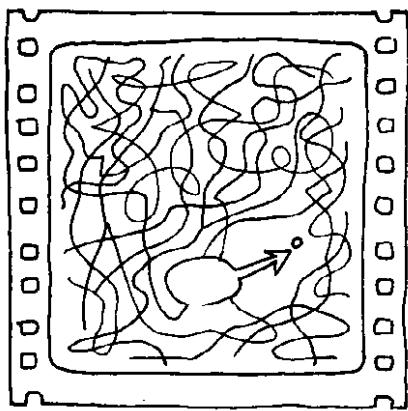
Що стосується довжини, то цей Всесвіт пружний. Якщо інший спостерігач рухається зі швидкістю  $V \rightarrow i$ н у якомусь напрямку, тоді все відбувається так, наче всесвіт (і спостерігач) стиснувся цей напрямок.



Фотон посилює цей ефект скорочення до крайності. Ми побачили, що його ЧИСТИЙ ЧАС було повністю розчавлено. Якби він міг уявити собі Всесвіт, то він був би повністю сплюснутим відповідно до напрямку поширення. Таким чином, світ фотона є ДВОВИМІРНИМ. І він сам вписався б у цей дивний світ, як маленьке плоске конфетті.



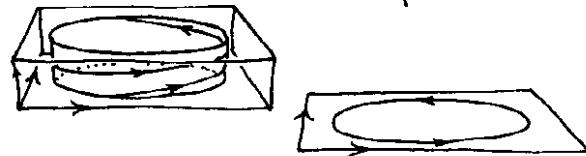
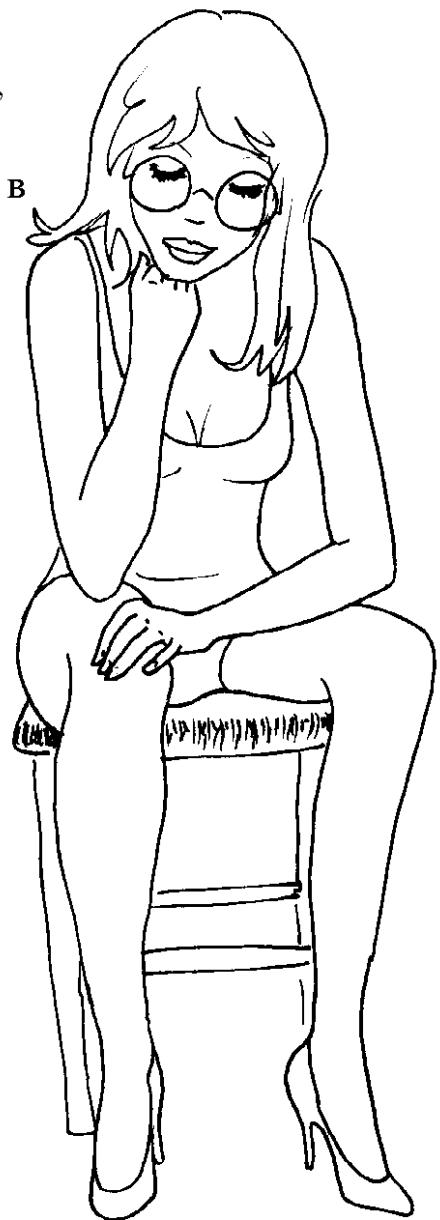
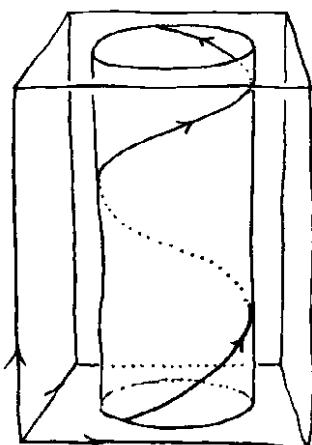
Це схоже на ефект, який ви отримаєте, спроектувавши на екран зображення кульки спагетті (як це бачить нерухомий спостерігач) за допомогою лампи, вісь якої вирівняна з напрямком за яким рухається фотон.



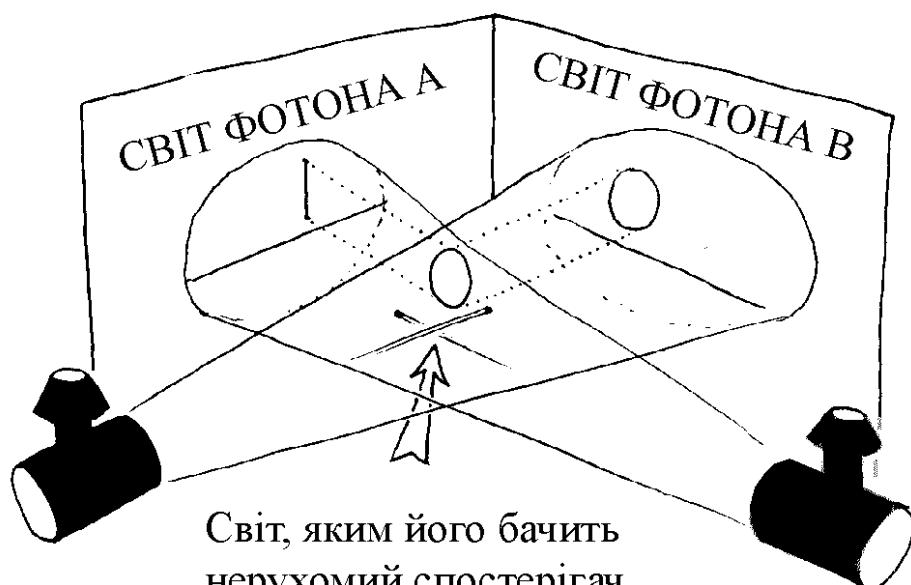
Щоб зрозуміти світ фотона, потрібно було б зняти плівку, направивши камеру в напрямку його руху та наклавши всі зображення плівки.

Перший ексклюзив: світ фотона.

Ось так!

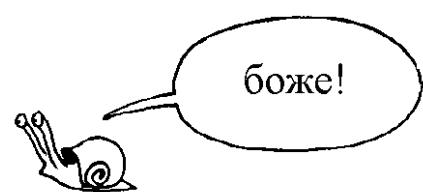


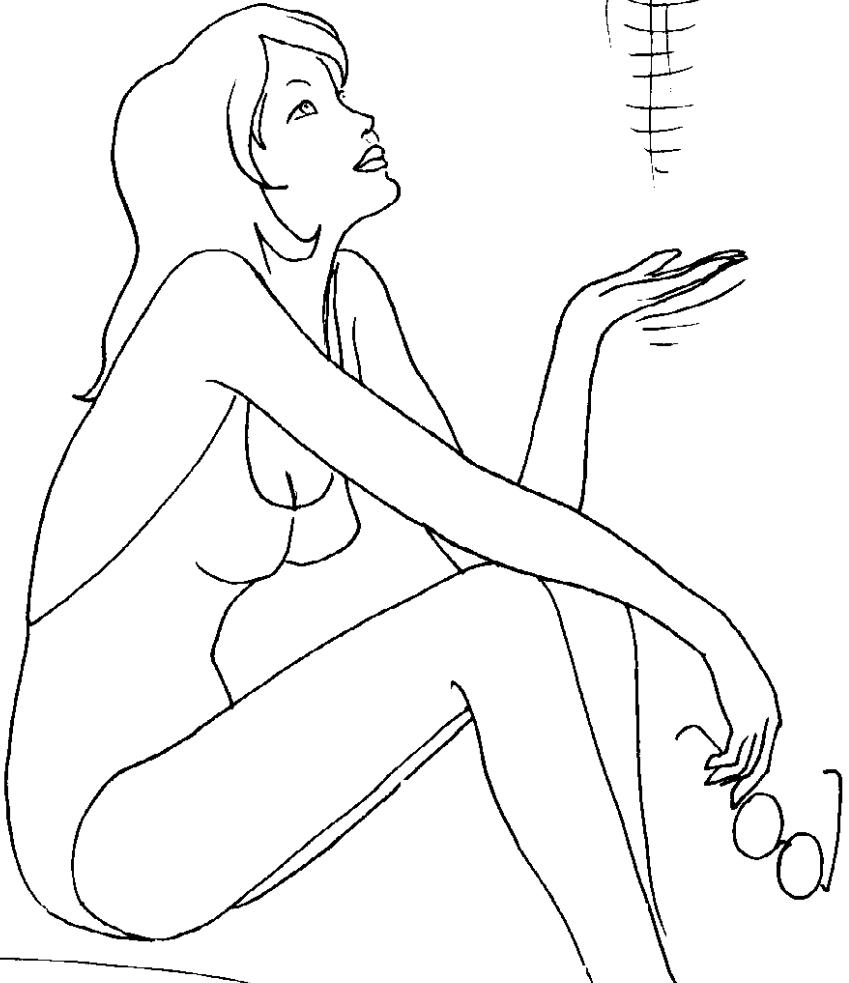
Розчавлена вздовж осі часу, траєкторія павука знову стане колом!



Світ, яким його бачить нерухомий спостерігач.

Два фотони з різними напрямками поширення мали б різні "світогляди".





Але ЩО таке  
Всесвіт?

Це все і ніщо  
водночас. Є тисяча і  
один спосіб побачити  
це, відчути це.



х, у, т – це все жарт,  
ось що!

Ну а в побуті  
допомагає...

Імпульсивний,  
цей молодий  
чоловік!

# ІНВАРІАНТНІСТЬ ШВИДКОСТІ СВІТЛА МАСОВІ ЗМІНИ



Фотони! Я їх бачу!

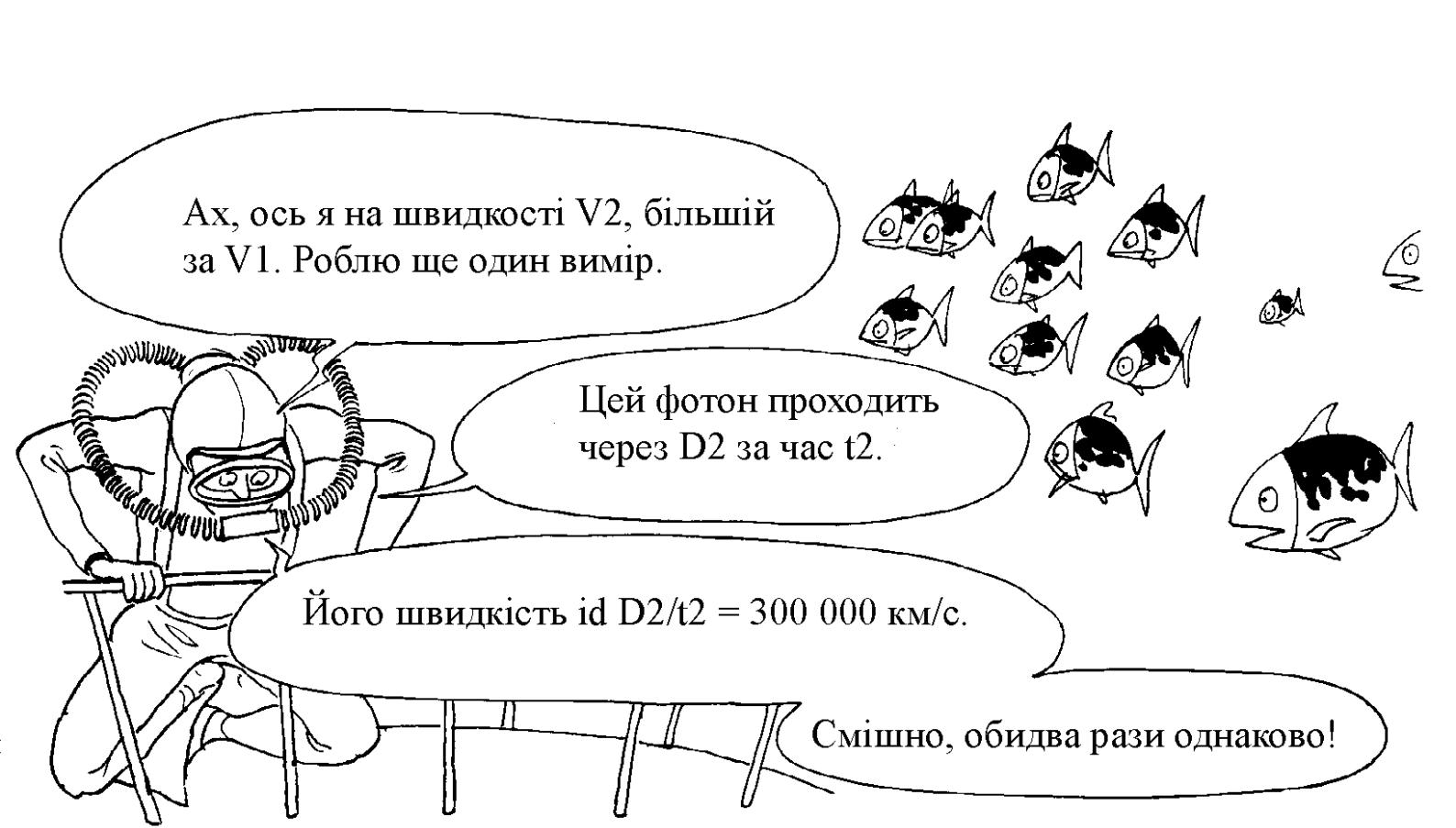
Який глибокий  
ЧАС!

Мій глибиномір показує  
швидкість V1

Цей фотон проходить відстань D1  
за час t1

Ділю D1 на t1,  
отримую 300 000  
км/с.

Швидше, пане Альберте,  
і не шкодуйте морських  
коників!



Ах, ось я на швидкості  $V_2$ , більшій за  $V_1$ . Роблю ще один вимір.

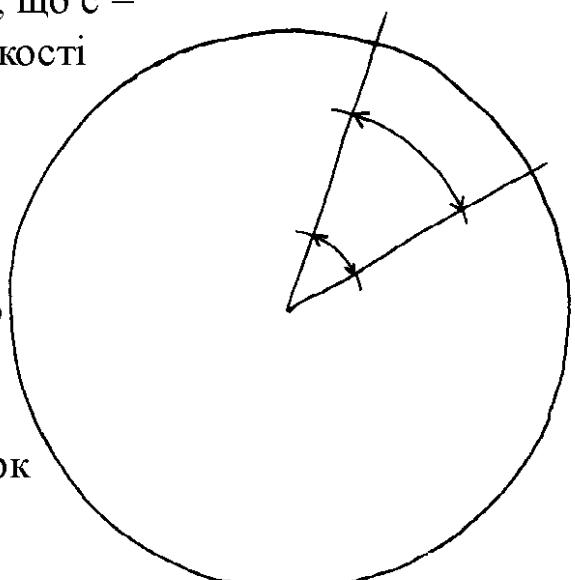
Цей фотон проходить через  $D_2$  за час  $t_2$ .

Його швидкість  $i$  є  $D_2/t_2 = 300\ 000$  км/с.

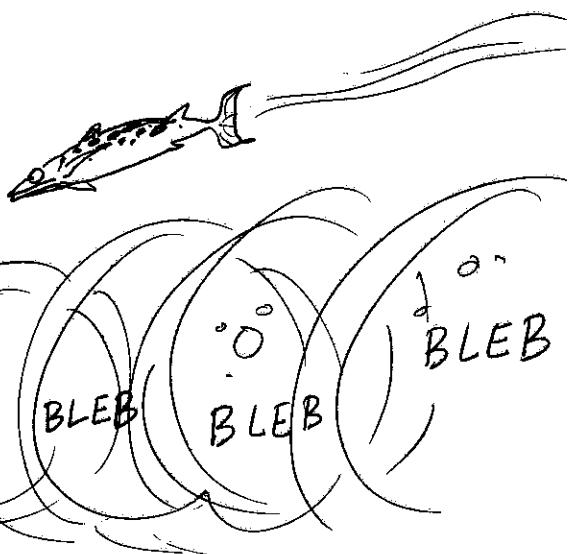
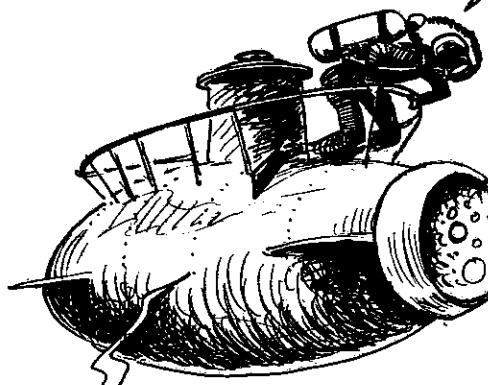
Смішно, обидва рази однаково!

Усі спостерігачі, незалежно від їх швидкості, отримують однакове значення  $c$ , коли вони вимірюють швидкість фотонів – основних частинок світла. Вони займають особливе місце в Cosmic Park. Все відбувається так, ніби вони поводилися як маленькі прожектори, «промені» яких рухаються постійно кутової швидкості, проектуючи свої зображення на всі концентричні сфери, які збираються

Хронос. Оскільки або компенсиуючи зміни відстаней і власного часу, спостерігачі незмінно знаходимо, що  $c = D/t = 300\ 000$  км/с. Це абсолютна сталість швидкості світла (тобто швидкість фотонів) вперше експериментально спостерігали Майкельсон і Морлей у 1881. Через тридцять чотири роки, у 1915 році, Ейнштейн відкинув традиційну модель простору-часу вікно, оскільки воно було несумісне з цією інваріантністю. Він узявся за пошуки нового простір-часу, що ВІДНОСНОСТІ. Космічний парк дає нам деяке уявлення про те, що це таке.

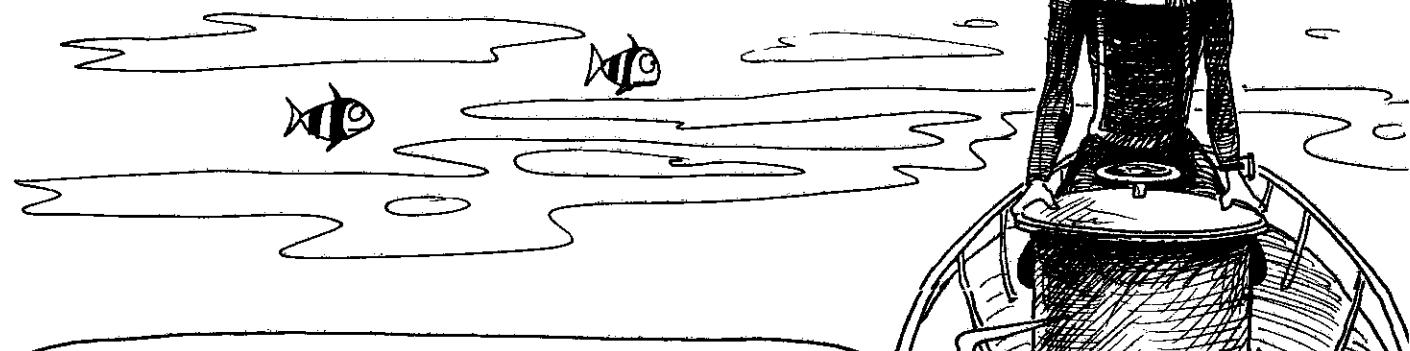


Ми їх ловимо! Пришвидште,  
месеє Альберте, прискоріть  
ще раз!

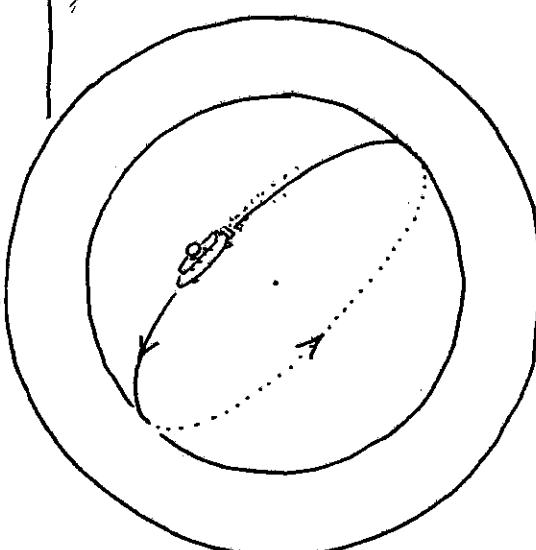


Неможливо, мій  
хлопчику!

Чому?!!

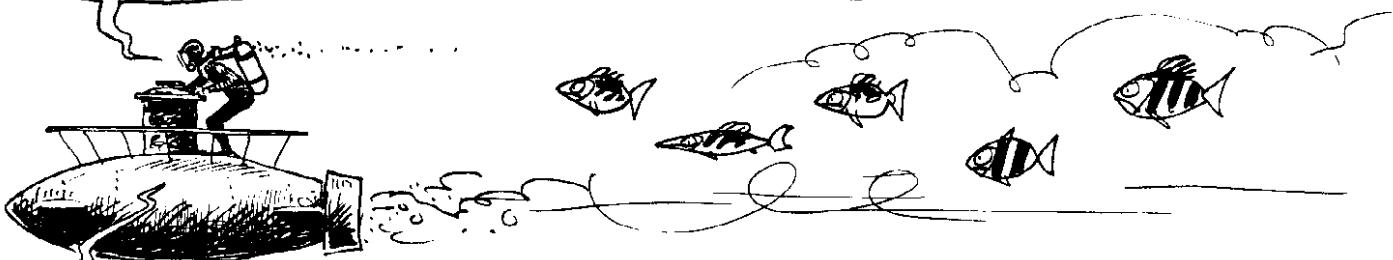


Мій підводний човен рухається реакцією.  
ХРОНОС не чинить опору своєму  
просуванню. Я просто маю подолати  
ІНЕРЦІЮ. Коли я досягну швидкості V і  
вимкну двигун, підводний човен йде по  
ВЕЛИКОМУ КОЛУ сфери, що відповідає  
цій глибині (\*)



(\*) Іншими словами, ГЕОДЕЗИЧНА на сфері.  
Ось дивіться на Евкліда, та сама серія.

Де проблема? Знову запустіть двигун і продовжуйте прискорюватися, так ми станемо ще ближчими до цих клятих фотонів.



На жаль, чим глибше ми йдемо, тим щільнішим стає ХРОНОС. Коли ми спускаємося, він вторгається в наш баласт, і ми стаємо страшенно важкими. Наша маса зростає.

#### Пам'ятка:

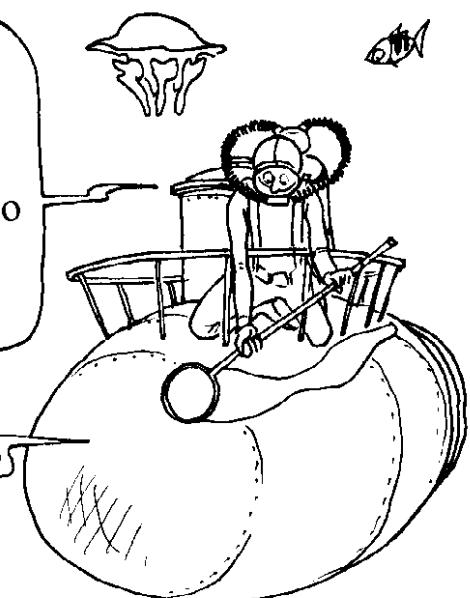
Хочемо розвіяти помилкову думку: кажуть, що ходьба худне. Насправді все навпаки! Простий факт виходу зі стану спокою (маса  $m_0$ ) збільшує масу у відношенні

$$m = m_0 / \sqrt{1 - V^2/c^2}$$

Звичайно, як тільки ми зупиняємося, ми знаходимо початкову масу  $m_0$ .  
Напрямок

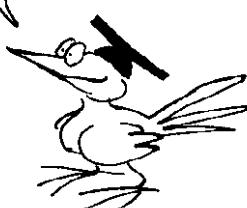


Але це божевілля! Ми майже на місці... Ми на 0,995 С, і я відчуваю, що можу їх торкнутися



Наша маса вже вдесятеро більша.  
Ми майже не розганяємося!

Для  $V = 0,99999$  С маса була б у 224 рази більшою. І так далі...

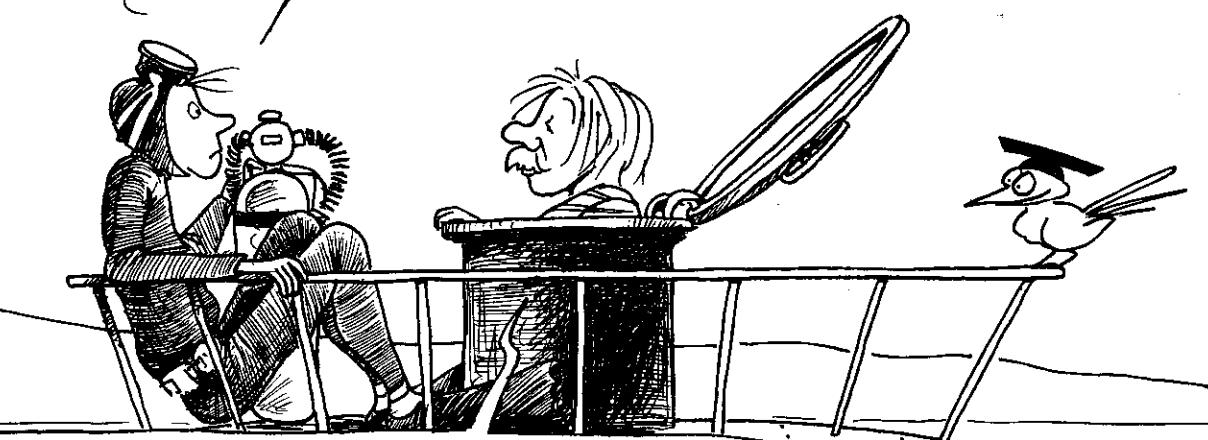


Марно наполягати. Ми б споживали  
некінченну кількість енергії,  
намагаючись наздогнати ці фотони.  
Гальмую, обережно!...

Привіт!



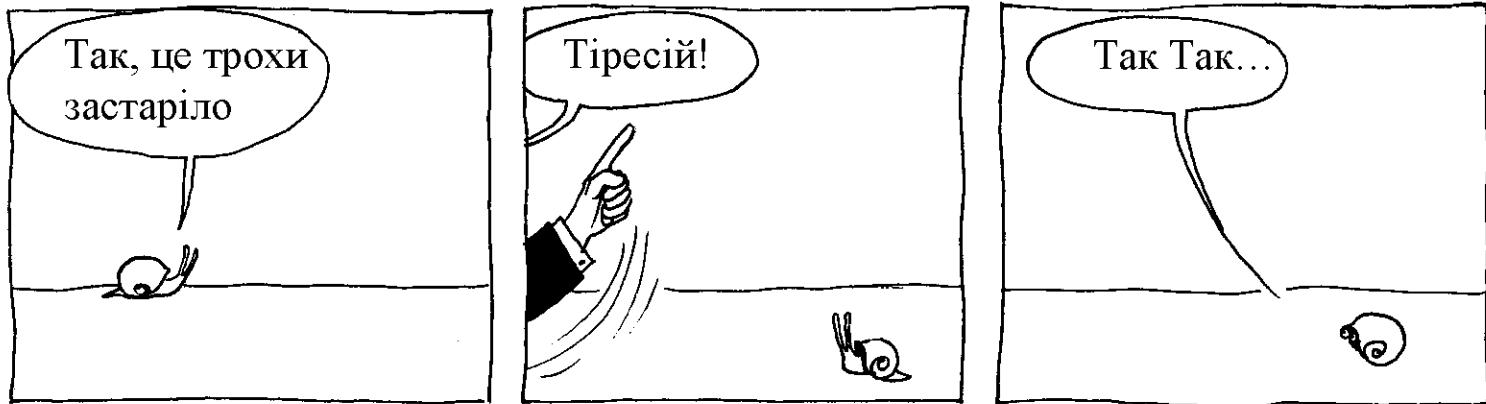
Якщо я правильно розумію, чим більше енергії  
передається тілу, тим більше збільшується його маса.



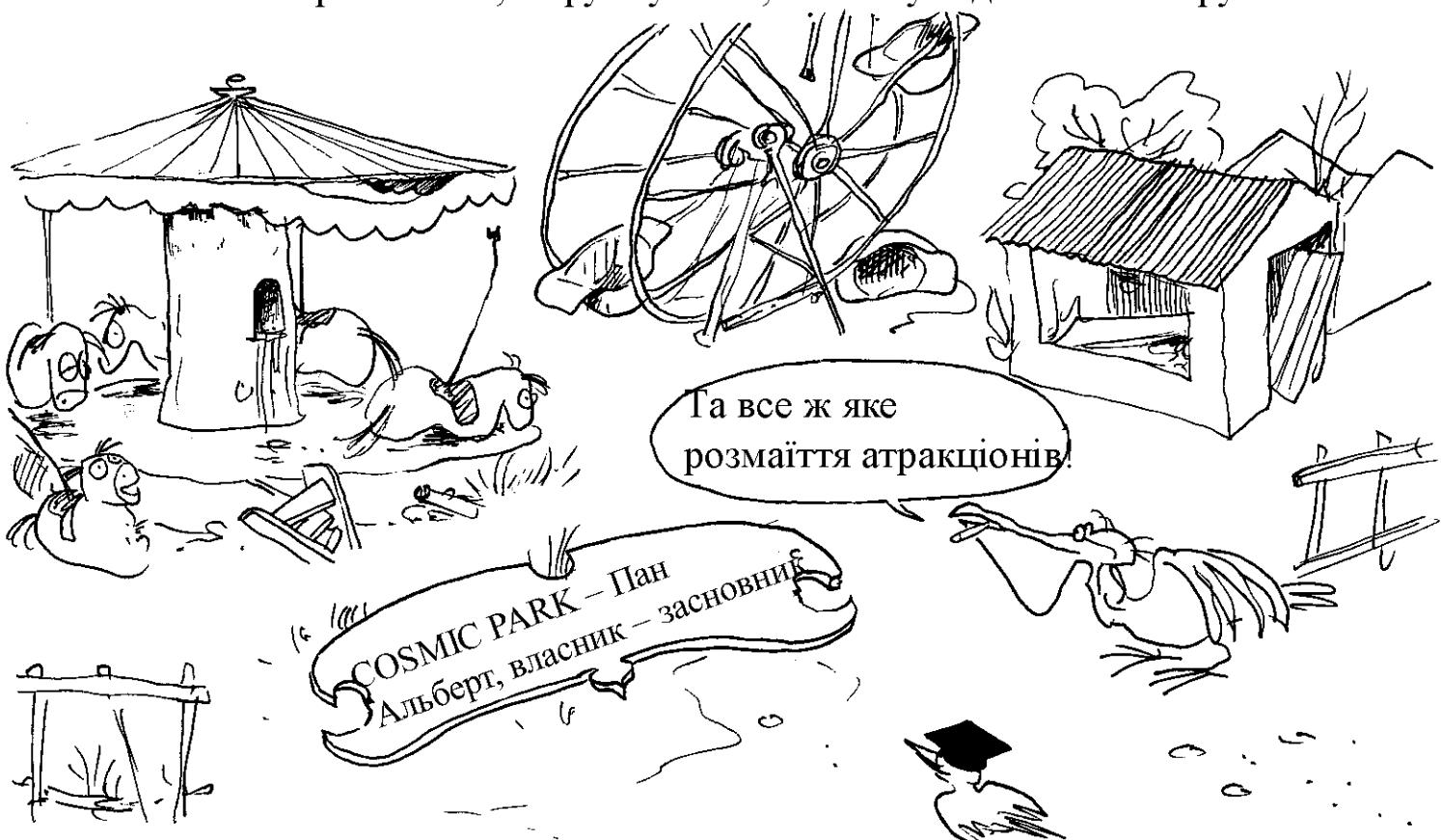
Це нормально, оскільки енергія і маса -  
одне і те ж:  $E = m$ .







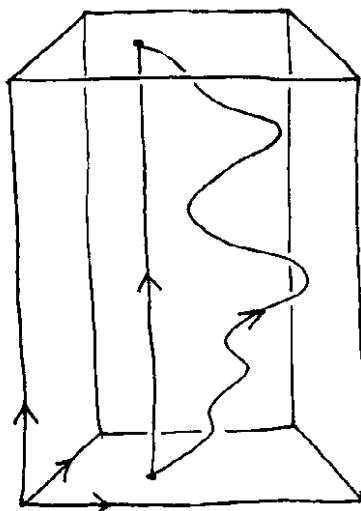
Епістемоедр — будівля науки. Він постійно то тріскається, то руйнується, то знову піднімається з руїн.





Що він мав на увазі?

Просто в нашому просторі-часі пряма лінія — це найдовший шлях від однієї точки до іншої.



Наприклад, прямолінійний шлях АВ — це шлях, який проходить, залишаючись нерухомим. Криволінійний шлях (2) передбачає ШВИДКІСТЬ. Ми знаємо, що за цих умов ЧИСТИЙ ЧАС мандрівника (на відміну від нерухомого спостерігача) буде проходити повільніше. Справжня відстань у нашому просторі-часі — це власний час, що минув. У такому вигляді криволінійний шлях буде «коротшим» за прямий.



Ансельм!

Це дуже вірно!



Дивно, як далеко потрібно пройти, щоб залишитися на тому самому місці!

## НЕМОЖЛИВА ПОДОРОЖ

У Космічному парку настає ніч



Софі – що таке зірки?



Вони такі сонця, як наше.



Тоді Земля обертається навколо СОНЯЧНОЇ ЗІРКИ. Як ви думаєте, у цих інших сонць також є планети, інші Землі?



Так, Ансельм

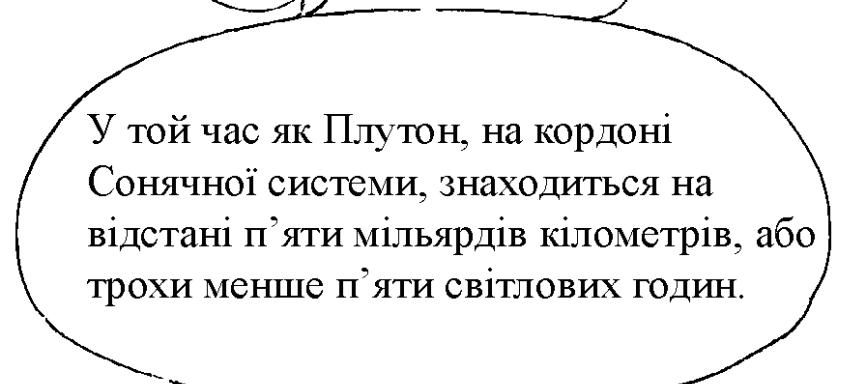


Як далеко знаходиться  
найближча зірка?

Світлу потрібно чотири роки, щоб  
прийти від нашого найближчого  
сусіда, який є Альфа Центавра.



Тобто сорок тисяч  
мільярдів кілометрів!



У той час як Плутон, на кордоні  
Сонячної системи, знаходиться на  
відстані п'яти мільярдів кілометрів, або  
трохи менше п'яти світлових годин.



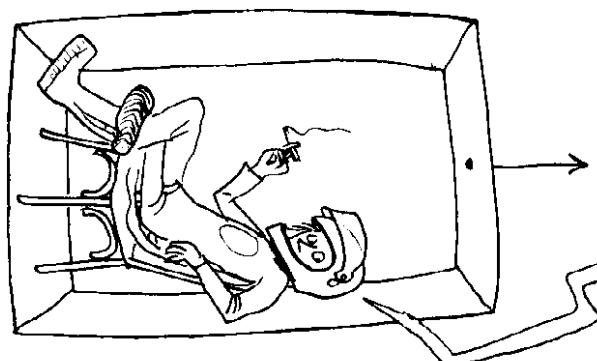
Це приблизно в десять тисяч разів далі.  
Який великий Всесвіт!

Містер Альберт пояснив мені, що потрібна шалена кількість енергії, щоб наблизитися до швидкості світла. Скажімо, перевищувати 100 000 км/с.

Припустімо, у мене є ракетний двигун, який надає моєму транспортному засобу прискорення в одну "g"; тобто моя швидкість зростає щосекунди на десять метрів за секунду.



Ось кухня і ванна кімната Лантурлу.



Уявна сила тяжіння — це моя вага, тому я можу підтримувати її скільки завгодно довго.

З такою швидкістю мені потрібно чотири місяці, щоб досягти крейсерської швидкості 100 000 км/с. І за цей час я пройду соту частину шляху.



Тоді у мене залишиться дванадцять років мандрівок, не рахуючи ще чотирьох місяців, щоб сповільнитися

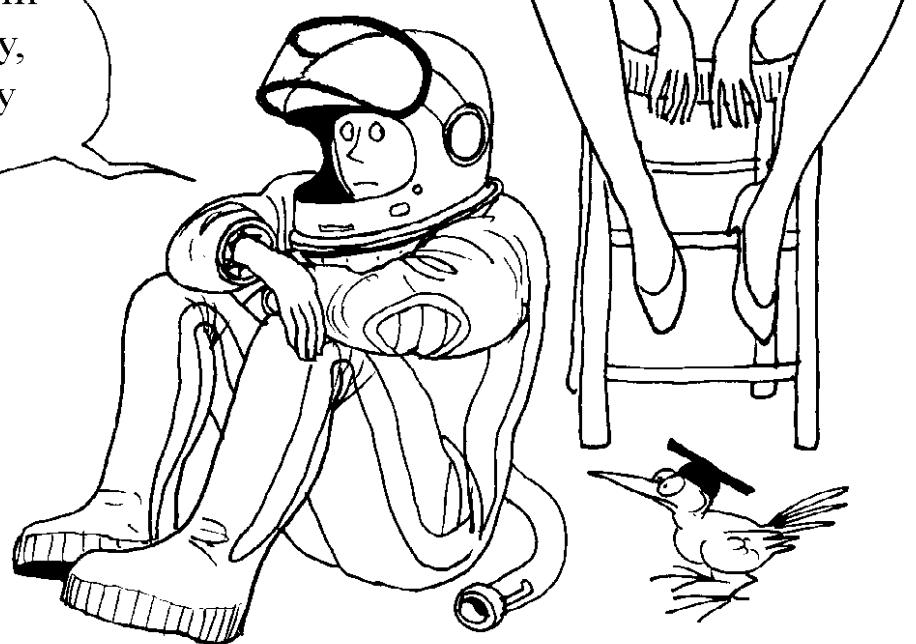


І стільки ж, якщо я хочу розповісти, що я там побачив.

Навряд чи ми єдині живі істоти у Всесвіті. Але, якщо є населені планети, то перша може бути набагато далі цих чотирьох світлових років!



Іншими словами, подорожуючи за законами Космічного парку, ви повинні присвятити цьому своє життя!

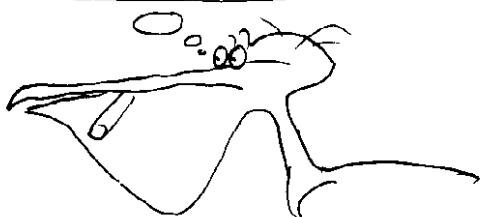


Отже... Що робити?

Ця подорож неможлива?



Значить цей молодик ніколи не зупиниться?



**Йти швидше за швидкість світла не має сенсу. Це як бажання потрапити глибше центру Космічного парку!**



Космічний парк може бути не найкращою моделлю!



Ймовірно. Але це не говорить мені, як досягти зірок за розумний час.



Може, це назавжди  
неможливо?..

Хммммм...

хоча?...

Я знаю, як  
робити...

ТИРЕСІЙ!

КІНЕЦЬ