

Savoir sans Frontieres

Les Aventures d'Anselm Lanturlu


TOT ÉS RELATIU

Jean-Pierre Petit




<http://www.savoir-sans-frontieres.com>

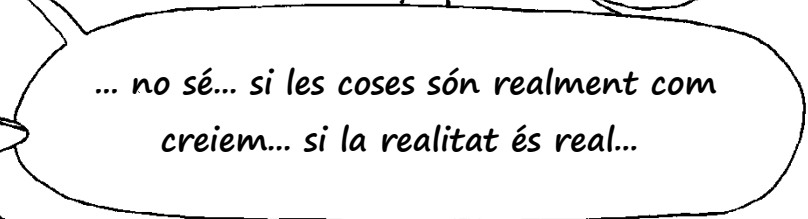




Sofia, de vegades em pregunto...




Què, rei?




... no sé... si les coses són realment com creiem... si la realitat és real...



Si no hi han coses darrere les coses.



Compte! Un univers pot amagar-ne un altre.



Solament has d'anar a veure.



Hi ha algú tocant
el violí.

Bé, doncs aquí estem, a
les catacumbes de la física.

Vinga, vine!
Anem a aprendre coses.

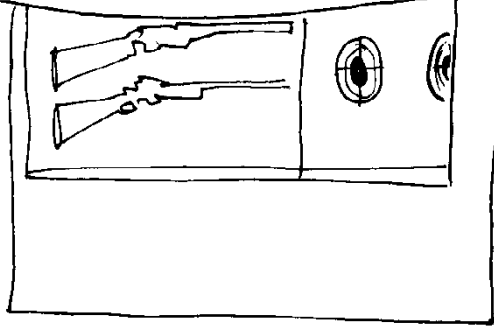
PARC Còsmic

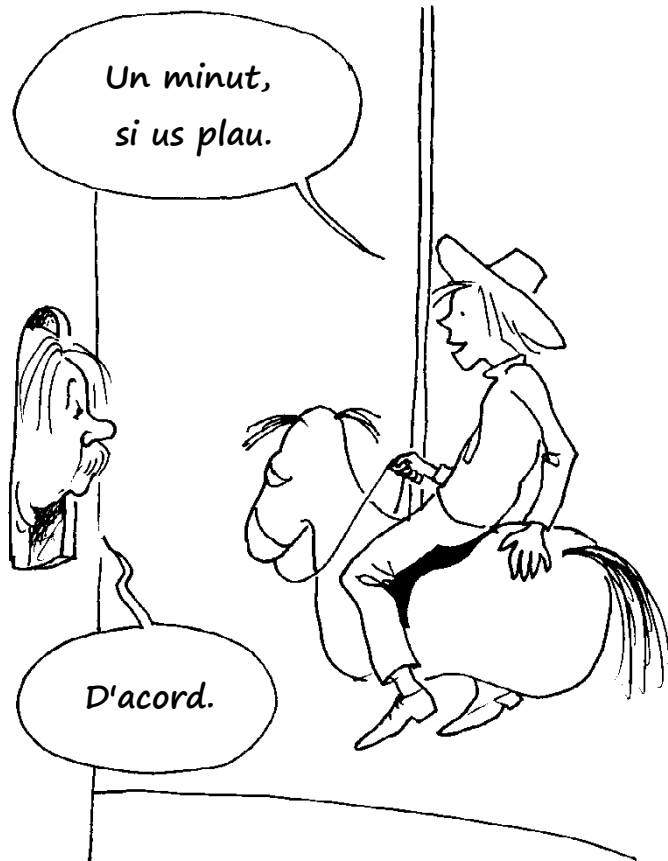
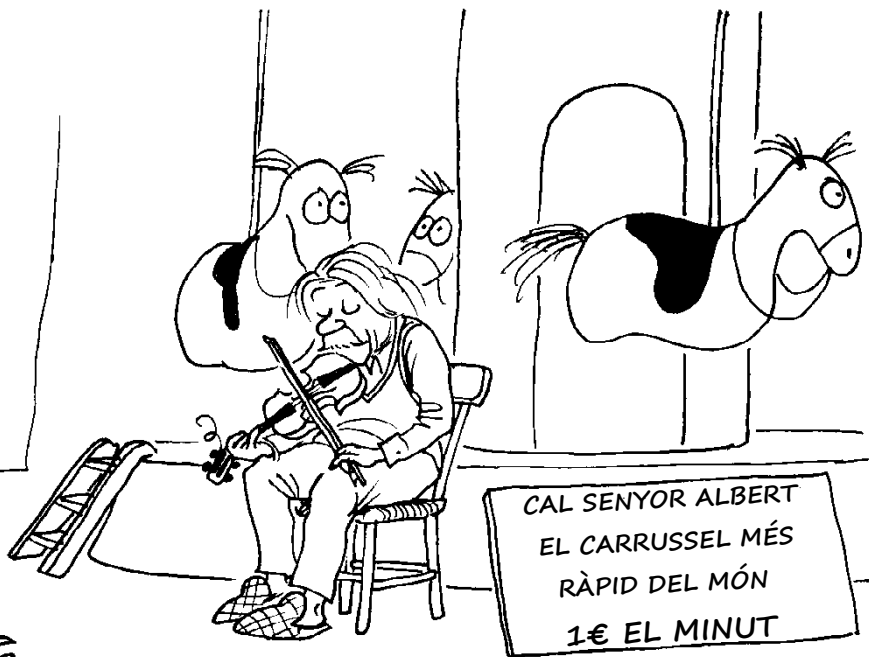
SENYOR ALBERT

propietari - fundador



Ve d'allà.







GENIAL!

Carai, el vostre rellotge acaba el minut en cinquanta-nou segons.



En absolut!
Tinc un minut exacte!

I és un **CRONOPERFECTE**, que mesura el temps amb una precisió absoluta.



Jo també tinc un **CRONOPERFECTE**. Estrany...
Un rellotge nou!...
Potser és d'una sèrie defectuosa.



Bé...
Encara està sota garantia...

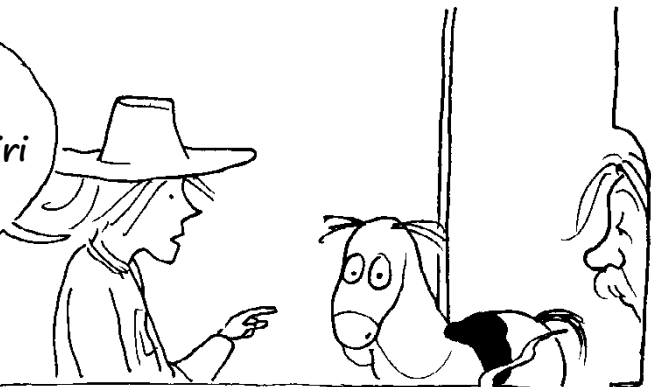


El teu rellotge funciona molt bé, Anselm. Els **CRONOPERFECTES** són infal·libles.

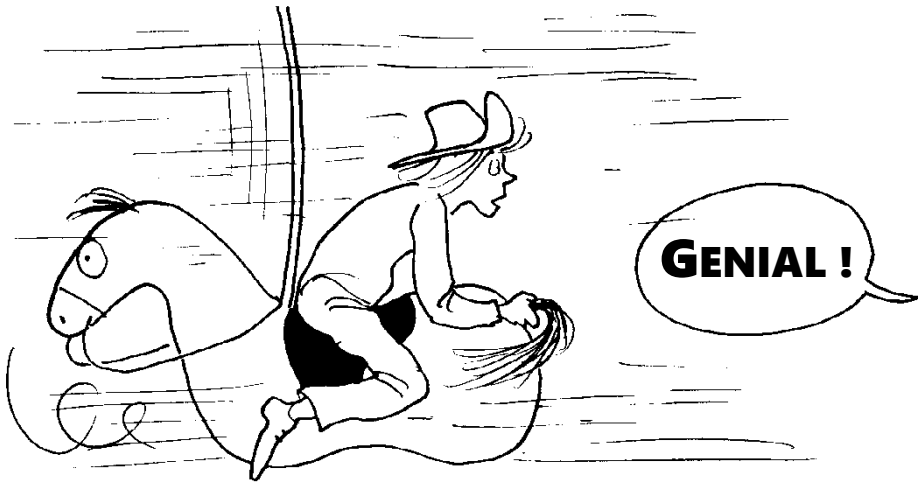


Aleshores, és cosa del carrusel!...

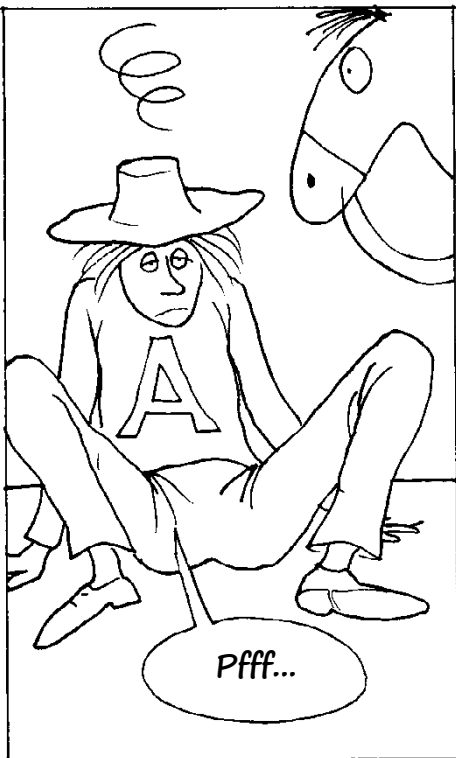
Digui'm, senyor Albert, és possible fer que el carrussel giri al contrari?



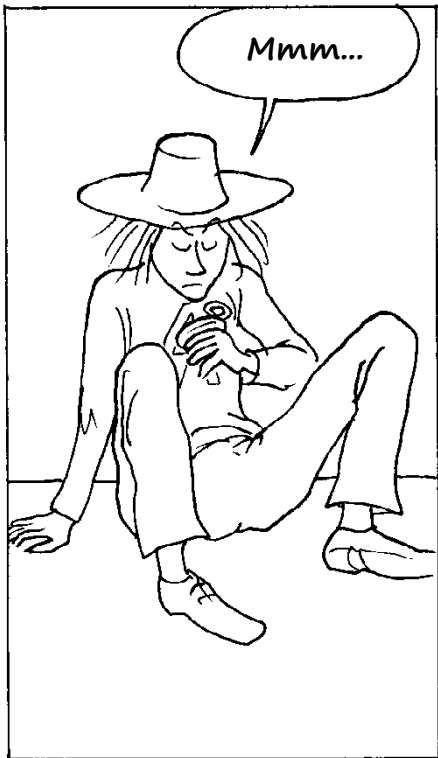
Cap problema. El preu és el mateix, 1€ el minut.



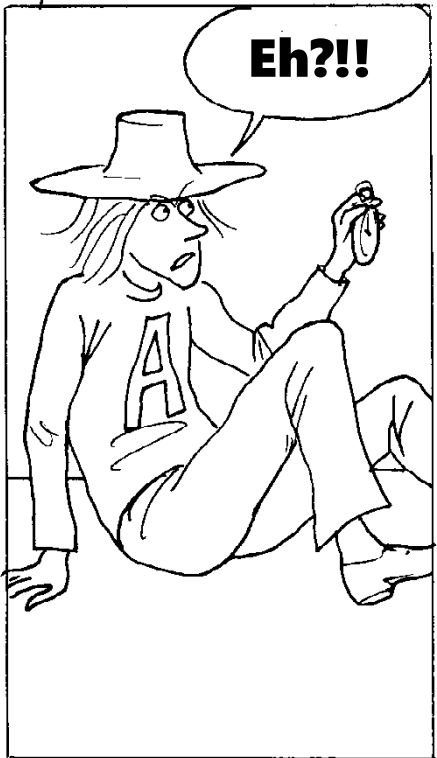
GENIAL !



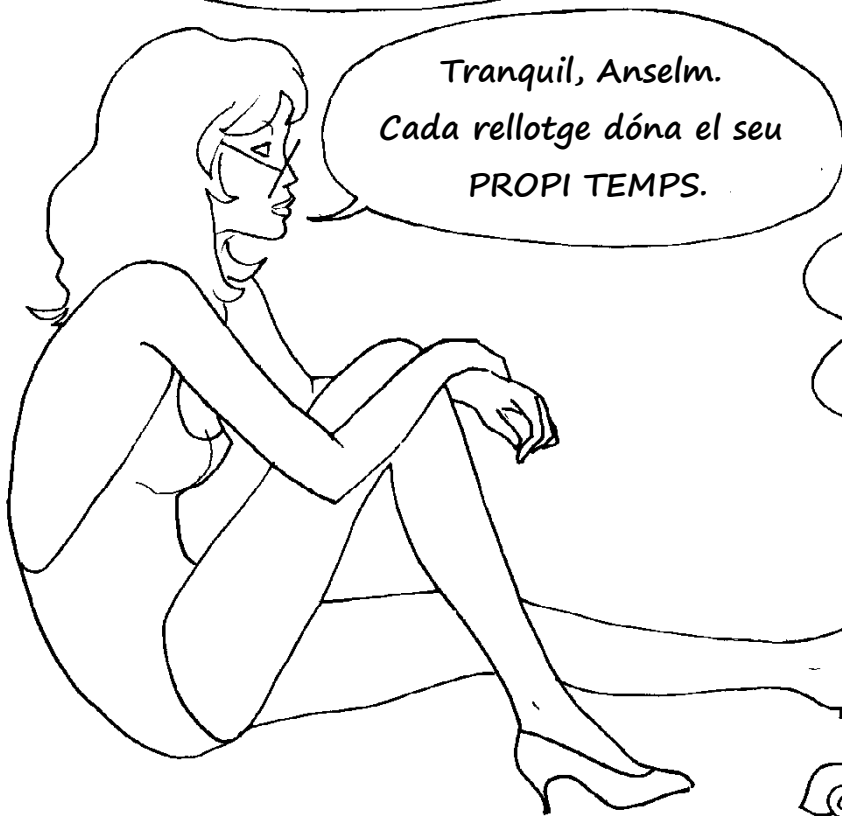
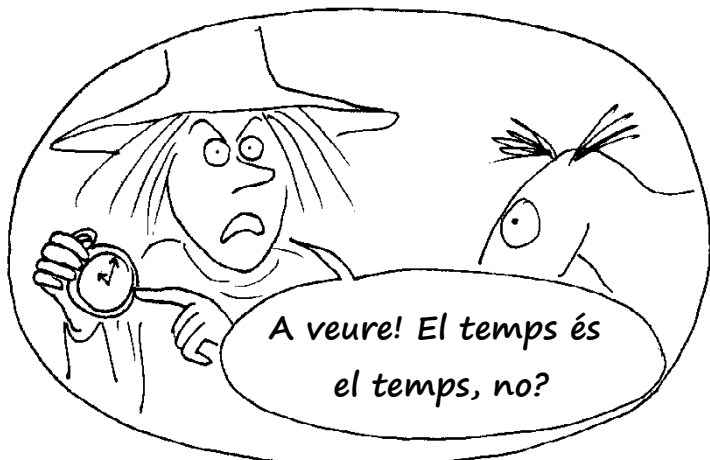
Pfff...



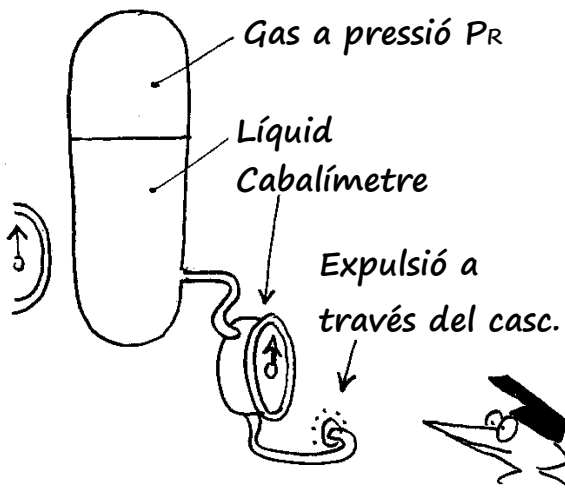
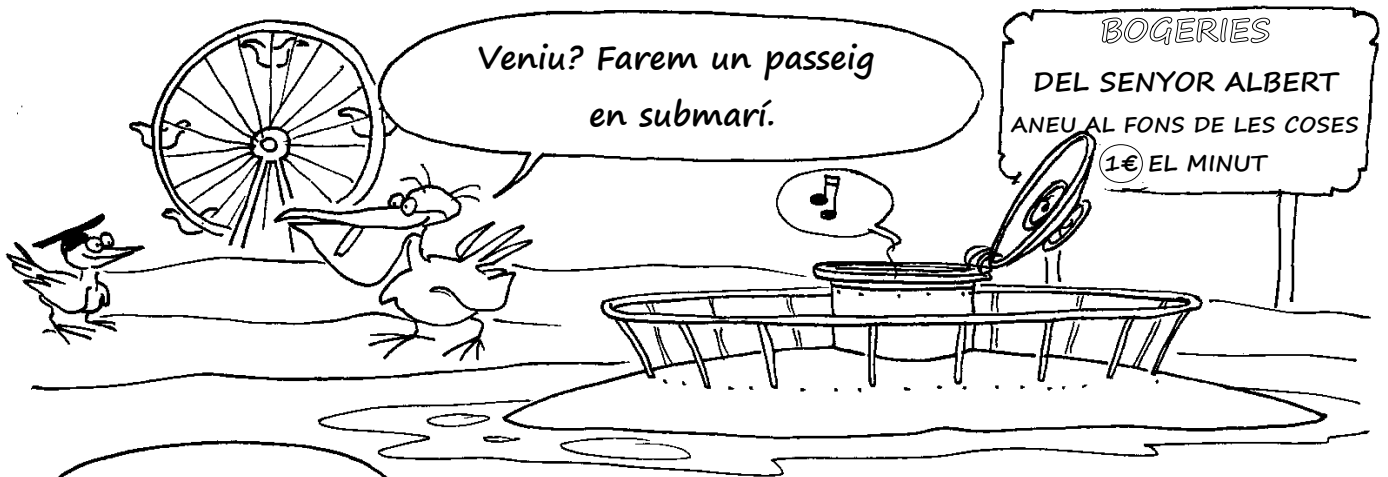
Mmm...



Eh?!!



MENTRESTANT...



És el temps el que flueix,
no és així? És el vell principi de
la clepsidra.

Ah sí, i el flux és proporcional
a la diferència entre la pressió del
dipòsit i la pressió exterior.

Ja ho entenc!

El meu submarí està equipat amb barres
d'immersió que fan que, com més ràpid va
més s'enfonsa.

El que fa que, per mesurar
la velocitat, n'hi ha prou amb un
manòmetre mesurant la pressió
exterior.

Ja ho entenc!

Carai, va súper ràpid el
vostre aparell!

Bé, remuntem.
El minut gairebé
j'ha passat.

Oh, mireu, és
increïble! Estem a la
pàgina 25.

DEIXEM A MAX I LLEÓ TREURE CONCLUSIONS DE LA SEVA AVENTURA SUBAQUÀTICA, I TORNEM A ANSELM:



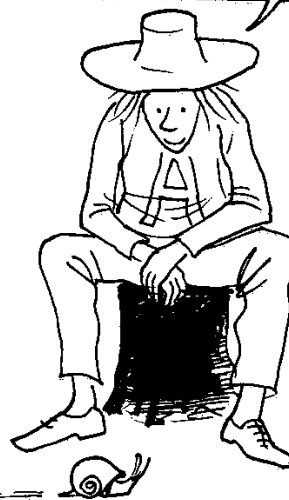
És graciós quan ho pensem. A l'espai, sigui quina sigui la direcció escollida, sembla que sempre puguem tornar enrere, anar en direcció contrària.

Agitació irrellevant.

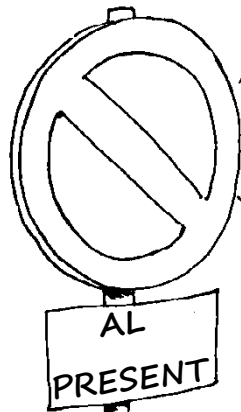


Puc anar molt més ràpid que Tirèsies, el cargol, i passar-lo.

O aturar-me i deixar-li passar.



Però quan es tracta del temps, tot sembla tan diferent.



Sembla que està prohibit aparcar-se.

Amb el risc de no poder marxar mai.



Senyor Tirèsies? Tinc una carta certificada per vostè.



Senyor o senyora?



No té importància.



Mmm... és un calendari.

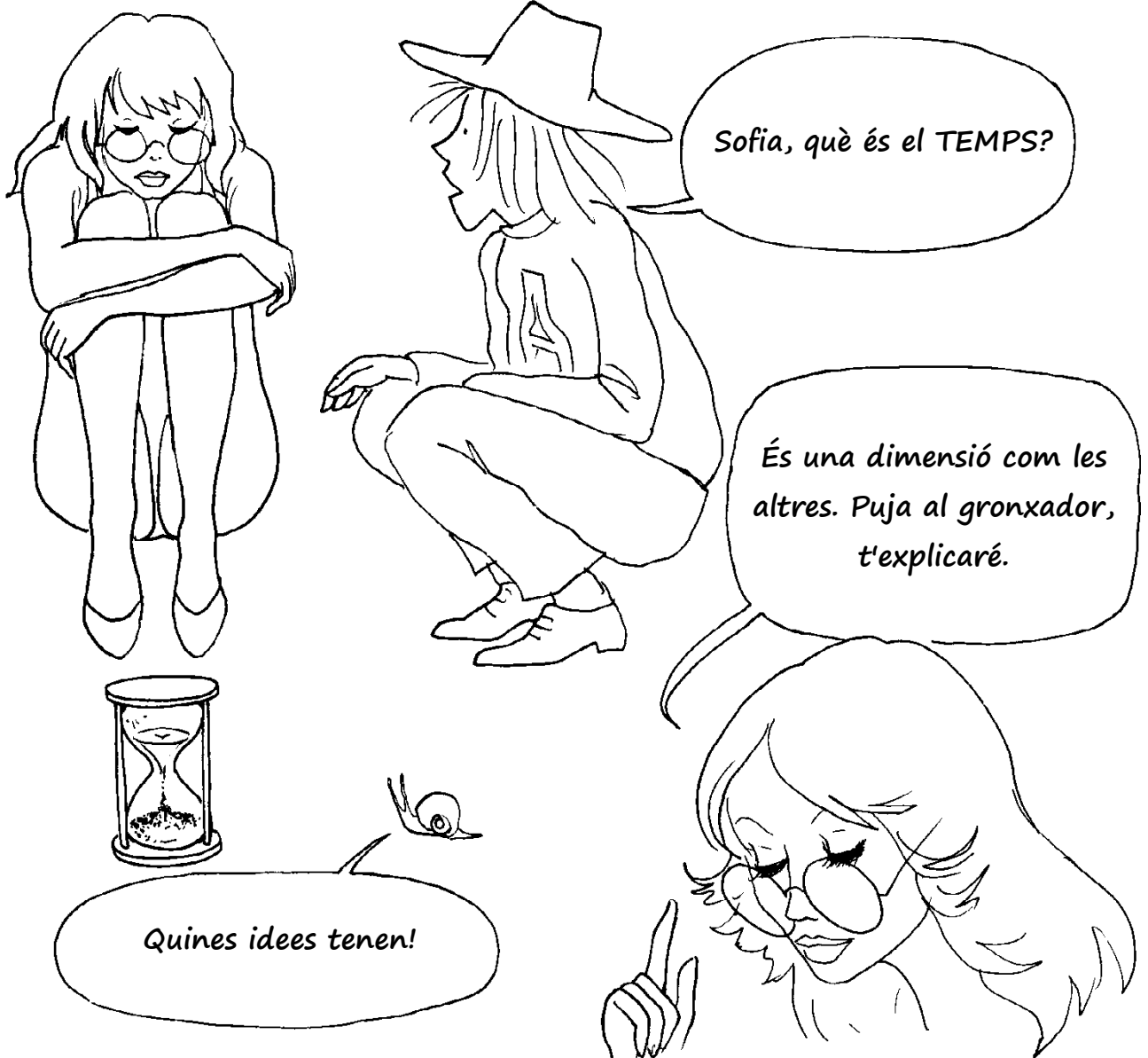
Veus, Anselm, cada cop que treus un full passa un dia.



No, Tirèsies, no podem participar del pas del temps. Per retirar aquest full hauràs d'esperar a demà.

Ah...

L'ESPAI-TEMPS



Sofia, què és el TEMPS?

És una dimensió com les altres. Puja al gronxador, t'explicaré.

Quines idees tenen!



Veus, per exemple, per què el temps va cap al futur i no cap al passat?

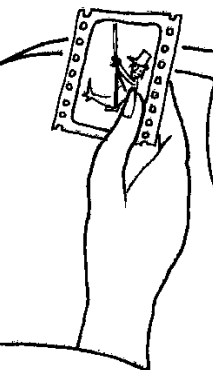
Espera, et gravo.

Aleshores?

Passa'm unes tisores.

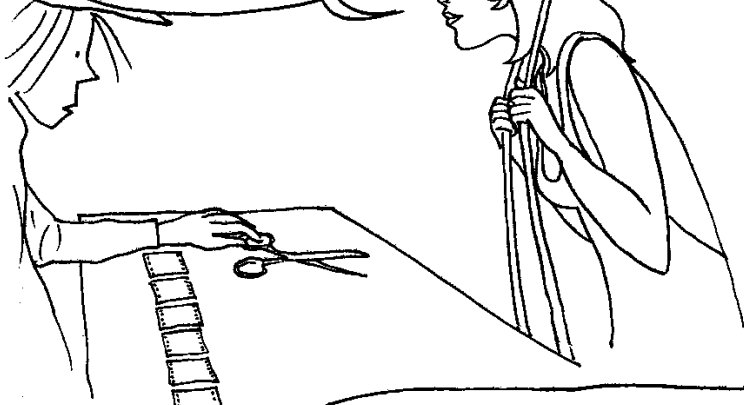


Té uns ulls encisadors.

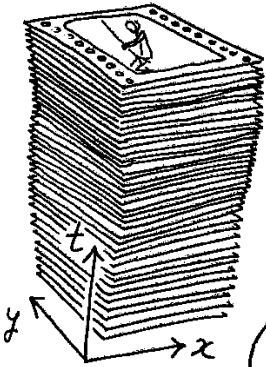


Cada imatge d'aquesta pel·lícula ha de gravar un MOMENT PRESENT. Cada segon de la pel·lícula representa vint-i-quatre imatges. Es tracta, doncs, d'una successió discontinua d'esdeveniments.

Ara t'ensenyaré una cosa: apila aquesta successió d'imatges, d'esdeveniments.



Obtens un espai-temps.

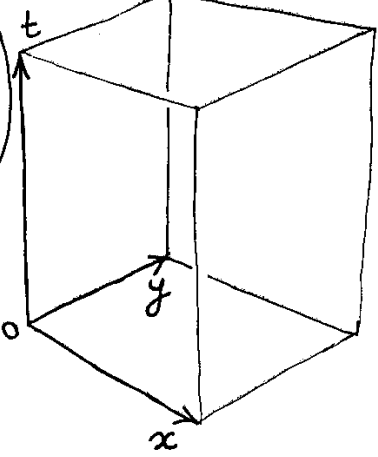


Un espai-temps?

Si augmentés fins l'infinit el número d'imatges, obtindria un espai-temps CONTINU de tres dimensions.



Dos d'espai i una de temps.

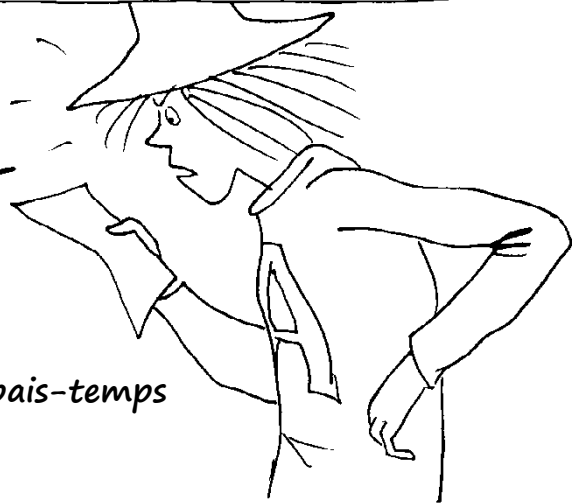




Recordem que el nombre de DIMENSIONS d'un ESPAI és tan sols el nombre de quantitats que basten per determinar, per detectar la posició d'un PUNT d'aquest espai.

Vivim a un espai-temps de QUATRE dimensions. En efecte, fan falta quatre quantitats, quatre dades, per donar-se cita amb algú, per trobar-se en un mateix punt d'aquest espai-temps.

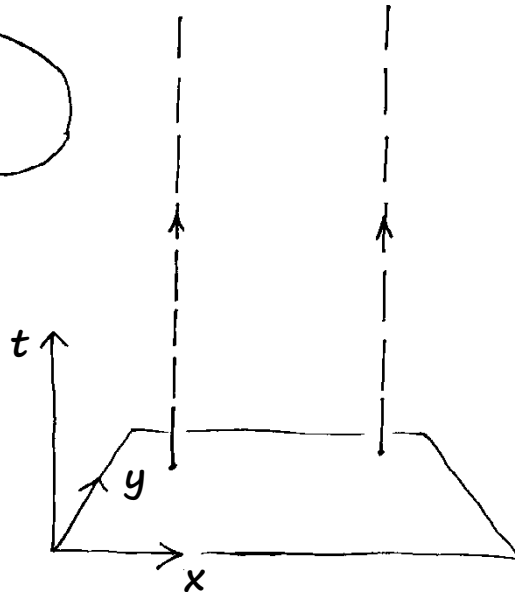
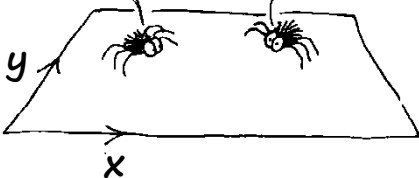
Tirèsies m'ha donat cita al número DOTZE del QUART carrer, al TERCER pis. Però aquest beneit ha oblidat de dir-me l'hora. Solament tinc tres dades!



Però tornem-hi, per comoditats de dibuix, a espais-temps de tres dimensions (dues d'espai, una de temps).

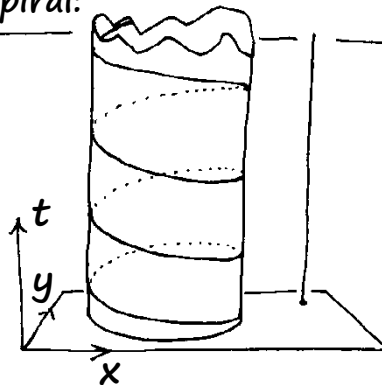
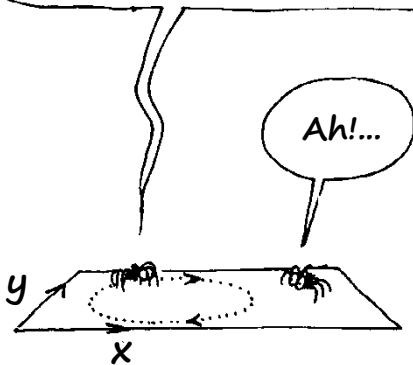
Sap, estimat amic, que ens movem dins l'espai?

Però... som immòbils!

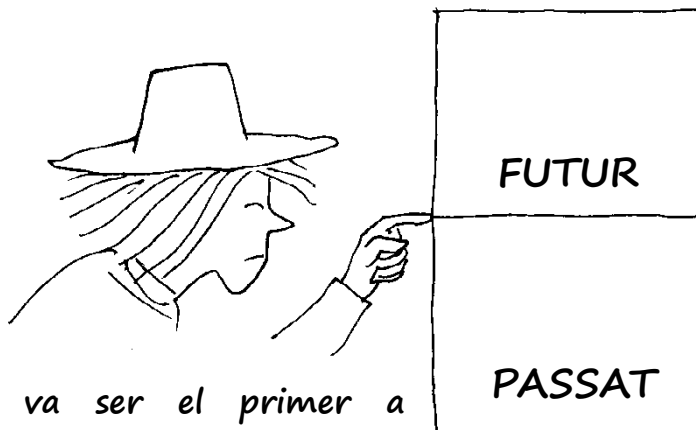
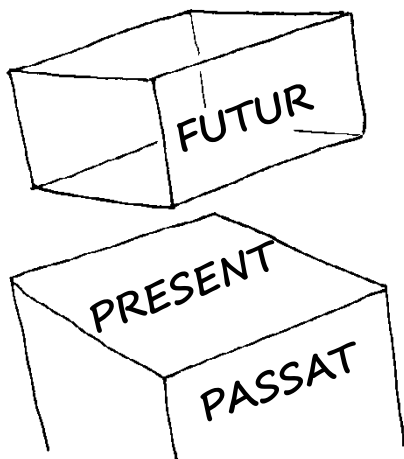
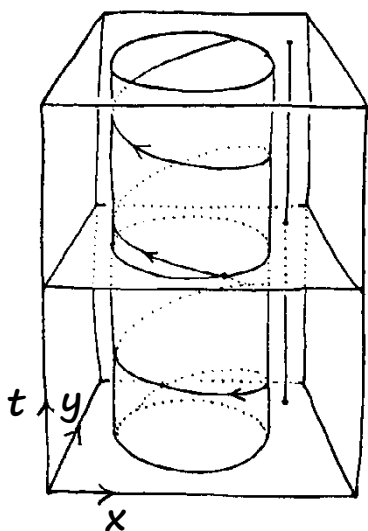


El desplaçament de les dues aranyes en aquest espai-temps ha estat representat a la figura de la dreta.

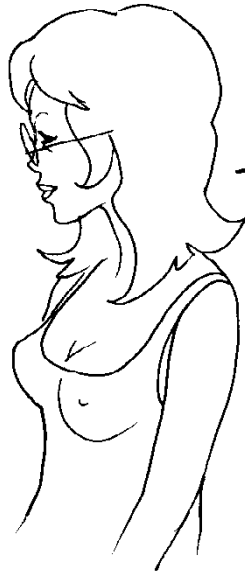
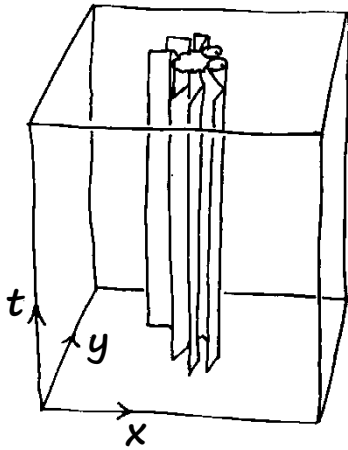
Si, per exemple, em desplaço segons un cercle, la meua trajectòria, a dins d'aquest espai-temps de tres dimensions, tindrà la forma d'un moll en espiral:



Per tant, el PRESENT ABSOLUT és un tall pla efectuat a dins d'aquest espai-temps.

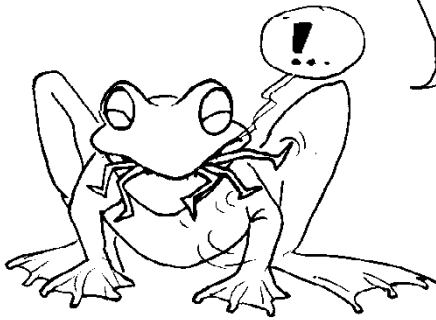
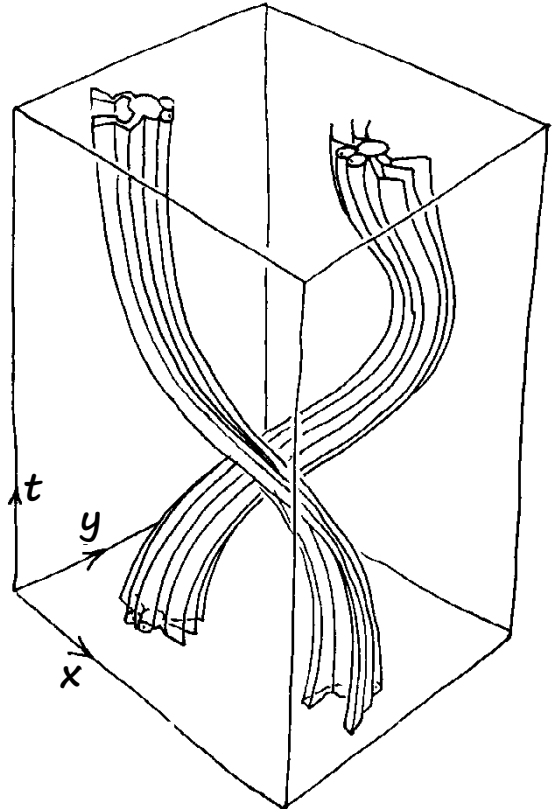


Aristòtel va ser el primer a emetre la idea de que el PRESENT pogués tenir un gruix nul.



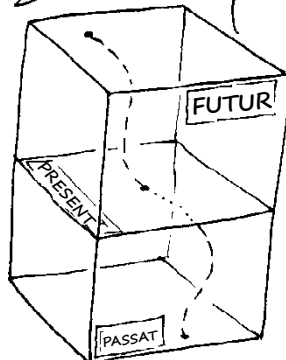
Amb total exactitud és així que hauríem de representar l'aranya en aquest espai-temps de tres dimensions.

La supervivència de l'aranya està lligada a la no intersecció, a dins d'aquest espai-temps, de la seva trajectòria amb la de la granota.

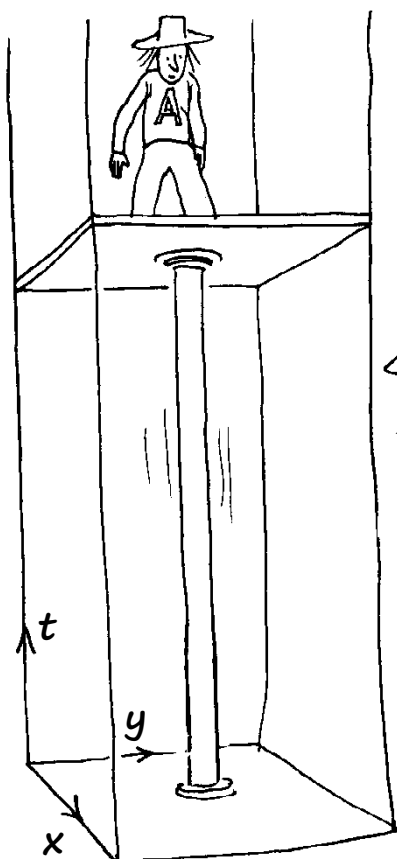


Breu encontre a l'espai-temps.

Però per què no percebem aquestes trajectòries d'espai-temps?



Simplement perquè solament percebem el PRESENT!



A l'ascensor del temps som, inevitablement, emportats.
Ni s'atura ni torna a baixar.

Dil Dim Dim Dij Dis Diu

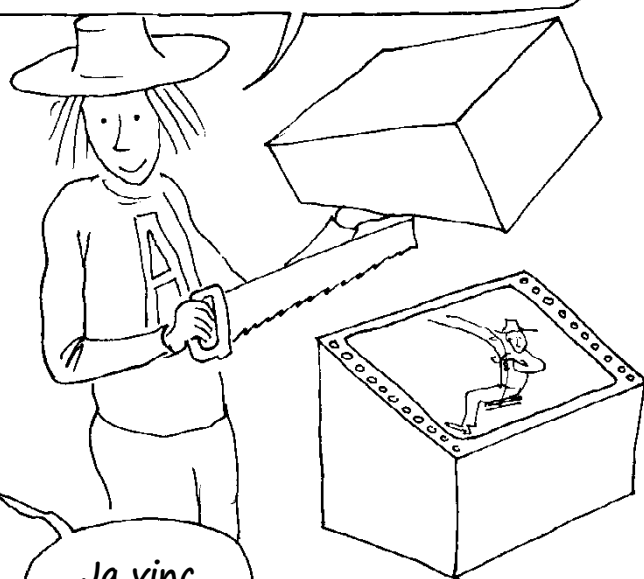
Un ascensor
sense porta.

... sense botons...
... quina angoixa...

Gràcies al cel que
hi ha Sofia.



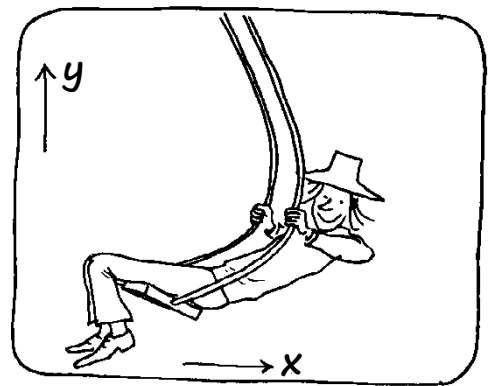
Sofia, mira, he fet un tall oblic
a l'espai-temps!



Ja vinc.



És una cosa molt utilitzada als dibuixos animats.



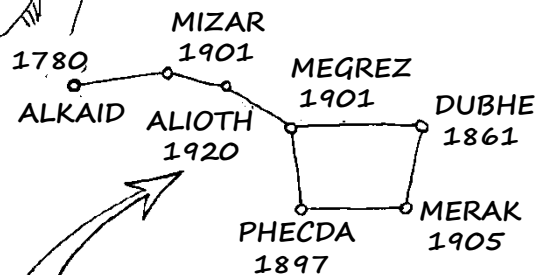
EL CON DE LLUM



De fet, sempre fem una ullada obliqua a la realitat.



Què vols dir amb això?



La llum triga un cert temps a arribar-nos dels objectes. Aquí, hem indicat l'època a la que ha estat emesa provenint de cadascú dels estels de l'Óssa Major.



En definitiva, els estels veïns haurien pogut perfectament volatilitzar-se i no ho sabria fins d'aquí alguns anys!

No estem informats.

Rebem sobre les plaques de telescopi la imatge d'Andròmeda tal i com era fa dos milions d'anys.

Veïem el Sol tal i com era fa vuit minuts.

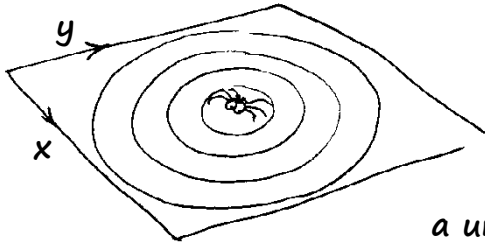
I els meus peus són més vells que el meu nas!

En definitiva, no hi ha res més difícil a percebre que el PRESENT. Solament pot ser un objecte situat contra la meva retina?...

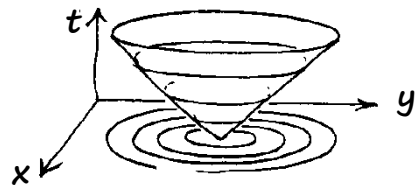
No, Anselm, solament podem veure a dins del passat. Aquesta percepció es diu el PRESENT RELATIU. Fa un moment tot es tractava del PRESENT ABSOLUT. El present, és una cosa estrictament personal, això no es comparteix.



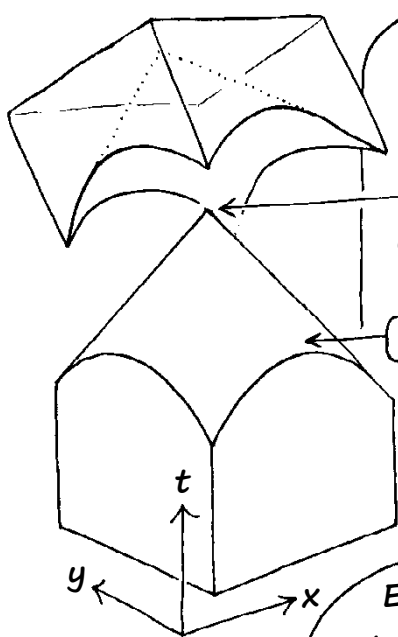
Les onades es propaguen a la superfície de l'aigua a velocitat constant. Aquí hem representat una aranya que s'ha caigut a l'aigua, que emet onades concèntriques.



A l'espai-temps, aquest missatge es desenvolupa seguint un con.



És exactament igual per la llum, que es propaga a una velocitat constant de 300 000 Km/s.



Inversament, els senyals lluminosos rebuts a cada instant per un **OBSERVADOR** provenen de punts situats sobre un **CON** de l'espai-temps:
EL CON DE LLUM

El que constitueix el **PRESENT RELATIU** d'aquest **OBSERVADOR**.



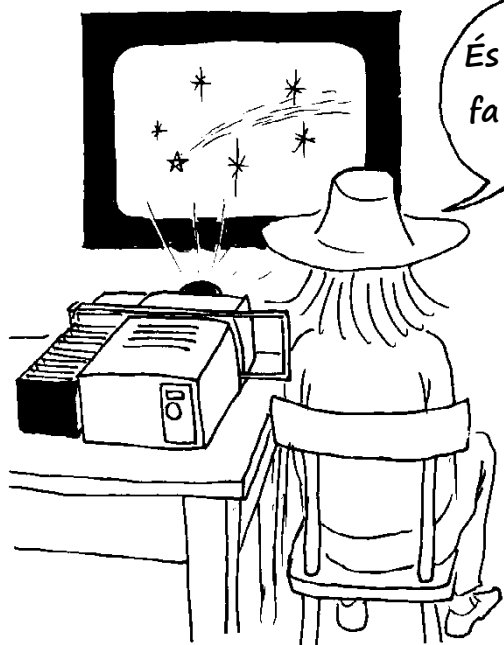
Aleshores... el cel és un con?



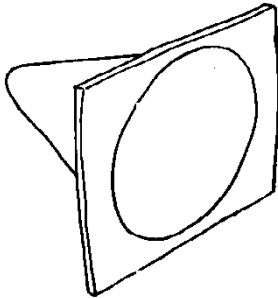
Sí, Anselm, és un tall cònic de tres dimensions, efectuada a dins del nostre espai-temps de 4 dimensions.



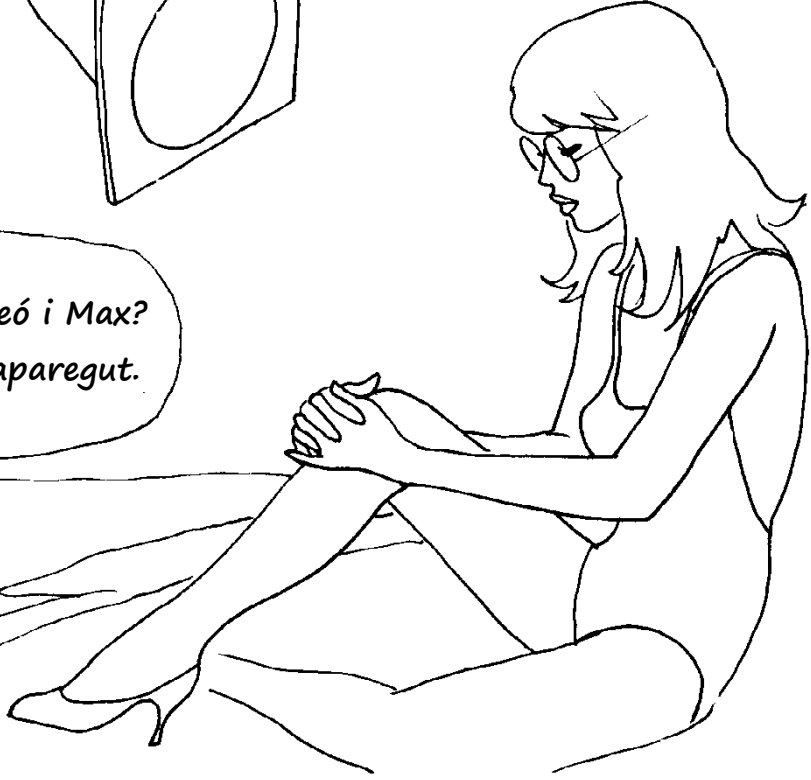
Concepte que el cervell humà està mal predisposat a acollir. Percebem, però també PENSEM en tres dimensions, i no pas en 4 també, tornem ràpidament a la nostra imatge d'un espai-temps en tres dimensions.



És maco observar l'espai-temps. Però, per fer-ho bé, fa falta utilitzar dispositius cònics, patent Lanturlu.



Però, de fet, què estan fent Lleó i Max? Fa quinze pàgines que han desaparegut.



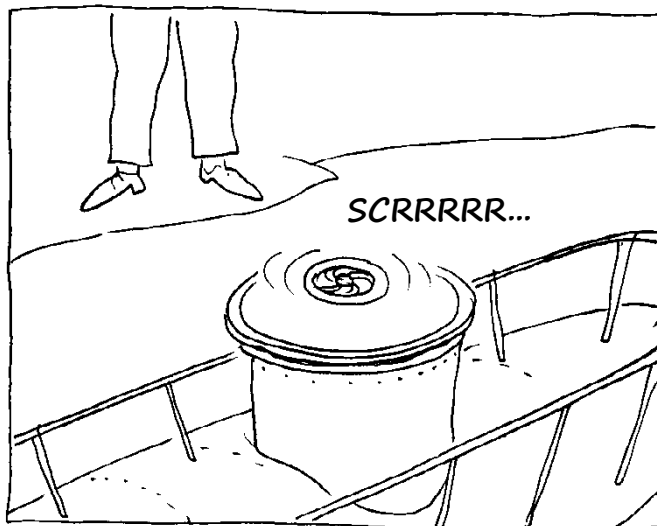
Els he vist embarcar-se, fa un moment, al submarí,
per una immersió d'un minut. Però fa molt més
temps que s'han anat!



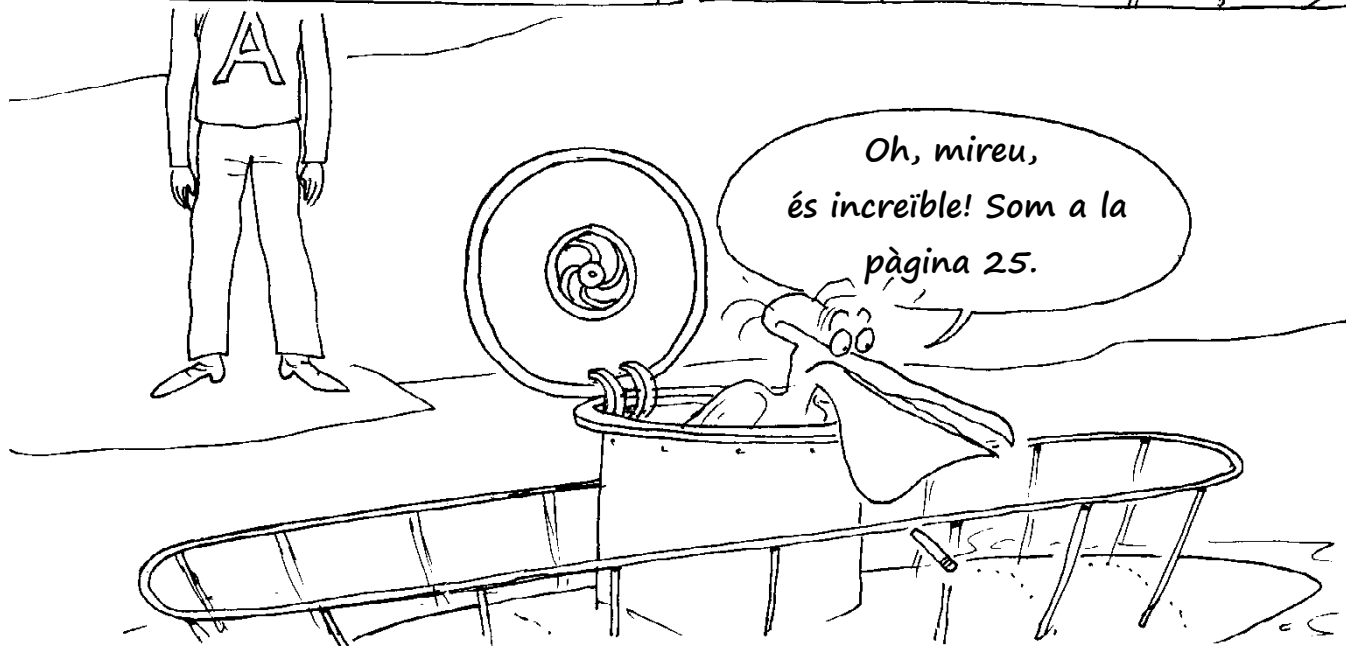
Ah, vet aquí, ja pugen.
Han trigat molt!



SCRRRRR...



Oh, mireu,
és increïble! Som a la
pàgina 25.





És com al carrusel
fa un moment.

El temps, Anselm, no és
una cosa ABSOLUTA.

Vet aquí una
altra cosa?!!



La noia té raó, Anselm.
Com més ràpid anem menys
envellim.

Diem: marxar és morir una mica.
Aleshores seria el contrari?!!



Espereu, la clepsidra del senyor Albert, la cosa hidràulica, donava VERITABLEMENT el temps que passava a dins del submarí?



És clar! Com ja li he dit, aquesta clepsidra està alimentada per un dipòsit a pressió constant P_R . Verteix a l'exterior del submarí a on regna la pressió P_E . El flux és proporcional a la diferència de pressió ($P_R - P_E$).



Com més ràpid va el submarí i més s'enfonsa, més creix la pressió P_E , doncs, més verteix la clepsidra. Així doncs, com més ràpid anem menys passa el temps.



Esperem! Què és tot això? Com passa el temps quan estem immòbils?

Immòbil respecte a QUÈ?!

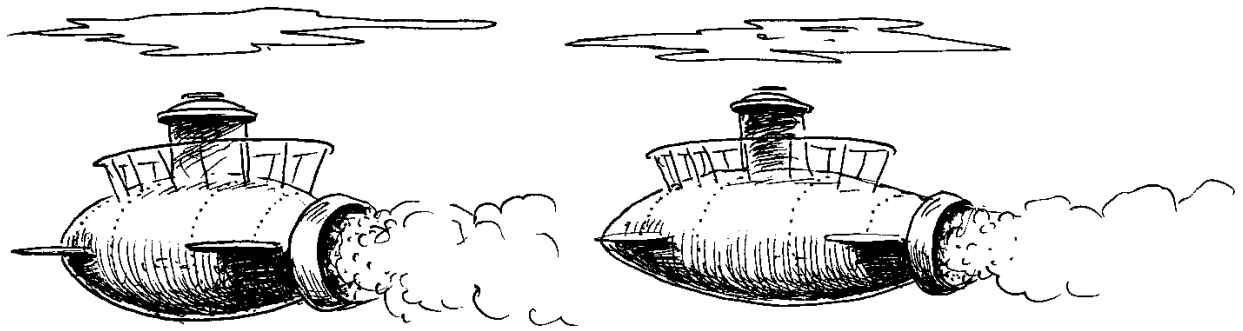
És el flux d'una clepsidra testimoni posada a dins d'un submarí que es queda parat, immòbil, a la superfície.

Vull aclarir tot això!

Què és estar IMMÒBIL?

Sofia, agafes el número 2, jo el número 1. El número 3 es quedarà a l'embarcador, i navegarem tots dos a la mateixa velocitat \vec{V}

I desplaçar-se aleshores?!!

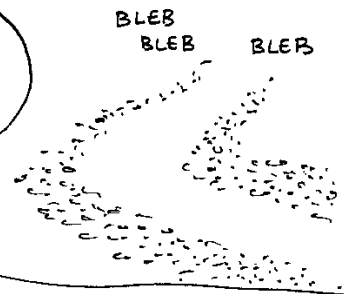


Naveguen en formació: mateixa velocitat V ,
mateixa direcció i mateixa profunditat.

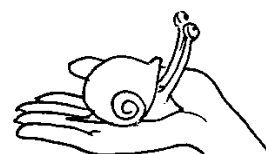
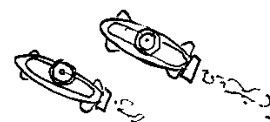


Quan fem experiments és que no estem
molt segurs de nosaltres mateixos.

Digui, senyor Albert,
què és el moviment?



Bona pregunta, Tirèsies. El que existeix,
són les VELOCITATS RELATIVES dels
objectes els uns respecte als altres. I és
totalment de forma arbitrària que
decidim que un objecte, o un grup
d'objectes: tú, jo, l'embarcament, són en
repòs, immòbils. Tot moviment és
RELATIU. Així, per exemple, en aquest
moment Sofia i Anselm, que es desplacen
RESPECTE A NOSALTRES, estan
"IMMÒBILS" l'un respecte a l'altre.



Ja hem tornat al punt de partida, i les nostres clepsidres han vessat la mateixa quantitat d'aigua, donen el mateix temps t !

Dos sistemes que són immòbils l'un respecte a l'altre són **SÍNCRONS**.

No passa el mateix amb la clepsidra testimoni, la del número 3, que s'ha quedat en repòs, immòbil, a la superfície. Aquesta indica un lapsus de temps més llarg t .

Un moment, senyor Albert, hi ha alguna cosa que no està clara en tot això.

Hum...

Què, fill?

De la superfície, heu pogut mesurar el nostre desplaçament D , el nostre temps d'immersió t amb l'ajuda de la clepsidra del submarí número 3. Que us ha donat una velocitat $v = \frac{D}{t}$

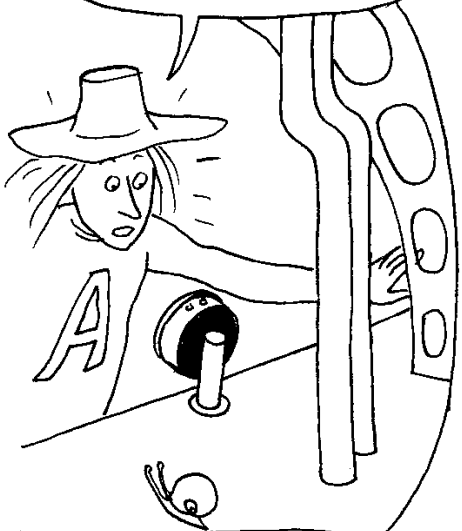
Són **MESURES** efectuades per un observador en repòs.

A dins dels submarins 1 i 2, el temps ha passat més lentament. Si haguéssim mesurat la velocitat, hauríem d'haver trobat una velocitat $V' = \frac{D}{t'}$ més alta que $V = \frac{D}{t}$

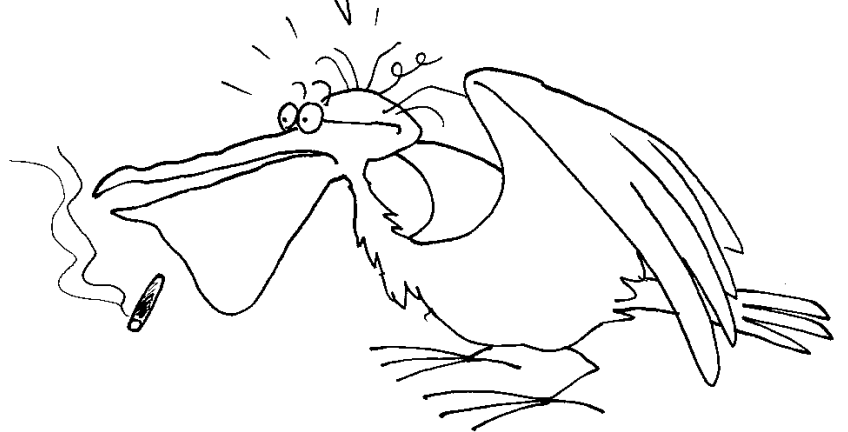


Tan sols has de consultar el LOCH* del teu submarí. Et donarà la mesura de la distància D' que has recorregut.

I ara?!!
 $D' < D$



Això comença a ser una bogeria!!!



(*) El LOCH és un aparell de navegació que dóna la distància que hem recorregut.

LA CONTRACCIÓ DE LES LONGITUDS



$\frac{D}{t} = \frac{D'}{t'}$ trobo la mateixa velocitat v !

Però!... Això vol dir que l'espai s'ha contractat com un acordió, no?!!



Quina angoixa...

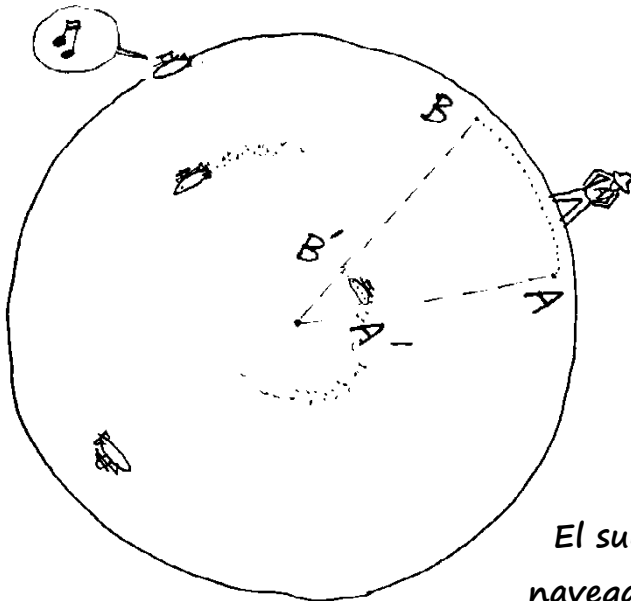
Temps, longituds, no són res més que aparences.
Més que **TEMPS ABSOLUT**, hi ha **ESPAI ABSOLUT**.



Però tornem al **PARC CÒSMIC** i al seu oceà, el **CRONOS**, que són tan sols, és clar, **MODELS**, destinats a fer comprendre l'estranya estructura del nostre espai-temps.



Per donar una idea d'aquesta contracció de les longituds, o **CONTRACCIÓ DE LORENTZ**, el Parc Còsmic deu ser una espècie d'esfera líquida.



El submarí d'Anselm, dotat d'una velocitat V , navega en immersió i recorre l'arc $\widehat{A'B'} = D'$ en un **TEMPS PROPI**, mesurat a bord, igual a t' . Per un observador que es queda a la superfície, aquest desplaçament és percebut com l'arc $\widehat{AB} = D$, durant un temps t . I tenim:

$$\frac{D'}{t'} = \frac{D}{t} = V$$

És graciós, seguint aquest model, el desplaçament és **ANGULAR** i és la **PERCEPCIÓ** la que el transforma en **DISTÀNCIA**.



Però per què haver imaginat una cosa tan complicada? Els temps que derrapen, aquestes distàncies que s'acurten!!!

És a causa de la velocitat de la llum, fill. Ja ho veuràs més tard.

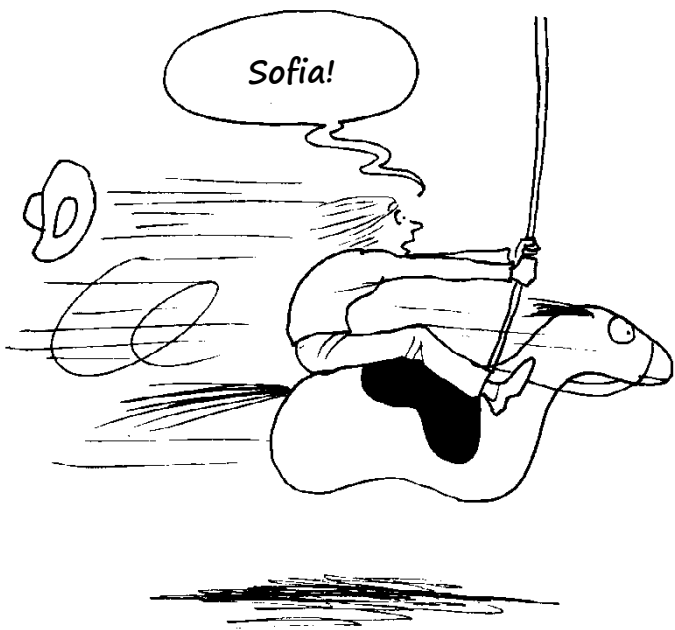
Suposo que aleshores tot es tornarà... lluminós?

Bé, tot això és molt maco, aquestes històries de gota d'aigua, de submarí, de contracció de longituds. Però, físicament, es tradueix en què?

Torna a pujar al carrussel, cavaller del meu cor!

Estic preparat...

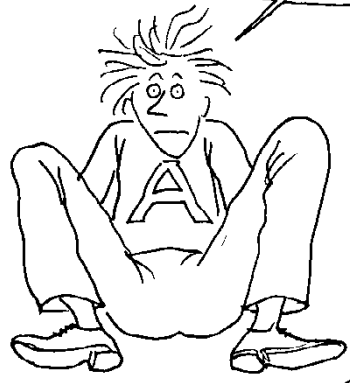
VEURÀS EL QUE VEURÀS.



Carinyo, vinga, recupera't, s'ha acabat...

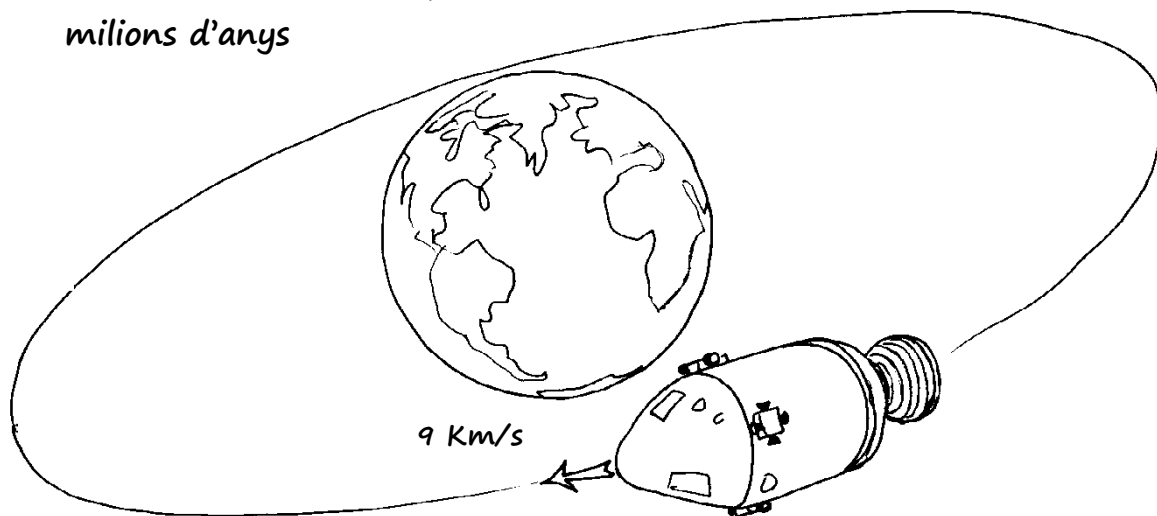
És terrible la física...

Afortunadament, per nosaltres, aquests fenòmens solament apareixen quan la velocitat s'apropa sensiblement de la velocitat de la llum, que és de 300 000 km/s.

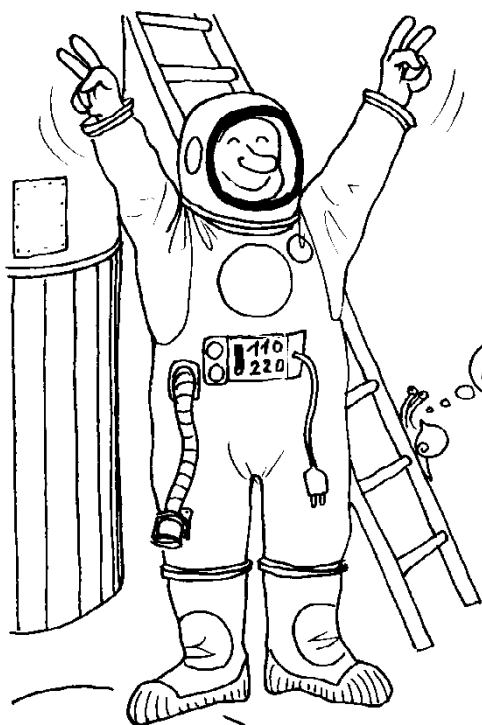


Si aquesta fos d'alguns metres per segon, la vida seria absolutament impossible... Hi hi hi!...

Quan els cosmonautes passen 6 mesos en òrbita, és a dir, més de quinze milions d'anys



el seu envelliment es desaccelera de 1,4 centèsima de segon.



L'aventura...

Quan tornen,
no ho porten escrit
a la cara.



Hum...

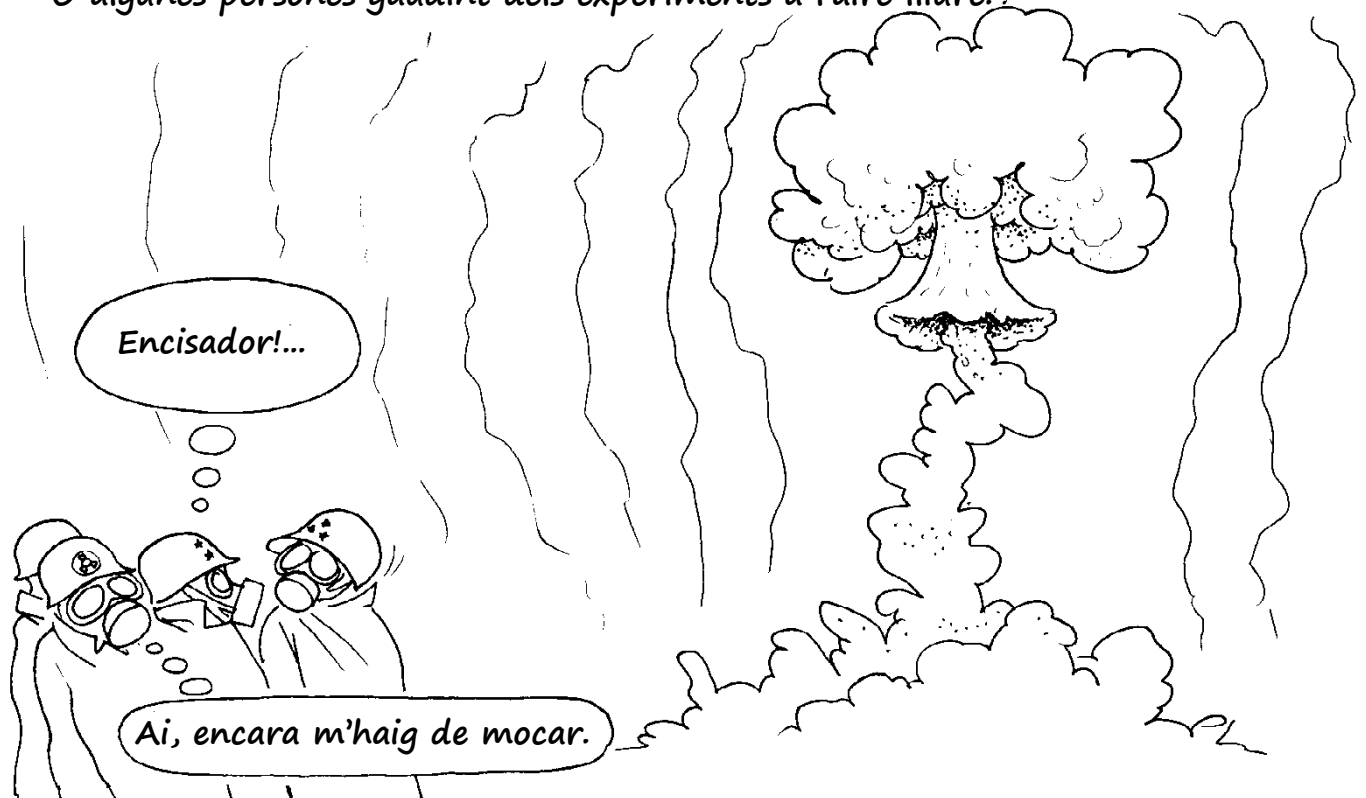


El món de la relativitat ens sembla
molt lluny de la nostra vida diària.

Per ara solament interessa als especialistes de la física d'altres energies (*).



O algunes persones gaudint dels experiments a l'aire lliure.



(* També anomenada PLUTOFÍSICA perquè és una física cara...

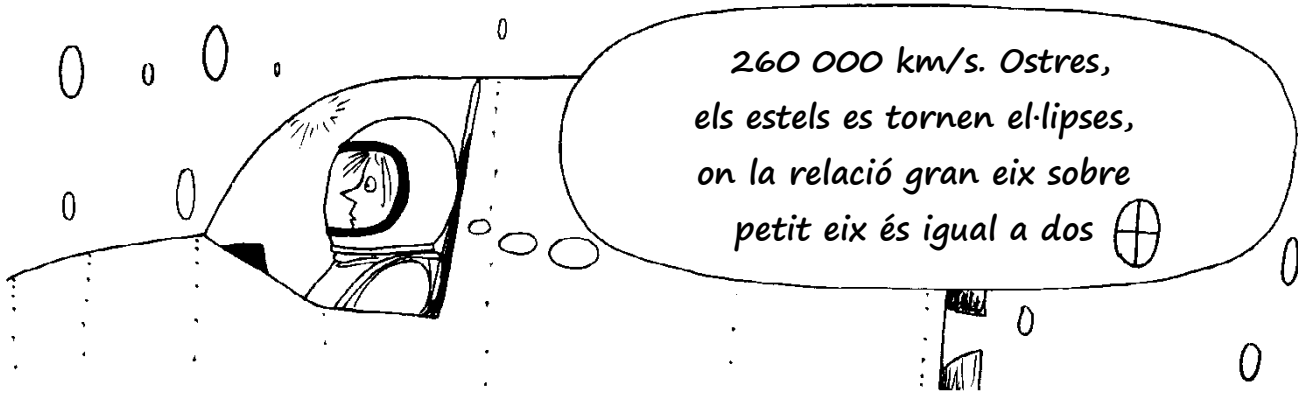
Quan augmento la velocitat, l'Univers es contracta veritablement?

Bajanades!...

BANZAI!

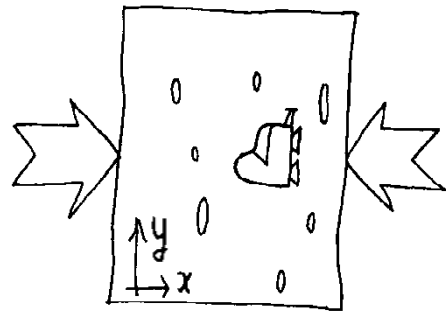
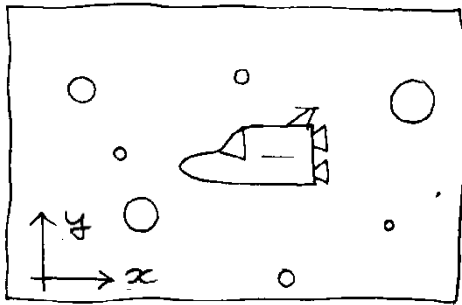
Consumeix molt?

Deu mil quilòmetres per segon. Tot sembla normal, accelero!...

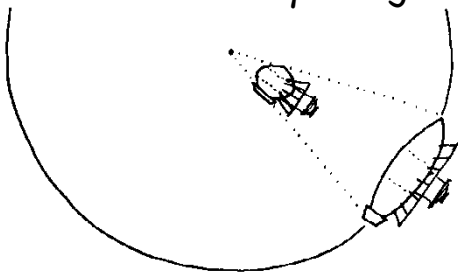


Nota:

De fet Lanturlu no podria pas observar aquesta **CONTRACCIÓ DE LORENTZ**, per la simple raó de que **TOT ES CONTRACTA**: l'Univers, Anselm i la seva nau!



Així mateix: els passatgers del submarí del Parc Còsmic no se n'adonen de la seva compressió.

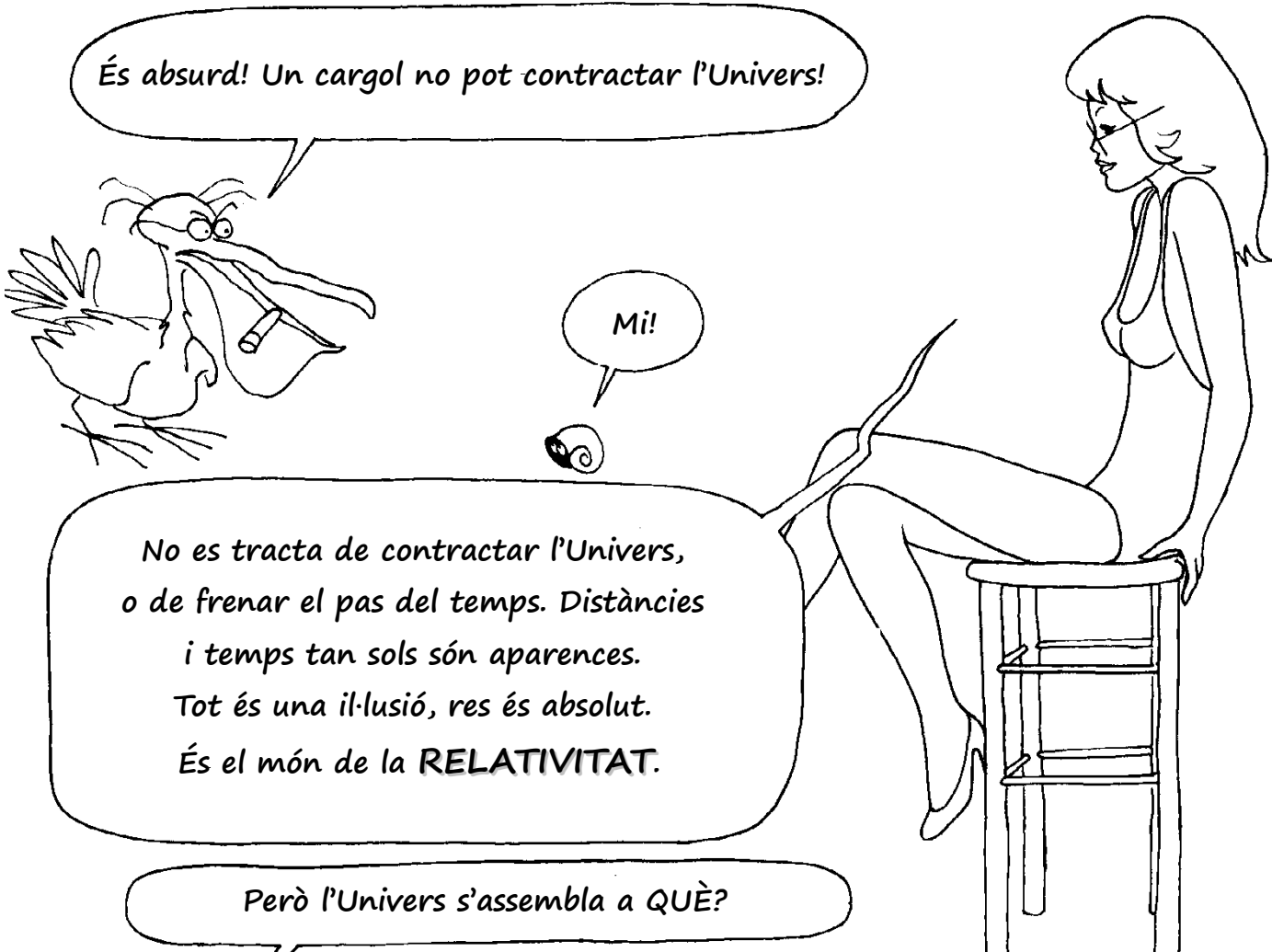


La Direcció

Així doncs, si accelero, Tirèsies, comprimeixo tot l'univers en acordió en la direcció del meu desplaçament.



Quin poder .



És absurd! Un cargol no pot contractar l'Univers!

Mi!

No es tracta de contractar l'Univers,
o de frenar el pas del temps. Distàncies
i temps tan sols són aparences.
Tot és una il·lusió, res és absolut.
És el món de la **RELATIVITAT**.

Però l'Univers s'assembla a QUÈ?

Tot depèn de la velocitat de qui l'observa.

Velocitat en relació a QUÈ?

La idea essencial és que dues persones que van
a la mateixa velocitat V en la mateixa direcció,
veuen i viuen l'Univers de la mateixa forma.

Però tornem al model del Parc Còsmic. Veuràs que per
alguns éssers, l'Univers pot un aspecte singular.

QUAN EL TEMPS SUSPÈN EL SEU VOL

O ELS ESTATS
D'ÀNIM DEL
FOTÓ



Però deu existir una velocitat que porti el submarí a una profunditat on la pressió exterior sigui igual a la pressió a dins del dipòsit?

Què passa
aleshores????!!

Lògicament, el temps
s'ha d'aturar?!!



Estem en ple
MATHOS.

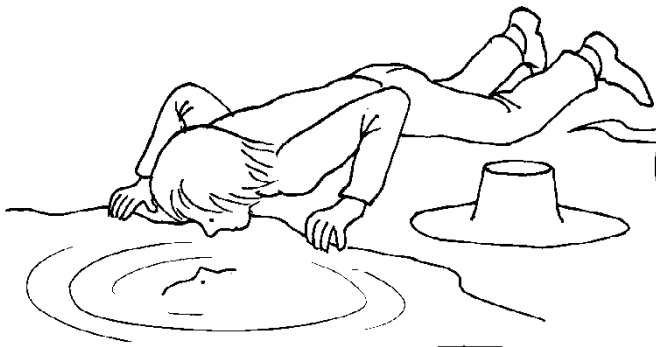
Però al Còsmic Parc del senyor Albert,
això es produirà quan ens trobem al centre
del planeta gota d'aigua.



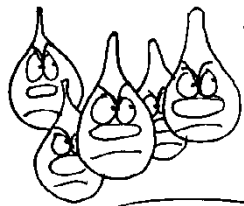
Profunditat a la que arribarem
quan la velocitat sigui igual
a 300 000 km per segon.

I és el fons de les coses.
No podem anar a més profunditat.





Però qui viu al fons d'aquest Cronos, al centre de les coses, allà on regna el zero absolut del temps?...



El temps és cosa dels altres.

Per nosaltres no és una vida!

Els FOTONS.

Que són els petits grans que constitueixen la llum.



Però bé, puc mesurar la velocitat d'aquests fotons. Es desplacen sobre una distància D , durant un temps t , i la seva velocitat és $D/t = 300\ 000\ \text{km/s}$!

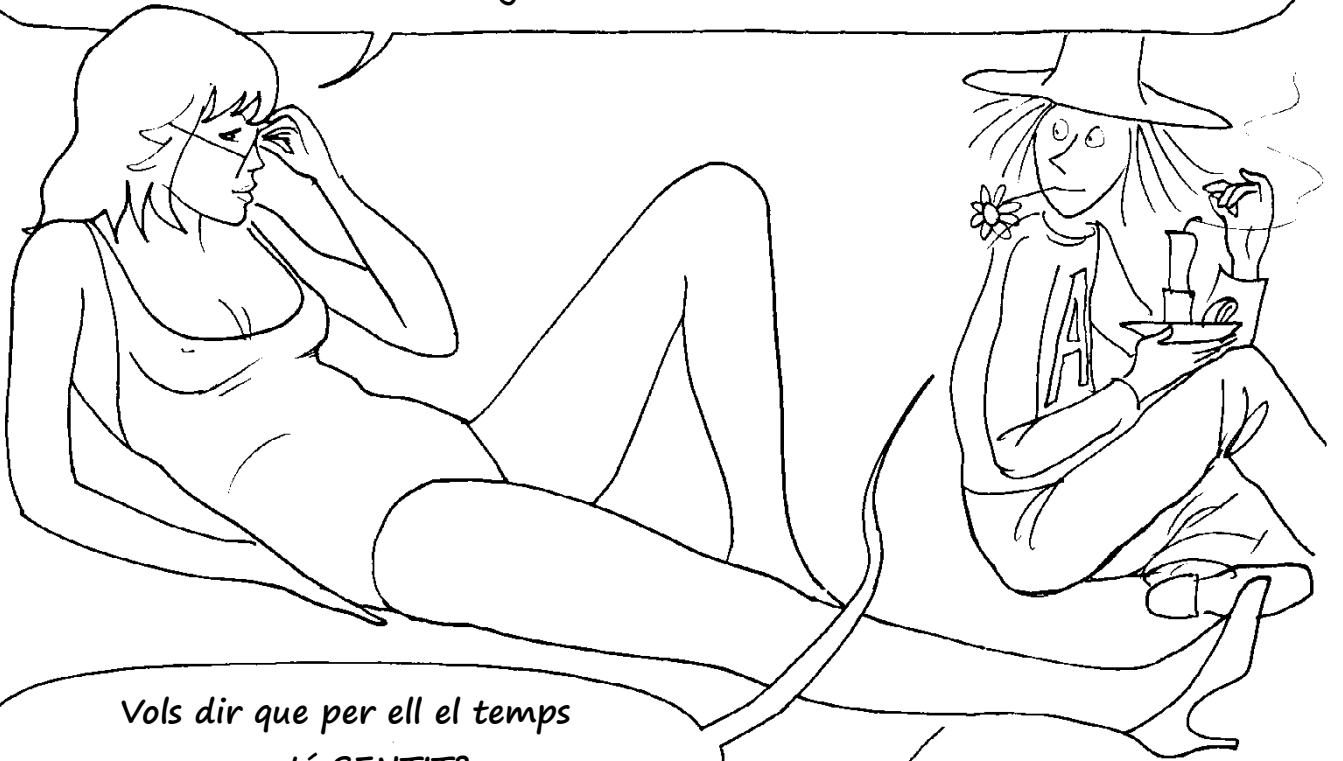
Neixen, moren, ostres!

BLOB
BLOB



Però Anselm, saps perfectament que el temps es conjuga en plural.

És la TEVA FORMA de viure el temps. Pel fotó, tot això és molt diferent.
Al seu sistema, el naixement i la mort són dos aconteixements enganxats l'un a l'altre.

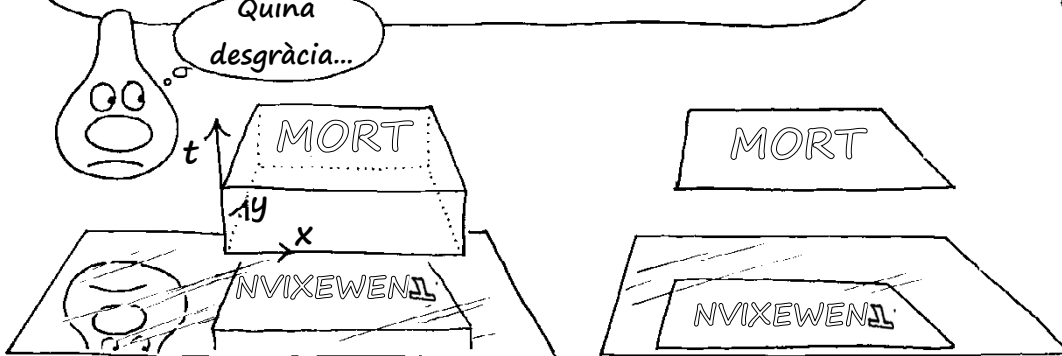


Vols dir que per ell el temps
no té SENTIT?

El TEMPS PROPI del fotó es redueix a un present infinitament petit, bloquejat entre el moment del naixement i el moment de la seva mort. Agafes un espai-temps de 3 dimensions (x, y, t), si l'esclafes en direcció del temps queda una superfície amb un recto i un verso. És aquesta distinció entre el recto i el verso el que orienta el temps del fotó.



Quina
desgràcia...



Veus Anselm, tot és relatiu. Veient alguns éssers córrer, podríem creure que viuen. I en realitat no viuen!

A mi m'agradaria que m'expliquessin un dia per què el temps va del passat cap al futur i no al contrari!

BLOB
BLOB

És tan important?
Al tren del temps, sempre estem asseguts en el sentit de la marxa.

Digui, s'ha tornat boig vostè, o què?

He pensat que si invertíssim de cop el sentit del temps, ningú no se n'adonaria!

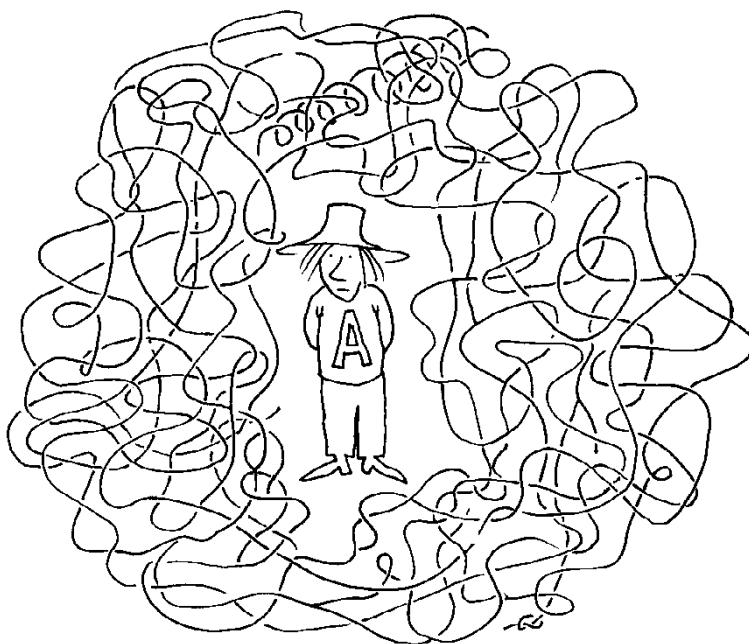
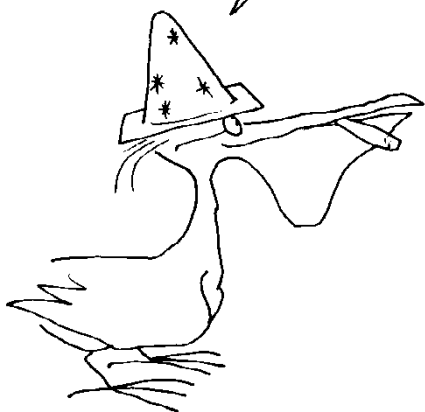


Bé, a mi m'agradaria, encara que fos per un instant, estar a la pell d'un fotó, per saber la idea que aquest es fa de l'univers.



No és possible dibuixar un espai-temps de quatre dimensions. Però podem, en un espai de tres dimensions, figurar les trajectòries barrejades de tots els objectes de l'Univers, de totes les partícules, com les podria percebre, durant la durada de la seva vida, un observador suposat (arbitràriament) immòbil:

Una espècie de fotografia en tres dimensions...

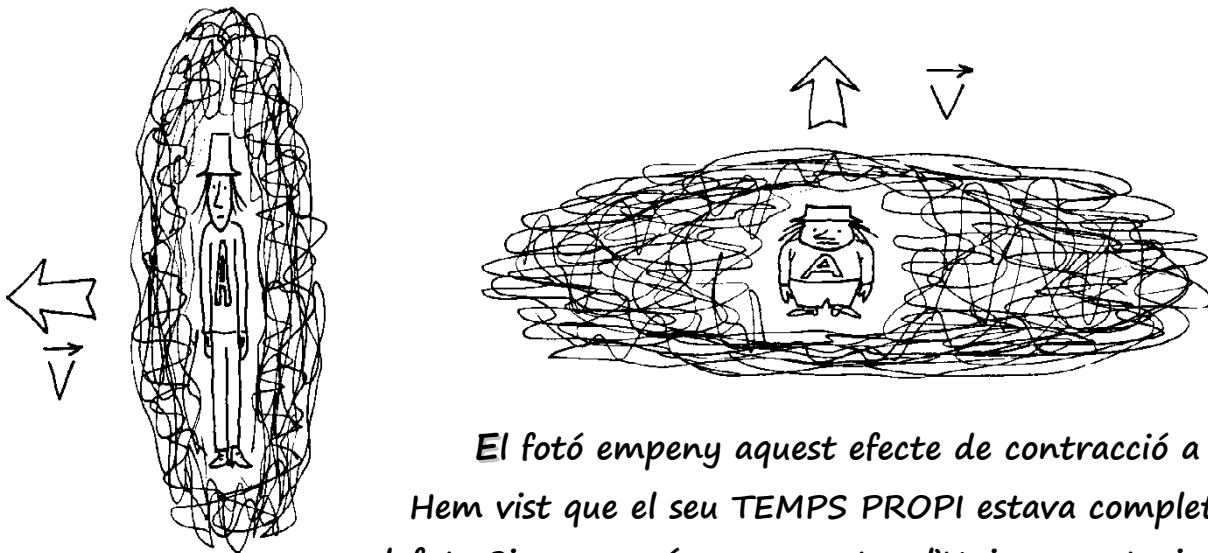


Una veritable bossa de fideus!...

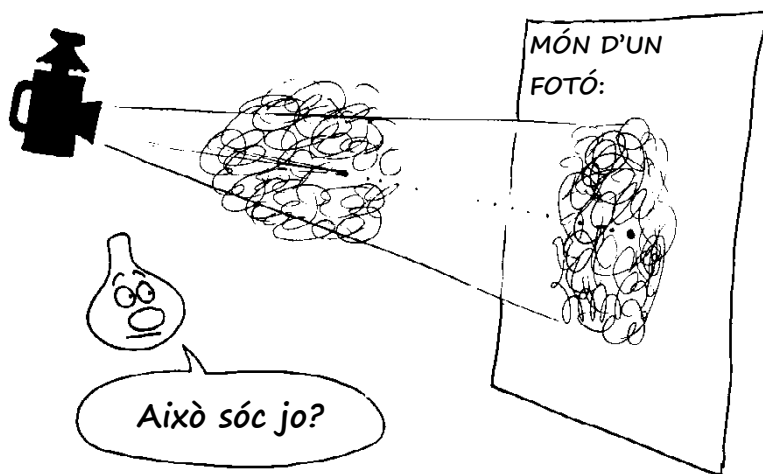


Obtindríem una cosa que semblaria un NANAS o llana d'acer.

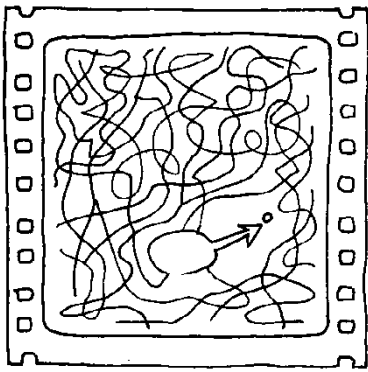
Des del punt de vista de les LONGITUDS, aquest Univers és elàstic: si altre observador es desplaça a una velocitat en una direcció qualsevol, tot passa com si hi hagués una compressió de l'Univers (i de l'observador) segons aquesta direcció.



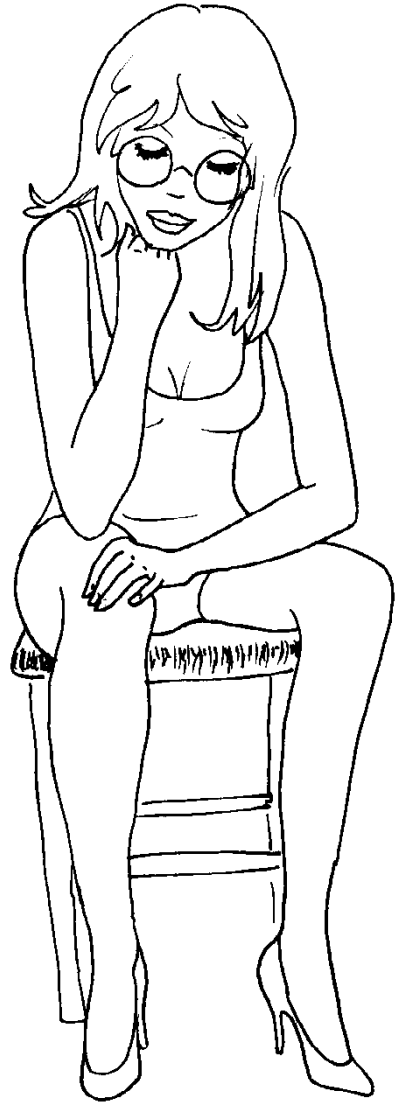
El fotó empeny aquest efecte de contracció a l'extrem. Hem vist que el seu TEMPS PROPI estava completament esclafat. Si es pogués representar l'Univers, estaria totalment aplanat segons la seva direcció de propagació. Així, el món del fotó és BIDIMENSIONAL. I ell mateix es situaria en aquest món estrany com un confeti petit, pla:



És més o menys el que obtindríem projectant a una pantalla la imatge d'un NANAS (observador immòbil) amb l'ajuda d'un llum, l'eix del qual estaria orientat seguint la direcció de propagació del fotó.

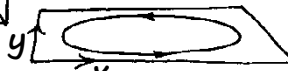
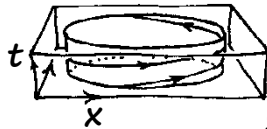
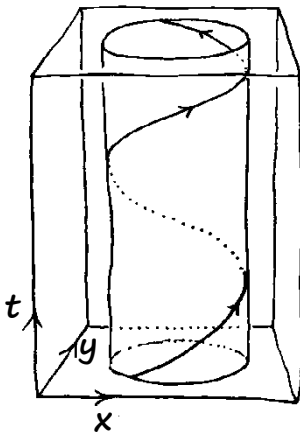


Per comprendre el món del fotó s'hauria d'agafar una pel·lícula dirigint la càmera en direcció del seu moviment i superposant totes les imatges de la pel·lícula.

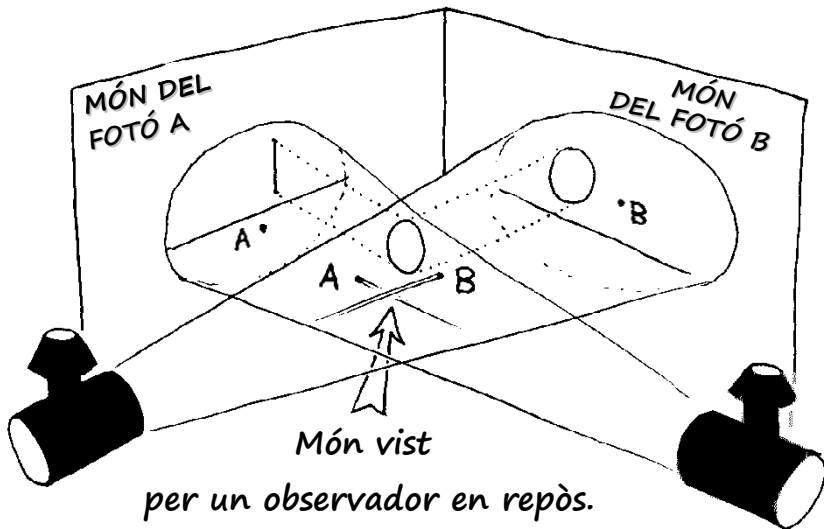


En exclusiva:
El món d'un fotó.

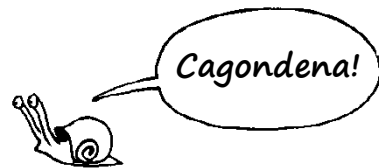
Així.



Esclafat segons l'eix del temps,
la trajectòria de l'aranya es tornaria
un cercle!



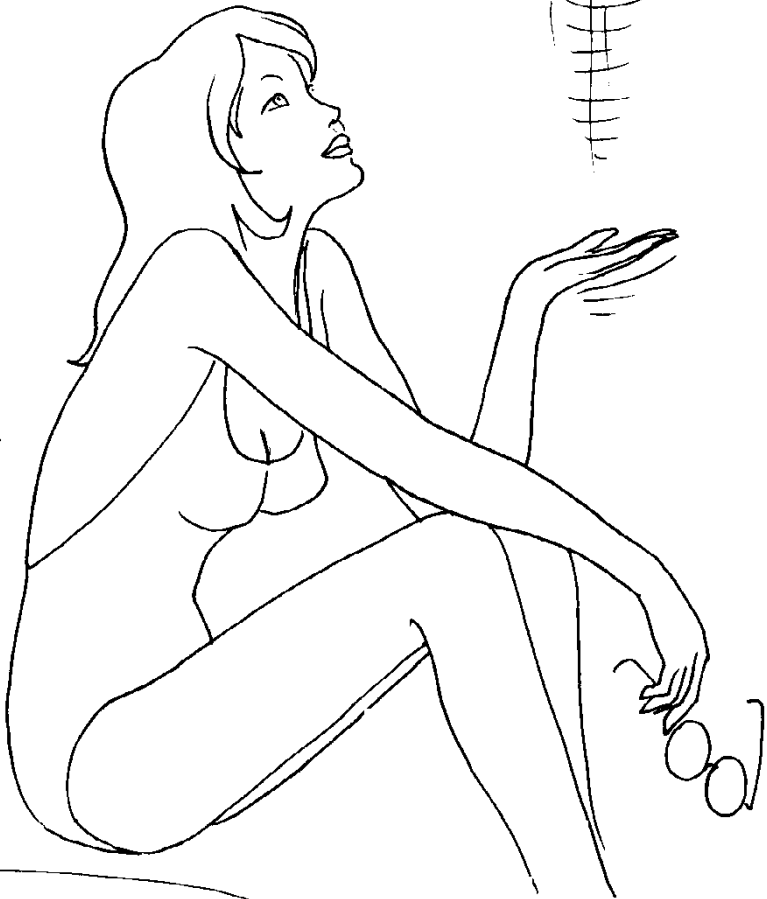
Dos fotons amb direccions de propagació diferents tindrien diferents "concepcions del món".





Però l'Univers
QUÈ és?

És tot i res al mateix
temps. Hi han mil i una
formes diferents de
veure'l, de viure'l.



Les x, les y, les t, és una broma
tot això!

Bé, a la vida diària té
la seva utilitat...

És impulsiu
aquest noi!



INVARIÀNCIA DE LA VELOCITAT DE LA LLUM

VARIACIÓ DE LA MASSA



Decidit a anar a mirar als fotons als ulls, Lanturlu s'ha agafat ben fort al pont del submergible del senyor Albert.



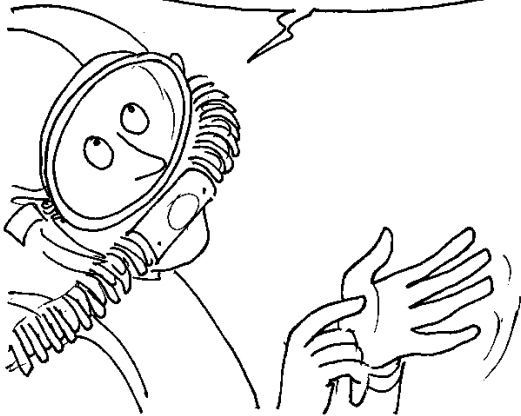
El fotons!
Els veig.

Caram, sí que és
profund el CRONOS!

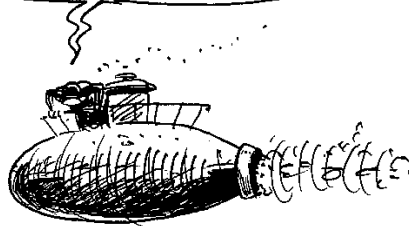
El meu mirafons
indica una velocitat V_1 .

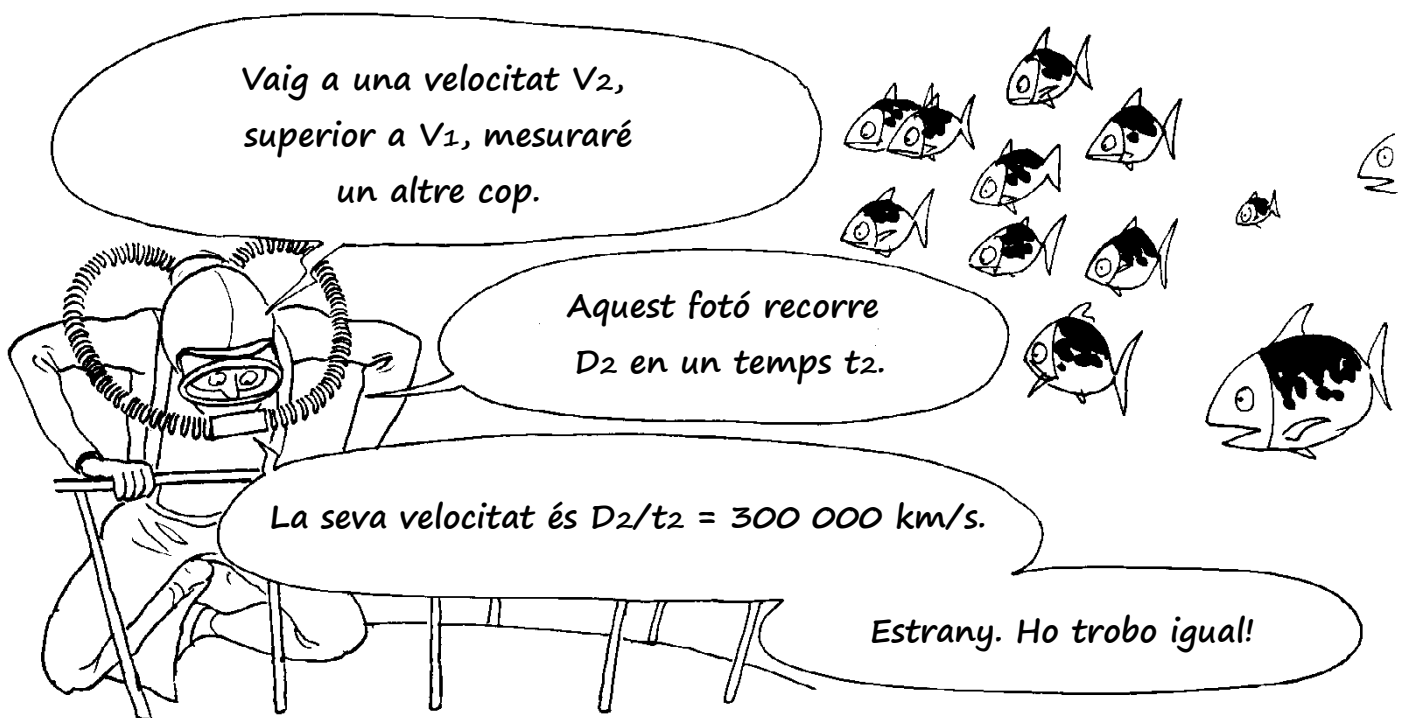
Aquest fotó recorre una distància
 D_1 en un temps t_1 .

Divideixo D_1 per t_1
i obtinc 300 000 km/s.



Acceleri, Senyor
Albert, acceleri!...



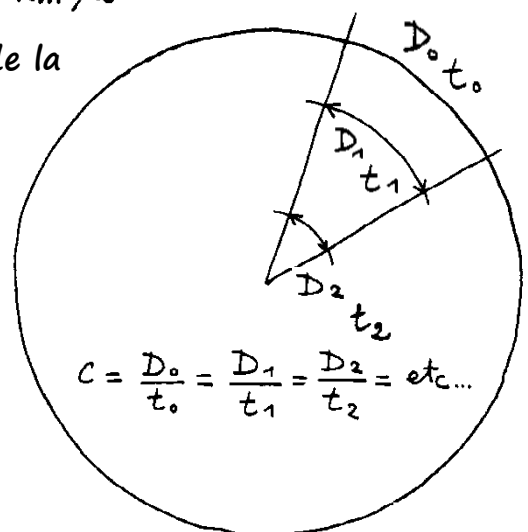


Tots els observadors, sigui quina sigui la seva velocitat, mesuren la mateixa velocitat C dels fotons, aquests grans que constitueixen la llum. Gaudeixen veritablement d'una situació particular al Parc Còsmic. Tot passa com si es comportessin com petits fars, el "raig" dels quals giraria a una velocitat angular constant, projectant així la seva imatge a sobre de totes les esferes concèntriques que constitueixen el CRONOS. Pel doble joc de la variació de la distància i del temps propi, els observadors obtenen invariablement $C = \frac{D}{t} = 300\,000\text{ km/s}$

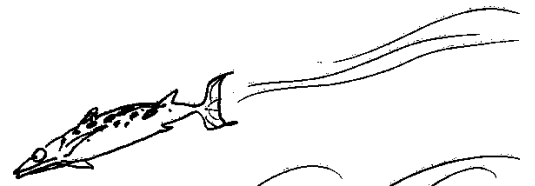
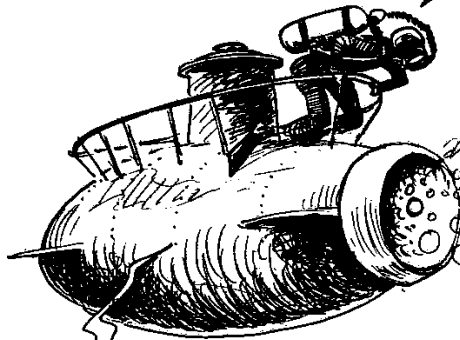
Aquesta constància absoluta de la velocitat de la llum, de la velocitat dels fotons, ha estat observada experimentalment per primer cop en 1881 per Michelson i Morley.

Trenta-quatre anys més tard, en 1915 EINSTEIN va abandonar el model clàssic de l'espai-temps, incapaç d'explicar aquesta invariància, i va començar a desenvolupar un nou espai-temps, del que el Parc Còsmic dona una idea:

l'espai-temps de la RELATIVITAT.



Nosaltres els atrapem!
Acceleri, senyor Albert,
acceleri més!



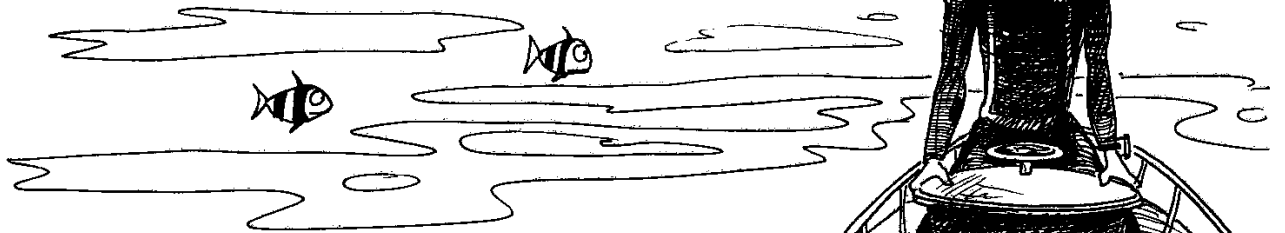
BLEB

BLEB

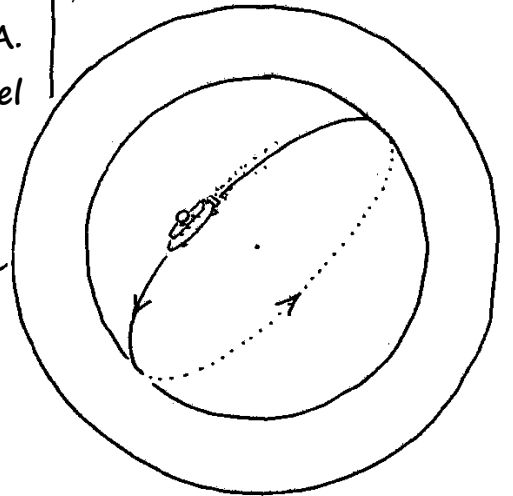
BLEB

Impossible, fill.

Per què??!

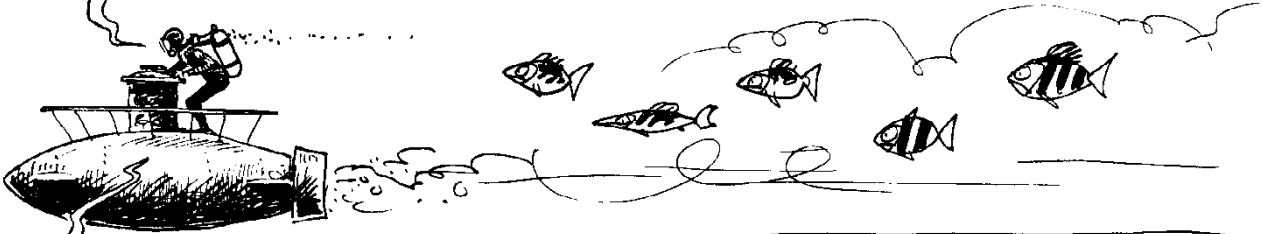


El meu submarí és impulsat a reacció.
El CRONOS no oposa cap resistència al seu
avançament. Solament haig de vèncer la INÈRCIA.
Quan arribo a una velocitat V i apago el motor, el
submarí segueix un GRAN CERCLE de l'esfera,
que correspon a aquesta profunditat (*).



(*). És a dir, una GEODÈSICA d'aquesta esfera.
Veure el GEOMETRÍCÓ.

Quin és el problema? Engegui el motor i acceleri, així ens aproparem encara més d'aquests maleïts fotons.



I ara, com més ens enfonsem més dens es torna el CRONOS. A mida que baixem, envaeix els nostres balasts i ens tornem molt més pesats. La nostra massa creix.

Nota:

Voldríem aclarir una falsa idea: es diu que caminar fa aprimar-se. En realitat és el contrari! El simple fet de deixar l'estat de repòs (massa m_0) incrementa la massa a l'enllaç $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$. Ara bé, quan ens

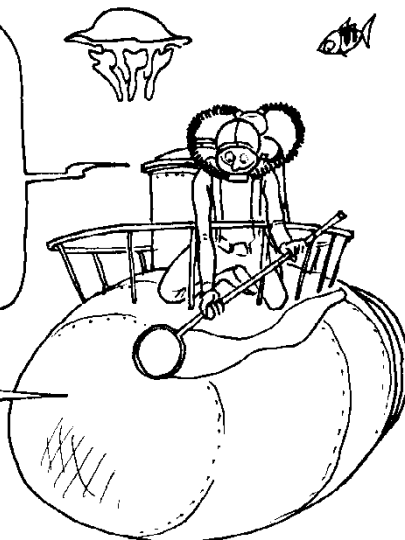
aturem retrobem la massa inicial m .

La Divisió

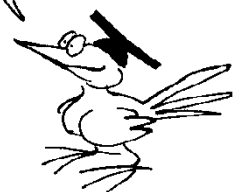


Però... és una bogeria!
Gairebé hi som...
Estem a $0,995c$ i tinc la impressió de que els podria tocar.

La nostra massa ja és deu vegades més alta. Gairebé no accelerem!



Per $v=0,99999c$ la massa seria 224 vegades més alta. I així continuament...

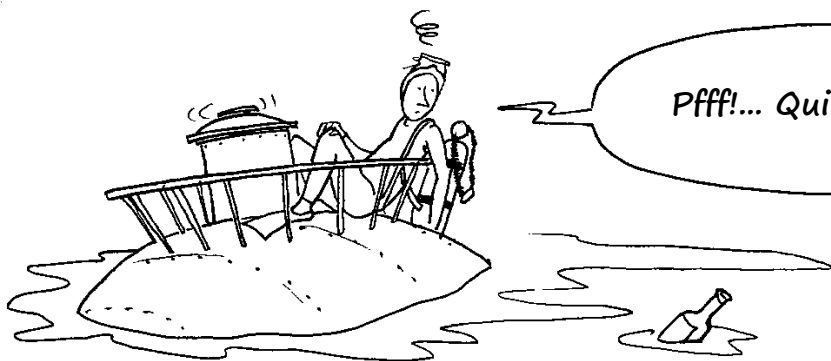


És inútil insistir. Consumiríem una energia infinita volent agafar els fotons. Desaccelero, compte!...

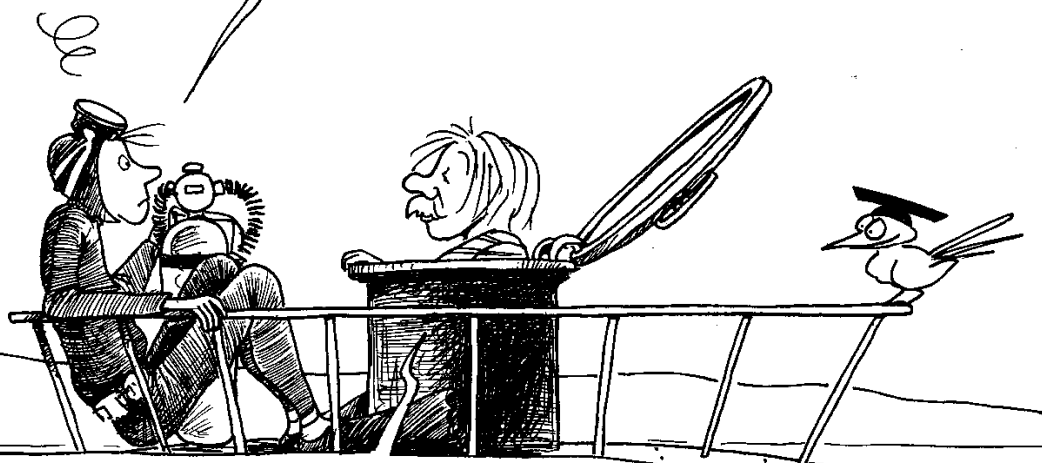
Ai!



Pfff!... Quina aventura.



Si ho he comprès bé, com més energia transmetem a un cos, més creix la seva massa.



És normal, ja que l'energia i la massa és el mateix: $E=m$

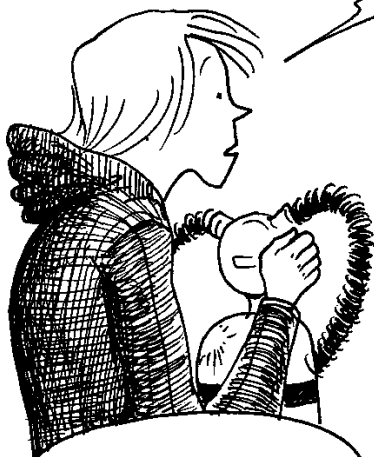


Bé, a una constant aproximada...
que és el quadrat de C . En aquest cas
escriurem: $E=mc^2$.

Hmmm... simple qüestió d'unitats.
Si la nostra unitat de longitud valgués
tres-cents milions de metres, s'escriuria:

$$E = m$$

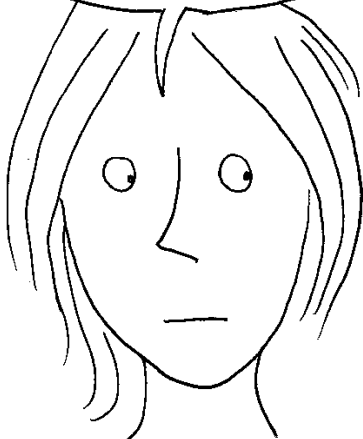
Però, d'on venen aquests valors de tres-cents
milions de metres per segon?



Jo... eheheh.... sí?

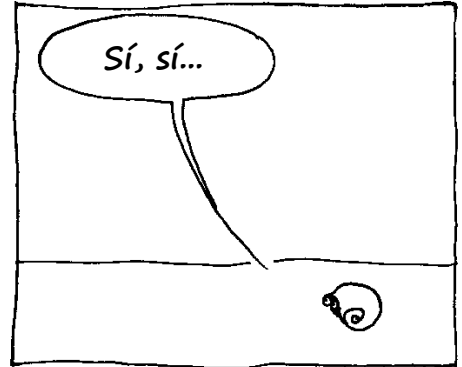
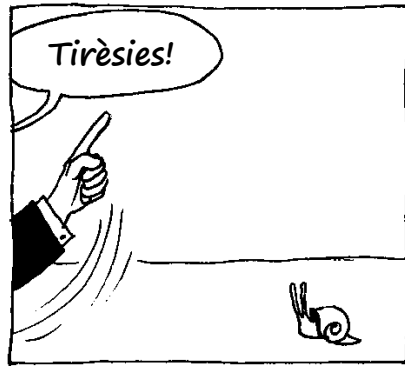
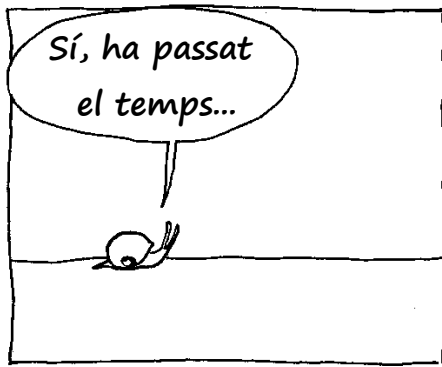


Al teu lloc, jo invertiria la pregunta:
d'on ve el metre per segon?

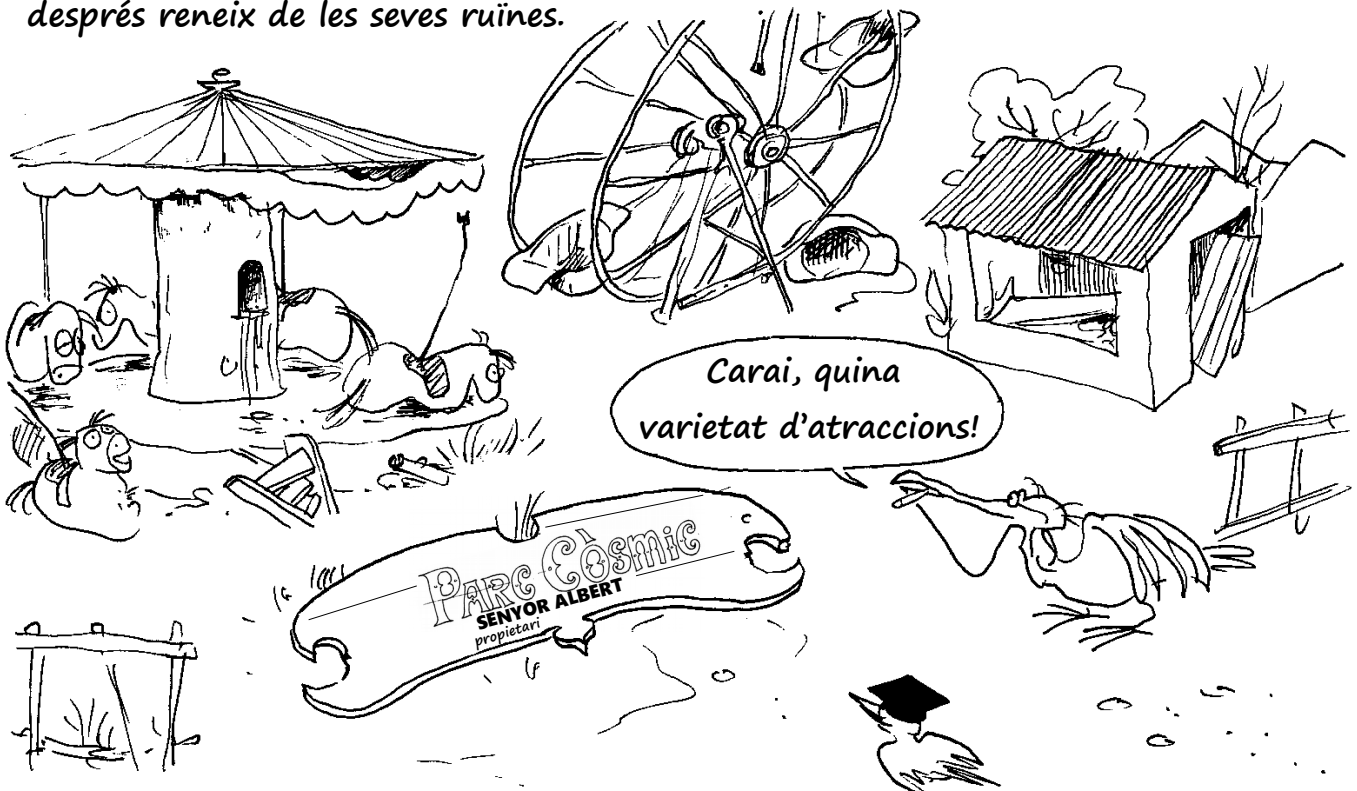


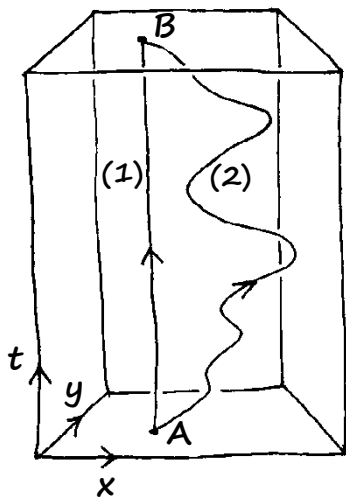
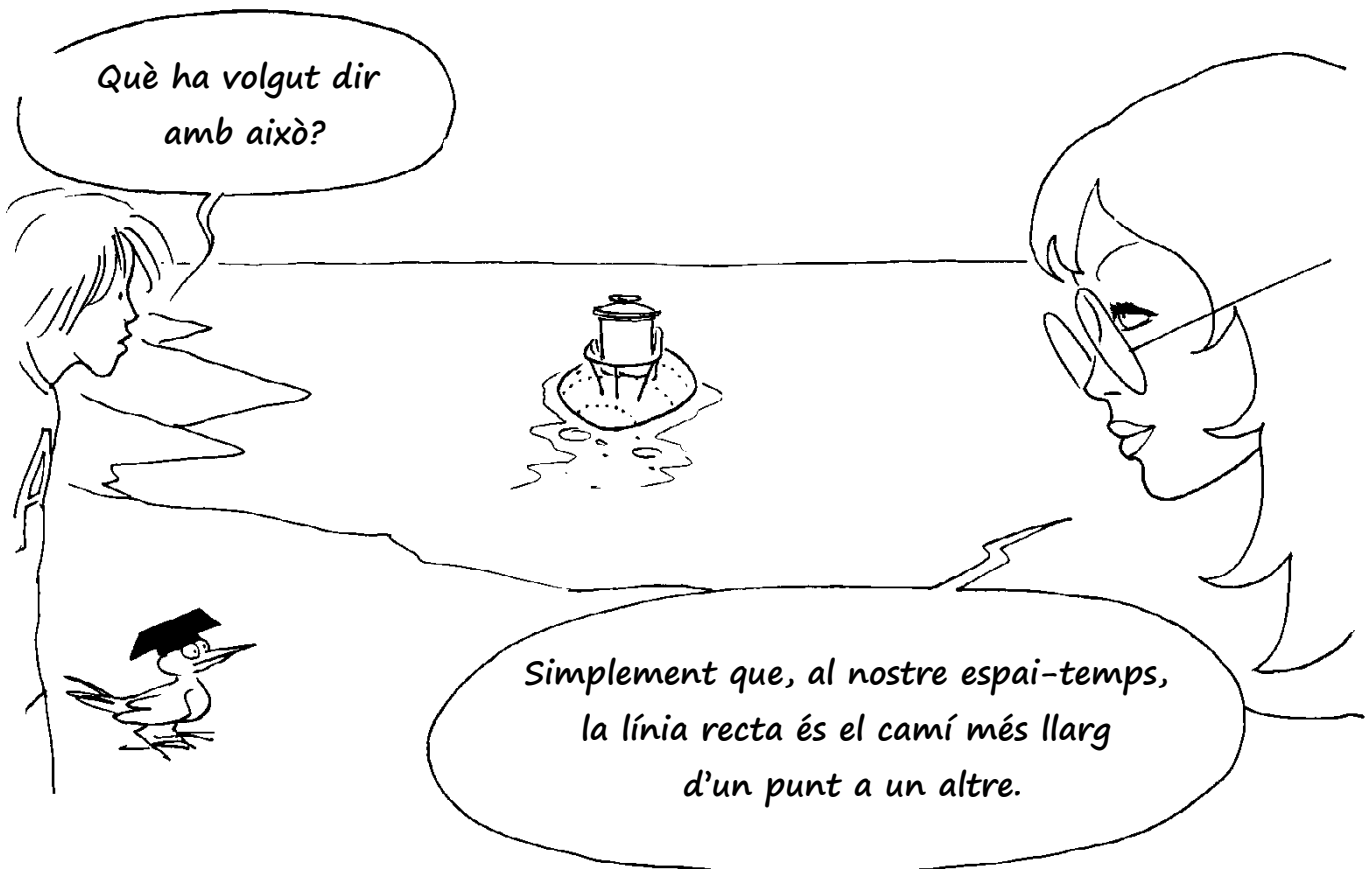
És la unitat de velocitat per excel·lència,
el prototip còsmic, universal. I el metre per segon
no és més que un submúltiple sense importància.





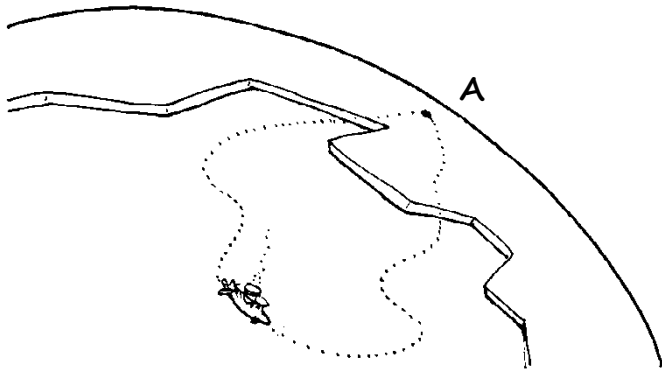
L'Epistemoedre és l'edifici de la ciència. Constantment li surten esclotxes, cau i després reneix de les seves ruïnes.



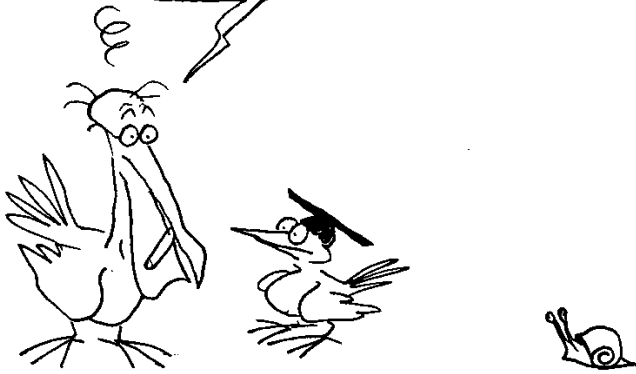


Per exemple, el trajecte rectilini \overline{AB} és aquell que fem quedant-nos immòbils. El trajecte curvilini (2) posa en joc una VELOCITAT. Sabem que, en aquestes condicions, el TEMPS PROPI, el del viatger (per oposició al del observador immòbil), passarà més lentament.

La veritable distància, al nostre espai-temps, és el temps propi transcorregut. Segons aquesta òptica, el trajecte curvilini seria "més curt" que el trajecte rectilini.



És impressionant el camí que hem de fer per quedar-nos al mateix lloc!



EL VIATGE IMPOSSIBLE

Ha caigut la nit al Parc Còsmic.

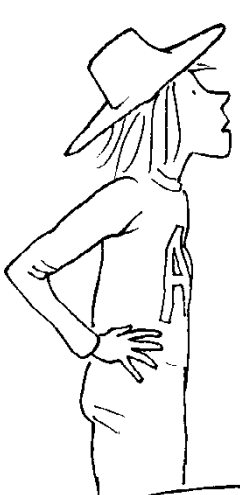
Sofia, què són els estels?

Són sols com el nostre.


Alehores la Terra gira al voltant de l'ESTEL SOLAR. Creus que aquests altres sols també tenen planetes, altres Terres?

Sí, Anselm.

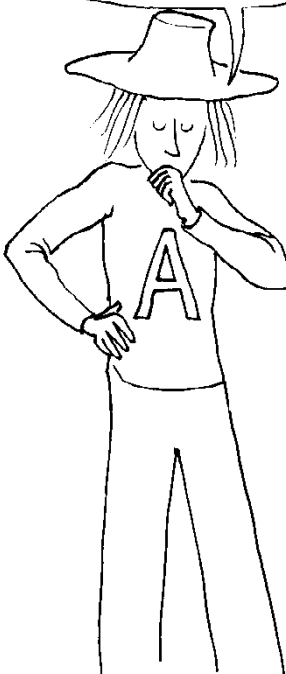





I l'estel més proper es troba a...?



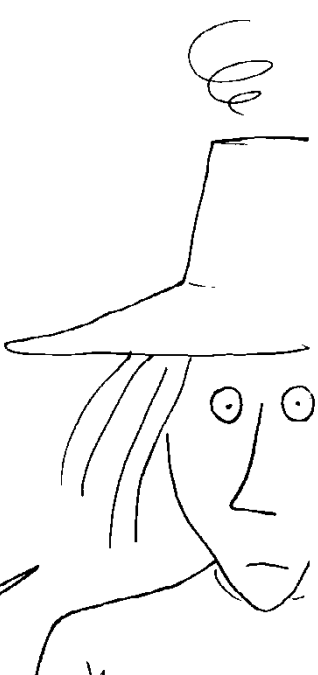
La llum triga quatre anys a arribar del nostre veí més proper que és Alfa del Centaure.



És a dir a... quaranta mil miliards de quilòmetres!



Mentre que Plutó, que es troba a les fronteres del sistema solar, està a cinc miliards de quilòmetres, és a dir, una mica menys de cinc hores llum.



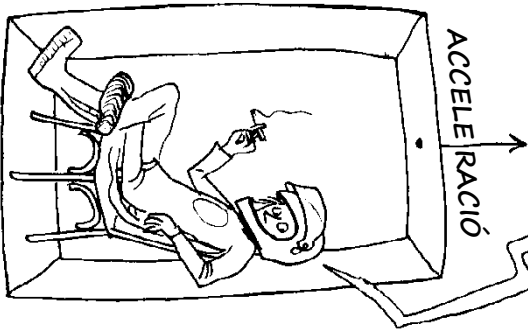
És, més o menys, deu mil vegades més lluny. Mira que és gran l'Univers!

El senyor Albert m'ha explicat que feien falta quantitats increïbles d'energia per apropar-se a la velocitat de la llum. És a dir, per passar dels 100 000 km/s.

Suposem que tinc un motor de coet que li dóna al meu vehicle una acceleració d'una "g". És a dir, que la meua velocitat creix cada segon de deu metres per segon.



Aquí tenim el pis amb cuina i bany de Lanturlu.

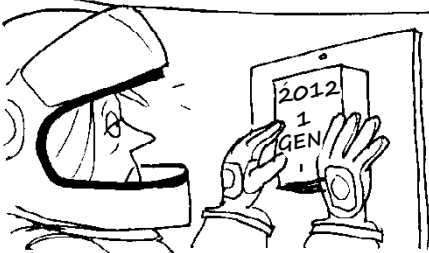


El pes aparent correspon al meu pes, i així puc suportar-ho tant de temps com jo vulgui.

En aquest tren em fan falta quatre mesos per arribar a la velocitat de creuer de 100 000 km/s. I mentrestant, hauré recorregut una centèsima part del camí.

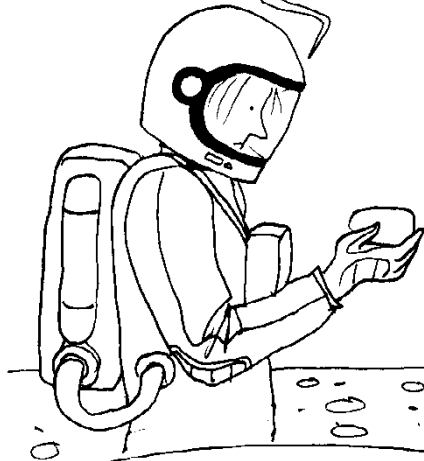


Aleshores, em quedaran dotze anys de viatge, sense comptar quatre mesos més per desaccelerar.

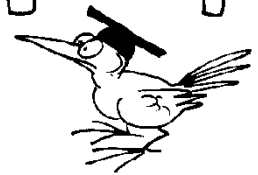
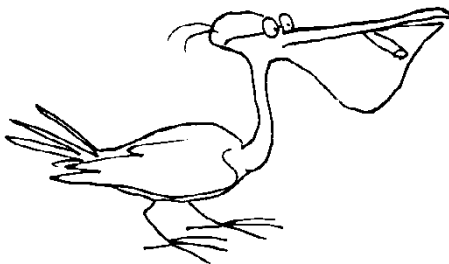
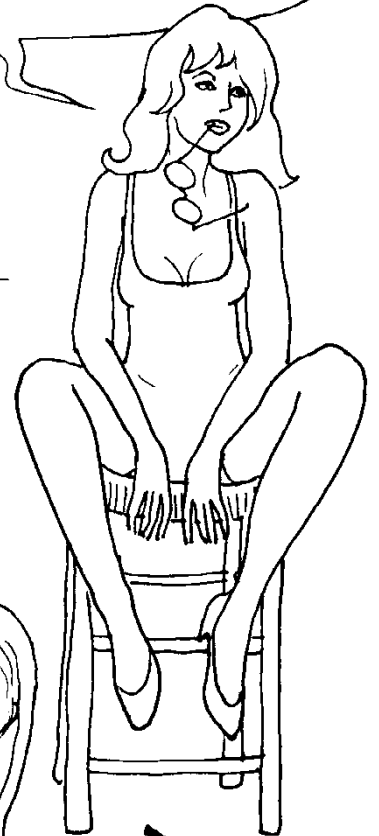


I el mateix si tinc ganes d'explicar el que he vist allà a baix.

Hi han molt poques probabilitats de que siguem els únics éssers vius a l'Univers. Però, si existeixen planetes habitats, el primer estaria situat molt més lluny que aquests quatre anys llum!



Dit d'una altra forma, viatjant segons les lleis del Parc Còsmic s'hauria de dedicar tota una vida!



Aleshores, què s'ha de fer?

Aquest viatge és impossible?



Aquest noi no para mai?...



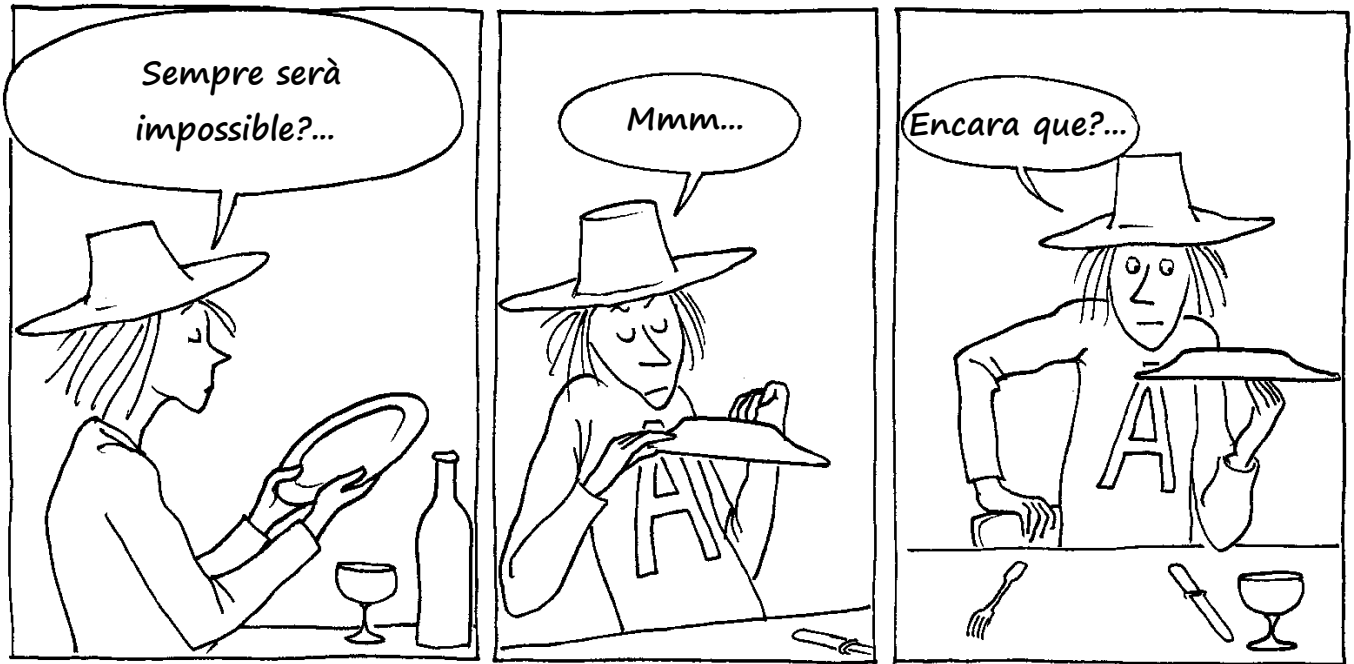
Anar més ràpid que la velocitat de la llum no té sentit.
És com voler anar a més profunditat que el centre
del Parc Còsmic!



El Parc Còsmic
no és, potser,
l'últim model.



No és bastant! Això no em diu
com anar als estels en un temps raonable.



Jo sé com fer-ho...



TIRÈSIES!



FI