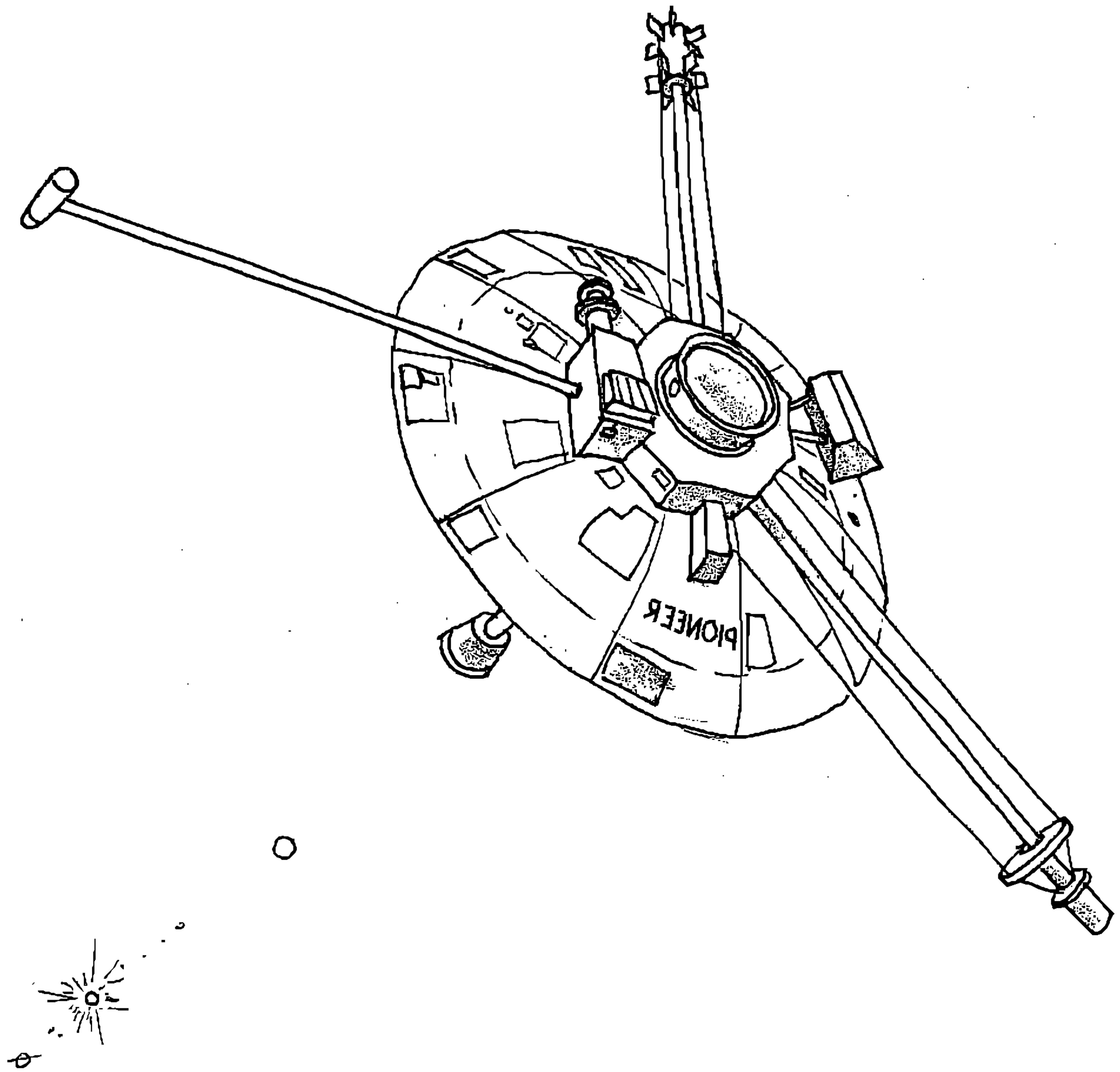
الكون التوءم

جين بيير بوتي

ترجمة: محمد القضاوي



المؤلف: "جين بيير بوتي"، عالم الفيزياء الفلكية والمدير السابق للمركز الوطني للبحث العلمي (1)، ورئيس جمعية "معرفة بلا حدود"(2)، مبتكر نوع جديد من الرسوم المصورة، ذات التوجه العلمي.

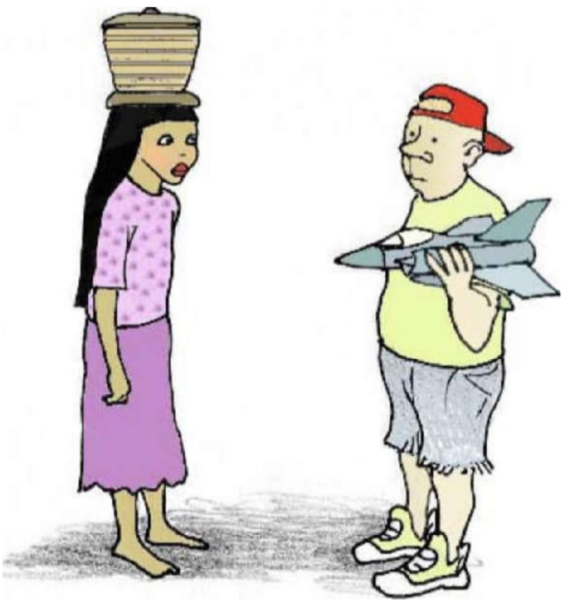
حدود بلا معرفة

.فرنسيان عالمان ويديرها 2005 عام تأسست ربحية غير جمعية
من رسمه تم الذي النطاق باستخدام العلمية المعرفة نشر :الهدف
تم :2020 عام في .مجانًا للتنزيل قابلة PDF ملفات خلال
عملية 500000 من أكثر مع .لغة 40 في ترجمة 565 تحقيق
.تنزيل

Jean-Pierre Petit **Gilles d'Agostini**

بالمال التبرع تم .تماما تطوعية الجمعية
.للمترجمين بالكامل

زر استخدم ، تبرع لتقديم
:الرئيسية الصفحة في PayPal

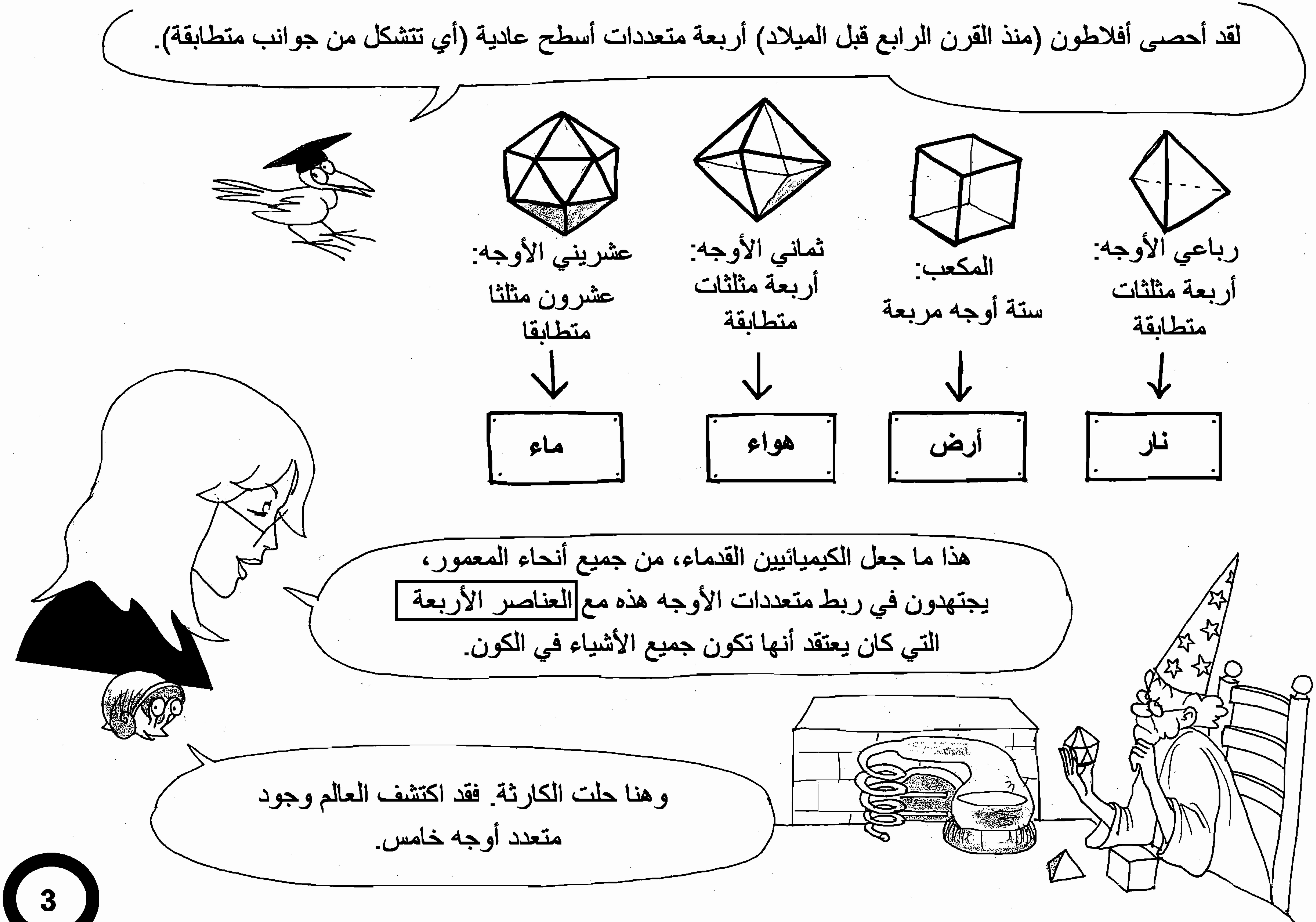


http://www.savoir-sans-frontieres.com

PayPal
FAIRE UN DON

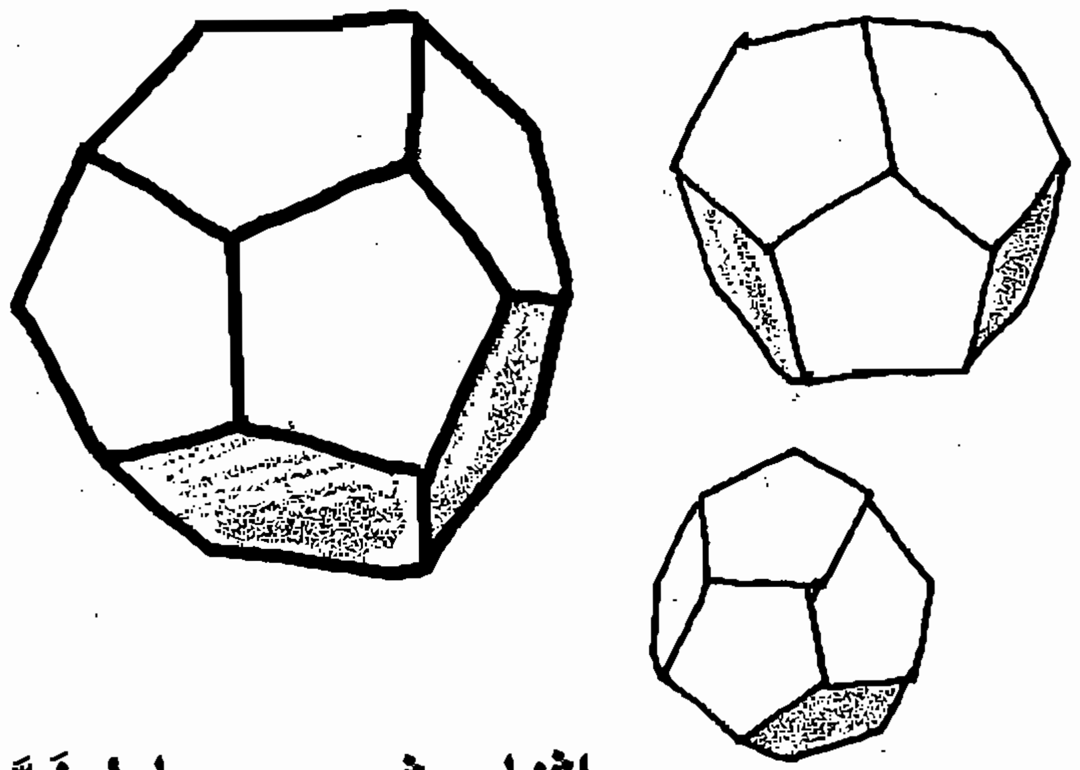

لقد مضى أكثر من ستة وعشرين سنة على تأليف ألبوم **الانفجار الكبير** واثنين وعشرين سنة عن ألبوم **ألف مليار شمس**. ومذا عن السبعة وعشرين سنة التي تفصلنا عن ألبوم **الثقب الأسود**. لقد تغيرت الأمور بشكل كبير. **فألبير** الكبير نفسه توجه نحو علم البيئة بعد أن تفاخر **بالنموذج القياسي** لأكثر من ثلاثة عقود.
؟!؟
لقد وفر المِرصَد (أو التلسكوب) هابل والعديد من أجهزة الرصد والمراقبة الفضائية زخما هائلا من المعلومات الغير متوقعة والتي أدخلت علماء الفيزياء في دوامة من الفوضى ومن الارتباك. لقد نشر عالم الفيزياء الكندي **لي سمولن** كتابا بعنوان: **مشكلة الفيزياء** حيث أوضح أنه لم يعد هناك شيء واضح في الفيزياء، نشر في فرنسا عن دار النشر **دينو** في 2007. بالمثل، نستطيع أن نجزم أنه لم يعد هناك شيء واضح في الفلك وأننا وجها لوجه أمام **مشكلة علوم الفيزياء الفلكية**.


على كل حال، لقد تبين لنا من خلال التاريخ العلمي أن فهمنا للكون يتطور باستمرار.
فما الذي يجعنا أن هذه القاعدة لا تنطبق على عصرنا الحالي؟
فنحن نلاحظ تغييرا دوريا في النماذج، يتغير معها فهمنا وادراكنا للأشياء والظواهر بشكل جذري.
وهكذا فبالنسبة لنا لا يمكننا تفسير النسبية الخاصة وهندسة الكون وكذا التناقضات المتزايدة التي تتضاعف سنة بعد أخرى في علوم الفيزياء الفلكية والتي يجاهد النظريون في التعامل معها باختراع مصطلحات وأشياء جديدة كالمادة المظلمة والطاقة السوداء، إلا عن طريق تصورات جديدة لهندسة الكون وهو الموضوع الذي سيناقشه هذا الألبوم.
وكما يقال فالفوز للأجدر.
تيريسياس، أنت رخوي رهيب

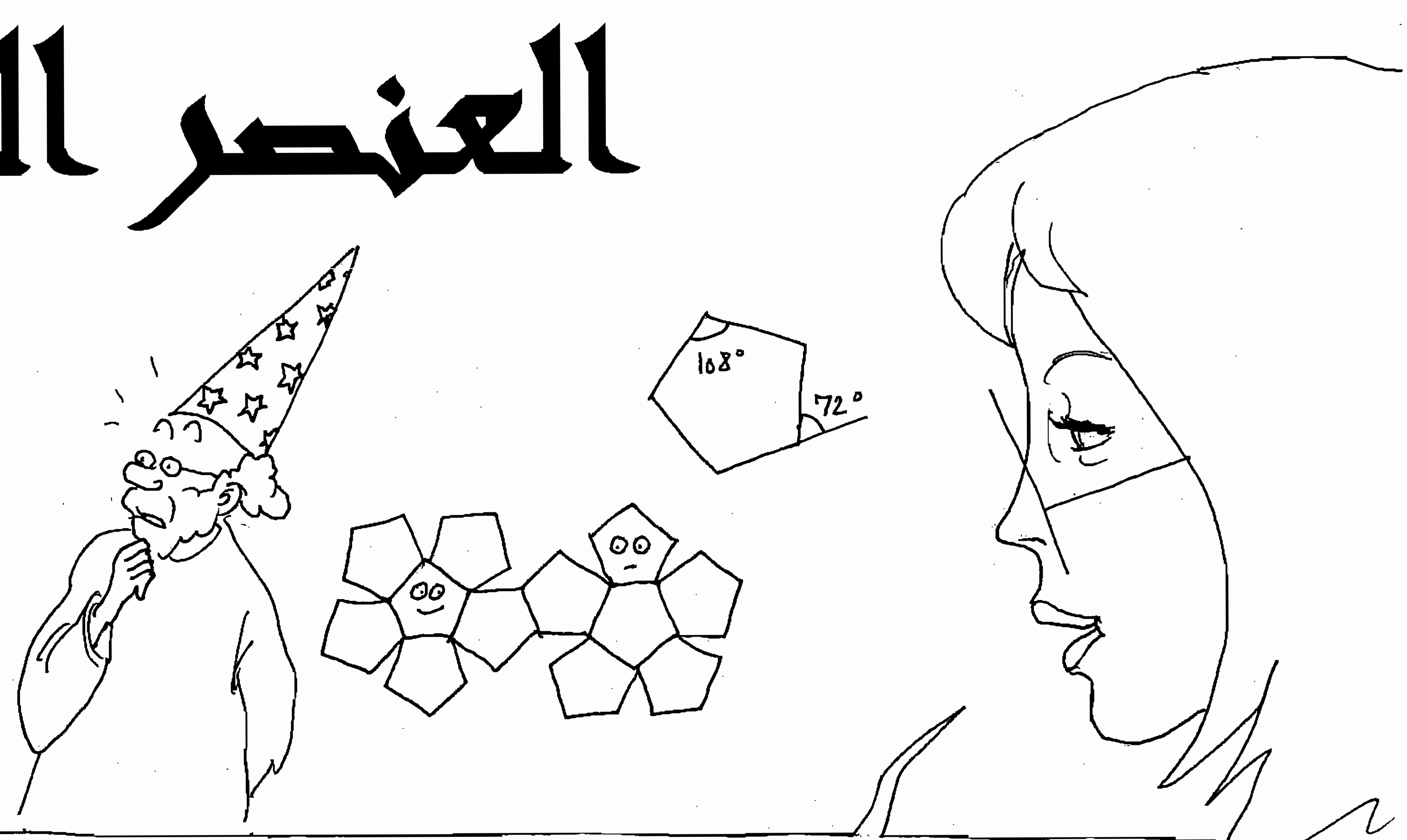

لقد أحصى أفلاطون (منذ القرن الرابع قبل الميلاد) أربعة متعددات أسطح عادية (أي تتشكل من جوانب متطابقة).
رباعي الأوجه: أربعة مثلثات متطابقة
نار
المكعب: ستة أوجه مربعة
أرض
ثماني الأوجه: أربعة مثلثات متطابقة
هواء
عشريني الأوجه: عشرون مثلثا متطابقا
ماء
هذا ما جعل الكيميائيين القدماء، من جميع أنحاء المعمور، يجتهدون في ربط متعددات الأوجه هذه مع العناصر الأربعة التي كان يعتقد أنها تكون جميع الأشياء في الكون.
وهنا حلت الكارثة. فقد اكتشف العالم وجود متعدد أوجه خامس.

العنصر الخامس

اثنا عشري سطوح

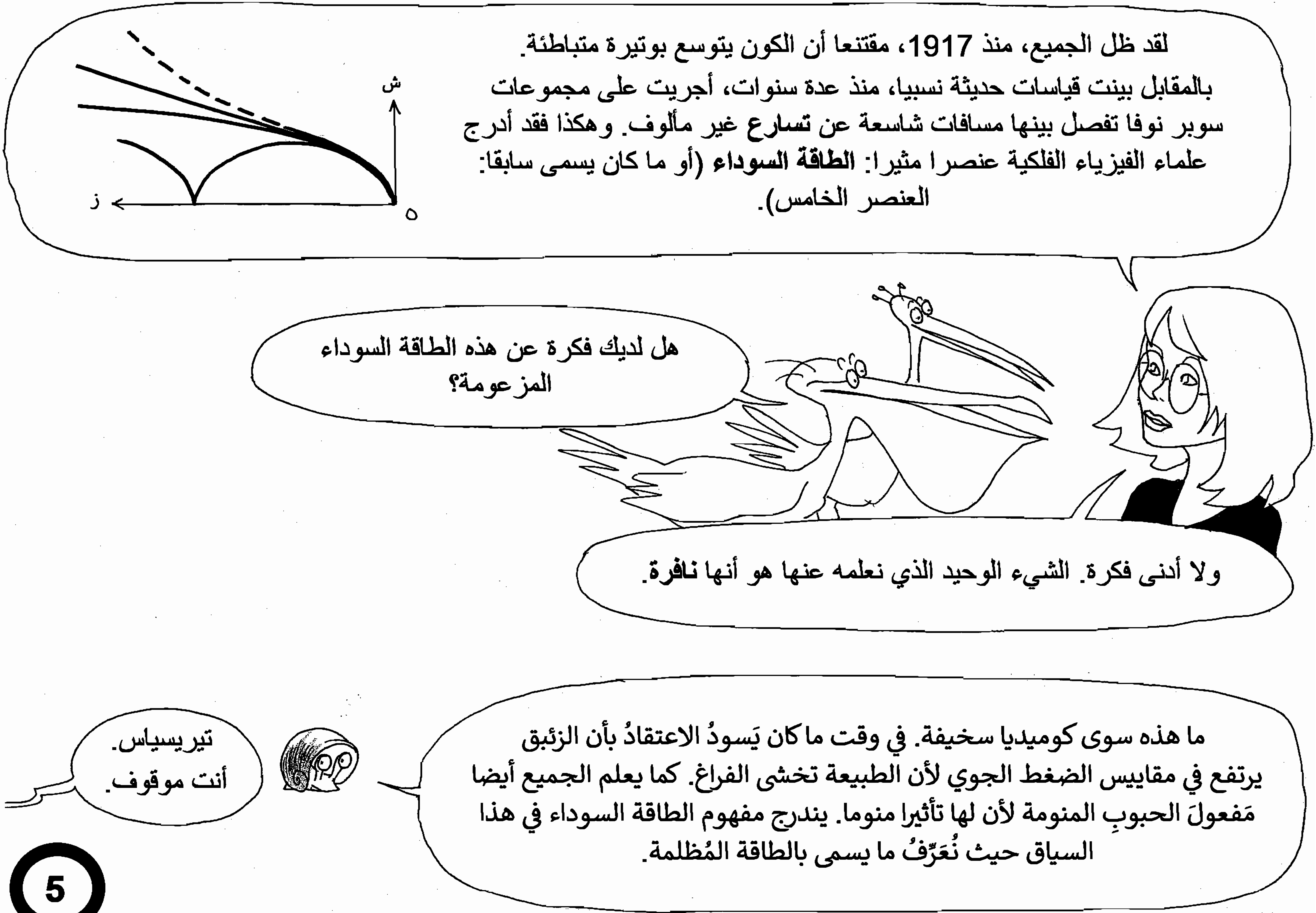


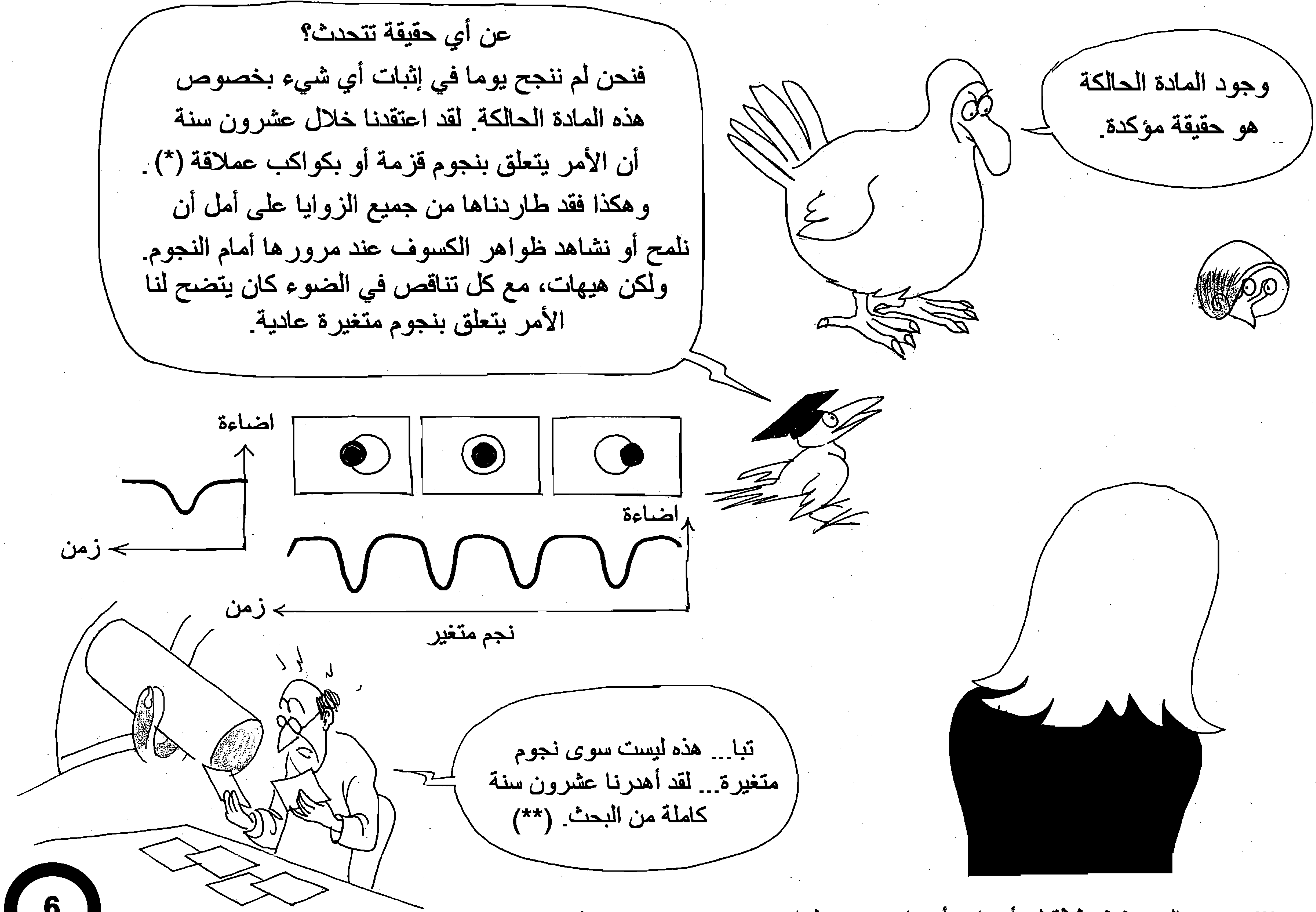
اثنا عشر وجها مُخَمَّسا
(12 خُمَاسِيّ الأَضْلاَعِ)



سلسة متعددات الأسطح العادية اكتملت باثني عشري الأسطح. لمتعدد الأسطح هذا اثنا عشر وجها مُخَمَّسا.
ولقد تساءل علماء العصور الغابرة والعصور الوسطى، الذين عزو وأرجعوا كل شيء في الكون للعناصر الأربعة:
ماء، – هواء – أرض – نار، الى أي عنصر يربطون به هذا المتعدد الأوجه.
وقد سموه في النهاية **العنصر الخامس.**

يمكن الاطلاع على البرهان في الملحق. (*)

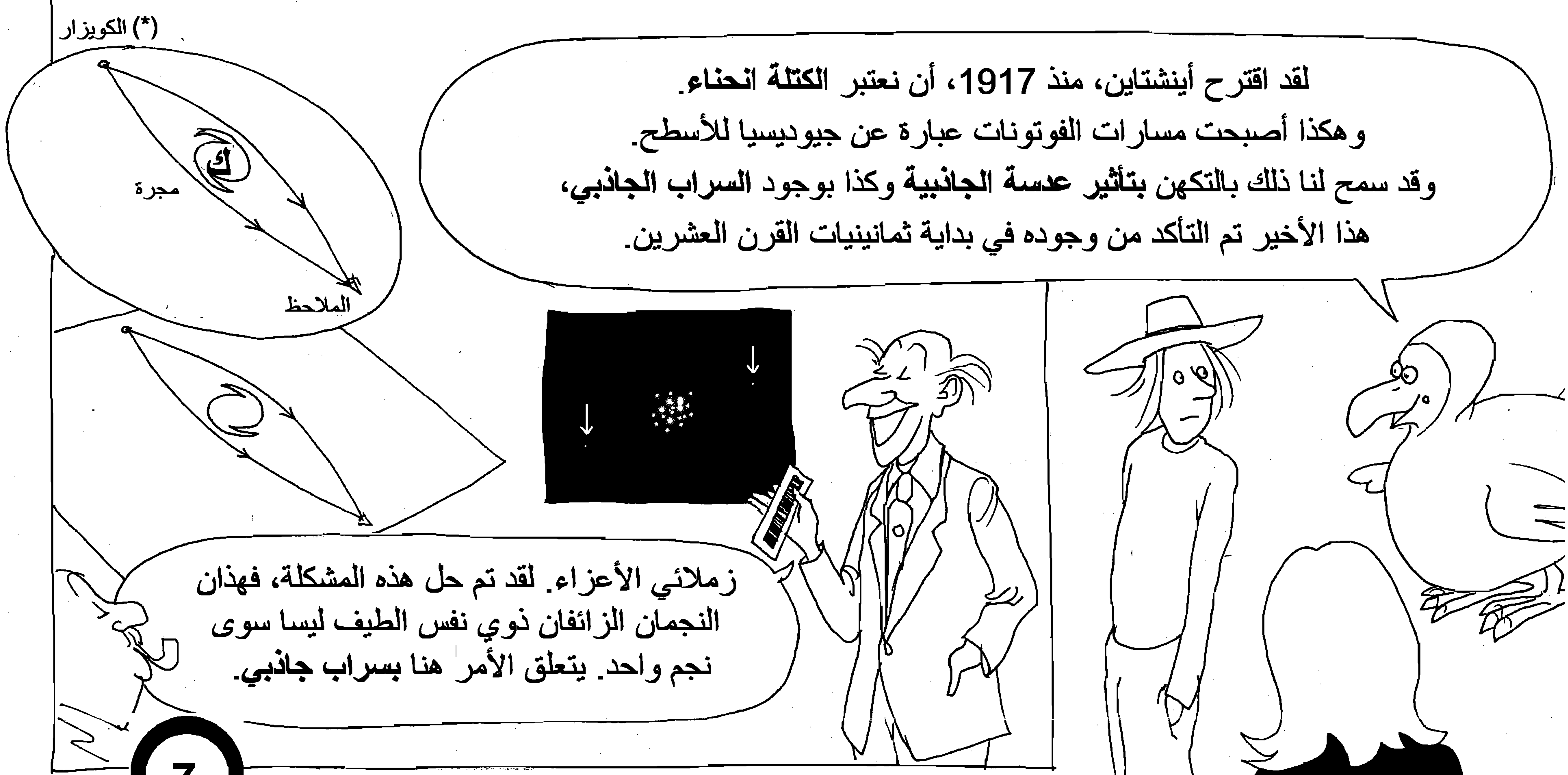

لقد ظل الجميع، منذ 1917، مقتنعا أن الكون يتوسع بوتيرة متباطئة.
بالمقابل بينت قياسات حديثة نسبيا، منذ عدة سنوات، أجريت على مجموعات سوبر نوفا تفصل بينها مسافات شاسعة عن **تسارع** غير مألوف. وهكذا فقد أدرج علماء الفيزياء الفلكية عنصرا مثيرا: **الطاقة السوداء** (أو ما كان يسمى سابقا: العنصر الخامس).
ش
ز
٥
هل لديك فكرة عن هذه الطاقة السوداء المزعومة؟
ولا أدنى فكرة. الشيء الوحيد الذي نعلمه عنها هو أنها **نافرة**.
ما هذه سوى كوميديا سخيفة. في وقت ما كان يَسودُ الاعتقادُ بأن الزئبق يرتفع في مقاييس الضغط الجوي لأن الطبيعة تخشى الفراغ. كما يعلم الجميع أيضا مَفعولَ الحبوبِ المنومة لأن لها تأثيرا منوما. يندرج مفهوم الطاقة السوداء في هذا السياق حيث نُعَرِّفُ ما يسمى بالطاقة المُظلمة.
تيريسياس.
أنت موقوف.



(*) **جرم هالي مضغوط ثقيل:** أجرام وأجسام صغيرة لها وزن.

(**) حقيقة

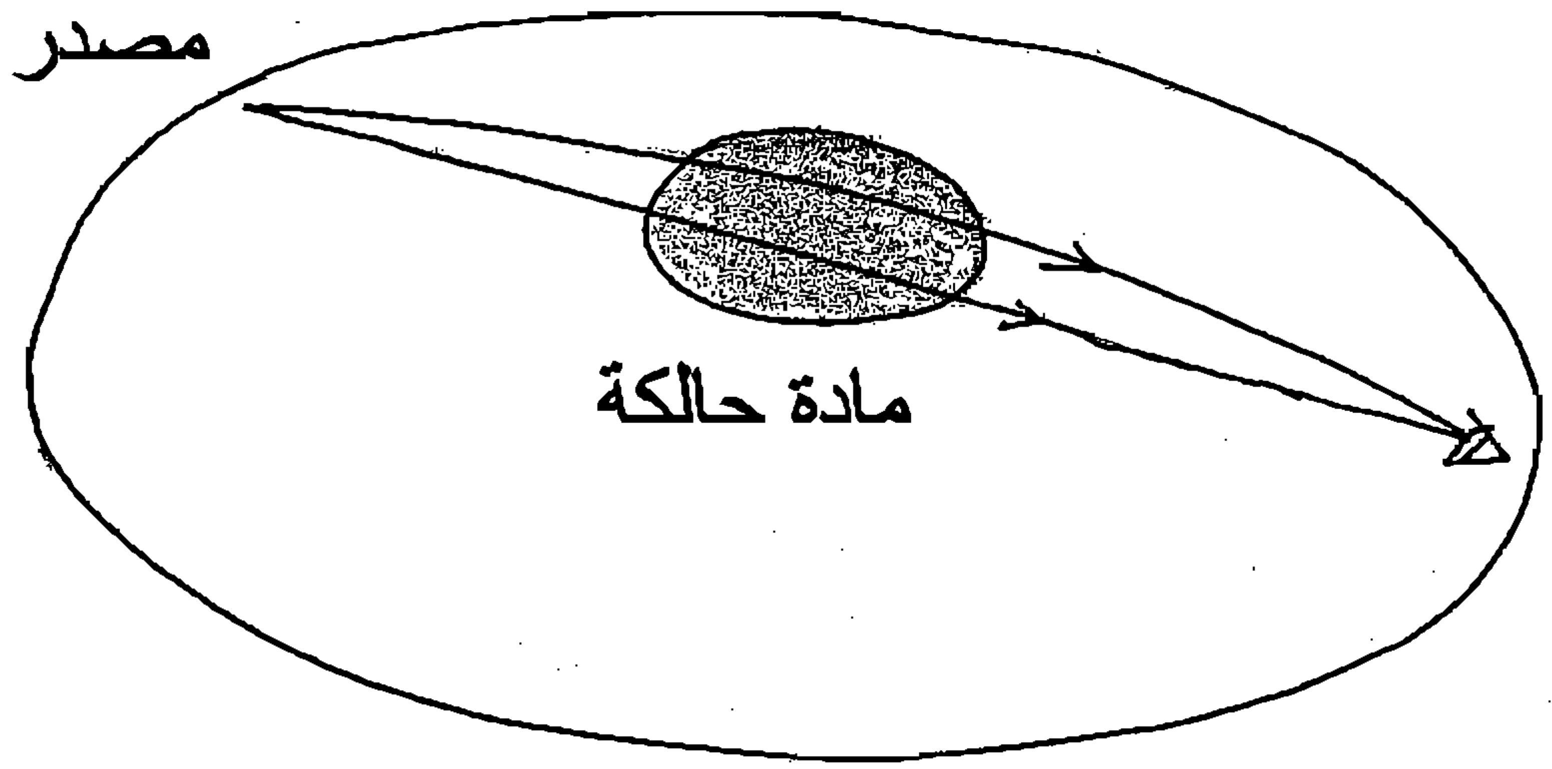
تأثير عدسة الجاذبية

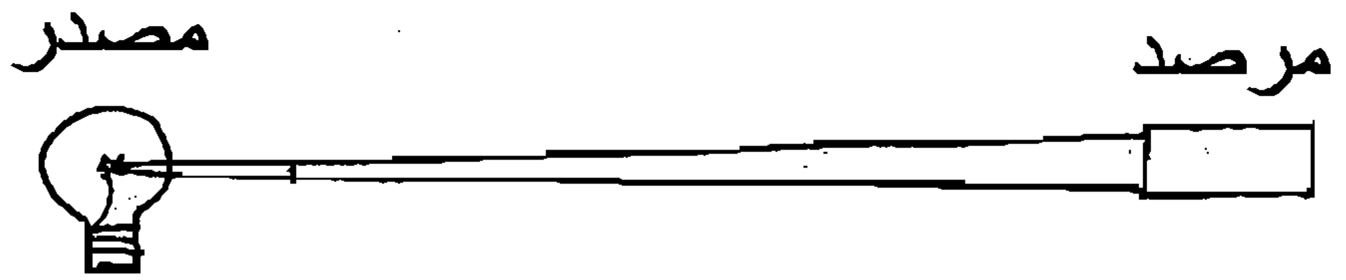


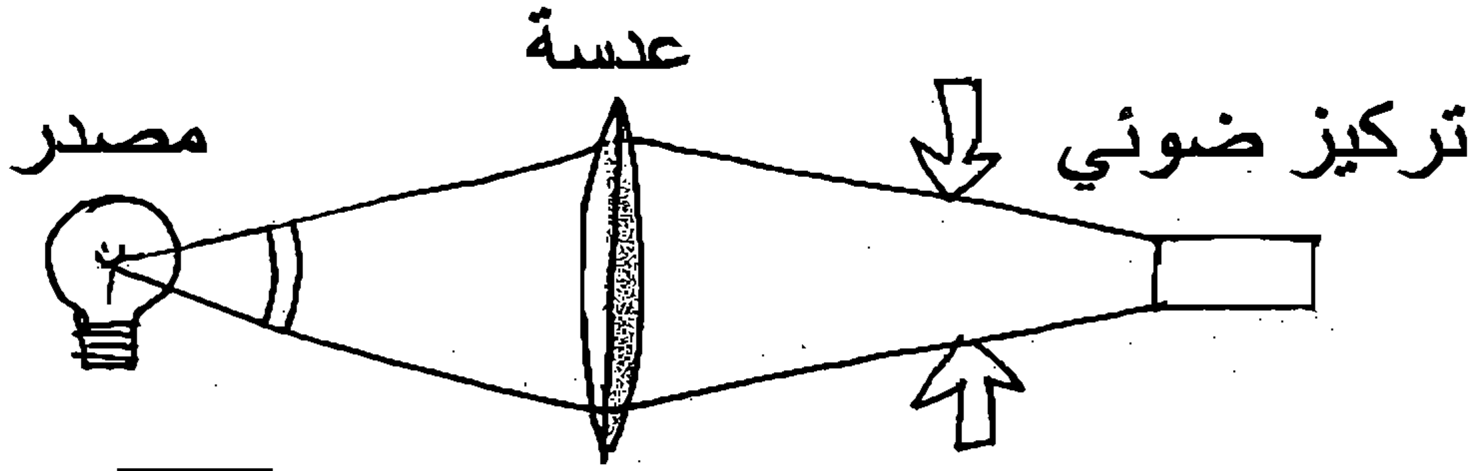
(*) الكويزار: النجم الزائف أو شبيه النجم


أيها السادة، هذه الملاحظة حاسمة. انها تبرهن، دون شك، عن وجود المادة الحالكة. في الواقع للحصول على تأثير مماثل (تأثير السراب) فيجب أن تكون كتلة هذه المجرة هو ضعف المجرة التي نراقب.
لقد أصبحت المراقبة البصرية أمرا ثانويا ومتجاوزا. وسوف أوافيكم بدليل اخر مميز.
لقد لاحظتم دون شك، هذه الصور التي تتخذ شكل أقواس حول مجموعات المجرات هذه. يتعلق الأمر هنا بصور مجرات بعيدة جدا توجد خلف المجموعة.
لقد ولجنا، أيها السادة، الى عصر فلكي جديد. لقد أصبحنا قادرين، من خلال التأثير الجاذبي، على الاطلاع على أشياء من الممكن ألا نحصل عليها مطلقا بواسطة الأجهزة البصرية مهما كان طول الموجات: الضوء المرئي أو الفوق بنفسجي أو تحت الحمراء أو حتى أشعة اكس.

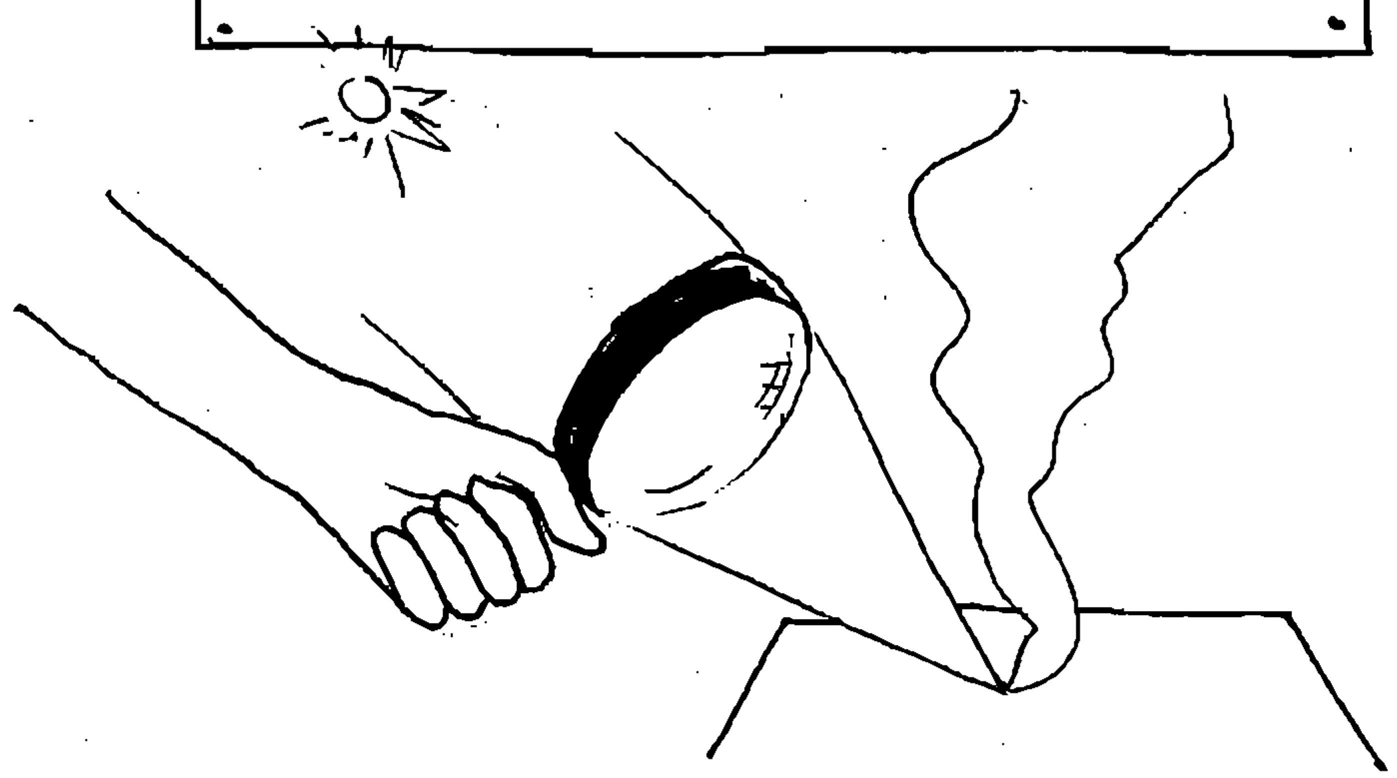
عدسة الجاذبية



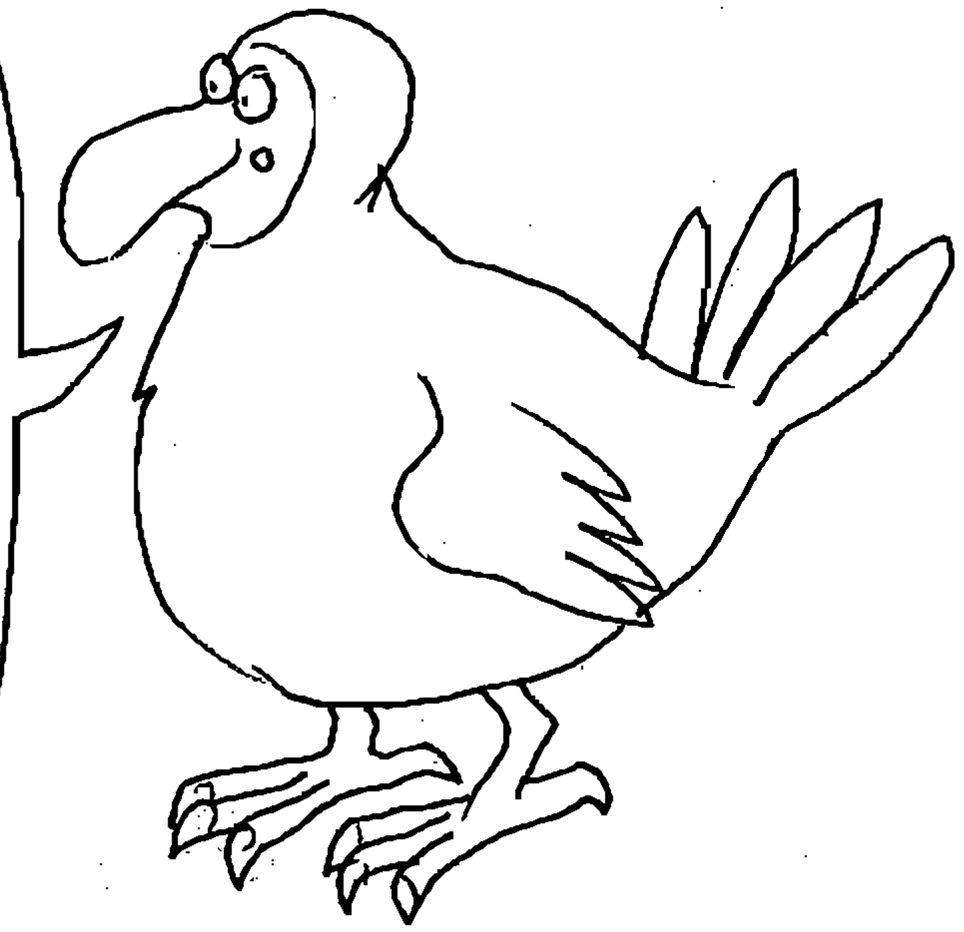




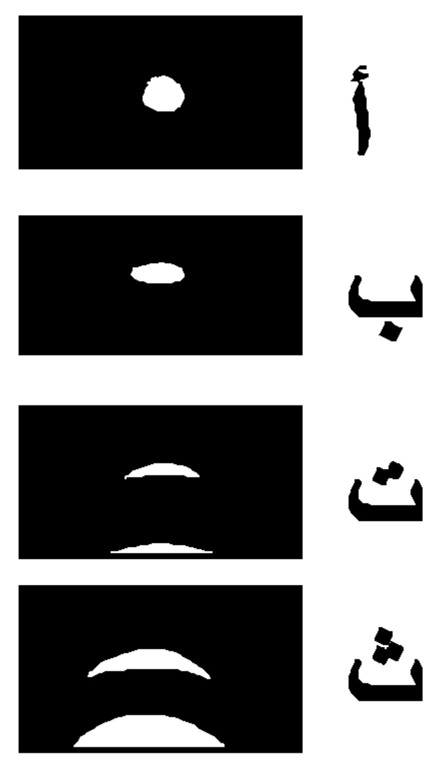
عدسة تساهم في تركيز الضوء

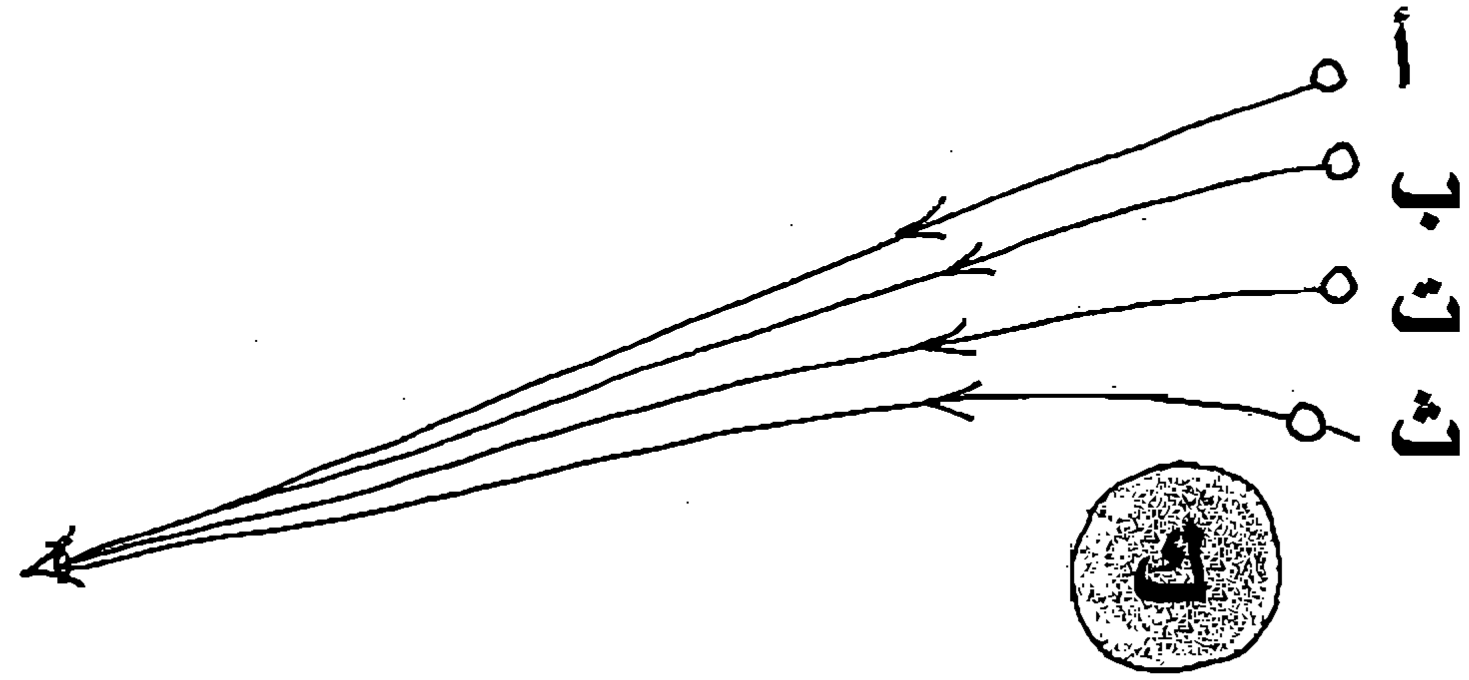


وجود علم الفلك في أزمة هو محظ افتراء.
كل ما في الأمر هو أن أجهزتنا قد تطورت.
فإذا كان فاستطاعة الضوء أن يخترق تركيزا
من المادة الحالكة فسيخضع لا محالة لتأثير
عدسة الجاذبية والتي ستضخم ضوء المصدر
كما هو الحال بالنسبة لعدسة بصرية عادية.

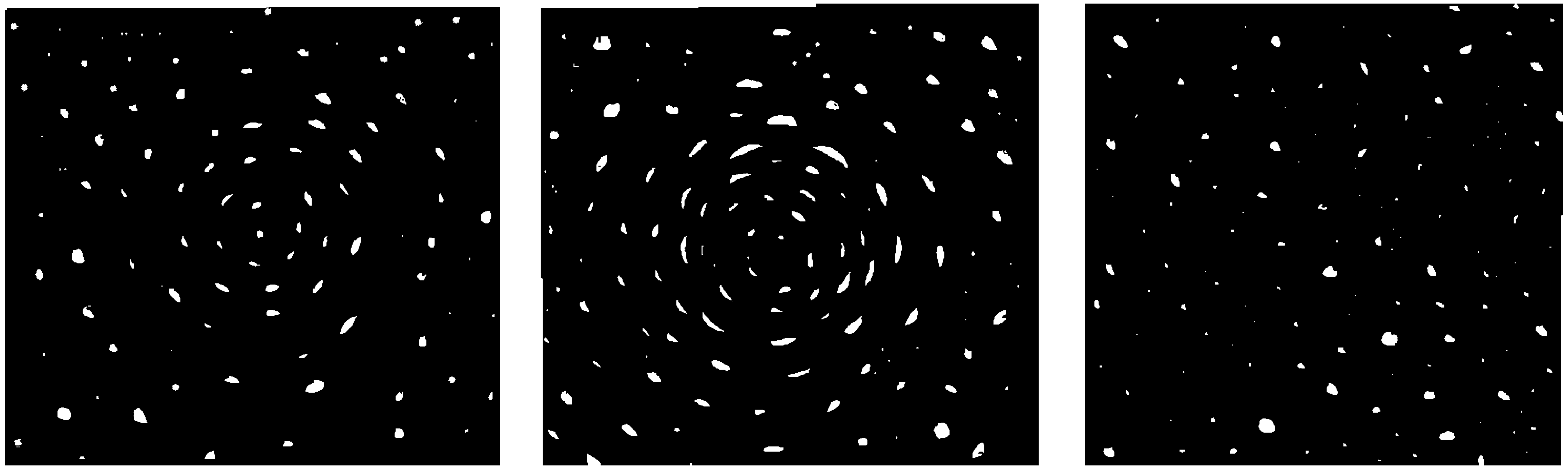


هناك ما هو أهم، فتأثير عدسة الجاذبية يشوه صور المجرات.
وهكذا من الممكن أن تظهر لنا المجرات الكروانية (شبيهة بالكرة) إهليلجية.

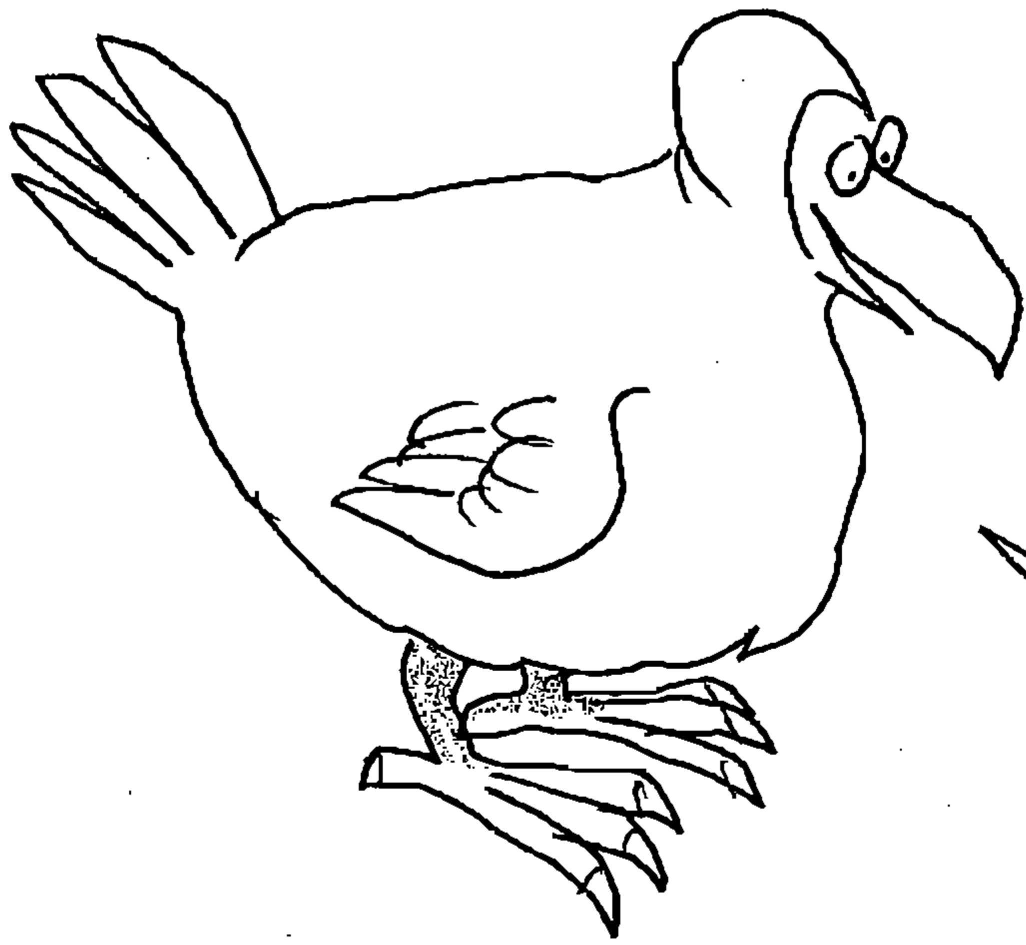




من الواضح أن الضوء، الذي هو موجة الكترومغناطيسية، لا يتفاعل بشكل مؤثر مع هذه المادة الحالكة، في حال وجودها، بما أنها لا تصدر أي اشعاع وتتصرف كوسط شفاف تماما. ما يتبقى هو تأثير عدسة الجاذبية.



أ ب ت



لنتخيل أننا نراقب جزءا من السماء مزينا بمجرات بعيدة.

في الشكل "أ": سماء منتظمة.

في الشكل "ب": شيء خفي يفتل و يشوه هذه المجرات بتأثير عدسة الجاذبية، فبعض المجرات تتخذ شكلا مقوسا.

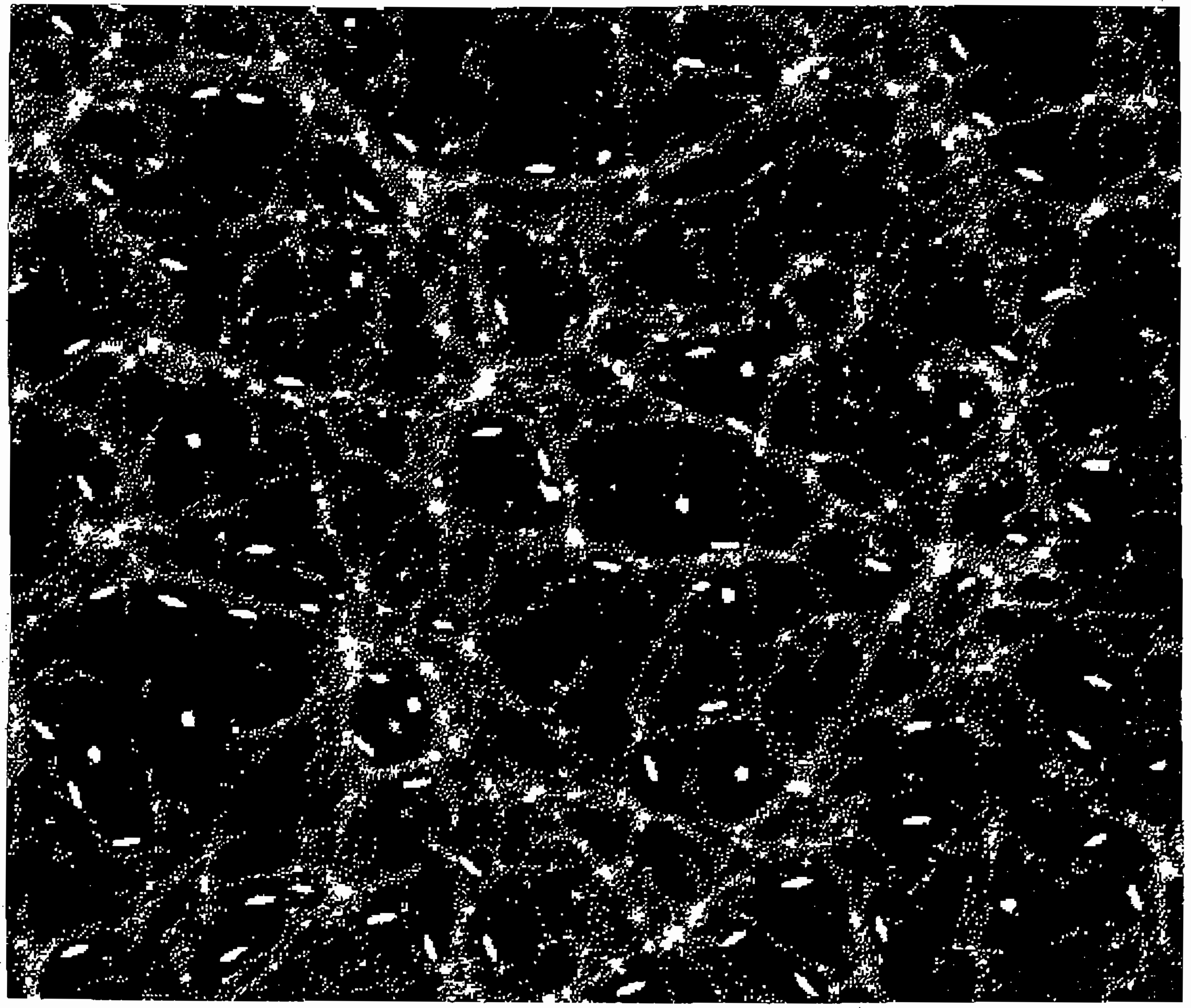
فى الشكل "ت": التأثير أضعف ولكن يمكن ملاحظته بالعين المجردة.

إن دراسة تشوهات مجرات الخلفية في الصور يسمح لنا بتقييم المادة الحالكة التي تتسبب في هذه التغييرات. في حالة مجموعات المجرات هذه الكتلة أكبر من مائة ضعف في مثيلتها عند عد الأجرام في مجموعات المجرات المرئية والتي نستطيع أن نحدد بعدها عن طريق الانحياز نحو الأحمر. ولكن ما يمكن أن تخمنه عين الانسان لا يضاهي بأي شكل من الأشكال قدرة ودقة التحليل ومعالجة الصور بالحاسوب. فمن خلال أدنى تشوه (إحصائيا) لصور المجرات الخلفية يستطيع الحاسوب أن يرسم خريطة ثلاثية الأبعاد لهذه المادة الحالكة.

أنت تعني أنه بهذه الطريقة نستطيع أن نرسم الخرائط التي لا نراها.

(*) بدئ في العمل بهذه التقنيات في بدايات الألفية الثانية.

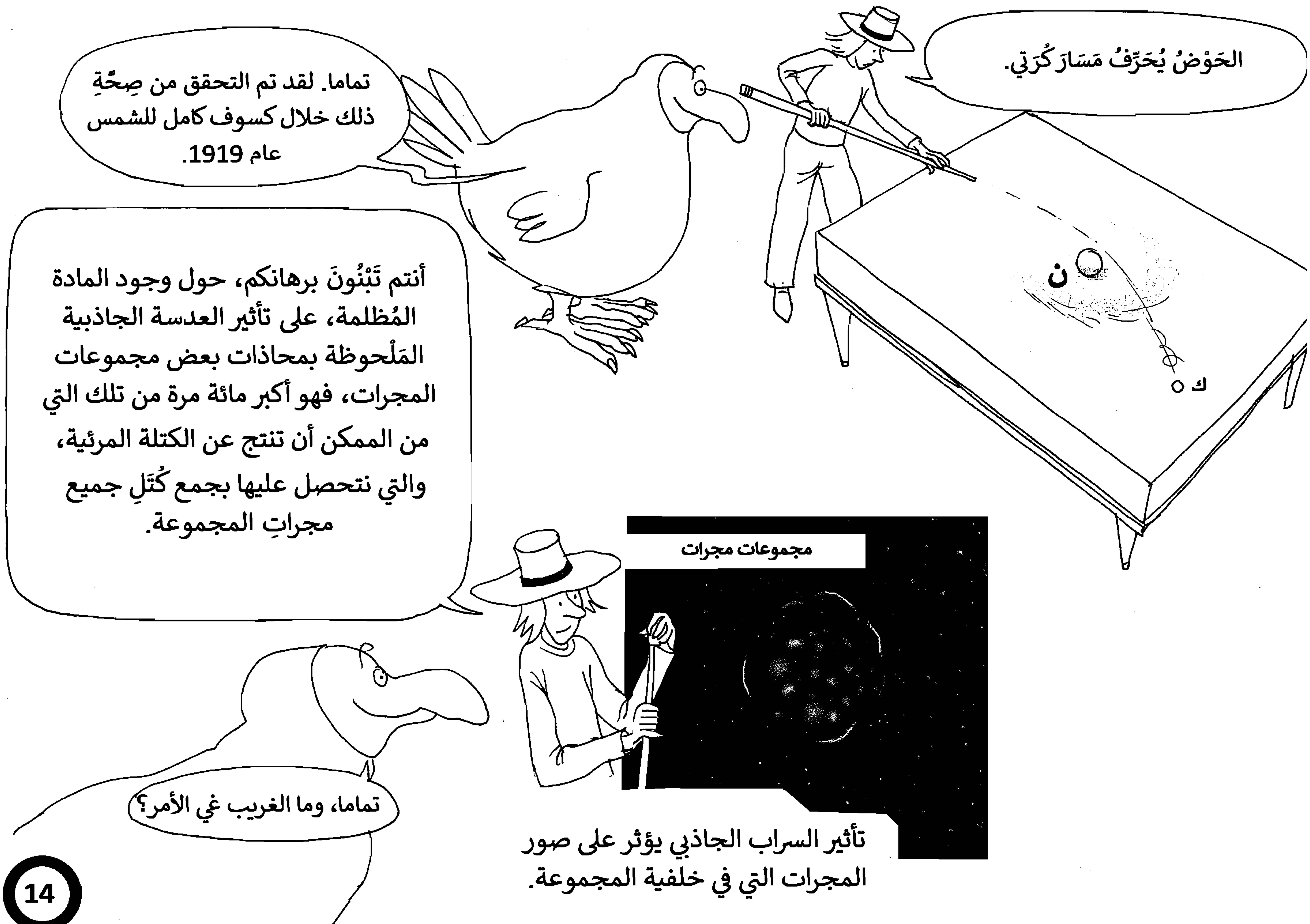
علم الفلك الجديد

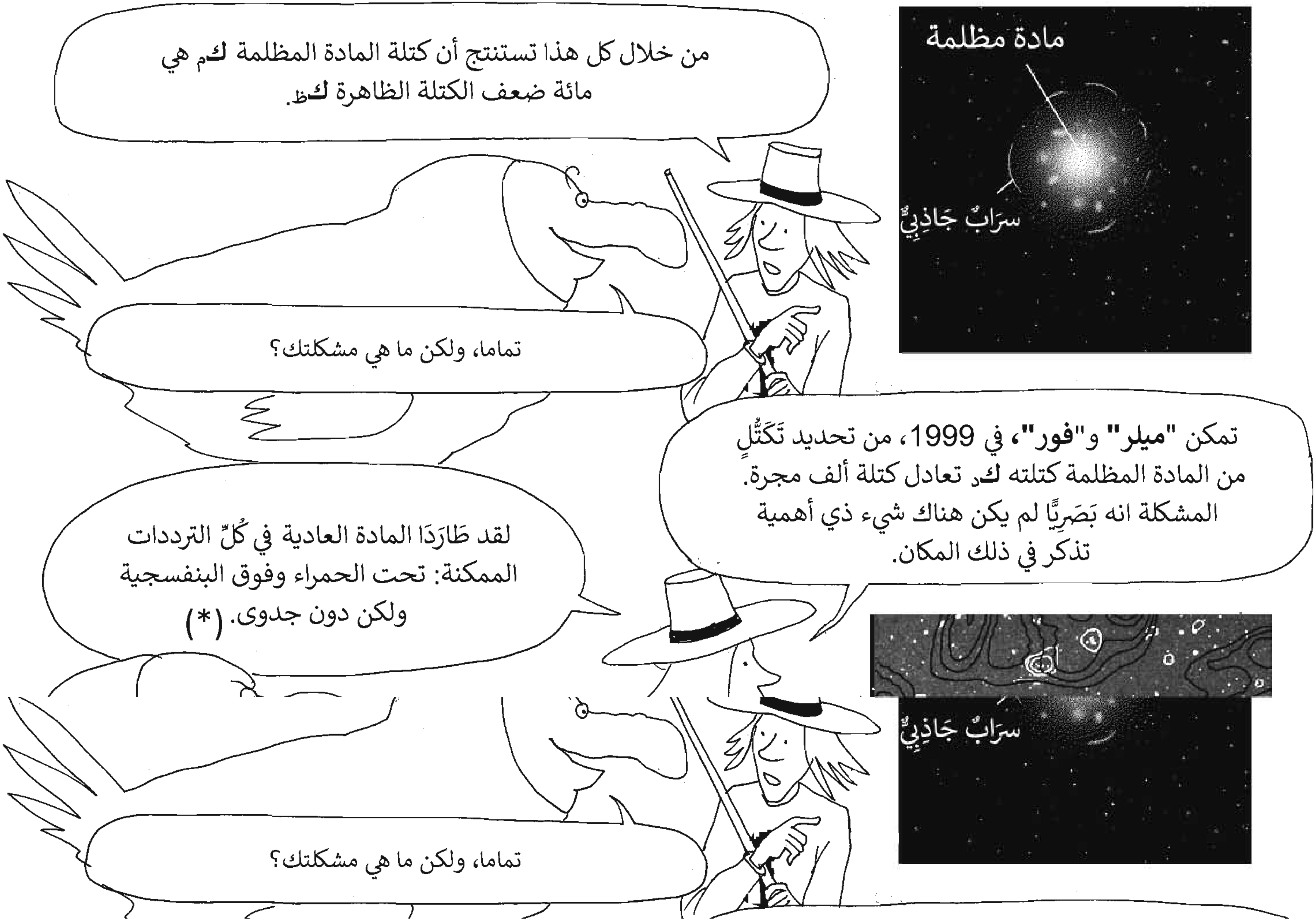


أول خريطة للمادة الحالكة، نشرت في سنة 2000


لنأخذ غطاء طاولة مشمع ونسكب عليه القليل من الماءً.
لنفترض أن هذا الغطاء، ذو الخلفية الملونة، مغطى بنقط بيضاء.
بتحليل تشوهات البقع البيضاء، المحدثة بتأثير العَدَسَة المُكَبِّرَة، بإمكان الحاسوب أن يرسم شكل بقع الماء التي تُحْدِثُ الظَّاهرة دون رؤية امتدادها السائل.
وهكذا حُلّت المشكلة.
إنتظر يا سيد دودو، هناك أمر مبهم في هذه القضية.

نعم يا سيد "هاندشيك"، هناك أمر ما مُبهم في **علم الفلك الجديد** هذا.
حسنا، وما هو؟
لنعتبر أن هذا الفراش اللّين يُمَثِّلُ الفضاء. عندما أدفع هذه الكرة على هذه **الطاولة اللينة**، مع افتراض عدم وجود أي شيء فوقها، فسيكون مسارها مستقيما، أي **جيوديسيا** مُستوى مُسطّح.
الفوتونات تتبع جيوديسيا الأسطح الفائقة، التي بَرْهَنَ أينشتاين أننا نعيش فيها. هل توافِقُني الرأي؟
إذا وضعت كُتْلَةً (ك) على طاولتنا اللَّيِّنَة فسوف تُحْدِثُ تَشَوُّهًا على السطح، أي سَتَحْفر حَوْضا من نوع ما. هذه هي الفكرة العامة، أليس كذلك؟
ن

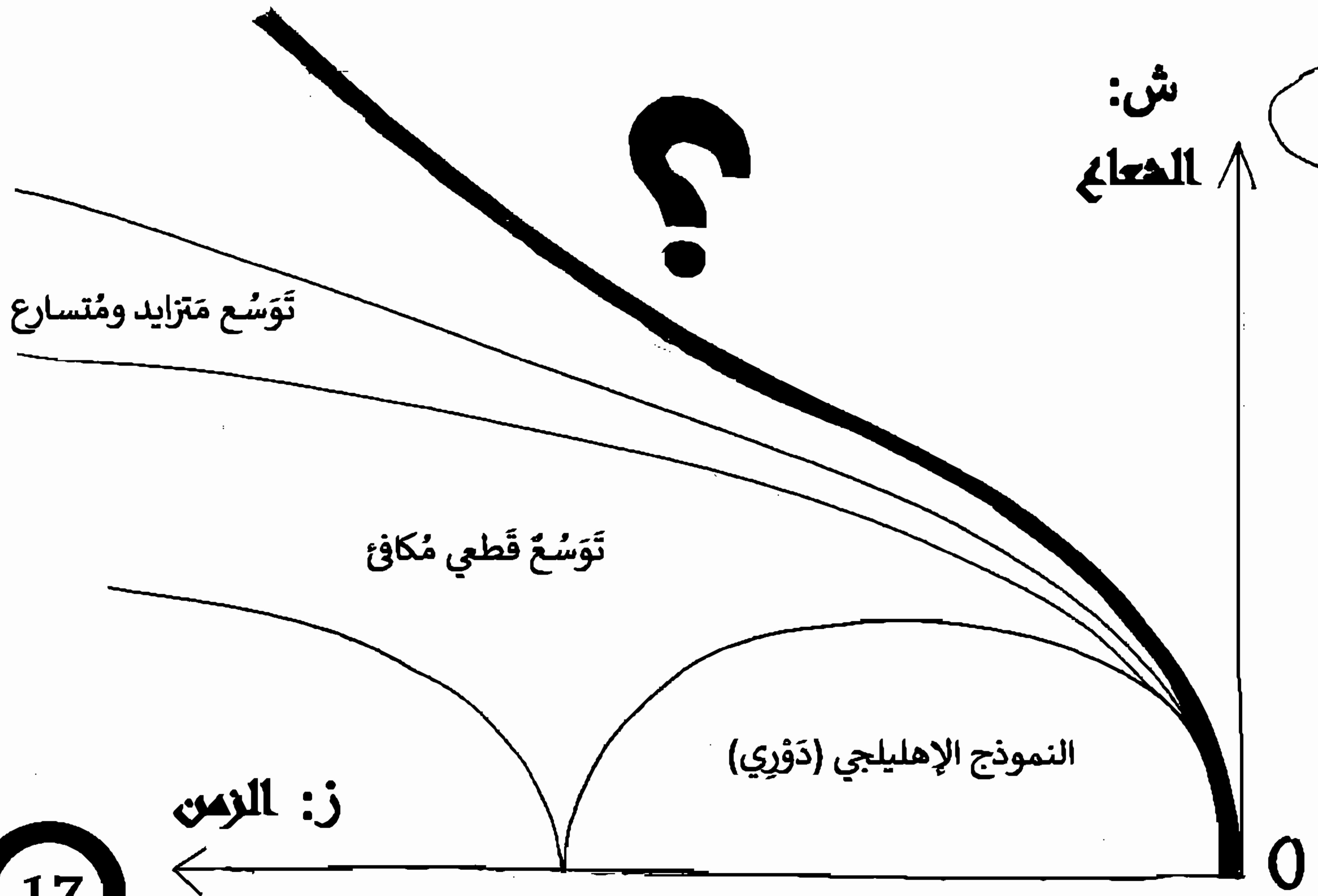

الحَوْضُ يُحَرِّفُ مَسَارَ كُرَتي.
ن
ك
تماما. لقد تم التحقق من صِحَّةِ ذلك خلال كسوف كامل للشمس عام 1919.
أنتم تَبْنُونَ برهانكم، حول وجود المادة المُظلمة، على تأثير العدسة الجاذبية المَلْحوظة بمحاذات بعض مجموعات المجرات، فهو أكبر مائة مرة من تلك التي من الممكن أن تنتج عن الكتلة المرئية، والتي نتحصل عليها بجمع كُتَلِ جميع مجراتِ المجموعة.
مجموعات مجرات
تأثير السراب الجاذبي يؤثر على صور المجرات التي في خلفية المجموعة.
تماما، وما الغريب غي الأمر؟

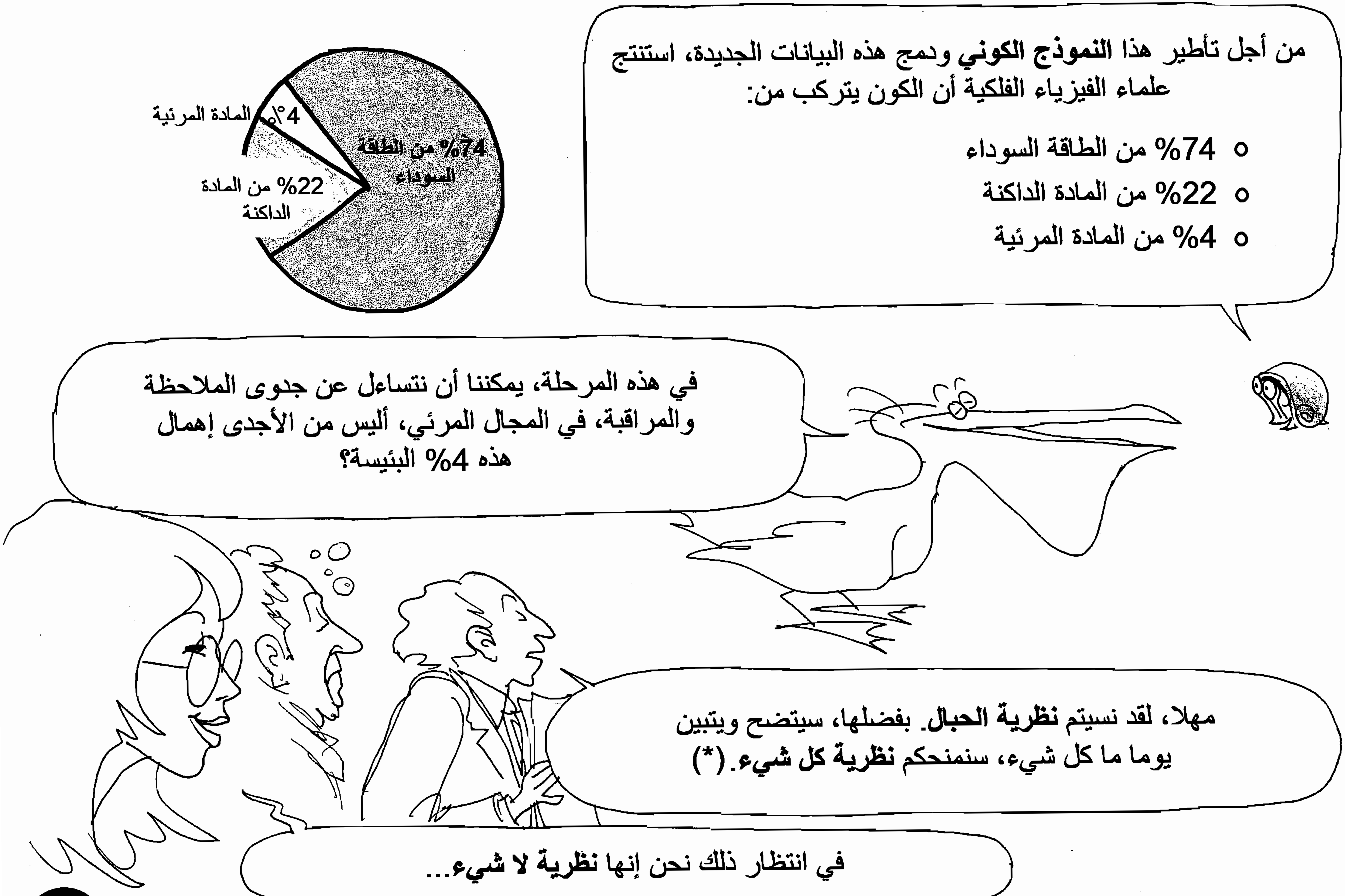

مادة مظلمة
سرَابٌ جَاذِبِيٌّ
من خلال كل هذا تستنتج أن كتلة المادة المظلمة **ك**م هي مائة ضعف الكتلة الظاهرة **ك**ظ.
تماما، ولكن ما هي مشكلتك؟
تمكن **"ميلر"** و**"فور"**، في 1999، من تحديد تَكَتُّلٍ من المادة المظلمة كتلته **ك**د تعادل كتلة ألف مجرة. المشكلة انه بَصَرِيًّا لم يكن هناك شيء ذي أهمية تذكر في ذلك المكان.
لقد طَارَدَا المادة العادية في كُلِّ الترددات الممكنة: تحت الحمراء وفوق البنفسجية ولكن دون جدوى. (*)
سرَابٌ جَاذِبِيٌّ
تماما، ولكن ما هي مشكلتك؟


سيد "هاندشيك"، أنا أعلم جيدا أن بِنْيَتَكَ الجسدية لا تسمح لك بممارسة لعبة الغولف. ولكنك تتفق معي على أننا نستطيع أن نمثل هذه المادة المظلمة، والتي تعادل كتلتها كتلة ألف مجرة، كَحَوْضٍ واسع وعميق، ليس بداخله أي شيء، لا مجرات ولا غاز. وكأننا نلعب لعبة الغولف في ملعب به حوض منحدر وواسع ولم تسقط به أي كرة في أي وقت سابق.
قد يرجع ذلك إلى كون هذا النوع من المادة المُظلمة لا يجذب سوى... المادة المُظلمة والفوتونات طبعا، ولكنه لا يَجْذِب المادة العادية.
أوه، أعتقد بأن قِصَّتك أصبحت تزداد تعقيدا، أليس كذلك؟

التسارع الكوني

كما لو أن الأمور لم تكن معقدة بما فيه الكفاية، ففي بداية الألفية الثانية كَشَفَت مُراقبة مَجموعة من السوبرنوفا المتباعدة للغاية أن التوسع الكوني يسير بوتيرة **متسارعة** بالنسبة للزمن، بدل الوتيرة المتباطئة كما كان متعارف عليه سابقا منذ ثلث أرباع القرن. فما هي هذه القوة الغامضة المسؤولة عن هذه الظاهرة؟ نحن لا نعلم عنها أي شيء تماما. سنخترع إذن عاملا جديدا ونضيفه الى هذا الخليط الكوني الذي أصبح يشبه الحساء. سنسميه **الطاقة السوداء** وسنمنحه **قوة طاردة**.

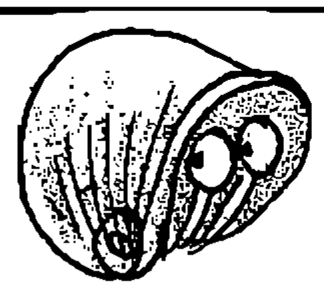




(*) TOE: Theory of Everythings

لقد دخلت الفيزياء والفيزياء الفلكية في ورطة غير مسبوقة.

أعتقد أنه من المهم أن نعرض مقدمة خطاب
أحد رؤساء الجامعات منذ أكثر من عشرين سنة:
« رغم أن نظرية الحبال لم تُقدم الى الآن أي تفسير
لأي نظرية، ولم تَقترح أيَّ تجربة ولا أي نموذج
كان، فان حَجم الأبحاث العلمية المَنشورة
والتي تتزايد عاما بعد عام في جميع البلدان
يبرز الأهمية القصوى والحيوية البالغة
لهذا الفرع الجديد من المعرفة. »(*)



الفجوة تتسع عاما بعد عام بين التطور المدهش لأجهزة الرصد
والمراقبة من جهة وبين قدرة الباحثين على تَحليل وتَصميم النَّماذج
لهذه البيانات من جهة أخرى. لقد تَمَيَّعَتِ الأمور تماما.
يشهد هذا العصر طفرة تكنلوجية مذهلة وسقوطا حرا للمجال الأساسي.

(*) في 2007، تجاوز عدد البحوث العلمية المنشورة، الرقم الفلكي، مائة ألف بحث وعدد أطروحات الدكتوراه يوافق هذا العدد.

يتأكد قانون بيتر سمول يوما بعد يوم، والذي يزعم أن ضارب القدرة التخيلية والابداعية للباحث وقوة الحاسوب الخاص به ثابت.
كلمة سر هذا العصر هي المحاكات الرقمية. حال عالم الفيزياء الفلكية الذي يفنى عمره، دون جدوى، في محاولة فهم لغز ديناميكيا المجرات كحال باحث يُطلق ألف عملية حسابية مقتصرا على الأسس النظرية لقانون نيوتن ومكتفيا كل مرة بتغيير الاعدادات فقط وأملا في حصول المعجزة.
ΜΕΡΔΕ !
اللعنة، لقد تَبَخَّرَت الأذرع الحلزونية لمجرتي مجددا خلال لفة واحدة.
$F=\frac{Gmm'}{d^2}$
أقوى الحواسيب في العالم لن يضاهي رزمة من النورونات المرتبطة بإحكام.

(*) التمكن والتضلع في الحساب النظري مكن الأمريكي من أصل سويسري **فريتز زويكي** بالتنبؤ بظاهرة **السوبرنوفاء** عام 1931، وقام بعرض سيناريوه الخاص في مؤتمر شهير بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا وذلك قبل أن يتم اكتشاف هذه الأخيرة ودراستها.

بالمقابل، انتشرَ وتَثَبَّتَ نِظامٌ مِهنيٌّ ذي فعالية هائلة، بفضل الأنترنت وقواعد المعلومات "**سبير**" (*) على سبيل المثال، الذي يراكم الإستشهادات وتحميلات المقالات العلمية، وهو ما يسمح لمجموعاتٍ مُنَظّمة التعزيز المتبادل فيما بينها بطريقة اصطناعية تماما، وذلك عن طريق تبادل الاستشهادات والتنويهات. الأدهى من ذلك، هو أن هذه المجموعات قد سطت أيضا على نظام مراجعة المجلات العلمية مستفيدين من الغَفْلِية "مشار اليه"، ولقد انشؤوا أيضا مجلاتهم الخاصة وكانت النتيجة في النهاية هي انغلاق هذا النظام حول نفسه تماما داخل مجال الأفكار السائدة والمهيمنة، مانعين تماما انبثاق أي فِكْرَة جديدة أو نماذج مبتكرة فعلا.

وهذا ما أنتج طوفانا من **الأكاذيب العلمية** مثل **نظرية الحبال**

(والتي لا توجد لها أصلا أي صيغة نظرية صريحة).

SPIRE (*)

بعض مستملحات "الكون الأنيق" **لبرايان غرين**

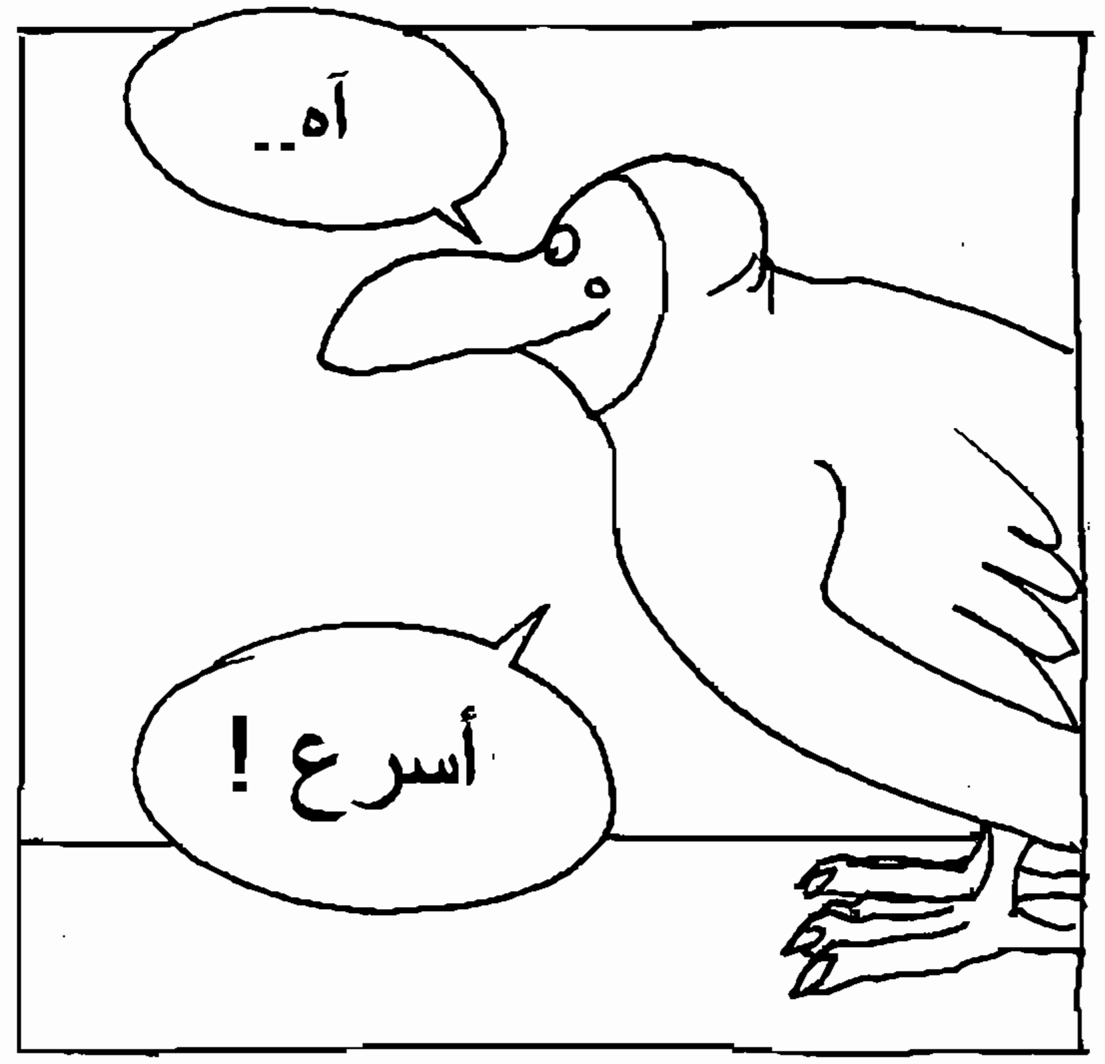
الصفحة الرابعة: وحي علمي. من الأكبر اللانهائي الى الأصغر اللامتناهي. توحيد جميع نظريات الفيزياء.

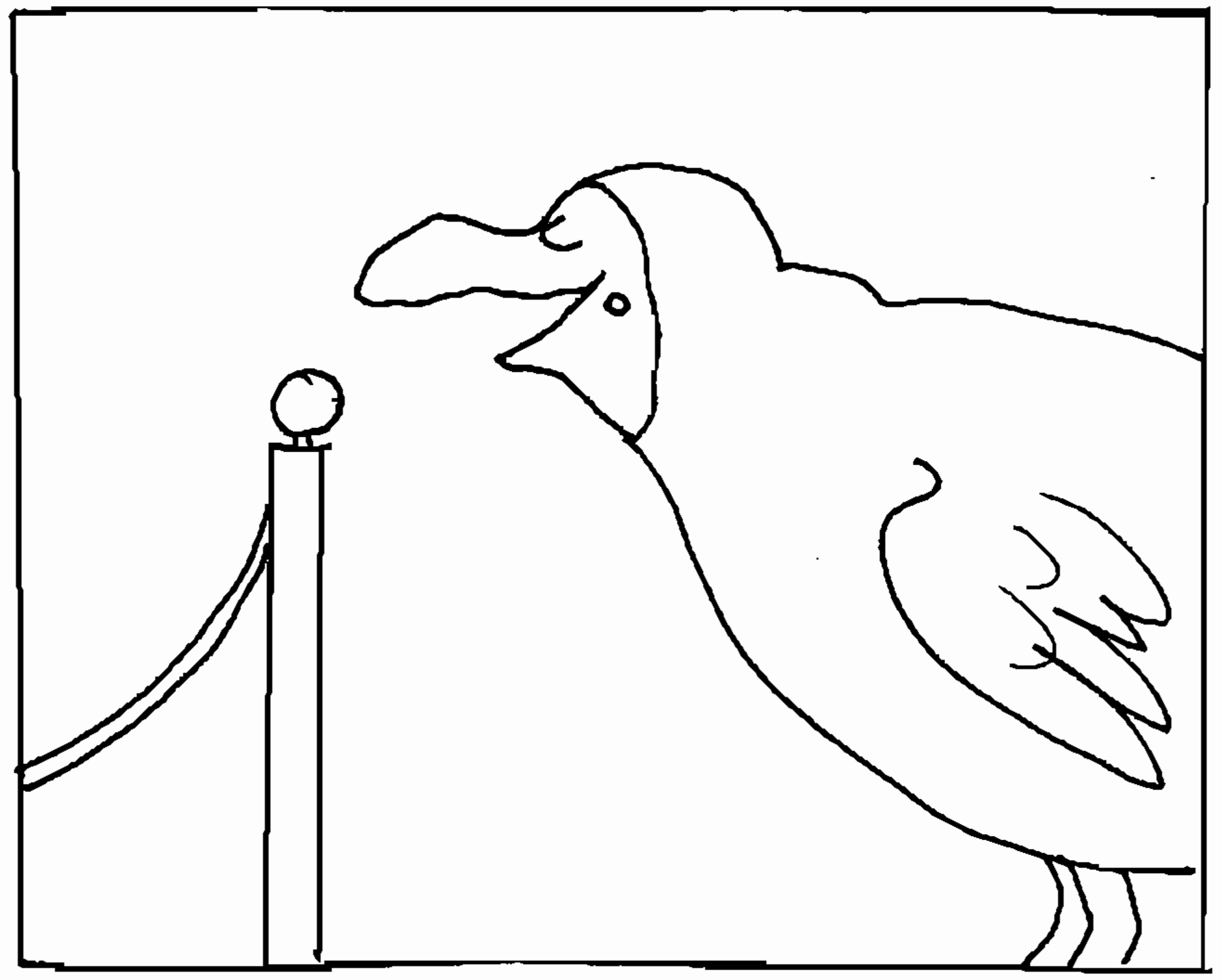
الصفحة 189: سنرى كيف أن نظرية الحبال، ورغم كونها الأكثر وعدا بين جميع النظريات التي درسها الباحثون، فليس في استطاعة هؤلاء اقتراح توقعات دقيقة بشكل كاف لمقارنتها بالبيانات التجريبية.

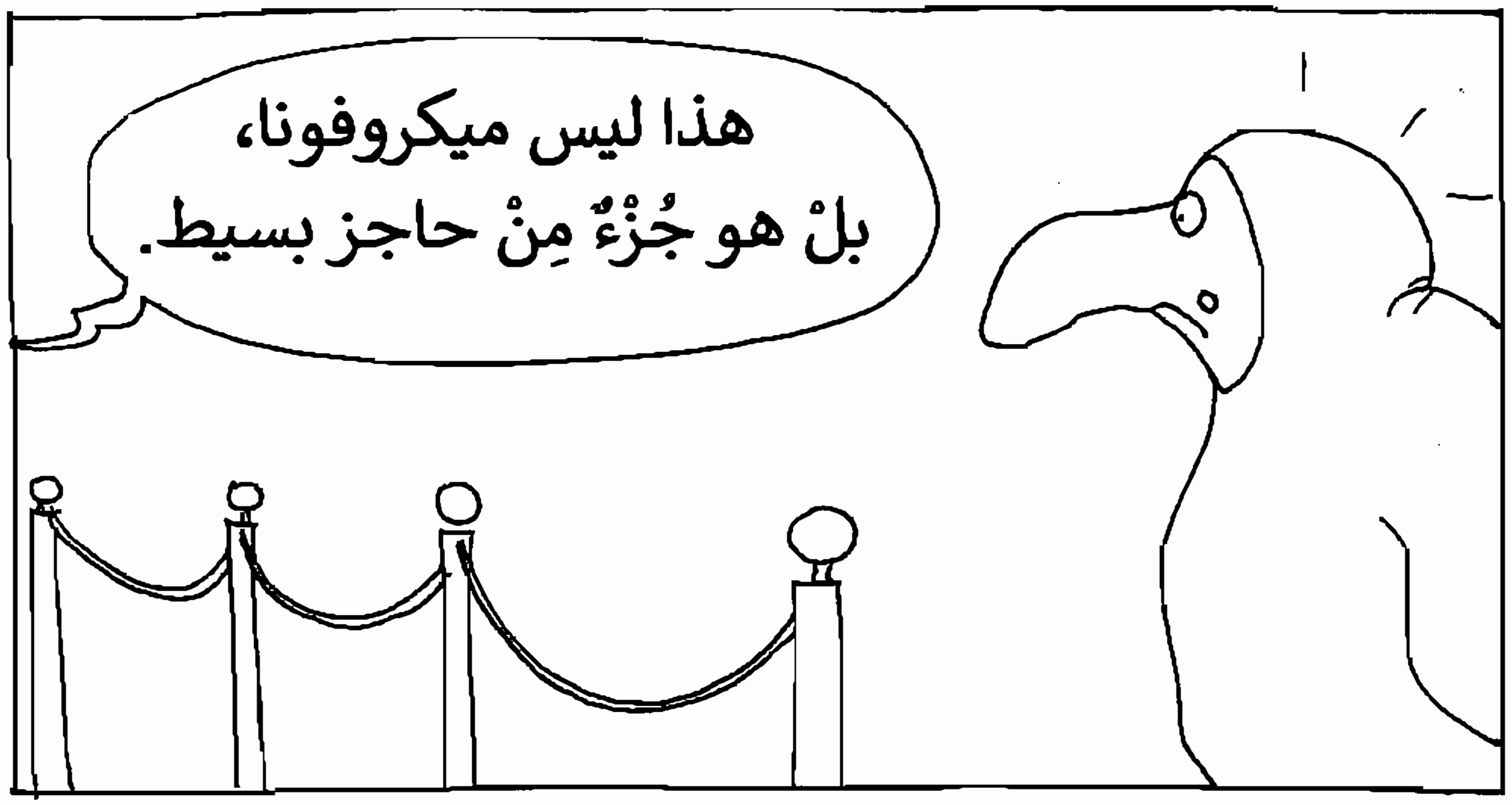
الصفحة 189: من الممكن جدا أن يعمل جيل كامل من الفيزيائيين على دراسة وتطوير نظرية الحبال دون أي صدى تجريبي.

الصفحة 189: إدوارد ويتن (الأب الروحي **للحبال الكونية** وصاحب **نظرية "م"** الأسطورية) هو خليفة آينشتاين الحقيقي في دور أعظم عالم فيزياء على قيد الحياة. البعض الاخر يذهب أبعد من ذلك ويجزم أنه أعظم عالم فيزياء في كل العصور.

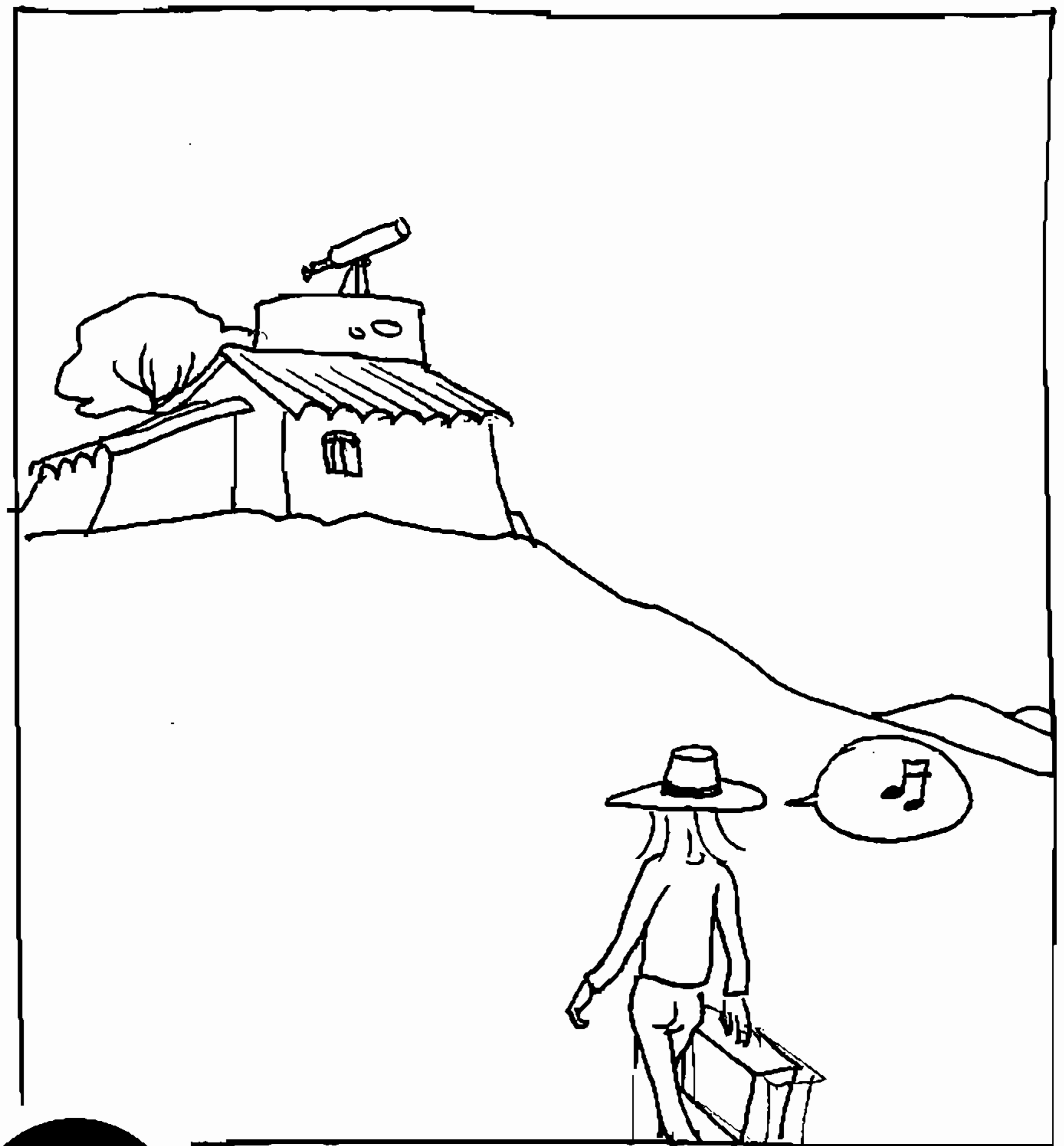
(**) خبير معتمد لدى مكتب المجلة، مهمته تقييم المقال المطروح.







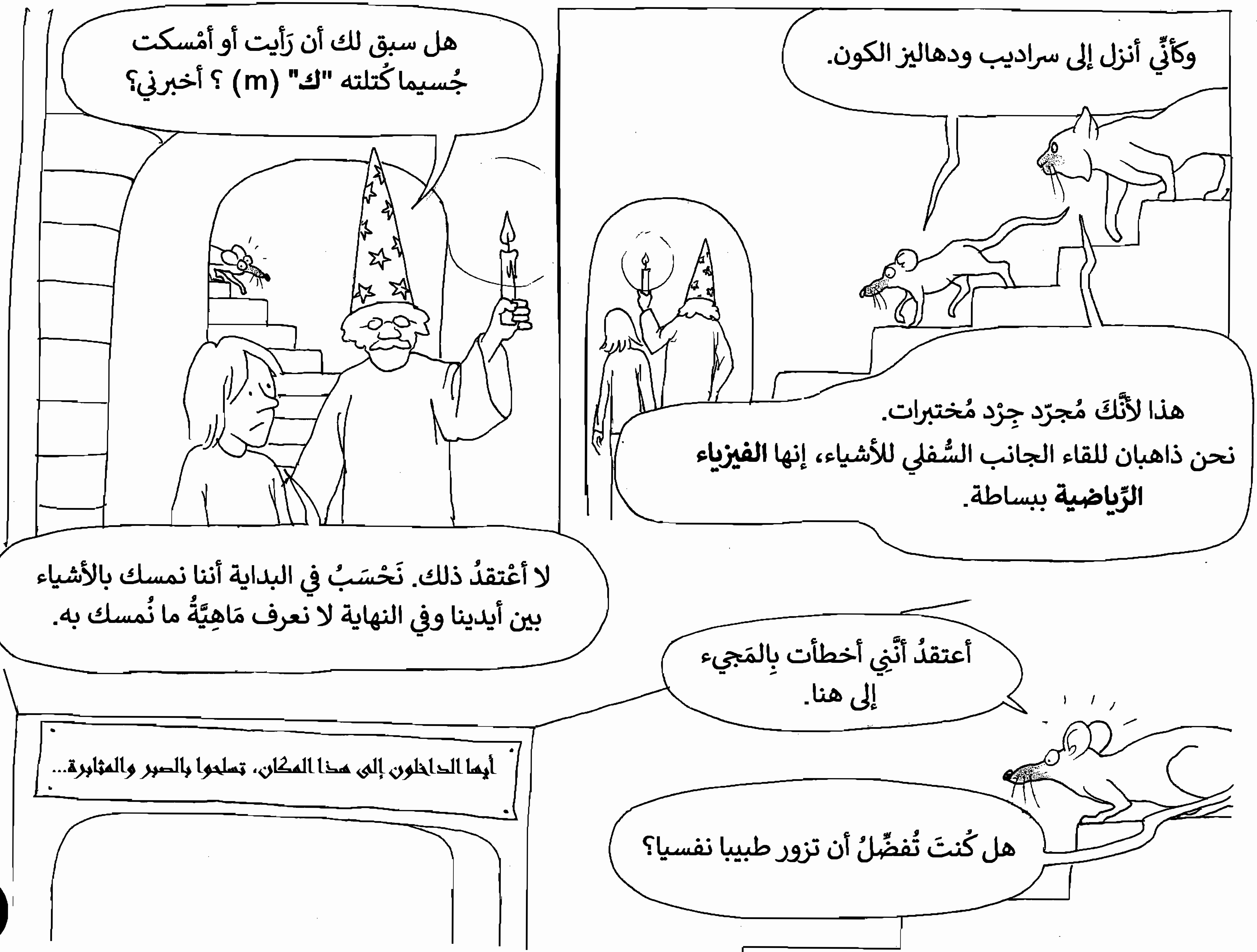
في عصرنا الحالي، يتواجد العلم في عين عاصفة إعلامية هوجاء. هناك تراكم لسُمَعٍ غير مستحقة، استفاد خلالها "علماء"، دون المستوى، من هالةٍ كبيرة ناتجة ببساطة على قدرتهم الخطابيّة (فن الالقاء والتعميم).

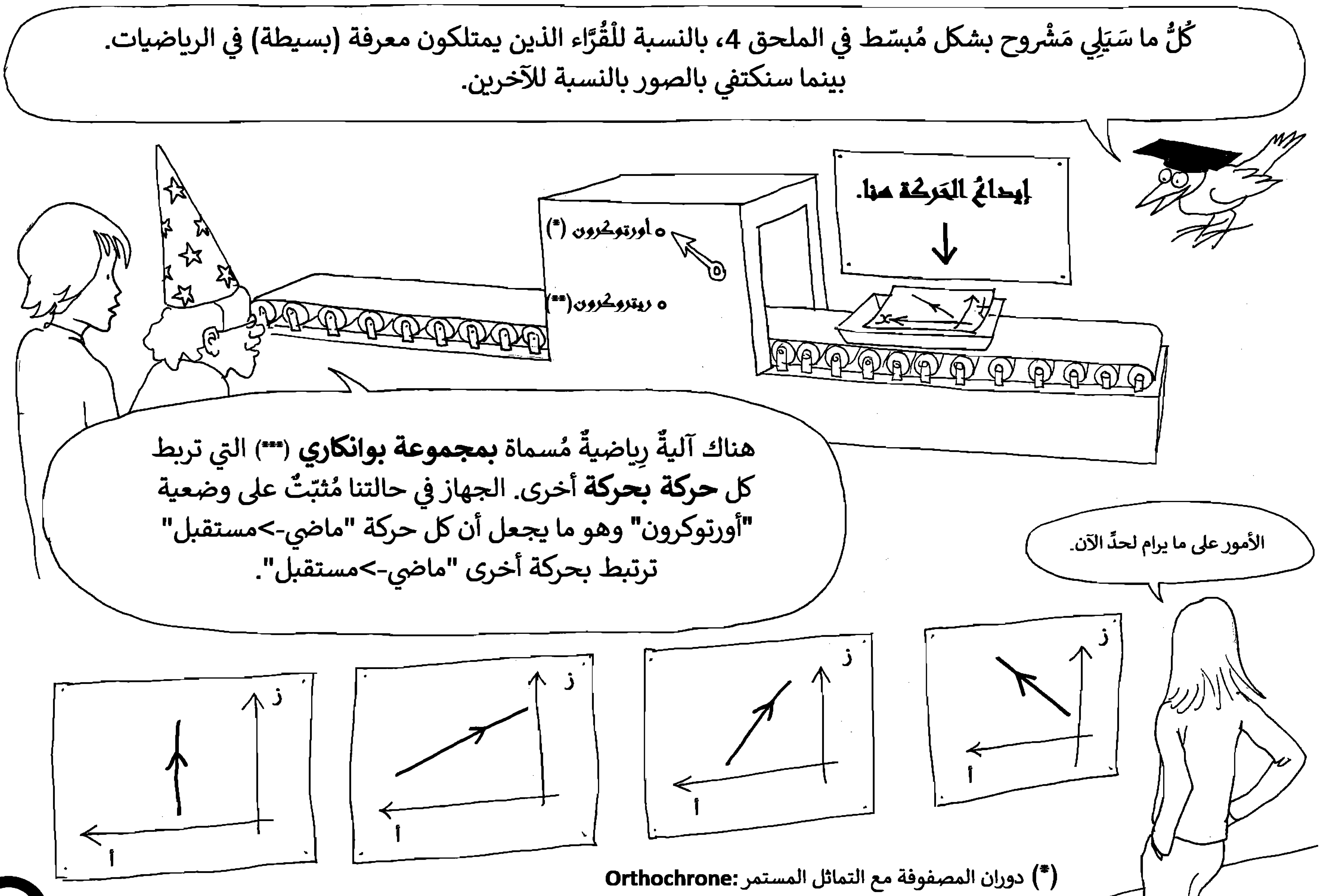


m : "ك"

(*) مراجعة ألبوم مغامرات سليم العلمية الخاص بالمجموعات

أخبرني كيف تتَحَرَّك وسأخبرك من أنت.


وكأنِّي أنزل إلى سراديب ودهاليز الكون.
هذا لأنَّكَ مُجرّد جِرْد مُختبرات.
نحن ذاهبان للقاء الجانب السُّفلي للأشياء، إنها **الفيزياء الرِّياضية** ببساطة.
هل سبق لك أن رَأيت أو أمْسكت جُسيما كُتلته "ك" (m) ؟ أخبرني؟
لا أعْتقدُ ذلك. نَحْسَبُ في البداية أننا نمسك بالأشياء بين أيدينا وفي النهاية لا نعرف مَاهِيَّةُ ما نُمسك به.
أعتقدُ أنَّني أخطأت بِالمَجيء إلى هنا.
هل كُنتَ تُفضِّلُ أن تزور طبيبا نفسيا؟
أيها الداخلون إلى هذا المكان، تسلحوا بالصبر والمثابرة...

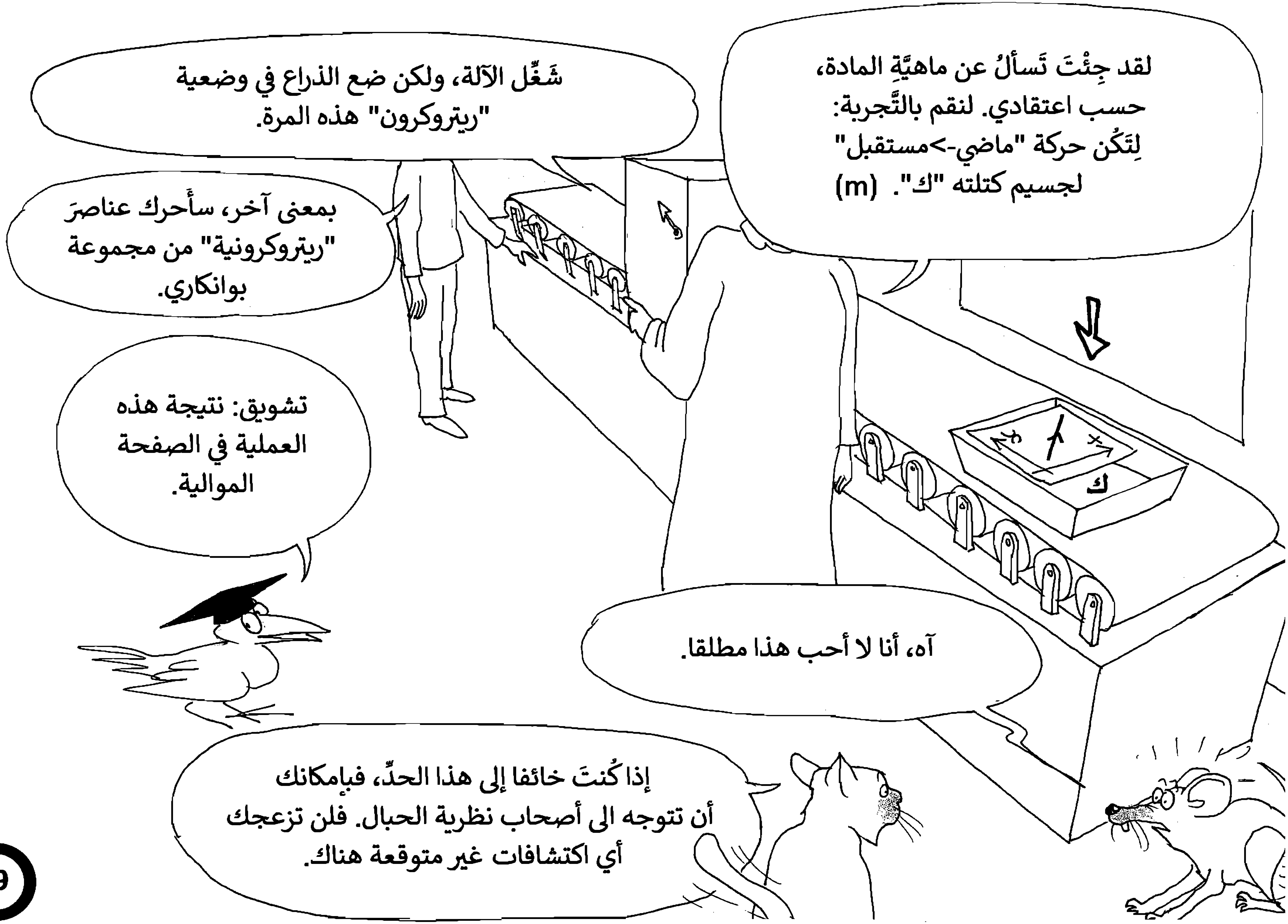


(*) دوران المصفوفة مع التماثل المستمر **Orthochrone:**

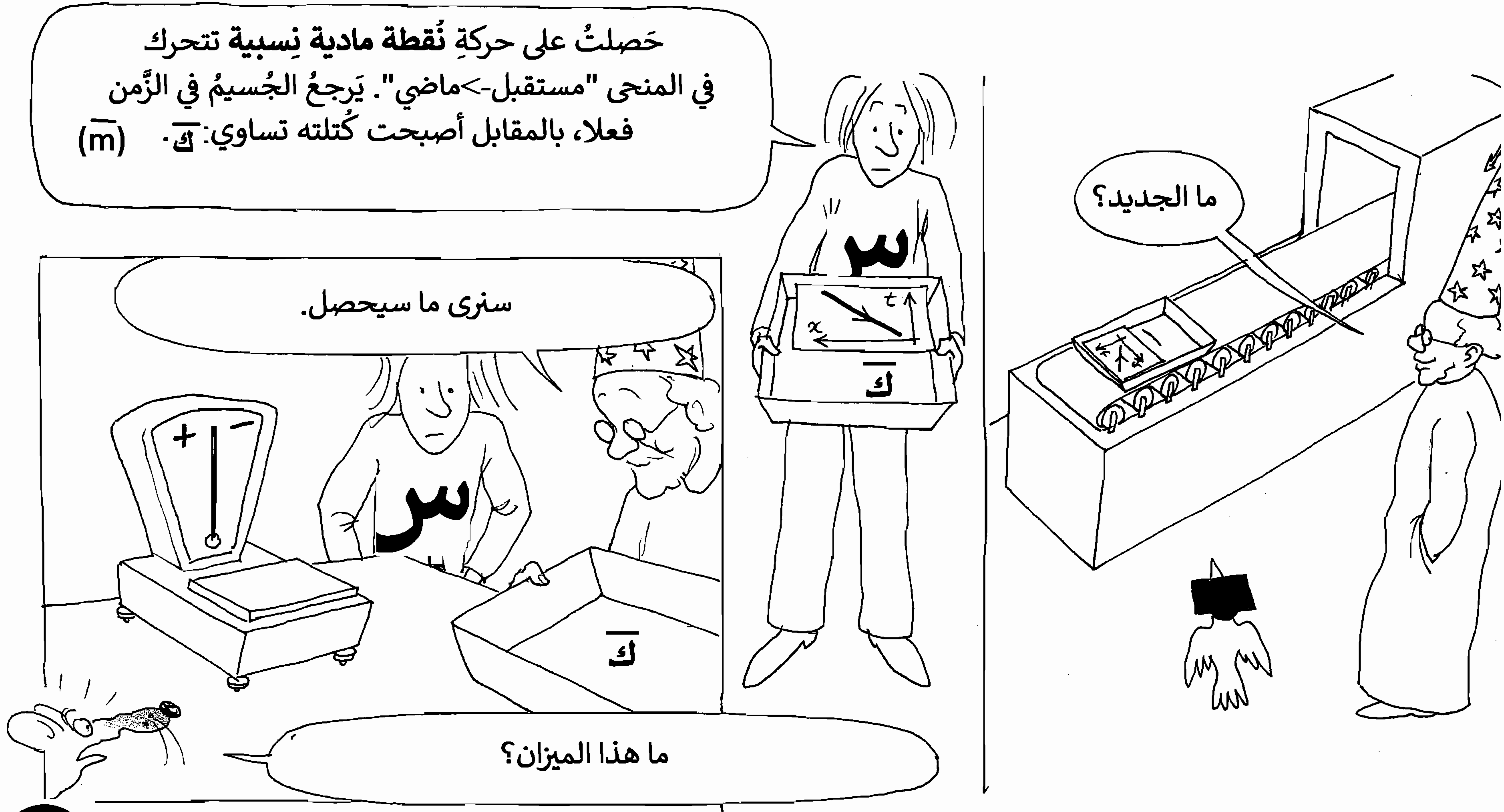
(**) **Retrochrone**

(***) **Groupe de poincaré**

(*) في القصة الأصلية: صندوق بندورا

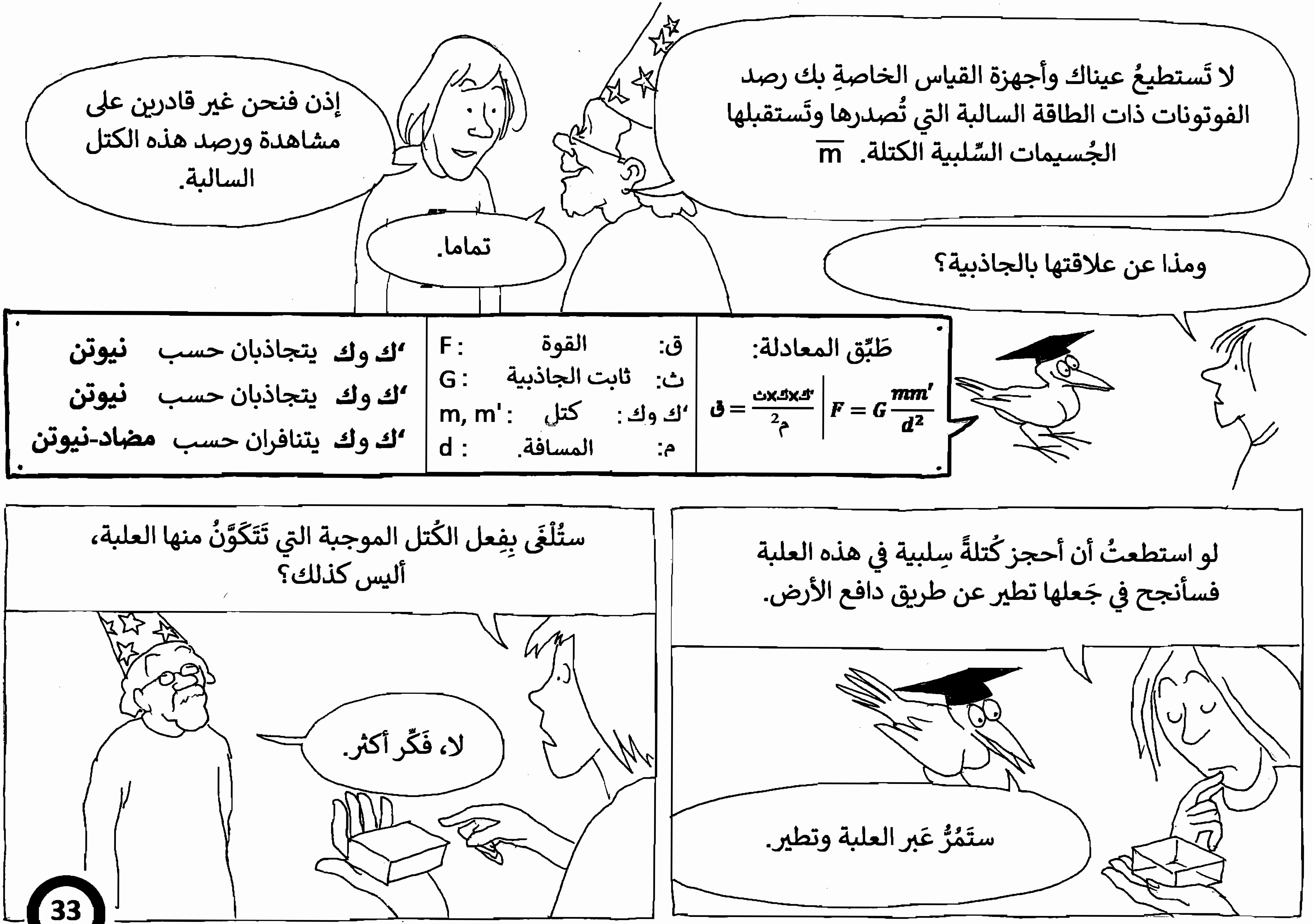

لقد جِئتَ تَسألُ عن ماهيَّةِ المادة، حسب اعتقادي. لنقم بالتَّجربة: لِتَكُن حركة "ماضي->مستقبل" لجسيم كتلته "ك". (m)
شَغِّل الآلة، ولكن ضع الذراع في وضعية "ريتروكرون" هذه المرة.
بمعنى آخر، سأَحرك عناصرَ "ريتروكرونية" من مجموعة بوانكاري.
ك
تشويق: نتيجة هذه العملية في الصفحة الموالية.
آه، أنا لا أحب هذا مطلقا.
إذا كُنتَ خائفا إلى هذا الحدِّ، فبإمكانك أن تتوجه الى أصحاب نظرية الحبال. فلن تزعجك أي اكتشافات غير متوقعة هناك.

كُتلٌ وطاقاتٌ سلبية



(*) لا، ليس فوتونات فيما نسميه الغاء المادة ومُضادها حيث تُحفظ الطاقة والتي من الممكن نعتها بالتجريد من المادة.


والآن مع الفوتون φ ذو الطاقة: E=h×ν =h/T
حيث تمثل T دور الموجة الخاصة و h ثابت بلانك.
وطبعا الذراع في وضعية "ريتروكرون" لتحويل الحركة من "ماضي->مستقبل" إلى "مستقبل->ماضي".
يبدو الامر بسيطا للغاية.
لِلْفُوتونات، التي تسير عكس الزمن، طاقة سلبية: E̅=h/T̅ لأن T̅ سالبة.



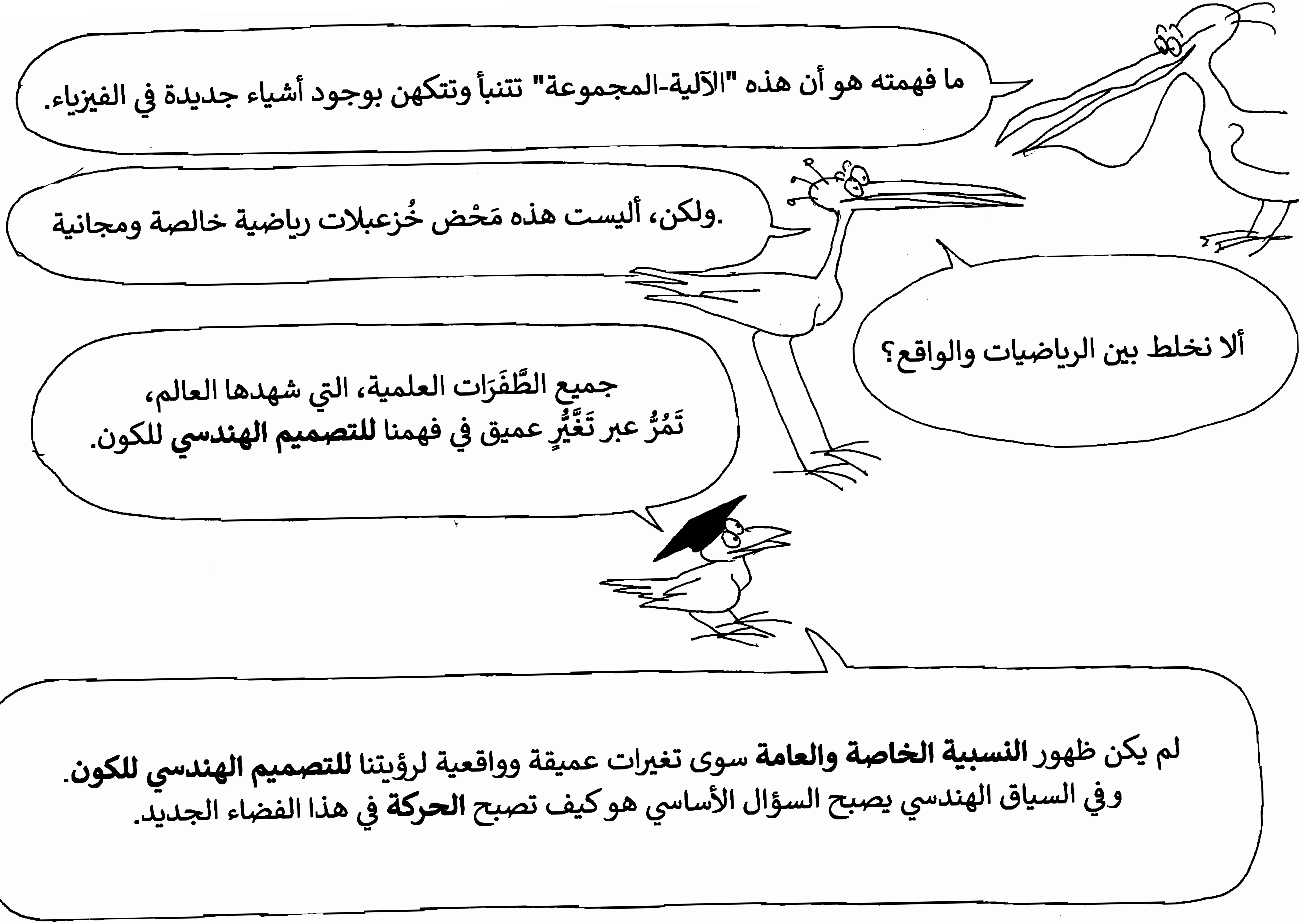
لا تَستطيعُ عيناك وأجهزة القياس الخاصةِ بك رصد الفوتونات ذات الطاقة السالبة التي تُصدرها وتَستقبلها الجُسيمات السّلبية الكتلة. $\overline{m}$
إذن فنحن غير قادرين على مشاهدة ورصد هذه الكتل السالبة.
تماما.
ومذا عن علاقتها بالجاذبية؟
طَبِّق المعادلة:
$ق = \frac{ث \times ك \times ك'}{م^2}$ | $F = G\frac{mm'}{d^2}$
ق: القوة : F
ث: ثابت الجاذبية : G
ك وك': كتل : m, m'
م: المسافة. : d
ك وك' يتجاذبان حسب **نيوتن**
ك وك' يتجاذبان حسب **نيوتن**
ك وك' يتنافران حسب **مضاد-نيوتن**
لو استطعتُ أن أحجز كُتلةً سِلبية في هذه العلبة فسأنجح في جَعلها تطير عن طريق دافع الأرض.
ستَمرُّ عَبر العلبة وتطير.
ستُلْغَى بِفِعل الكُتل الموجبة التي تَتَكَوَّنُ منها العلبة، أليس كذلك؟
لا، فَكِّر أكثر.

تَتَشَكَّلَ المادة، ذات الكثافة العادية، من ذرات غاية في الصّغر يَفصل بينها الفَراغُ.
ولا تَرتبط هذه الذَّرات فيما بينها إلا بفضل قِوًى إلكترومغناطيسية. هذه القِوَى هي التي تمنعك من السقوط والمرور عبر الكرسي الذي تجلس عليه الآن وأنت تطالع هذا الكتاب، وذلك رغم أن الكُرْسِيَّ بدوره مُشكل من ذراتٍ مُنمنمة يَفصل بينها الفراغُ. لو ألغينا هذه القوى الإلكترومغناطيسية، وهي تتجلى في تبادل الفوتونات ذات الطاقة الموجبة، بشكل مفاجئ،(*) فسَتَعْبُرونِ في الحال عبر كُرسيكم ثم عَبْرَ الأرضيةِ في سقوط حُرٍّ نحو مَركزِ الأرض، بما أن القوة الوحيدة المحسوسة في هذه الحال هي قُوة الجاذبية.

تستطيع الكتل السلبية أن ترتبط وتتفاعل فيما بينها بفضل قوة إلكترومغناطيسية تتمثل في تبادل فوتونات ذات شحنة سالبة. و لن يكون في استطاعة مجموعة من الكتل السالبة التفاعل مع مادتنا إلا عن طريق قُوةِ الجاذبية. وبما أن هاذان النوعين من المادة متنافرتان فإن أي مركب مكون من كتل سالبة سيتعرض لتأثير ضد-جاذبي من طرف الأرض. بالمقابل سيكون في استطاعة هذا المركب أن يعبر أي حاجز مادي.
سيكون غير مرئي وغير قابل للرصد بأجهزة القياس والمراقبة. العكس صحيح أيضا، فسيكون في استطاعة ركاب مركبة مكونة من كتل سلبية عبور الأرض دون أن تُرَ أو تُشاهدَ.

الإدارة.

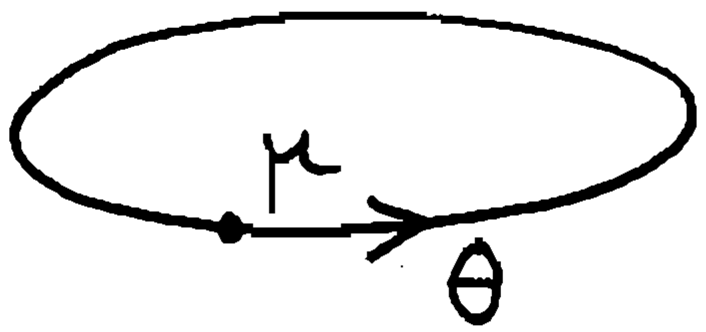
(*) نعتبرها افتراضية في **نظرية الحقول والمجالات الكمية.**


ما فهمته هو أن هذه "الآلية-المجموعة" تتنبأ وتتكهن بوجود أشياء جديدة في الفيزياء.
ولكن، أليست هذه مَحْض خُزعبلات رياضية خالصة ومجانية.
ألا نخلط بين الرياضيات والواقع؟
جميع الطَّفَرَات العلمية، التي شهدها العالم، تَمُرُّ عبر تَغَيُّرٍ عميق في فهمنا **للتصميم الهندسي** للكون.
لم يكن ظهور **النسبية الخاصة والعامة** سوى تغيرات عميقة وواقعية لرؤيتنا **للتصميم الهندسي للكون**. وفي السياق الهندسي يصبح السؤال الأساسي هو كيف تصبح **الحركة** في هذا الفضاء الجديد.

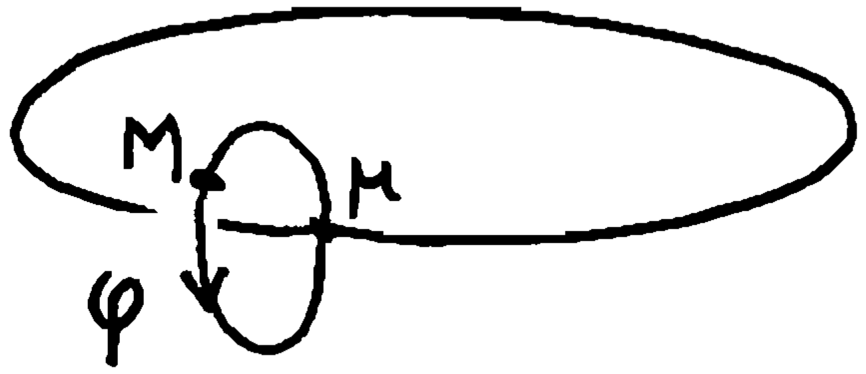
لقد صَهَرَتِ النِّسْبِيَّةُ الخَّاصة المكان والزمان في شيِء واحد: **الأسطح الفائقة** (4 أبعاد : 4D).
إنَّهُ زَمكان تَتِمُّ فيه الحركَة حسب **جيوديسياها** الخاصة. بالمُقابلِ، أضافت النِّسْبيَّةُ العامةُ **الانحناء**.
تُصَنِّفُ **نظرية المجموعات** الأنواع المختلفة للحركة، التي من الممكن أن تسجل على الأسطح الفائقة،
بينما يبقى دور **الفيزياء الرياضية** هو ربط هذه الحركات بأشياء في الكون، حسب المبدأ التالي:

أخبرني عن حركتك، أخبرك من أنت.

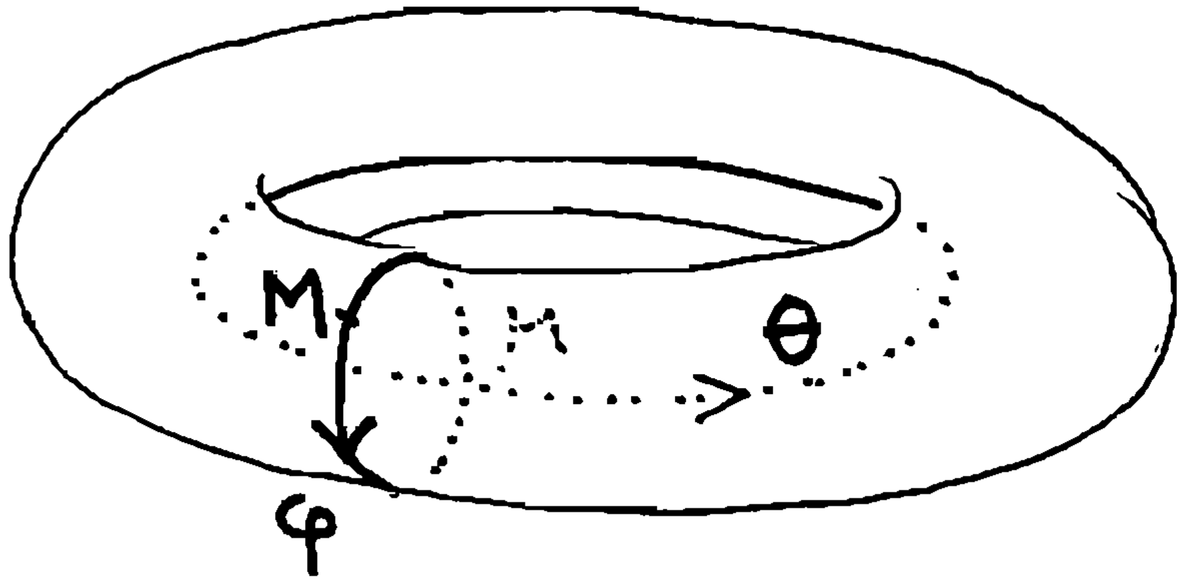
بُعِدٌ خَامِسٌ



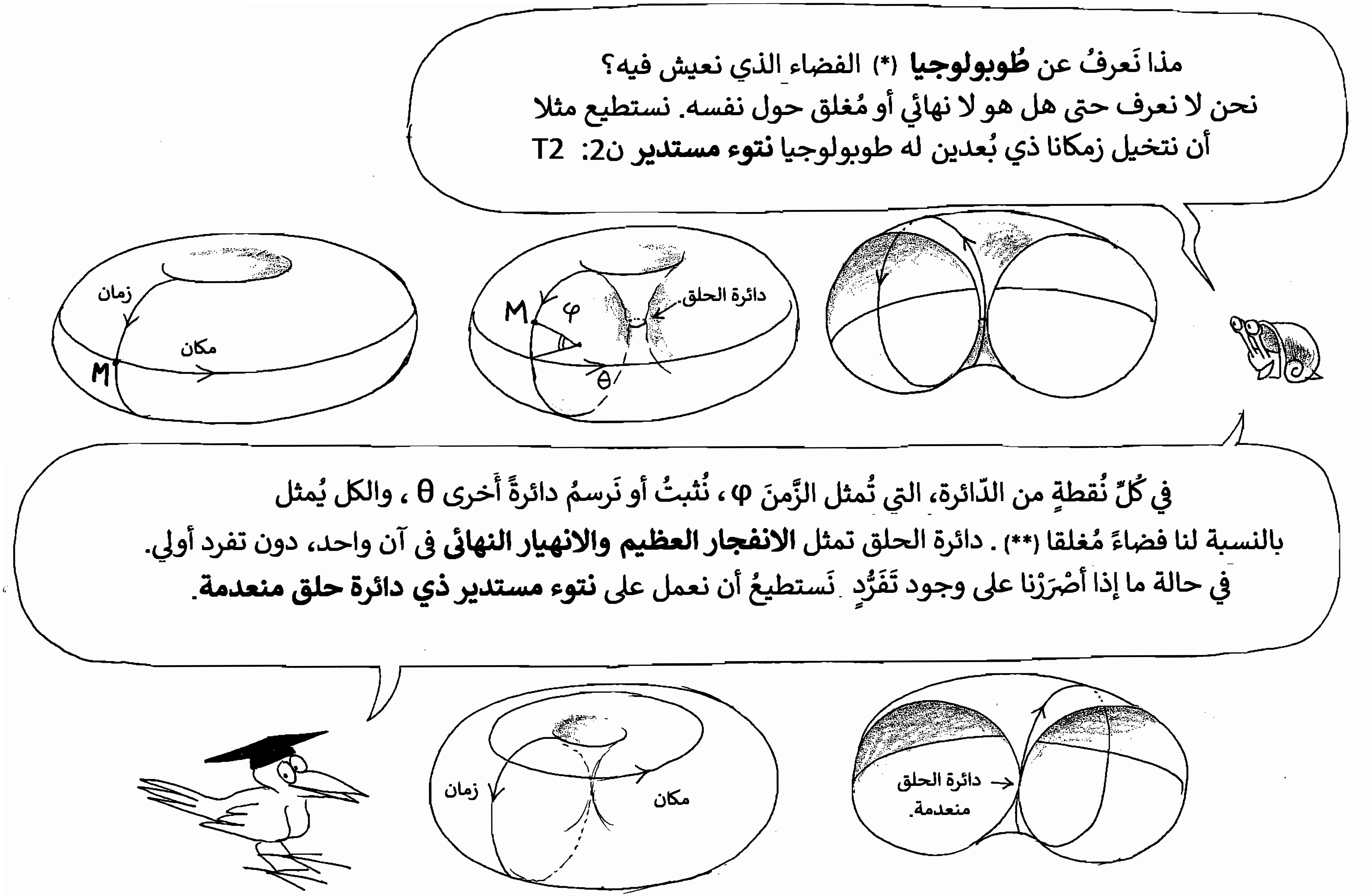
بإضافة بُعْد جَديد سَنُثْري السِّياق الهندسيَّ.
لِيَكُنْ فضاء أحاديا مغلقا نُمثله بدائرة بسيطة.



سَنُضيفُ في كل نُقطةٍ من هذه الدائرة بُعْدًا مُغلقا
إضافيا وسنسميه لَيْفٌ (أو خيط).



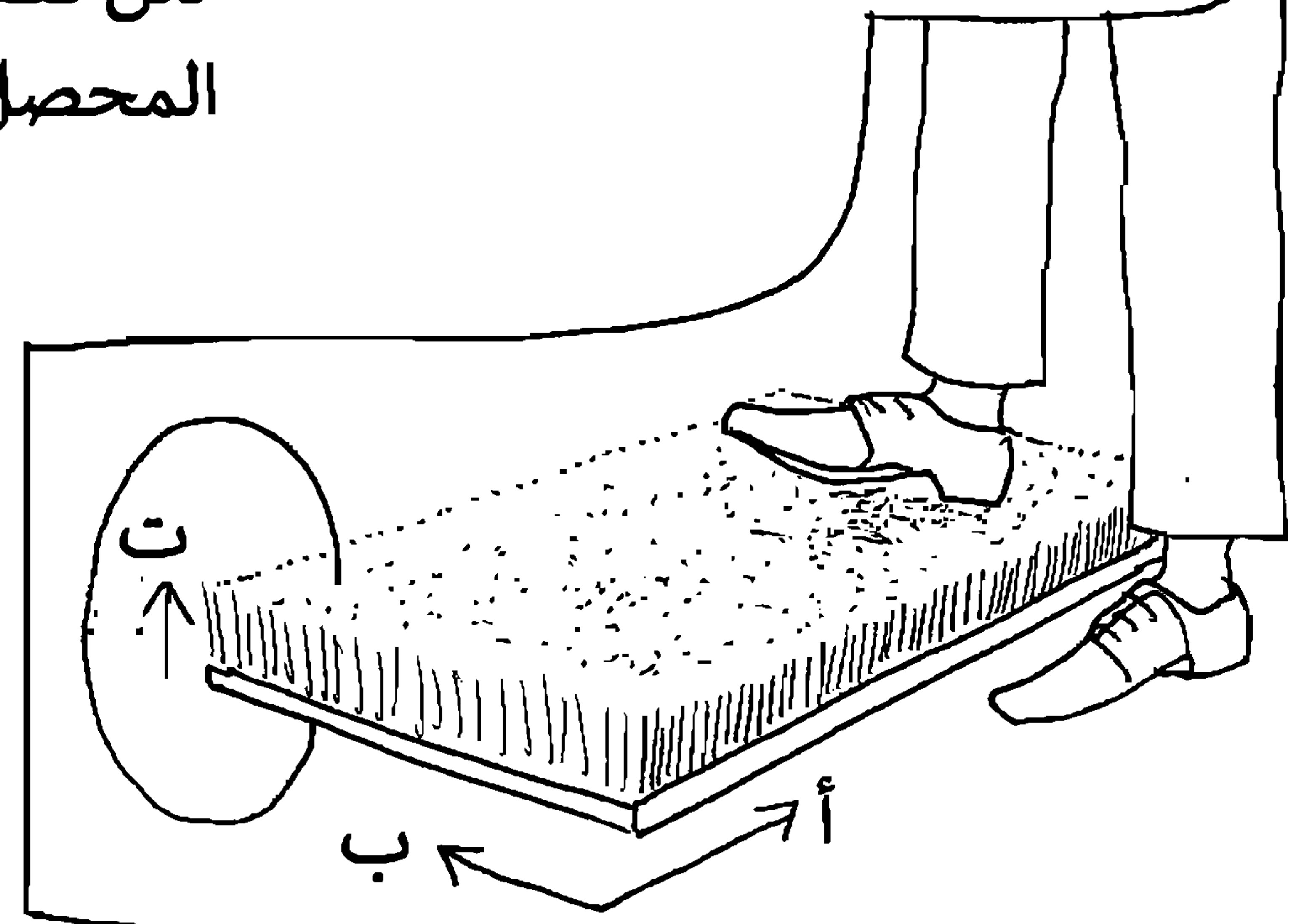
الشَّيءُ المُحَصَّلُ عليه هو **نتوء مستدير**
ذي بعدين: ن2.   **T2**

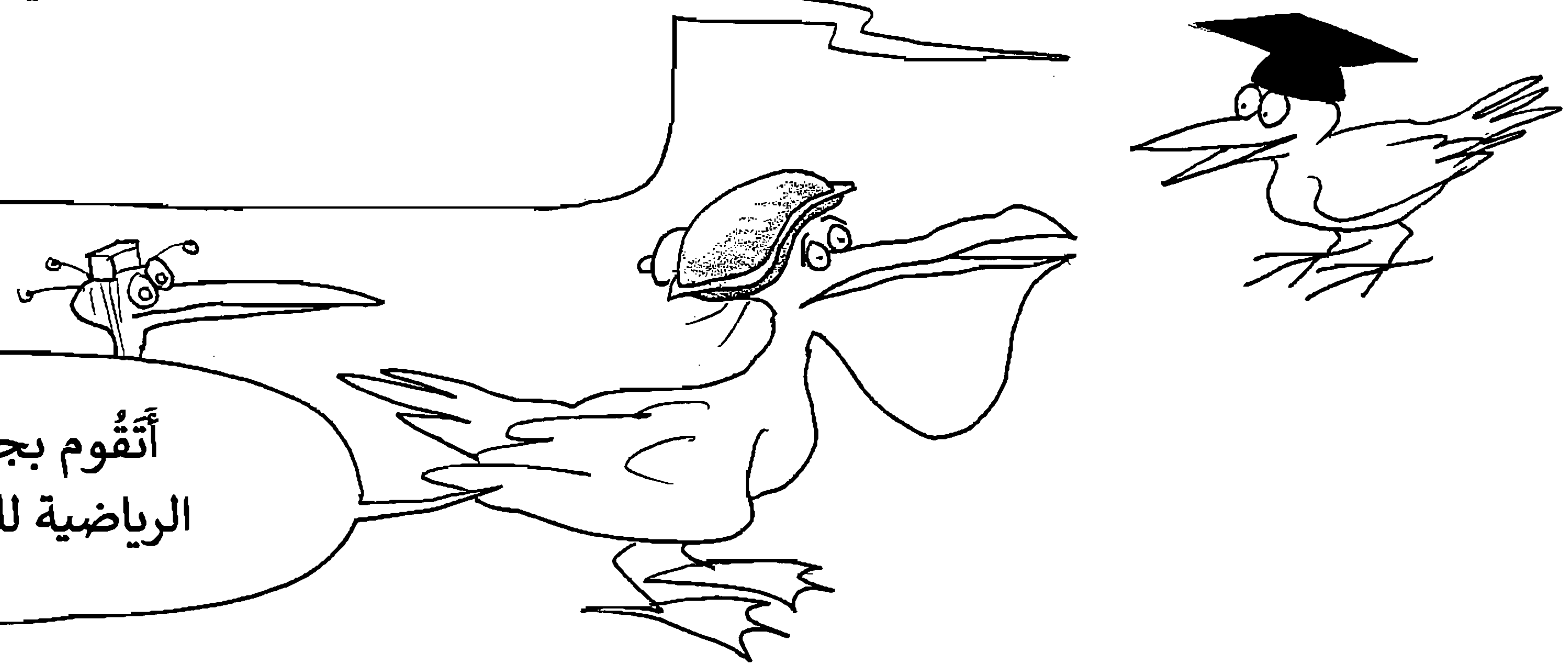


(*) طوبولوجيا: دراسة المجموعات المتغيرة التي لا تتغير طبيعة محتوياتها.

(**) نستطيع أن نختار دائرة زمن في أي نقطة من دائرة الفضاء (المكان) دون أية مشاكل.

أستطيعُ أن أَضِيفَ دائرةً جديدة في زَمكاني ثُناءي الأبعاد، لأنشئ **نتوءا مستديرا ن3**.
سَنتحوَّلُ إذن من فضاء ذي بعدين إلى آخر ذي ثلاث أبعاد، أيَ أننا قمنا بعملية **حزم** (*).
تُمثل هذه **الحصيرةُ** صورةً مُعبرة عن هذا التحول من فضاء ثناءيٍّ الى ثلاثيٍّ الأبعادِ.
لكل نقطة **(أ، ب)** لشيء في السطح المُستوِ نُقيم خيطا **ت**. الشيء الثلاثي الابعاد المحصل عليه نسميه **حزمة**. علينا أن نتخيل عالما حيث تنغلق ألياف الحصائر حول نفسها (وتصبح بالتالي غير صالحة للاستعمال). باختصار نستطيع أن نتخيل فضاءنا رباعي الأبعاد الذي نعيش فيه (ثلاثة تمثل الأبعاد وواحدة تمثل الزمن) نتوءا مستديرا ذي أربعة أبعاد ن4.
نستطيع إعادة العملية مرة أخرى "زرع وانماء ليف جديد في كل نقطة" تنغلق حول نفسها. سنحصل إذن على نتوءا مستديرا ذي خمسة أبعاد ن5. تَتِمُّ **حركات نقطنا المادية النسبية** في هذا الفضاء الخماسي الابعاد.



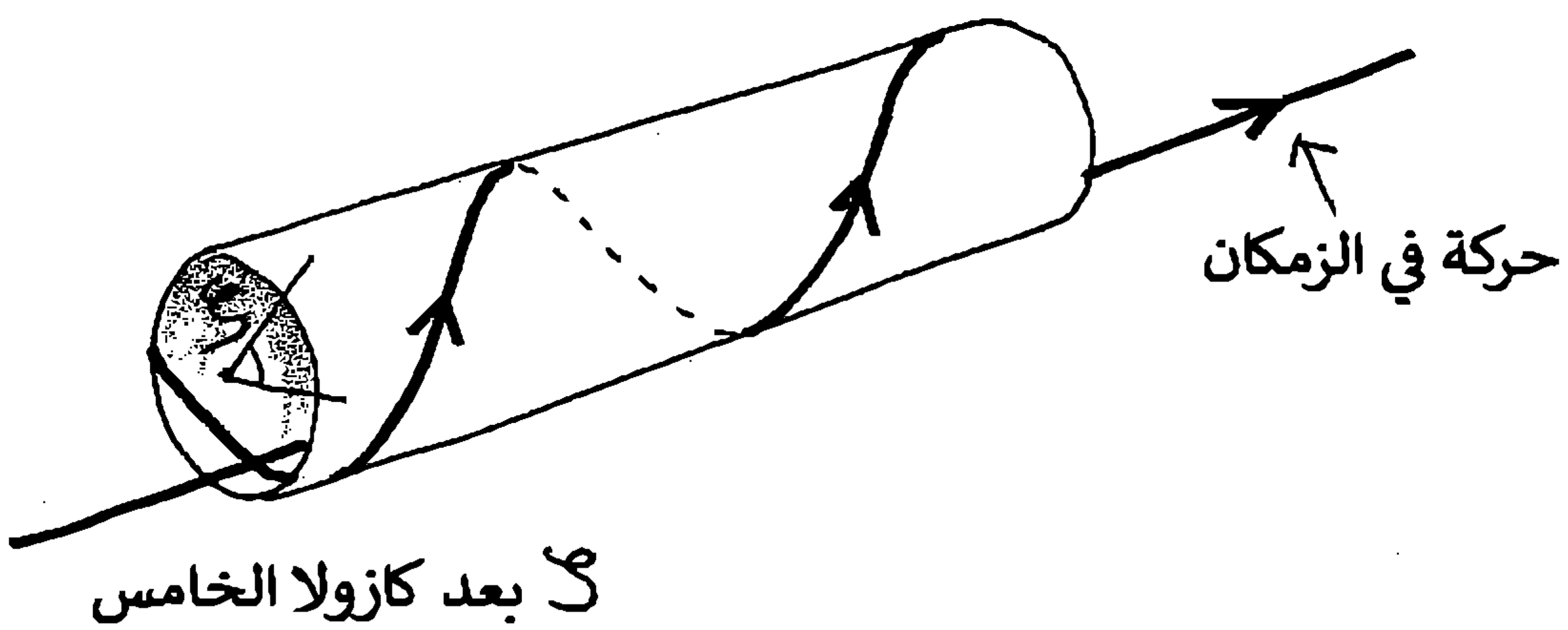


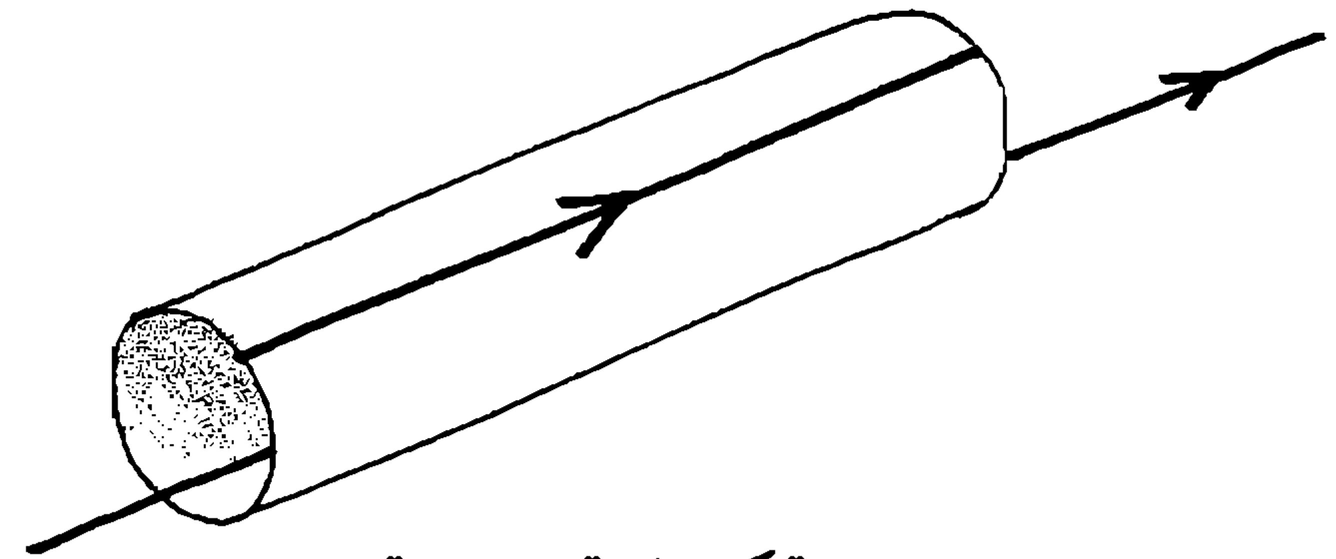
(*) بالإنجليزية: BUNDLE

فضاءُ كالوزا

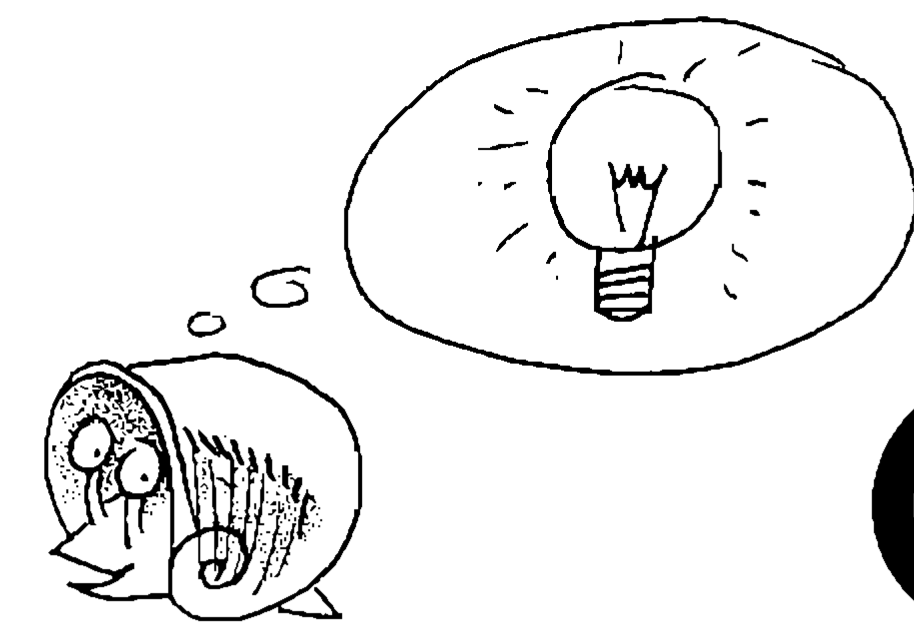
نَعرفُ مُسبقا أن **الفيزياء** هي **الهندسة**. إن تَسجيل حَركةِ جُسيم ما في سطح فائق ذي خمسة أبعاد يُعادل اعتبار نقطة مادية نسبية مشحونة كهربائيا بشحنة **ش**. وعلى اعتبار هذا البعد الخامس، المسمى **بعد كازولا**، مغلق حول نفسه يفضي إلى كون هذه الشحنة لا يمكنها أن تكون سوى قيم صحيحة طبيعية **(الكَمِّيَة الهندسية)**. نستطيع أن نقلص أبعاد فضاء ما إلى نقطة واحدة. إذن، ستَقتصِرُ حَركة نقطة مادية نسبية مشحونة كهربائيا إلى مُنحنى لولبي:

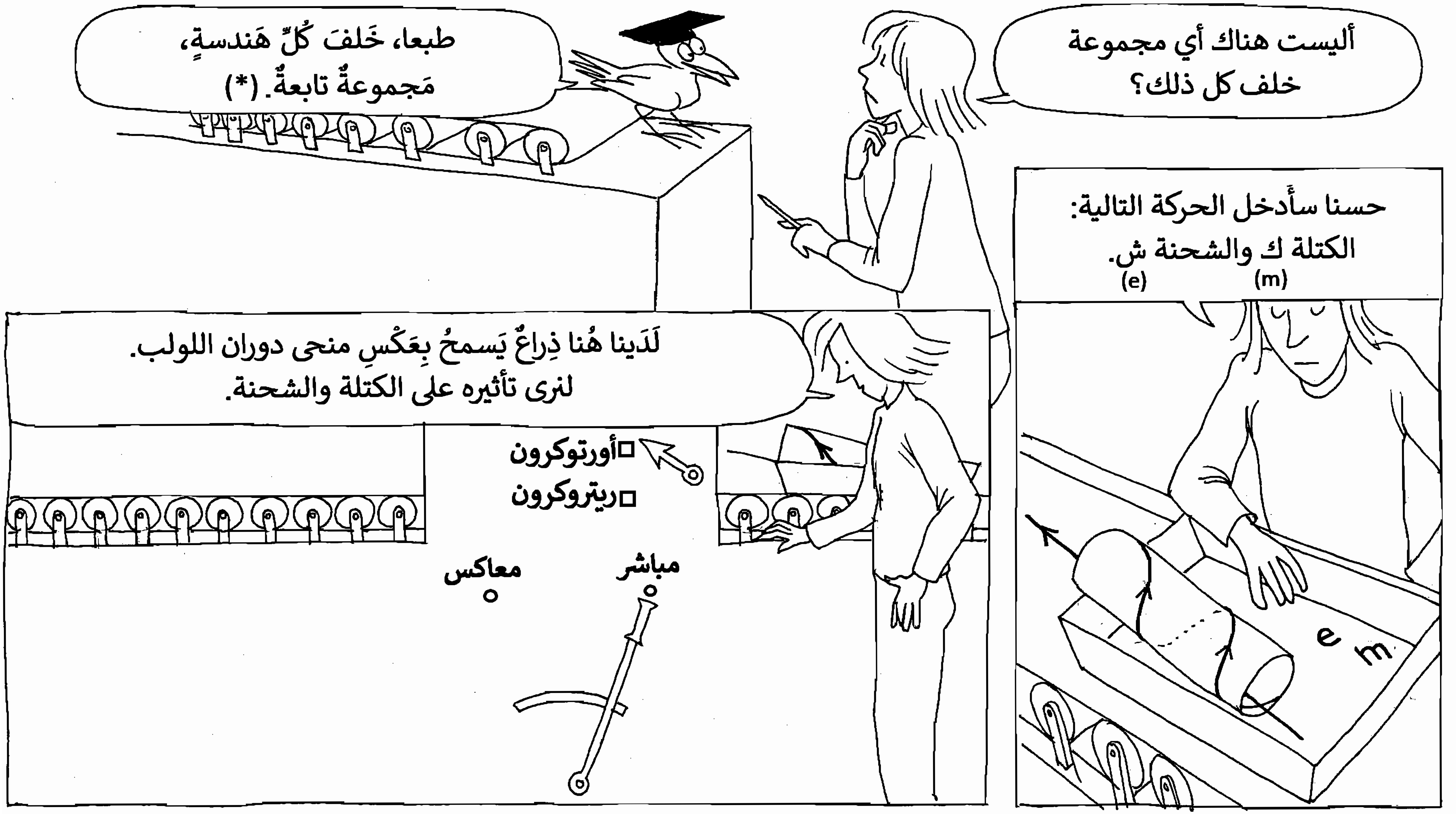
الإدارة.



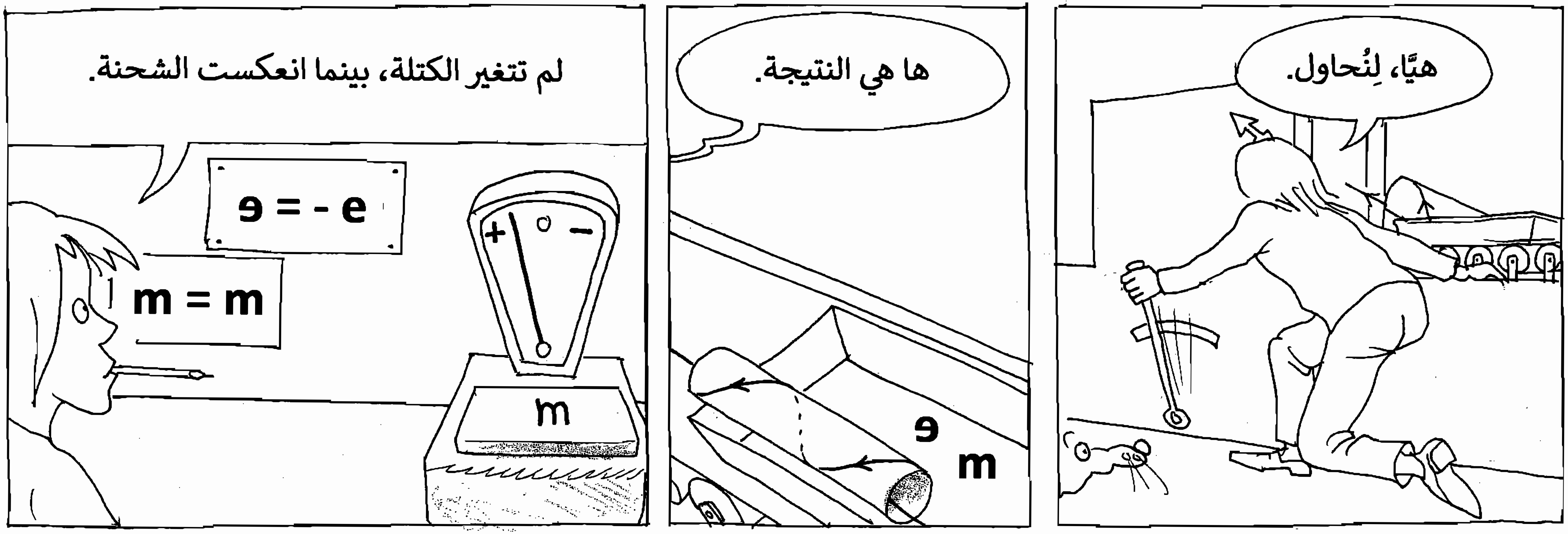


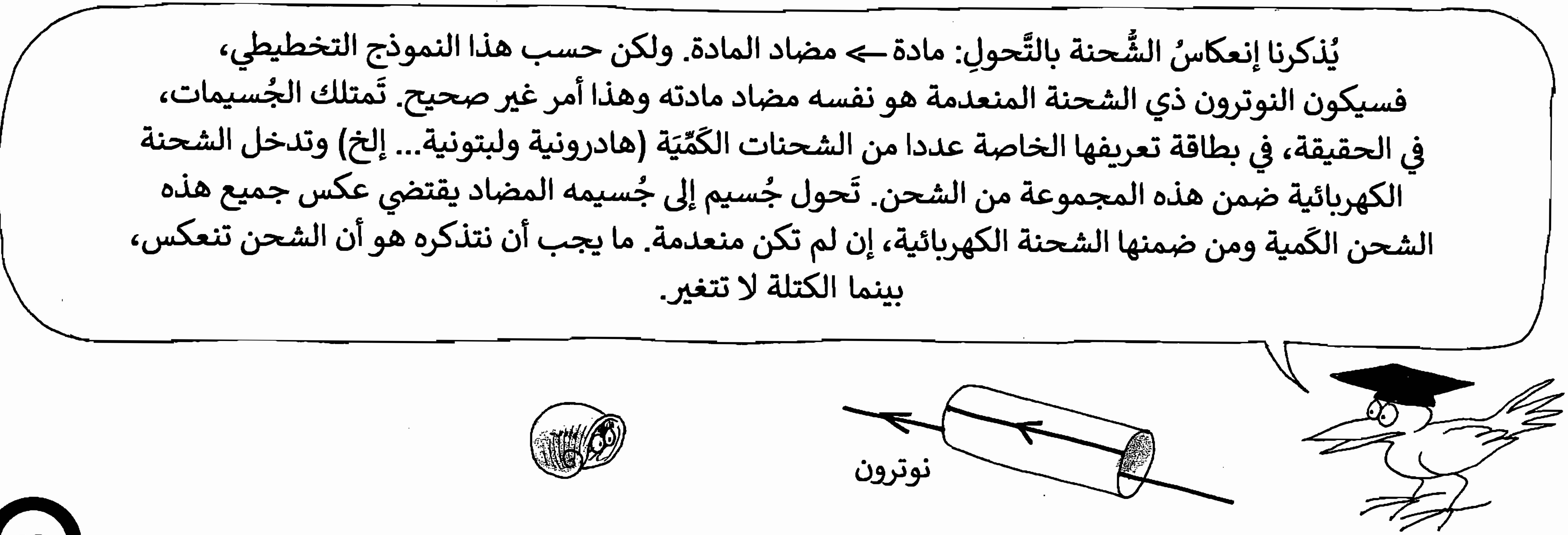
آه، لقد فهمت. سَبَبُ المَنحى الالتفافي في المنحنى اللولبي هو الشحنة الكهربائية.





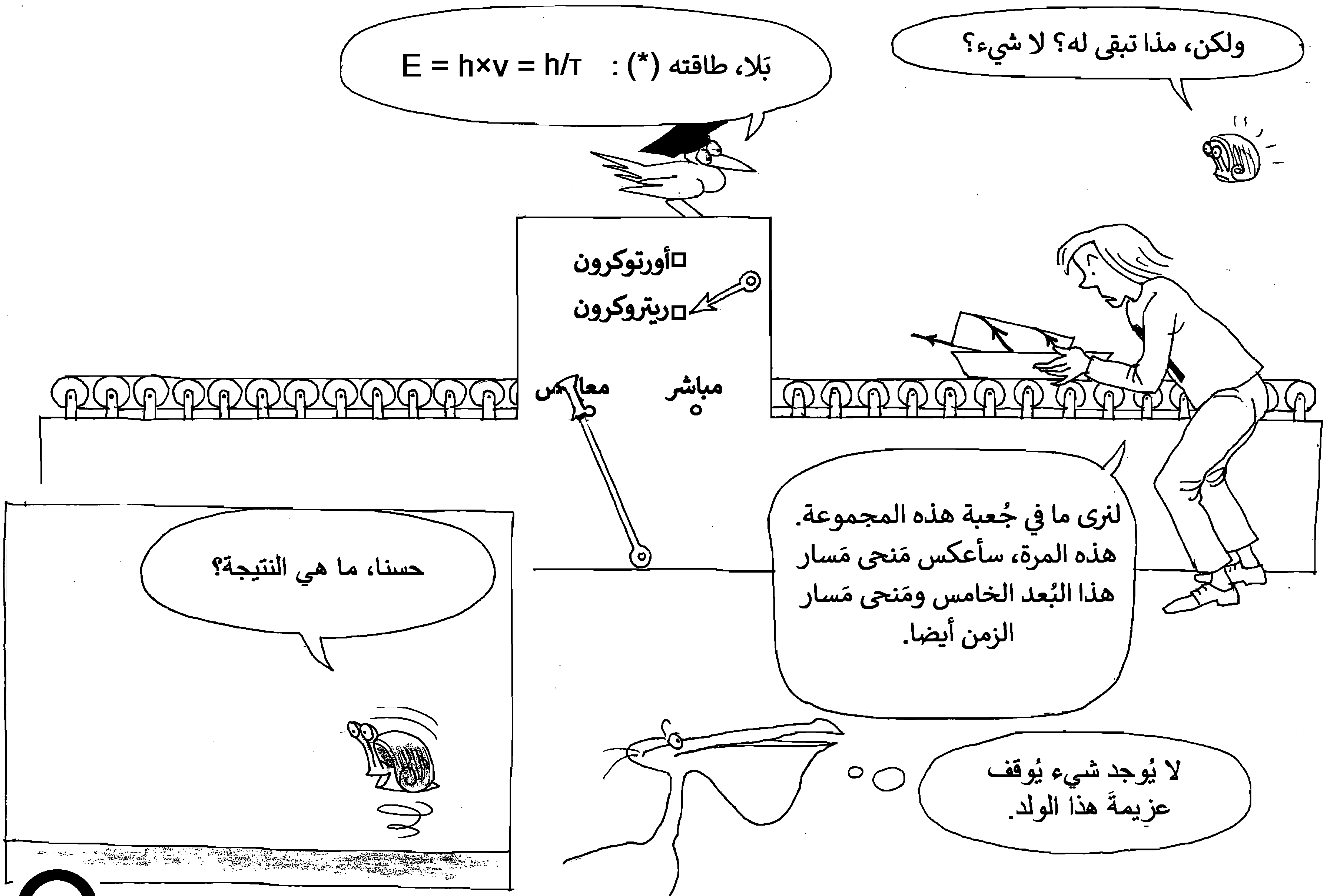
(*) مجموعة بوانكاري الممتدة


هيَّا، لِنُحاول.
ها هي النتيجة.
ɘ
m
لم تتغير الكتلة، بينما انعكست الشحنة.
ɘ = - e
m = m
m


يُذكرنا إنعكاسُ الشُّحنة بالتَّحولِ: مادة ⟵ مضاد المادة. ولكن حسب هذا النموذج التخطيطي، فسيكون النوترون ذي الشحنة المنعدمة هو نفسه مضاد مادته وهذا أمر غير صحيح. تَمتلك الجُسيمات، في الحقيقة، في بطاقة تعريفها الخاصة عددا من الشحنات الكَمِّيَة (هادرونية ولبتونية... إلخ) وتدخل الشحنة الكهربائية ضمن هذه المجموعة من الشحن. تَحول جُسيم إلى جُسيمه المضاد يقتضي عكس جميع هذه الشحن الكَمية ومن ضمنها الشحنة الكهربائية، إن لم تكن منعدمة. ما يجب أن نتذكره هو أن الشحن تنعكس، بينما الكتلة لا تتغير.
نوترون

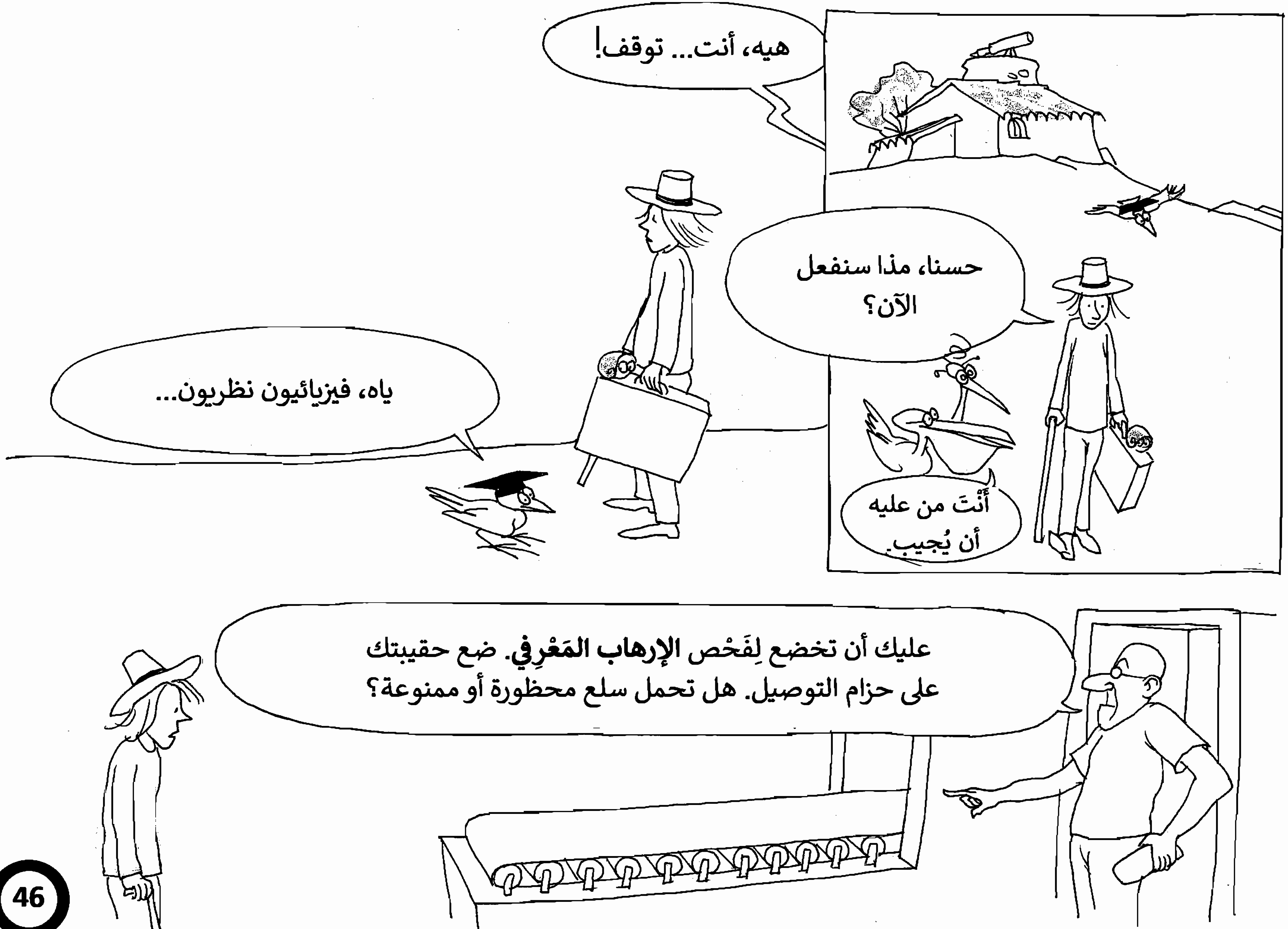

المهم هو أن لِمُضادِ المادة كُتلة مُوجبة.
لمذا لا نُضيف أبعادًا جَديدةً حتى نُظهر جميع أوجه الجسيمات؟
من السَّهل قَولُ ذلك، قد تجد الحل عند أصحاب نظرية الحبال. نجحت الإلكترومغناطيسية والشُّحن الكهربائية مع البعد الخامس فقط. ولكن، بما أن البعد الخامس ينعكس تلقائيا عندما نشرع في التماثل الحملي(*) التي يمكن أن نمثلها كصورة هندسية ملاءمة للتماثل مادة-مادة مضادة.
إذن لكل جسيم مُضاده الخاص، فحتى لو كانت شحنته الإلكترونية منعدمة فيتبقى له أحماله الكَمية التي يمكن ان يعكسها التماثل الحملي.
الحالة الخاصة الوحيدة هي الفوتون.
لمذا؟
لأن جميع أحماله الكَمِّيَة مُنعدمة.

(*) C-symétrie

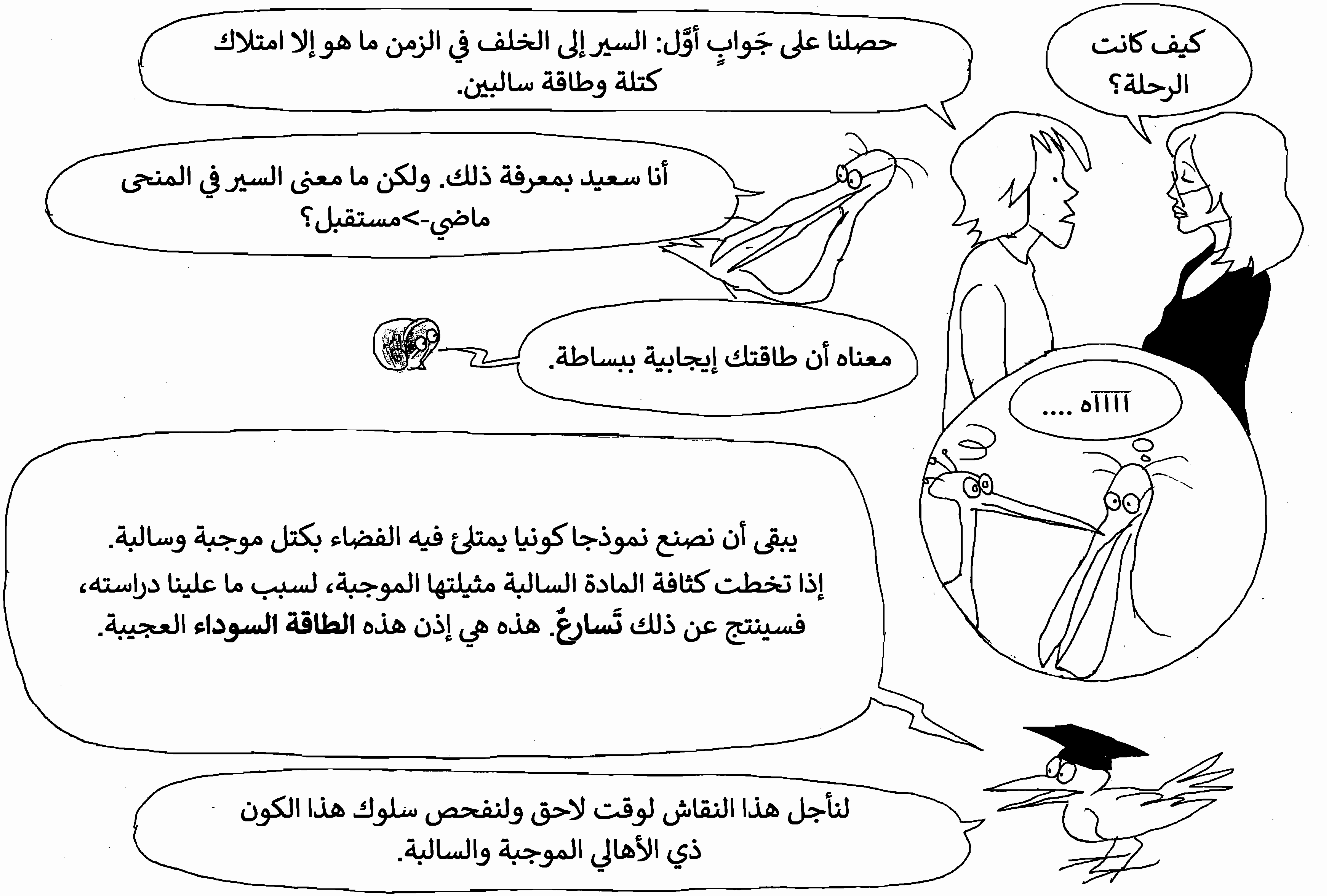


(*) ومحوره أيضا، أنظر الملحق 2


شحنة معكوسة $\overline{m}$ وكتلة معكوسة $\overline{e}$ أيضا. معنى هذا اننا حصلنا على مضاد المادة ذي كتلة وطاقة سالبين. أي أن التناظر مادة-مادة مضادة موجود أيضا في عالم الكتل السلبية. حسنا مذا بعد هذه الكتل والطاقات المعكوسة، كيف تبدو هذه المادة الأخرى؟
$\overline{m}$ $\overline{e}$
خلاصة: سَنَجد هذه الازدواجية **مادة-مادة مضادة** في عالم **الطاقات السلبية** أيضا، حيث تستطيع مادة سلبية أن تلغى مع مضادها، ونفس الشيء بالنسبة للكتل السلبية وينتج عنها فوتون ذي طاقة سالبة.
حسنًا... حسنًا، نحن نسبحُ في عالم الخيال وأنا أوافقك على كل شيء. ولكن، كيف تبدو هذه الجسيمات ذات الطاقة السالبة؟
سنجد بروتونات $\overline{p}$ والكترونات $\overline{e}$ ونوترونات $\overline{n}$ ونيوترونات $\overline{v}$ إلخ . وكلها ذات طاقة سالبة.


حسنا، مذا سنفعل الآن؟
أنتَ من عليه أن يُجيب.
هيه، أنت... توقف!
ياه، فيزيائيون نظريون...
عليك أن تخضع لِفَحْص **الإرهاب المَعْرِفي**. ضع حقيبتك على حزام التوصيل. هل تحمل سلع محظورة أو ممنوعة؟

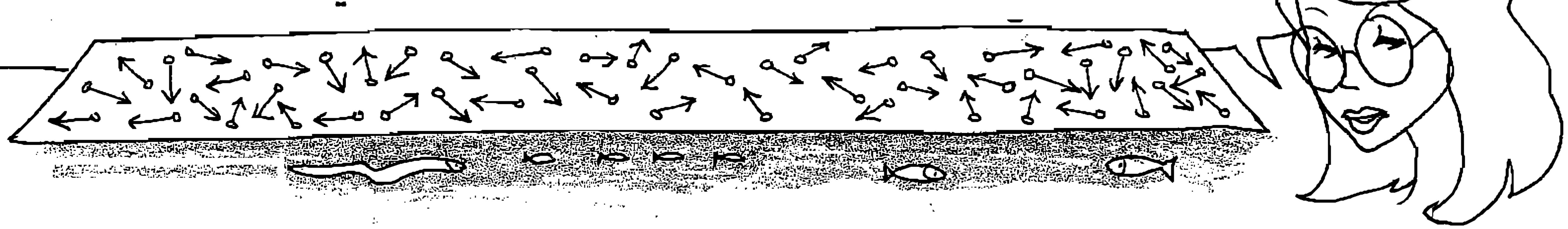

لا جُسيمات ذات طاقة سلبية؟
حسنا، تقدم الآن نحو الجسرية الأمنية.
!!!!
قف !
أعتقد أن المشكل في حزامك.
لقد ارتديتهُ بِصعوبة بالغة هذا الصباح. بِه نصف دورة.
البسه بشكل صحيح. أنت تعلم أن نقل أشياء غير قابلة للتوجيه ممنوع.



(*) وجود كتل وطاقات سالبة "هياكل النظم الديناميكية" 1972، مراجعة الموقع: www.jmsouriau.com

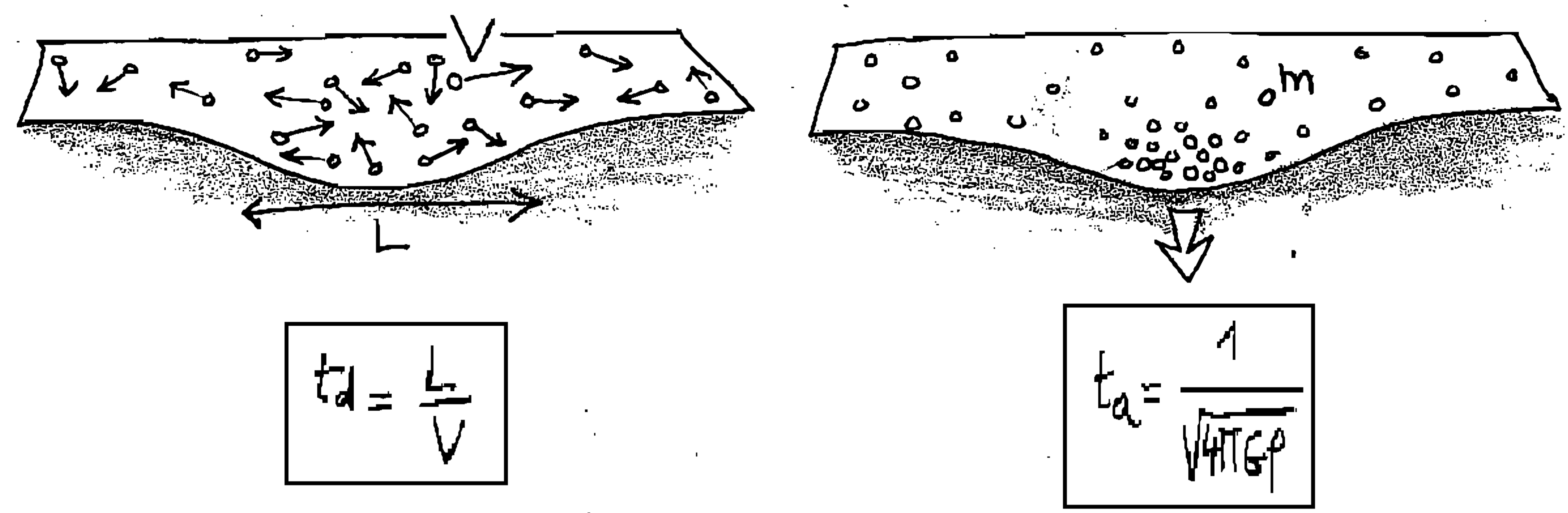
شرحُ الهياكل العملاقة.

لقد سبق أن تكلمنا في ألبوم **ألف مليار شمس** (1986) ظاهرة أساسية في علم الفيزياء الفلكية: "عدم الاستقرار الجاذبي" أو "عدم الاستقرار جين" (الصفحات 12 إلى 23)، سوف نستعير الفكرة مع تغيير طفيف في النموذج. ستُمثل المادةُ بكُرَيَّات رَصاصية مُتناثرة فوق سِجَّاد واسع، رخو ومرن، مُغطى بطبقة من الماء. تتحرك هذه الكريات بحرية فوق هذا السطح بسرعة عشوائية أي **سرعة التحريض الحراري** لهذا الوسط الثنائي الأبعاد.

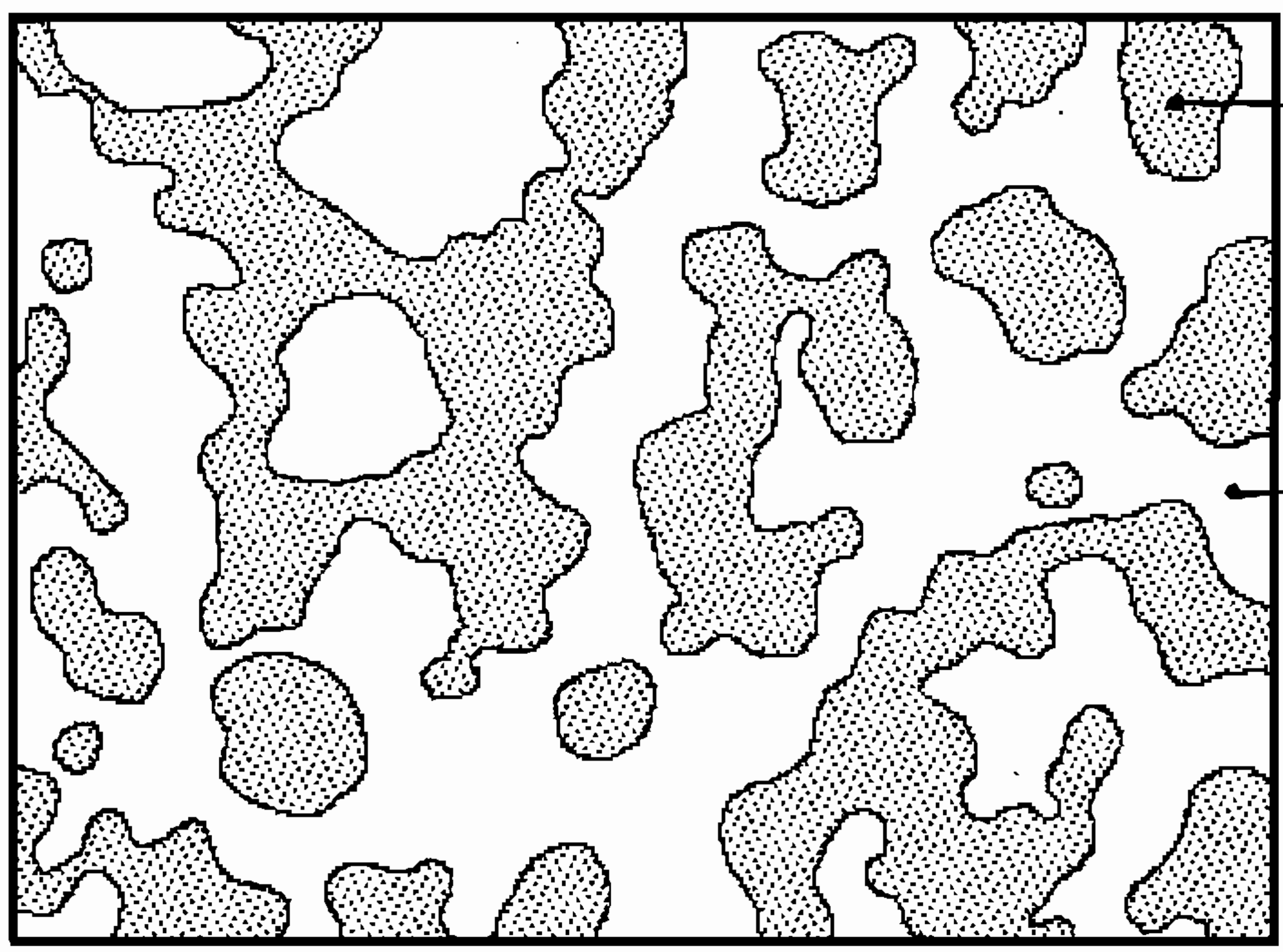


عندما يَحصلُ تَجَمُّعٌ وتَكَثُّف مَحلّيٌ للمادة، فهي تجذب المادة المجاورة (**ظاهرة التراكم**). زمن نمو هذه النطفة هو زت: $\frac{1}{\sqrt{\rho}}$، حيث تمثل ρ الكثافة.

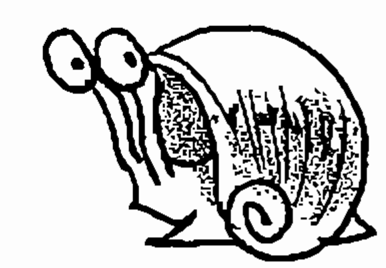
بالمقابل ستؤول هذه الكتلة للزوال والاندثار في الزمن زز: $\frac{\text{م}}{\text{س}}$ $\boxed{t_d = \frac{L}{V}}$



الحرارة المطلقة معرفة حسب المعادلة التالية: $\boxed{\frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}mV^2}$، حيث k هو ثابت بولتزمان $(1.38\,10^{-23}$ MKSA$)$

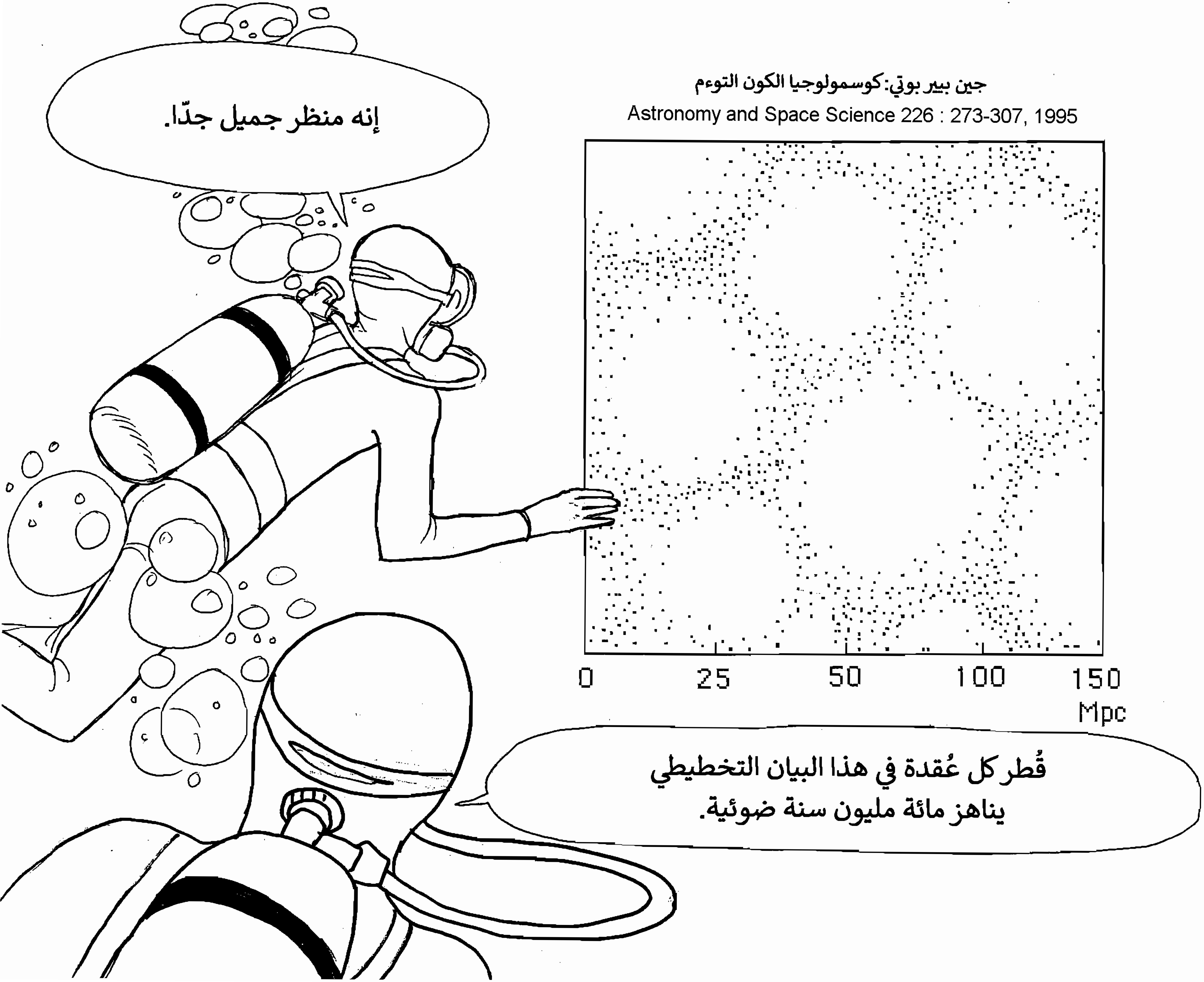


جين بيير بوتي: مشكل الكتلة المفقودة
Il Nuovo Cimento B Vol. 109 July 1994, pp. 697-710

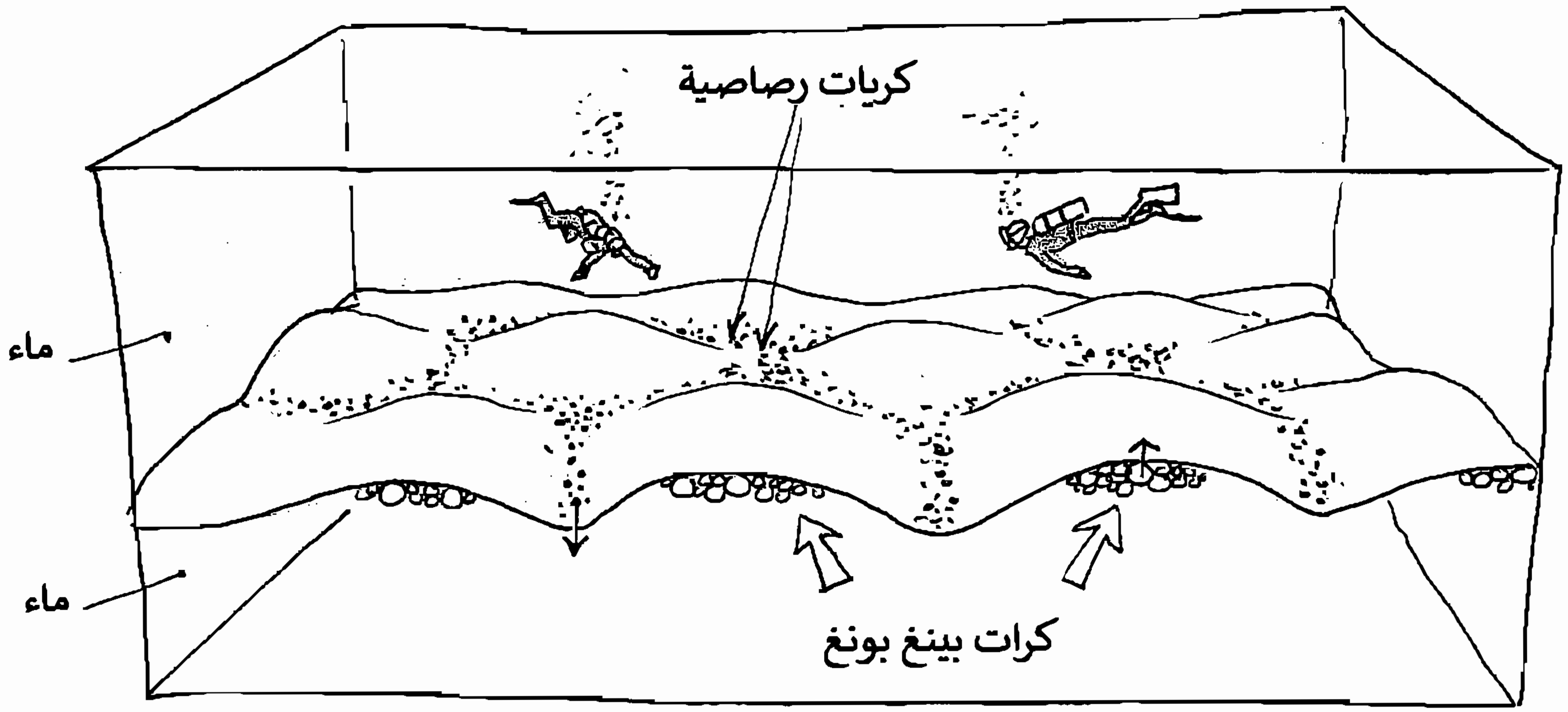


(*) السير جيمس جين، عالم فيزياء فلكية إنجليزي (1877-1946)

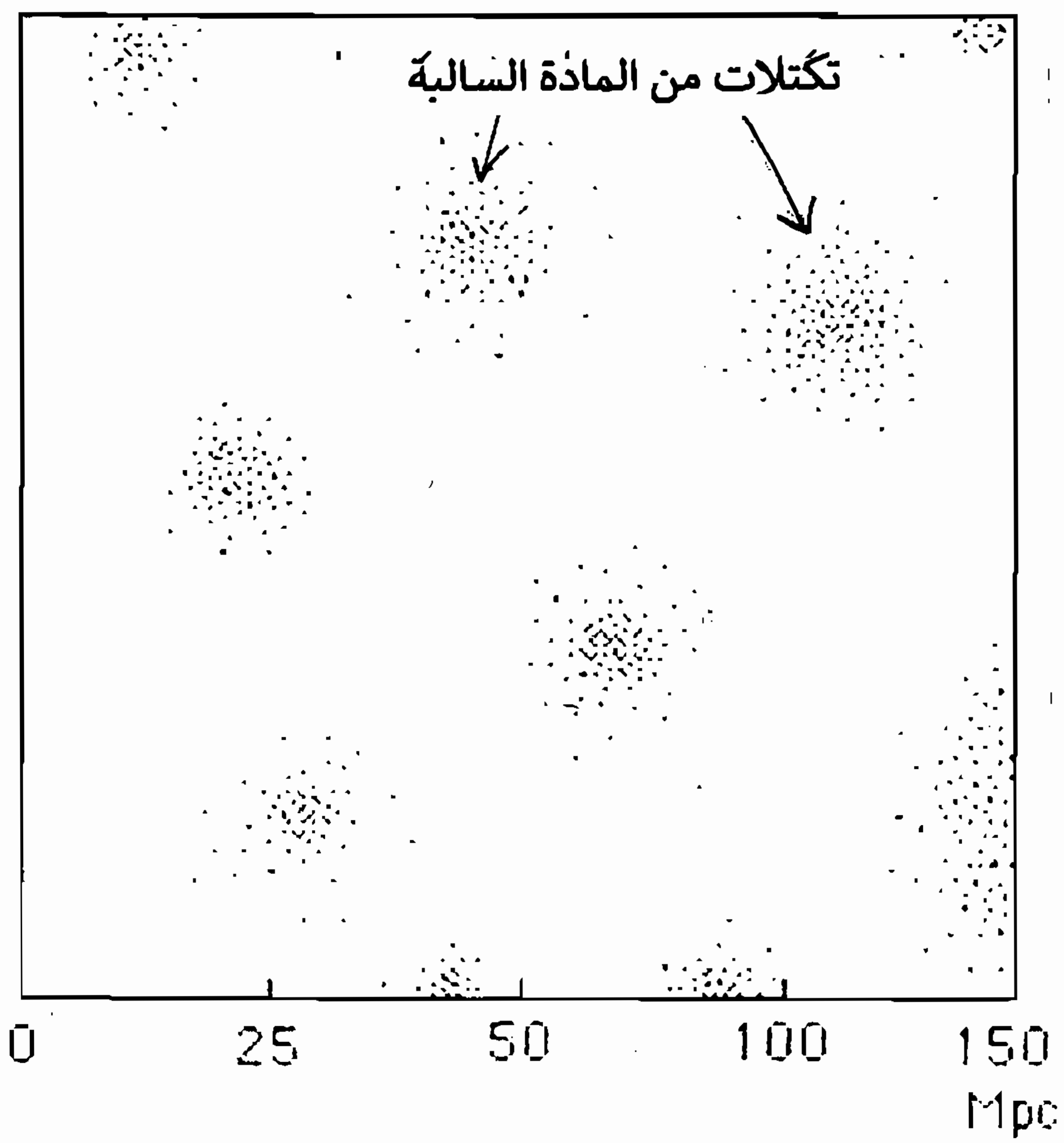

مذا تفعلين؟
إستعد، سَنُغَيِّرُ النموذج.
ماهي قواعدُ هذه اللعبةُ الجديدة؟
الأمر بسيط: المادة هي دائما تلك الكُرَيَّات الرصاصية.
من الواضح أن المادة تنتشر وتتوزع بين هذه النتوءات التي تبدو وكأنها تظهر من أي مكان.
وكأن شيء ما قد رفع السطح.
إن التجمع الثاني، الأهالي ذوي الكتل السالبة، هو المسؤول عن انتشار المادة في هذا النوع من الأودية، في المناطق المنخفضة.



إنه منظر جميل جدّا.
جين بيير بوتي: كوسمولوجيا الكون التوءم
Astronomy and Space Science 226 : 273-307, 1995
0
25
50
100
150
Mpc
قُطر كل عُقدة في هذا البيان التخطيطي
يناهز مائة مليون سنة ضوئية.



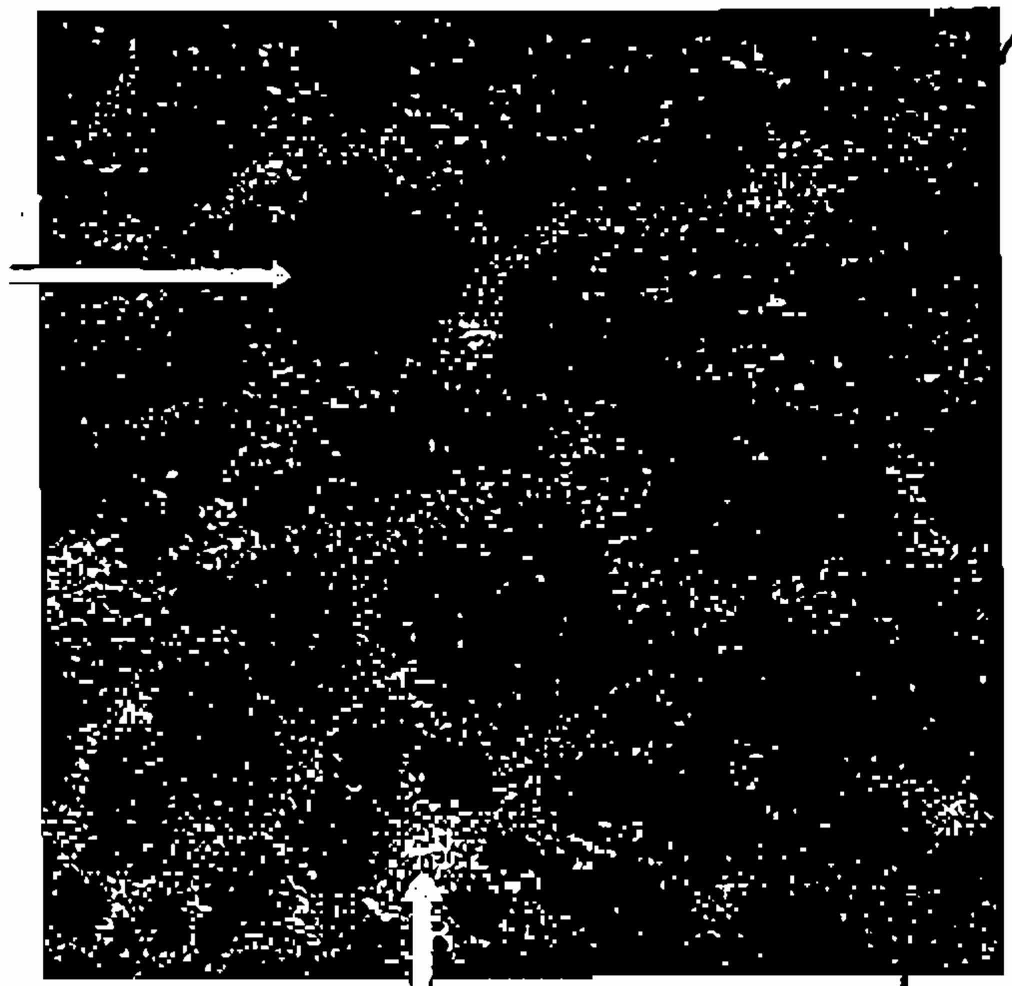
الهدف من هذا النموذج هو توضيح مفهوم عدم الاستقرار الجاذبي المشترك الذي يهم خليطا من الكتل الموجبة والسالبة وذلك عندما تكون كثافة الكتلة السالبة ρ أهم وأكبر.



سَتُشَكِّلُ تَكَتُّلاتها بشكل أسرع وستفرض هيكلها في الكون على نطاق أوسع. الغشاء المطاطي يذكرنا باستحالة رؤيتها من طرف ملاحظ ينتمي للكتل الموجبة. في الأسفل على اليسار هذا ما سيراه ملاحظ ينتمي للكتل السالبة والذي لن يشاهد مادتنا الخاصة، لاتي ستكون خارج نطاق الرؤية، والتي ستتوزع بطريقة غير كاملة على شاكلة فقاعات الصابون المجاورة حول الفراغات التي قطرها مائة مليون سنة ضوئية.

لقد أُنْجِزَت في 1992 مُحاكاتٌ رَقميةٌ لخليط من مادتين أعطت نتائج وصور توافق ما تم رصده ومشاهدته، بينما نتج عن النموذج الكلاسيكي، رغم إضافة قوة المادة الداكنة السلبية، **شكلا خيطيا** لا يوافق ما تم مشاهدته.

السريالية العلمية

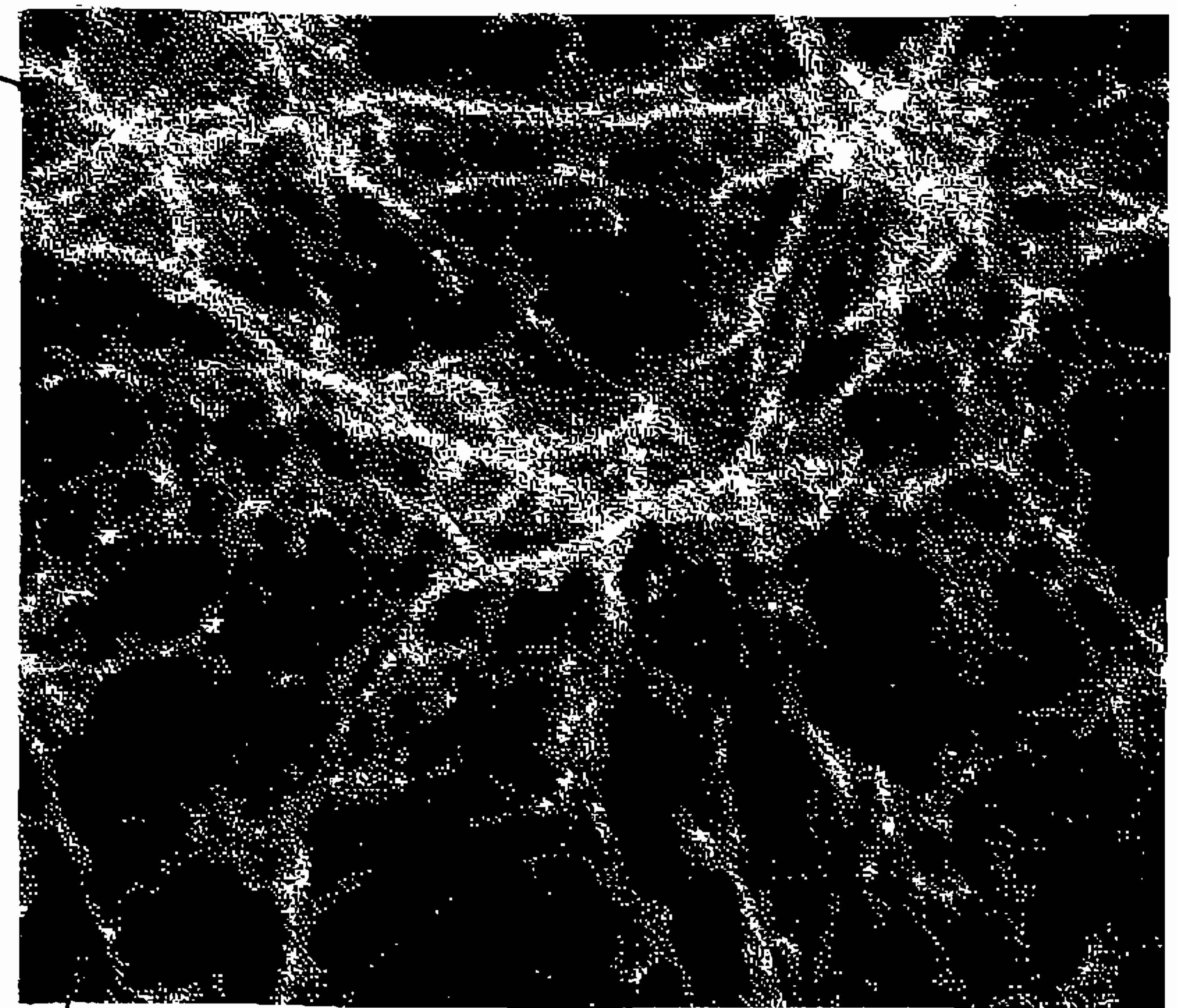


في الأعلى على اليسار: الجزء المرئي من الكون، ويتضح فيه المظهر الفراغي عاما بعد عام.

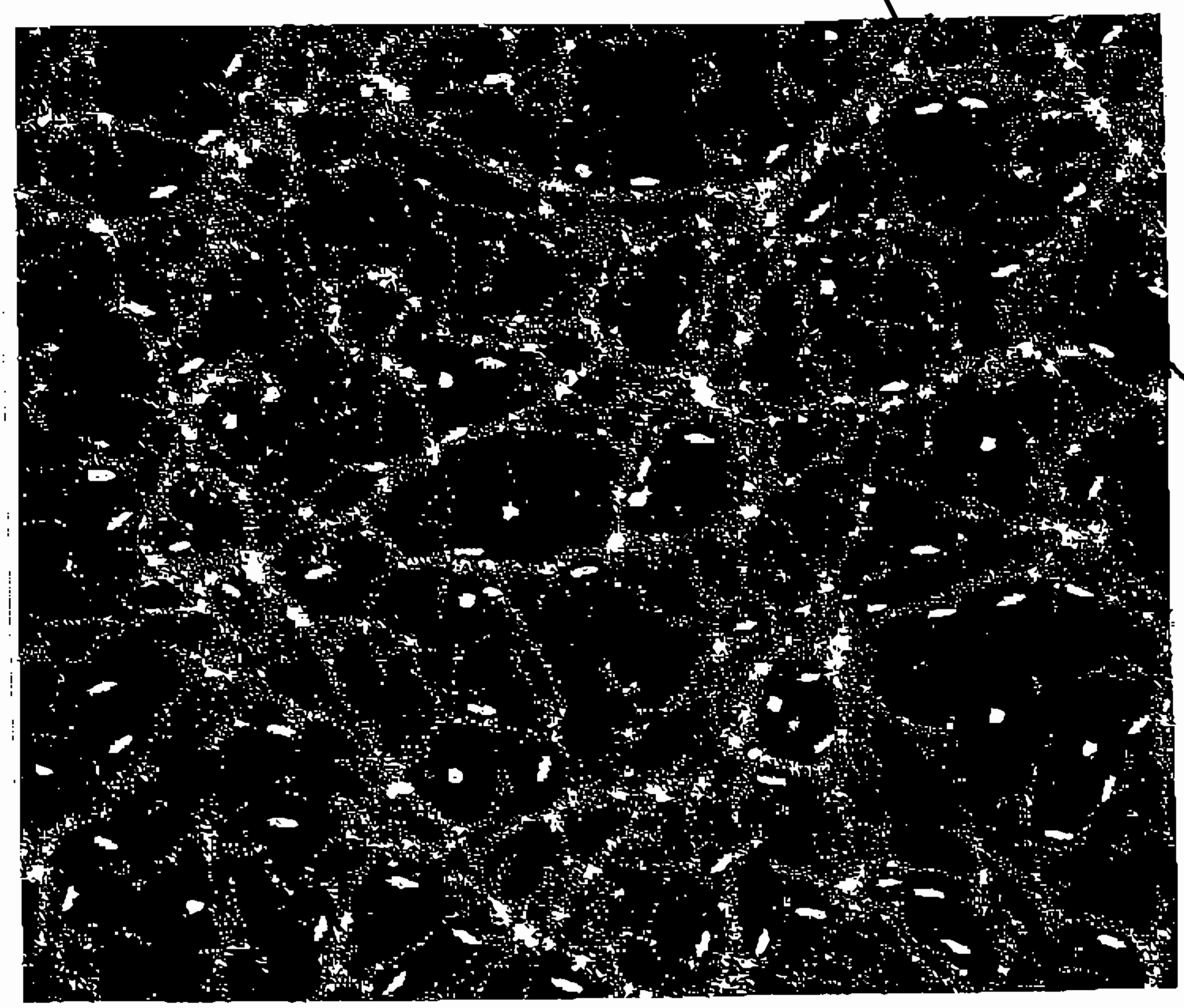
في الأسفل على اليسار: الجزء غير المرئي من الكون، المستنتج من فك شيفرة التأثير الجزئي للعدسة الجاذبية.

في الأعلى على اليمين: نتائج محاكات المادة الداكنة الباردة وهي توافق تماما الملاحظات الثانية ولكن ليس ما نراه.

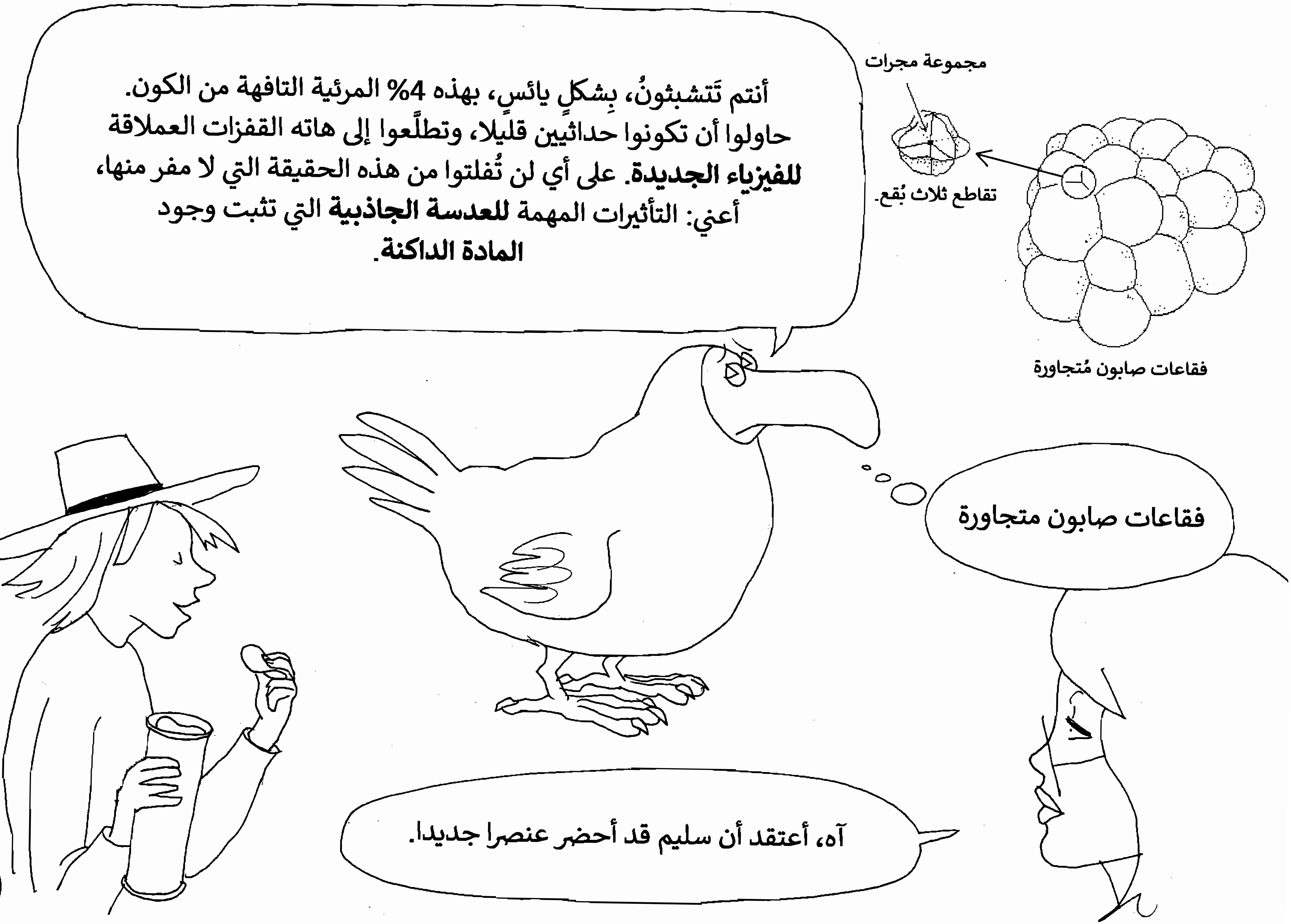
لم يتبق لنا سوى رسم خارطة الطاقة السوداء.



محاكات: الكون عندما كان عمره ملياري سنة.



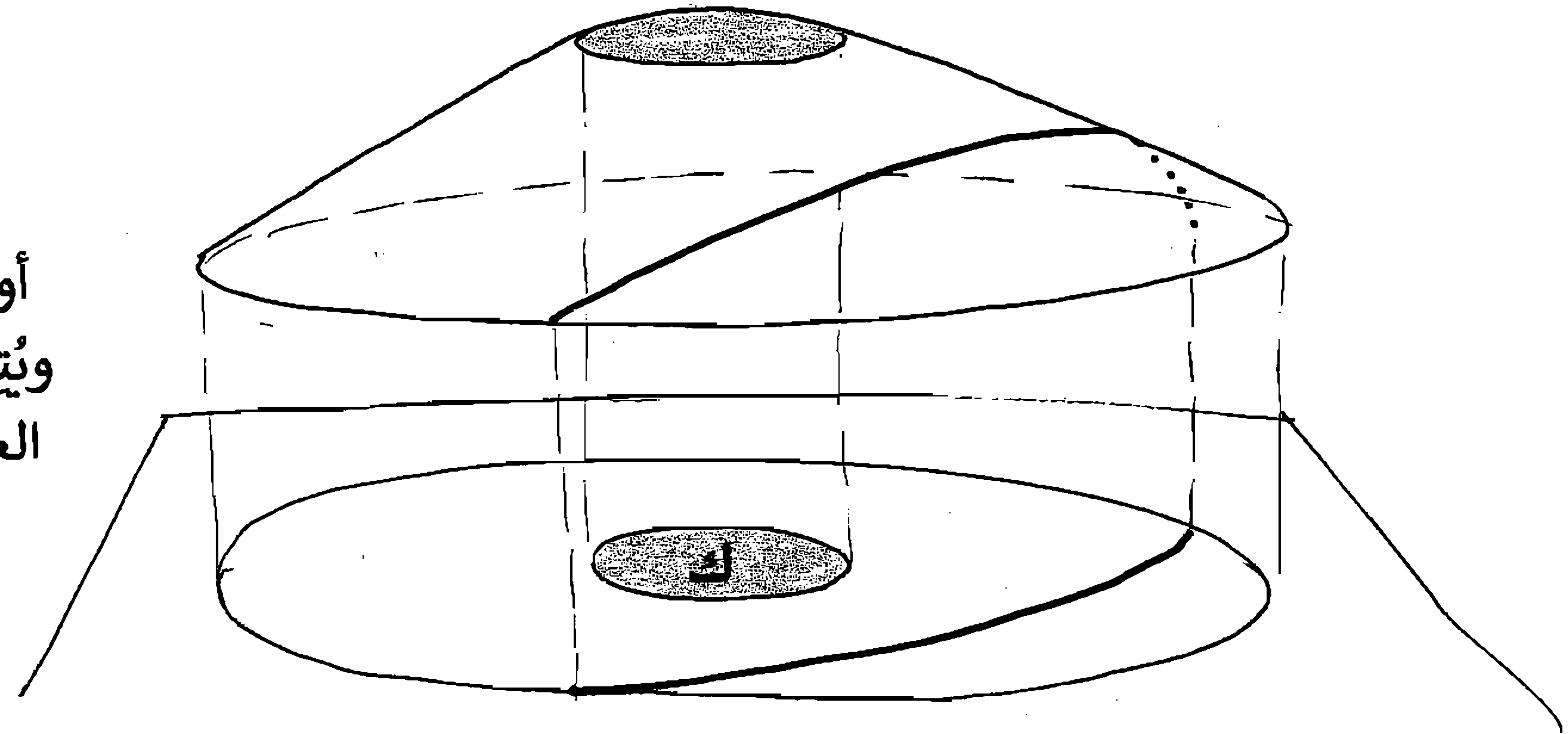
خارطة المادة المظلمة

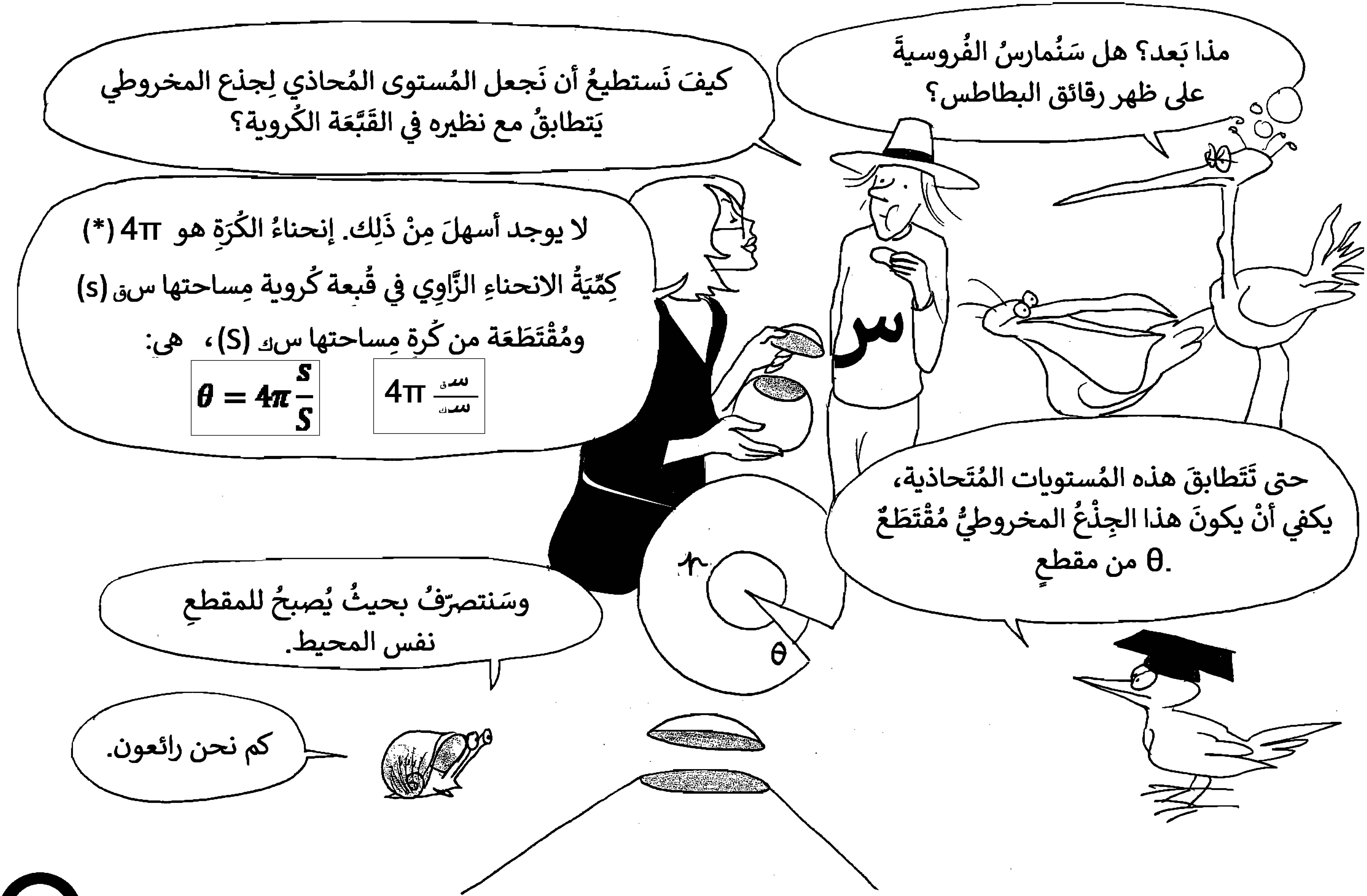

أنتم تَتشبثونُ، بِشكلٍ يائسٍ، بهذه 4% المرئية التافهة من الكون.
حاولوا أن تكونوا حداثيين قليلا، وتطلَّعوا إلى هاته القفزات العملاقة **للفيزياء الجديدة**. على أي لن تُفلتوا من هذه الحقيقة التي لا مفر منها،
أعني: التأثيرات المهمة **للعدسة الجاذبية** التي تثبت وجود **المادة الداكنة**.
مجموعة مجرات
تقاطع ثلاث بُقع.
فقاعات صابون مُتجاورة
فقاعات صابون متجاورة
آه، أعتقد أن سليم قد أحضر عنصرا جديدا.

تأثير عدسة جاذبية السّالب (*)

(*) للاختصاصيين: تَأثيرُ العدسة الجاذبية السالب هو الحَلُّ لمعادلة إينشتاين، وهو الشيء الذي لم يفكر فيه أحد سابقا. سنرجع لهذه النقطة بالتفصيل في الملحق. من أجل تفاصيل إضافية المرجو مراجعة: علم الكونيات الأكوان التوءم: علم الفيزياء الفلكية والفضاء لجين بوتي.
Jean-Pierre Petit : Twin Universe Cosmology : Astronomy and Space Science 226 : 273-307, 1995 et http://arxiv.org/abs/0801.1477

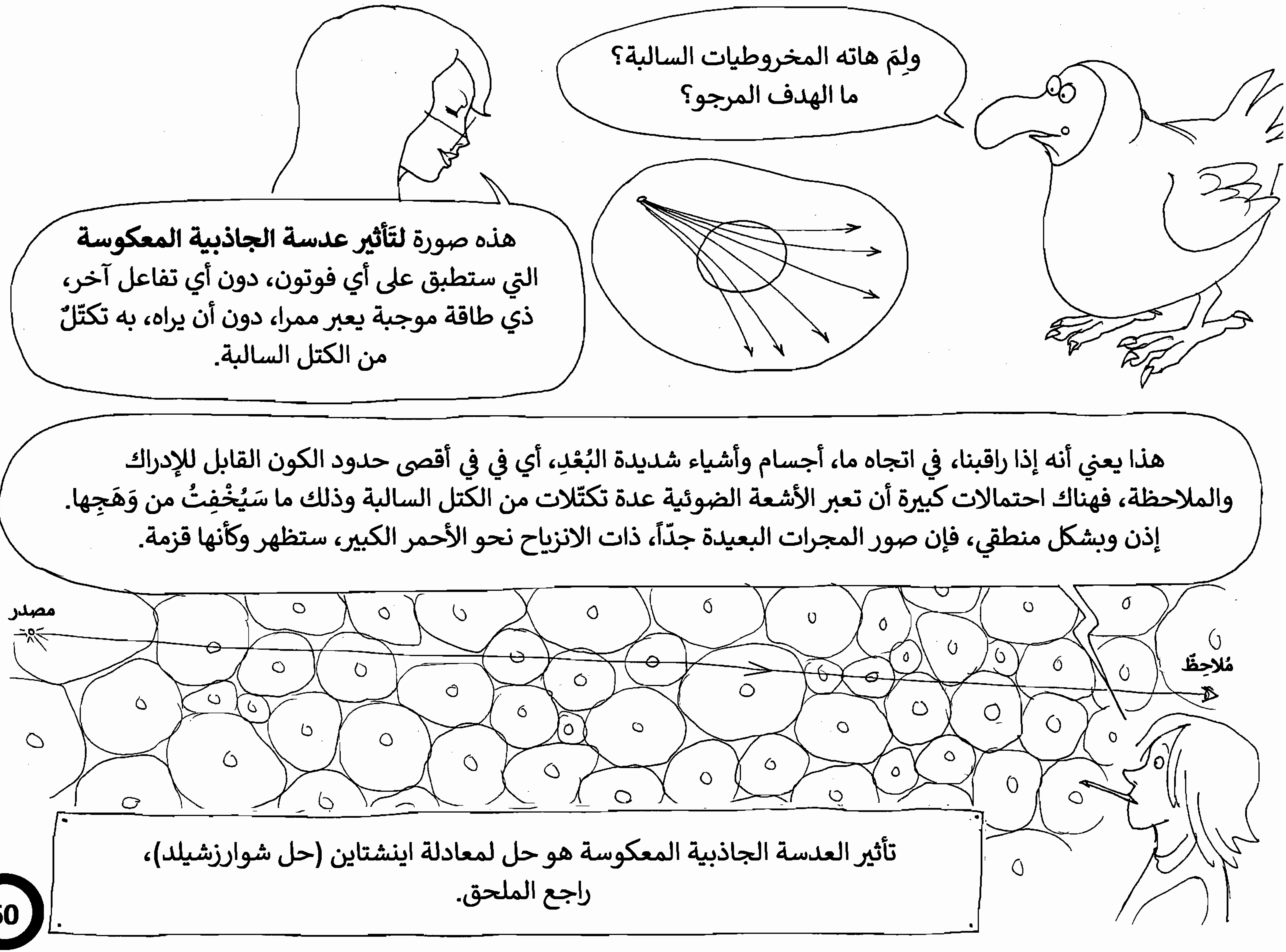
رأس المخروطي العكسي هو عبارة قُلُنْسوة أو قُبّعة، صغيرة وكروية الشكل، سطح منحني، ويُتِمُّها جِذْعُ المَخروطي، سطح اقليدي. الاسقاط العمودي يعطينا الانطباع بأن جسما في مسار ما يَتَعَرَّضُ لِجَذْبِ كُتلة ك.



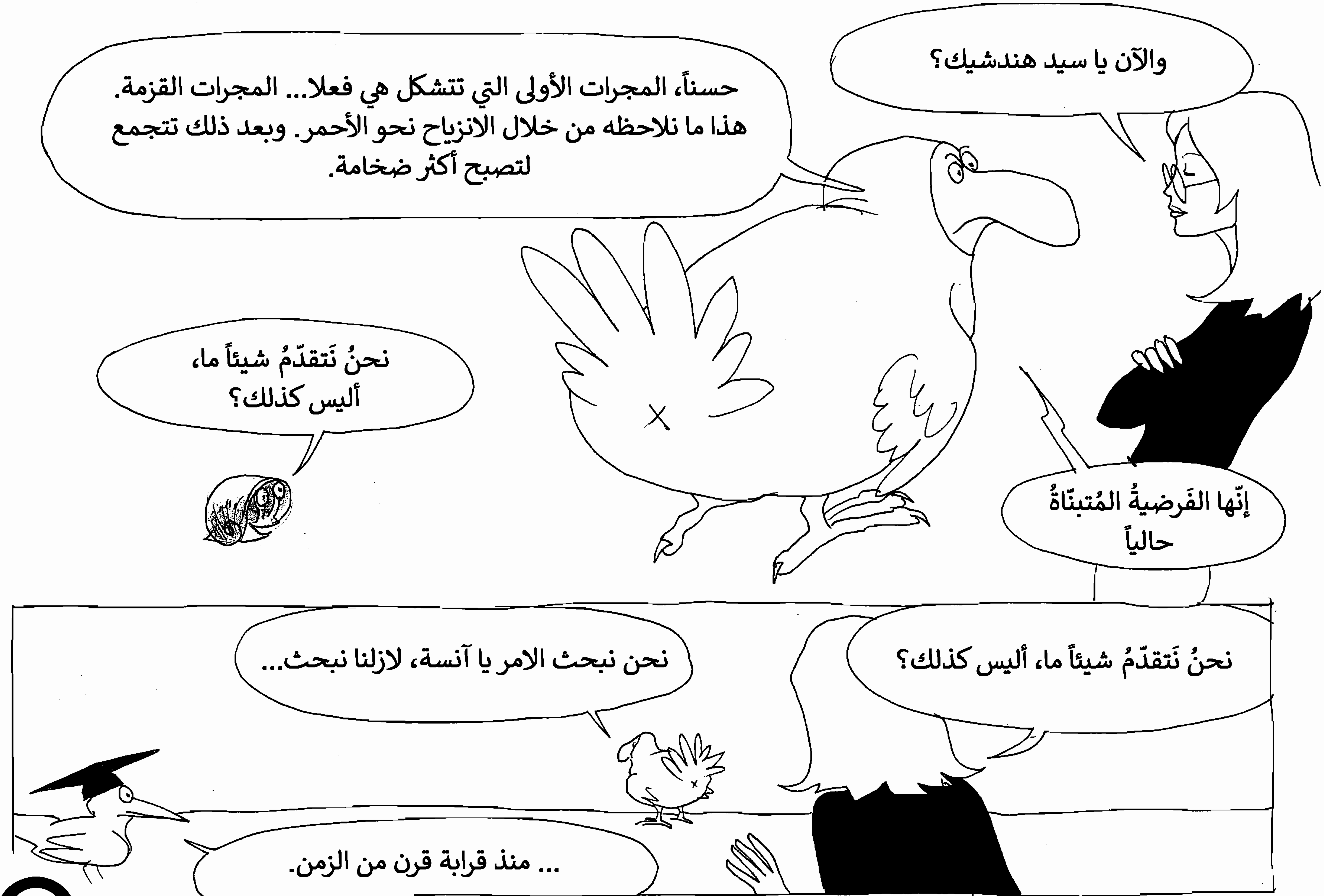


(*) راجع ألبوم الثقب الأسود: الصفحات 37 و38

(*) Posicône في المصدر.

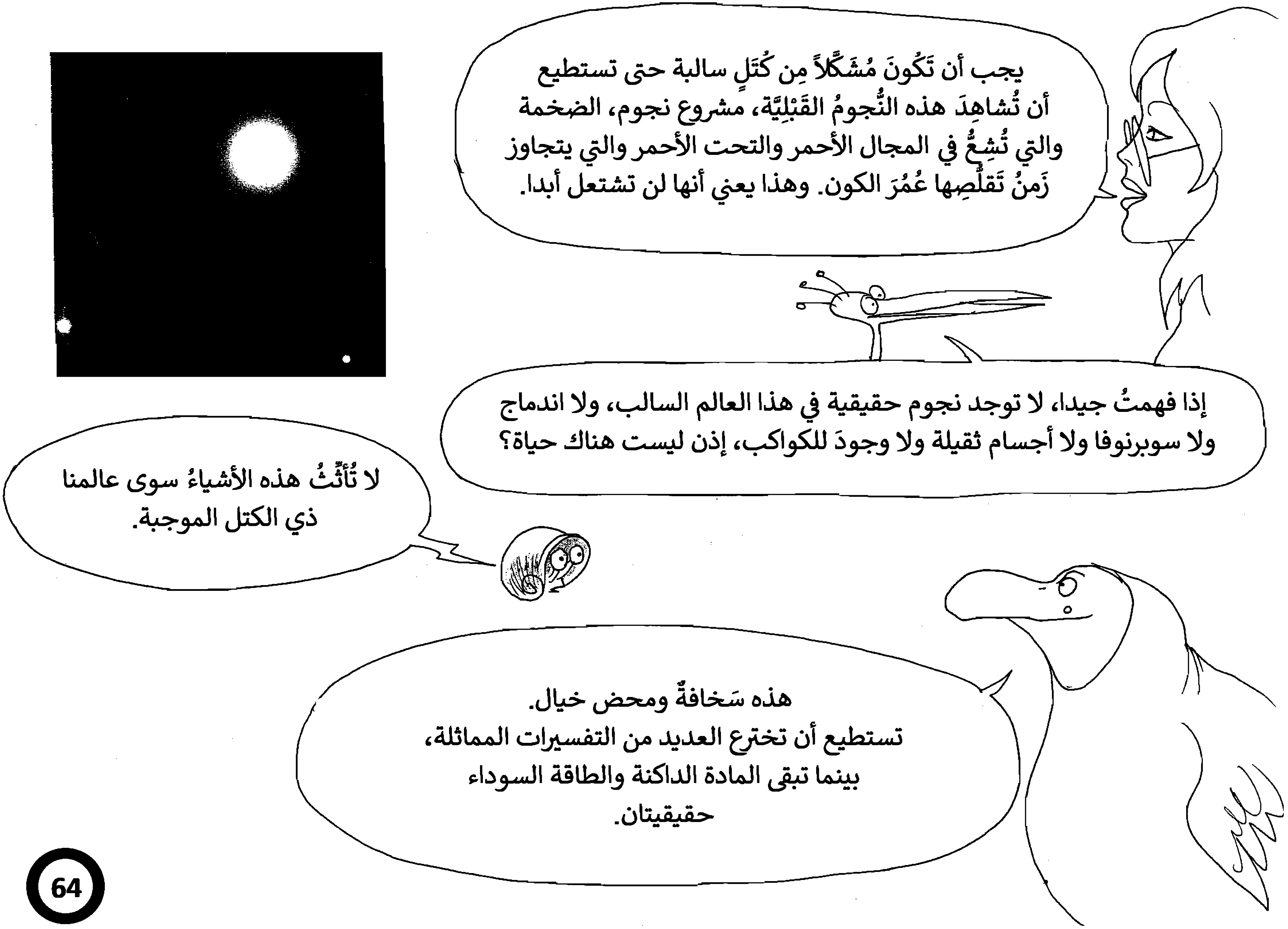


ولِمَ هاته المخروطيات السالبة؟ ما الهدف المرجو؟
هذه صورة لتأثير عدسة الجاذبية المعكوسة التي ستطبق على أي فوتون، دون أي تفاعل آخر، ذي طاقة موجبة يعبر ممرا، دون أن يراه، به تكتّلٌ من الكتل السالبة.
هذا يعني أنه إذا راقبنا، في اتجاه ما، أجسام وأشياء شديدة البُعْدِ، أي في أقصى حدود الكون القابل للإدراك والملاحظة، فهناك احتمالات كبيرة أن تعبر الأشعة الضوئية عدة تكتّلات من الكتل السالبة وذلك ما سَيُخْفِتُ من وَهَجِها. إذن وبشكل منطقي، فإن صور المجرات البعيدة جدّاً، ذات الانزياح نحو الأحمر الكبير، ستظهر وكأنها قزمة.
مصدر
مُلاحِظ
تأثير العدسة الجاذبية المعكوسة هو حل لمعادلة اينشتاين (حل شوارزشيلد)، راجع الملحق.

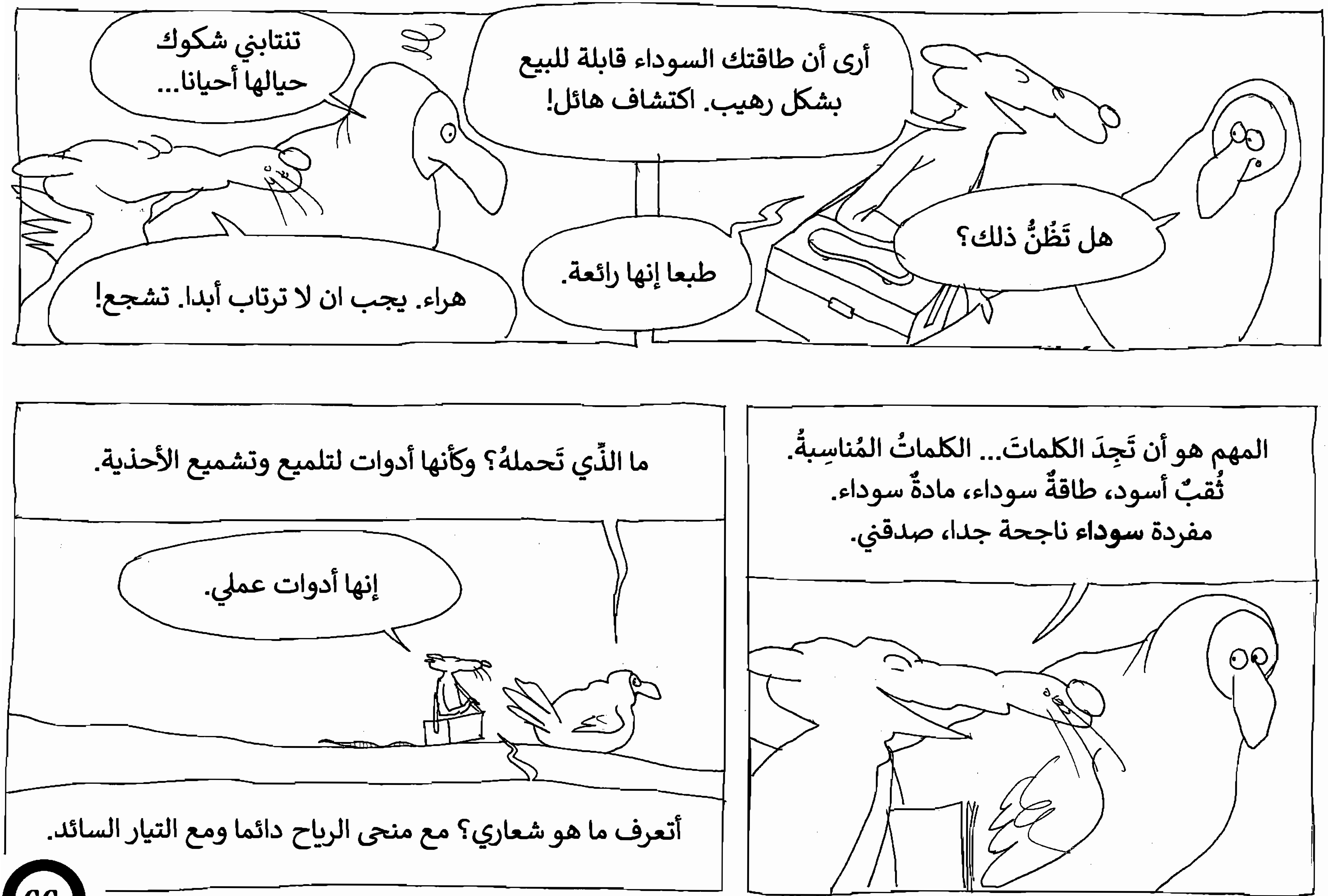

والآن يا سيد هندشيك؟
حسناً، المجرات الأولى التي تتشكل هي فعلا... المجرات القزمة. هذا ما نلاحظه من خلال الانزياح نحو الأحمر. وبعد ذلك تتجمع لتصبح أكثر ضخامة.
إنّها الفَرضيةُ المُتبنّاةُ حالياً
نحنُ نَتقدّمُ شيئاً ما، أليس كذلك؟
نحنُ نَتقدّمُ شيئاً ما، أليس كذلك؟
نحن نبحث الامر يا آنسة، لازلنا نبحث...
... منذ قرابة قرن من الزمن.

كيفَ تَتَكَونُ النُّجومُ؟


تَتَشَكّلُ النجوم في غبار من الغازِ في المجراتِ. سنرى لاحقا كيف تتكون الكتل النجمية أو قبل النجمية. عندما تبدأ عملية الاندماج، يَحرِقُ النجم وُقودهُ، أي الهيدروجين. كلما كانت كتلة النَّجمِ مُهمّةٌ كلما زادت سرعة احتراقه وكلما قَصُرَ عُمرُهُ. فمثلا، كوكب المشتري هو نجم فاشل، إنهُ يُشِعُّ ويَتقلّصُ ولكنه لن يَشتعلُ أبدا. عندما تكون الكُتلةُ كافية، أكبر مثلا من عشْرِ مَراتٍ كُتلة المشتري، سيكون هناك زمن كُمونٍ وخُمودٍ، وتبدأ بعده تفاعلات الاندماج.
كم سيستغرق ذلك من الزمن؟
لِيَكُن ش شُعاع النَّجم. سيتقلصُ التُّكتلُ حتى تصل درجة حرارته 3000°. عند ذلك سَيتأينُ وتُعاكسُ قِوَى الضَّغط هذا التقلص المتواصل. كمية الحرارة التي سَتُحَرّرُ، بالإشعاع، ستكون متناسبة مع حجم النَّجم أي مع مُكعب الشُّعاع. المِشعاع، أو المبراد، مساحته: ش² 4π $4\pi r^2$ زمن تَبديدِ هذه الحرارة، والذي يسمح بإعادة عملية التقلص، الذي ينتهي بالتفاعل الاندماجي، يتغيَّرُ إذن حسب جذر مكعب كتلة النجم، كالشعاع .
لقد سبق أن تكلمنا عن هذه التكتلات الكروية الشكل من المادة ذات الكُتلِ السَّالبة التي تتمركز في مراكز هذه المساحات الفارغة. كيف تتطور هذه الأشياء؟

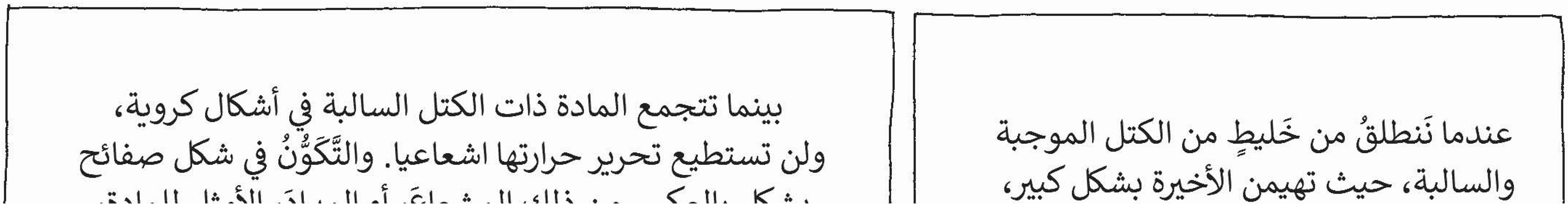

يجب أن تَكُونَ مُشَكَّلاً مِن كُتَلٍ سالبة حتى تستطيع أن تُشاهِدَ هذه النُّجومُ القَبْلِيَّة، مشروع نجوم، الضخمة والتي تُشِعُّ في المجال الأحمر والتحت الأحمر والتي يتجاوز زَمنُ تَقلُّصِها عُمُرَ الكون. وهذا يعني أنها لن تشتعل أبدا.
إذا فهمتُ جيدا، لا توجد نجوم حقيقية في هذا العالم السالب، ولا اندماج ولا سوبرنوفا ولا أجسام ثقيلة ولا وجودَ للكواكب، إذن ليست هناك حياة؟
لا تُأثِّثُ هذه الأشياءُ سوى عالمنا ذي الكتل الموجبة.
هذه سَخافةٌ ومحض خيال.
تستطيع أن تخترع العديد من التفسيرات المماثلة، بينما تبقى المادة الداكنة والطاقة السوداء حقيقيتان.

مشكلةُ تكوُّنِ المجرات.


هل تَظُنُّ ذلك؟
أرى أن طاقتك السوداء قابلة للبيع بشكل رهيب. اكتشاف هائل!
طبعا إنها رائعة.
تنتابني شكوك حيالها أحيانا...
هراء. يجب ان لا ترتاب أبدا. تشجع!
المهمِ هو أن تَجِدَ الكلماتَ... الكلماتُ المُناسِبةُ. ثُقبٌ أسود، طاقةٌ سوداء، مادةٌ سوداء. مفردة **سوداء** ناجحة جدا، صدقني.
ما الذِّي تَحملهُ؟ وكأنها أدوات لتلميع وتشميع الأحذية.
إنها أدوات عملي.
أتعرف ما هو شعاري؟ مع منحى الرياح دائما ومع التيار السائد.

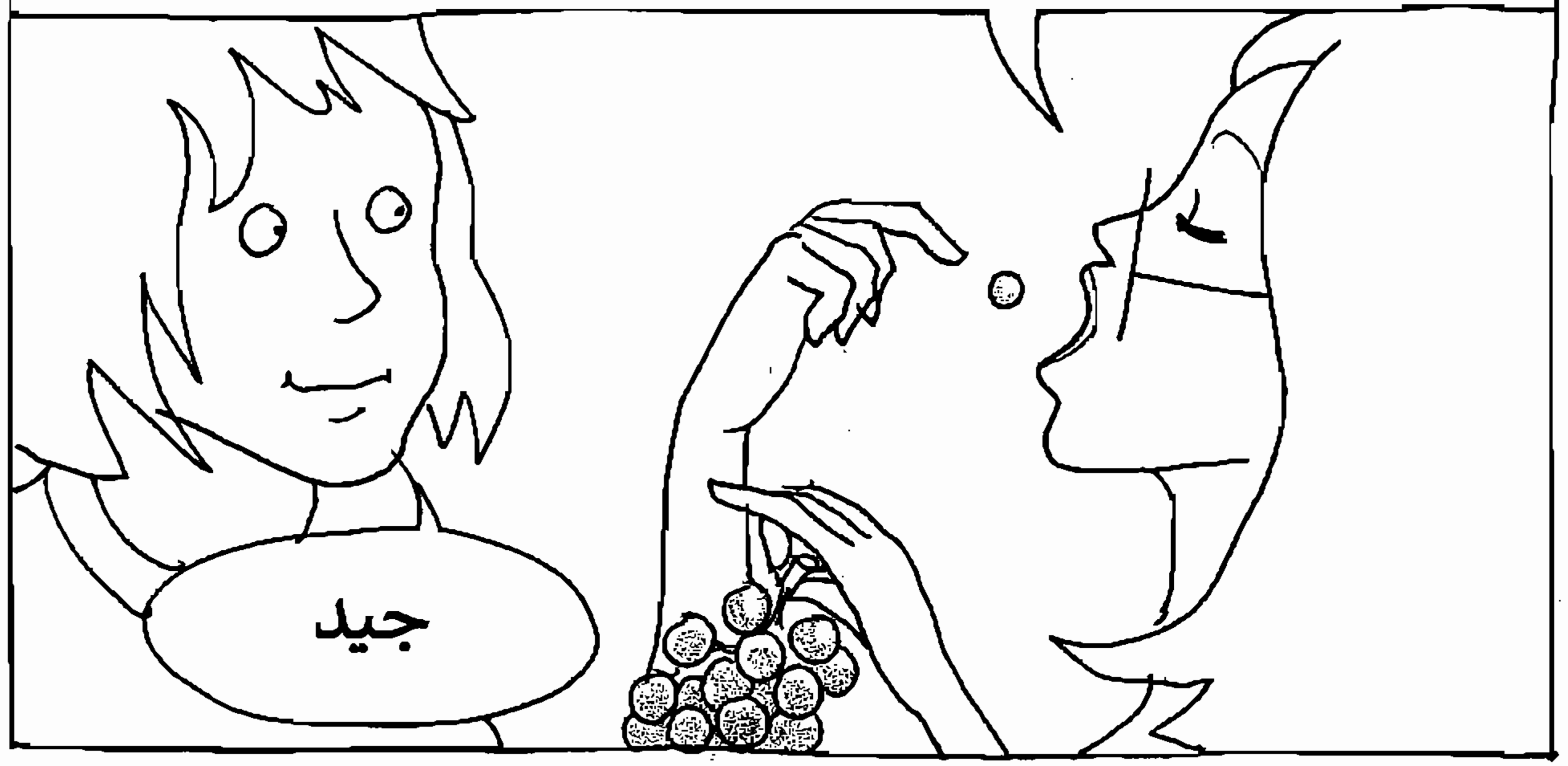

إنها الطريقة الوحيدة للتقدم في العلوم يا سيد...
هاندشيك
نحن نبحث عن مقال حول كيفية تَكَوُّنِ المجرات. ما رأيك في الموضوع؟
حسنا، لم نجد أي هندسة لتكوُّنها ولم نرصد أو نلاحظ عنها شيئا.
أوه، ليس العلمُ سوى مَطبخ. ما عليك سوى أن تخلط حزمة من الحبال الكونية وبعض التوابل المغناطيسية والقليل من المادة السوداء والباردة ثمَّ الفاترة. من الممكن أيضا أن تضيف القليل من الثقب السوداء الصغيرة، أليس كذلك؟
أتظن ذلك؟
ما عليك سوى أن تكتب وسأتَكَفَّلُ أنا بالنشر.
ما رأيك يا صوفيا؟
قد يلعب هذا الهيكل الغير كامل دورا في تَكَوُّنِ المجرات.


عندما نَنطلقُ من خَليطٍ من الكتل الموجبة والسالبة، حيث تهيمن الأخيرة بشكل كبير، سَتُشكِّلُ (أي الكتل السالبة) تَكتُّلاتٍ بفعل اللّاستقرار الجاذبي. وستدفع، أثناء ذلك، المادة ذات الكتلة الموجبة إلى الفضاء المتبقي، بشكل عنيف شيئا ما. سَتَتَقَلّصُ هذه المادة، الهيليوم والهيدروجين، وتُصبح على شكلِ صفائح.
حسنا، وماذا بعد ذلك؟
بينما تتجمع المادة ذات الكتل السالبة في أشكال كروية، ولن تستطيع تحرير حرارتها اشعاعيا. والتَّكَوُّنُ في شكل صفائح يشكل بالعكس من ذلك المِشعاعَ، أو المِبرادَ، الأمثل للمادة، التي سيكون في استطاعتها أن تَبْرُدَ بالإشعاع بفعل التحرر الكثيف للحرارة. سَيسبحُ هذا الغاز غير المُستقِرِّ، بينما سيُشغِّلُ هذا التبريد الاستقرار الجاذبي وتَكَوُّنَ المجرات، الكل في آن واحد. لهذا السبب لا نجد مجراتٍ شابة.
فقدان الطاقة إشعاعيا
ولادة المجرات
تَنْضَغِطُ صَفائحُ المادة ذات الكتل الموجبة وتَتقلّصُ بفعل

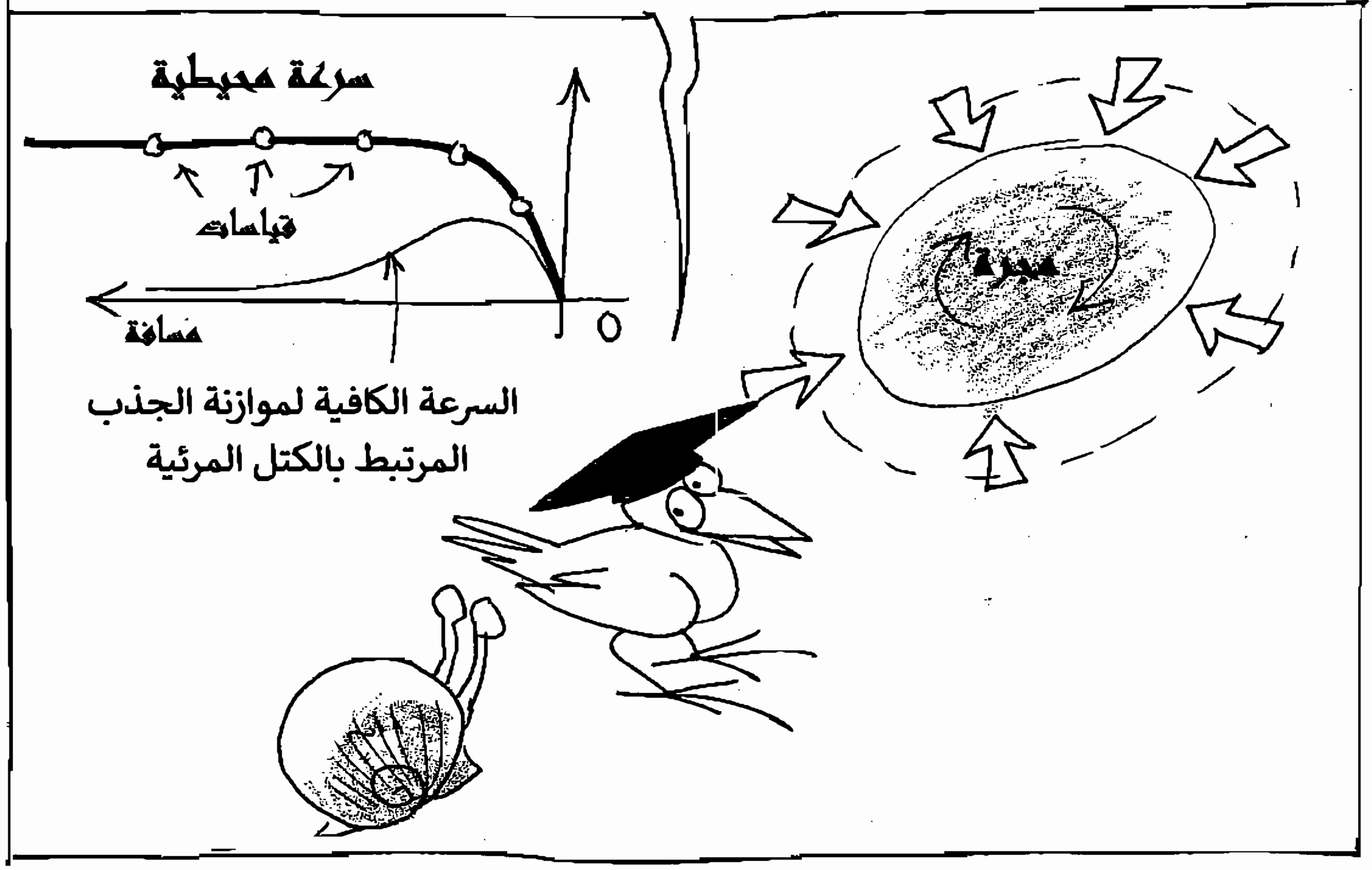

عندما نَنطلقُ من خَليطٍ من الكتل الموجبة والسالبة، حيث تهيمن الأخيرة بشكل كبير،
بينما تتجمع المادة ذات الكتل السالبة في أشكال كروية، ولن تستطيع تحرير حرارتها اشعاعيا. والتَّكَوُّنُ في شكل صفائح

إحتواءُ وعَزِلَ المجراتِ

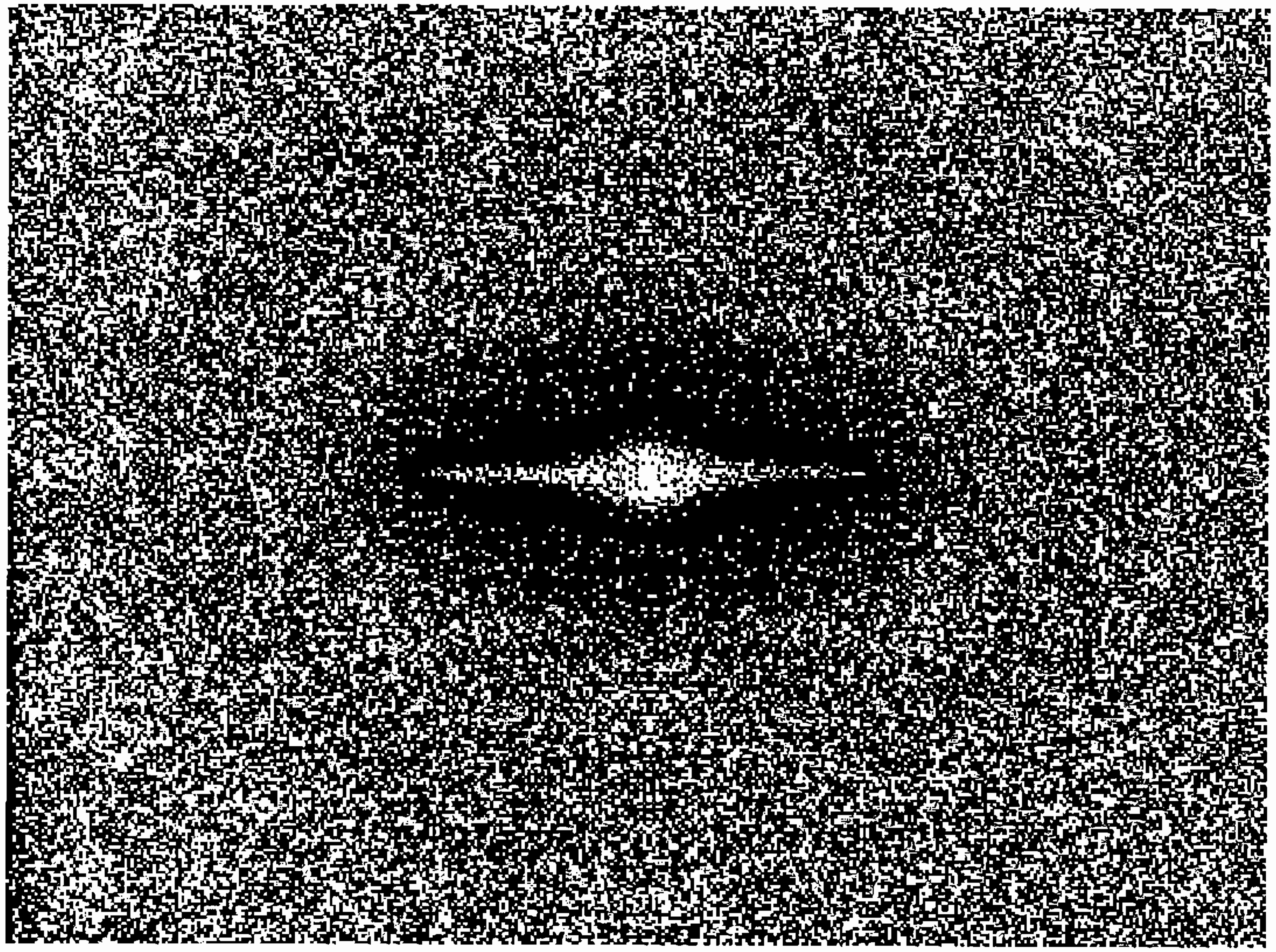
حاليا، تبتعد المجرات عن بعضها البعض كحبات بازلاء تبتعد بينها بمسافة متر واحد. ولكن عند ولادتها كانت ملتصقة ومتراصة فيما بينها كحبات عنب في العنقود. كانت تشكل نظاما تصادميا والتفاعلات فيما بينها هي التي منحتها حركتها الدائرية. وبعد ذلك فرق بينها التوسع الكوني وأصبحت التصادمات بينها نادرةٌ جدا.

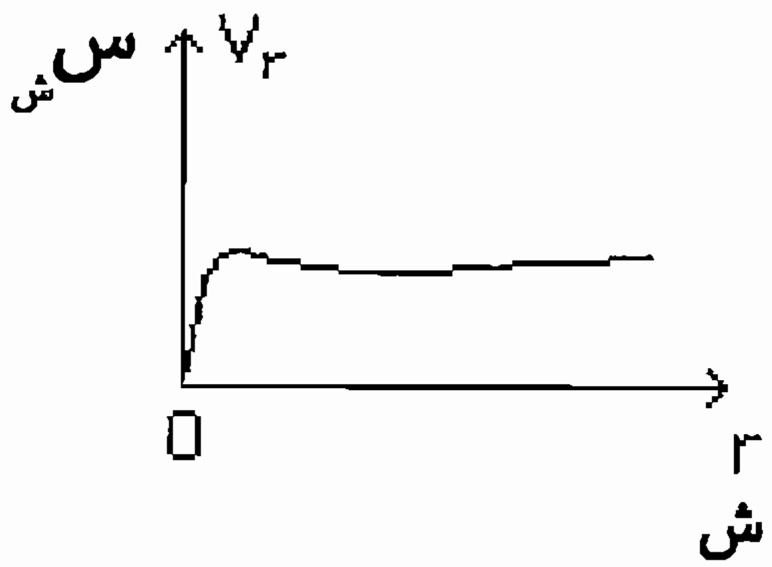


لا تَتَجَمّعُ المادة ذات الكتل السالبة في تلك التكتلات. إنها تشكل وسطا غازياً يطبق **ضغطاً مضاداً** على مادتنا، يَتسللُ عبر المجرات **ويُحاصرها**. وجودها في حدود المجرات يفسر السرعات الزائدة المحيطية والتي قيست في الغاز البين-نجمي.

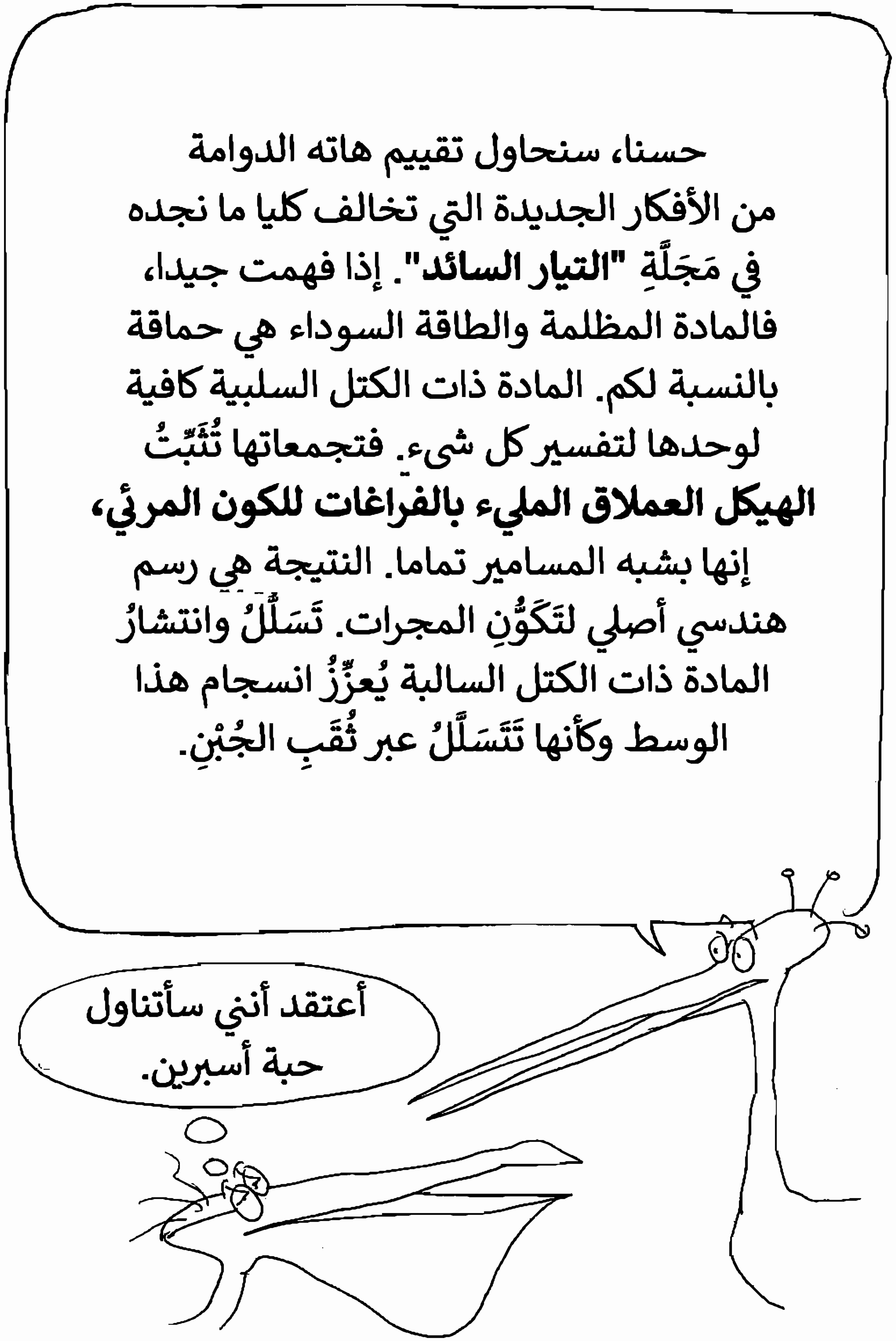


(*) في الغازات: الإصطدامات تمنح الجسيمات سرعات عزمية



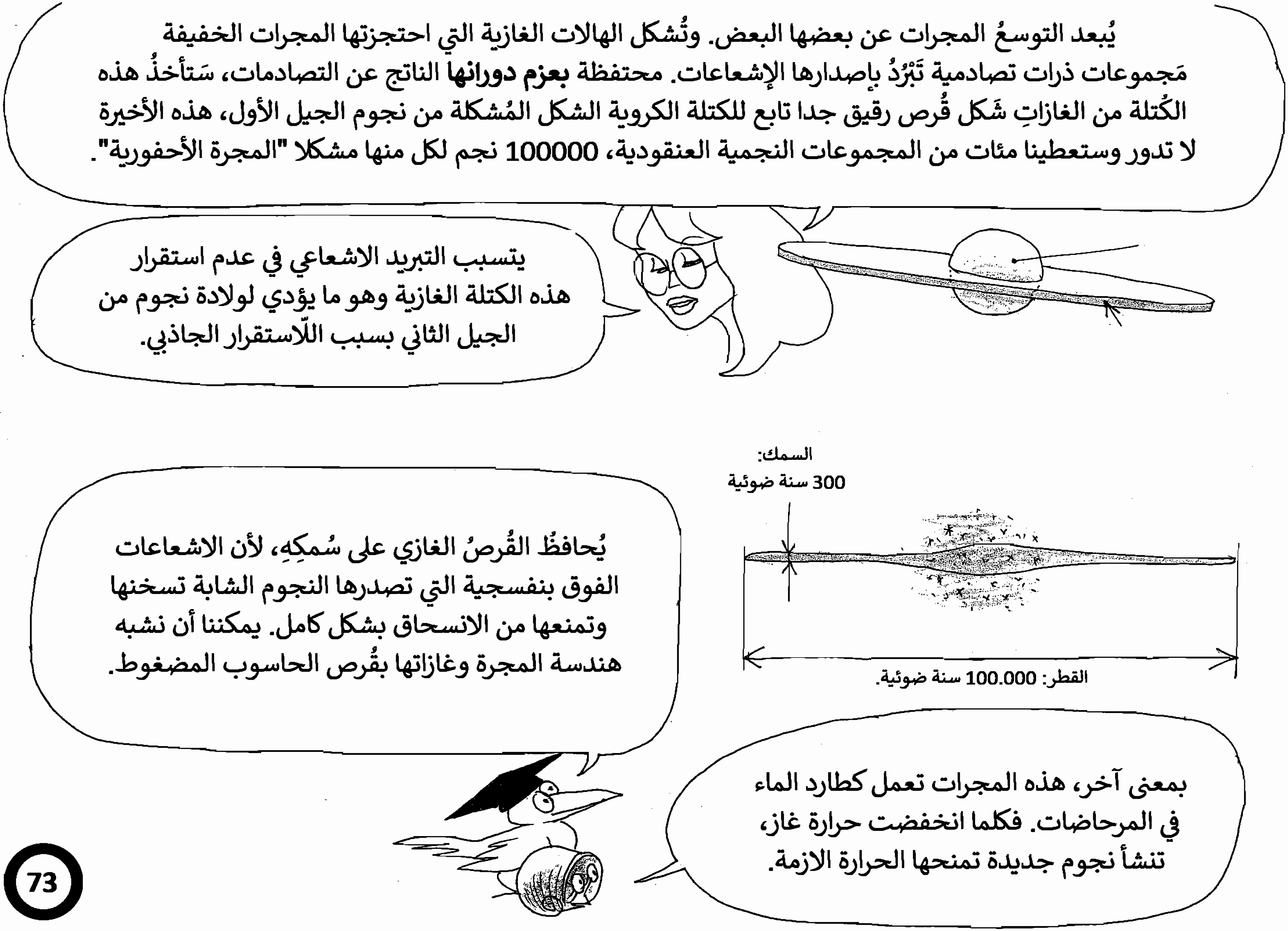


نتائج المحاكاة الرقمية (1992). في الأسفل: منحنى الدوران المستخلص والذي يوافق ما تم رصده وملاحظته تماما.




$F = G\frac{mm'}{d^2}$
سَمحتِ التأثيراتُ الصَّغيرةُ لِعدسةِ الجاذبية لعلماء الفيزياء الفلكية الجدد بتصوير المادة المظلمة في الكون، كما تَبَنَّى أُناسٌ كألبير بوسما، أنظُر الرَّسْمَ على اليمين، تَوزيعاتُ المَّادة المظلمة التي تسمح بالحصول على منحنيات الدوران. تَسَبَّبَ نُقْصُ النَّماذِج النظرية في اللجوء إلى قوانين نيوتن وتقنيات للتعديل لتتَوافقَ مع البيانات الملاحظة.
فَهِمَ "توريشيلِّي" في القرن السابع عشر أن الضغط الجوي (الأتموسفير) هو ما يَجعل الزِّئبق يَرتفع في المِحرار الذي سبق أن اخترعه، أي مقياس الضغط الجوّي (بارومتر). وإلا لَظَلَّ العلماء يقيسون "الجزع من الفراغ".
هذا اكتشاف هائل. يتناقص "الجزع من الفراغ" بالتَّناسبِ مع الارتفاع.

(*) هذه السرعة تناهز 1000كلم في الثانية. عندما نطبق: $\frac{1}{2}mV^2=\frac{3}{2}kT$ سنتوصل إلى أن على المجرات أن تسبح في غاز حرارته عشرات الملايين من الدرجات، وهو ما تم التحقق منه.


يُبعد التوسعُ المجرات عن بعضها البعض. وتُشكل الهالات الغازية التي احتجزتها المجرات الخفيفة مَجموعات ذرات تصادمية تَبْرُدُ بإصدارها الإشعاعات. محتفظة **بعزم دورانها** الناتج عن التصادمات، سَتأخذُ هذه الكُتلة من الغازاتِ شَكل قُرص رقيق جدا تابع للكتلة الكروية الشكل المُشكلة من نجوم الجيل الأول، هذه الأخيرة لا تدور وستعطينا مئات من المجموعات النجمية العنقودية، 100000 نجم لكل منها مشكلا "المجرة الأحفورية".
يتسبب التبريد الاشعاعي في عدم استقرار هذه الكتلة الغازية وهو ما يؤدي لولادة نجوم من الجيل الثاني بسبب اللّاستقرار الجاذبي.
السمك:
300 سنة ضوئية
القطر: 100.000 سنة ضوئية.
يُحافظُ القُرصُ الغازي على سُمكِهِ، لأن الاشعاعات الفوق بنفسجية التي تصدرها النجوم الشابة تسخنها وتمنعها من الانسحاق بشكل كامل. يمكننا أن نشبه هندسة المجرة وغازاتها بقُرص الحاسوب المضغوط.
بمعنى آخر، هذه المجرات تعمل كطارد الماء في المرحاضات. فكلما انخفضت حرارة غاز، تنشأ نجوم جديدة تمنحها الحرارة الازمة.

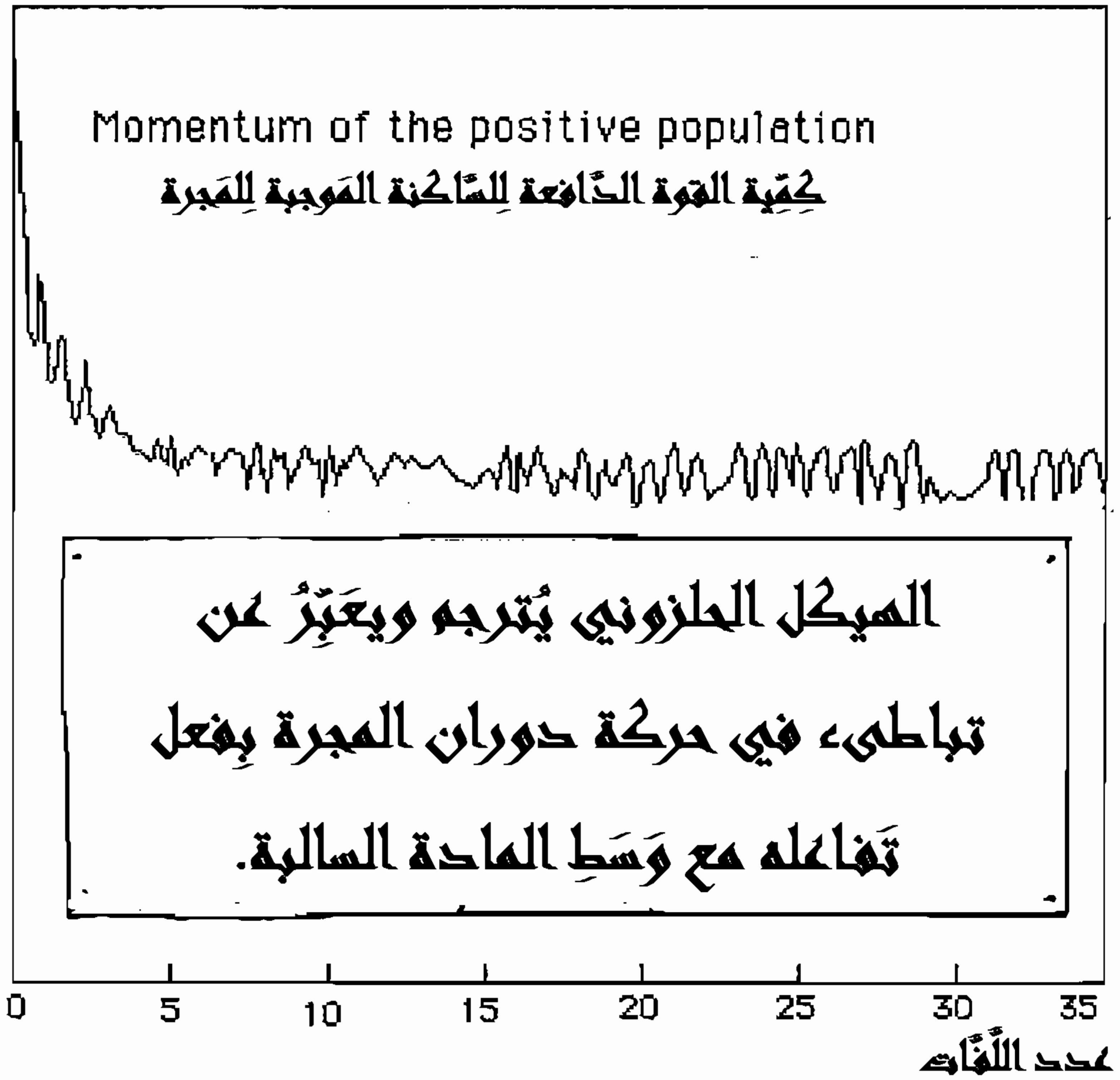
(*) إحتمال التّلاقي بين النجوم في المجرة شبيه بالتقاء نملتين في بلاد بحجم المَغْرِب.

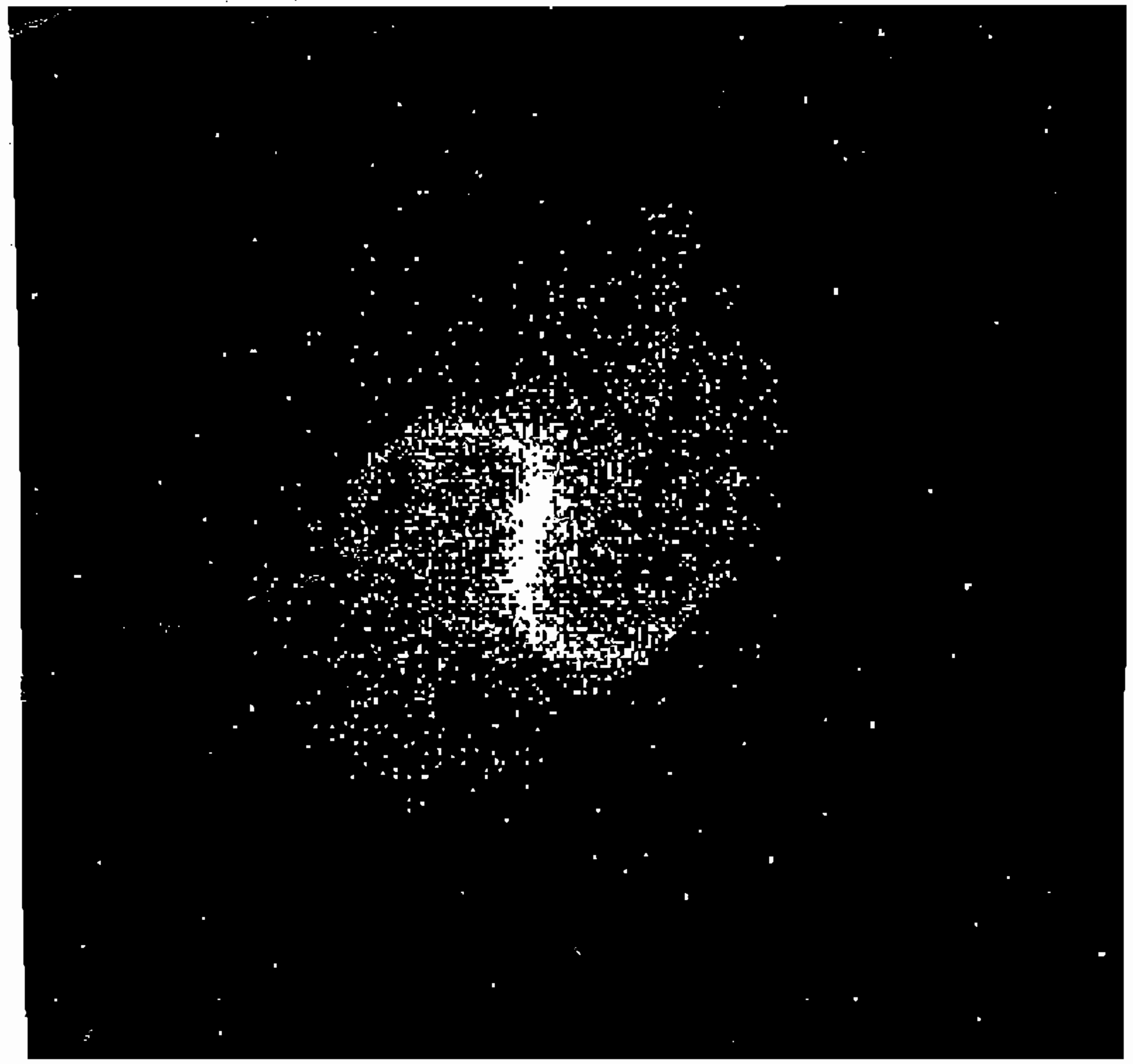
الهيكل اللولبي

في سنة 2002:
من خلالِ تَفاعلِ تَكَتُّلٍ من الكُتل المُوجبة، تدور في ثُقبٍ داخل تَوْزيعَة من الكُتَلِ السَّالبةِ:

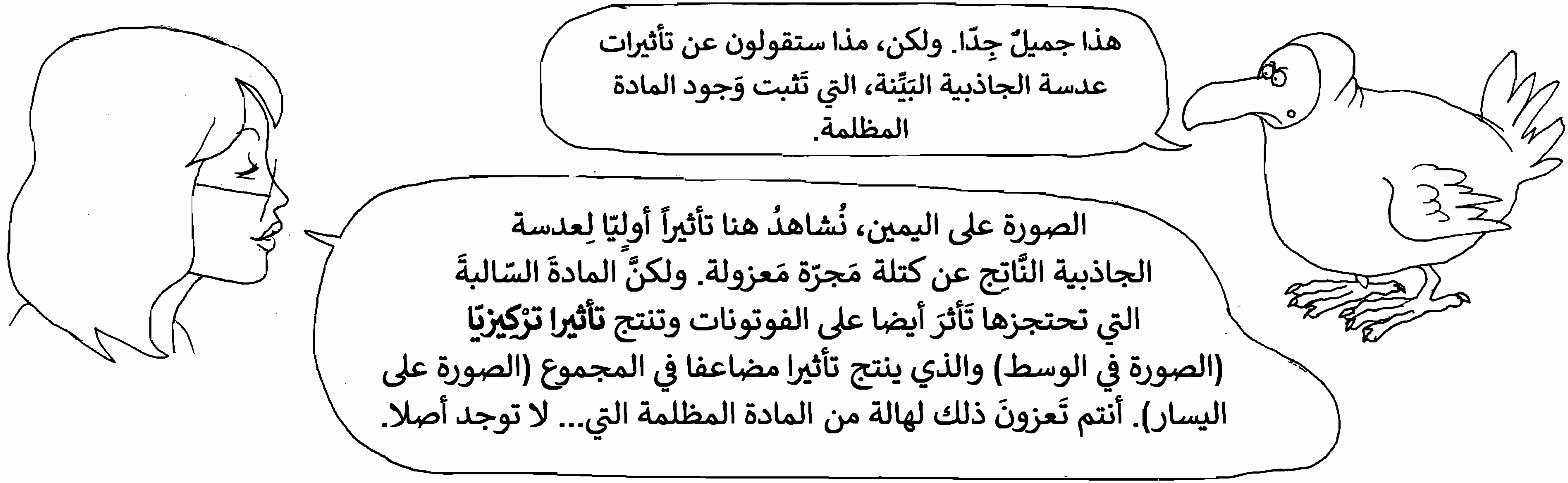
=>

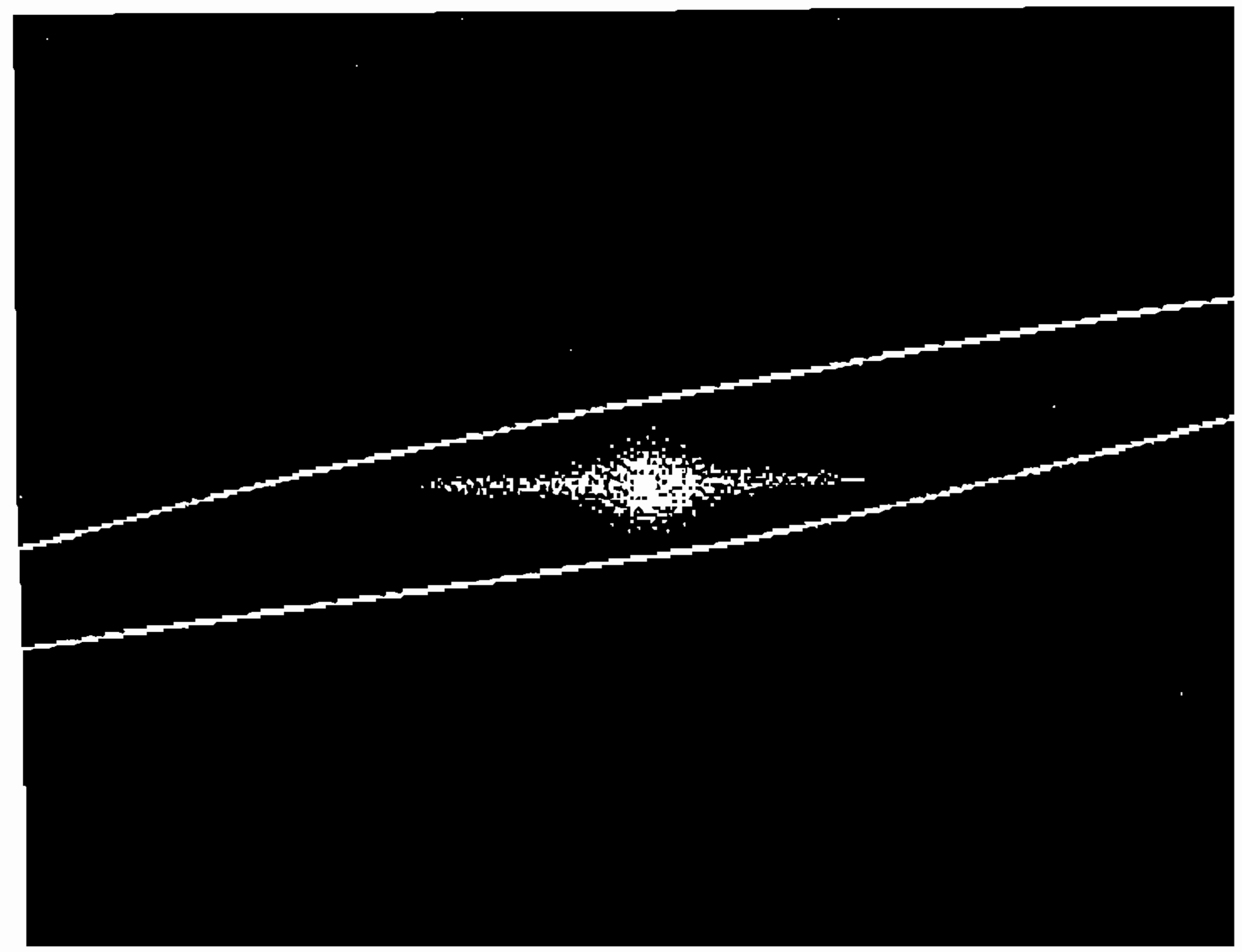
نلاحظ تَكَوُّناً فوريا لمجرة حلزونية مُسطّحة ومستقرة خلال 30 لفّة. تم التَّخَلِّي عنها نظرا لعُدوانية النظريات المنافسة.



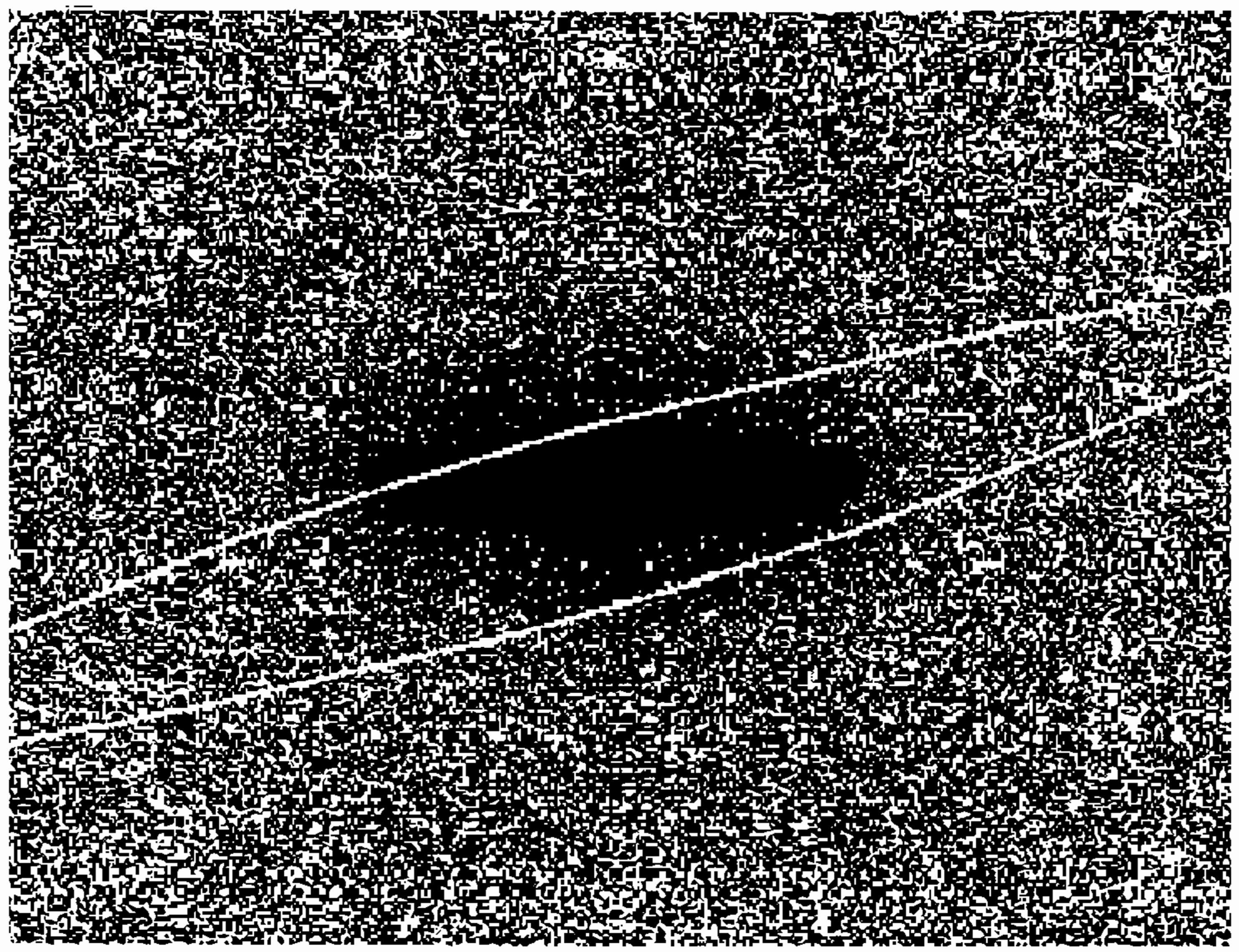


المادة المظلمة الأسطورية

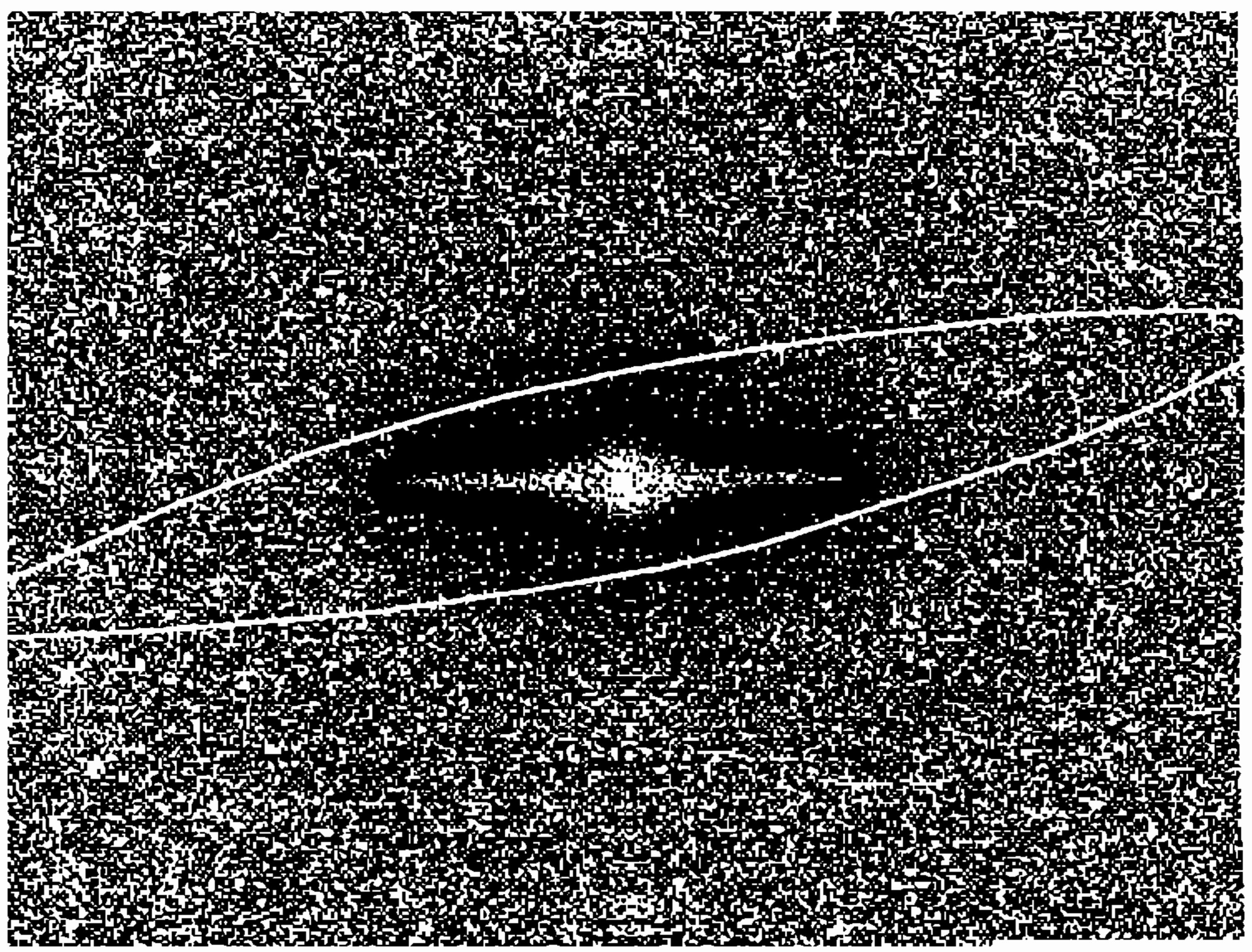




تأثير عدسة الجاذبية لمجرة وحيدة



تأثيرٌ تركِيزيٌّ ناتج عن الكتلة السالبة



التأثيران مجتمعان


لدينا نَفسُ الأسبابِ ونفسُ التَّأثيراتِ بالنِّسبة **لِتَّجَمُّعات المجرات**: تعزيز تركيز الأشعة الضوئية.
إذا لم أكن مخطئا، فالمادة السالبةُ تُطبِّقُ ضغطا مُضادا على مستويات مختلفة. إنها تضمن، قبل كل شيء، استدامة الهيكل العملاق للكون، (الغير كامل والمليء بالفراغات). وتحافظ أيضا على المَجراتِ في المجموعةِ (مجموعة المجرات). بل إنها تحبسها في قياسات أصغر. ولكن، أليس في استطاعتها الانسلال إلى داخل المجرات أيضا؟
بلاء، وسنجدها بكثافات صغيرة جدا بين النجوم أيضا.
هذا مُضحكٌ فعلا، فَعلى النطاق الواسع والكبير جدّا: تتهيكل المادة كقطعة الجبنة بينما تتموقع مجموعات الكتل السالبة في الثُّقب. والعكس تماما بالنسبة للنطاقات والقياسات الصغيرة: المادة ذات الكتل السالبة تصبح مليئة بالثقوب وفيها تسكن المجرات وعلى مستويات أصغر النجوم.

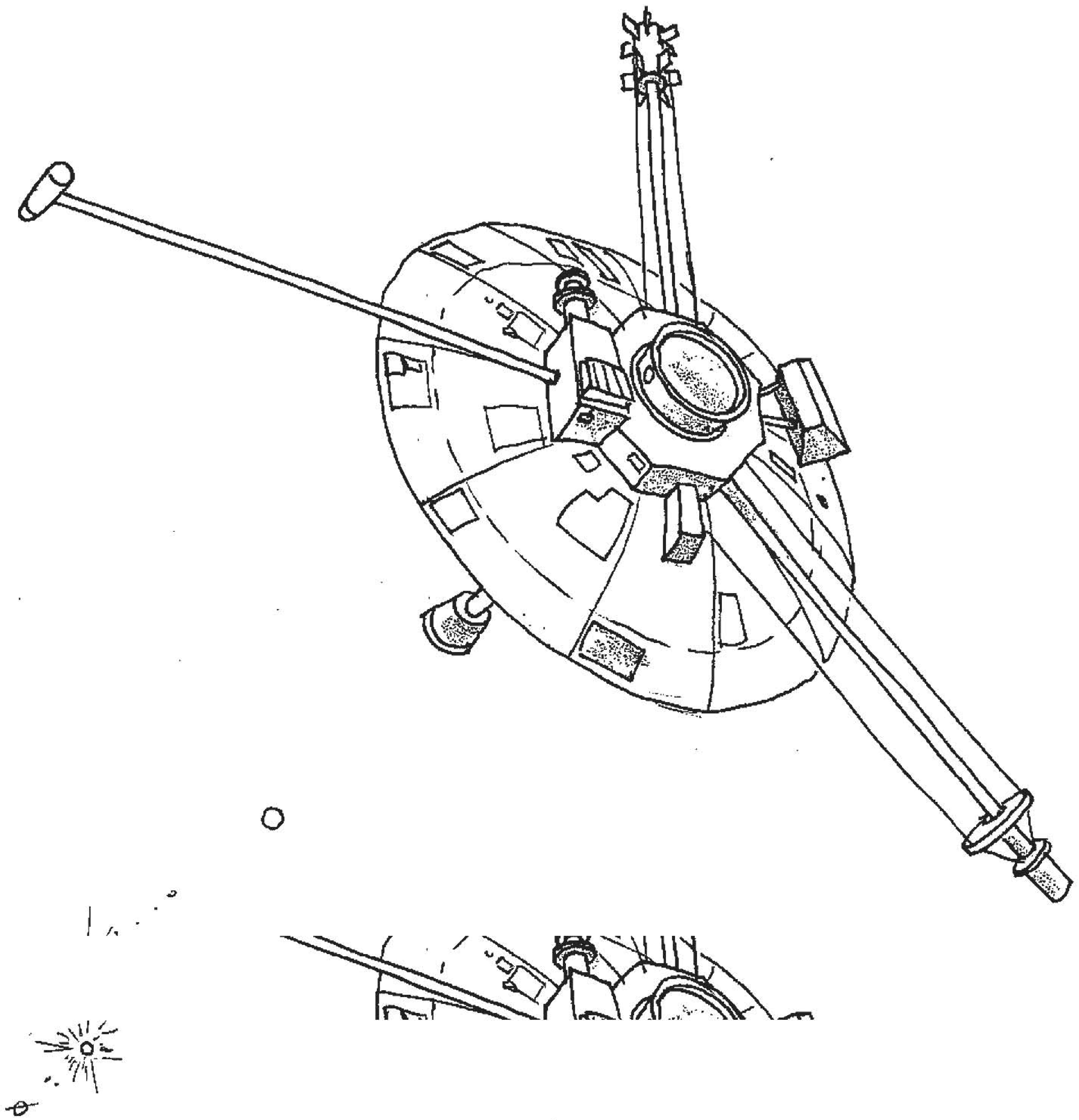

حسنا، لقد عَثرتُم على تفسير **بديل** لهذه الظاهرة. شخصيا، أنا أُفضِّل تلك التي تتأسس على نظرية **المادة المظلمة**.
هل يعني هذا، أنه من غير الممكن تَبَنِّي أي منها؟
علينا أن نعترف أيضا أنه مع هذه النظرية التي نفاعل فيها بين مادتين ذوات كتل متعارضة (موجبة وسالبة) فنحن نضرب عصفورين بحجر واحد ولسنا في حاجة لإضافة عنصر جديد: **الطاقة المظلمة**.
الحلُّ المِثالي هو أن نُسجل ونَرصدَ ظواهر تأكد وتُعزِّزُ المادة ذات الكتلة السالبة وليس إالمادة المظلمة.

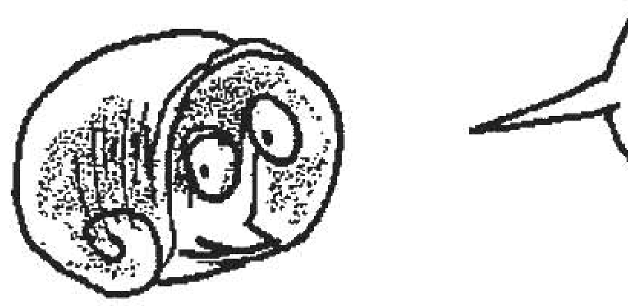
تأثير بيونير

في 1972-1973 أرسلت وكالة الفضاء الأمريكية مركبتين فضائيتين لسبر أغوار المجموعة الشمسية: بيونير 10 و بيونير 11. استفادت المركبتان من تأثير المقلاع بمحاذات كوكب المشتري الذي مَنحهما سُرعة كافية للخروج من المجموعة الشمسية.

نجحت المركبتان، المجهزان بمحركات نووية في التواصل مع الأرض إلى غاية 2003، عندما تم تسجيل ظاهرة غير اعتيادية: لقد تَعَرَّضَ المِسباران لتَباطُؤٍ مُتناهي الصِّغر، ولكن قابل للقياس بشكل واضح وبيِّن. تُم فعل وعمل كل شيء ممكن للتحقق من هذه الظاهرة، بما فيها كون المجموعة الشمسية تخفي بمحاذات الشمس كمية معينة من المادة المظلمة.

المقلاع بمحاذات كوكب المشتري الذي مَنحهما

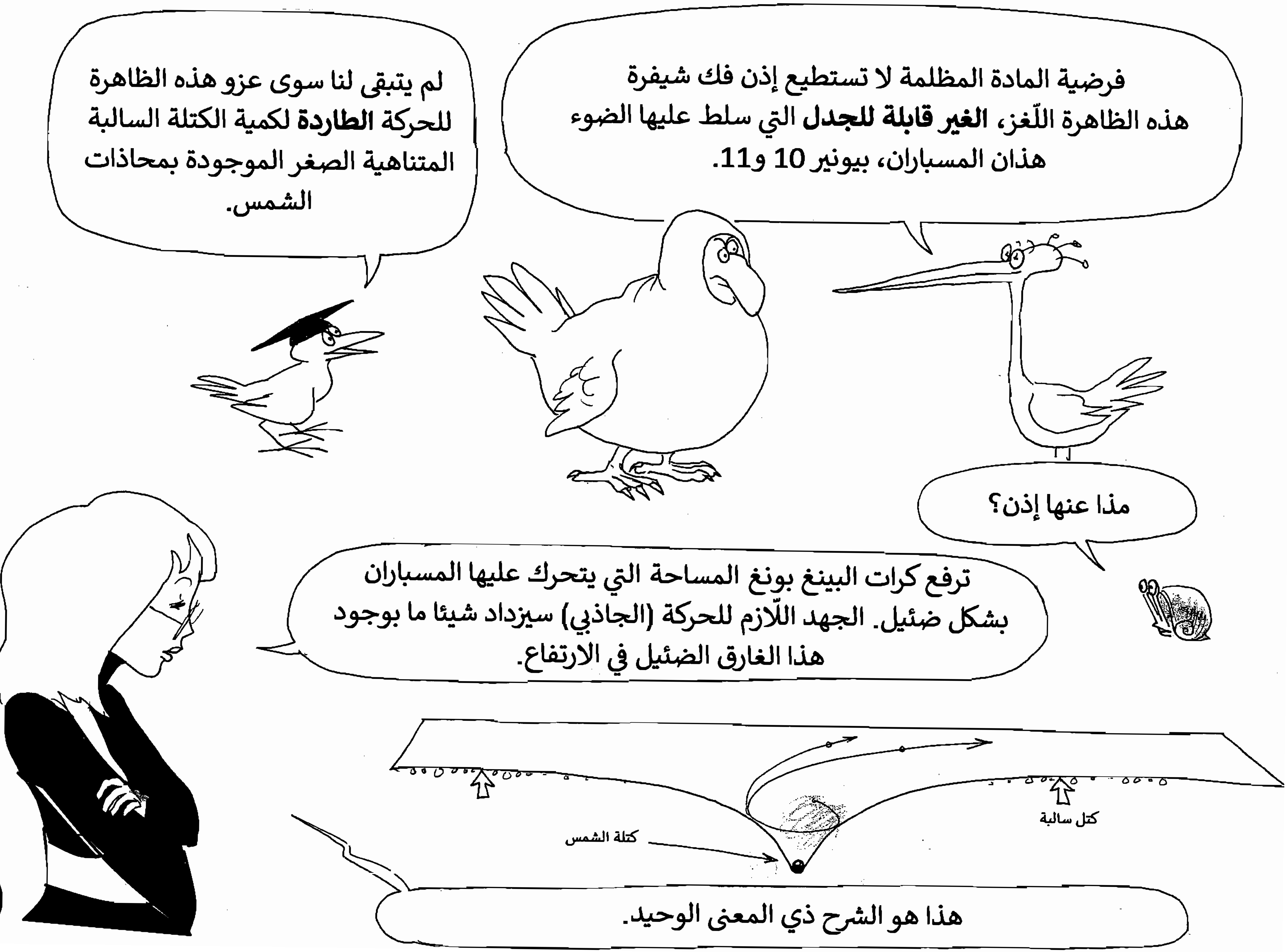




يعمل النظام الشمسي كآلية لِميكانيكيا الدِّقة تحكمها قوانين نيوتن. سمح لنا الحاسوب، عبر الزمن، من تحديد المسافات ومواقع الكواكب حول الشمس بدقة 20 متر تقريبا. لا يسمح هذا الهامش بأَيٍّ تغيير في الكتلة المركزية التي تتحكم في حركة الكواكب ولو بجزء من المائة ألف من كتلة الشمس نفسها. بيد أنه من أجل التحقق من التَسارُعات المرصودة فستتجاوز كِمية المادة السوداء التي يجب إضافتها هذه القيمة. نحن إذن مضطرون للبحث عن حل لهذه المشكلة خارج هذه النظرية. لقد بذلت مجهودات كبيرة لإضافة بعض التغييرات التجريبية على... قانون نيوتن نفسه (ديناميات نيوتونية معدلة) (*) . سيؤدي هذا لإعادة النظر في المبادئ الأساسية للنسبية العامة. وبعيدا عن ذلك، فهذه التعديلات اللازمة لإظهار ظاهرة التَّباطُؤ هذه لا تتوافق مع ديناميكية المسافات المتقاربة للشمس، أي الكواكب التلُّورية.

(*) Modified Newton Dynamics

تم رفض وإلغاء جميع الأسباب ذات المصدر الفيزيائي والتقني بعد جرده


فرضية المادة المظلمة لا تستطيع إذن فك شيفرة هذه الظاهرة اللّغز، **الغير قابلة للجدل** التي سلط عليها الضوء هذان المسباران، بيونير 10 و11.
لم يتبقى لنا سوى عزو هذه الظاهرة للحركة **الطاردة** لكمية الكتلة السالبة المتناهية الصغر الموجودة بمحاذات الشمس.
مذا عنها إذن؟
ترفع كرات البينغ بونغ المساحة التي يتحرك عليها المسباران بشكل ضئيل. الجهد اللّازم للحركة (الجاذبي) سيزداد شيئا ما بوجود هذا الغارق الضئيل في الارتفاع.
كتل سالبة
كتلة الشمس
هذا هو الشرح ذي المعنى الوحيد.

الكون ثنائي الجاذبية

نشرت "سابين هوسفيلدر" في يوليوز 2008 بحثا بمجلة "مرجع الفيزياء"(*) عنوانه:
نظرية ثنائية الجاذبية مع تبادل تماثلي.

A Bi-Metric Theory with Exchange Symmetry

Physical Review Juillet 2008

S. Hossenfelder*
Perimeter Institute for Theoretical Physics
31 Caroline St. N, Waterloo Ontario, N2L 2Y5, Canada
(Dated: July 17, 2008)

We propose an extension of General Relativity with two different metrics. To each metric we define a Levi-Cevita connection and a curvature tensor. We then consider two types of fields, each of which moves according to one of the metrics and its connection. To obtain the field equations for the second metric we impose an exchange symmetry on the action. As a consequence of this ansatz, additional source terms for Einstein's field equations are generated. We discuss the properties of these additional fields, and consider the examples of the Schwarzschild solution, and the Friedmann-Robertson-Walker metric.

تعرف "سابين هوسفيلدر" تماما وجود أعمالى السابقة، المتقدمة جدّا، فى ثنائية الجاذبية
(تجربة جديدة 1994، علم الفيزياء الفلكية وعلوم الفضاء 1995).
لقد ذكرتها في أكتوبر 2008 بوجود هذه الأبحاث دون تلقي أي رد.

1 - **Bigravity as an interpretation of cosmic acceleration** J.P.Petit & G. D'Agostini. http://arxiv.org/abs/0712.0067 du 2 décembre 2007

الكون ثنائي الجاذبية

نشرت "سابين هوسفيلدر" في يوليوز 2008 بحثا بمجلة "مرجع الفيزياء"(*) عنوانه:

سابين هوسفيلدر، كندا

رسالة الكترونية من طرف صديق لي:

Hi Sabine
I hope you are still progressing fast. A friend of mine, Jean-Pierre Petit, tried to contact you in 2008, october. Apparently you did not receive his message, didnt you ?

May be I'm wrong but I think yours works have very much in common. So you might be interested in his prediction in comology ans astrophysics and may be a collaboration would be possible ?

Best Fred

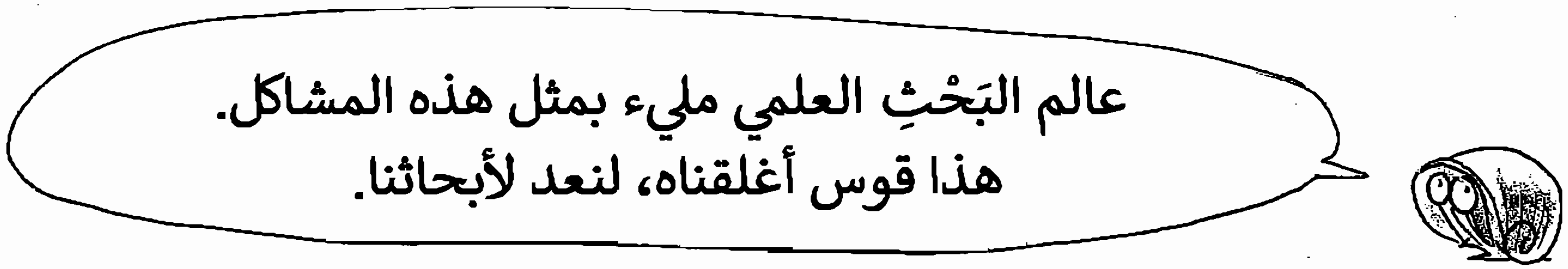
ردُّها:

Hi Frederic,

I can't recall I received an email by your friend. I looked up his works after you mentionned him, but I can(t say I find much similaririty to my approach, except superficial similarities in the outcome. The whole setup seems distinctively different.

Best Sabine

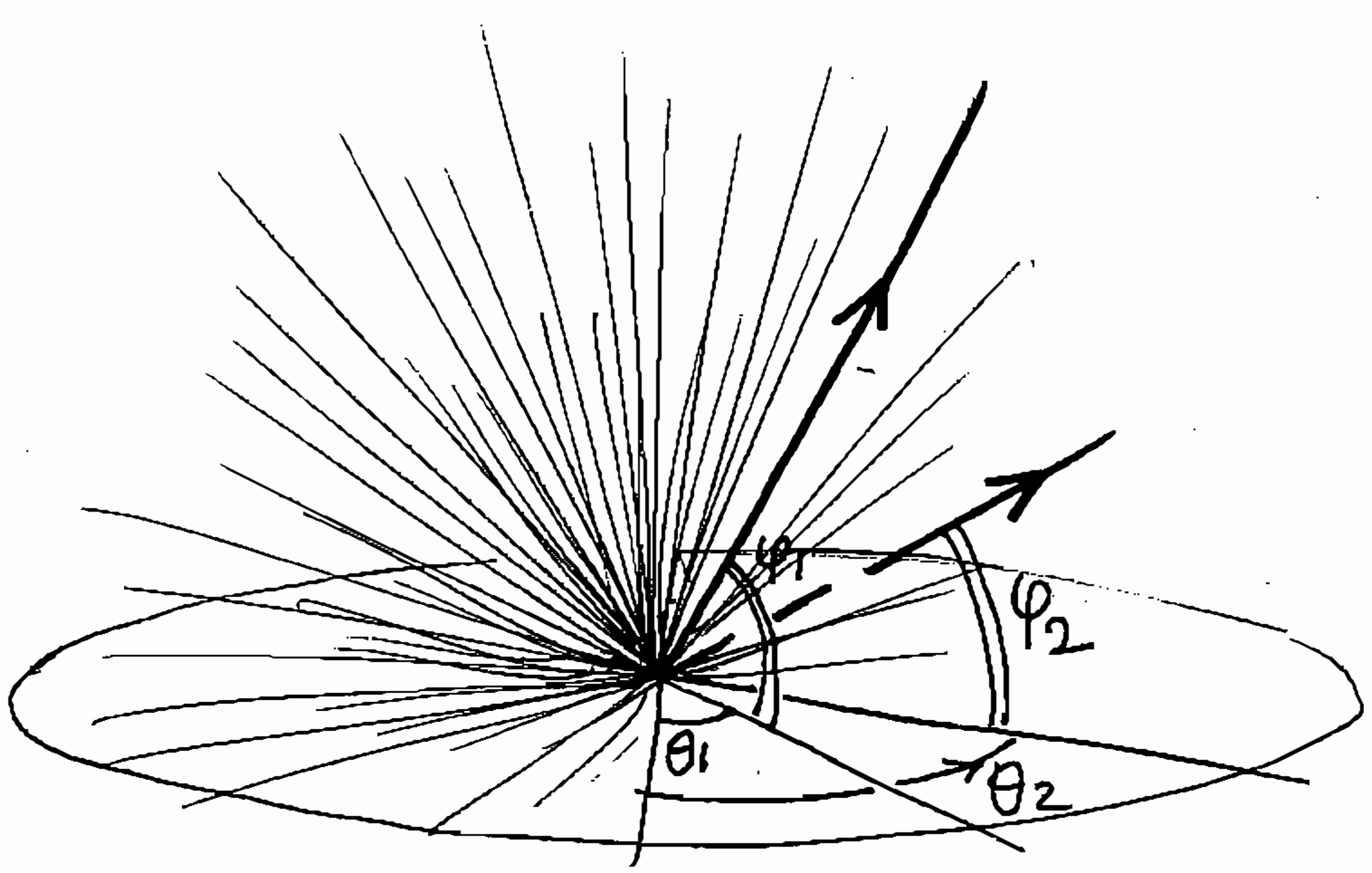
لا تعليق

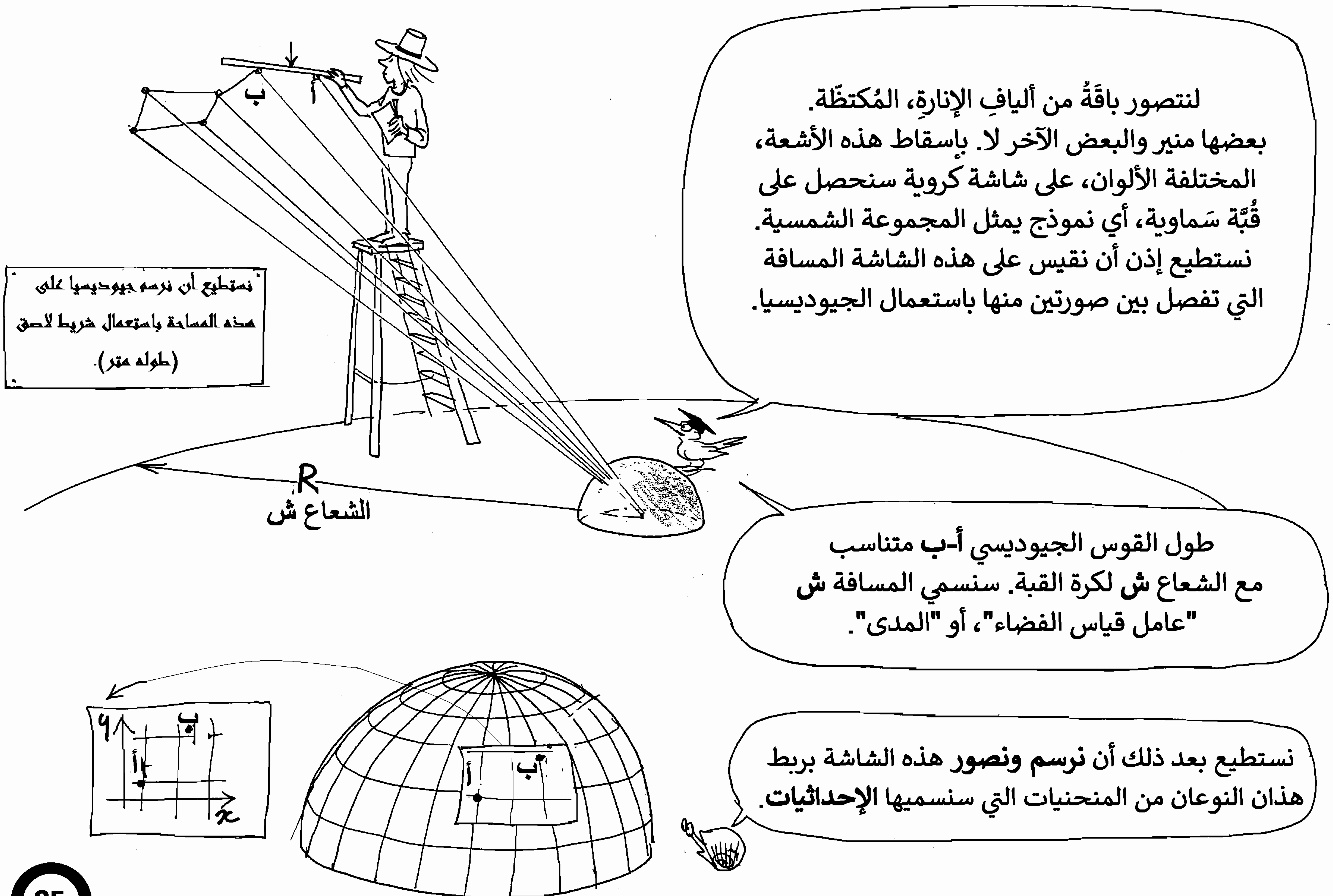


أسطورة الكهف.

لقد طَوَّرَ أفلاطون، في القرن الرابع قبل الميلاد، فِكرة أن إدراك الإنسان للعالم، يشبه رؤية ظلال راقصة معروضة من الخارج على جدار كهف يعيش فيه سجينا، أما الطبيعة الحقيقية للظواهر فلا يعرفها. لقد برزت هذه الأسطورة من جديد مع مجيء نظرية النسبية. بالفعل فقد قلنا بأن التقدم الأساس لبداية القرن العشرين هى تلخيص الظواهر في **الفضاء-الفائق: الزمكان.** لنتأمل هذه الصورة:

تعرفون جميعا باقة ألياف الإنارة التي تُوَجِّهُ الضوء في اتجاه مُحَدَّدٍ بسَمْتِه θ وبموقعه φ وهذه صورة **لفضاء قبل-متري** حيث لا معنى لمفهوم **المسافة** لأن الألياف لا تفصل بينها سوى فجوات زاوية.



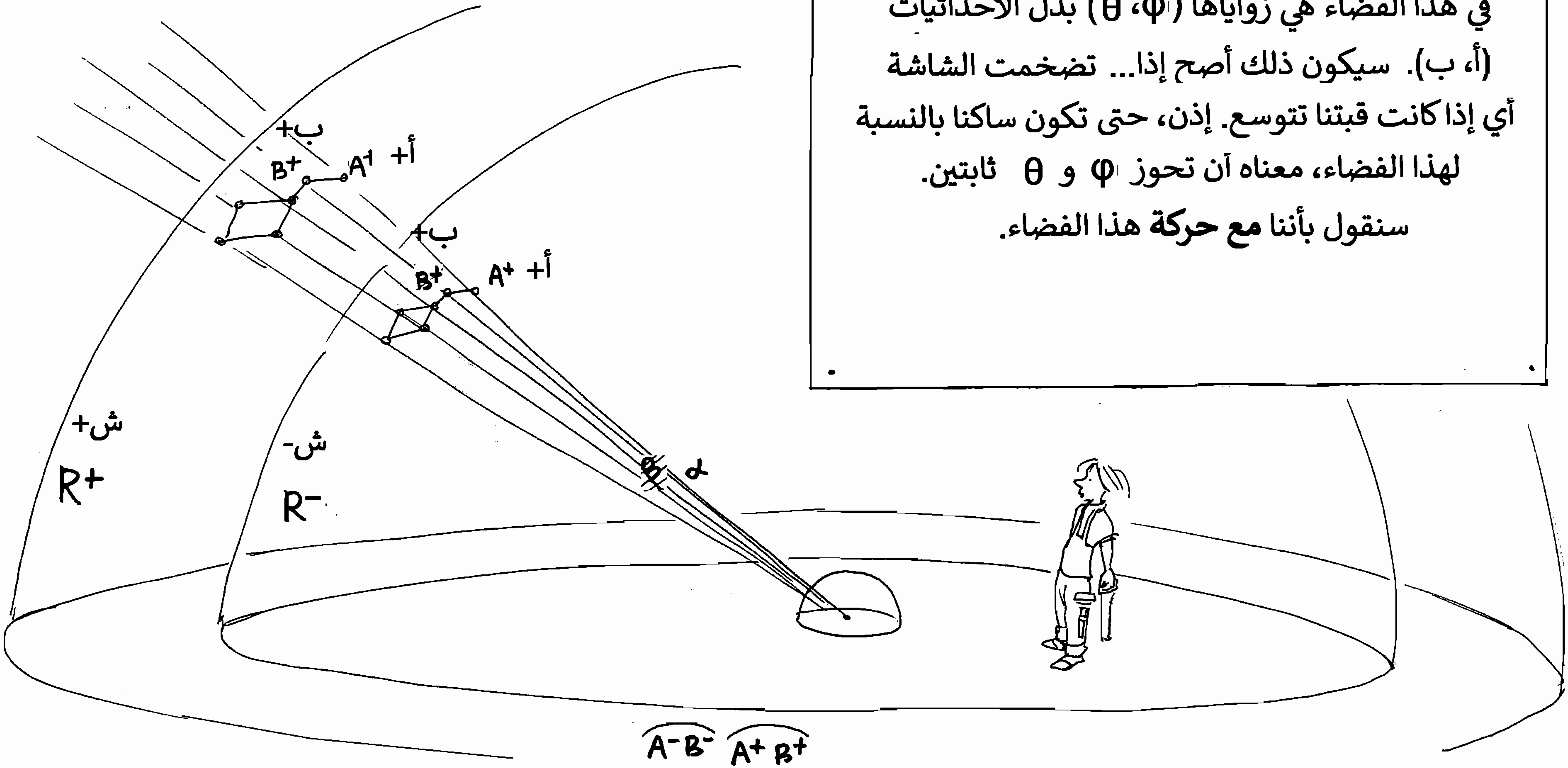


لنتصور باقَةً من ألياف الإنارةِ، المُكتظّة. بعضها منير والبعض الآخر لا. بإسقاط هذه الأشعة، المختلفة الألوان، على شاشة كروية سنحصل على قُبَّة سَماوية، أي نموذج يمثل المجموعة الشمسية. نستطيع إذن أن نقيس على هذه الشاشة المسافة التي تفصل بين صورتين منها باستعمال الجيوديسيا.
ب
أ
نستطيع أن نرسم جيوديسيا على هذه المساحة باستعمال شريط لاصق (طوله متر).
R
الشعاع ش
طول القوس الجيوديسي **أ-ب** متناسب مع الشعاع **ش** لكرة القبة. سنسمي المسافة **ش** "عامل قياس الفضاء"، أو "المدى".
أ
ب
x
نستطيع بعد ذلك أن **نرسم ونصور** هذه الشاشة بربط هذان النوعان من المنحنيات التي سنسميها **الإحداثيات**.

البيميترية

لنتصور الآن معا: إسقاط وعرض مجموعة المواقع والأماكن (θ ،φ) هذه على شاشتين بدل شاشة واحدة.

من الواضح أن الطريقة الصحيحة لتحديد موقع نقطة ما في هذا الفضاء هي زواياها (θ ،φ) بدل الاحداثيات (أ، ب). سيكون ذلك أصح إذا... تضخمت الشاشة أي إذا كانت قبتنا تتوسع. إذن، حتى تكون ساكنا بالنسبة لهذا الفضاء، معناه آن تحوز φ و θ ثابتين.
سنقول بأننا **مع حركة** هذا الفضاء.



أصبح لدينا طريقتين مختلفتين لقياس المسافة التي تفصل بين $\widehat{\text{أ}^+\text{ب}^+}$ و$\widehat{\text{أ}^-\text{ب}^-}$
(صور نفس الأشعة الضوئية βو α حسب الشاشة المختارة).

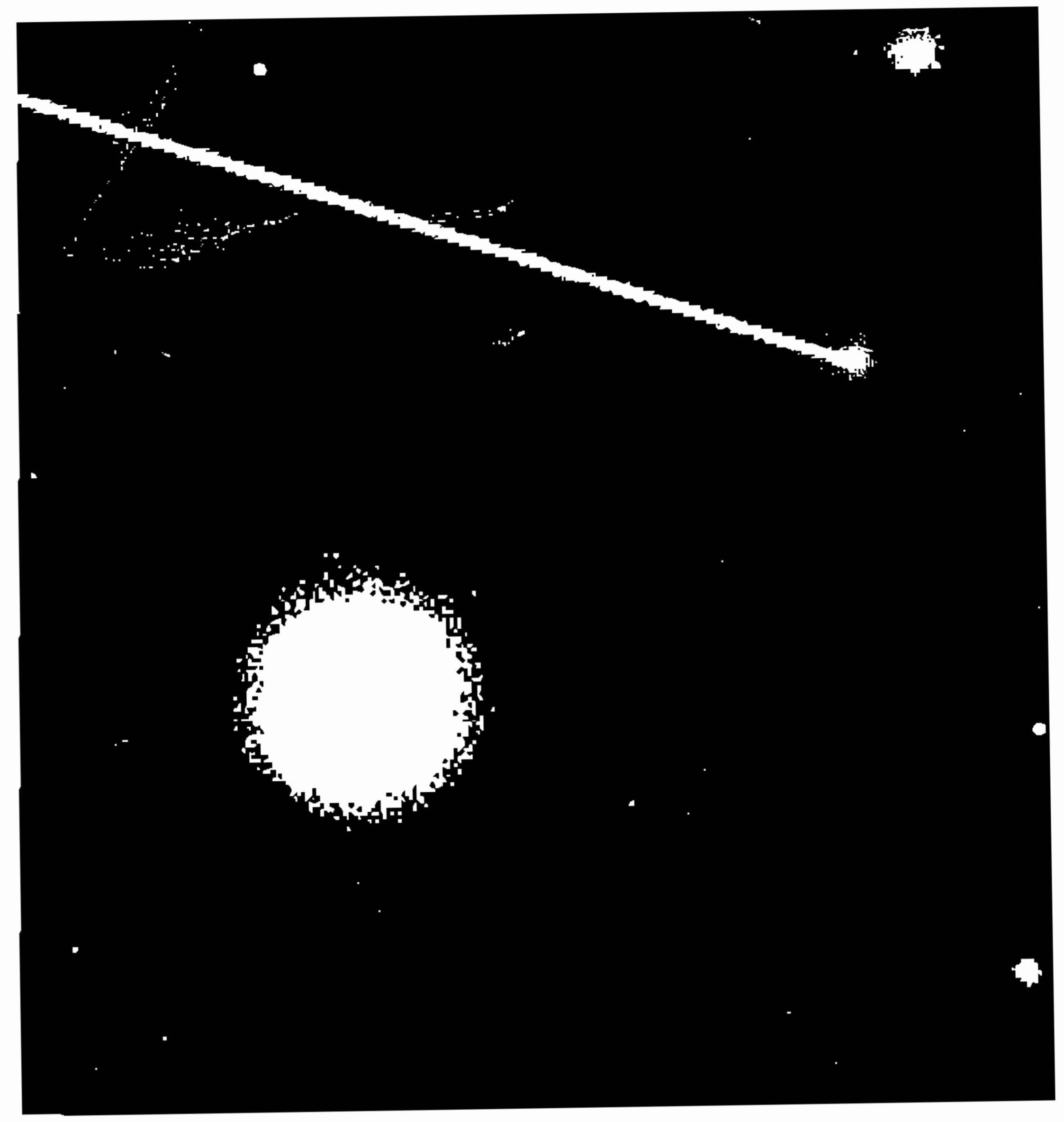
أفلاطون أو الكون التوءم

تمثل **ثنائية مسافة** الكون، البيمترية، تَغَيُّراً في النّموذج (من الصَّعْبِ جدا تصويره). فنحن نستنسخ فكرة أفلاطون حرفيا بتصور هندسي، غير ثنائي المسافة. حيث تحدد المواقع المختلفة β و α عن طريق الزوايا (φ_α، θ_α) و (φ_β، θ_β) (الألياف البصرية) من الممكن **لِنِظام العَرْضِ** هذا أن يُعرِضَ ويُسقطَ على سطحين (سواء كانت صفحات أو أغطية أو أي شيء آخر) حيث من الممكن أن يكون العاملان **ش**$^+$ و **ش**$^-$ مختلفين جدّا. من الطبيعي جِدّا، بالنسبة لمهندس رياضياتي طوبوغرافي، لمنح هندسة مماثلة، حيث تحدد المواقع عن طريق الزوايا، والتي يسميها تشكيلة من الصفحات، التي من الممكن أن تختلف عاملات قياسها **ش**$^+$ و **ش**$^-$ بشكل كامل.

إذا كانت هذا الفضاءات الفائقة، الرباعية الأبعاد، فضاءات مينكوسكي فستستطيع الأشياء أن تتحرك أسرع من سرعة ضوء هذا الفضاء. من الممكن جدّا أن تكون هذه السرعات مختلفة تماما (مثلا ض$^+$ >> ض$^-$).

سنعتبر طبعا أن الأشياء ذات الكتل **ك**$^+$ (التي سميناها سابقا **ك**) والأشياء ذات الكتل **ك**$^-$ والطاقة **ط**$^-$ (أشرنا لها سابقا ب: ك و ط) التي تتخذ مسارًا **أ**$^+$**ب**$^+$ وأ$^-$ب$^-$ ستسجل في صفحات مختلفة، والّذان من الممكن اعتبارهما كونان توأمان **كون**$^+$ و**كون**$^-$ يشكلان معا **كونا توئما: كون.** لا يوجد هذا الكون الثاني في مكان آخر، تماما كما هو الحال بالنسبة للطاقات السالبة. أشياء ذات كتل وطاقات متناقضة تسبح في كون واحد

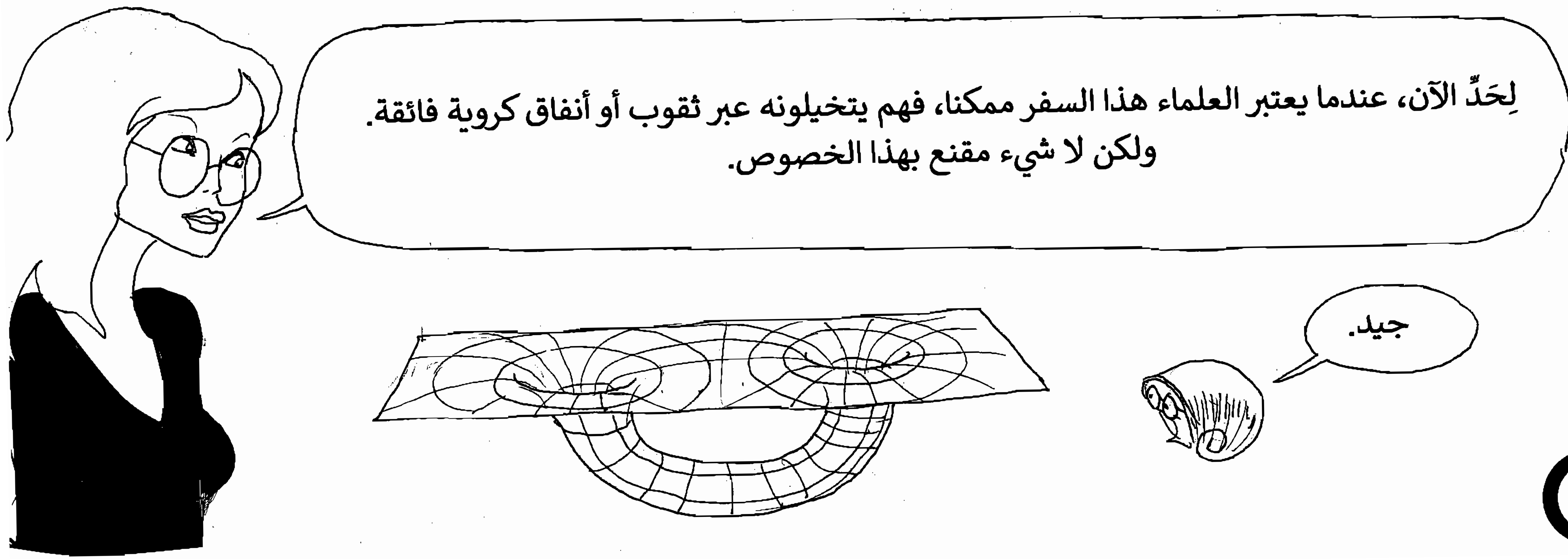
حيث **تتفاعل فيما بينها بالجاذبية فقط.**



السفر عبر النجوم مُمكنٌ إذن، ويمكن إنجازه عبر سلك ممرات كون توءم له سرعة ضوء ض⁻ أسرع (من سرعة كوننا س⁺).
وسيكون لأي شيء له كتلة معكوسة الخاصيات التالية:

- غير مرئي
- مدفوع بكتلة الأرض

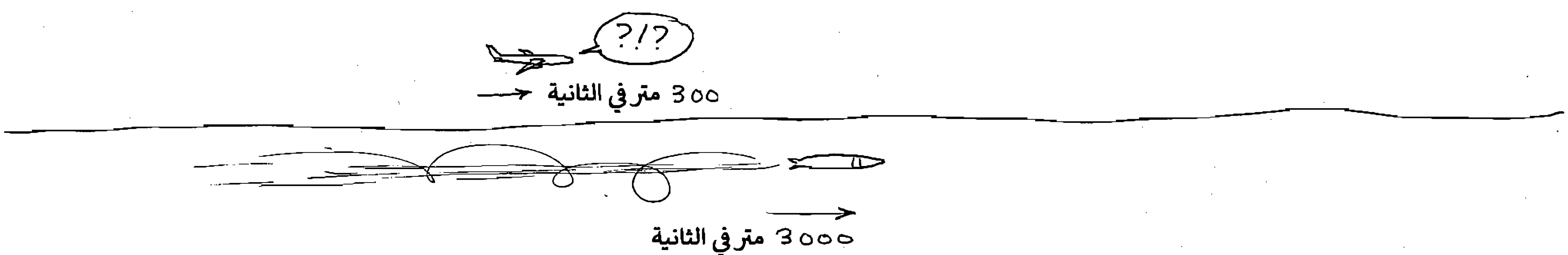
عندما سنُغَيِّر وجوده، عن طريق ظاهرة ما ذات طبيعة كَمِّية، في هذان الكونان التوءمان، سيسقط من احداها ويرتفع في الآخر. سيبدو هذا التَّغَير السريع، بالنسبة لملاحظ مشكل من كتل موجبة، انطباعا بالجُمودِ، إذن **بضد الجاذبية**.



السَّفَرُ عبر النُّجوم

لقد اقتنع علماء الفيزياء الفلكية، مع مرور الزمن، بأن الكون غير مَلحوظ (عبر الرؤية والمشاهدة) وغَيرُ ملموس.
وهكذا فقد طورنا الفكرة التالية... وهي تأمُّلية تماما (في العلوم، نجيب على مجموعة من الأسئلة باختراع كلمات بسيطة) حيث نقبل وُجود جُسيمات، افتراضية، لا تتفاعل مع مادتنا إلا بشكل ضعيف جدًّا. (*)
في النهاية جُسيمات لا تتفاعل معنا سوى عن طريق قوة الجاذبية.

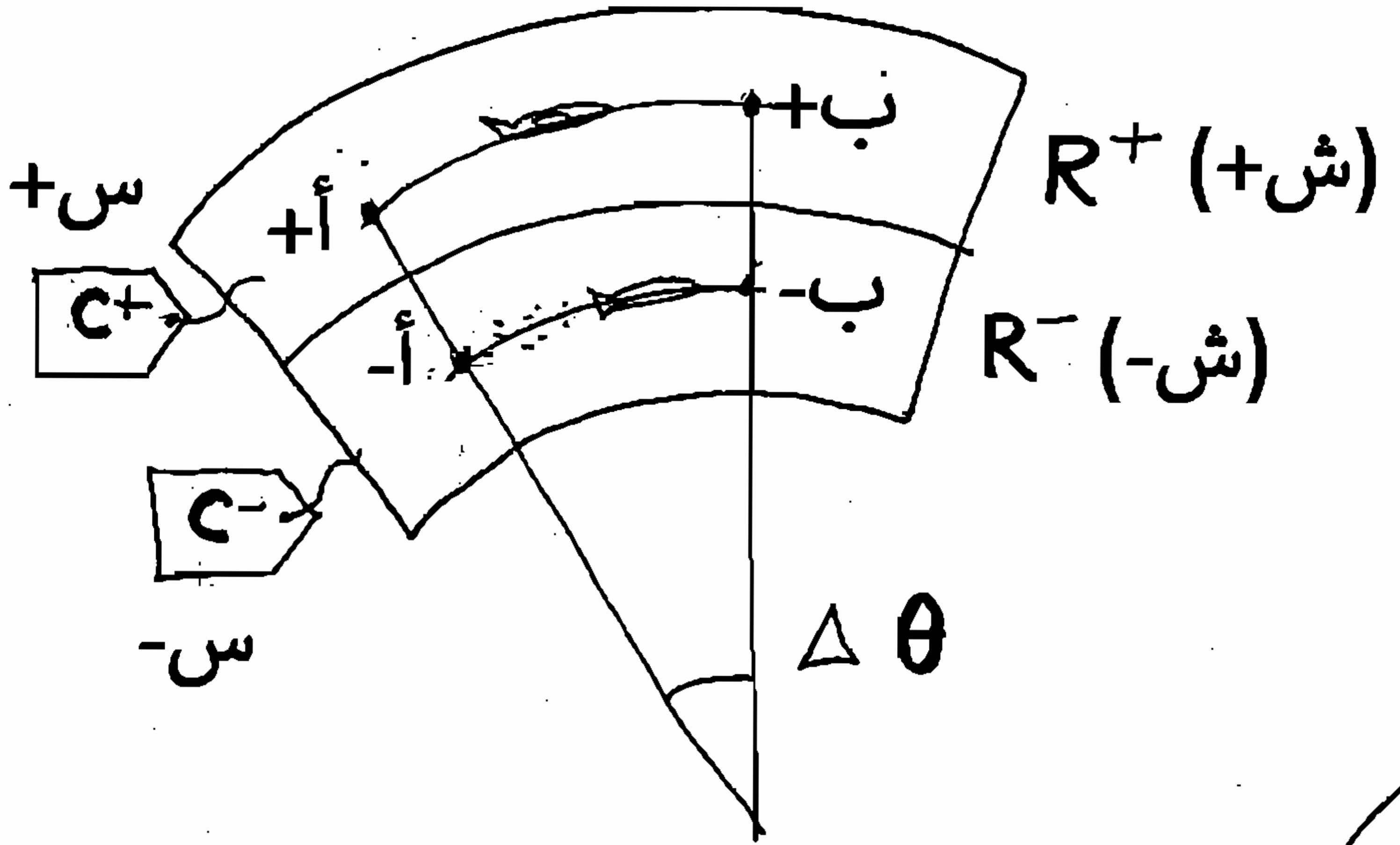
تَستطيع مَرْكَبَةٌ، من الكتل السلبية فقط وتسير بسرعة بضع عشرات من كلومترات في الثانية، أن تعبر الأرض من الطرف للطرف وحتى شمسنا دون مشاكل (شريطة أن تكون سرعتها كافية حتى لا تبقى حبيس جاذبيتها).
بالنسبة للسرعات الفوق ضوئية، نستطيع أن نعطي الصورة التالية:
في عالم **مزدوج**، التنقل بسرعة فوق صوتية غير ممكن. هناك مساران للتنقل من مكان لآخر: جوًّا، بسرعة أقل من 340 كلم في ث. أو تحت الماء: أي أبطأ من سرعة الصوت في هذا الوسط التي هي أكبر بعشرة أضعاف.



(*) Weakly Interacting Massive particules

تأثير جاليفر

من أجل اختصار المسافة التي يجب قطعها، نستطيع أن نتصور بأن الحركة **زَاوِيَّةٌ** فقط وتعود لنوعان مختلفان من الاسقاطات، مرتبطة **بعوامل قياس** المسافة **ش**$^{+}$ و **ش**$^{-}$ المختلفة. وترتبط هذه العروض والاسقاطات أيضا بسرعات ضوئية **س**$^{+}$ و **س**$^{-}$ مختلفة تماما.



$$\left\{ \begin{array}{l} R^{+} \gg R^{-} \\ c^{+} \ll c^{-} \end{array} \right.$$

ش$^{+}$ >> ش$^{-}$
س$^{+}$ << س$^{-}$


أعتقد أننا نخرج عن النص. لقد أصبحت هذه الحكاية شبيهة بقصة **أليس في بلاد العجائب**. نحن نسبح في الخيال.
ورغم ذلك فهي ممتعة.
ولكن العلوم اليوم هي خيال علمي بالنسبة للأمس. منذ قرن من الزمن كان تحول المادة مباشرة إلى طاقة، ك× $س^2$ = E محض خيال وأحلام . ($E = mc^2$)
كنا نعتقد حينها أن الأمر مستحيل كونه يناقض **مبدأ المحافظة على المادة**.
ما المعادلة أعلاه سوى **مبدأ المحافظة على الطاقة المادية**.
أقترح، في هذه الرؤية التوءم، المبدأ التالي: من صفحة لأخرى، **تُحفظ الطاقة المادية**.

(*) Physical Review D

الفيزياء في الغرب المجهول (غرب بيكوس)

Plausible "faster-than-light" displacements in a two-sheeted spacetime

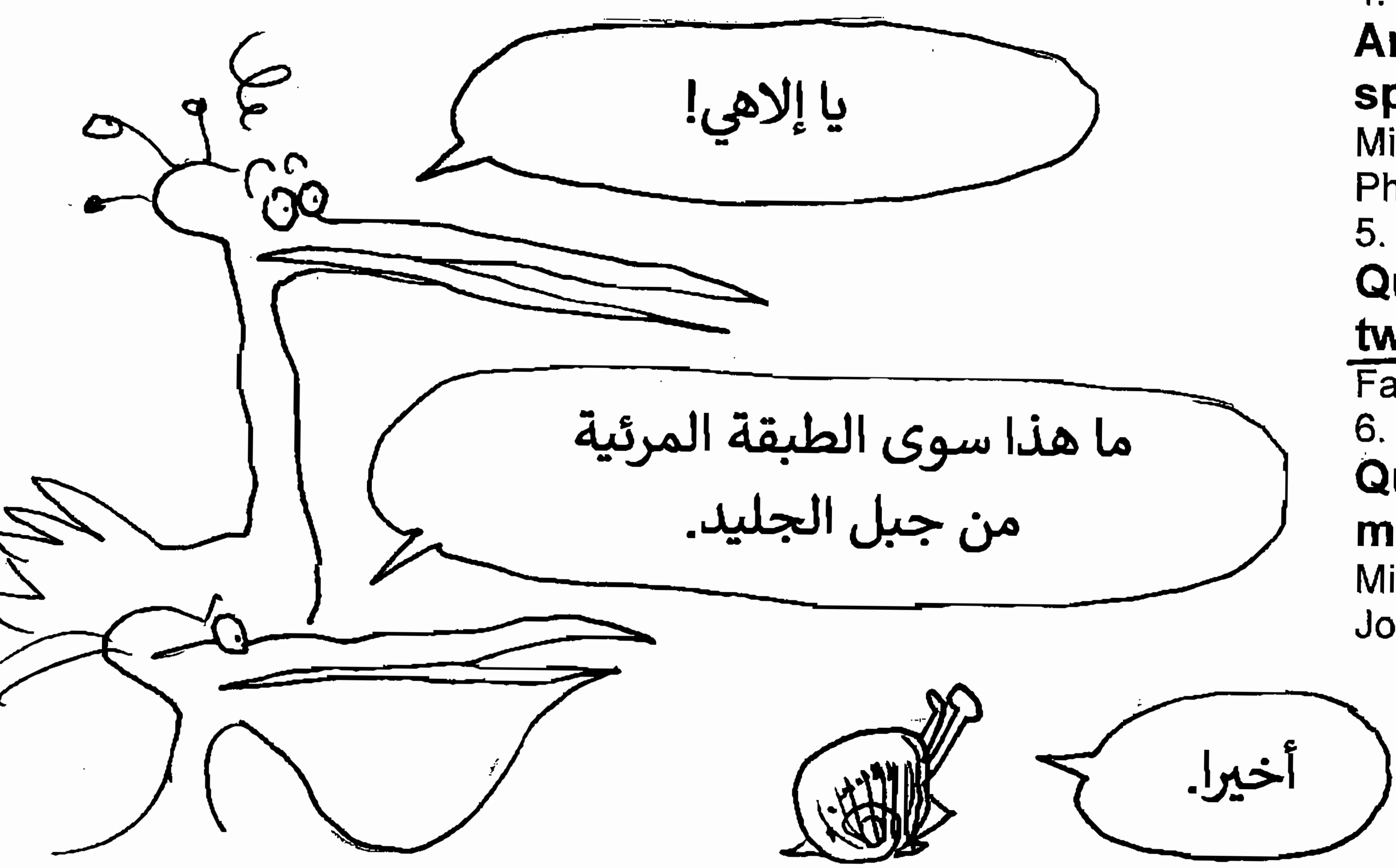
Fabrice Petit[1,*] and Michaël Sarrazin[2,†]

[1]*Belgian Ceramic Research Centre, 4 avenue du gouverneur Cornez, B-7000 Mons, Belgium*

[2]*Laboratoire de Physique du Solide, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, 61 rue de Bruxelles, B-5000 Namur, Belgium*

In this paper, we explore the implications of a two-point discretization of an extra-dimension in a five-dimensional quantum setup. We adopt a pragmatic attitude by considering the dynamics of spin-half particles through the simplest possible extension of the existing Dirac and Pauli equations. It is shown that the benefit of this approach is to predict new physical phenomena while maintaining the number of constitutive hypothesis at minimum. As the most striking feature of the model, we demonstrate the possibility of fermionic matter oscillations between the two four-dimensional sections and hyper-fast displacements in case of asymmetric warping (without conflicting special relativity). This result, similar to previous reported ones in brane-world theories, is completely original as it is derived by using quantum mechanics only without recourse to general relativity and bulk geodesics calculation. The model allows causal contact between normally disconnected regions. If it proves to be physically founded, its practical aspects could have deep implications for the search of extra-dimensions.

PACS numbers: 11.10.Kk, 04.62.+v, 11.25.Wx



1. arXiv:0809.2060 [ps, pdf, other]
Probing braneworlds through artificial matter exchange between branes: experimental setups for neutron and helium-3 disappearance
Michael Sarrazin, Fabrice Petit , submitted

2. arXiv:0706.4025 [ps, pdf, other]
Plausible "faster-than-light" displacements in a two-sheeted spacetime
Fabrice Petit, Michael Sarrazin. Accepted for publication in Phys. Rev. D76,(2007)
Journal-ref: Phys. Rev. D 76, 085005 (2007)

3. arXiv:hep-th/0603194 [ps, pdf, other]
Matter localization and resonant deconfinement in a two-sheeted spacetime
Michael Sarrazin, Fabrice Petit . Accepted for publication in Int. J. of Modern Physics A 22 (2007) 2629-2641

4. arXiv:hep-th/0505014 [ps, pdf, other]
Artificially induced positronium oscillations in a two-sheeted spacetime: consequences on the observed decay processes
Michael Sarrazin, Fabrice Petit . Accepted for publication in Int. J. of Modern Physics A 21 (2006) 6303-6314

5. arXiv:hep-th/0409084 [ps, pdf, other]
Quantum dynamics of massive particles in a non-commutative two-sheeted space-time
Fabrice Petit, Michael Sarrazin. Accepted for publication in Physics Letters B 612

6. arXiv:hep-th/0409083 [ps, pdf, other]
Quantum dynamics of particles in a discrete two-branes world model: Can matter particles exchange occur between branes?
Michael Sarrazin, Fabrice Petit. Published in Acta Physica Polonica B (2005)
Journal-ref: Acta Phys.Polon. B36 (2005) 1933-1950

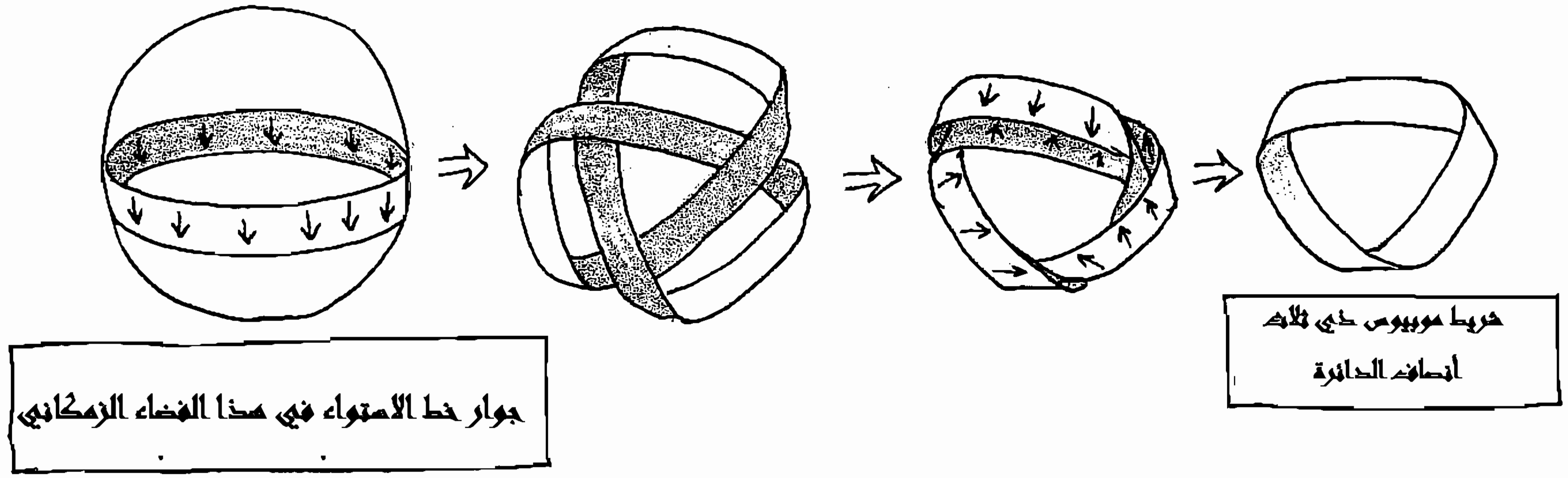

يا سيِّد "كيس"، ما رأيك في هاته الجسيمات التي تقفز عبر الصفحات؟
يَتَوَقَّفُ كل شيء على الأجماع في الرأي يا سيد "هاندشيك". إذا حصل اجماع كبير في مكان ما، فسيتبع "التيار الرئيسي" الموجة.
ما هذا الشيء الذي فوق رأسك؟
عندما يتغير الطقس، نتغير نحن أيضا معه.
تسمح لي هذه الأداة بتحديد اتجاه رياح العلم.
ولكن، ألا رَأْيَ لك؟
رَأْيٌ؟ مذا سأفعل به؟ وكأن الحياة ليست معقدة بما فيه الكفايةً.
عُذْرا، أرى هنالك الدكتور "نوستراداموا" الذي يخرج للتو من المعهد.
إنه اختصاصي معترف به في نظرية الحبال الفائقة. سأذهب لاستجوابه.
أتعرف: كلما كانت النظرية قابلة للتسويق، فأنا مُشترٍ.

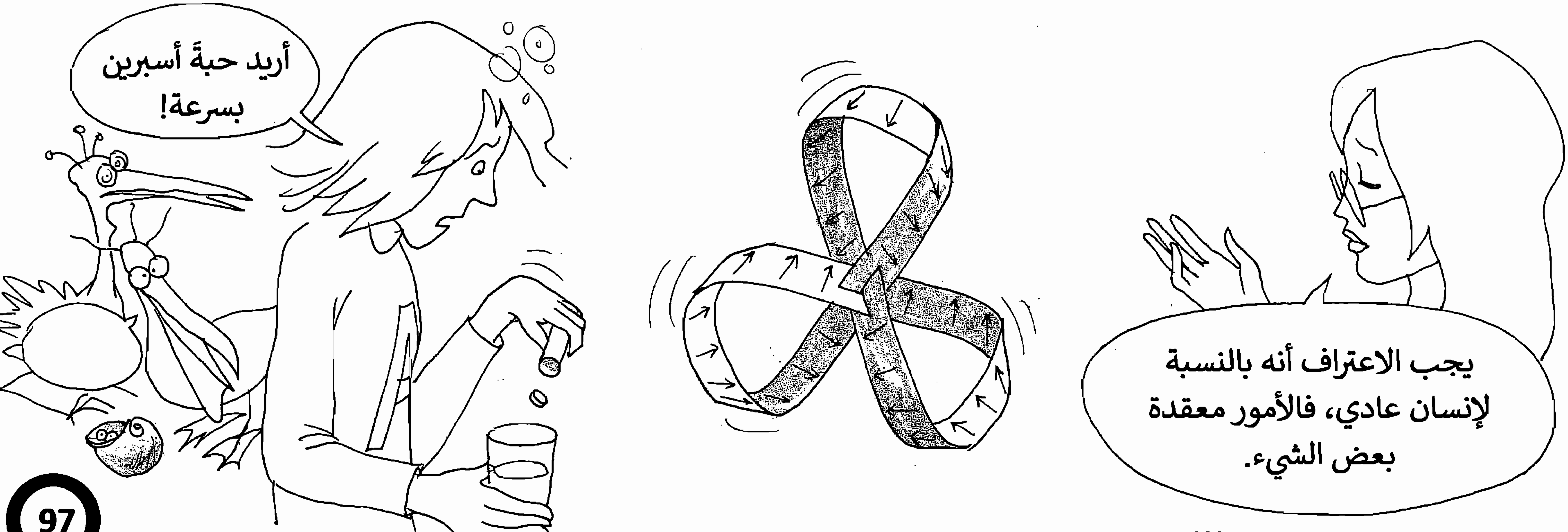

هذا المدعو "هارفي كيس"، صاحب مجلة "التيار السائد" تحت إبطه وأدواته لتشميع الأحذية والآن مع هذا الجهاز فوق الرأس. إنه يضحكني كثيراً.
حسنا، لنلخص ما سبق: نحن نعيش في عالم مزدوج، يَعج بِجُسيمات ذات كُتل وطاقات مُتناقضة. سيقول سيد المجموعات: هذا طبيعي، لأنها تسبح عكس سير الزمن. وحتى نعقد الأمر أكثر، فمن أجل أن الانتقال من نقطة من كون لآخر، تختلف المسافات حسب المادة التي تكوننا، موجبة أو سالبة. أعترف أنني لم أعد أفقه شيئا.
كيف نفاعل بين هذه المناطق، ذات أسهمِ الزمن المُتناقضة المَنحى والتي، فوق ذلك، تختلف فيها طرق قياس المسافات؟!
أحّم...

طوبولوجيا الزمكان

بتصفح الصفحات 71 إلى 43 عكسيا، تمكننا أربعة رسوم تقريبية من تتبع الطية من محاذاة خط الاستواء الذي يجمع النقاط المتناقضة العشوائية، و تبين كيف يَنْتِجُ عن مناطق ذات أسهم الزمن المتعاكسة **"ثنائي الصفيحات الزمكاني"** (*)

يُمكنُ ضبط جوار خط الاستواء بواسطة شريط موبيوس ذي ثلاث أنصاف الدائرة. ولكنه من الصعب جدّا القيام بهذه العملية بأنفسنا، فهي تتطلب تقاطع ثلاث أشرطة (كما هو مفصل في الصفحة 59).

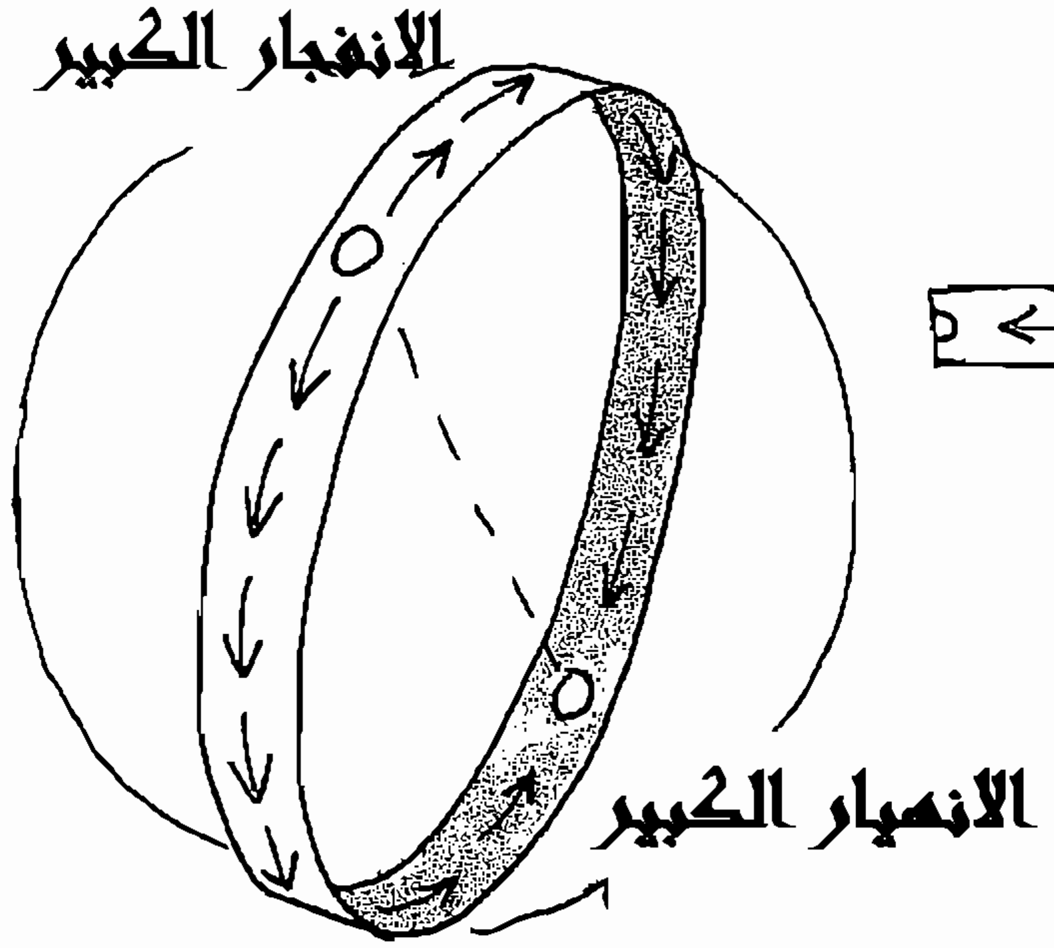




(*) TWO SHEETED SPACETIE

حتى نُبَيِّنَ لَكم كيف تُطْوَ كرة الزمكانِ حَول نَفسها، فجَلْبُ هذه النقط التي تصادف نقيضها يعني أيضا أننا نَجلُبُ وجها لوجه نطاقين منحى أسهم زَمنها مُتعاكسان، سوف نتصرف بشكل مغاير.

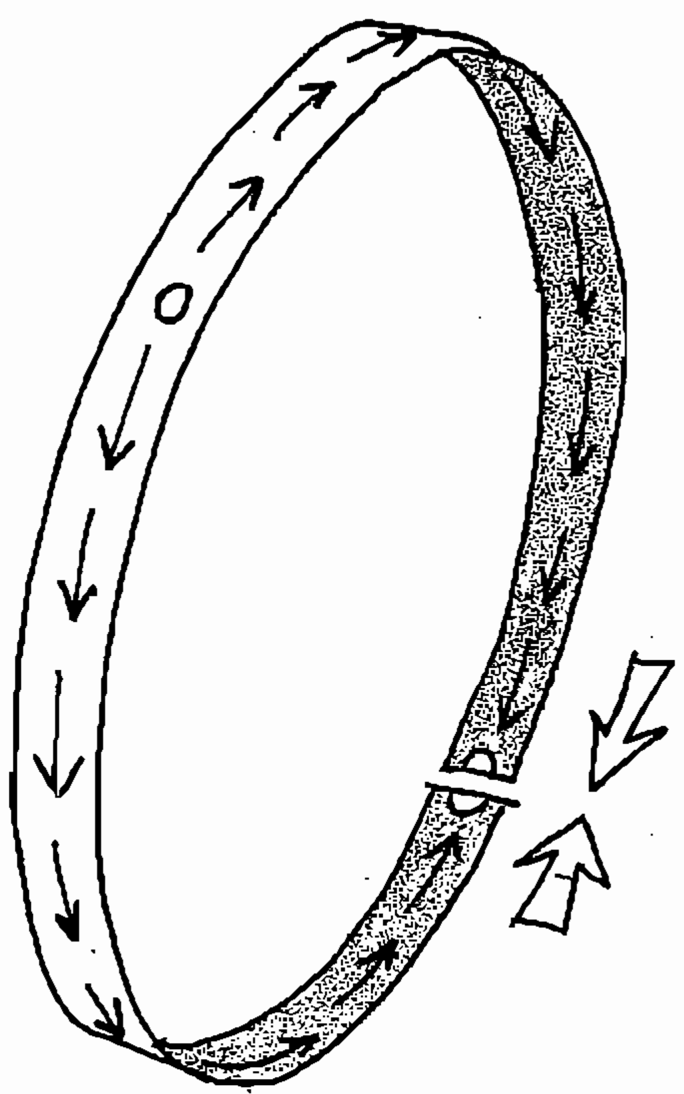
سَنَنْطلقُ هذه المرة من خط طولِ كُرتنا الزمكانية، ذات البعدين. حاول أن تصنع شريطا طويلا عرضه سنتمتران وطوله ثمانون سنتمتر (أو أكثر قليلا). أرسم في وسط الشريط دائرة صغيرة تمثل الانفجار الكبير وأسهما تمثل منحى الزمن ثم في طرفي الشريط قُصّ نصفا دائرتين صغيرتين.



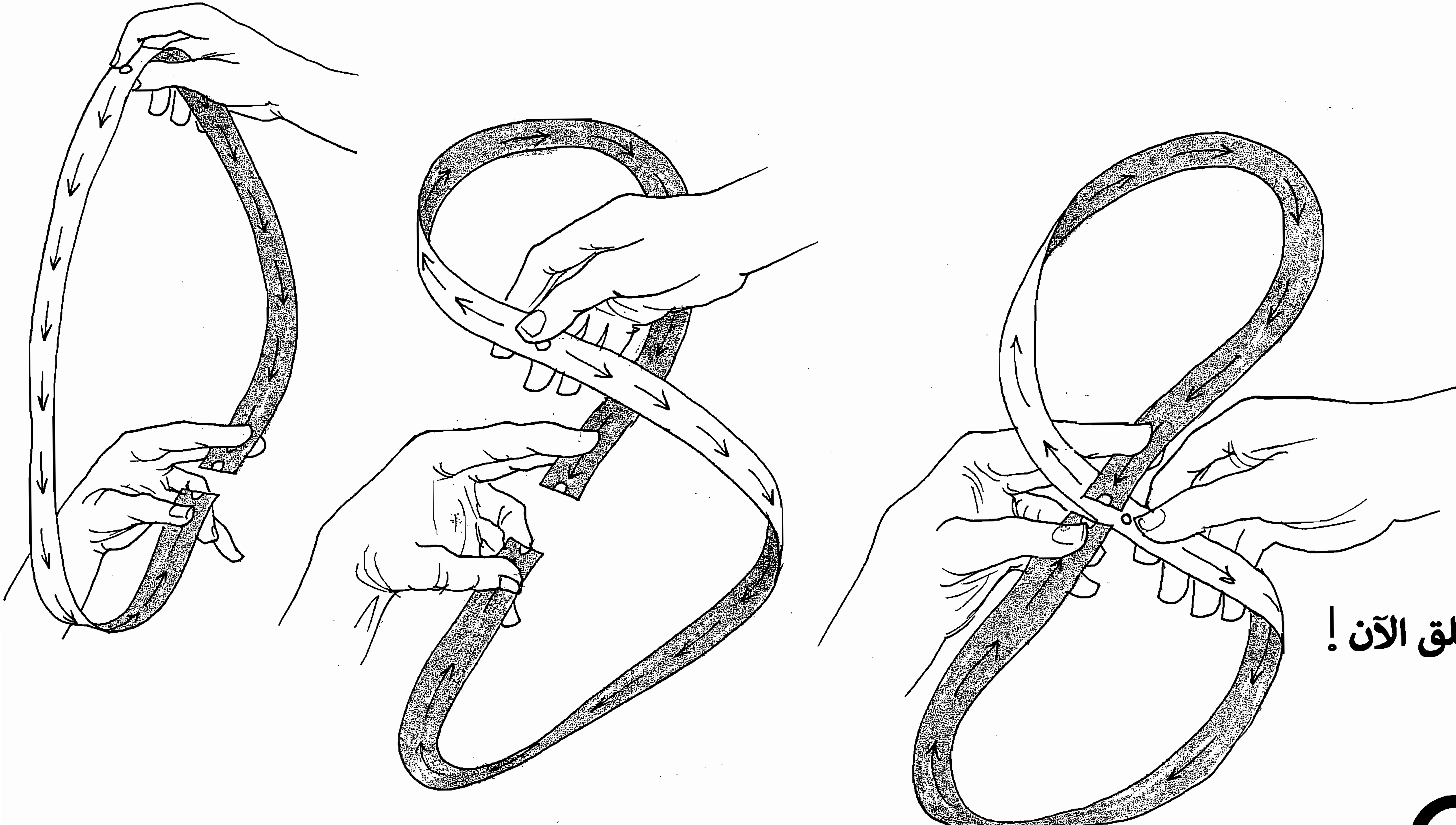
أَنْسُخْ هذه العلامات بشكل مماثل في الوجهِ المُقابل.

هل أنت مستعد لصناعة جوار خط الزمن، عندما نلاقي طرفي الشريط؟

سنسميه **خط الكون**.



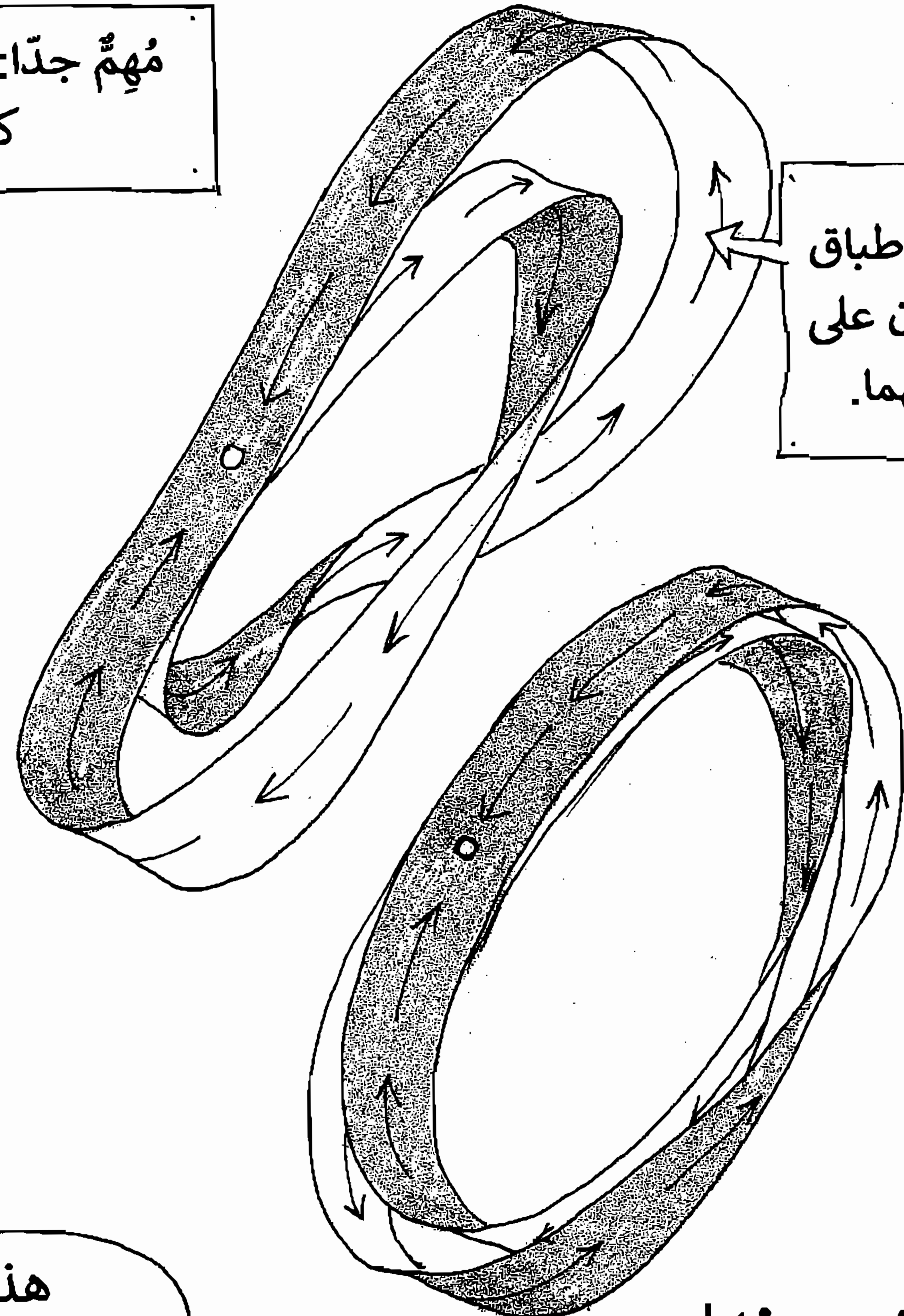
لا يمكننا طي الكرة، حسب تَغطية ذات صفحتين لسطح بوي (*) ، دون أن يتقاطع السطح مع نفسه.
سنقوم بإجراء قَطْعٍ قبل إغلاق هذا الشريط اللاصق الثنائي الأوجه، حسب الصور التالية:



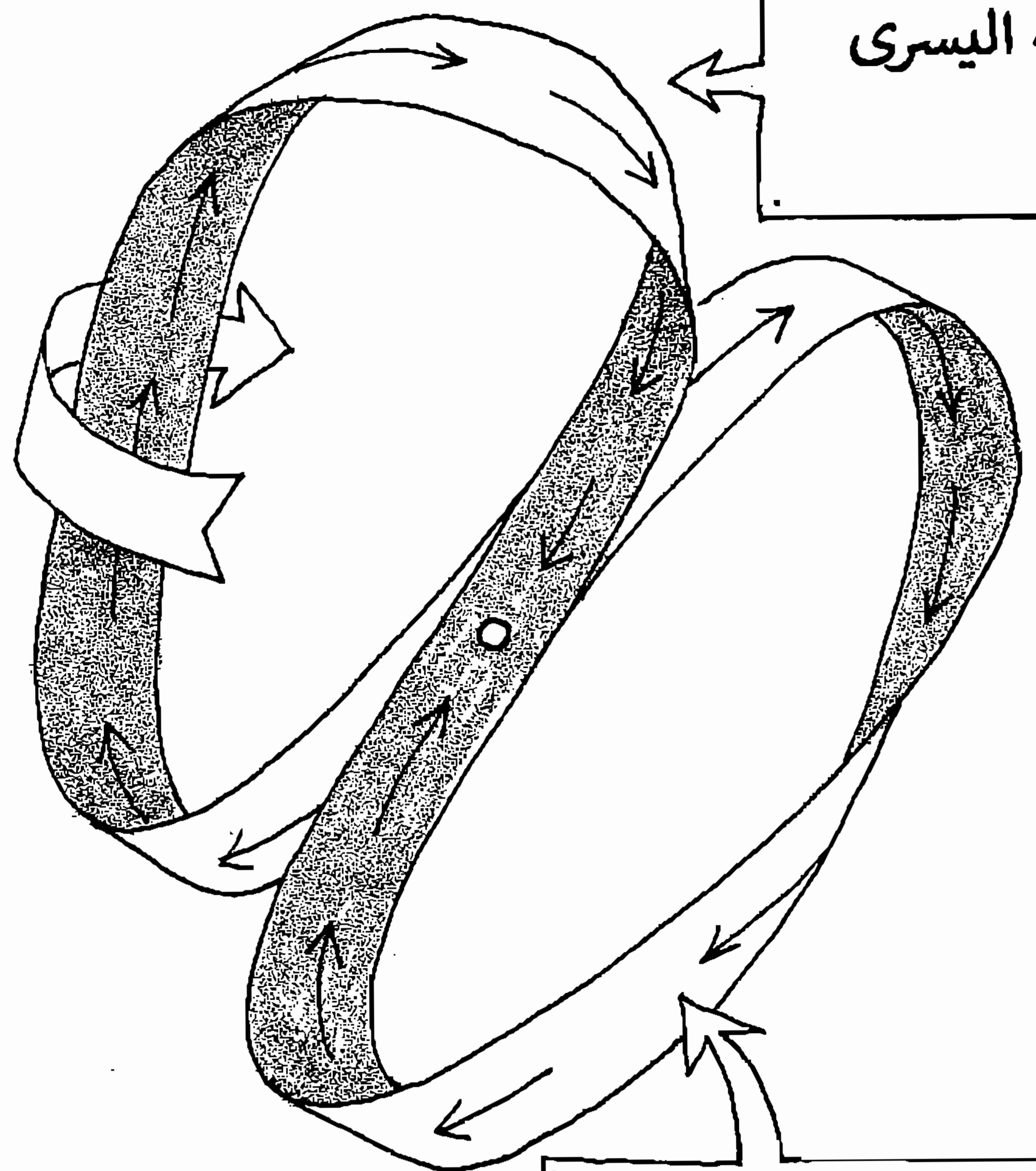
أغلق الآن !

مراجعة ألبوم توبولوجيكون (*)

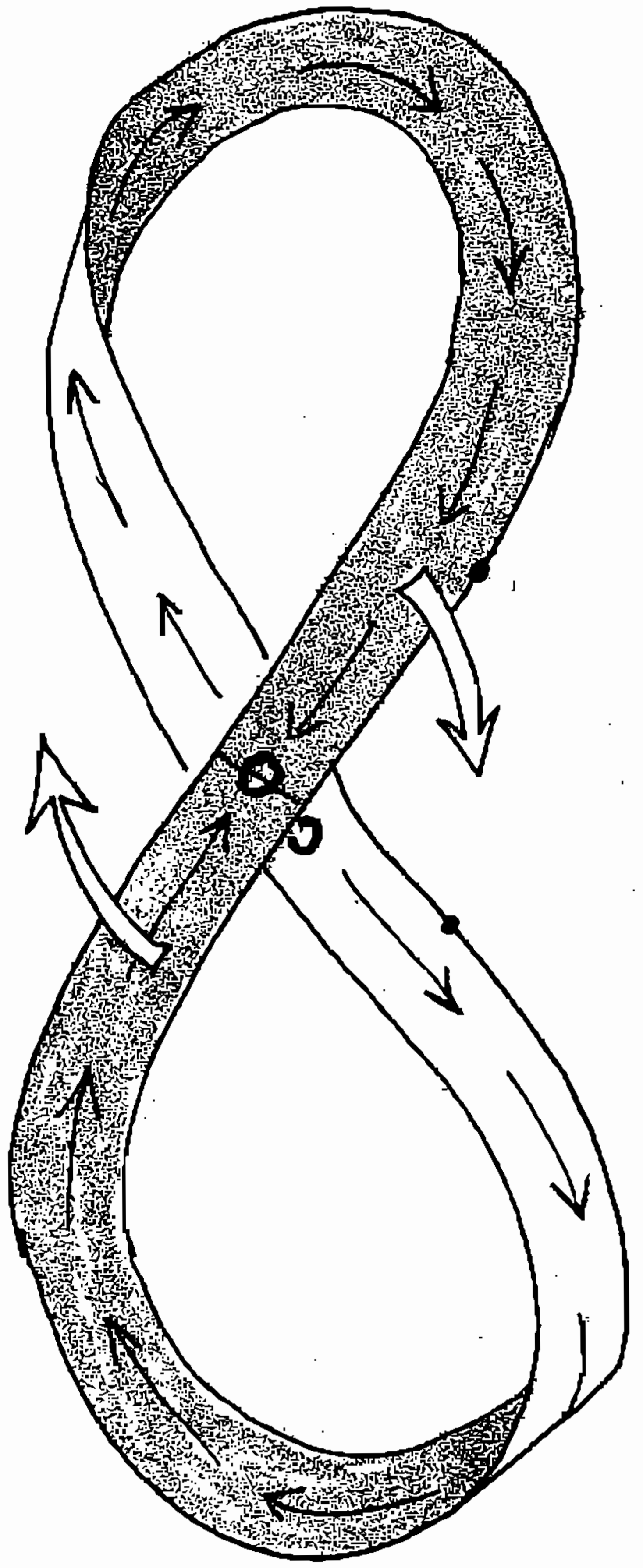
حافظوا على القطبين **الانفجار العظيم والانهيار العظيم** بين الابهام والسبابة.
بعد ذلك أديروا الشريط لجلب النقطة أ فوق النقطة ب.



جاهز لإطباق الحلقتان على بعضهما.



مُهِمٌّ جدًا: أديروا الحلقة اليسرى كما في الصورة.

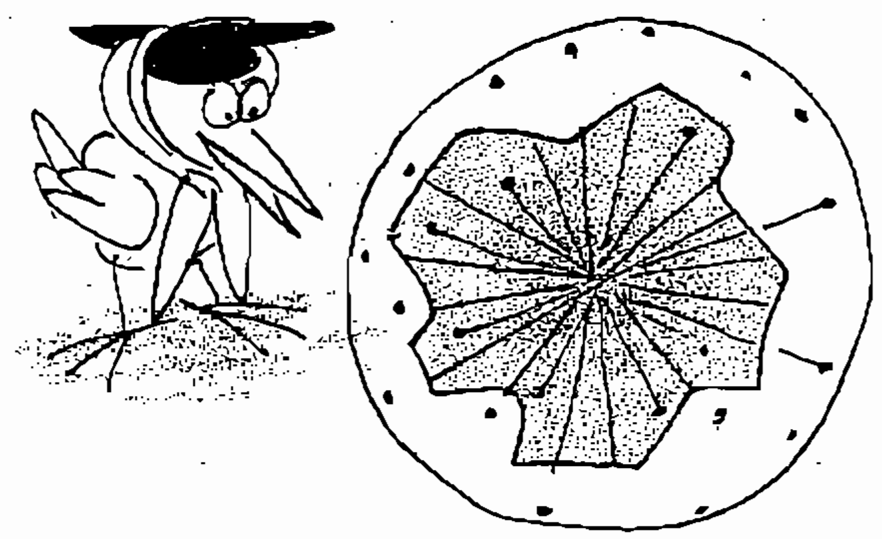


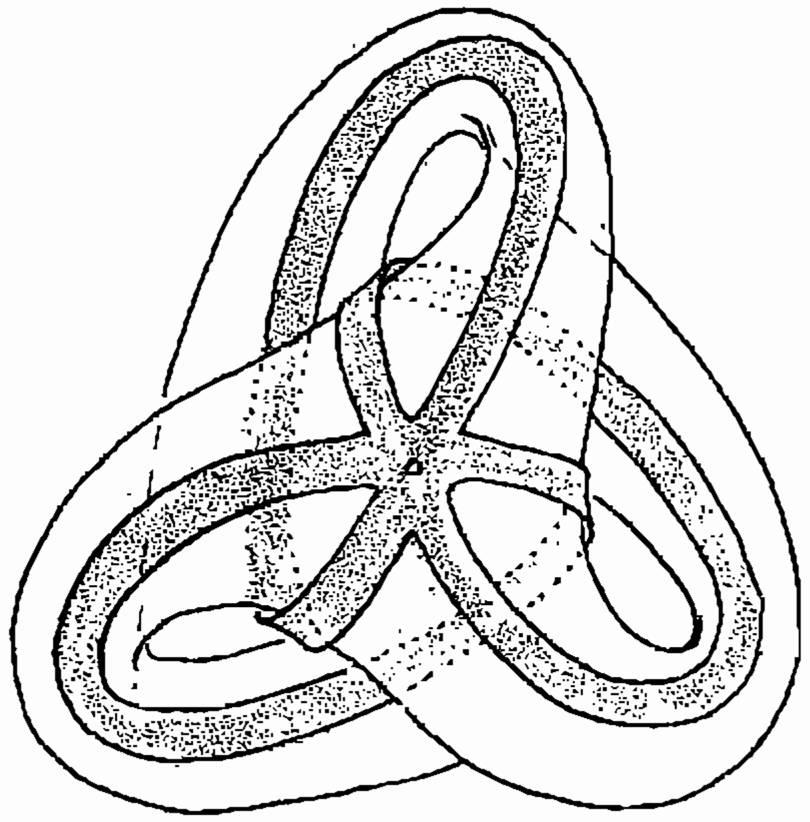
هل تَعَرَّفْتَ في هذه الحَلَقَةِ على شريط موبيوس ذي النصف الدورة.

هذا الشريط **ثنائيُّ الأوجه**. حتى يَتَّضِحَ الأمرُ بِشكلٍ جَليٍّ، قُم بِتعتيم إحدى أوْجُهِهِ. ستلاحظون أن هذه العملية تُطْبِقُ الوجه الأبيض على... نفسه.
وهكذا نجحنا، في لمح البصر، في إخفاء الوجه المُعَتَّمِ، دون قطع أي شيء.

ها نحن ذا !

لقد سبق أن طَوّرنا وشَرحنا مَوضوعَ إلتقاءِ نِقط الكرة مع مقابلاتها.
إذن، يمكننا طي خطوط طول الكرة، أي **خطوط الكون** لفضاء كروي زمكاني **ك2**،
يُطْوَ حسب تَغْطِيَة ذات وجهين لشريط موبيوس ذو ثلاث أنصاف الدائرة.
في الشكل أسفله ثلاث خطوط طول مطوية.



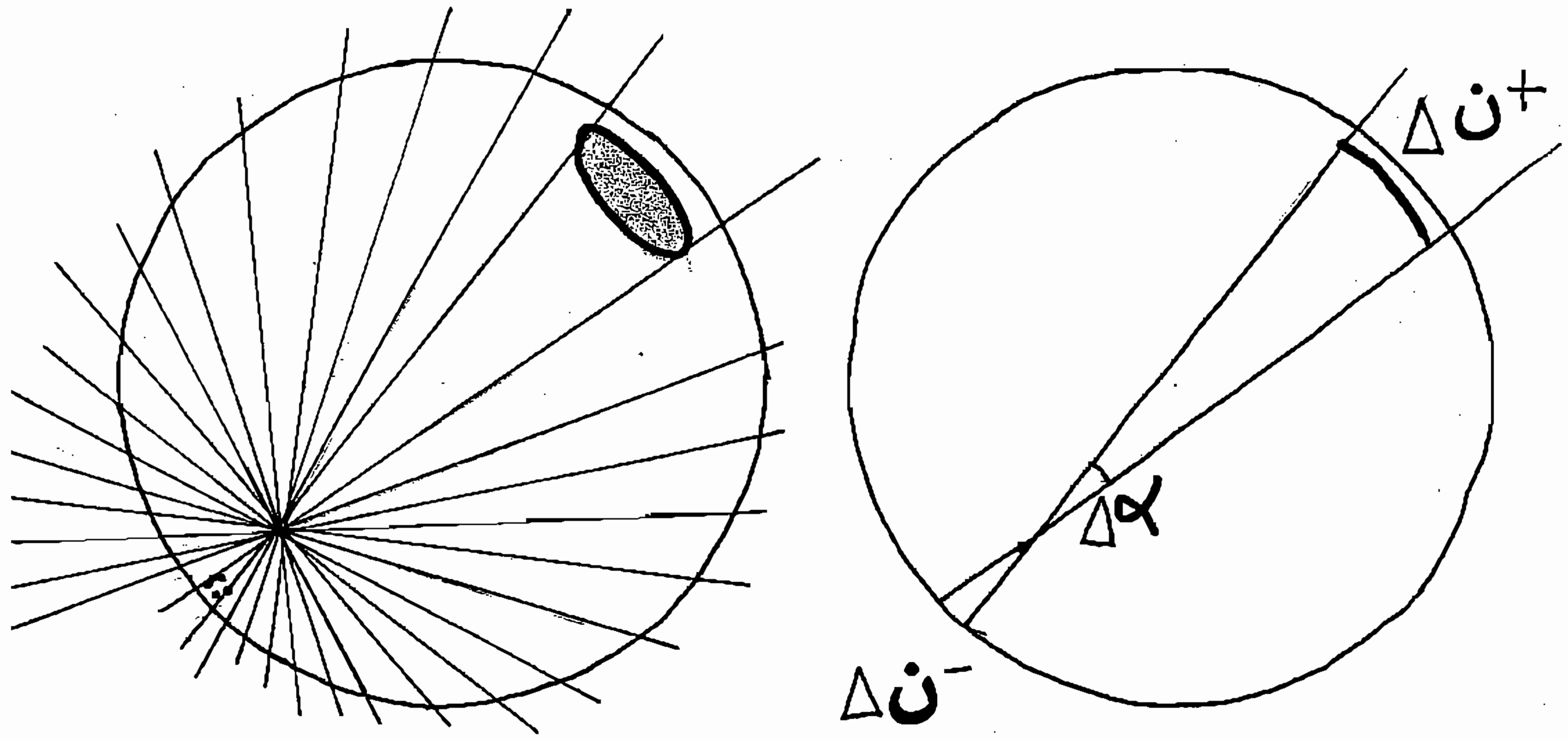


ملاحظة: إذا لم نُطابقُ قُطْبَ "الانفجار العظيم" مع قُطبِ "الانهيار العظيم" فسنتوقع ممرا أنبوبيا، يقصي انفراد زمكاننا الذي سيصبح نتوءا مستديرا يُطْوَ حسب التغطية ذات الوجهين لزجاجة كلاين، ذات شكل... غير اعتيادي.

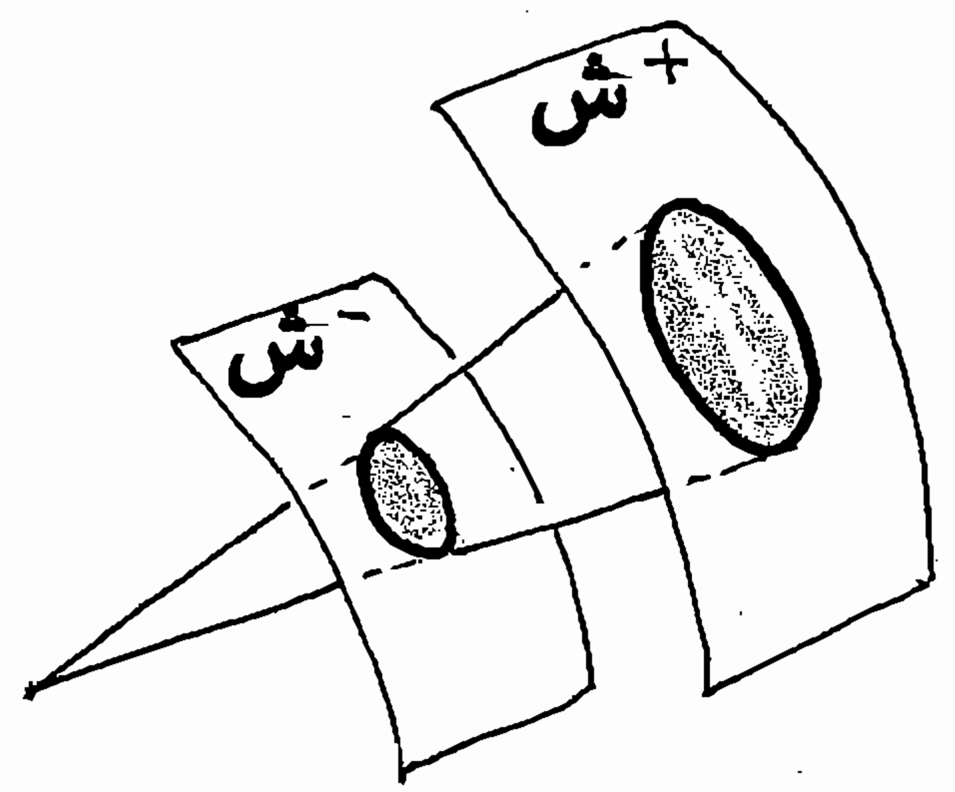
(*) زمكان كروي فائق ومغلق، "متماسك".

أعتقد أن انقلاب الزمن هذا (وبالتالي الكتلة) يُعْزَى إلى حماقة هندسية ما. ولكن مذا عن المسافات؟
ن
φ
θ
ن'
عندما تُطابق نِطاقات مُتَقابلة في كُرتك فكأنك استعملت الألياف البصرية ولكن في المَنْحَيَيْن، أي أنها تصدر الأشعة الضوئية من طرفيها معا. يُحَدَّدُ كل لَيْفٍ عن طريق إحداثياته الزاوية (φ، θ). ولن يحدد هذا الأخير نقطة واحدة في الكرة، بل اثنين ن و ن'.
يمثل أي تحرك، تغييرا زاويا Δα توافق مسارين اثنين ن'Δ و نΔ
أي أن: ن'Δ = Δα ش = نΔ
ستكون متساوية إذا كان نظام العرض يتمركز في مركز الكرة.
نΔ
Δα
ن'Δ

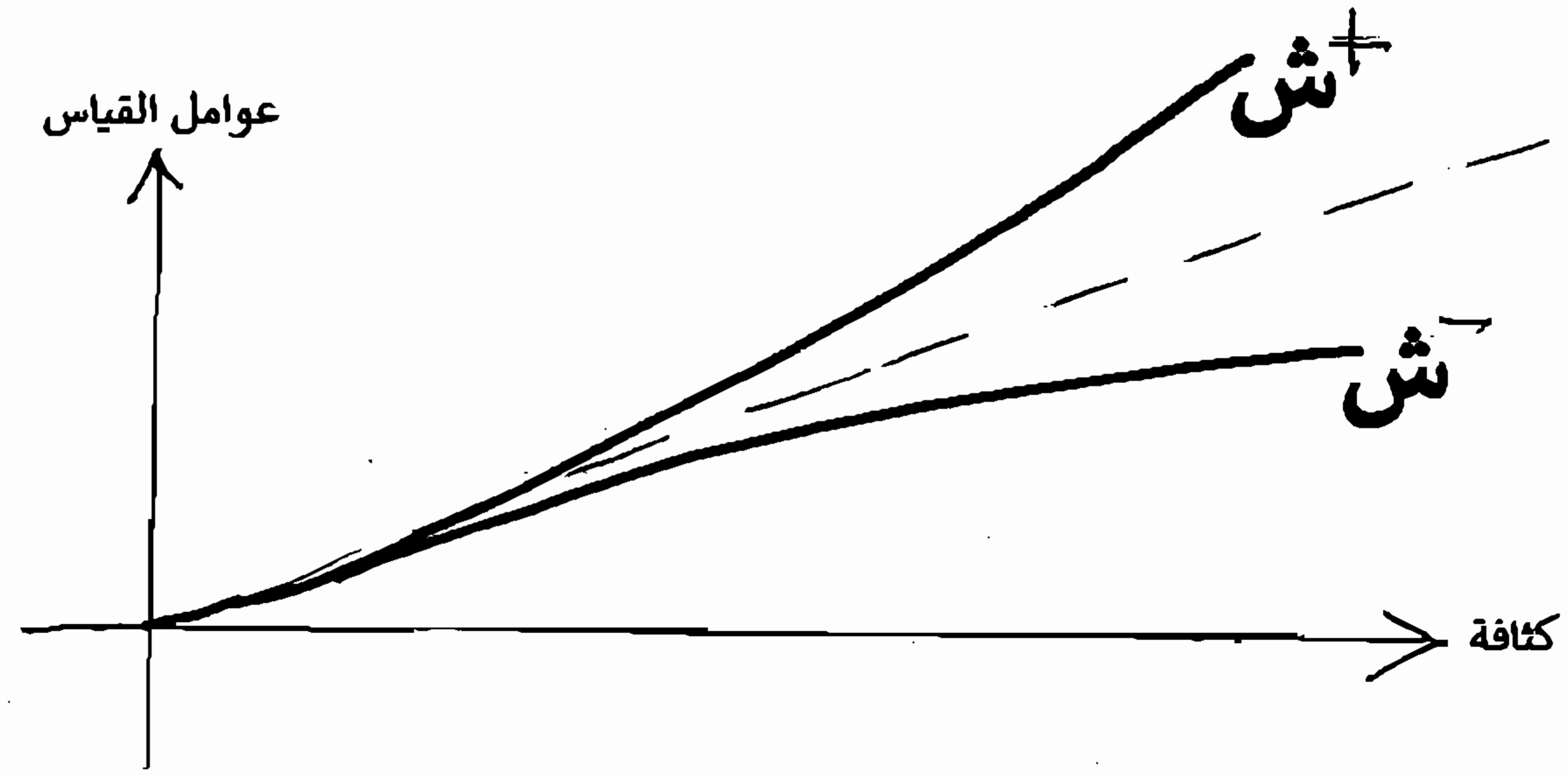
إذا كان نظام العرض لامركزيا، فنفس التحرك (يُحَدَّدُ $\Delta\alpha$ مَوقعٌ ما بزواياه) لن يوافق نفس المسافة المقطوعة، حسب تَمَوْقُعِهِ في "شاشة الكتل الموجبة" أو الأخرى السالبة. الظاهرة التي تبدو وكأنها تَوَسُّعٌ هي في الحقيقة تَغَيُّر في عامل القياس **ش** حسب الزمن. هذه الأخيرة ليست مُعَاشَةً (أي يَتمُّ قياسها) بنفس الشكل من المجموعتين. هذا النظام غير مستقر. إذا ازدادَ وكَبرُ عامل قياس الكتل الموجبة **ش**⁺ أسرع من مثيله في مجموعة الكتل السالبة **ش**⁻ فستتسارعُ الحركة. الكائنات التي ستعيش في هذا العالم السالب ستشهد تباطؤا (أنظر المُنحنى). وهذه هي الظاهرة التي تتبناها بشكل خاطئ القوة الطاردة للفراغ أو الطاقة السوداء.



$$\Delta ن^+ = ش^+ \Delta\alpha > \Delta ن^- = ش^- \Delta\alpha$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \rho^+ \sim \dfrac{1}{ش^{+3}} \\ \rho^- \sim \dfrac{1}{ش^{-3}} \end{array} \right.$$

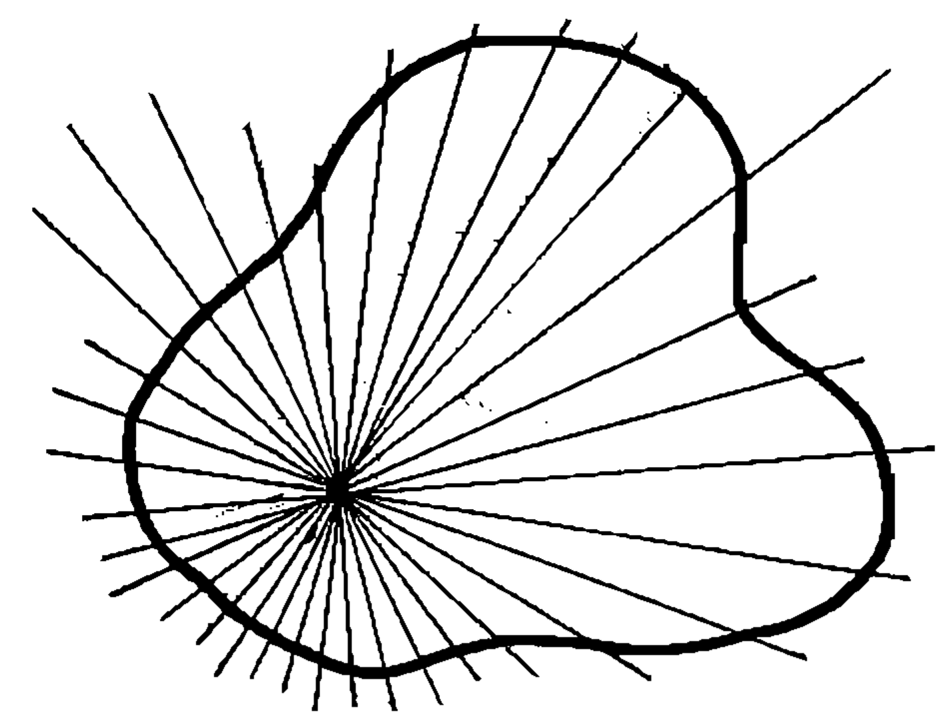


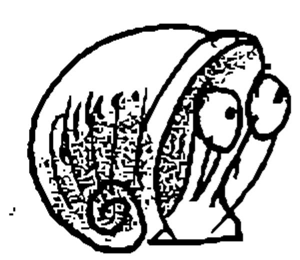
أنظر الملحق 7

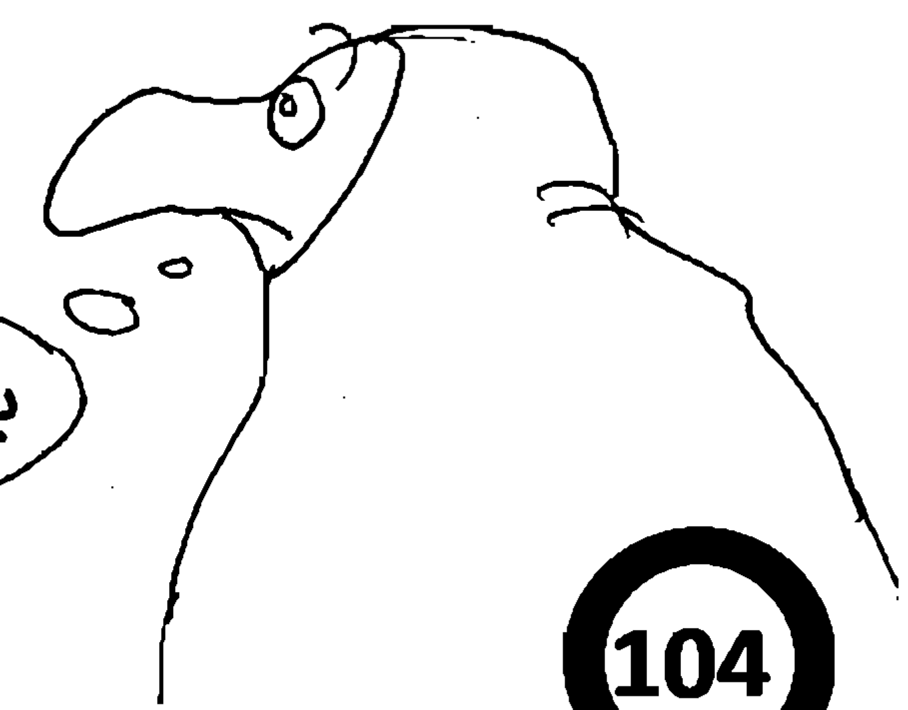
إفلاسُ النظريات الكونية

ينبني **النموذج الفلكي الاعتيادي** على مجموعة من **الفرضيات والمسلمات الأساسية** الغير قابلة للنقض:

- **الكون متصل** (يتزايد عدد المُشككين في المسلمة).
- **الكون متجانس** (خطأ، فهندسته مليئة بالثُقوب والفراغات).
- **الكون موحد الخاصيات والخواص الفيزيائية** (بغض النظر عن الاتجاه). (*)
- **ثَوابتُ الفِيزياءِ مَطلقةٌ** (**)



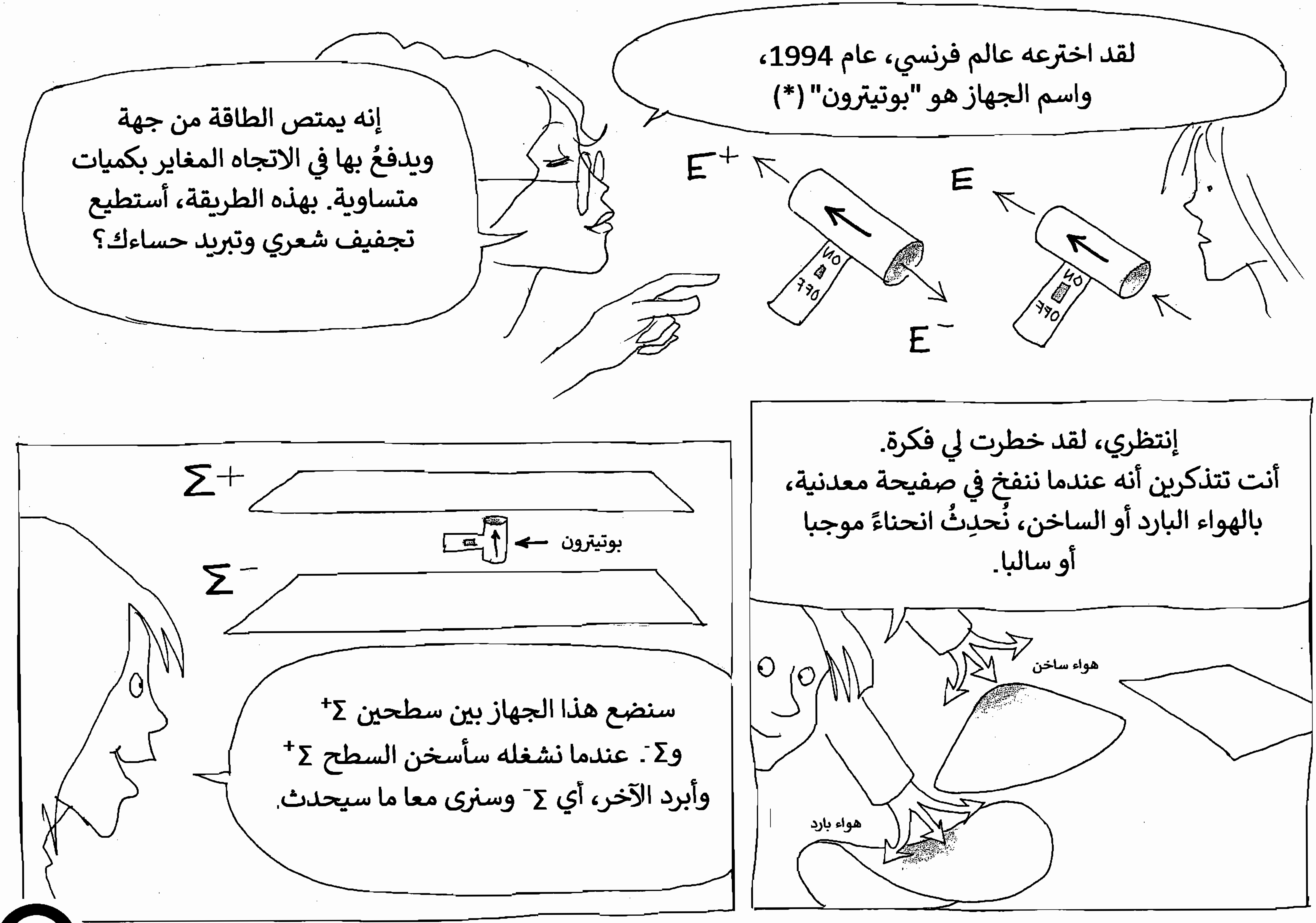




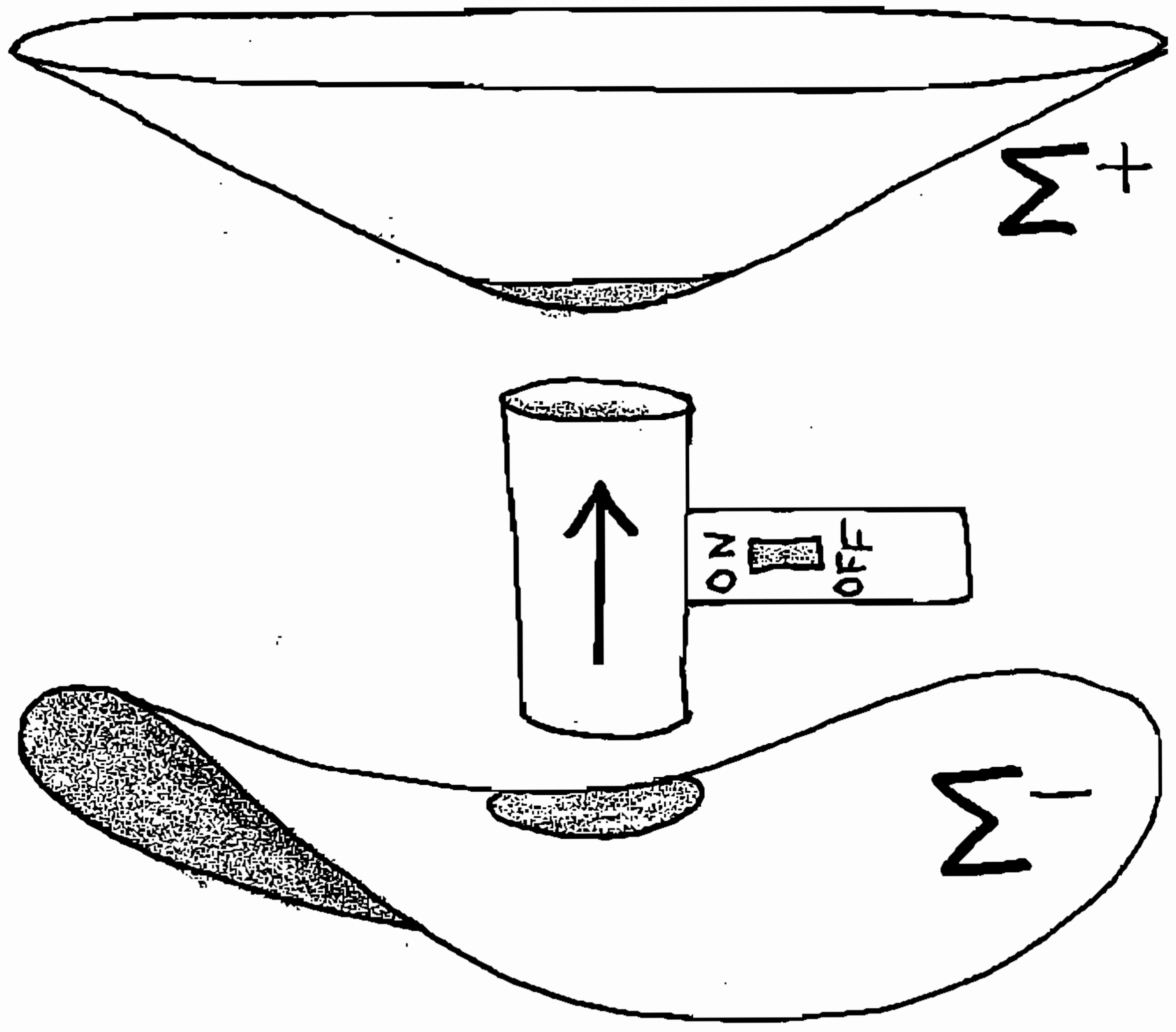
(*) ISOTROPE

(**) أنظر ألبوم **أسرع من سرعة الضوء**

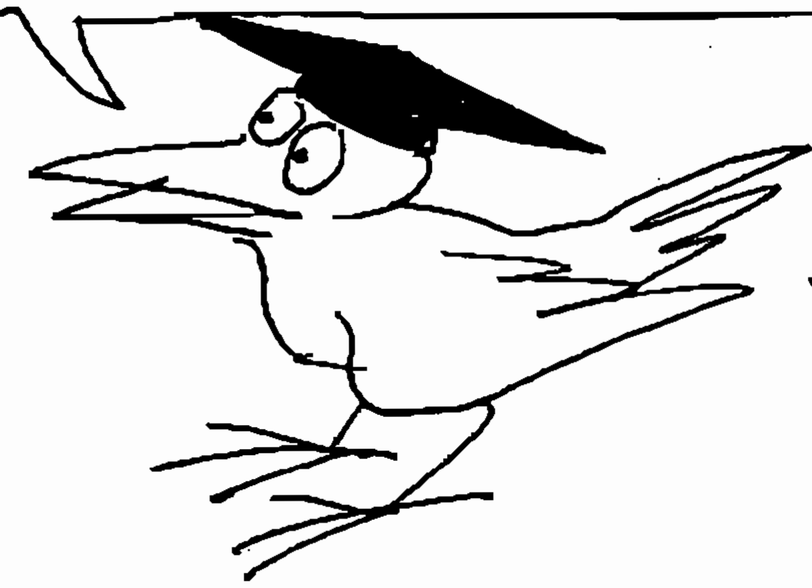
الهندساتُ المُشتركة



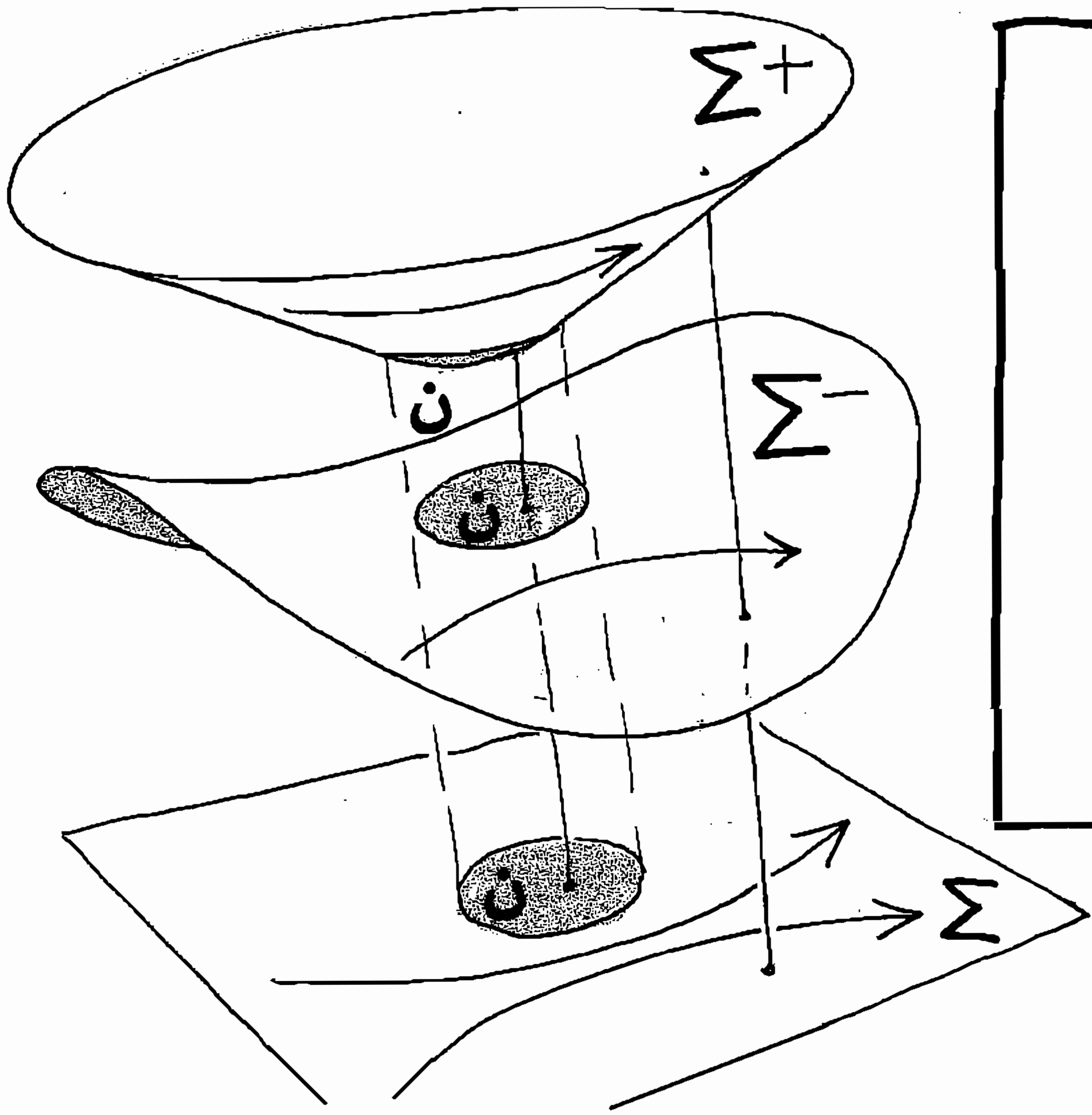
(*) جين بيير توتي: مشكلة الكتلة المفقودة.



الأمر في غاية البساطة: سنضعُ **مخروطيا (موجبا) خفيفا** في الجهة التي ستستقبل **الطاقة الموجبة ومخروطيا عَكْسِيّا خفيفا** في الجهة المقابلة التي تستقبل **الطاقة السالبة**. وبما أن الانحناء يساوي الطاقة، فسنكون أمام منطقتين متقابلتين لها نفس **كِمِّية الانحناء** ولكن **بإشارات معكوسة**.

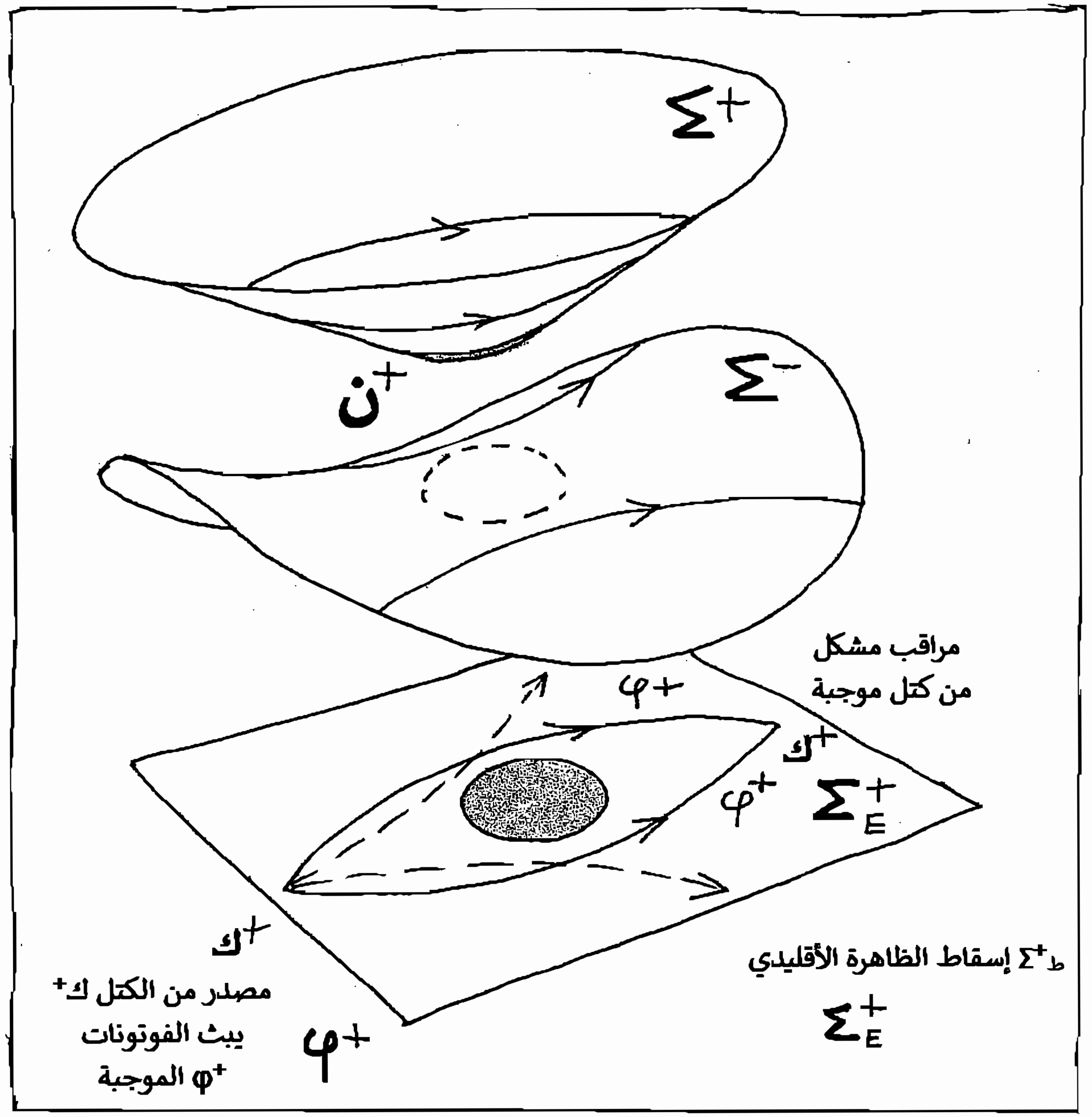


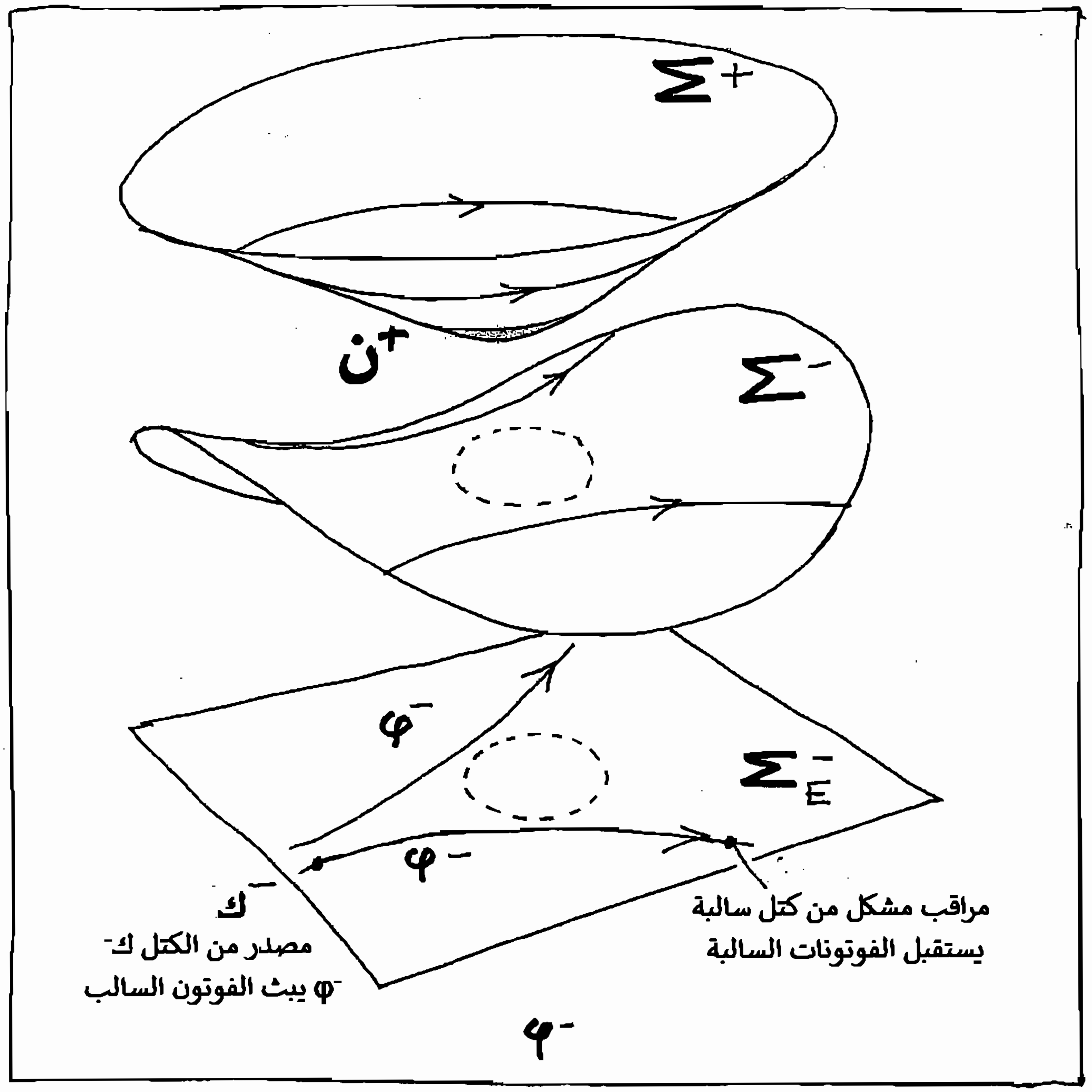
سنسميها **هندساتٌ مشتركةٌ**.



نستطيع أن نوافق بين النقط **ن ون'** في هذين السطحين. فللمنطقتين المعتمتين انحناءٌ مُتعاكسٌ. بينما انحناءُ المناطق البيضاء مُنعدم. لتكن النقط **ن$_1^+$ ون$_2^+$** التي تنتمي للسطح Σ^+ مقابلاهما **ن$_1^-$ ون$_2^-$** في السطح Σ^-. لا تُسْقَط الأقواس الجيوسيدية **ن$_1^+$ن$_2^+$** و **ن$_1^-$ن$_2^-$** بشكل متطابق على السطح Σ، عرض **أُقْلِيدي** حسب **نفس الانحناءات**.

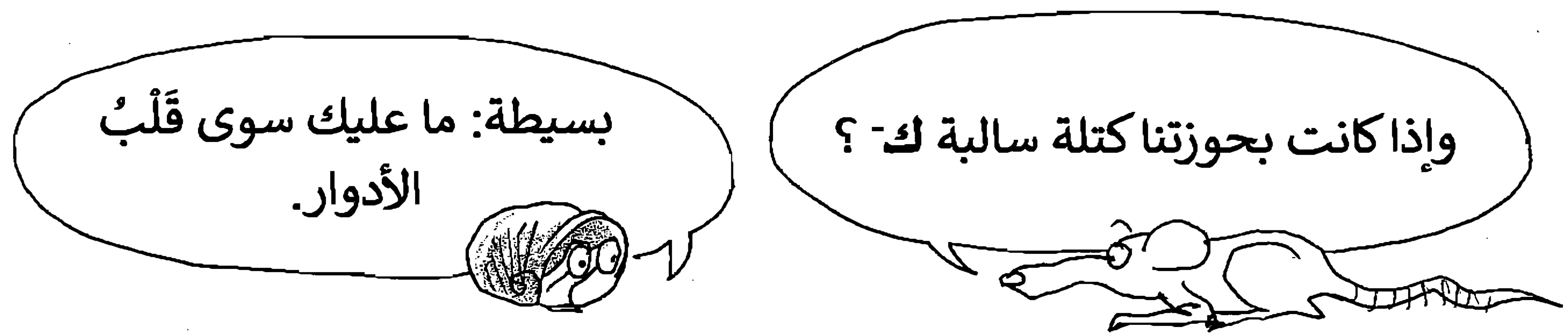
(*) من الناحية الكمّية وهي احتمالية الوجود بالنسبة لمراقب مشكل من كتل موجبة ستصبح احتمالية غياب في الكون المقابل



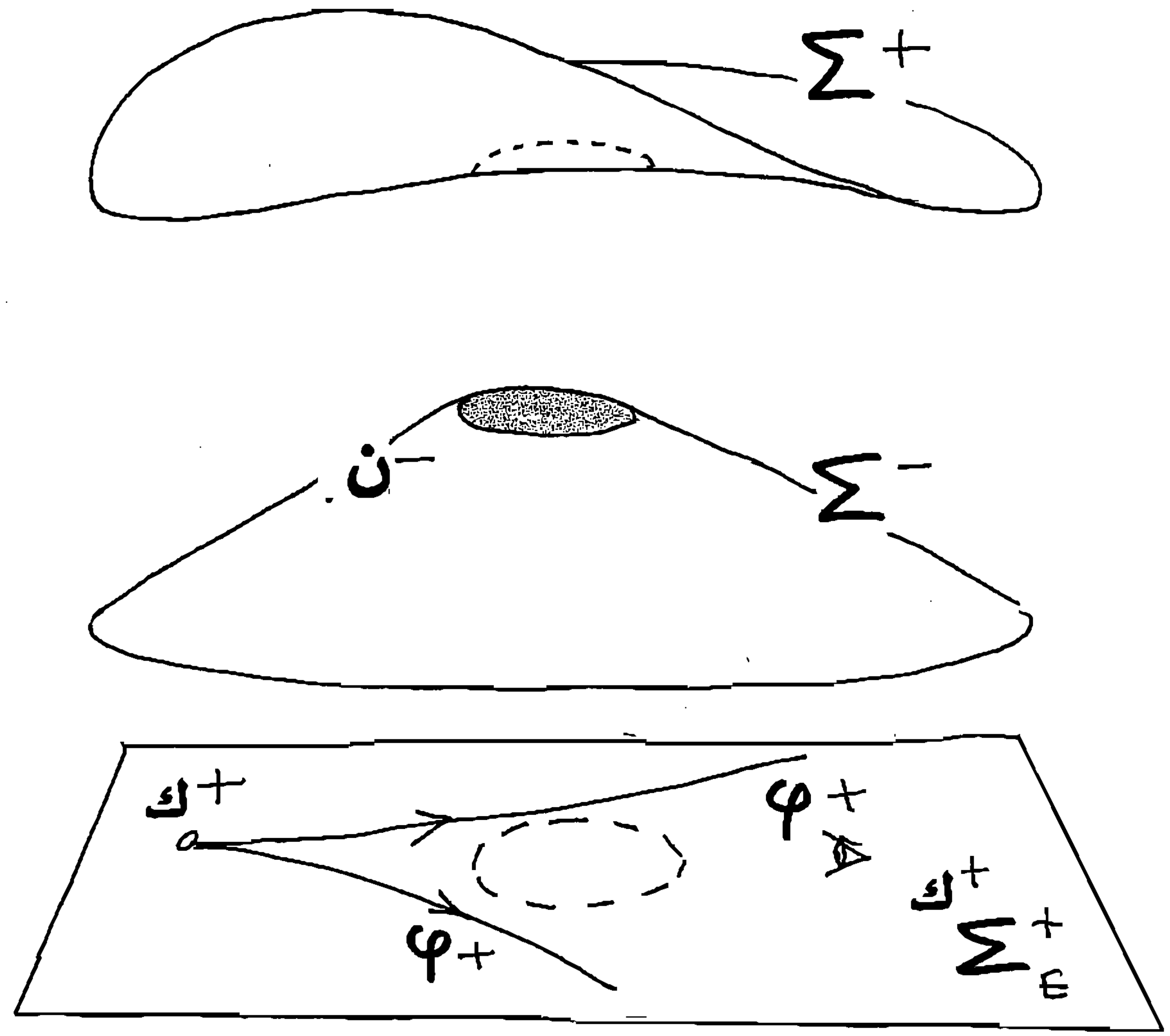


سيلاحظ مراقب ذي كتلة موجبة ك+ تأثير عدسة جاذبية موجب يخص الفوتونات الموجبة والتي، وحدها، سترصدها عينه وأجهزة الرصد الخاصة به.

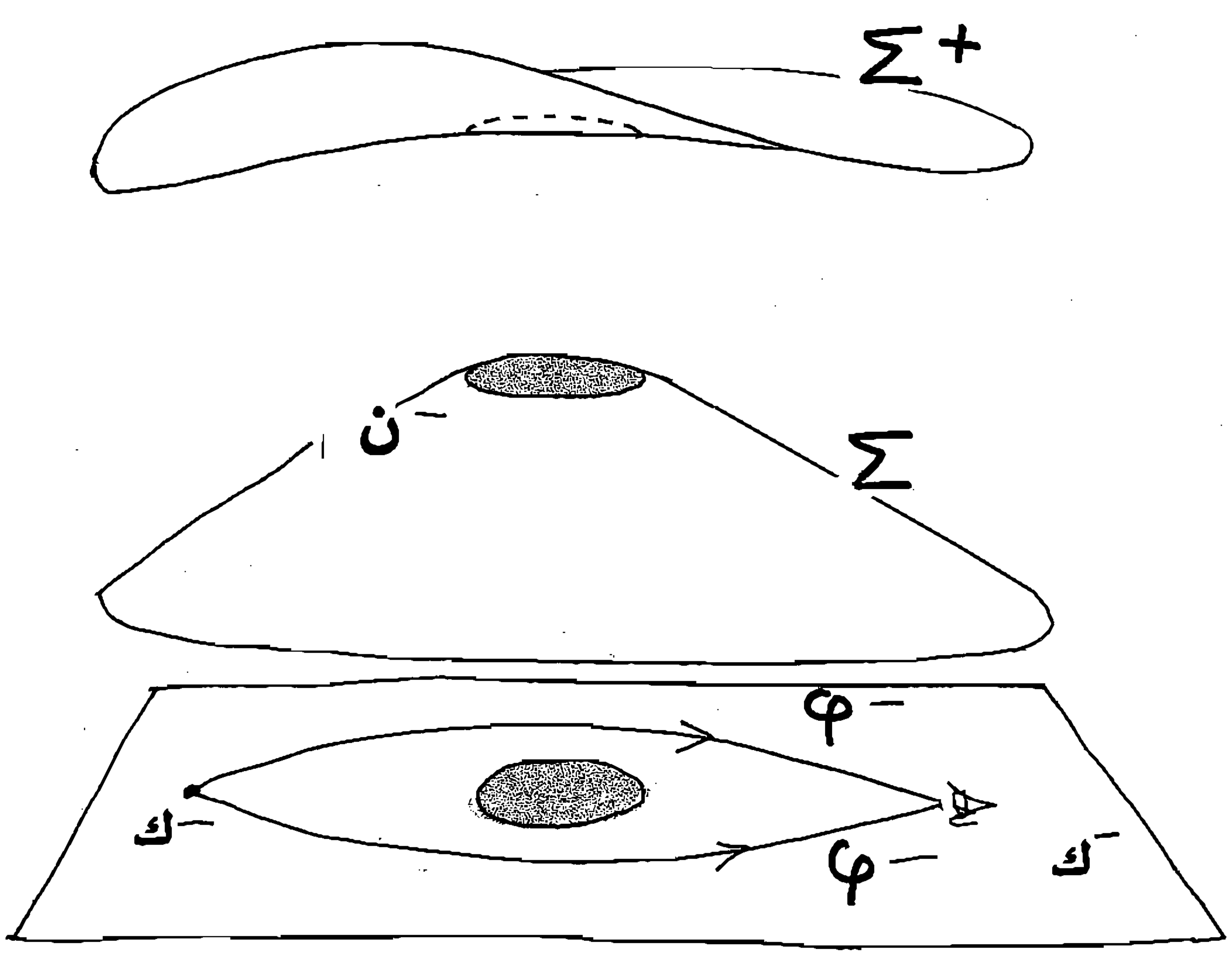
بالمثل، سيلاحظ مراقب ذي كتلة سالبة ك- تأثير عدسة جاذبية سالب يخص الفوتونات السالبة والتي، وحدها، سترصدها عينه وأجهزة رصده.



مفهوم الكُتلة الظاهرة.



مراقب ذي كتلة موجبة ك+: تأثير عدسة جاذبية سالب.



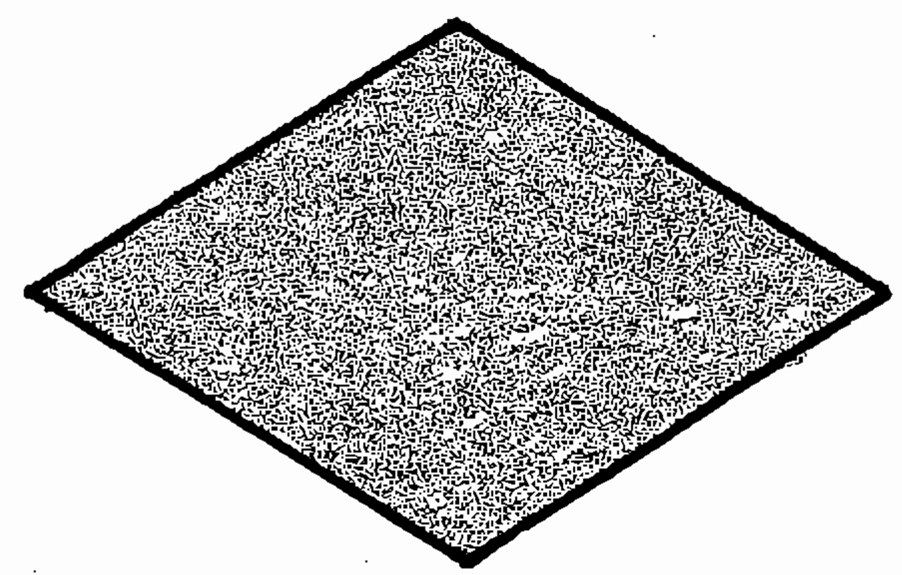
مراقب ذي كتلة سالبة ك⁻: تأثير عدسة جاذبية موجب.


الخلاصة: سيرى المُلاحِظُ الكُتلَ التي لها نفس شُحنَتِه جَاذبة والعكس صحيح.
وهذا ما تكتشفه لحظيّا بواسطة قانون نيوتن:
$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$
لم أتتبع الحكاية كاملة...
وأنا أيضا!
أنتحدثُ عن الفيزياء الآن؟

خاتمة

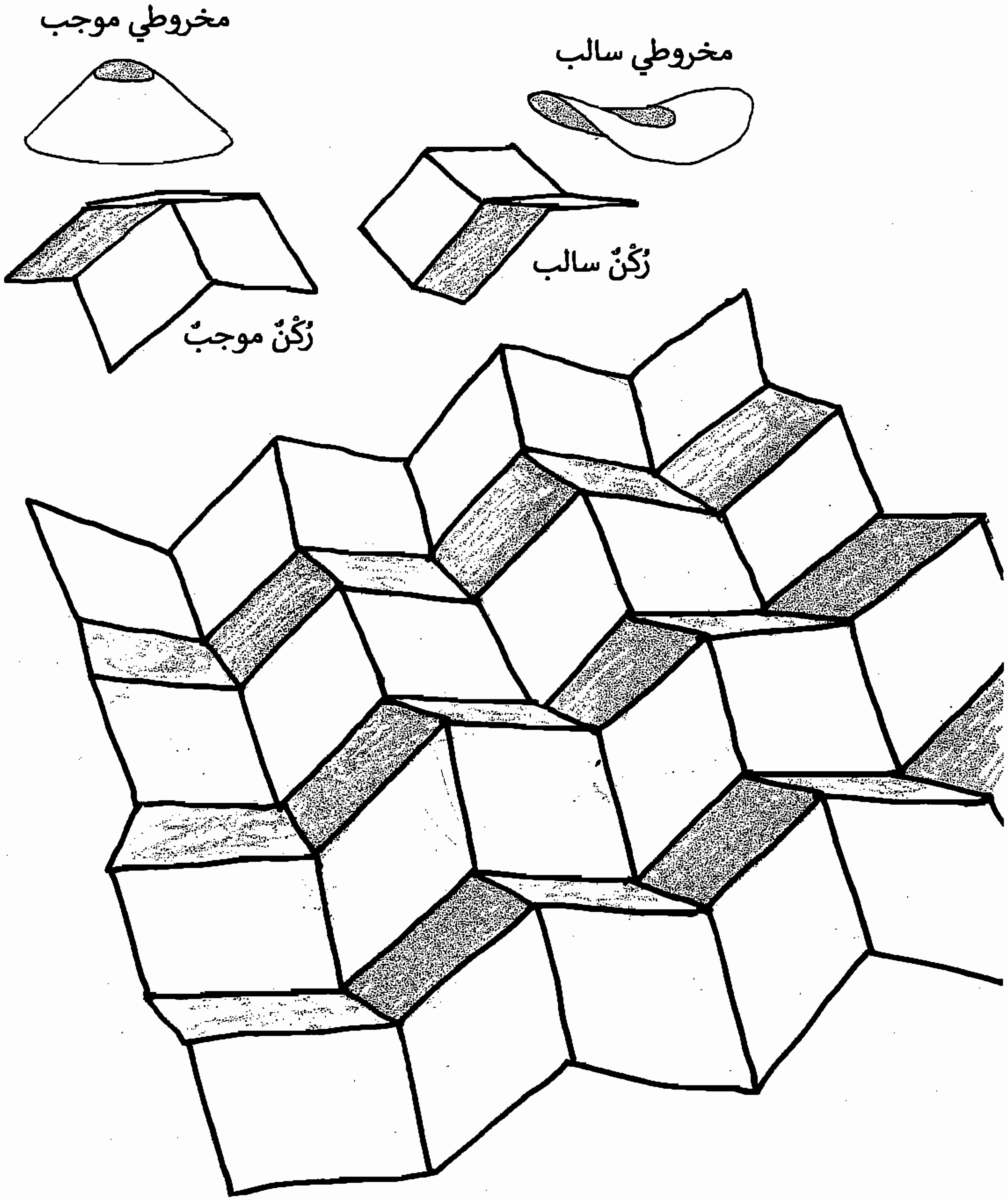
في النهاية سوف نقترح عليكم تمرينا، يُصَوِّرُ فكرة أن ما هو انحناء موجب بالنسبة للبعض هو سالب بالنسبة للبعض الآخر.

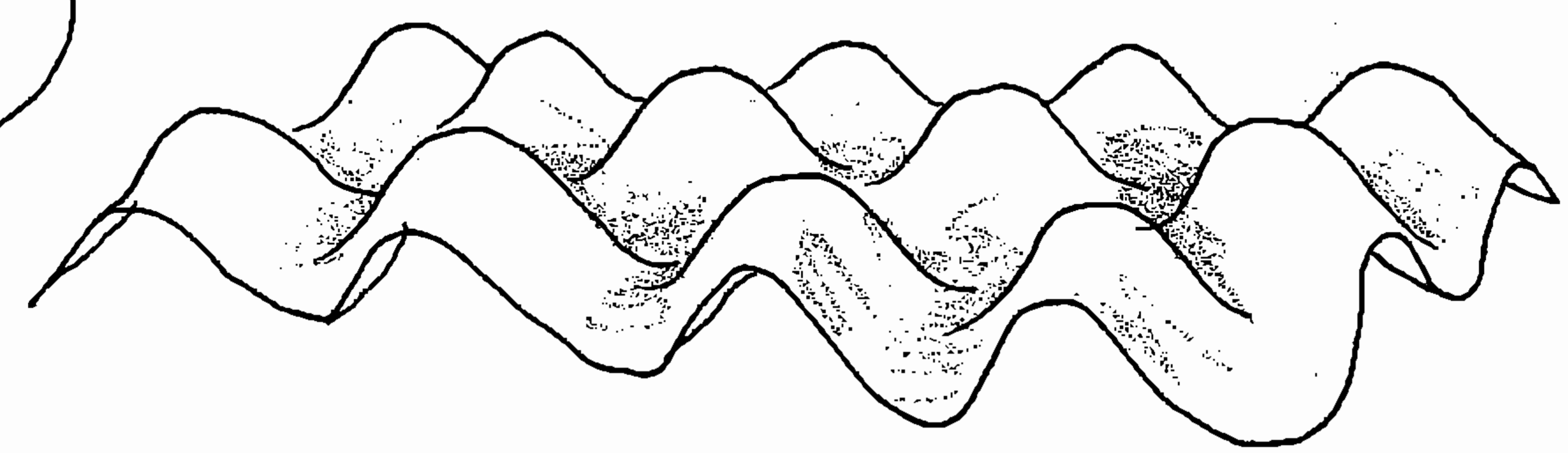
لنتخيل عالما به كتل موجبة وأخرى سالبة تشكل معا رصفا منتظما. ما عليكَ سوى أن تُركِّبَ مَعينات من الورق المقوى لتَشكيلِ تَعاقُبٍ من المخروطيات الموجبة والسالبة.



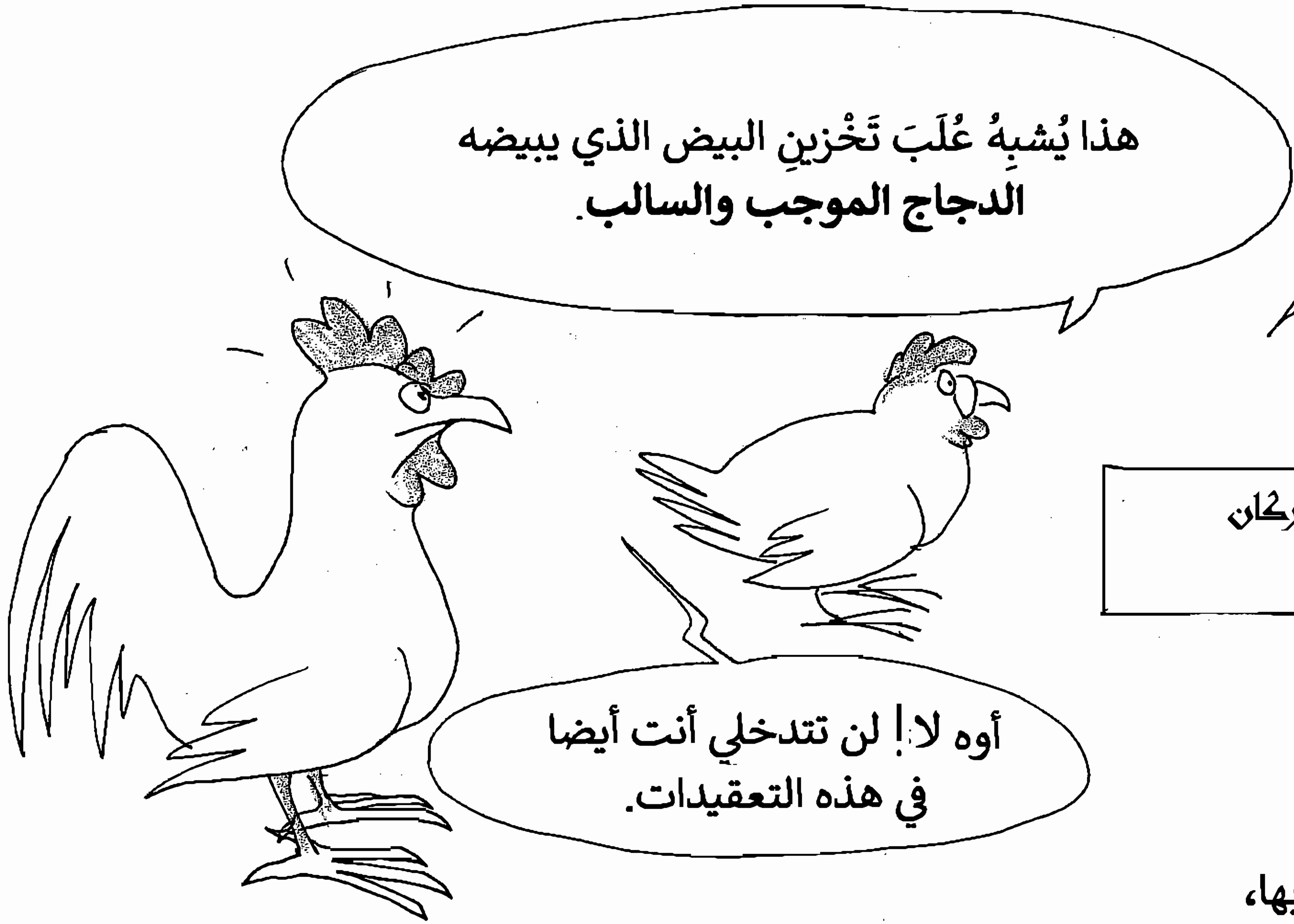
سَتَصْنَعُ العرض المخروطي كما في الصورة المقابلة.

الإدارة.





بالتفريق بين هذه الهياكل، ستضعون وجها لوجه الأركان (أو الزوايا) الموجبة والسالبة.



هناك الكثير من الأشياء التي نريد أن نخبركم بها، مثلا **تَفْرِيدُ الحالة المستمرة** لكهوف (أفلاطون)[2]، ولكن كما قال "كيبلين":

النهاية

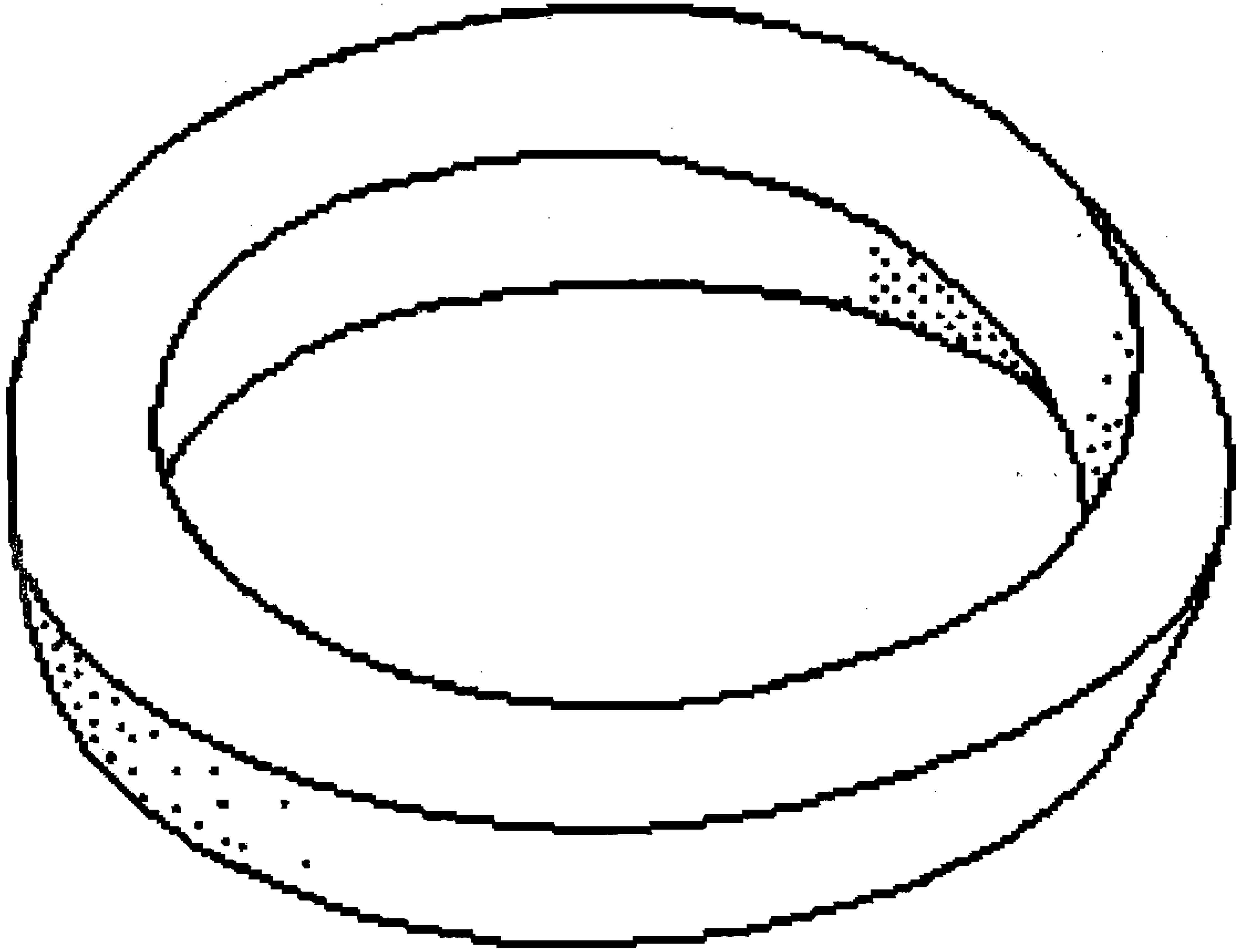
ملحق 1

يَتَعرّضُ العلم، في عصرنا الحالي، إلى مُجاهرة قُصوى من طرف وسائل الإعلام.
ما إن تَظهر فكرة أو مشروع ما حتى يُعطى إسما إعلانيا جذابا، يُخاطب خيال العامة. فمنذ خمسين سنة، أطلقنا على الشيء، الذي كنا نعتقد أنه يَصف قَدَرَ نَجْم نوترونيٍّ كُتلته (بفعل المدد الناتج عن الرياح النجمية المَبْثوث من نَجم مُصاحب) تتجاوز القيمة الحرجة: 2.5 كتلة شمسية، إسمَ **جِسم شوارزشيلد**. (*)
والنتيجة هي: ما من مشترٍ ولَوْ بفلس واحد. نفس المصير تعرَّضت له لكلمة **الحفرة السوداء**. ولكن عندما اقترح "جون أرشيبالد ويلر" إسم **الثقب الأسود** كان النجاح فوريا وعالَمِيًّا. نفس الشيء بالنسبة **لنظرية كل شيء** أو نظرية **م** لأصحاب الحبال الفائقة. يلاحق فيزيائيونا الأعزاء حاليا **بوزون هيغز** المدعوة بعدة ألقاب **كالجسيم الشيطاني** مثلا.

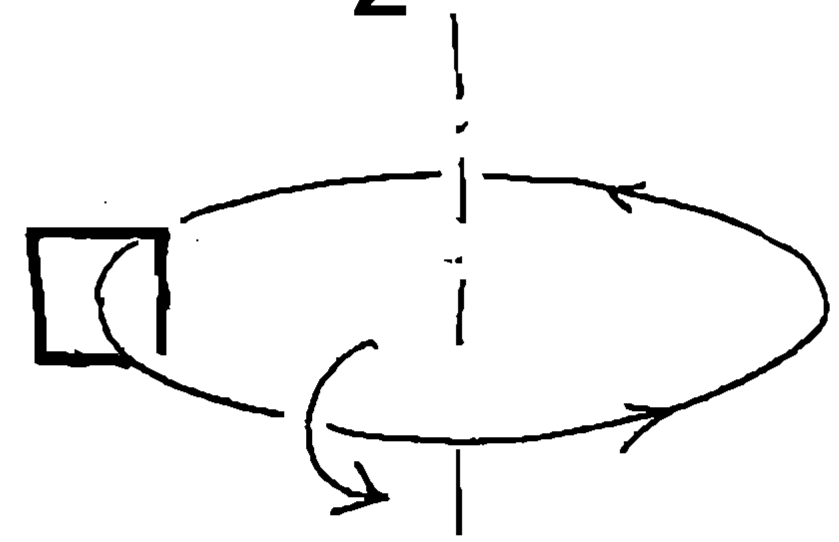
الإدارة.

(*) نموذج الثقب الأسود هو تَخريجةٌ لِحلٍّ لمعادلة أينشتاين قام بها سوازشيلد (1917) رجوعا لمنطقة فارغة من الكون. وسنعود إلى كل ذلك في ألبوم لاحق.

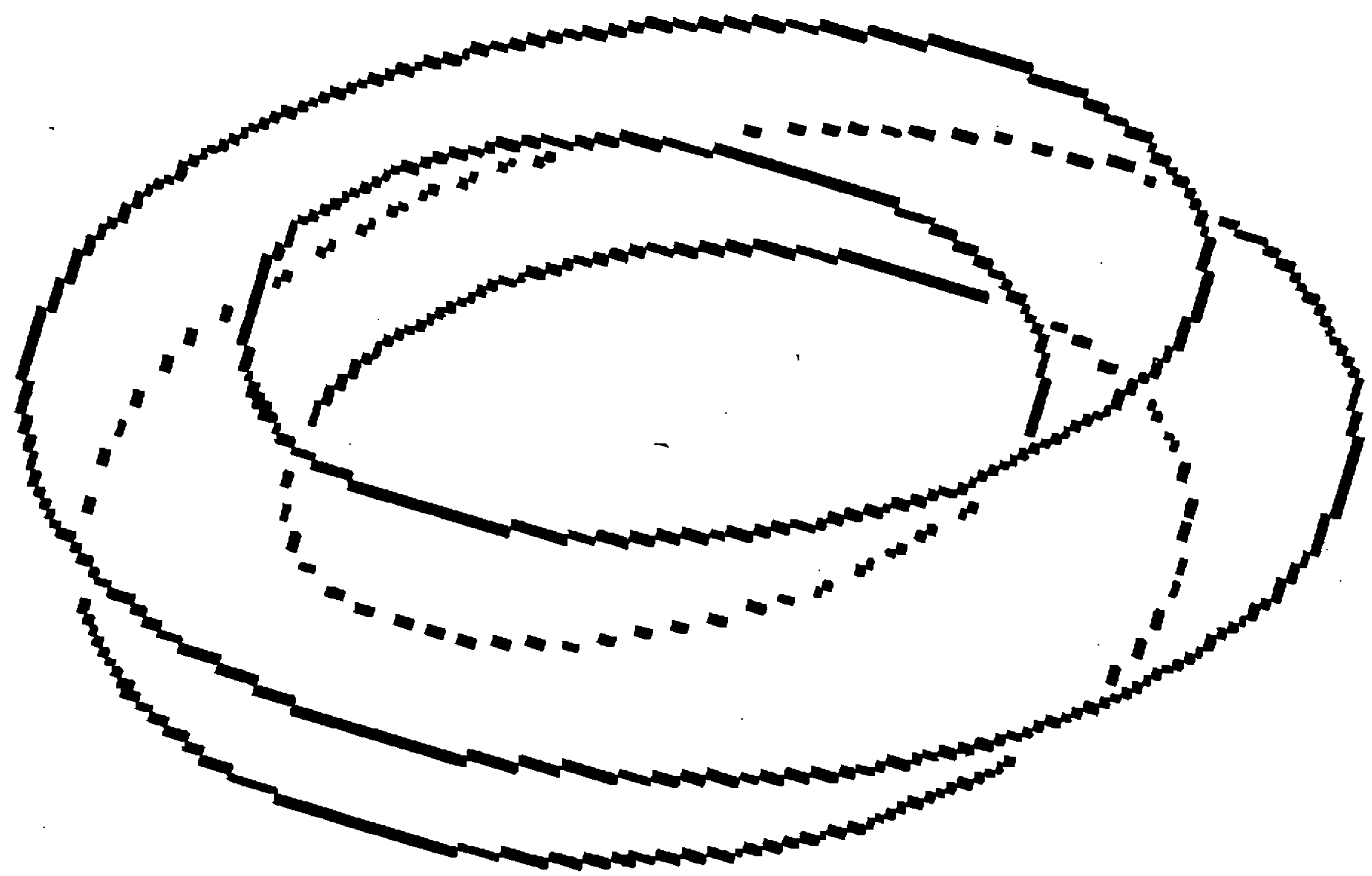
أحادي السطح



سنحصلُ عليهِ عن طريقِ إدارة مُربَّعٍ حول محور ينتمي لمستواه، تتم إدارته بمقدار $\frac{\pi}{2}$ كل دورة.



... أو عن طريق إطالة شريط موبيوس



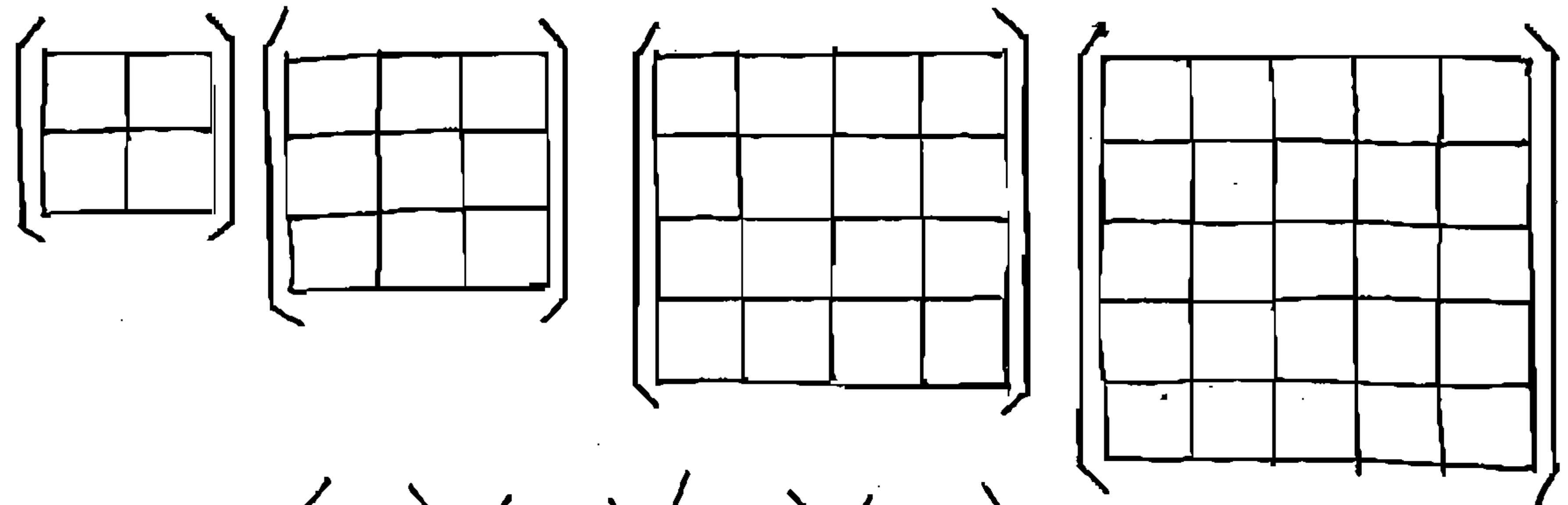
وَجْهُهُ الوَحيدُ.

مُلحق 2 الزمكان والمجموعات (*)

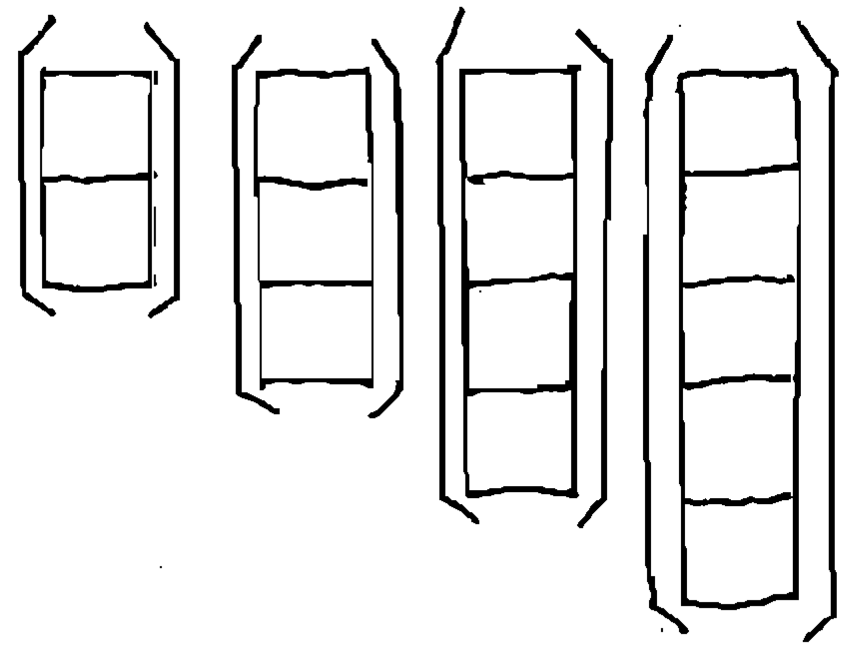
في 1850، توجه "ميخائيل فاسيليفيتش أوستروغرادسكي" لزميله "برنارد ريمن":

مَرَّ الزمنُ سَريعا. وبَيَّنَ تَطورُ العَلومِ أننا نتخلّى في كل مرة عن بعض رُؤانا الساذجة.
لقد أثبتت التَّجاربُ بأنه للرِّياضياتيين، وبشكل خاص الهندسيين، رؤًى أقربُ لِنتائجِ تَجاربِ الفيزيائيين ومُلاحظات الفَلكيينَ من الرؤى السابقة، التي مصيرها التقادم. وبتعاملهم بمفاهيم جديدة، باستعمال أقلام وأوراق بسيطة فقط ودون أن يدرون، صَنعوا عالم الغد. فحتى نفهم **النسبية الخاصة** مثلا، يجب أن نُعيد النظر **ونتخلى** تماما عن نظرتنا للعالم.

فهل أنت مستعدٌّ لِمُتابعتي؟

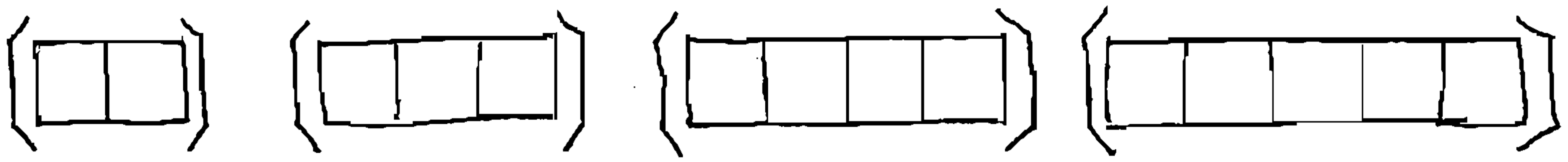


يمثل الحرف م مصفوفة مربعة (نفس عدد الخطوط والأعمدة ع).



مَصفوفةٌ عَموديةٌ: (هي مَصفوفةٌ ذاتُ عمود واحد و ع خط).

إلخ

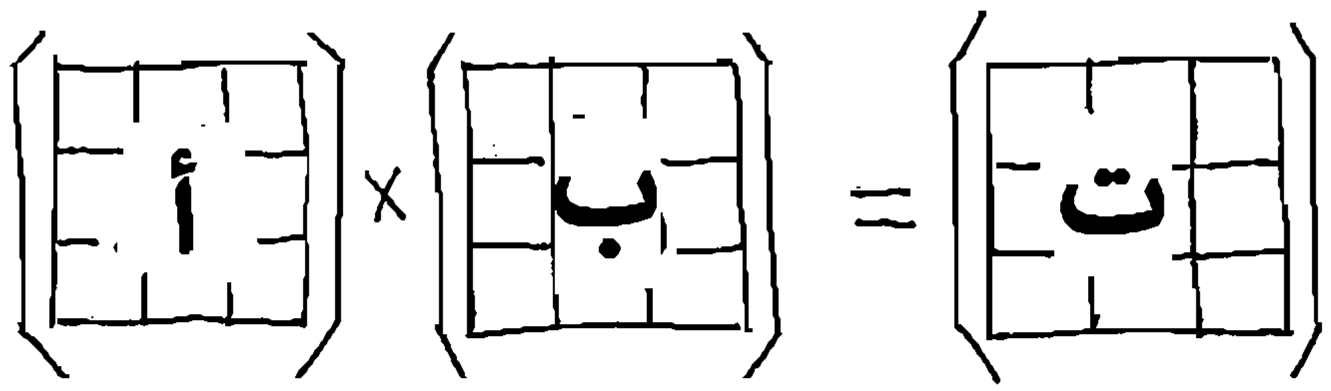


إلخ

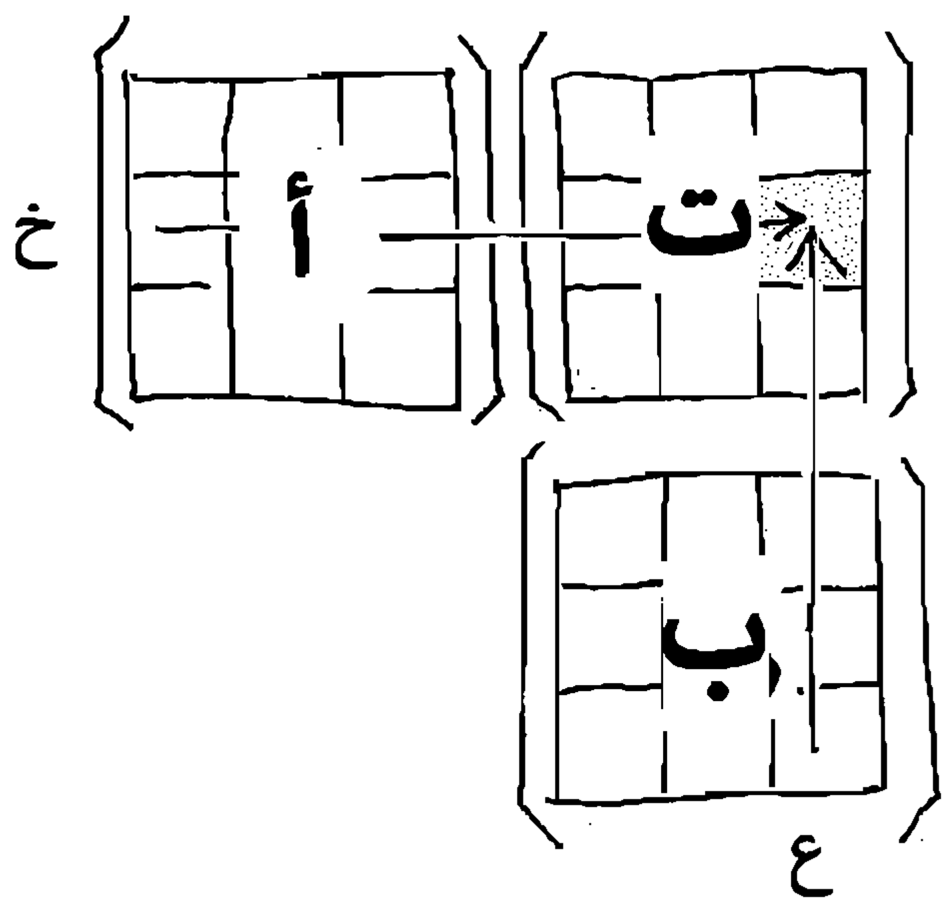
مصفوفة خطِّية (هي مَصفوفةٌ ذاتُ خط واحد وع عمود).

ضَارِبُ مَصفوفتين مُربعتين لها نفس البعد

(نفس عدد الخطوط والأعمدة ع).



سَنَضْرِبُ الخطوط في الأعمدة : **ب** × **أ** = **ت**



تِقنيةٌ استذكارية: لدينا مصفوفتين **أ** و **ب** وضاربهما المصفوفي هو: **أ × ب**، كما هو موضح في الصورة، تتم العملية عن طريق جمع ضارب خانات خط المصفوفة **أ** و عمود المصفوفة **ب**.

وهكذا نحصل على ضارب المصفوفتين **ت** المتواجد بالخط خ1 والعمود ع1.

قاعدة أساسية: هذا الضَّاربُ غير تبادلي

! أ × ب ≠ ب × أ

مصفوفات الوحدة "و":

لِجميعِ المَصفوفات المربعة (نفس عدد الخطوط والأعمدة، أي ذات الهيئة (ع، ع))، نربطُ مصفوفاتٍ وَحَدَةٍ، نرمز لها ب: "و".

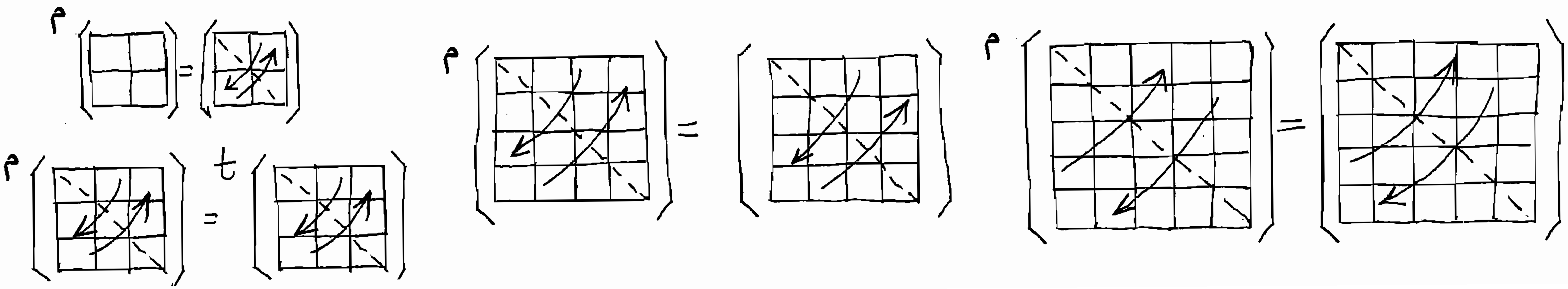
لدينا:
أ = أ × و = و × أ

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

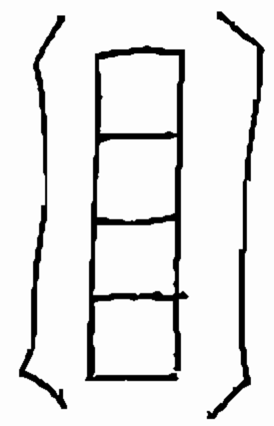
إلخ...

مَصفوفةٌ مَنقولةٌ: (أ)م

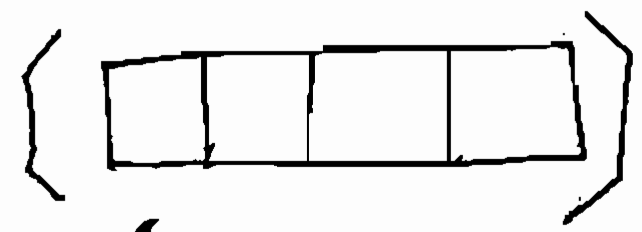
وهو مماثلها بالنسبة للقطر الأساسي للمصفوفة.



سنعتبر أن مُماثِل مَصفوفة عمودية ع

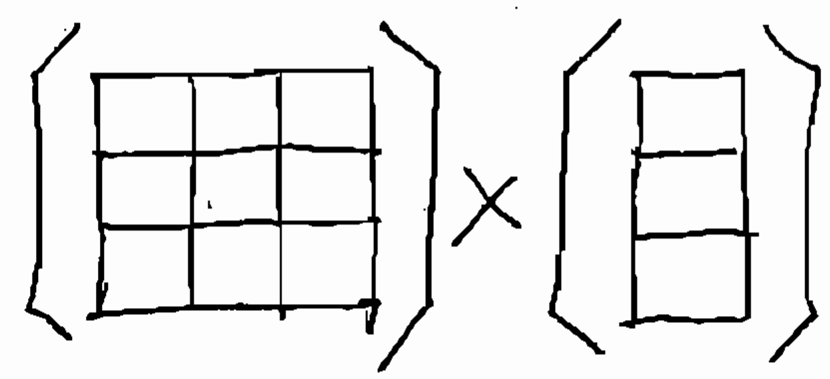
ع =


هو مصفوفة خطية خ .

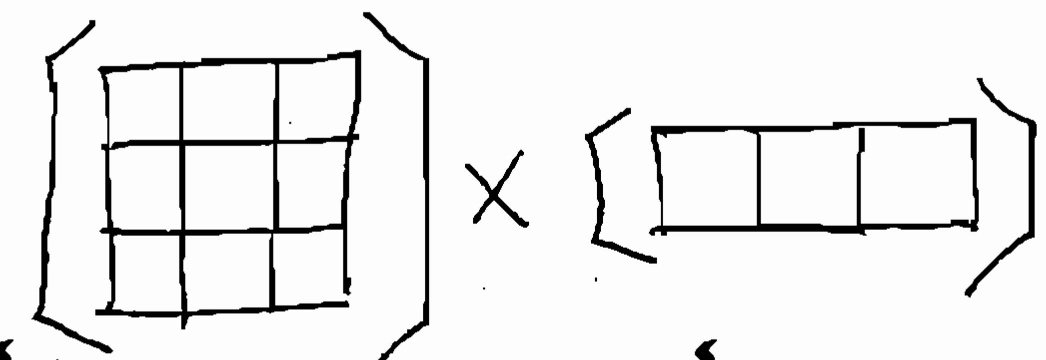
خ = (ع)^{م} =


ضارب مصفوفة خطية أو عمودية بمصفوفة

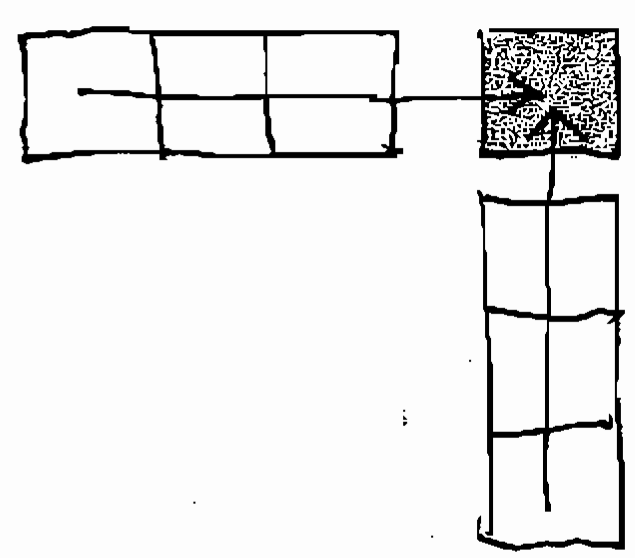
بالنسبة لمصفوفة عمودية، ضارب على اليسار.

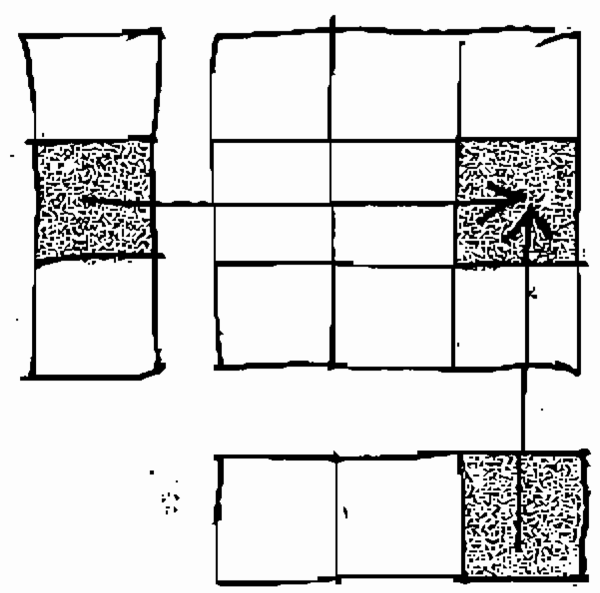
أ × ع =


بالنسبة لمصفوفة خطية، ضارب على اليمين.

أ × (ع)^{م} =


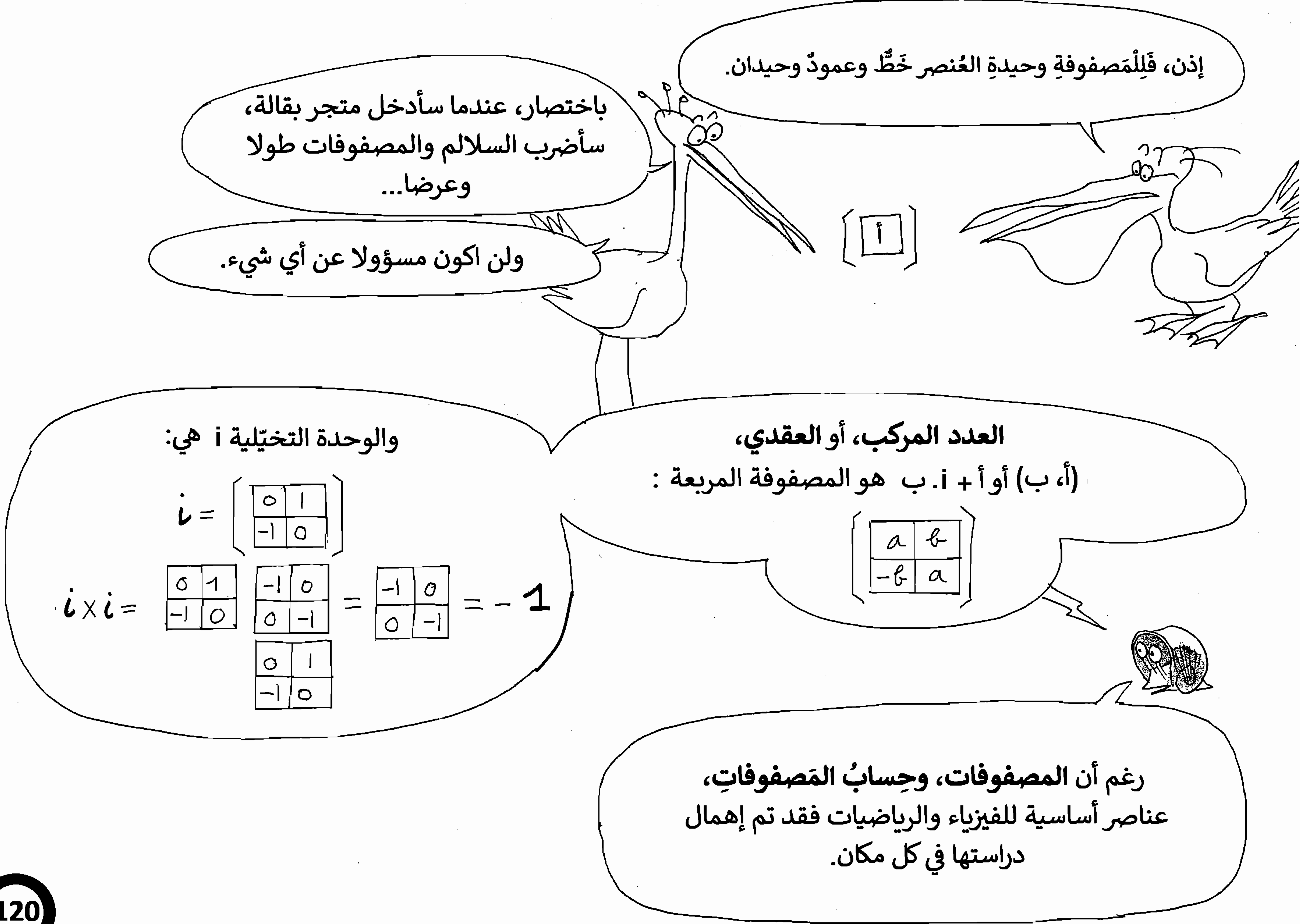
ضارب مصفوفة عمودية وأخرى خطية (أو خطية وأخرى عمودية).





(م)^{م} × م = مصفوفة بخط وعمود واحد (وحيدة العنصر)

م × (م)^{م} = مصفوفة مربعة (ع خط و ع عمود)



إذن، فَلِلْمَصفوفةِ وحيدةِ العُنصر خَطٌّ وعمودٌ وحيدان.
$\begin{bmatrix} أ \end{bmatrix}$
باختصار، عندما سأدخل متجر بقالة، سأضرب السلالم والمصفوفات طولا وعرضا...
ولن اكون مسؤولا عن أي شيء.
العدد المركب، أو **العقدي**،
(أ، ب) أو أ + i. ب هو المصفوفة المربعة :
$\begin{pmatrix} a & b \\ -b & a \end{pmatrix}$
والوحدة التخيّلية i هي:
$i = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$
$i \times i = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} = -1$
$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$
رغم أن **المصفوفات**، و**حِسابُ المَصفوفاتِ**، عناصر أساسية للفيزياء والرياضيات فقد تم إهمال دراستها في كل مكان.

من الممكن أن يكون لِمصفوفةٍ ما **مُقابلٌ**، نرمز لهُ ب: م^{-1}، بحيث أن:

$$\boxed{I = \text{م} \times \text{م}^{-1} = \text{م}^{-1} \times \text{م}}$$

هذه نظرية أولى، دون برهان:

$$\boxed{(\text{أ} \times \text{ب})^{-1} = \text{أ}^{-1} \times \text{ب}^{-1}}$$

وهذه نظرية ثانية، دون برهان أيضا:

$$\boxed{(\text{أ} \times \text{ب})^{\text{م}} = \text{أ}^{\text{م}} \times \text{ب}^{\text{م}}}$$

براهين هذه المعادلات سهلة جِدّاً (وهي تمرين جميل مكم للإلمام بحساب المصفوفات).

فَضاءاتٌ رِيمانِيَّةٌ (*)

سَنُسمي **مصفوفات غرام** كل مَصفوفةٍ مربّعةٍ جميع قِيَمُها مُنعدمة، عدى خاناتِ قُطرها الرئيسي التي قيمتها: ± 1

$$\begin{pmatrix} \pm1 & 0 \\ 0 & \pm1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \pm1 & 0 & 0 \\ 0 & \pm1 & 0 \\ 0 & 0 & \pm1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \pm1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pm1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pm1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \pm1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \pm1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \pm1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \pm1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \pm1 \end{pmatrix}$$

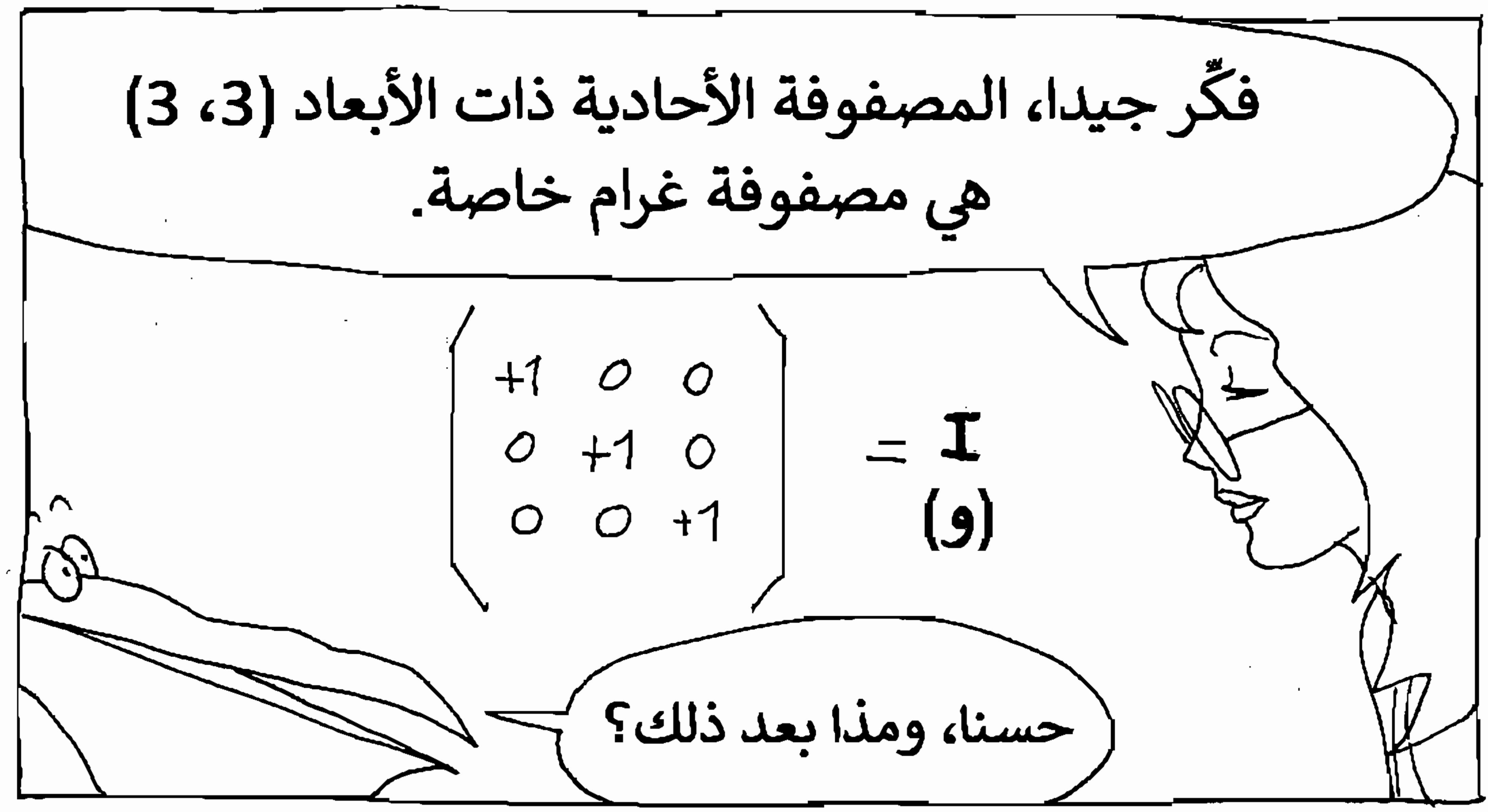
... **إلخ**

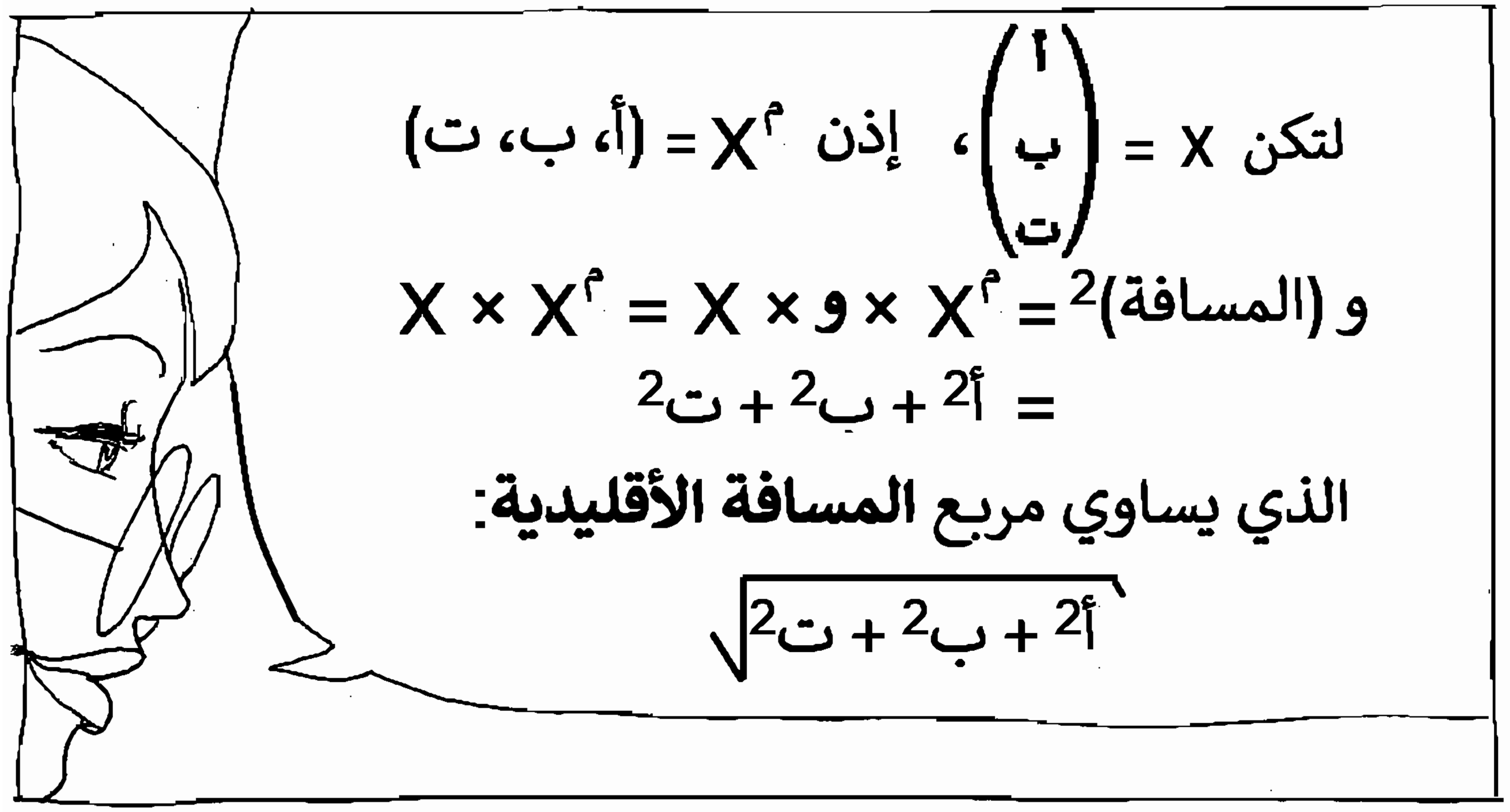
ليكن السَّهْمُ **س** المنتمي للفضاء **ع**، ذي البعد **ب**. سنقول عن هذا الفضاء **ريمانيّا**، إذا كان يُحَقِّقُ المعادلة التالية:

(المسافة)^2 = س × G × ^{t}س

$$L^2 = {}^tX\ G\ X$$

(*) هناك خلاف حول هذه التسمية، وقد قرر المؤلف منحها للفضاءات التي إشاراتها ± 1.





الإشارةُ

إشارة هذه الفضاءات هي متتالية إشارات مترية غرام.

وقيمتها في حالة فضاء أقليدي ثلاثي الأبعادٍ هي: (+، +، +).

ومصفوفة غرام في حالة فضاء أقليدي ذي بعدين هي: $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ وإشارتها هي: (+، +).

والآن، سنطرح السؤال التالي: هل توجد مجموعة مصفوفات M والتي بالتصرف في العمود X = $\begin{pmatrix} أ \\ ب \end{pmatrix}$

تحافظ على مسافتها؟

سنقوم بعملية حسابية منهجية، في حالة أعمّ وأشمل، أي في فضاء ريماني، ذي الأبعاد ب، والمُعَرَّفُ بمصفوفة غرام G

لتكن المتتالية M التي تتعامل مع الاتجاه X لتحوله إلى الاتجاه : $X' = MX$

مربع مسافة معيار الاتجاه هو X' :

$$L'^2 = {}^tX' G X' = {}^t(MX)\, G\, (MX) = ({}^tX\, {}^tM)\, G' (MX) = {}^tX ({}^tM G M) X$$

المسافات L' و L متساوية عندما تكون :

$$\boxed{{}^tM G M = G}$$

سنطبق ذلك على الفضاء الأقليدي ذي البعد ب:

$$\boxed{{}^tM M = I}$$

وهذا يعني أن:

$$\boxed{M^{-1} = {}^tM}$$

سنسميها مصفوفة متعامدة. سنوضح ذلك أكثر في الفضاءات ذات البعدين:

$$\boldsymbol{M} = \begin{bmatrix} \text{أ} & \text{ب} \\ \text{ت} & \text{ث} \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} \text{أ} & \text{ب} \\ \text{ت} & \text{ث} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{أ} & \text{ت} \\ \text{ب} & \text{ث} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$\text{أ}^2 + \text{ب}^2 = 1$ ، $\text{ت}^2 + \text{ث}^2 = 1$ ، $\text{أ}.\text{ب} + \text{ت}.\text{ث} = 0$

نحن نبحث عن المصفوفات $\begin{bmatrix} \text{ب} & \text{أ} \\ \text{ث} & \text{ت} \end{bmatrix} = M$ التي تحقق هذه المعادلة.

سنرى الآن كيف أن هذه المصفوفات لا تُشكل مجموعة $\mathcal{M}$ فقط

بل تُكوِّنُ :

فِئَةً(*)

إنها الكلمة السحرية التي تخلت عنها الفيزياء. ولكن ما معنى كلمة **فئة**؟

إنها مجموعة من الأشياء التي تتفاعل مع أخرى، بالمناسبة الأشياء في حالتنا هي المصفوفات والأخرى هي النقط، و فئة النقط في الفضاء. من المهم هنا أن نذكر ملاحظتين:

- الفئة تصلح لحَمْل شيء ما
- طريقةُ الحَمْلِ والنقل أهم مِمَّا هو محمول

لقد قلنا في صفحة سابقة في هذا الألبوم:

"أخبرني كيف تتحرك أقول لك من أنت". نستطيع الآن أن نقول: أخبرني كيف تُحْمَلُ وتُنْقَلُ وسأخبرك إلى أي عائلة فيزيائية تنتمي. باختصار في أي فضاء تسكن.

من هنا العلاقة الوطيدة بين: **الفئة** $\rightleftarrows$ **الهندسة**

(*) GROUPE

النرويجي "سوفيس لي" هو أول من أدرج المسلمات التي تعرف فئة ما.
نسمي فئات المصفوفات، **فئات "لي"**. لنركز الآن على المسلمات:

- لتكن المجموعة ε التي تمثل الأشياء المُتفاعلة فيما بينها، والتي سنسميها αو βو γ ، إلخ.
- يمكن أن نألف بينها، عن طريق **قانون التركيب**، ونحصل على التوليفة: $\alpha \circ \beta = \gamma$

1: إذا كان βو α ينتميان للفئة ε فالضارب $\alpha \circ \beta$ ينتمي أيضا للمجموعة. إذن سنقول بأنَّ **قانونَ التَّركيبِ داخليٌّ**، (للفئة ε ، فالكلاب لا تلدُ قططا مثلا).

2: يوجد في المجموعة عنصر محايد، لنسمه : e ، بحيث أنه لكل عنصر α من الفئة:

$$\boxed{\alpha \circ e = \alpha \circ e = \alpha}$$

3: لكل عنصر مُبَادِلٌ، نرمز له ب: α^{-1} ، بحيث أن:

$$\boxed{\alpha \circ \alpha^{-1} = 1}$$

4: عملية التركيب ترابطية، أي أن:

$$\boxed{(\alpha \circ \beta) \circ \gamma = \alpha \circ (\beta \circ \gamma)}$$

عمليا لا نحتاج للمسلمة الرابعة مطلقا. بالفعل من الصعب والنادر جدًّا أن نجد عملية تركيب **غير ترابطية**.

لا يستعمل الفيزيائي سوى فئات (مجموعات) المصفوفات والتي تسمى أيضا **مجموعات لي**.

لتكن مجموعات المصفوفات المربعة M .

- ستكون هي ضارب المصفوفتين o عملية التركيب $M_2 \times M_1$ الغير تبادلية.
- سيكون العنصر المحايد، e، هو المصفوفة الوَحَدَة I حسب البعد (ب، ب).

المجموعات السرية

سنسمي الفئات، في حالتنا المصفوفات، التي تشكل مجموعات من عدد محدود من العناصر **مصفوفات غرام** (بخطين وعمودين) وتُشكلُ مجموعة بأربعة عناصر.

$$\text{ف} = \begin{bmatrix} \pm 1 & 0 \\ 0 & \pm 1 \end{bmatrix} \qquad \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \right\}$$

بالإضافة إلى ذلك، فهي متطابقة مع مقابلها. ولكن مذا تمثل؟ لنفعلها على السهم $X = \begin{bmatrix} \text{أ} \\ \text{ب} \end{bmatrix}$ في فضاء ذي بعدين.

شُروطنا تَحقَّقَت:

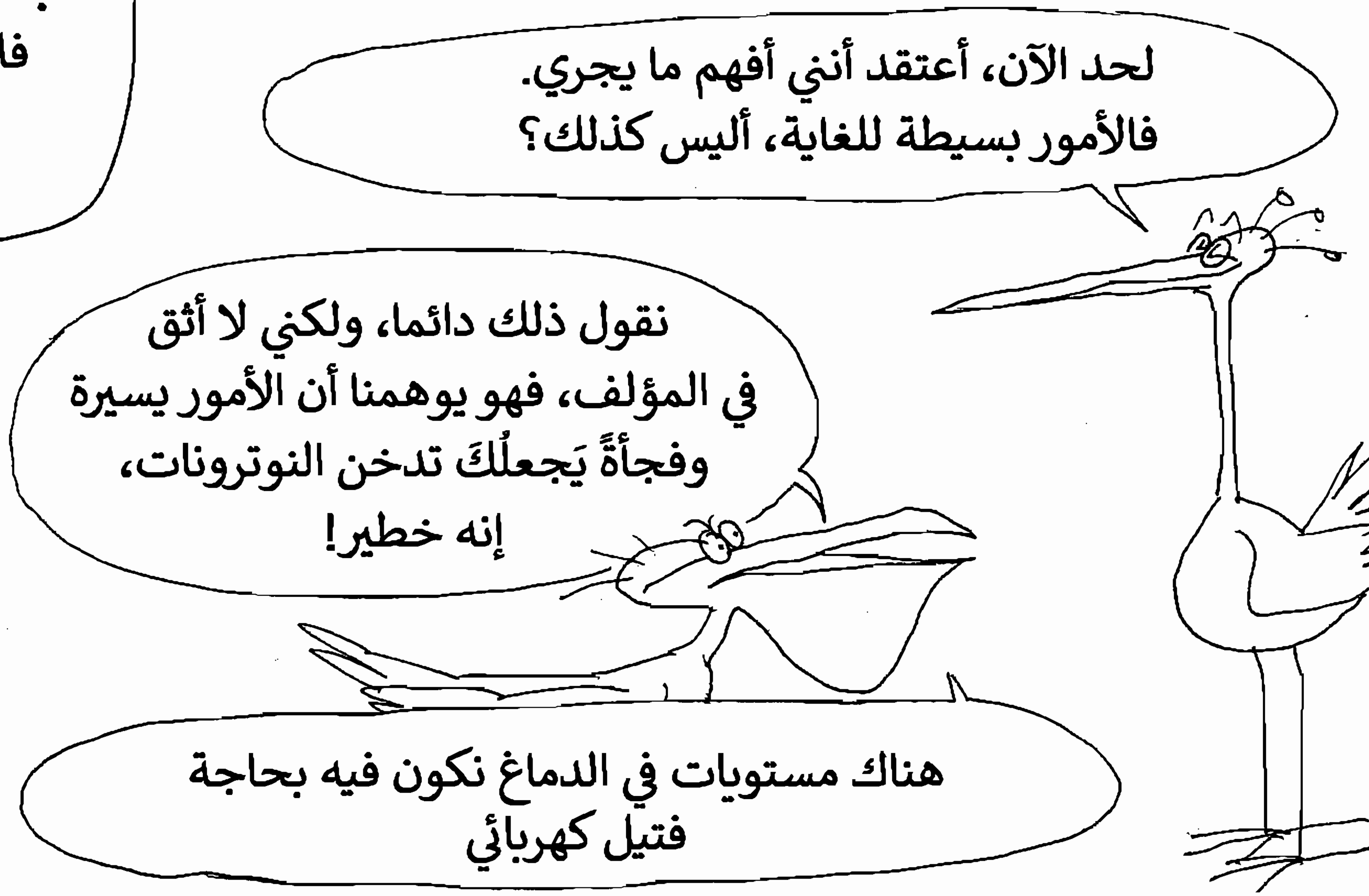
تحافظ التماثلات على المسافات.

$$\begin{cases} \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{أ} \\ \text{ب} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\text{أ} \\ \text{ب} \end{bmatrix} \Rightarrow \text{تماثلية حسب المحور o أ} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{أ} \\ \text{ب} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{أ} \\ -\text{ب} \end{bmatrix} \Rightarrow \text{تماثلية حسب المحور o ب} \\ \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{أ} \\ \text{ب} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\text{أ} \\ -\text{ب} \end{bmatrix} \Rightarrow \text{تماثلية حسب الأصل.} \end{cases}$$

مجموعات (فِئات) بإِعْدَادٍ واحد (أو أكثر).

تُحقِقُ المجموعات: $\begin{bmatrix}\cos\theta & -\sin\theta\\ \sin\theta & \cos\theta\end{bmatrix}$ شروطنا وتشكل مجموعة دوران المستوى حول نفسه.

إنها مجموعة بإعْدادٍ واحد (الزاوية θ).



تكون المصفوفات $\begin{bmatrix}\cos\theta & -\sin\theta\\ \sin\theta & \cos\theta\end{bmatrix}$ مجموعةً (فئة) تسمى SO(2) ، أي المتعامد الخاص.

التوجيه

عندما نضرب هذه المصفوفة بإحدى المصفوفتين الّتان تقلب الأشياء، **ش** $\leftrightarrows$ **ش**

مثلا تلك التي تطبق تماثلا بالنسبة للمحور ب$\overline{O}$.

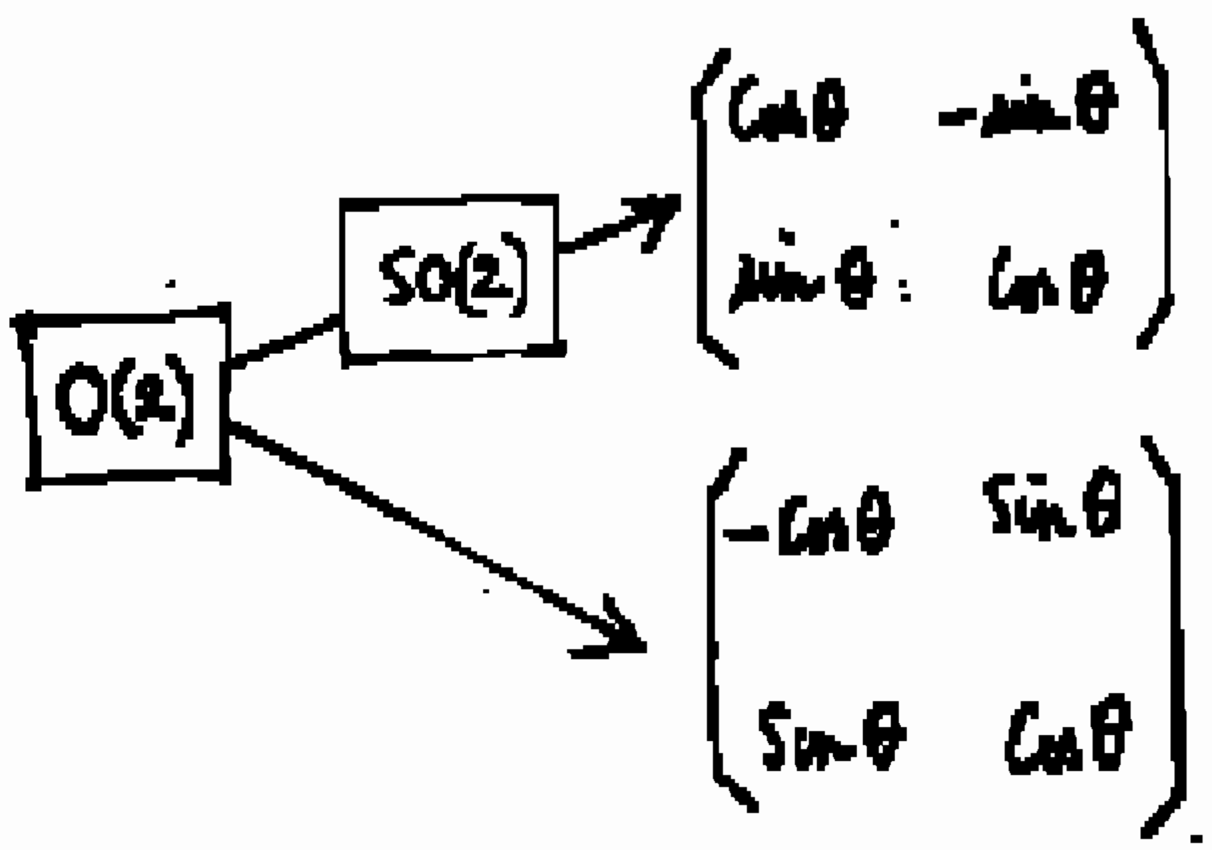
$$\begin{bmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{bmatrix} \times \begin{bmatrix}\cos\theta & -\sin\theta\\ \sin\theta & \cos\theta\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}-\cos\theta & \sin\theta\\ \sin\theta & \cos\theta\end{bmatrix}$$

إذا كانت $\theta=\pi$ فالتماثل سيكون حسب المحور آO.

سنحصل على مجموعة ثانية من المصفوفات المتعامدة، (لأنها تخضع للمعادلة: $MM^{\text{م}} = I$)

اتحاد هاتين المجموعتين يعطينا **المجموعة المتعامدة** O(2)

سنقول بأن لهذه المجموعة، التي سنسميها أ، **مركبة ثنائيا**.



وهي مجموعة فرعية ل O(2) الذي لا يقلب الأشياء R->R .

وهي ليست فئة (لا يمتلك عنصرا محايدا) وعناصره تقلب الأشياء

مجموعاتُ (فِئات) تَساوي الأبعاد

مجموعة العمليات التي تحافظ على المسافة في فضاء ذي بعدين:
- دوران
- تماثل
- إزاحة

وهو ما يمكن ترجمته عن طريق المصفوفات

E(2) → SE(2)

$$\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & \Delta x \\ \sin\theta & \cos\theta & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} x\cos\theta - y\sin\theta + \Delta x \\ x\sin\theta + y\cos\theta + \Delta y \\ 1 \end{pmatrix}$$

ش → ش

E(2) →

$$\begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta & \Delta x \\ \sin\theta & \cos\theta & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x\cos\theta + y\sin\theta + \Delta y \\ x\sin\theta + y\cos\theta + \Delta y \\ 1 \end{pmatrix}$$

ش ⇄ ش

سنحصل على **مجموعة (فئة) أقليد** ذات بعدين، وهي مَجموعةُ تَساوي الأبعاد E2 ، للفضاء الإقليدي ذي البعدين.

مركبه الأول SE2. (أقليد الخاص) وهو فئة فرعية. أما الثاني فهو فئة المصفوفات التي تقلب الأشياء، ولكنها لا تشكل فئة

في حالة بعدين، نستطيع أن نفسر ونوضح جميع الحسابات.
ومن الممكن طبعا أن نُكرِّر ما سبق (أي في بعدين) في ثلاث أبعاد.

$$X = \begin{bmatrix} \text{أ} \\ \text{ب} \\ \text{ت} \end{bmatrix} \qquad I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

مربع المسافة هو: (L) $\quad L^2 = {}^tX\,I\,X \quad$ والإشارة هي: (+، +، +)

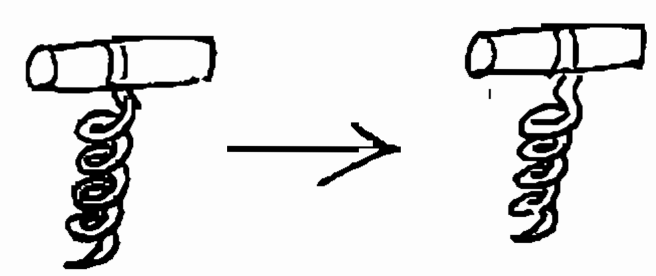
لتكن المصفوفة M تتعامل مع السهم X حسب $X = MX'$

تقودنا المُحافظةُ على المسافة إلى: $L'^2 = {}^tX'IX' = {}^t(MX)(MX) = {}^tX({}^tMM)X$

إذا تحقق الشرط: $L' = L$ $\quad \boxed{{}^tMM = I \quad \text{ou} \quad M^{-1} = {}^tM}$

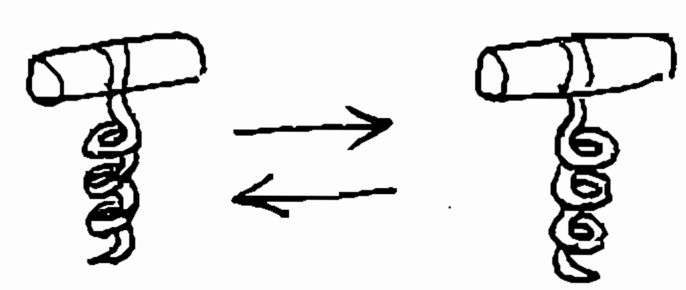
المصفوفات التي تتمتع بهذه الخاصية هي المصفوفات المربعة (3، 3) وتسمى بالمصفوفات المتعامدة (3)O، وهي ذاتُ مُرَكَّبَيْن.

$SO(3)$ لا تَقْلِبُ الأشياء ثلاثية الابعاد



$O(3)$

تَقْلِبُ الأشياء ثلاثية الابعاد



(**تَماثُلُ المِرْآةِ**)

عندما نُضيفُ سَهم الإزاحَةِ:

$$C = \begin{bmatrix} \Delta\text{أ} \\ \Delta\text{ب} \\ \Delta\text{ت} \end{bmatrix}$$

نصنع مجموعة أقليد الثلاثية الأبعاد E3، الذي يرث خصائص المجموعة المتعامدة O(3) ، فهو مركب منه ونسميه المُرَكَّب a ، سنكتب :

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = 0$$

$$\left(\begin{array}{ccc|c} & a & & \Delta\text{أ} \\ & (3,3) & & \Delta\text{ب} \\ & & & \Delta\text{ت} \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right) = \begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

وهي تأثر في

$$\begin{bmatrix} \text{أ} \\ \text{ب} \\ \text{ت} \\ 1 \end{bmatrix}$$

تسمحُ هذه العمليةُ، المَصفوفيةُ، لعناصرَ مجموعة أقليد، الثلاثي الأبعاد، بالتأثير على الأسهم X ولكنها تختلفُ عن ضَوارِبِ المصفوفات المعتادة .

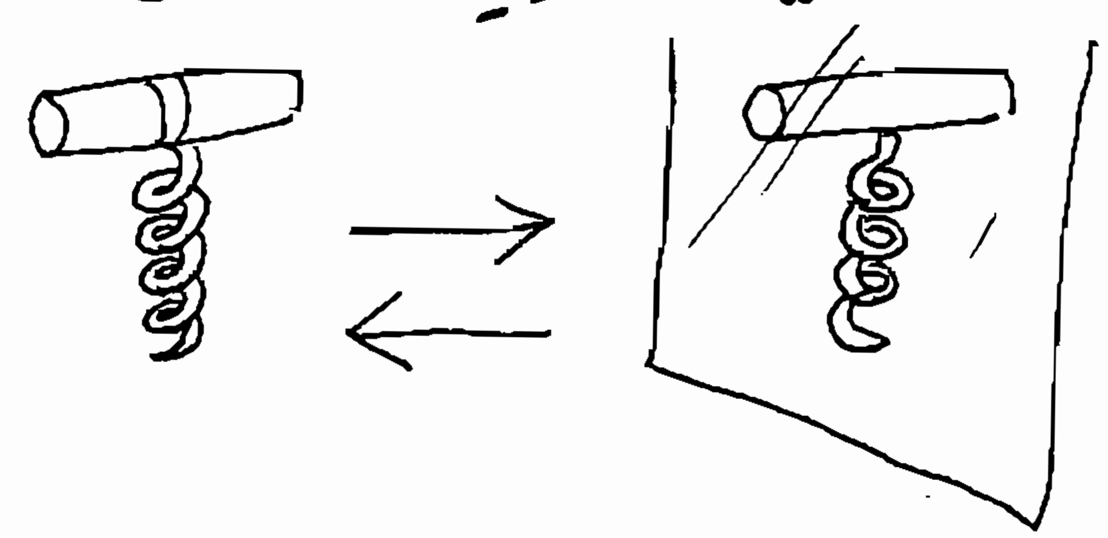
$$X' = M X$$

وما هذا إلا نَوْعٌ من **التأثيرات** من بين العديد الأخرى.

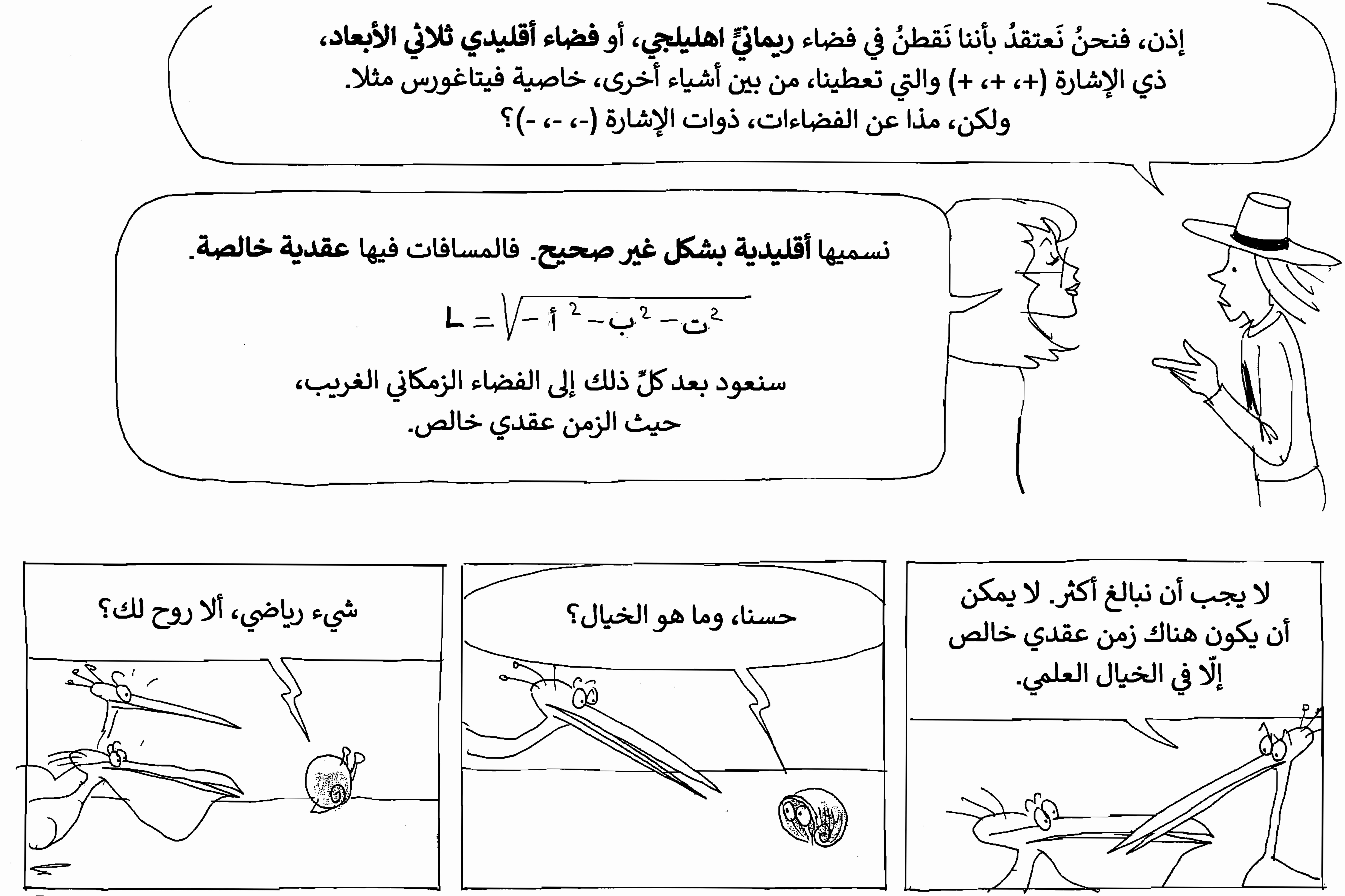
مفهوم العمليات هذا أساسي، وسنرجع له فيما بعد.

تُحولُ، نصفُ مَصفوفاتِ مَجموعة أقليد، الأشياء المُوَجَّهَة (اللولب الفليني) لصُوَرِها في المرآة. سنقول عنها:

عَمَليَّةُ تَماثِلِ التَّكافُؤ.

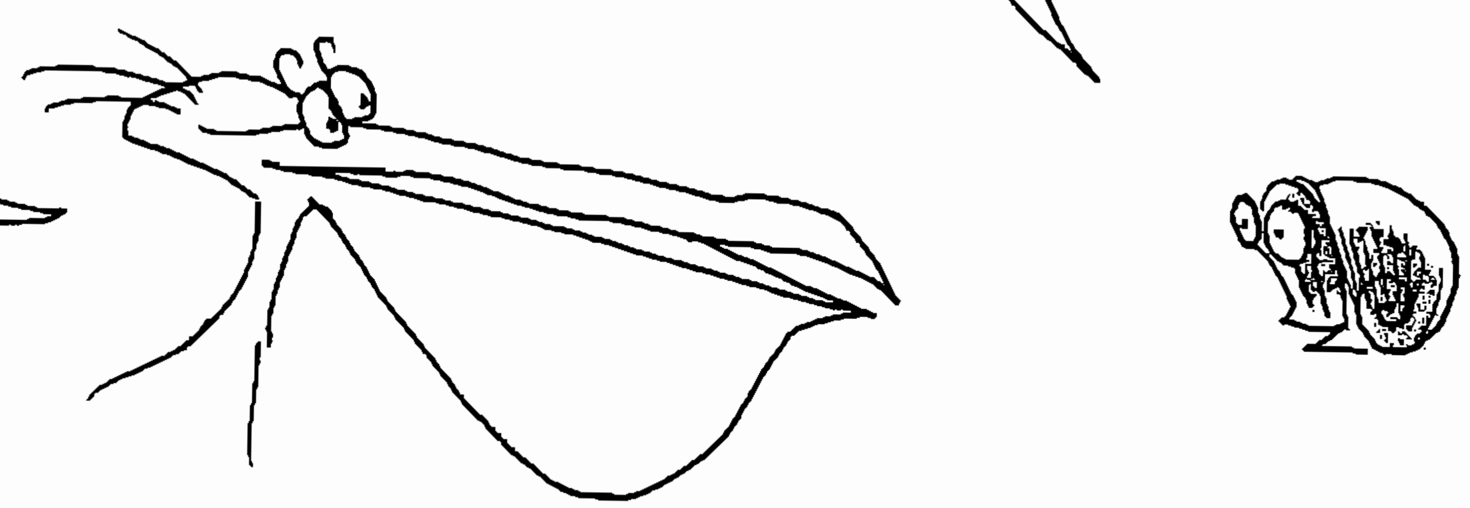


عندما اخترع الرياضياتيون المرايا.


إذن، فنحنُ نَعتقدُ بأننا نَقطنُ في فضاء **ريمانيٍّ اهليلجي**، أو **فضاء أقليدي ثلاثي الأبعاد**، ذي الإشارة (+، +، +) والتي تعطينا، من بين أشياء أخرى، خاصية فيتاغورس مثلا. ولكن، مذا عن الفضاءات، ذوات الإشارة (-، -، -)؟
نسميها **أقليدية بشكل غير صحيح**. فالمسافات فيها **عقدية خالصة**.
$L = \sqrt{-أ^2 - ب^2 - ت^2}$
سنعود بعد كلّ ذلك إلى الفضاء الزمكاني الغريب، حيث الزمن عقدي خالص.
لا يجب أن نبالغ أكثر. لا يمكن أن يكون هناك زمن عقدي خالص إلّا في الخيال العلمي.
حسنا، وما هو الخيال؟
شيء رياضي، ألا روح لك؟

فضاءات ريمانيّةٌ مُغْرَقَةٌ

إنها تلك التي تحتوي على **إشارات** موجبة وسالبة. بُروزُ **نَظرية النِّسبية الخَّاصة** يعزى ببساطة إلى كوننا عرفنا أنه بَدَلَ العيشِ في فضاء أقليدي ذي إشارة (+، +، +): **فضاء فائق** ثلاثي الأبعاد متعامد مع الزمن، فنحن نَعيشُ في فضاء ريمانيٍّ مغرقٍ ذي إشارة (-، -، -)، **فضاء مينوسكي**.



مصفوفة **غرام** هي إذن:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

سَنُغيِّرُ الآن رَمز سَهمِ الزمكان: ξ

$$\xi = \begin{bmatrix} \text{ز} \\ \text{أ} \\ \text{ب} \\ \text{ت} \end{bmatrix}$$

سَنُعَرِّفُ الآن سَهْمَ إزاحةٍ زمكاني: C

$$C = \Delta\xi = \begin{bmatrix} \Delta\text{ز} \\ \Delta\text{أ} \\ \Delta\text{ب} \\ \Delta\text{ت} \end{bmatrix}$$

ونعتبر الأسهم المتناهية الصغر: $d\,\xi$

$$d\,\xi = \begin{bmatrix} d\text{ز} \\ d\text{أ} \\ d\text{ب} \\ d\text{ت} \end{bmatrix}$$

سنحصل إذن (باعتبار c ثابت سرعة الضوء يساوي 1) على المسافة المتناهية الصغر :

أ	$\longleftrightarrow$	x
ب	$\longleftrightarrow$	y
ت	$\longleftrightarrow$	z
ز	$\longleftrightarrow$	t

$$\boxed{ds^2 = {}^t d\xi\, G\, d\xi = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2}$$

وهو ما سنسميه **مِتْرِية (مينكوسكي)** والتي سنكتبها بتغيير بسيط في المتغيرات:

$$\boxed{c^2 d\tau^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2}$$

سَنُعيدُ الكَرَّةَ، تماما كما فعلنا مع مجموعة وفضاء أقليد. لنبدأ بزمكان ثنائي الأبعاد.

$$\eta = \begin{pmatrix} t \\ x \end{pmatrix}$$

حيث أن مترية المسافة الثنائية الأبعاد هي: $ds^2 = {}^t d\eta\, G\, d\eta$

ومترية غرام الخاصة بها هي: $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$

سننشئ **مجموعة(فئة) المُتَماثِلةُ** لِهذا الفضاء:

سنقوم بنفس التحليل السابق الخاص بفضاءٍ أَقليديٍّ.

سنتجاهل لوهلة العرض التكاملي وسنبحث عن مجموعة مصفوفات L تأثر على السهم ξ

$$\xi' = L\xi$$

وهي تحافظ على هذه المسافة المُغْرَقَة الغريبة، أي أن:

$$L'^2 \quad {}^t\xi' G \xi' \quad {}^t(L\xi) G (L\xi) \qquad {}^t\xi \left({}^tL G L\right) \xi = L^2 = {}^t\xi G \xi \quad si:$$

$$\boxed{{}^tLGL = G}$$

في فضاء ذو أربعة أبعاد، نحتاج لمصفوفات بأربعِ خطوطٍ وأربعِ أعمدةٍ (4، 4).

التركيبة في الأسفل هي تعريف مجموعة (مصفوفات) **لورنتز**.

حتى نستطيع شرح ذلك، سيقتصر تحليلنا على فضاء ثنائي الأبعاد (ز، أ).

$$L = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} ch\eta & sh\eta \\ sh\eta & ch\eta \end{pmatrix}$$:وهو ما يعطينا $a^2 - c^2 = 1 \;;\; b^2 - d^2 = 1 \;;\; ab - cd = 0$

لأن: $ch^2\eta - sh^2\eta = 1$

⇦ عُوِّضت الخطوط المثلثية بأخرى مُغْرَقة.

$$\begin{cases} ch\eta = \dfrac{e^{\eta}+e^{-\eta}}{2} \\ sh\eta = \dfrac{e^{\eta}-e^{-\eta}}{2} \end{cases} \qquad \begin{cases} \cos\theta = \dfrac{e^{i\theta}+e^{-i\theta}}{2} \\ \sin\theta = \dfrac{e^{i\theta}-e^{-i\theta}}{2i} \end{cases} \qquad Z = e^{i\theta} = \cos\theta + i.\sin\theta$$

تعادل **مجموعة (أو فئة) لورنتز** الدوران في مجموعة **مينكوسني.**

المَجموعةُ (الفِئة) السِّريَة

إن مصفوفات غرام الثنائية الأبعاد هي مصفوفات **لورنز** خاضعة ل:

$${}^{t}LGL = G$$

نحصل إذن في الفضاء ثنائي الأبعاد على المجموعة السِّرية، أو المَخْفِية:

$${}^{t}GGG = G \quad avec \quad GG = I \quad et \quad {}^{t}G = G$$

$$\left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \right\}$$

نحصل أخيرا على مجموعة لورنز الكاملة، ذاتُ المُرَكَّباتِ الأربع:

$\begin{bmatrix} ch\eta & sh\eta \\ sh\eta & ch\eta \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} ch\eta & -sh\eta \\ sh\eta & -ch\eta \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -ch\eta & sh\eta \\ -sh\eta & ch\eta \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -ch\eta & -sh\eta \\ -sh\eta & -ch\eta \end{bmatrix}$

فئة فرعية أورتوكرون (المركبتان الأولى والثانية)

مجموعة فرعية أونتيكرون (المركبتان الثالثة والرابعة)

النِّسْبِيَةُ الخاصة

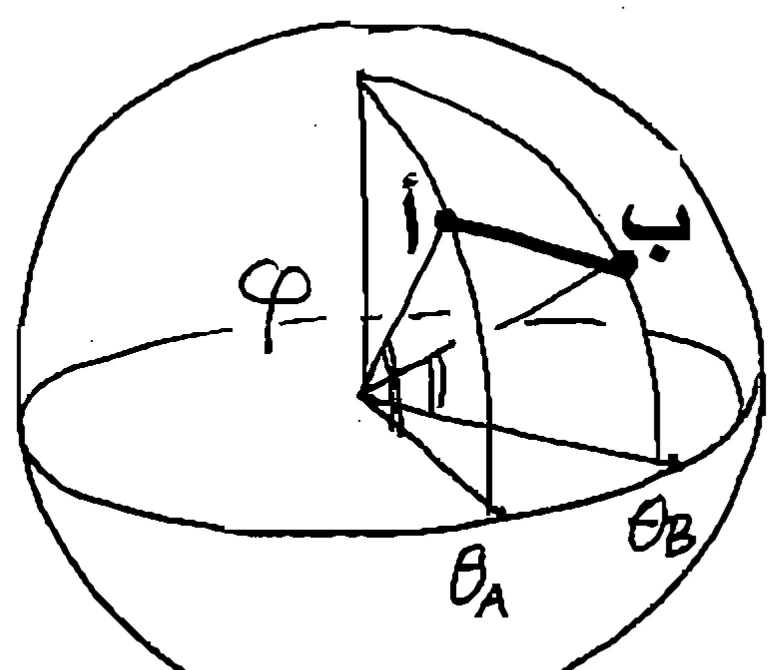
لنعتبر حساب **المسافة** في هذا الفضاءُ الريمانيّ المُغْرَق **(فضاء مينكوسكي)** بتمثيلٍ تَفاضُلِي، الذي تمنحنا إيّاه **مِتْرِيَتُه**:

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$$

هذا يعني بأن **حَركاتِنا تَتِمُّ وتُكْتَبُ** في فضاء مُغْرَقٍ رباعي الأبعاد.
حيث الإحداثيات هي (x, y, z, t).

سنشرح بالتفصيل في ألبوم **أسرع من سرعة الضوء**، كَوْنَ تَصفيح نِظامٍ إحْداثيٍّ على هذا الفضاء الفائق يوافق قراءة فيزيائيٍّ، ينتمي لهذا الفَضاء الفائق، حيث البعد الجوهري الوحيد هي المسافة **s**.

هناك نفس العلاقة بين هذه الاحداثيات وبين المسافة **s**. التي تقاس بالمتر والتي من الممكن تحويلها **للزمن الخالص** τ بفضل العلاقة: **ds = cdt** حيث تمثل c سرعة خاصة تهم احداثيات الطول والعرض φو θ المستعملة من أجل تحديد مواقع النقط في الكرة ومسافة المسار المقطوع. تبين هذه الصيغة أنه من خلال الاحداثيات: (x, y, z, t)



$\widehat{أب}$ = أب

نستطيع أن نستنتج مسافة: $V = \frac{\sqrt{dx^2 + dy^2 + dz^2}}{dt}$

حتى يبقى الزمن $d\tau$ حقيقيّا من الضروري من اللّازم أن تكون **C > V**

ستتحقق الحركة القصوى عندما تكون **C = V**

أي أن: $d\tau = 0$

⇦ سيتوقف زمنُ **الفوتون** الخاص.

سَيُطبَّقُ **انكماشُ لورنز** على الجسيمات التي تتحرك بسرعة **V < C**

$$\boxed{c^2 d\tau^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 \Rightarrow \frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

τ هو الزمن الذي تشير إليه ساعة المسافر الذي يسير بالسرعة V.

لقد أشرنا ووضحنا ذلك في ألبوم **كل شيء نسبي.** وعندما تؤول السرعة V إلى C **يتوقف الزمن في الميقات (الكرونومتر)** .

لِنَعُد **لمجموعة لورنز.** تُأثر عَنَاصِرُ هذه المجموعة في مُتتالياتِ نقط الزمكان التي تُشكل **حَرَكَةً.** عندما نستخدم عنصرا L من مجموعة لورنز على حركة ما سنحصل على حركة أخرى. وبما أنه في هذه المجموعة عَنَاصِرَ **مُضادة للزمن،** فإنه من الضروري أن نأخذ بعين الاعتبار العودةُ في الحركةِ إلى الوراء.

مثلا، لتكن هذه المصفوفة التي تنتمي لمجموعة لورنز.

$$L = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad {}^tL\,G\,L = G \qquad \text{مع:} \qquad G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

التأثير هو:

$$\begin{bmatrix} t' \\ x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -t \\ x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

انعكاس الزمن !

عندما عرَّفْنَا **المجموعة (فئة) المتعامدة**،
وهي فرعية لمجموعة متساويات الأبعاد للفضاء الأُقليدي
فقد أتممناها بأسهم الإزاحات الفضائية.

$$c = \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$$

عندما نصنع **مجموعة أقليد**، مجموعته المتساوية الأبعاد.

عنصر من المجموعة المتعامدة O(3)

$$\begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} r \\ 1 \end{pmatrix} \qquad r = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

بنفس الطريقة، سنبني **مجموعة بْوانّكاري** من خلال **مجموعة لورنز**، لمجموعة متساوية الأبعاد لمينكوسكي.

$$\xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} L & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ 1 \end{pmatrix}$$

إزاحة زمكانية $c = \begin{pmatrix} \Delta t \\ \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{pmatrix}$

تَرِثُ مجموعة بوانكاريه، عن طريق مجموعة لورنز $\begin{pmatrix} L & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ وتمتلك مثله أربع عناصر:

- عنصرين أورتوكرون (لا يعكس الزمن)
- عنصرين أونتيكرون (يعكس الزمن)

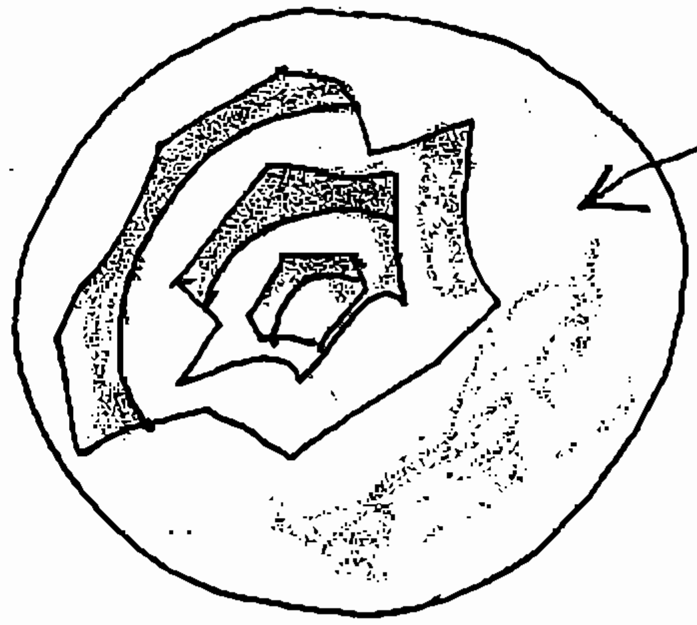
يبقى أن نفهم **المعنى الفيزيائي** لهذا الانعكاس الزمني.

الفضاءُ والمَجموعاتُ (الفئات) والأشياءُ

لقد انطلقنا من **فضاء أقليدي ثنائي الأبعاد** لشرح التحليلات والحسابات.
وأنشأنا إذن **مجموعةَ مُتساوياتِ الأبعادِ** الخاصَّة بِه، مجموعة (فئة) أُقليد.
يرافق هذا الأخير الفضاء الأُقليدي ويسمح **بالتأثير** على أشياء ومَجموعاتِ نقط التي تنتمي إلى هذا الفضاء. لكن، بإمكاننا أن نُحَلِّلَ المُشكل عَكْسيّاً: أي أن نَتصوَّرَ المَجموعة (الفئة) كشيءٍ مُجرَّدٍ، أي رياضية بشكل خالص، تَسمحُ لنا بتصور عدة **تأثيرات** و"اكتشاف الفضاء المتماشي معها"، (الفضاء الوحيد الذي من الممكن اجراء تلك التأثيرات فيه). وهكذا يَمنحُ الفَضاءُ ومَجموعتهُ (فِئتهَ)، المُتساوية الأبعاد، الوُجود لبعضهما البعض.

هناك المزيد، تُنجبُ المجموعة(الفئة) **أشياء**، في الفضاء الذي تَرتبطُ به، باعتبارها لا **تخضع للتغيير بفعل تأثير المجموعات(الفئات) الفرعية**. على سبيل المثال: مجموعة الدورانُ حول نقطة ما في الفضاء الأقليدي هي واحد من مجموعاتها الفرعية. الأشياء الغير متغيرة إذن هي الدوائر التي مركزها هذه النقطة. وهكذا من ناحية المجموعة التي تعرف الدائرة.

لوكريتيوس هو شاعر وفيلسوف لاتيني عاش في القرن الأول قبل الميلاد، تخيل أن الأشياء والأجسام مكونة من الذرات وطرح التشبيه بين تدفق الماء والرمال.



$$\begin{bmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

في الفضاء الأقليدي الثلاثي الأبعاد، الدوران حول إحدى نقطه هي واحدةٌ مِن مَجموعاتهِ الفَرعية. فما هي إذن الأشياء التي **لا تُغَيِّرها**، ولا تأثر فيها، **تأثيرات هذه المجموعة (الفئة) الفرعية**؟

الجواب: عائلة **الكُرات** التي مركزها تلك النقطة.

إن مفهوم ثابت، بالنسبة لتأثير أو لآخر للمجموعة أو لإحدى فروعها، هو مفهوم أساسي بالنسبة **لنظرية المجموعات**. في مجموعة أقليد هذه، حيث يغيب الزمن، تنجب المجموعة **أشياء** ستسكن هذا الفضاء.

عندما نُفَعِّلُ الزّمنَ تصبح **المجموعة (الفئة) ديناميكيّةٌ**. لن يُسَيِّرَ، هذه المرة، أشياء ساكنة بَلْ **مجموعات من النقط الأحداث** التي يمكن أن نسميها **مسارات** أو **حركات**. لقد خلَّد العالم الرياضي الألماني الفذ **إيمي نوتر** (وصفه أينشتاين يوما بمَعْلَمَة الفيزياء)، اسمه على واحدة من أهم الخاصيات في الفيزياء: لكل مجموعة (فئة) فرعية لمجموعة ديناميكية يوجد ثابت يوافقها.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \Delta t \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t+\Delta t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

في مجموعة بوانكاري نجد **المجموعة الفرعية للإزاحات الظرفية**، الممثلة بالمصفوفة في أقصى اليمين. وهي مجموعةٌ بإعدادٍ واحدٍ. يوافقها ثابت واحد ، مدرج: **الطاقة E** ، وهكذا نَعَرِّف الطاقة في مجال المجموعات.

المجموعة الفرعية الثانية هي الخاصة **بالإزاحات الفضائية** (أنظر المصفوفة على اليسار)، وهي مجموعة بثلاثة إعدادات:

$$(\Delta x, \Delta y, \Delta z)$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \Delta x \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \Delta y \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \Delta z \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ x + \Delta x \\ y + \Delta y \\ z + \Delta z \\ 1 \end{pmatrix}$$

يوافقه ثابت جديد... **النبض:** $\begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$

هكذا وبفضل **المجموعات الديناميكية**، **نُعَرِّفُ النَّبْضَ**، وتُصبح الأحجام في الفيزياء **أشياء هندسية**. ويشكل السعي نحو **جَعْلِ الفيزياءِ هندسةً** إحدى أهم أعمدة وركائز **الفيزياء الرياضية**.

سنواصل لُعبتنا ونَعتبر **المجموعة (الفئة) الفرعية للإزاحات الزمكانية** (أنظر المصفوفة على اليسار).

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & \Delta t \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \Delta x \\ 0 & 0 & 1 & 0 & \Delta y \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \Delta z \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t + \Delta t \\ x + \Delta x \\ y + \Delta y \\ z + \Delta z \\ 1 \end{pmatrix}$$

وسيكون الثابت هو السهم **نَبْضُ-الطَّاقَةِ الرُّبَاعِي**: $\begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$

سؤال: لمَ تَصلحُ **الأحجام في الفيزياء؟** جواب: نستطيع **جَمْعَها.**

ترتبط مجموعة بوانكاري بعشرة إعدادات (نقول بأنه ذي عشرة أبعاد - مصطلح رياضي بسيط).
ثلاثُة إعدادات خاصة بالإزاحة الفضائية، وواحد للإزاحة الزمنية وتتبقى ستة إعدادات تُمثل بُعْدَ **مجموعة لورنز،** الذي يتحكم في "الدوران الزمكاني".

إذا اعتبرنا مجموعة لورنز مجموعةً فرعية لمجموعة بوانكاري، فحسب نظرية "نودر" هناك شيء، مُعرَّفٌ بستة إعدادات، ثابت بالنسبة لتأثيرات هذه المجموعة الفرعية.

$$\xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} L & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L\xi \\ 1 \end{pmatrix}$$

يَكْمُنُ **المحور** في هذا الشيء. ولقد برهن سوريو في 1972 عن طبيعته **الهندسية الخالصة.** وَلَهُ بُعْدَ عَزْمِ دورانٍ، حيث تُدير مَجموعة بوانكاري حركة **النقطة المادية النسبية.** ونحن نُفضل تَرجمة المحور كشيء هندسي خالص.

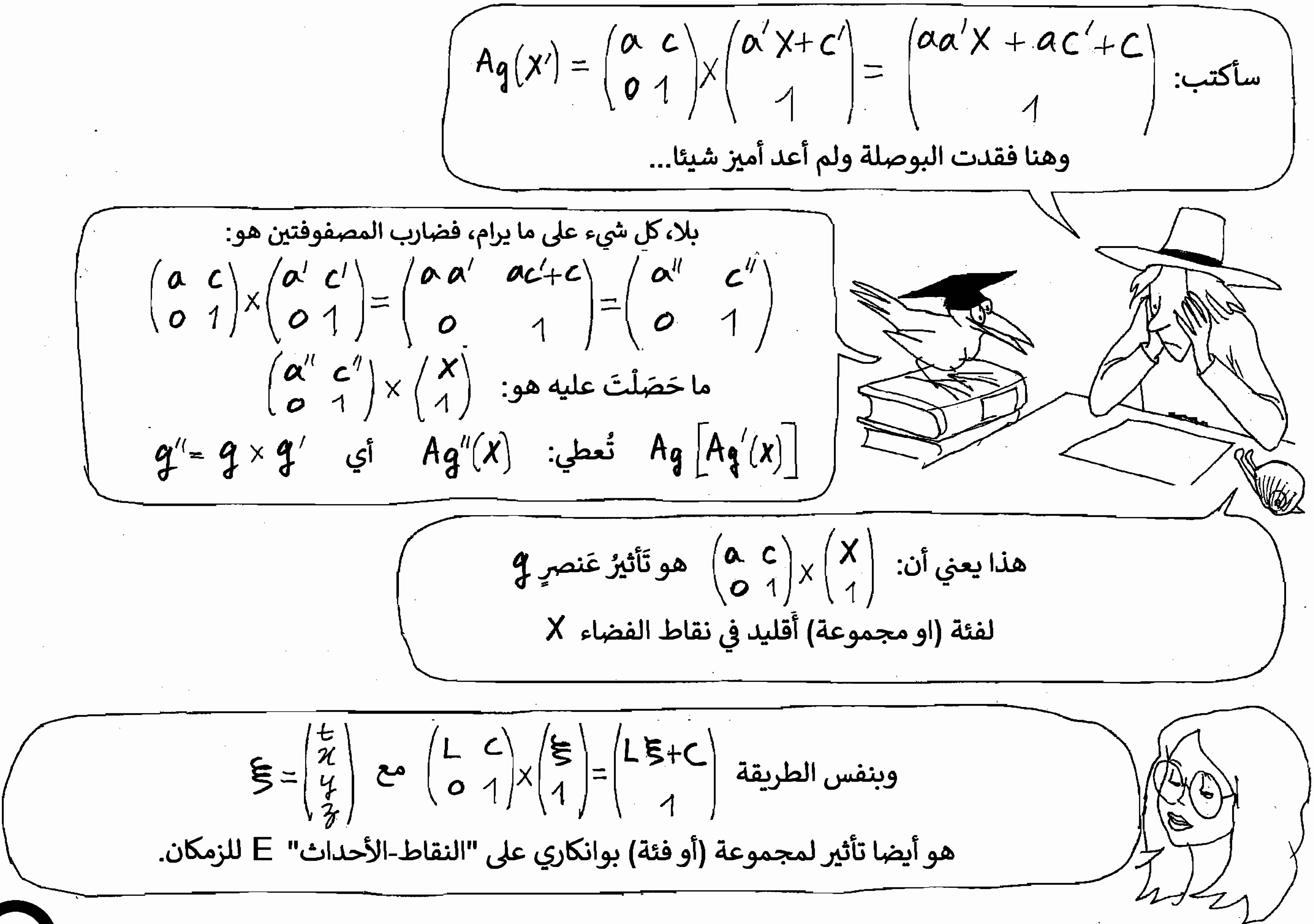
العَزْمُ

يُمكنُ تشبيهُ هذه المجموعاتُ الفرعية كنوع من "تفكيك المجموعة قطعة قطعة، وعجلة عجلة".
وعندما نقوم بعملية عكسية نعيد تشكيل المجموعة. مجموعة الثوابت التي عدّدناها أعلاه، تُشكلُ ما سَمَّاه "سوريو": **العزم.**

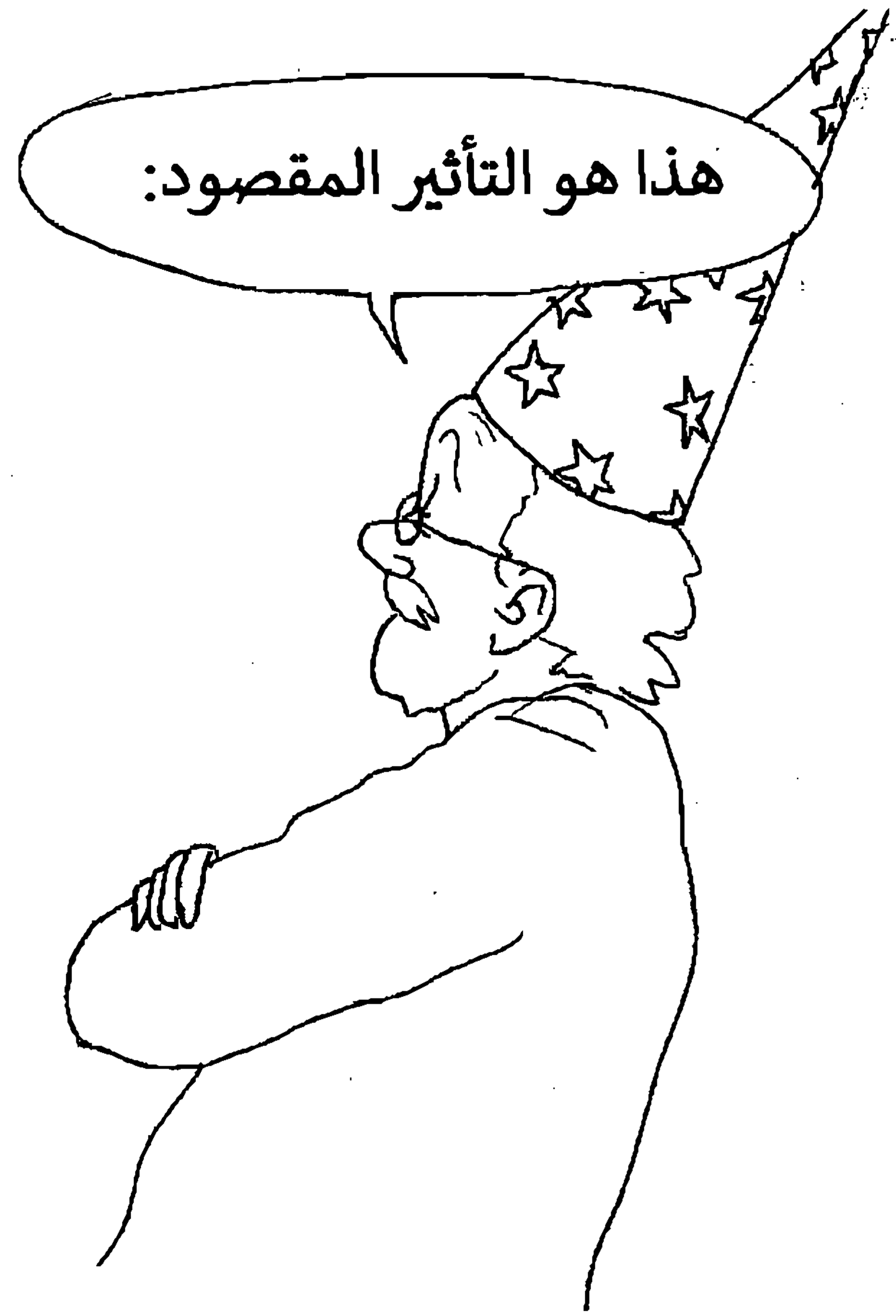
العزم $=$ $\{E, p_x, p_y, p_z, \ldots$ المحور$\}$

تأثيراتُ مَجموعةٍ

تستطيع فئة ان تأثر على مجموعة U وتُعَرَّفُ هذه التأثيرات بالشكل التالي:
ليكن g عنصرا من الفئة،
و o عميلة التركيب،
و u عنصرا من المجموعة U، ستكون $A_g(u)$ تأثير من g على U، إذا كانت :
$A_{g''}(u) = A_g[A_{g'}(u)]$
وكأن هذه الأَدَاةُ مُتَعَدِّيَةٌ...
إذا كان التأثير هو، ببساطة، عملية التَّشكيل o،
فلا مشكلة: $g \circ (g' \circ u) = (g \circ g') \circ u = g'' \circ u$
إذن فعملية التركيب تأثير.
سعيد بمعرفة ذلك.
نحن نقتحم أبواب مفتوحة، أليس كذلك؟
لنجرب:
$A_{g'}(x) = \begin{bmatrix} a' & c' \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a'x + c' \\ 1 \end{bmatrix}$
التي تحوِّلُ x إلى $x' = a'x + c'$
وعلينا أيضا إعادتها.
حسنا، وماذا بعد؟


سأكتب: $A_g(X') = \begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a'X + c' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} aa'X + ac' + c \\ 1 \end{pmatrix}$
وهنا فقدت البوصلة ولم أعد أميز شيئا...
بلا، كل شيء على ما يرام، فضارب المصفوفتين هو:
$\begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} a' & c' \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} aa' & ac'+c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a'' & c'' \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$
ما حَصَلْتَ عليه هو: $\begin{pmatrix} a'' & c'' \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X \\ 1 \end{pmatrix}$
$A_g\left[A_{g'}(X)\right]$ تُعطي: $A_{g''}(X)$ أي $g'' = g \times g'$
هذا يعني أن: $\begin{pmatrix} a & c \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} X \\ 1 \end{pmatrix}$ هو تَأثيرُ عَنصرٍ g
لفئة (او مجموعة) أقليد في نقاط الفضاء X
وبنفس الطريقة $\begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \xi \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L\xi + C \\ 1 \end{pmatrix}$ مع $\xi = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix}$
هو أيضا تأثير لمجموعة (أو فئة) بوانكاري على "النقاط-الأحداث" E للزمكان.

إنتباه، من الممكن جدّا أن تحتوي هندسة ما على هندسة أخرى.



$$\boxed{J' = g \times J \times {}^t g}$$

حيث J مصفوفة ضد-تماثلية.

نستطيع أن نتحقق من كونها تأثيرا:

$$A_g[A_{g'}(J)] = g \times [g' \times J \times {}^t g'] \times {}^t g = g\, g'\, J\, {}^t g'\, {}^t g$$

mais ${}^t[AB] = {}^t B\, {}^t A$ *donc* ${}^t g'\, {}^t g = {}^t(g\, g')$ *et si* $g'' = g\, g'$

$$A_g[A_{g'}(J)] = g'' \quad {}^t g'' = A_{g''}(J)$$

للمصفوفة J ، بالضرورة، نفس البنية (5، 5) للمصفوفات g من المجموعة.

الأطراف (او القيم) التماثلية، بالنسبة للقطر الرئيسي، متقابلة في المصفوفة المضاد-تماثلية. إذن فقيمها منعدمة في هذا القطر (الذي هو عكس نفسه).

نستطيع إذن أن نعدد عناصر هذه المصفوفة:

البنية	عدد العناصر
(2,2)	1
(3,3)	3
(4,4)	6
(5,5)	10

$$\begin{bmatrix} 0 & \ell \\ -\ell & 0 \end{bmatrix} \quad (2,2)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -\ell_z & -\ell_y \\ \ell_z & 0 & -\ell_x \\ -\ell_y & \ell_x & 0 \end{bmatrix} \quad (3,3)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -\ell_z & \ell_y & f_x \\ \ell_z & 0 & -\ell_x & f_y \\ -\ell_y & \ell_x & 0 & f_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 \end{bmatrix} \quad (4,4)$$

$$\begin{bmatrix} 0 & -\ell_z & \ell_y & f_x & -p_x \\ \ell_z & 0 & -\ell_x & f_y & -p_y \\ -\ell_y & \ell_x & 0 & f_z & -p_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 & -E \\ p_x & p_y & p_z & E & 0 \end{bmatrix} \quad (5,5)$$

أستطيع أن أفكك هذه المصفوفة ضد-تماثلية J ، ذات البنية (5،5)
إلى أخرى ضد-تماثلية ذات بنية (4،4) وسهم رباعيٍّ P ذي أربع عناصر.
وأستطيع أن أكتب كل هذا بشكل أكثر تماسكا. سيسمح منا هذا بإيضاح حساب
تأثير مجموعة (أو فئة) بوانكاري على مصفوفة العزم هذه J بشكل ملائم ومريحٍ.

$$J=\begin{pmatrix} 0 & -l_z & l_y & f_x & -p_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_y & -p_y \\ -l_y & l_x & 0 & f_z & -p_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 & -E \\ p_x & p_y & p_z & E & 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0 & l_z & l_y & f_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_y \\ -l_y & l_x & 0 & f_z \\ -f_y & -f_y & -f_z & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -p_x \\ -p_y \\ -p_z \\ -E \end{pmatrix}$$

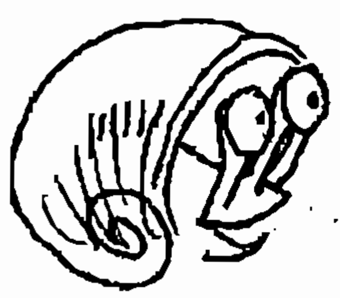
$$\begin{pmatrix} p_x & p_y & p_z & E \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 0 \end{pmatrix}$$

$$M=\begin{pmatrix} 0 & -l_z & l_y & f_x \\ l_z & 0 & -l_x & f_y \\ -l_y & l_x & 0 & f_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 \end{pmatrix} \qquad P=\begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \\ E \end{pmatrix}$$

$${}^tP=\begin{pmatrix} p_x & p_y & p_z & E \end{pmatrix}$$

$$J=\begin{pmatrix} M & -P \\ {}^tP & 0 \end{pmatrix} \qquad g=\begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

يبدو هذا التفكيك منطقيا
من خلال هذه الزاوية.

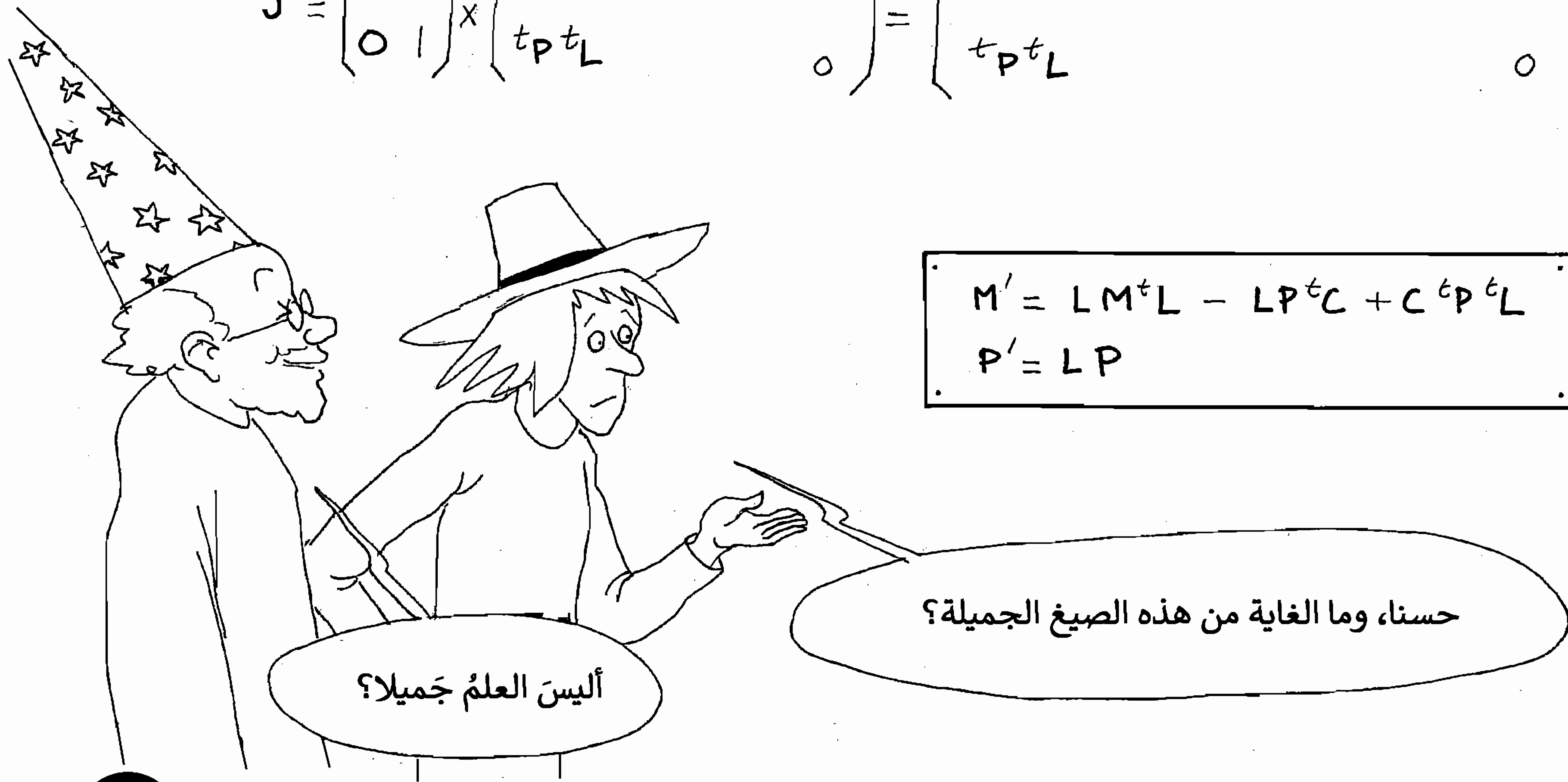


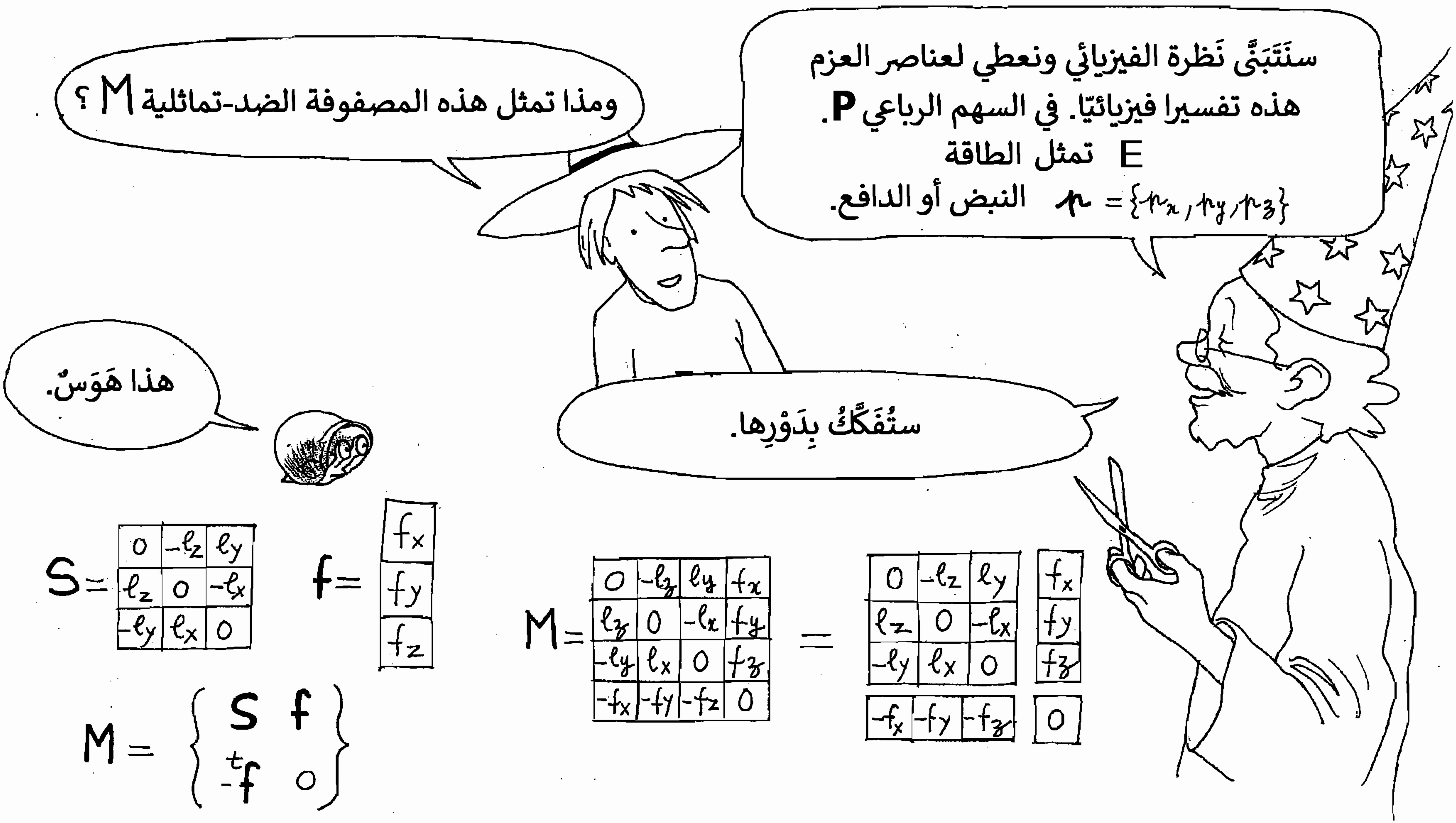
بقي أن نشرح الحساب أكثر: $J' = g \times J \times {}^tg$

$$J' = \begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} M & -P \\ {}^tP & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} {}^tL & 0 \\ {}^tC & 1 \end{pmatrix} \qquad {}^tg = \begin{pmatrix} {}^tL & 0 \\ {}^tC & 1 \end{pmatrix}$$

$$J' = \begin{pmatrix} L & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} M\,{}^tL - P\,{}^tC & -P \\ {}^tP\,{}^tL & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} LM\,{}^tL - LP\,{}^tC + C\,{}^tP\,{}^tL & -LP \\ {}^tP\,{}^tL & 0 \end{pmatrix}$$

$$M' = LM\,{}^tL - LP\,{}^tC + C\,{}^tP\,{}^tL$$
$$P' = LP$$





$$S = \begin{pmatrix} 0 & -\ell_z & \ell_y \\ \ell_z & 0 & -\ell_x \\ -\ell_y & \ell_x & 0 \end{pmatrix} \qquad f = \begin{pmatrix} f_x \\ f_y \\ f_z \end{pmatrix}$$

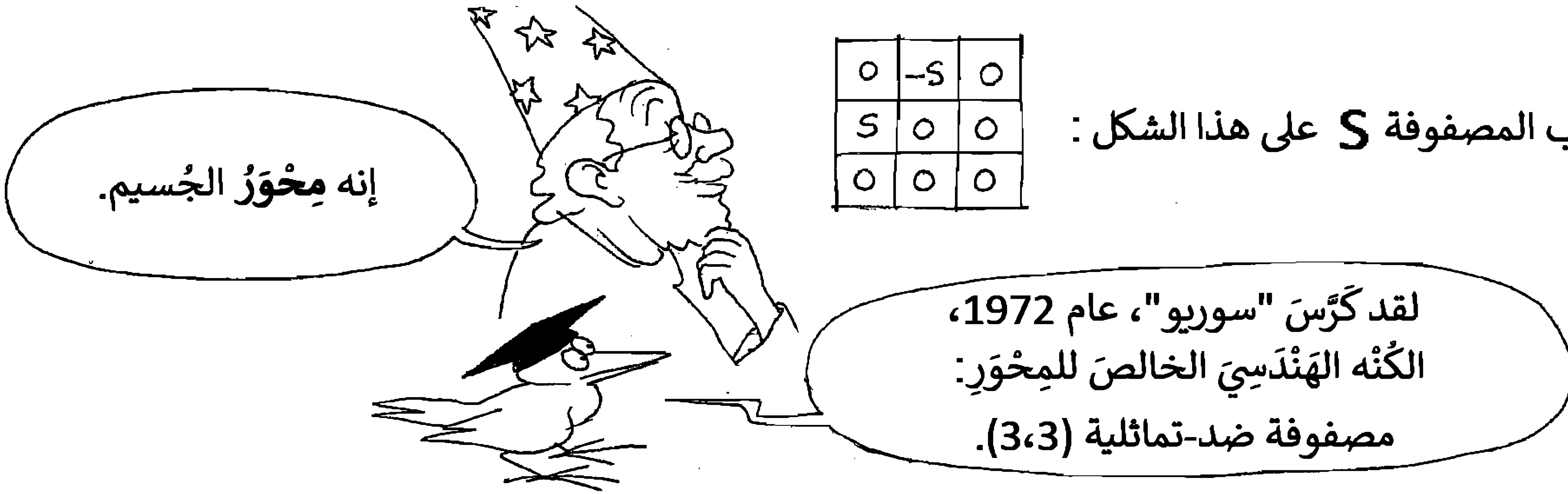
$$M = \begin{pmatrix} 0 & -\ell_z & \ell_y & f_x \\ \ell_z & 0 & -\ell_x & f_y \\ -\ell_y & \ell_x & 0 & f_z \\ -f_x & -f_y & -f_z & 0 \end{pmatrix} = \left(\begin{array}{ccc|c} 0 & -\ell_z & \ell_y & f_x \\ \ell_z & 0 & -\ell_x & f_y \\ -\ell_y & \ell_x & 0 & f_z \\ \hline -f_x & -f_y & -f_z & 0 \end{array}\right)$$

$$M = \begin{Bmatrix} S & f \\ -{}^t f & 0 \end{Bmatrix}$$

تتواجد السرعة V ضمنيا في المصفوفة L لمجموعة لورنز. إذا اعتبرنا حركة في اتجاه ما، مثلا oz بسرعة V وإزاحة $\Delta z = C$، فسنتمَوْقَعُ في نظام احداثيات، يُرافِقُ (في خضم هذه الإزاحة الزمكانية) الجُسيم في حرَكتهِ.
سنُبرهنُ إذن بأن السهم f منعدم.

ستكتب المصفوفة S على هذا الشكل :

$$\begin{array}{|c|c|c|}\hline 0 & -S & 0 \\ \hline S & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline\end{array}$$



لقد سمحت طريقة **التحديد الهندسي** التي ابتكرها في البرهنة على أنه لن يكون هذا المحور إلا مضاعف لكمية ثابتة: $\hbar$
لقد رأينا سابقا أنه لمّا يكون الجُسيم مَشحونا كهربائيّا فهذا يعني بأنه يتطور في فضاء **بِبُعْدٍ خامس**، أي **بُعْدُ كازولا**.
إنغلاقُ هذا البُعد حول نفسه هو ما يجعل هذه الشحنة قابلة للتَّحْديدِ (تحديدُ كِمِّيتها). يوجد نوع من "الانغلاق" في الزمكان يجعل من الشيء مطابقا لنفسه بتأثير دوران 360°. تحديد قيمة المحور، في بعض القياسات، ناتج عن هذه الخصوصية. وهناك أيضا علاقة وثيقة بين تحديد الكمية وانغلاق بُعْدٍ ما. باستغلاله لأداة المجموعات وانغلاق البُعْدِ الخامس، نَجَحَ "سوريو" في إبراز مُعادلة "كلين جوردن" لمجموعة بوانكاري (و كذا معادلة "شرودينغر" من مجموعة "غاليلي"، أي المجموعة الديناميكية التي تدير حركة نقطة مادية غير نسبية).

يُؤَدِّي انقلابُ الزَّمَن إلى انقلاب الطاقة

رأينا فيما سبق بأنه من المُمكنِ أن نَصيغَ أي عُنصر من مجموعة لورنز حسب المُعادلة التالية:

$$L = \mu L_0 \qquad \mu = \pm 1$$

حيث يمثل L_0 عُنصرا من المَجموعةِ (الفئة) الفَرعية الأورتوكرون (لا تقلب الزمن).

يُكتب التأثير على هذا الشكل :

$$M' = L_0 M \, {}^t L_0 - \mu L_0 P \, {}^t C + \mu C \, {}^t P L_0$$

$$P' = \mu L_0 P$$

لنعتبر هذا التأثير البسيط المُتمثل في عكس الزمن ($\mu = -1$)

لنَختر المَصفوفة الوَحدَة، في المجموعة الأورتوكرون L_o . ولتكن الإزاحة الزمكانية منعدمة .

يُدَوَّنُ عنصر من المجموعة على هذا الشكل.

$$g = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

يترجم التأثير على الزمكان، فضاء المسارات، كالتالي:

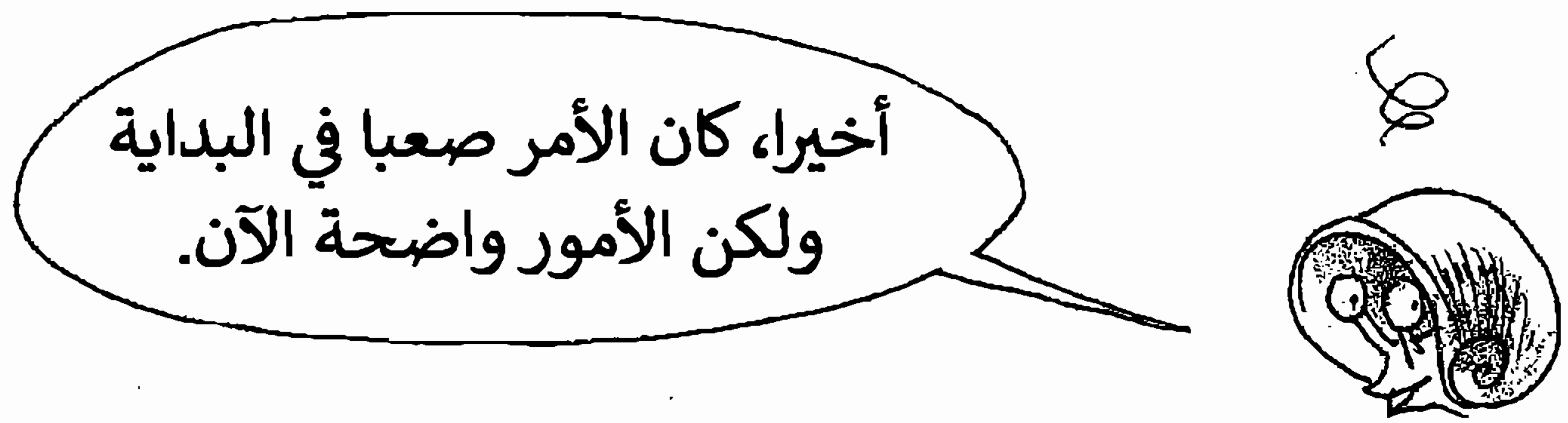
$$\xi' = -\xi \quad \Rightarrow \quad t \Rightarrow -t$$

إنها عكس وقلب منحى الزمن في المسار.

التأثير على العزم هو:

$M' = M \quad \Rightarrow$ لا يتغير المحور S .

$$P' = -P \quad : \quad E \rightarrow -E$$



الملحق 4
مضاد المادة

طرحنا، في الصفحة 40، فكرة أنه حتى تكون لنقطة مادية نسبية شحنة الكترونية e فيجب يتحرك وينتقل في فضاء خماسي الأبعاد $\{t, x, y, z, \xi\}$ وليس في فضاء رباعي الأبعاد.

تمثل ξ البعد الخامس أو **بُعْدُ كازولا**. تكلمنا أيضا في الصفحة 137 عن **مِتْرية مينكوسكي**.

$$\boxed{ds^2 = {}^t d\xi \, G \, d\xi = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2}$$

سننطلق من **فضاء كازولا**، ريمانيٌّ مَغْرَقٌ، مُعَرَّفٌ بإشارته (- - - - +) وبمصفوفة غرام الخاصة به.

$$\Gamma = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} G & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

حيث:

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

مِتْرِيَّةُ فَضاء كازولا هي:
$$d\Sigma^2 = dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 - d\zeta^2$$

$$\begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ \zeta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\xi} \\ \zeta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ \mathbf{r} \\ \zeta \end{pmatrix} = \Omega \qquad \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ \mathbf{r} \end{pmatrix} = \boldsymbol{\xi} \qquad \mathbf{r} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

$$d\Sigma^2 = {}^t d\Omega \, \Gamma \, d\Omega$$

نستطيع أن نبحث الآن عن المجموعة المتماثلة الأبعاد لهذا الفضاء الكازولي وسنجد المجموعة (أي الفئة) التي مصفوفتها تشبه مصفوفة بوانكاريه، بشكل كامل، مع بُعْدٍ أضافيٍّ:

$$\begin{pmatrix} \Lambda & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

مع:
$${}^t\Lambda \, \Gamma \, \Lambda = \Gamma$$

تُأثِّرُ هذه المجموعةُ (أو الفئة) على نِقط فضاء كازولا.

$$\begin{pmatrix} \Lambda\Omega + C \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Omega \\ 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \Lambda & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

يُمَثِّلُ السهم C ، هذه المرة، إزاحَةً بِخَمسة أبعاد .

$$C = \begin{bmatrix} \Delta t \\ \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ \Delta \xi \end{bmatrix}$$

تُمثلُ الإزاحاتُ في البُعد ξ فِئَةً فرعيةَ لهذه المجموعة (الفئة) التي عرضها المصفوفي هو:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \Delta\xi \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ \xi \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t \\ x \\ y \\ z \\ \xi + \Delta z \\ 1 \end{pmatrix}$$

مَجموعةٌ فرعيةٌ بإعدادٍ واحدٍ.

تُفْتي خَاصِّيَةُ "نودر" بأن نقطة جديدة ستكون ثابتة أمام تأثيرات هذه المجموعة الفرعية وهذه النقطة هي:

$$\boxed{\text{الشحنة الكهربائية} \quad e}$$

تُشَكِّلُ مَجموعةُ (أو فِئَةُ) كازولا انطلاقا من المجموعة Λ.

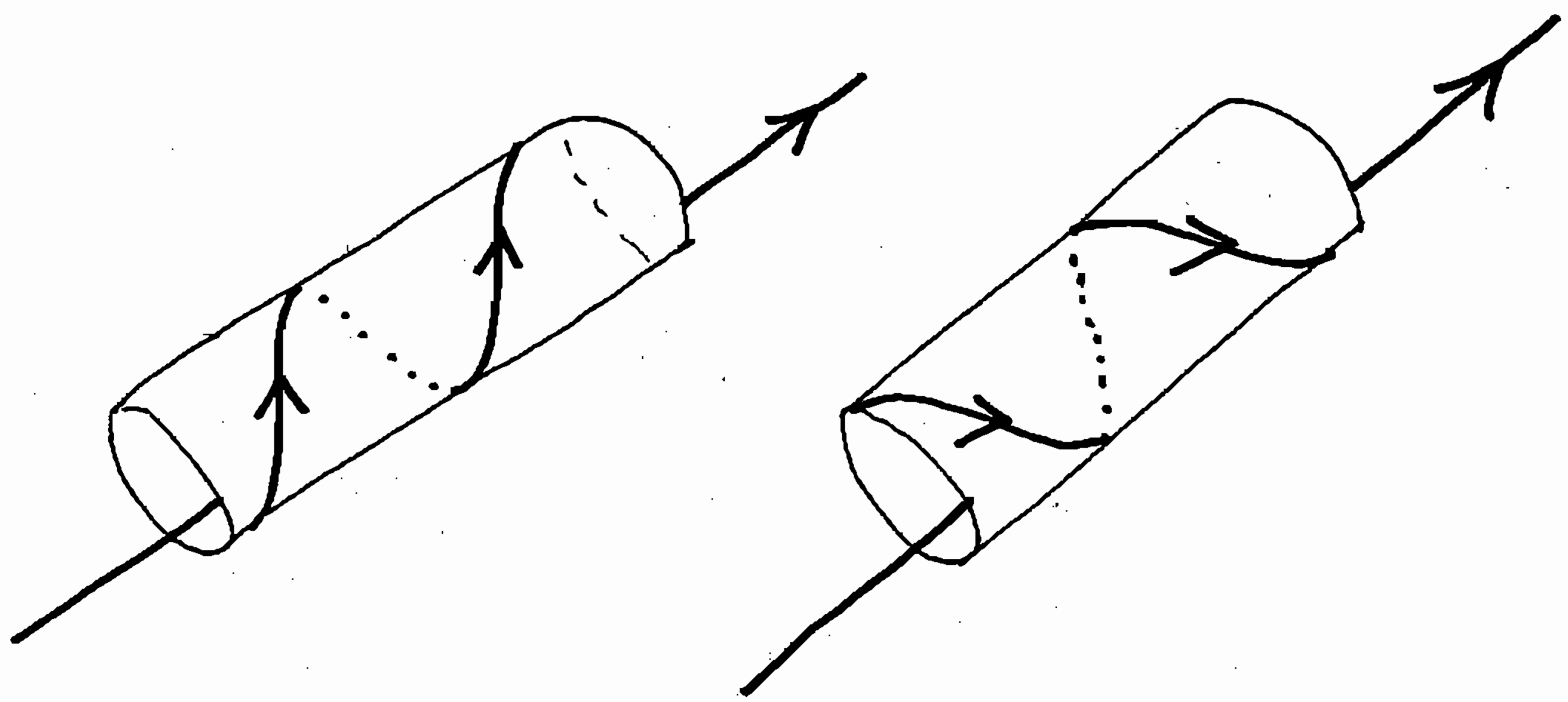
ومجموعة (أو فِئَةُ) لورنز هي واحدة من فئاتها الفرعية.

$$\begin{pmatrix} L & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

وهذه إحدى الفئات الفرعية لمجموعة (لفِئة) كازولا:

$$\begin{bmatrix} L & 0 & 0 \\ 0 & \mu & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \xi \\ \zeta \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L\xi \\ \mu\zeta \\ 1 \end{bmatrix} \qquad \mu = \pm 1$$

العناصر ($\mu = -1$) للمجموعة تقلب البعد الخامس. وحتى نستعيد الرسم والصورة التي في الصفحة 42 (البعد الخامس مغلق).



مَنْحى التفافُ حَركةِ الجَسيمِ مَعكوسٌ.

سنبرهن أن ذلك يعكس أيضا الشحنة الالكترونية e.

هذا ليس كاف لتَعريفِ **مُضادِ-المادة**. يَمتلك الجُسَيْم **شُحَنً كَمِّيةً**، من ضمنها الشُّحنةُ الكهربائيةُ.
ولكننا الآن نشهد انبثاق فِكرةٍ جديدة: يَكمنُ سِرُّ مُضادِ-المادة في نوعٍ ما من الحركةٍ في فضاءٍ ذي أبعاد أكثر.

المجموعاتُ (الفِئاتُ) الفرعيةُ لِلورنز أورتوكرون و أونبيكرون

تمتلك **مجموعة (فئة) لورنز L** أربعة مركّبات:

- L_n محايد
- L_s يقلب الفضاء
- L_t يقلب الزمن
- L_{ts} يقلب الزمن والفضاء

المركب المحايد هي مجموعة (فئة) فرعية (تحتوي على عنصر محايد، بخلاف المجموعات الثلاث الأخرى)، وهو لا يعكس لا الزمان ولا المكان.

أسفله، بعض المصفوفات التي تنتمي للمجموعات: (الرمز $\in$ يعني: ينتمي و $\{\}$ يرمز لمجموعة)

$$\begin{pmatrix} 1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\0&0&0&1 \end{pmatrix} \in \{L_n\} \; ; \; \begin{pmatrix} 1&0&0&0\\0&-1&0&0\\0&0&-1&0\\0&0&0&-1 \end{pmatrix} \in \{L_s\} \; ; \; \begin{pmatrix} -1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\0&0&0&1 \end{pmatrix} \in \{L_t\} \; ; \; \begin{pmatrix} -1&0&0&0\\0&-1&0&0\\0&0&-1&0\\0&0&0&-1 \end{pmatrix} \in \{L_{st}\}$$

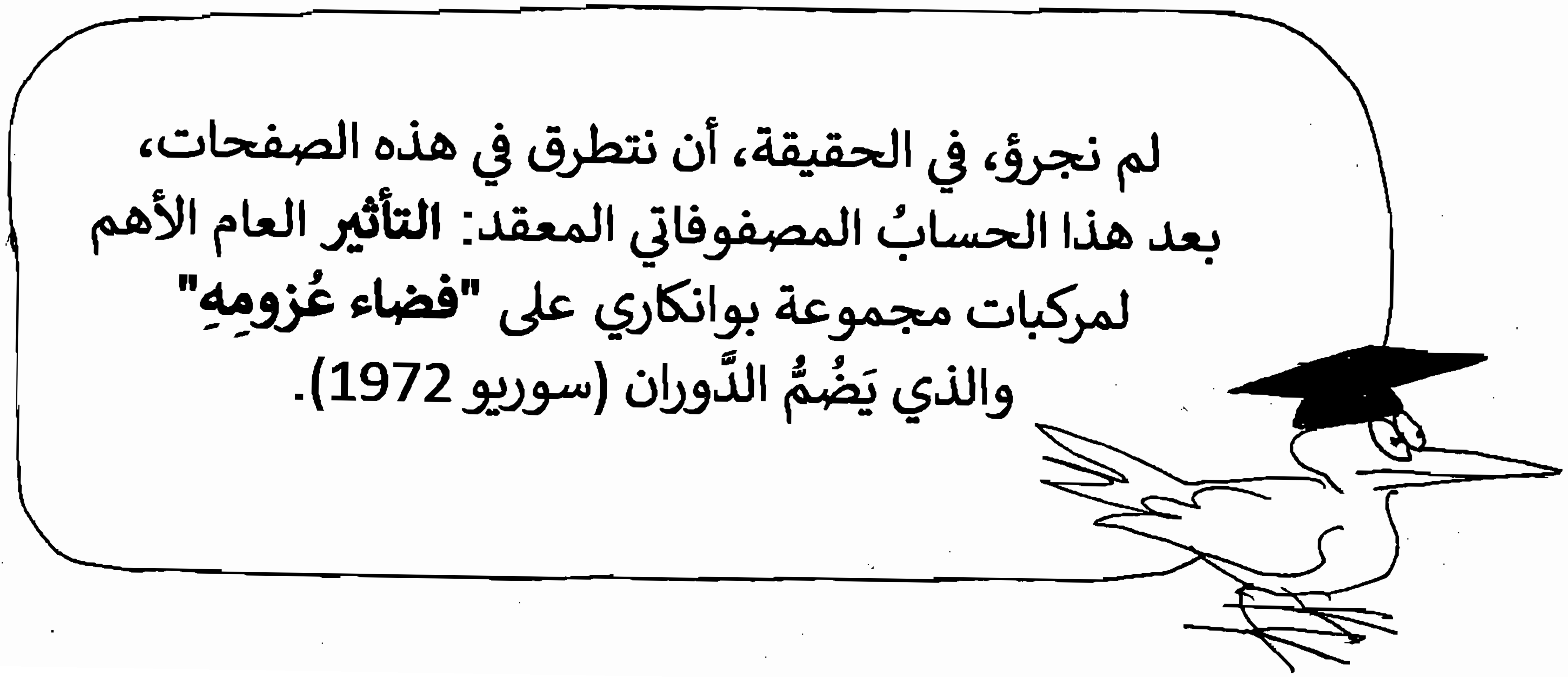
المجموعاتُ (الفئاتُ) التوءم

نستطيع أن نُنَظِّمَ من جديد هذه المصفوفات الأربع في مجموعتين (فِئتين) فرعيتين.

$$L_o \text{ (أورتوكرون) } = \{L_n , L_s\} \qquad L_a = \{L_t ; L_{st}\}$$

المجموعة الفرعية الأولى هي فئة فرعية لمجموعة لورنتز. وسيسمح لنا هذا الترتيب الجديد بأن نكتُبَ:

$L = \mu L_o$ مع $\mu = \pm 1$ لأن $L_t = -L_s$ ؛ $L_{st} = -L_n$



$$\begin{pmatrix} E' \\ p'_x \\ p'_y \\ p'_z \end{pmatrix} = L \times \begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix} = \mu L_o \times \begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$$

العناصر $\mu = -1$ تمثل التَّحَوُّلات **"الأونتيكرون"**، أي التي تَقلبُ الزَّمَنَ.

تنتمي المصفوفة وحدة $I(4,4)$ لمجموعة لورونز. عندما نكتفي بعكس الزمن نلاحظ أن ذلك يعكس الطاقة والنَّبْضَ أيضا.

$$p = \begin{pmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{pmatrix}$$

$$\boxed{E' = -E \qquad p' = -p}$$

إذا أخذنا مجموعة (فئة) كازولا $\begin{pmatrix} \Lambda & C \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$

نستطيع أن نطبق نفس الحسابات السابقة في فضاء ذي خمسة أبعاد، وسنحصل على:

$$\pi = \begin{pmatrix} E \\ p_x \\ p_y \\ p_z \\ e \end{pmatrix} \qquad \pi' = \Lambda \pi$$

نستطيع تفكيك المجموعة Λ إلى مُركبين، إحداهما أورتوكرون والأخرى أونتيكرون، ونكتب:

$$\Lambda = \mu \Lambda_0 \quad \text{مع} \quad \mu = \pm 1$$

تَقْلِبُ المركبات الأونتيكرون ($\mu = -1$) :

الطاقة	E
النبض	p
الشحنة الكهربائية	e

نستطيع أن نُعَبِّرَ عن Λ بواسطة مجموعات فرعية أورتوكرون L_0 لمجموعة (لفئة) لورنز، وذلك بإضافة ($\lambda = \pm 1$)، في الصفحتين، وهو مدخلٌ لازدواجية "المادة" و"مضاد المادة".

$$\Lambda = \begin{bmatrix} \mu L_0 & 0 \\ 0 & \lambda \end{bmatrix}$$

المجموعة (الفئة) الفرعية لمجموعة كازولا، المُختارةُ:

$$\begin{bmatrix} \mu L & 0 & \Delta\xi \\ 0 & \lambda & \Delta\xi \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \xi \\ \xi \\ 1 \end{bmatrix}$$

الملحق 6
الفضاءاتُ الخياليةُ

نَتذكرُ جميعا أنه عندما فاعَلْنا بين مَجموعتينِ فَرعيتينِ كَوْنِيتينِ، ذوات طاقتينِ وكُتْلتين مُتقابلينِ، فقد صَوَّرنا هاتين الورقتين كغطاء اسقاطي والتي ستصبح، في حالة فضاء ذي بعدين (t،x)، **سطح بوي** .

لقد رأينا أيضا أن القُطبين، أحدهما يمثل **الانفجار العظيم** والآخر **الانهيار العظيم**، فبدل تحديد هويتها، مَثَّلناهما كممرٍّ يربط بين الصفحتين.

من جهةٍ، لم يعد هناك تَفَرُّدٌ ومن جهة أخرى، أعطينا للشيء (الكون) طوبولوجيا النتوء المستدير T_2 (في حالة بعدين)، المرتبة في تغطية بصفحتين لزجاجة كلين (راجع ألبوم طوبولوجيكون). سيكون إذن الفضاء الحدودي هو الدائرة S_1. (*)

(*) من أجل الشرح المفصل، راجع ألبوم طوبولوجيكون

إذا تموضعنا الآن في فضاء ذي خمسة أبعاد، فيجب اعتبار أننا سنبني حلّا ذي متريتين، من نوع:

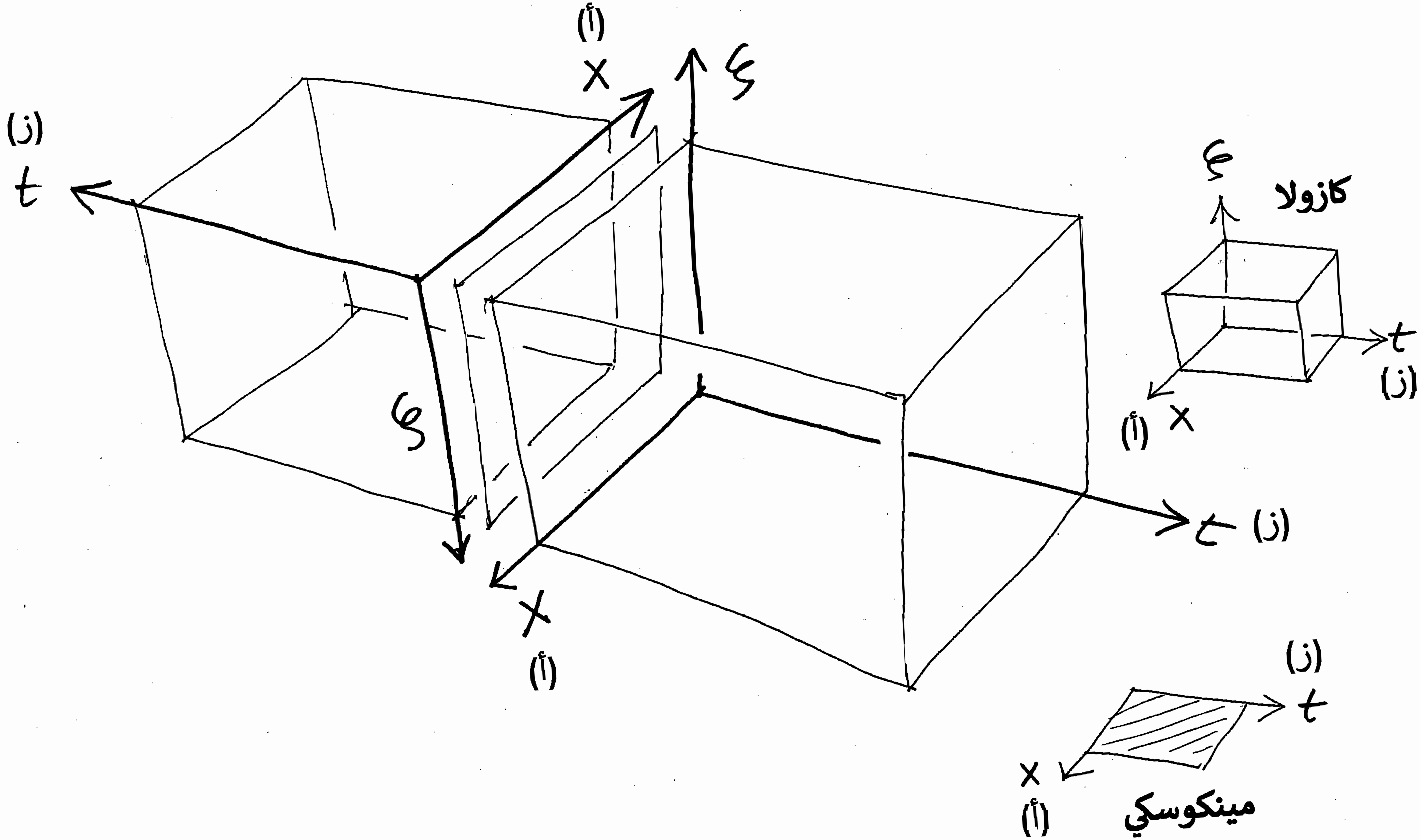
$$d\Sigma^2 = R^2 \left[dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 - d\zeta^2 \right]$$

في الكون البدائي (راجع ألبوم أسرع من سرعة الضوء)، وقبل **كَسْرِ التَّماثُلِ**،
من المفروض أن يكون عاملا القياس متساويان. وهناك انهيارٌ بُعْدِيٌّ في الوصلةِ
(نقطة الالتقاء بينهما).
وهكذا تُصبح مِتْرِيَةُ الفضاءِ والوَصلةِ:

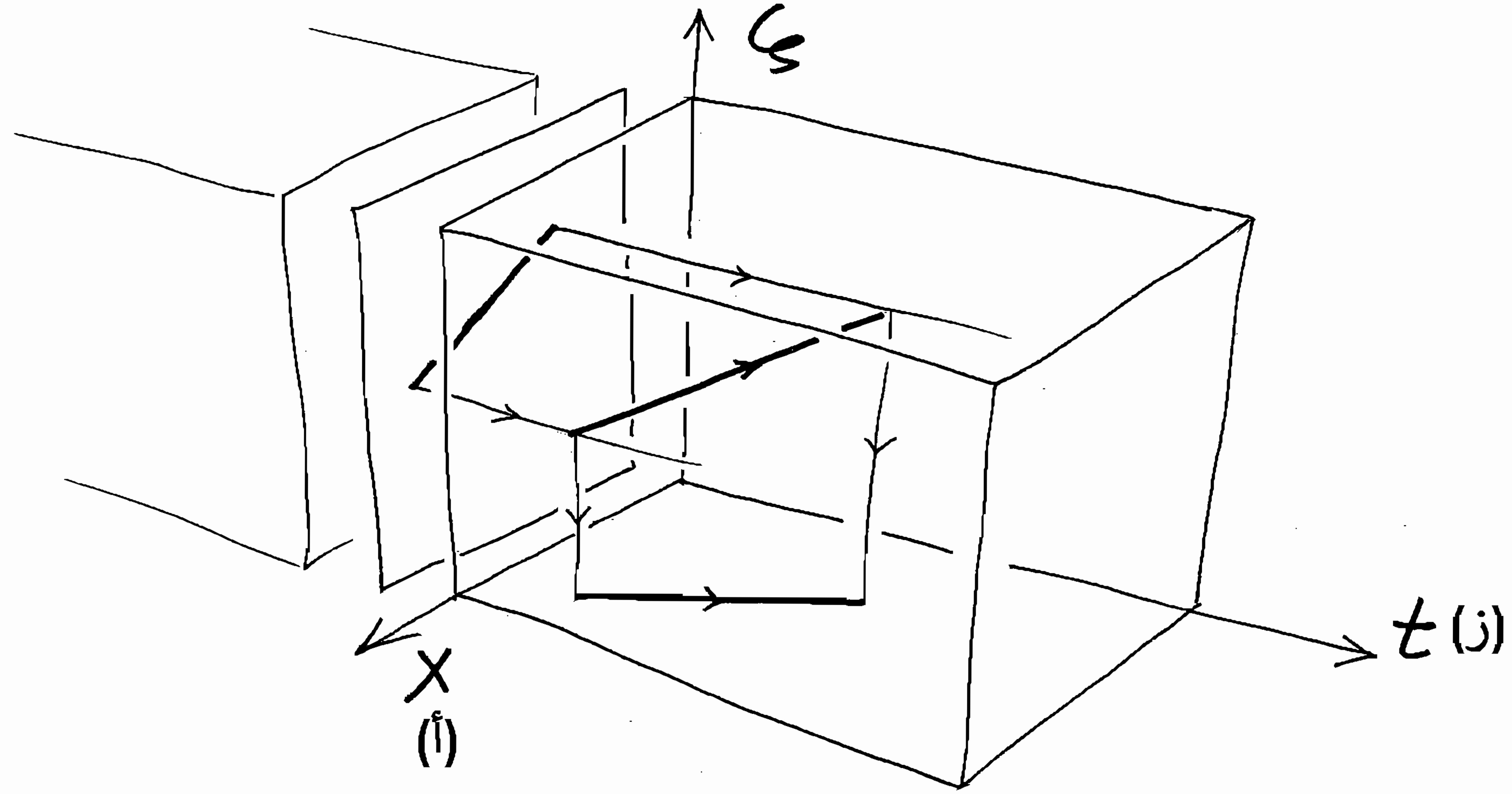
$$d\sigma^2 = R_{min}^2 \left[- dx^2 - dy^2 - dz^2 - d\zeta^2 \right] < 0$$

إن المسافة في هذا الفضاء-الحدودي، تخيلية خالصة. ألا يمكن تشبيهها إذن بزمن خياليّ؟

في جميع الحالات، ما هو التفسير الفيزيائي (أو الميتافيزيقي) الذي يمكن إعطائه لهذا الهيكل الهندسي؟



"نموذج اللعبة"



لم يتجرأ أحد، لحد الساعة، لإعطاءِ نَموذجٍ ما لِمَاهِيَّةِ **الوعي** مع مُتَلازِمَتِه **الاختيار**.
لدينا هنا صورة مسلية لخطٍّ، سنسميه **القدر** مثلا، غير زمني، مُسجلٌ في الفضاء الحُدودِيِّ:
(x,y,z,Ɛ) وذي الإشارة (-,-,-,-) والذي من الممكن إسقاطه بشكل لانهائي على إحدى صفحات الزمن (x,t) يُمَثِّلُ اختيار الإسقاطِ المُناسب **درجة الحرية**.

الملحق 7

حُلولٌ نِيوتونيةٌ.

حَقَّقَ "ميلن" و"ماك كريبا"، عام 1934، مفاجأةً مدويّةً باستغلالهما لمعادلة "فريدمان"، التي تُعطي قانونَ تَطَوُّرِ البُعد المُمَيِّزِ R. للكون، وذلك بقدر يسير من الحسابات الرياضية وقانون نيوتن .

ترتكزُ الفكرةُ على اعتبار جزء من الكون، المُحْتَوَى في كرة شعاها R ومركزها o، وتُمَثِّلُ فيه σ كَثافةُ المادَّةِ في هذا الوسط. سَنَبْحَثُ إذن عن تَسَارُع R" تَتَعَرَّضُ له هذه الكتلة باعتبار أن المركز o ثابت.

نستطيع أن نبرهن على أن القوة الشعاعية التي تتعرض لها هذه الكتلة m تقتصر على :

$$M = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho$$

التي تَتَمَوْضَعُ في o وتُمثل كتلة هذه الكرة ذات الشعاع R.

$$F = -\frac{Gm}{R^2}\frac{4}{3}\pi R^3\rho = mR''$$

سنحصل على المعادلة التفاضلية:

$$R'' = -\frac{1}{R^2}\left(\frac{4}{3}\pi G R^3\rho\right)$$

إذا كانت الكتلةُ تُحْفَظُ: ρR^3 ثابت، سنحصل على معادلة فريدمان:

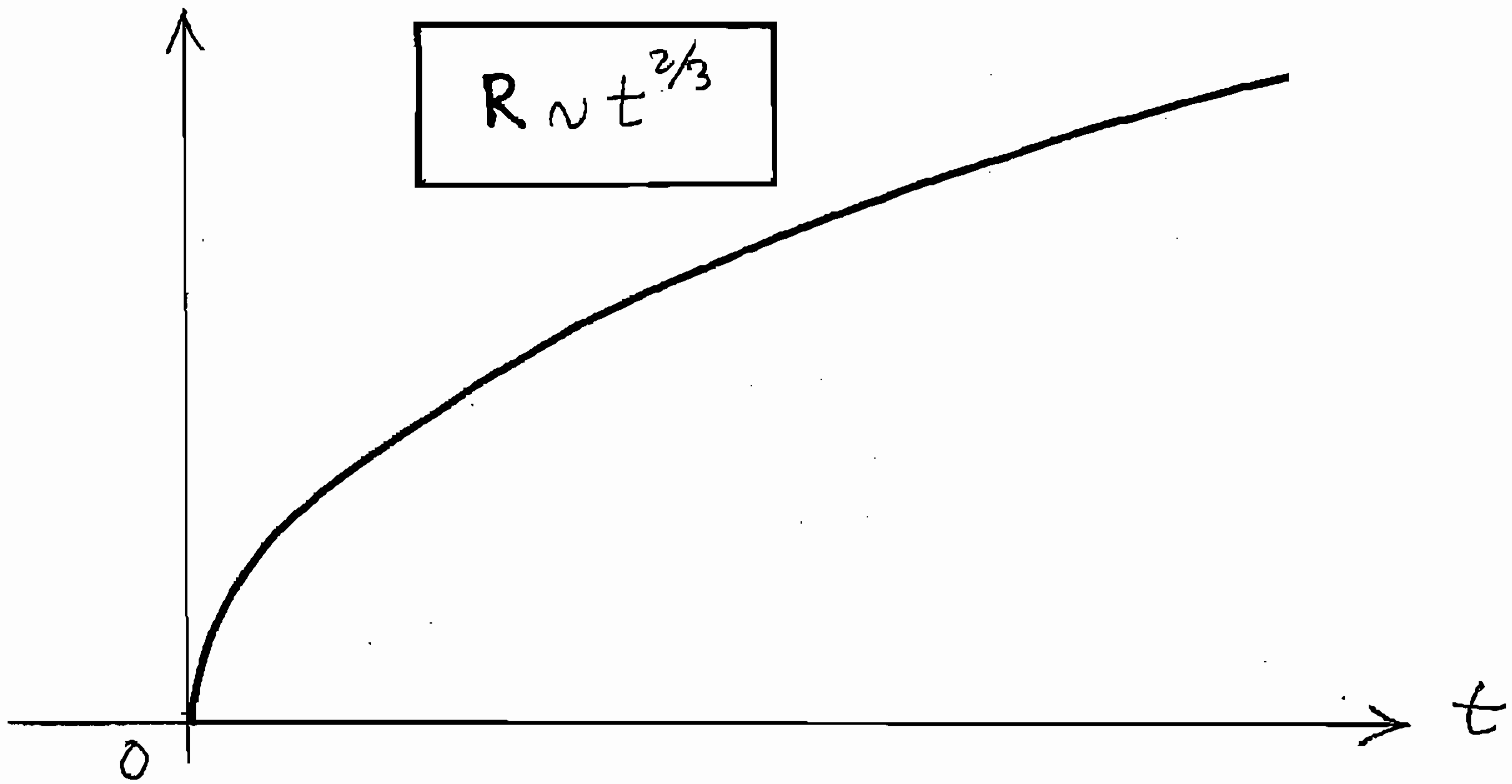
$$R'' = -\frac{a^2}{R^2}$$

التي تَمتلكُ ثلاثَ أنواع من الحُلُولِ، والتي تُمثلُ الحالات الثلاث لِتَباطُيء، لانهائية بالنسبة ل x، منعدم ومتسارعة بشكل متناسب مع التوسع R(t) .

لنبحث عن القانون : $R \sim t^n$

$$R' = n a^2 t^{n-1} \quad ; \quad R'' = n(n-1) a^2 t^{n-2} \quad ; \quad R^2 R'' = n(n-1) a^6 t^{3n-2}$$

وسنتَوصَّلُ للحل القطعي المتكافىء:



أخذا بعين الاعتبار أن:

R	$\longleftrightarrow$	ش	شعاع
R'	$\longleftrightarrow$	ش'	//
R"	$\longleftrightarrow$	ش"	//
a	$\longleftrightarrow$	أ	
t	$\longleftrightarrow$	ز	زمان

لنتصور معا بأن تَوَسُّعَ الكونِ يَرتبطُ بمضمونين: إحداها ممثّلة في الكتل الموجبة m^+ والأخرى غي الكتل السالبة m^-. بالمقابل، كما اجتهدنا في إيضاح ذلك في هذا الألبوم، يرتبط هذا التوسع بعاملي القياس R^+ و R^-. لتكن كتلة موجبة m^+ في كرة شعاعها R^+ والتي سَنَعْتَبِرُ مَركزها ثابتا.

لنحسب تسارعه $R^{+''}$ ، في إطار تقريبٍ نيوتونِيّ. من الممكن تحديدهُ، كما فعلنا سابقا، باعتبار كِمِّية الكتلة الموجبة التي في هذه الكرة (الرَّاجِعَةِ لمركزها o).

$$\frac{4}{3}\pi \rho^+ R^{+3}$$

يجب بعد ذلك أن نأخذ بعين الاعتبار **الكتلة الظاهرة** للكتلة السلبية التي بهذه الكرة:

$$\frac{4}{3}\pi \rho^- R^{+3} \quad \text{مع} \quad \frac{\rho^-}{\rho^+} = \frac{R^{+3}}{R^{-3}}$$

وهكذا فالمعادلة التفاضلية التي تعطي $R^+(t)$

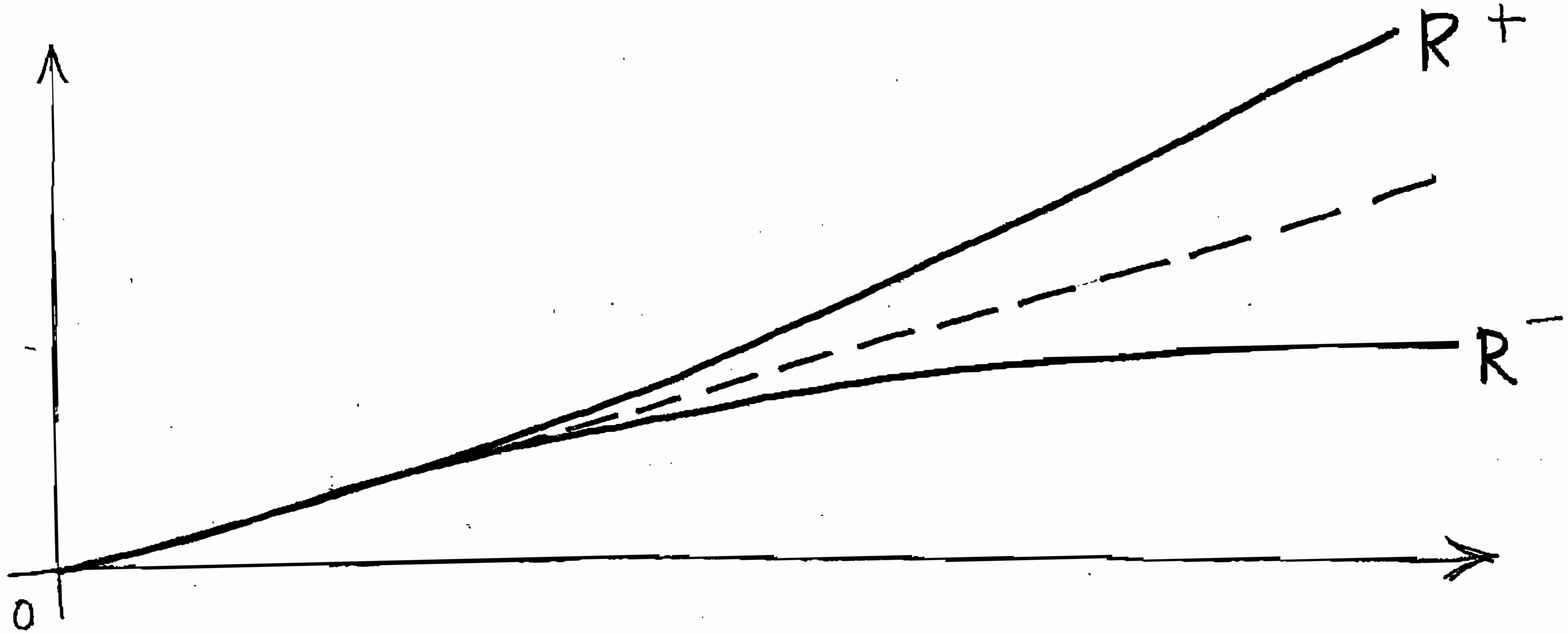
$$\boxed{R^{+''} = -\frac{Gm^+}{R^{+2}} \times \frac{4\pi R^{+3}}{3}\left(\rho^+ - \rho^-\right) = \frac{-a^2}{R^{+2}}\left(1 - \frac{R^{+3}}{R^{-3}}\right)}$$

عندما نقوم بنفس التحليل، ولكن هذه المرّة باستعمال التسارع $R^{-''}$

الذي تخضع له كتلة m^- واعتبار أن الثابت a يساوي 1 سنحصل على نظام المعادلتين التفاضليتين المرتبطتين :

$$\begin{cases} R^{+''} = -\dfrac{1}{(R^+)^2}\left(1 - \dfrac{(R^+)^3}{(R^-)^3}\right) \\ R^{-''} = -\dfrac{1}{(R^-)^3}\left(1 - \dfrac{(R^-)^3}{(R^+)^3}\right) \end{cases}$$

والتي تقبل الحل الخطّي غير المستقر: $R^+ = R^- \sim t$



إنَّ عَدَمَ استقرارِ هذا الحل، على اعتبار أن الكتل الموجبة تتعرض لتسارع متأخر، هو ما سيعطينا الانطباع بوجود تأثير **طاقة سوداء**.

هاذين العالمين، المشكلين من طاقات وكتل ذات اشارات متقابلة، يتفاعلان فيما بينهما.
في الحالة المرسومة في الصفحة السابقة، الكتل السالبة، الأكثر كثافة، يُسَرِّع ظاهرة توسع الكتل الموجبة، المتعلقة بعامل القياس $R^{+}(t)$

هذه الظاهرة معكوسة في العالم المقابل المشكل من كتل سالبة وتُستقبلُ فيه إشارات منقولة عن طريق فوتونات ذات طاقة سالبة، حيث سيلاحظ مراقب ما تباطؤا في ظاهرة التوسع.

قد تظهر مقدمة المنحنى، حيث يبدو التوسع خَطِّيًّا، غير مُتَّسِقة مع الملاحظات.
هنا بالذات يتدخل **كسر التماثل وتغيير الثوابت**، بصفة خاصة سرعة الضوء، والتي بدونها لا يمكن تفسير التجانس الكبير للكون البدائي.

وستجدون كل ذلك في ألبوم:

أسرع من سرعة الضوء.