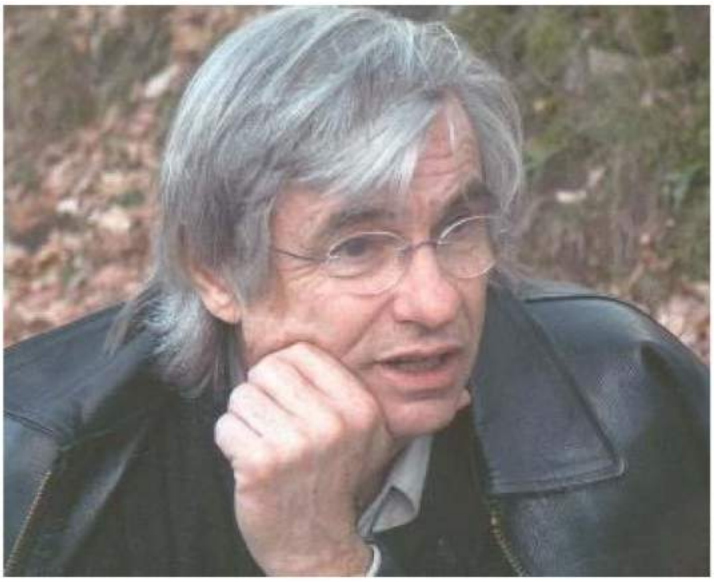
معرفة بلا حدود

الثقب الأسود

تأليف: جين بيري بوني
ترجمة: القضاوي محمد



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.

(1) Centre national de la recherche scientifique

(2) www.savoir-sans-frontieres.com

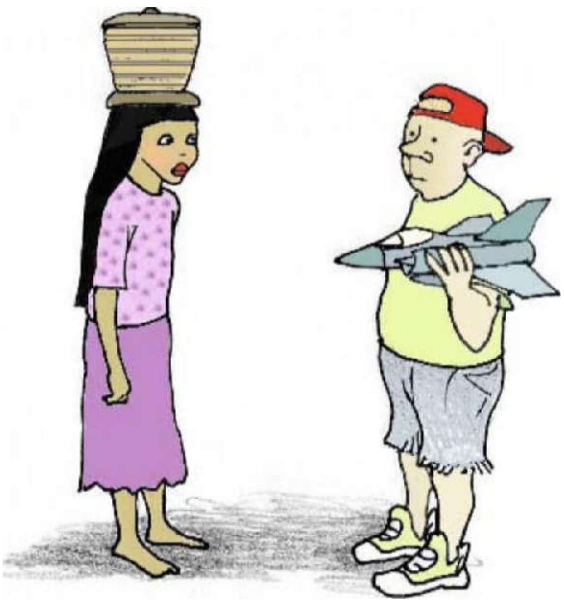
حدود بلا معرفة

.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

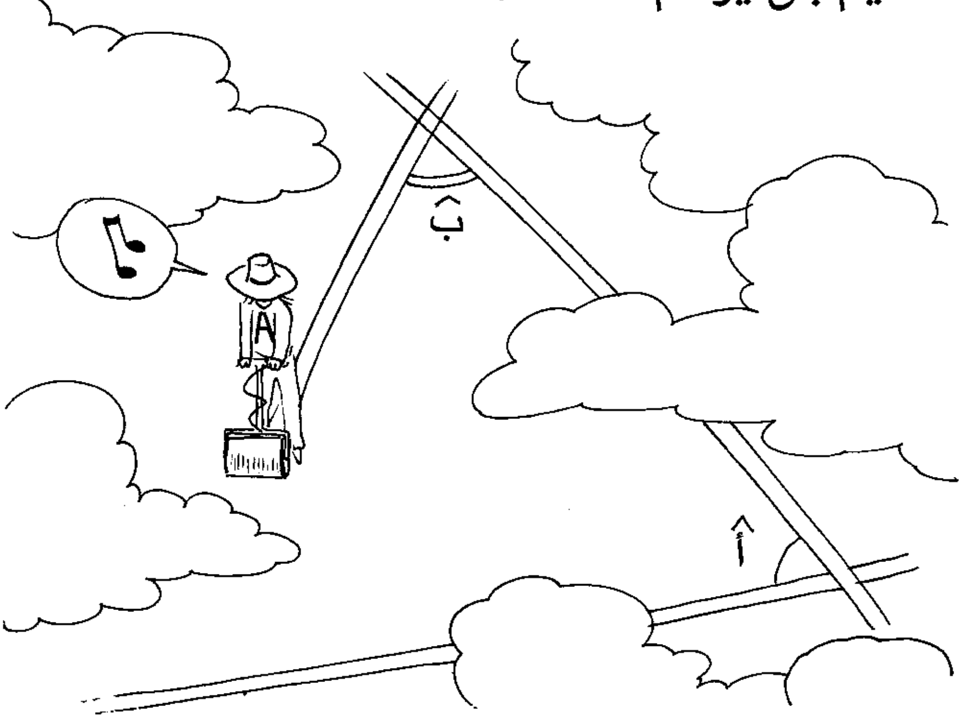
PayPal
FAIRE UN DON


ماذا تفعل يا سيد ألبرت؟!
من؟ سليم! تعال و اجلس هنا.
ما هذا ؟
الكوزمول يا سليم، الكوزمول... الذي يفتح الباب.
الباب ، أي باب؟ لم أفهم شيئا.
الفهم! نعم ... تريد ان تفهم ...
يقول آخرون: خطوة منطقية... هذا هراء!
الكوزمول فقط من يفتح الباب.
... هراء ...
الباب ، نعم باب ...

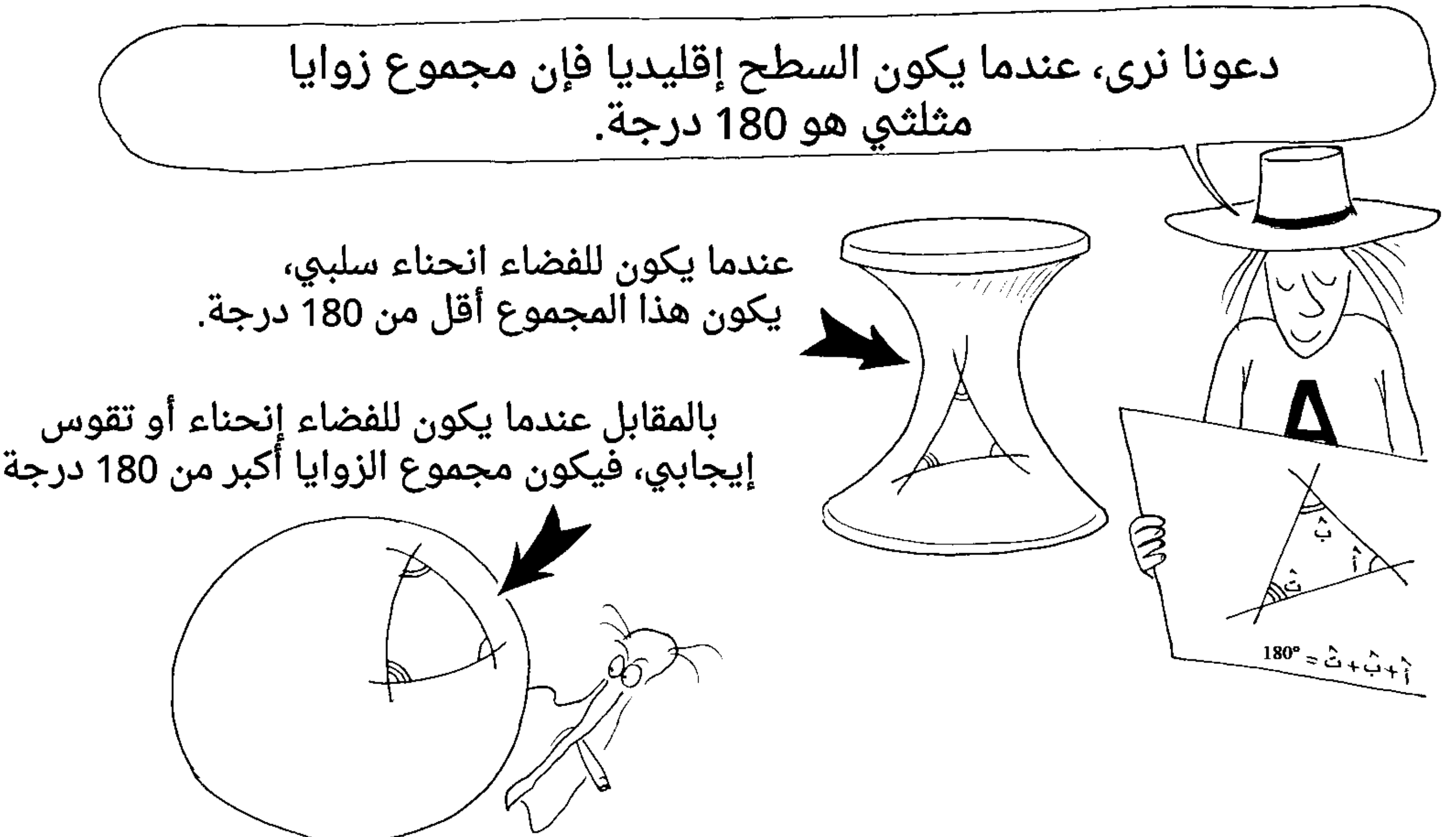

... الكون العظيم
... الكون ...
... الكون...
سيد ألبرت!
صوفيا !
هذه الغيوم دائما ...
هم...

مرة أخرى ينطلق سليم في مغامرة لاستكشاف عوالم غامضة.

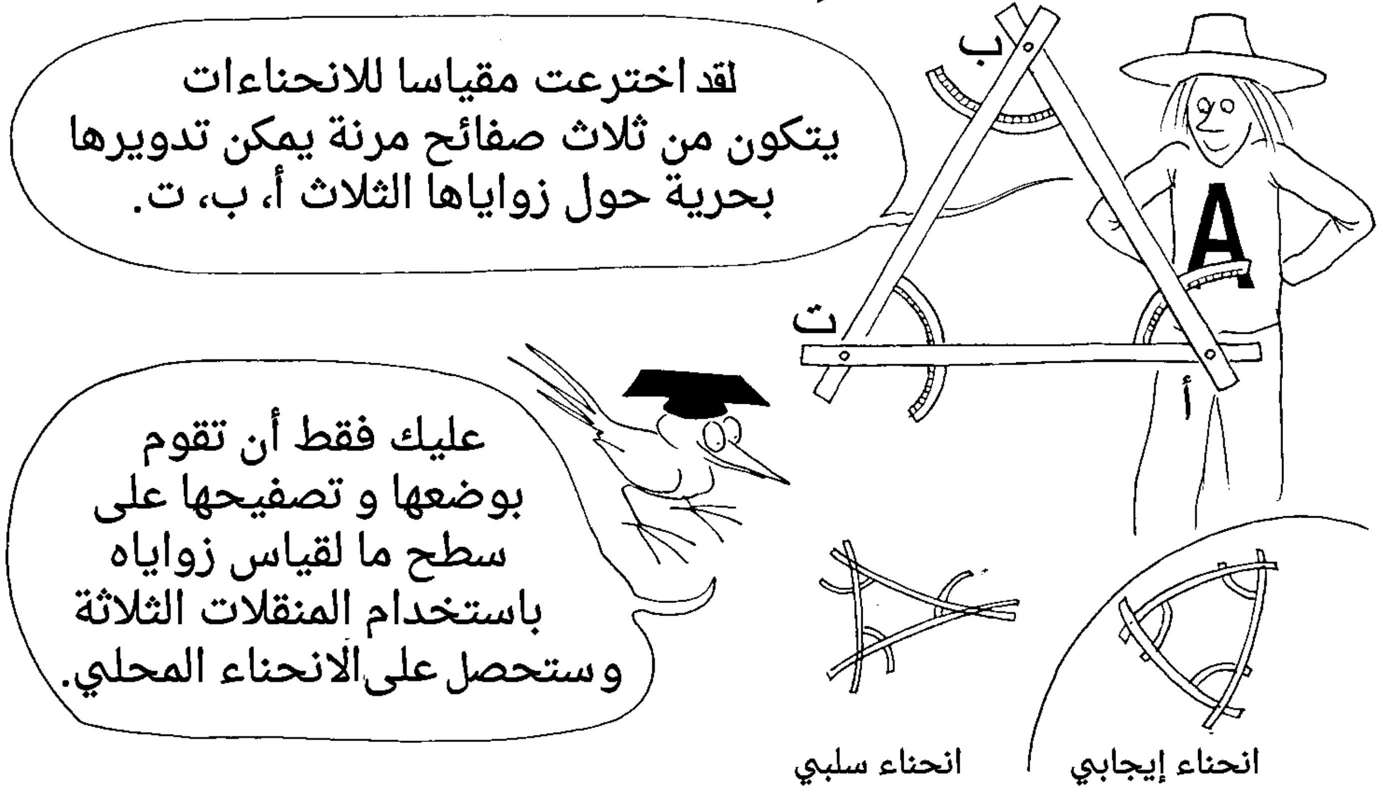
بفضل هذا الجهاز ، يمكن لسليم تتبع "جيوديسيا" سطح معين. بمساعدة ثلاث جيوديسيات، يمكن لسليم بأن يرسم مثلثات:



السطح هو فضاء ذو بعدين. هذا يعني أننا في حاجة لإحداثيتين لتحديد موقع نقطة ما.



فضاء ذو إنحناءات متغيرة:

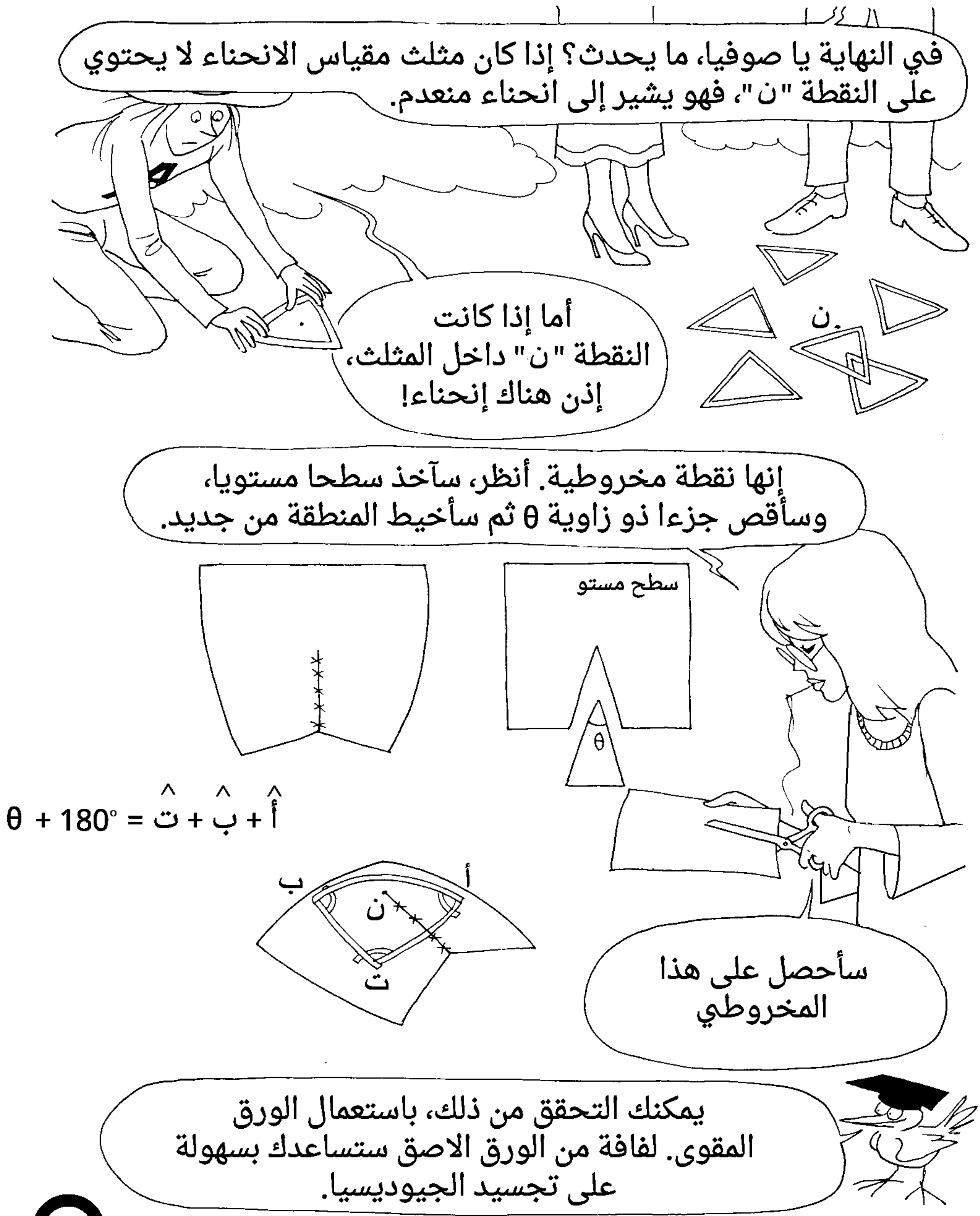


(*) لمزيد من التفاصيل، انظر "GEOMETRICON"، لنفس المؤلف.

هذا النتوء على هذا السطح يتكون من منطقة مركزية ذات انحناء إيجابي، محاطة بمنطقة ذات انحناء سلبي.

المخروطيات

ستري يا سليم، هناك أشياء أكثر غرابة.
أسرع يا تيرسياس، أنا أتوق للمعرفة ...
إنتظرني!
هل رأيت يا تيريسياس سأجعل المساحة متشابكة و ذات جيوديسيا متقاطعة، وسينتج عن ذلك الكثير من المثلثات.
قوقعة ذات انحناء متغير... لن أهتم بك !!
الآن، أنا أعترف أنني لم أعد أفهم شيئا! مذا يحصل حول هذه النقطة "ن" ؟
ما عليك سوى استخدام مقياس الإنحناءات الخاص بك.
ن.

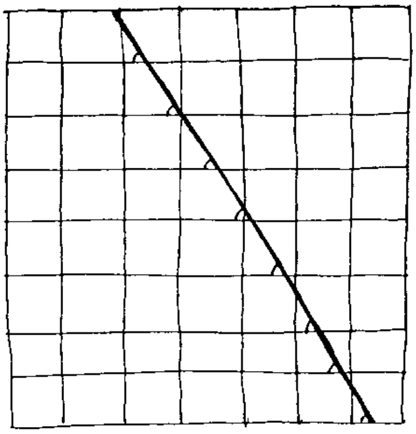

في النهاية يا صوفيا، ما يحدث؟ إذا كان مثلث مقياس الانحناء لا يحتوي على النقطة "ن"، فهو يشير إلى انحناء منعدم.
ن.
أما إذا كانت النقطة "ن" داخل المثلث، إذن هناك إنحناء!
إنها نقطة مخروطية. أنظر، سآخذ سطحا مستويا، وسأقص جزءا ذو زاوية θ ثم سأخيط المنطقة من جديد.
سطح مستو
θ
أ̂ + ب̂ + ت̂ = 180° + θ
أ
ب
ن
ت
سأحصل على هذا المخروطي
يمكنك التحقق من ذلك، باستعمال الورق المقوى. لفافة من الورق الاصق ستساعدك بسهولة على تجسيد الجيوديسيا.


حسنًا، إذا احتوى المثلث على قمة مخروطية، يكون مجموع الزوايا دائما أكبر من 180 درجة !
ن
ن
θ
θ
ليس بهذه السرعة! سأقص السطح الآن و أضيف جزءا ذو زاوية θ.
إذن... سنحصل على شكل مخروطي-سالب؟
هذه المرة ، عندما يحيط المثلث بالنقطة "ن"، يكون مجموع الزوايا هو 180 درجة ناقص θ !
ن
ولكن مرة أخرى، عندما تكون النقطة خارج المثلث، يكون المجموع هو 180 درجة.
ن
خاصية المخروطيات هذه مستقلة عن حجم المثلث، فلى فرق أن يكون هذا الأخير صغيرا أو كبيرا.
ن

و لكن... في النهاية !...
هل هناك إنحناء أم لا ؟
النقطة المخروطية
هي انحناء حاد و مركز
يا سليم.
و بين النقاط المخروطية، يكون الفضاء
إقليدي و مستو و بدون انحناءآت
الزاوية θ تمثل قياس
هذا المقدار من الانحناء
افتح المخروطي
الخاص بك وضعه بشكل
مستو.
ن
شكل مخروطي - إيجابي
ن
هذه نتيجة العملية التي
قام بها سليم على الشكل
المخروطي ذو الانحناء
الايجابي.
أما في حالة المخروطي ذو الانحناء السلبي.
مخروطي ذو انحناء سلبي
ن
ن

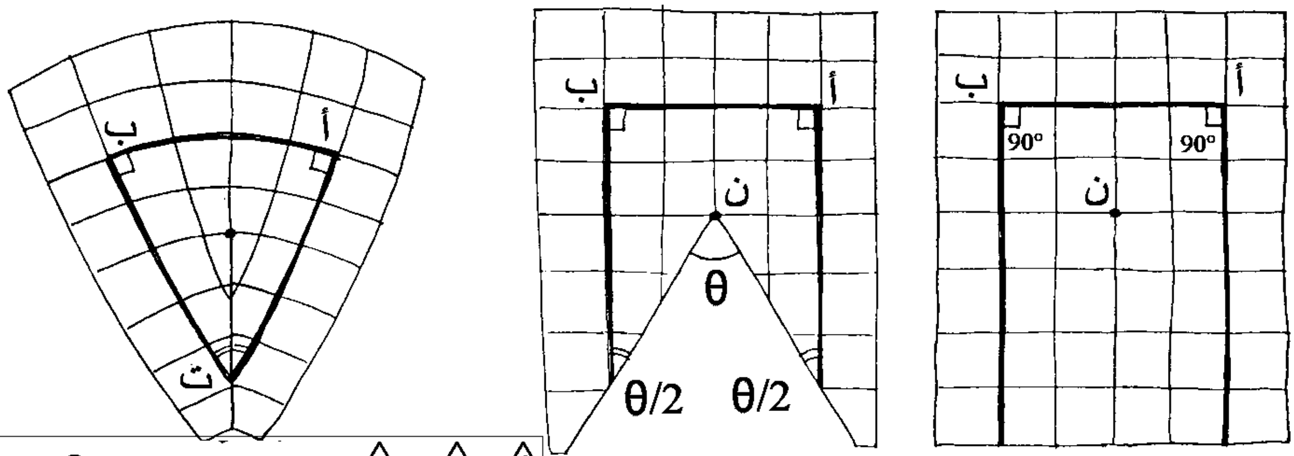
لنأخذ سطحا مستويا ونربطه بشبكة جيوديسية عادية. لنقل أننا رصفنا هذا السطح بمربعات متطابقة تماما. إذا تتبعنا مسارا معينا بحيث يقطع جوانب المربعات المتتالية من نفس الزاوية... سيمثل هذا المسار جيوديسيا السطح.

الإدارة



(*) لا يمكن نخططها على الكرة بشريط لاصق (ما عدا خط الاستواء).

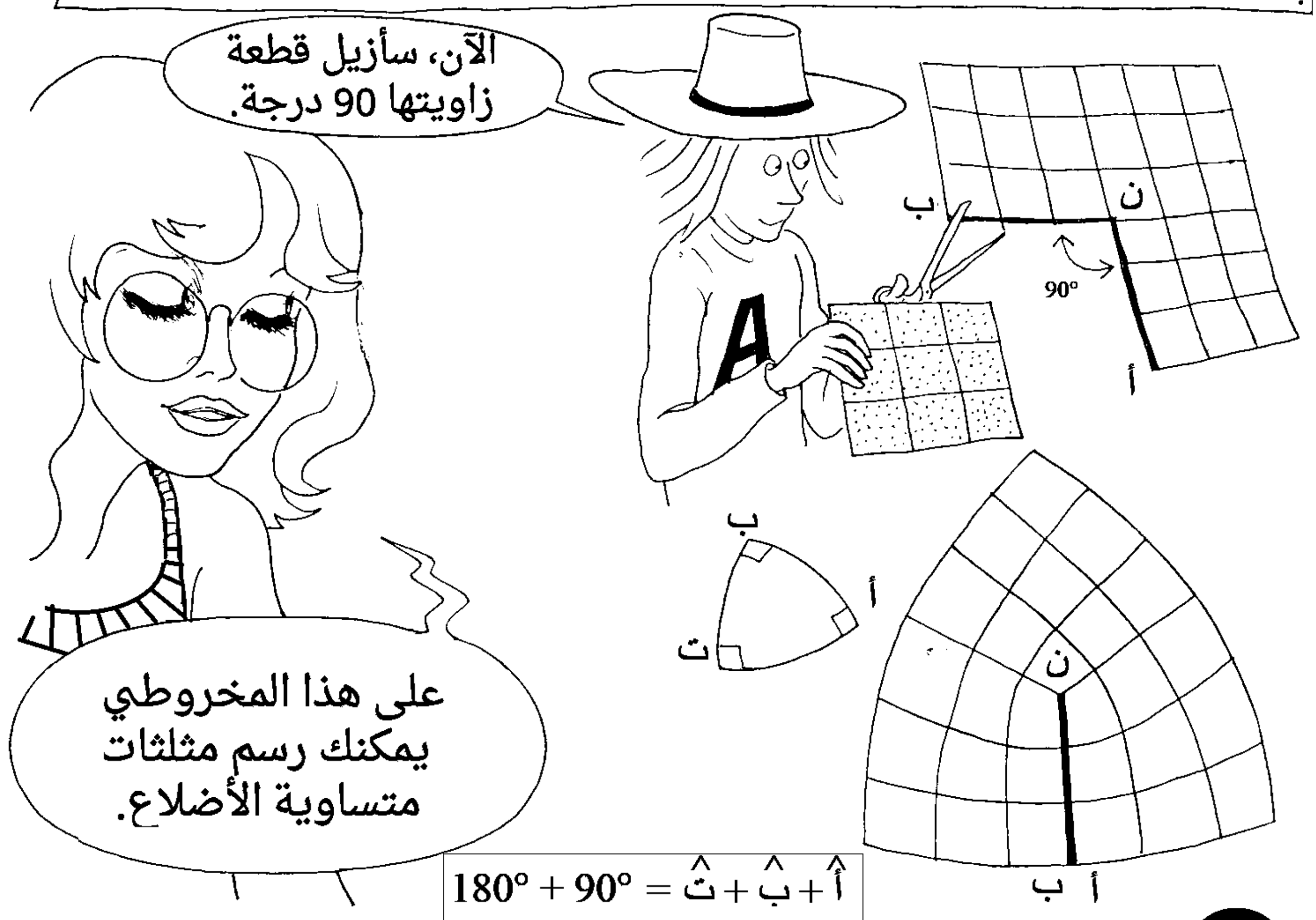
هذا هو السبب في أن مجموع زوايا المثلث، في حالة مخروطي-إيجابي،
يزداد بزاوية القطع θ :



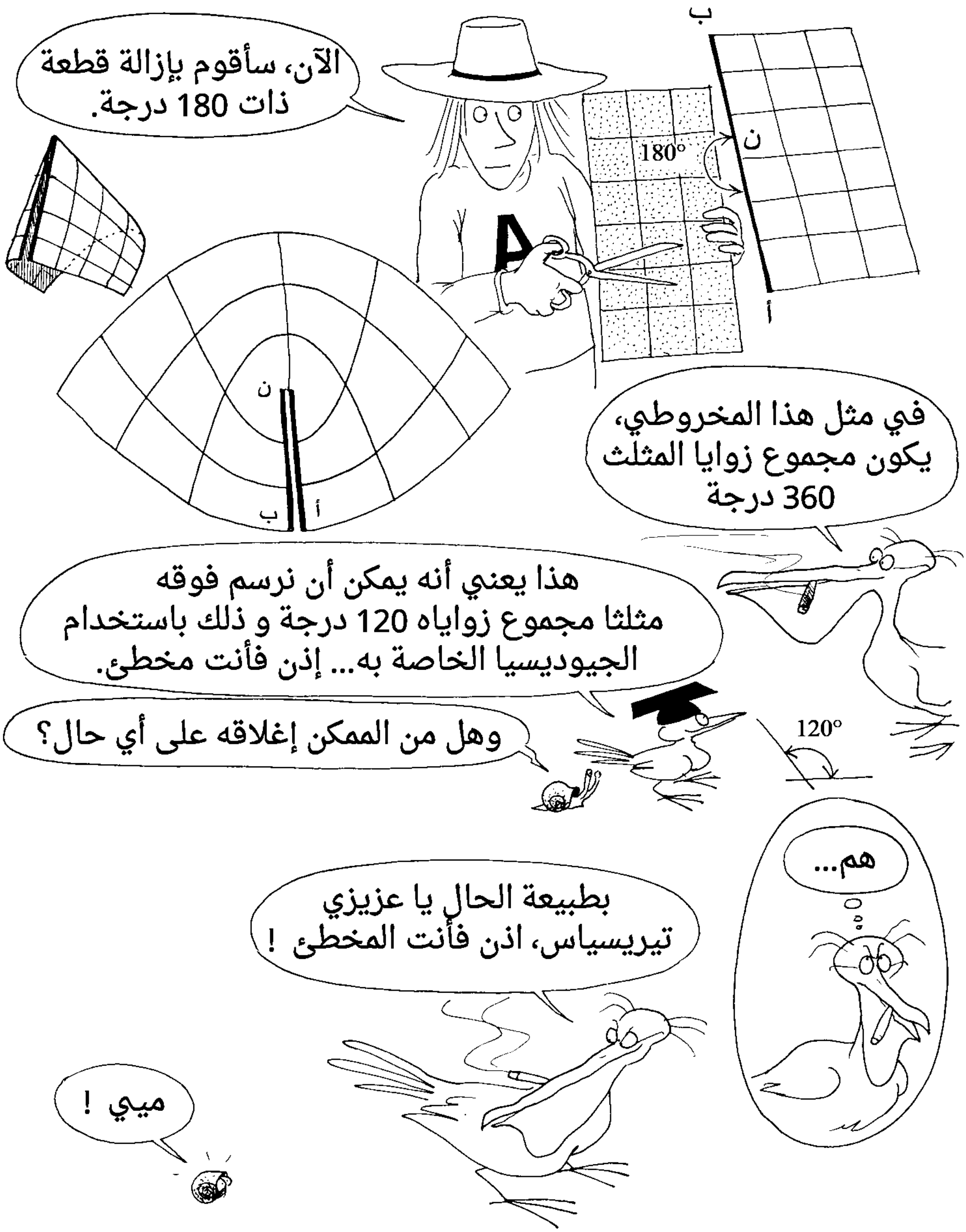
$$\hat{\text{أ}} + \hat{\text{ب}} + \hat{\text{ت}} = 90° + 90° + \theta/2 + \theta/2 = 180° + \theta$$

سيقوم الآن سليم بصناعة مخاريط خاصة، حيث يمكن الحفاظ على انتظام الشبكة.

الإدارة



$$\hat{\text{أ}} + \hat{\text{ب}} + \hat{\text{ت}} = 90° + 180°$$
$$= 270°$$

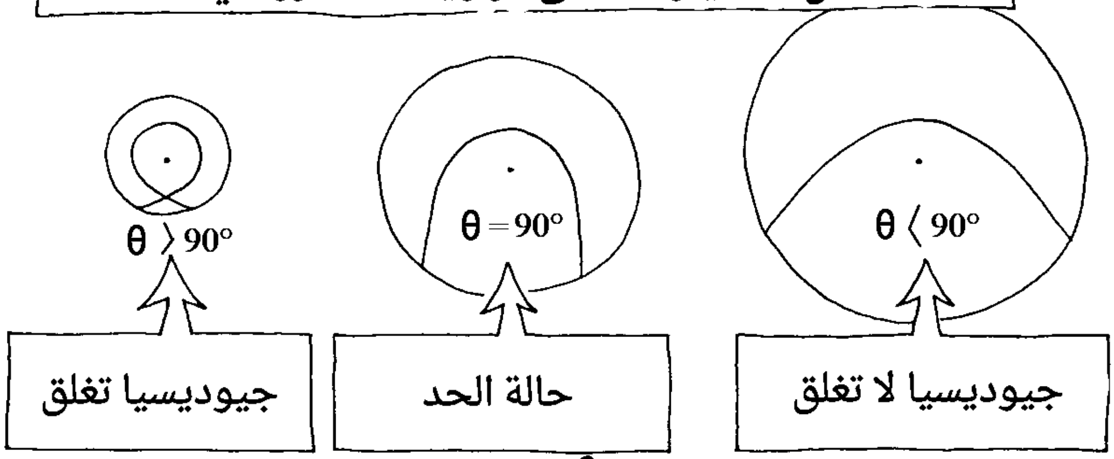


الآن، سأقوم بإزالة قطعة ذات 180 درجة.
ب
ن
180°
أ
ن
أ
ب
في مثل هذا المخروطي، يكون مجموع زوايا المثلث 360 درجة
هذا يعني أنه يمكن أن نرسم فوقه مثلثا مجموع زواياه 120 درجة و ذلك باستخدام الجيوديسيا الخاصة به... إذن فأنت مخطئ.
وهل من الممكن إغلاقه على أي حال؟
120°
هم...
بطبيعة الحال يا عزيزي تيريسياس، اذن فأنت المخطئ !
ميي !

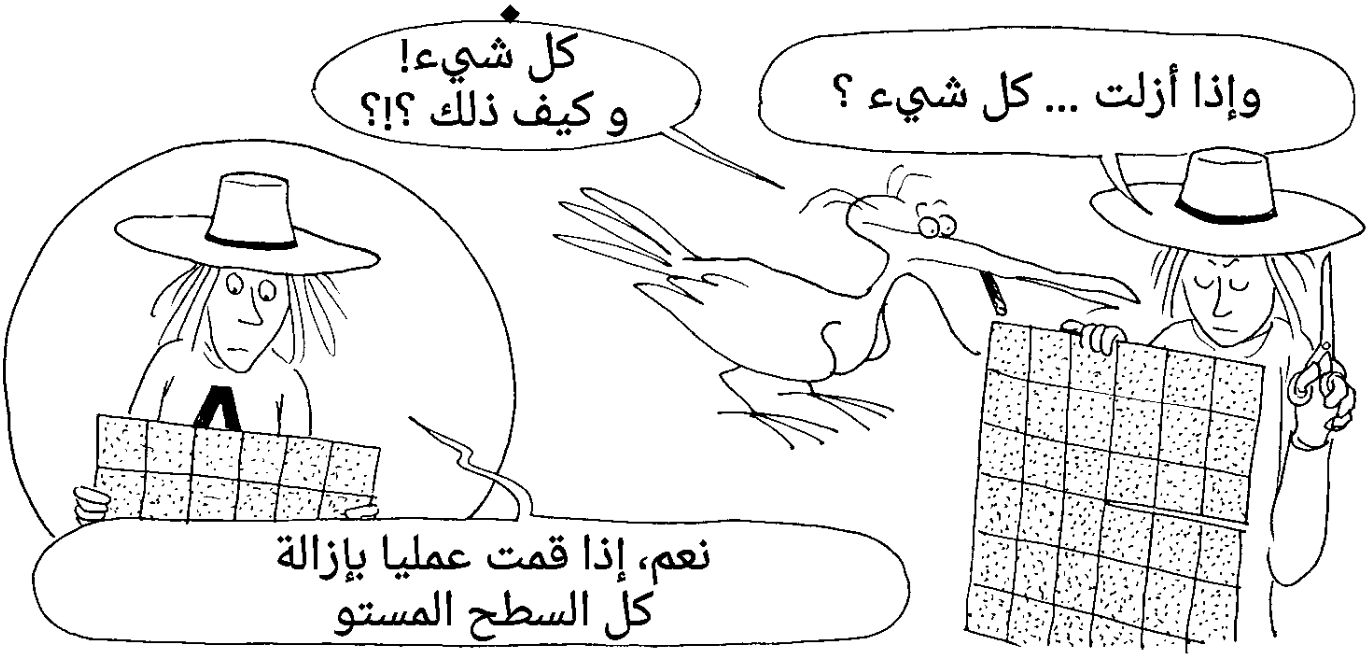

على هذا المخروطي، يمكننا رسم ثنائي-زوايا، مجموع زواياه 180 درجة.
ن
ب
أ
ن
ب
أ
أ + ب = 180°
عرض من الفوق لهذا الشكل المخروطي
إنتظر! لم أعد أفهم شيئا... كنا نتحدث عن المثلثات أما الآن عن ثنائيات الزوايا... لمذا لا نتكلم بعد ذلك عن... أحاديي الزاوية !؟
تسمى هذه الأشياء "مضلعات".
على سطح مستو:
مجموع زوايا :
- المثلث هو 180 درجة
- رباعي الأضلاع هو 180 درجة + 180 درجة = 360 درجة
- خماسي الأضلاع هو 180 درجة + 180 درجة + 180 درجة = 540 درجة
لم أعد أستوعب...
وفي حالة ثنائي الزوايا، الذي تم تصغيره إلى قطعة، يكون هذا المجموع صفرًا
ب
أ

لماذا نضيف 180 درجة كلما أضفنا قمة أخرى للمضلع ؟
2
3
180°
1
هوب !
هذا سيساعدك على الفهم.
حسنا، لنواصل ...
سأقوم الآن بإزالة ثلاثة
أرباع السطح المستو.
يبدو وكأنه منديل
الطاولة.
ن
ب
أ
وعندما أنظر إليه من
أقصى الطرف
يحصل سليم على هذا

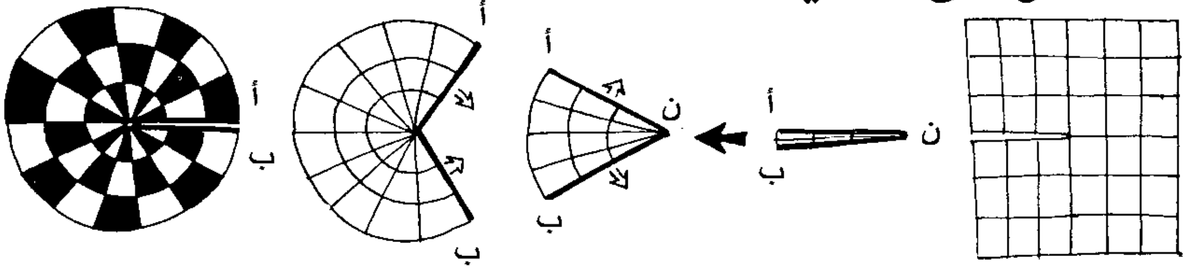
كل ذلك يتوقف على الزاوية θ للمخروطي

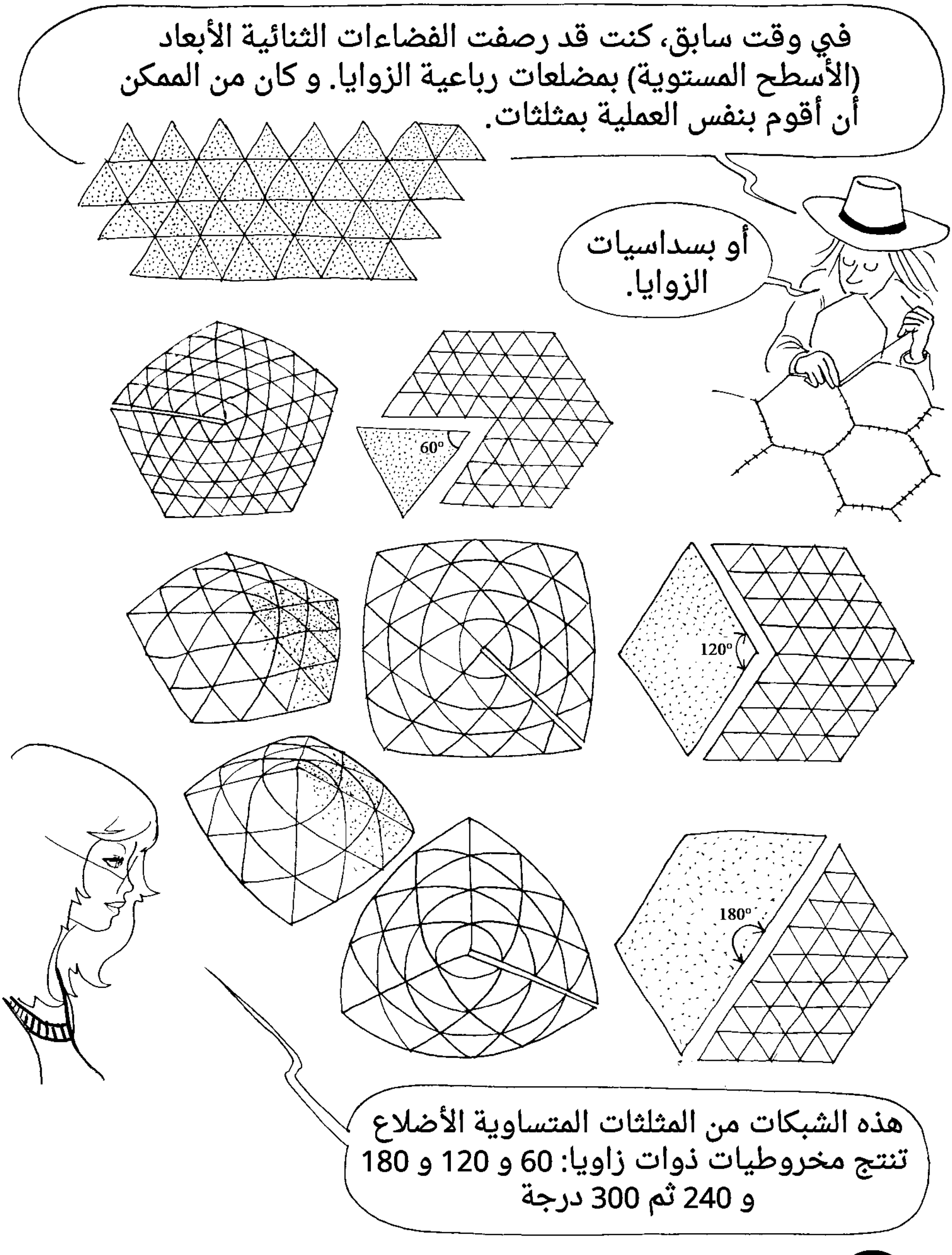


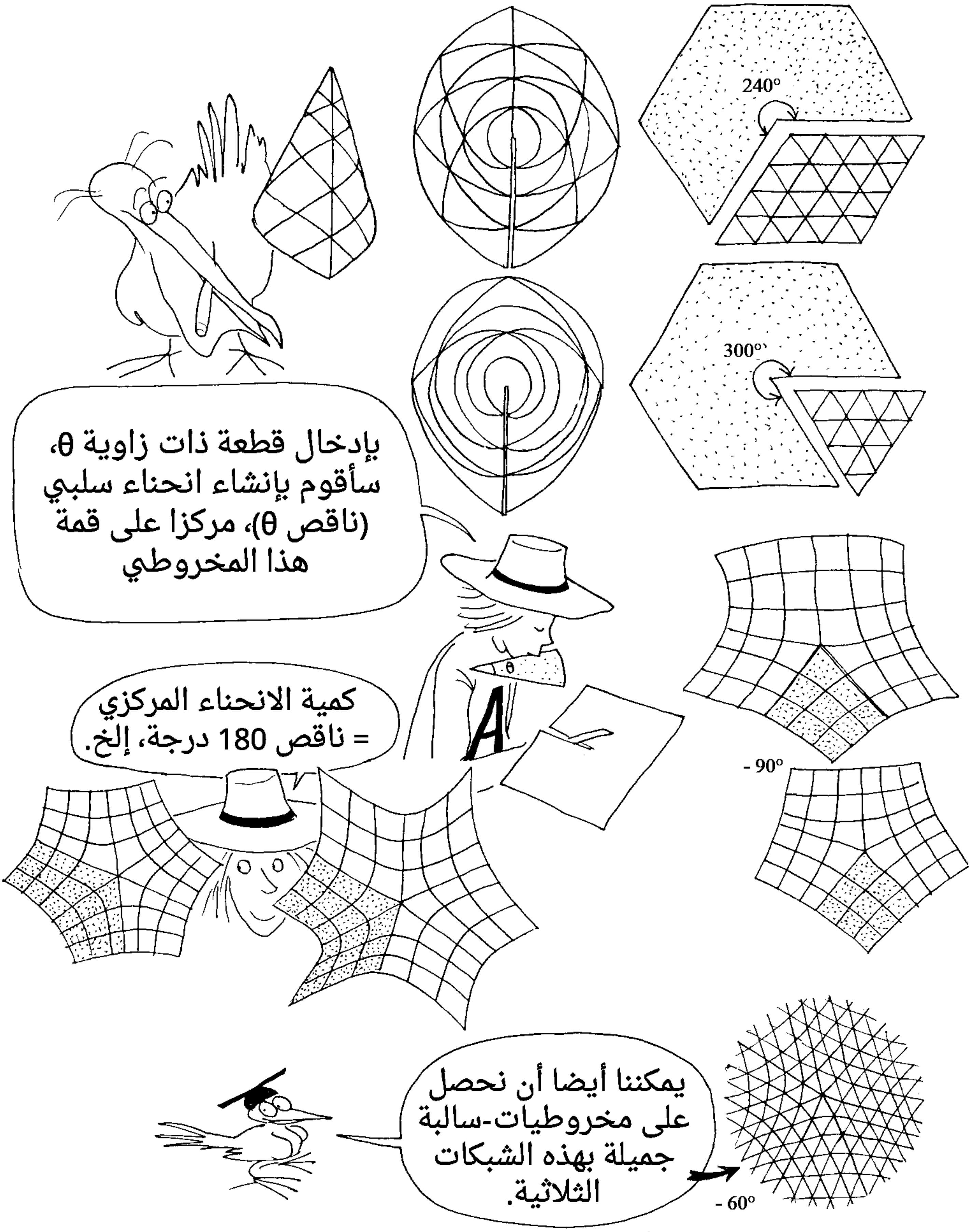
الأقطاب



بإزالة كل السطح المستو وتطبيق هذه العملية،
سنحصل على ما يلي:

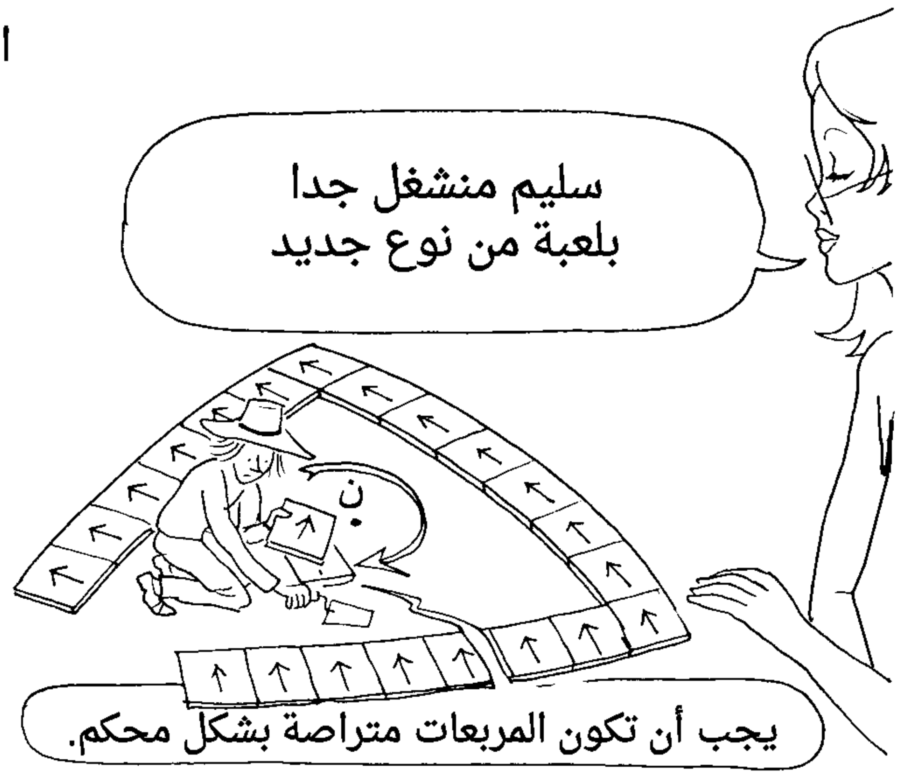


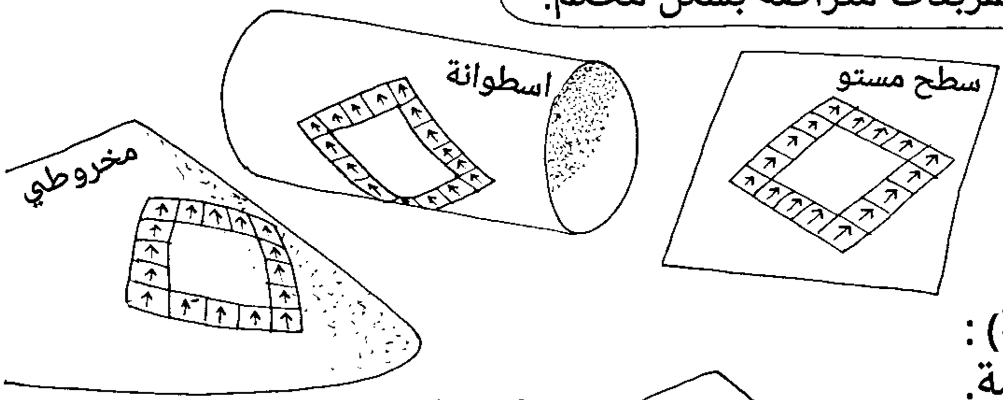

في وقت سابق، كنت قد رصفت الفضاءات الثنائية الأبعاد (الأسطح المستوية) بمضلعات رباعية الزوايا. و كان من الممكن أن أقوم بنفس العملية بمثلثات.
أو بسداسيات الزوايا.
60°
120°
180°
هذه الشبكات من المثلثات المتساوية الأضلاع تنتج مخروطيات ذوات زاويا: 60 و 120 و 180 و 240 ثم 300 درجة


240°
300°
بإدخال قطعة ذات زاوية θ، سأقوم بإنشاء انحناء سلبي (ناقص θ)، مركزا على قمة هذا المخروطي
θ
A
كمية الانحناء المركزي = ناقص 180 درجة، إلخ.
- 90°
يمكننا أيضا أن نحصل على مخروطيات-سالبة جميلة بهذه الشبكات الثلاثية.
- 60°

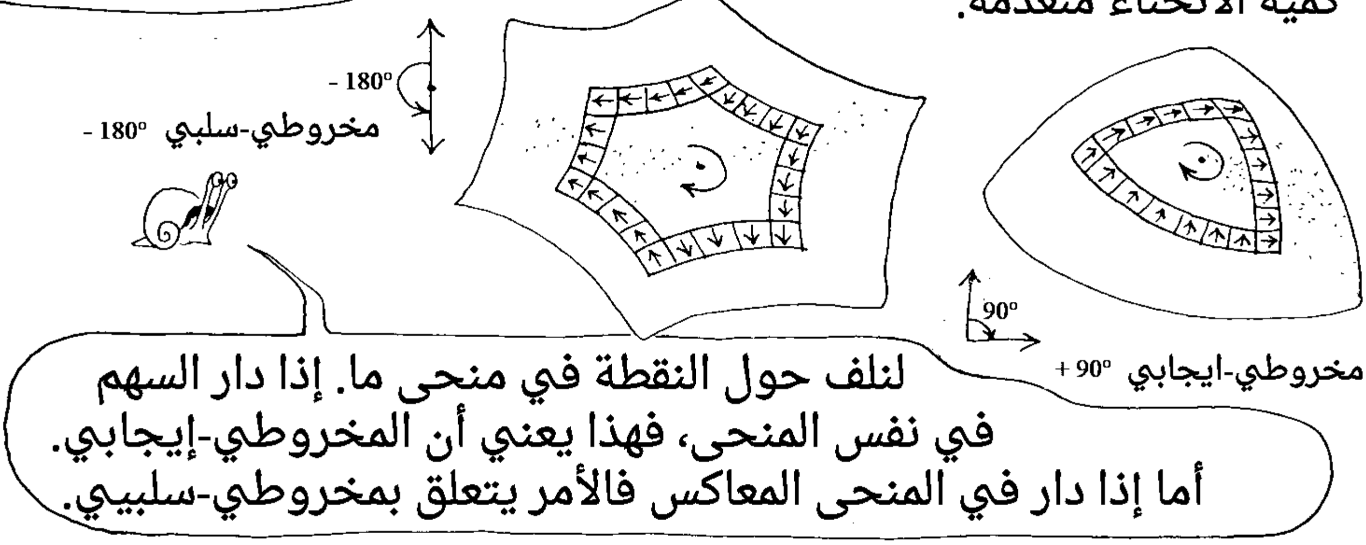
قياس الانحناء

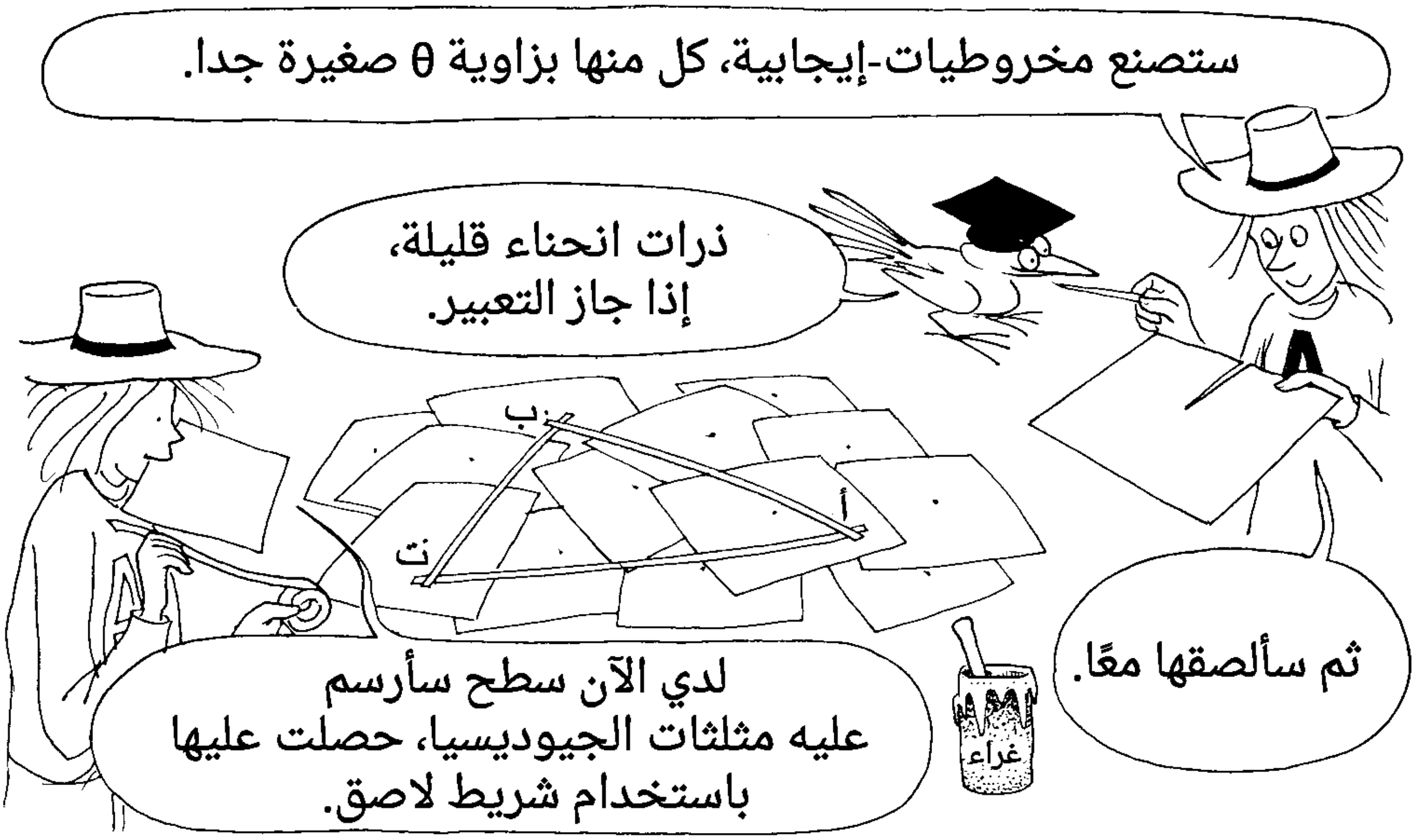
الهدف من اللعبة هو أن نحيط نقطة مركزة الانحناء بالمربعات بشكل كامل، مع الحفاظ على استمرارية اتجاه الاسهم. عندما نلف حول النقطة ب، فإن زاوية دوران السهم تعطي قياسًا مباشرًا للانحناء θ.





بعض الأمثلة :
سطح مستو
و اسطوانة
و مخروطي
(دون الإحاطة بالقمة) :
كمية الانحناء منعدمة.





يتجاوز مجموع زوايا المثلث 180 درجة بقيمة تساوي مجموع زوايا المخروطيات الأولية التي تحتوي على قمم داخل هذا المثلث.

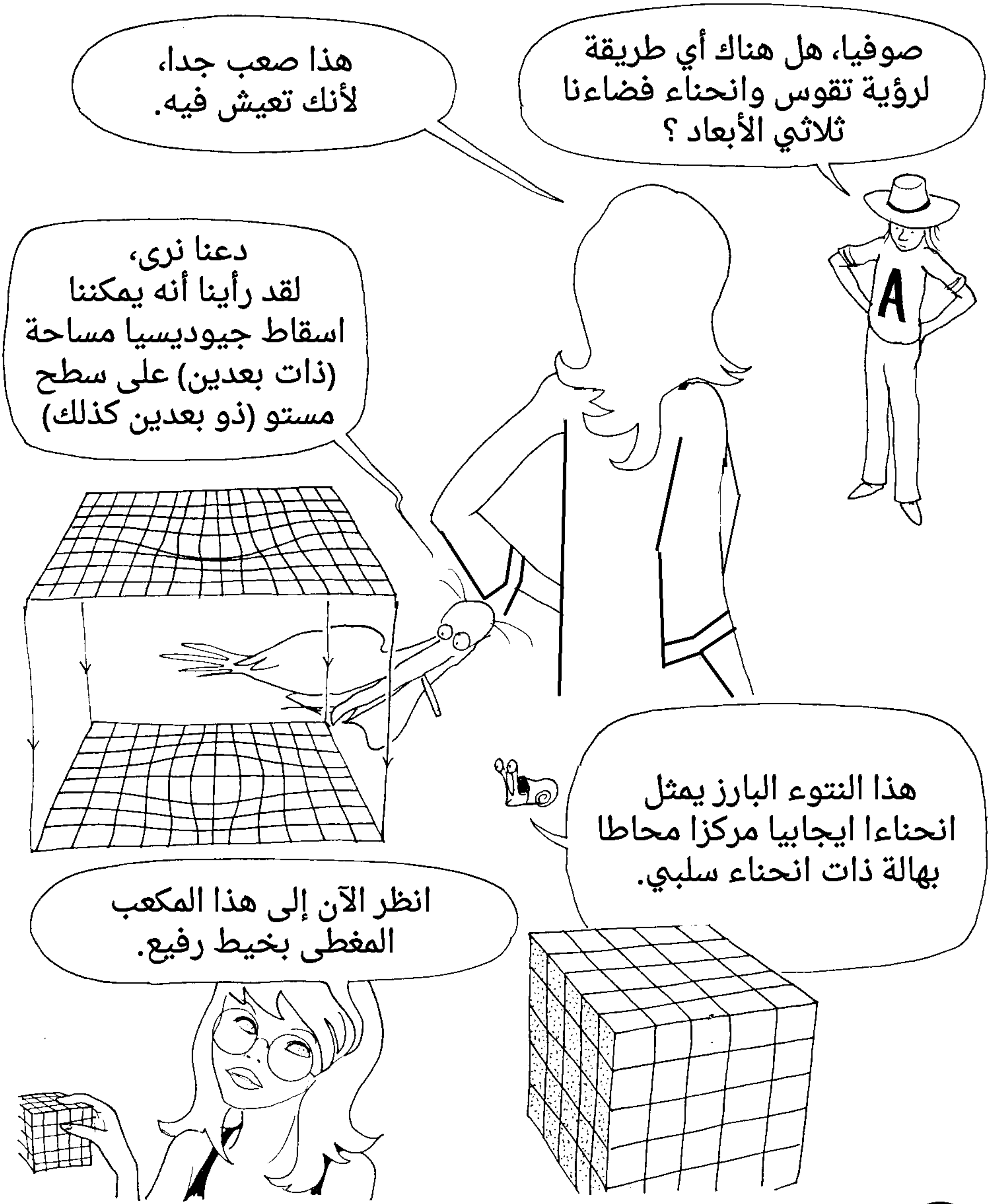
الإدارة

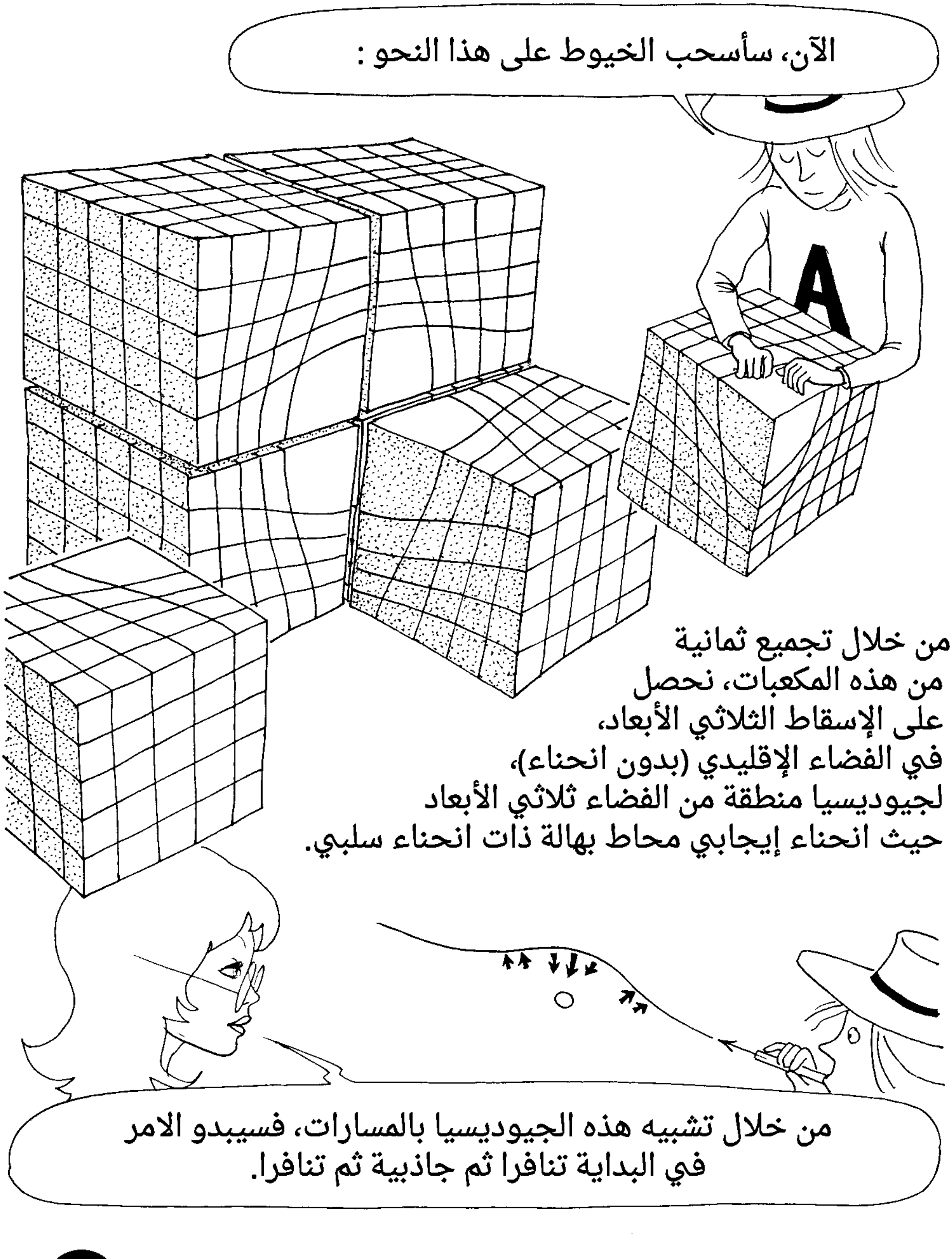
كشكول

(*) في اللغة اليونانية DEDOKA = اثنا عشر + EDRA = القاعدة

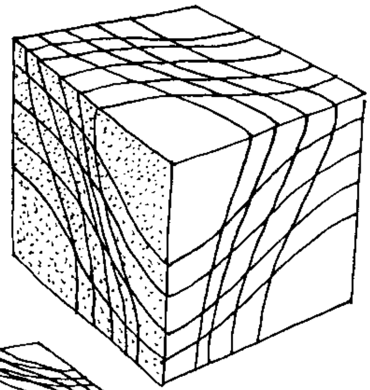

و هنا نفس الشيء، حيث تم توزيع
الانحناء السالب بشكل أكثر انتظامًا.
إنه يتكون من ستين سداسي-متعامد.
ستيني السطوح، بشكل أو بآخر...
تبدو وكأنها فقرة
من الاثناعشري السطوح.
إذا كانت مهنتك صانع بلاط، وبلاطاتك
سداسيات متعامدة، فسيكون شكل الأرضية
التي ستحصل عليها على هذا النحو.
قيل لي يا عزيزي
أنه من خلال تغيير جينات
الحلزون، يمكننا أن نجعل
قوقعته...
!!!
هذا المثال يوضح لنا
كيف يمكن لتوزيع الانحناء
أن يحدد أشكال الاشياء.
يال الهول !!!

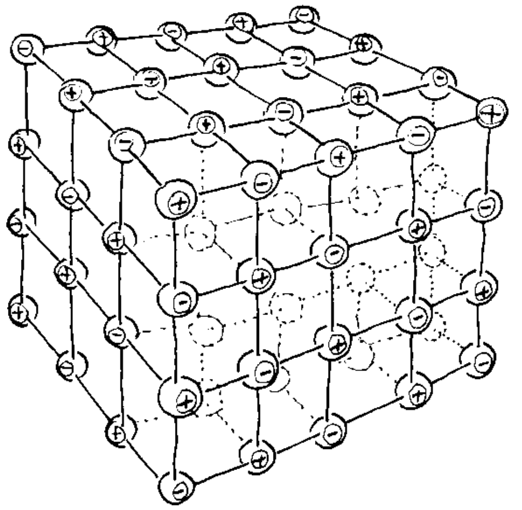
ثلاثة أبعاد

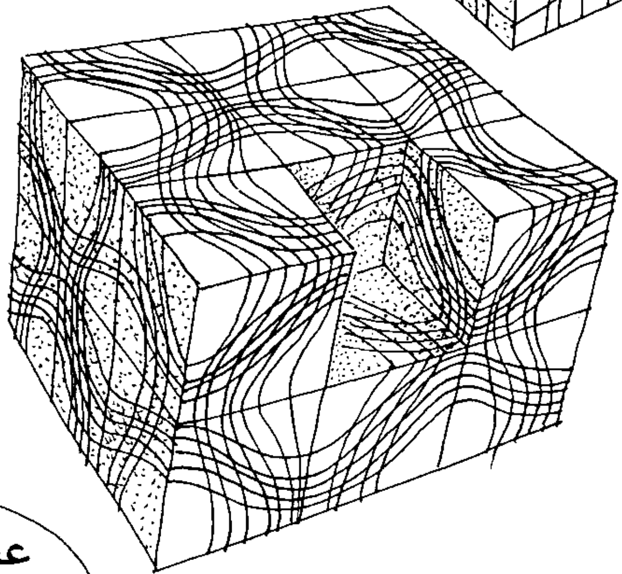

صوفيا، هل هناك أي طريقة لرؤية تقوس وانحناء فضاءنا ثلاثي الأبعاد ؟
هذا صعب جدا، لأنك تعيش فيه.
دعنا نرى، لقد رأينا أنه يمكننا اسقاط جيوديسيا مساحة (ذات بعدين) على سطح مستو (ذو بعدين كذلك)
A
هذا النتوء البارز يمثل انحناءا ايجابيا مركزا محاطا بهالة ذات انحناء سلبي.
انظر الآن إلى هذا المكعب المغطى بخيط رفيع.


الآن، سأسحب الخيوط على هذا النحو :
من خلال تجميع ثمانية
من هذه المكعبات، نحصل
على الإسقاط الثلاثي الأبعاد،
في الفضاء الإقليدي (بدون انحناء)،
لجيوديسيا منطقة من الفضاء ثلاثي الأبعاد
حيث انحناء إيجابي محاط بهالة ذات انحناء سلبي.
A
من خلال تشبيه هذه الجيوديسيا بالمسارات، فسيبدو الامر
في البداية تنافرا ثم جاذبية ثم تنافرا.

عن طريق سحب الخيوط بهذه الطريقة وتجميع المكعبات بشكل مناسب، سوف نرسم صورة لعالم تتعايش فيه الانحناءات الايجابية والسالبة على السواء :







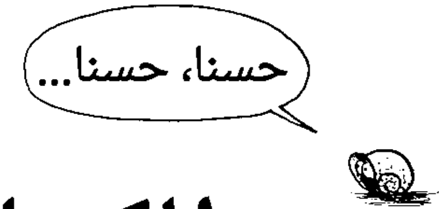
الاسقاطات


يمكنني اسقاط جيوديسيا مخروطي على سطح مستو
سطح مستو
كل هذه الخطوط المنحنية، هذا يذكرني بالمسارات
بالضبط !
الفكرة الأساسية في النسبية العامة هي تشبيه الكتل بتغييرات محلية لانحناء الفضاء.
كتلة م
هل تقصد أن الكتلة عبارة عن زاوية ؟!؟
هي هي! .. بالنسبة لي، الزاوية المناسبة هي 8 / π ...
نعم، ما دامت الكتل هي تركيزات انحناء

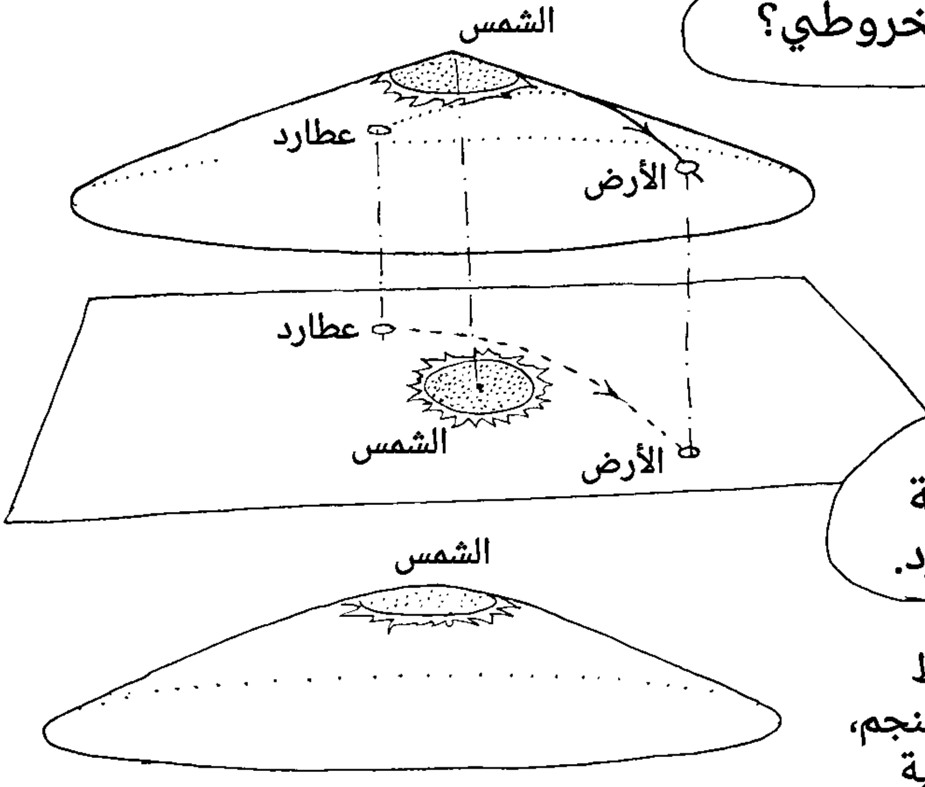

باختصار، ما تعنيه سيد ألبرت هو أن الانعطافات و الانحرافات في المسارات، الناتجة عن القوى، ليست في الواقع سوى اسقاطات، في عالمنا المحسوس، لمسار ما في سطح مغاير... بشكل آخر هي جيوديسيا لهذا السطح.
المزيد من الميتافيزيقيا!
لا، بل هذا علم الهندسة.
سأقدم لك مثلاً آخر، تخيل أننا في كبسولة فضائية في مدار حول الأرض.
لقد تخلصنا من قوة الجاذبية
آه، لا!
مي !
الآن، سنلعب نوعًا من لعبة البليياردو


على ما يبدو، يتكون هذا الشيء من سطحين شفافين، مليئين بالطيات و النتوءات، ولكنهما متشابهين و متطابقين تماما وقريبان من بعضها البعض.
سيسمح لنا ذلك بأن نقذف كريات صغيرة بين السطحين و نراقب مساراتها.
س
لا ترتبط المسارات بالسرعة الأولية "س" والتي تبقى ثابتة أثناء الحركة بأكملها.
الإدارة
في هذه الحالة بالذات، يتبين أن جميع المسارات المحتملة جيوديسيا. (إذا كانت هناك جاذبية فلن يكون الامر كذلك).
أوه، انظروا: المصباح يسقط المسارات على أرضية الكبسولة الفضائية !
أي شخص لا يرى سوى هذه الظلال، سوف يعتقد أن الأشياء التي تتحرك تتعرض لقوى معينة. في حين ان الأمر يتعلق فقط بمشكلة انحناءات السطح.

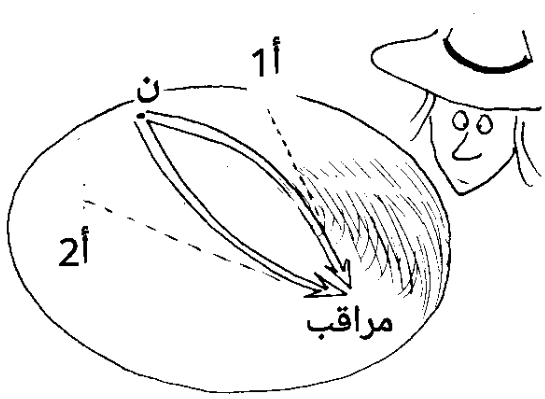

عندما نراقب مسار مذنب ما حول الشمس، على افتراض
أن الفضاء الإقليدي ثلاثي الأبعاد و بدون انحناء، في الواقع هذا المذنب
يتبع جيوديسيا فضاء ما حيث... ينطلق في مسار مستقيم !!!
نحن لا نرى سوى ظلال الاشياء.
ما هذه الأفلاطونيات،
يا عزيزي تيريسياس
يمكننا فقط الانطلاق
في مسار مستقيم !
للضوء أيضا
الجيوديسيا
حسنًا، إنه أمر عجيب، الجيوديسيا،
عندما نسقطها من خلال زاوية أخرى،
يبدو الأمر مغايرا و مختلفا تماما!
؟!؟
تيريسياس!



الكتلة و المادة

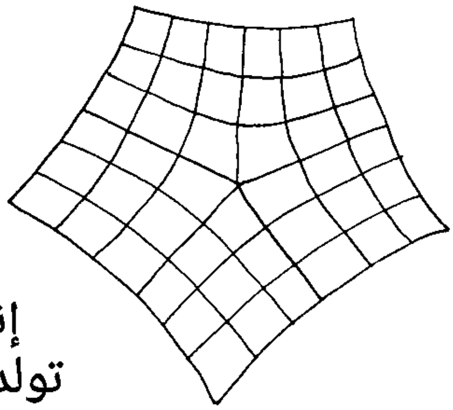


نحن نعتقد أن الفضاء، في محيط الشمس، مستو. في الواقع، هذا النجم، و بالنظر لكتلته الكبيرة يمثل كمية معينة من الانحناء. لكن، بما أن الشمس ليست كتلة نقطية، علينا إذن أن نمثل هذه المنطقة من الفضاء باستخدام مخروطي سلس.

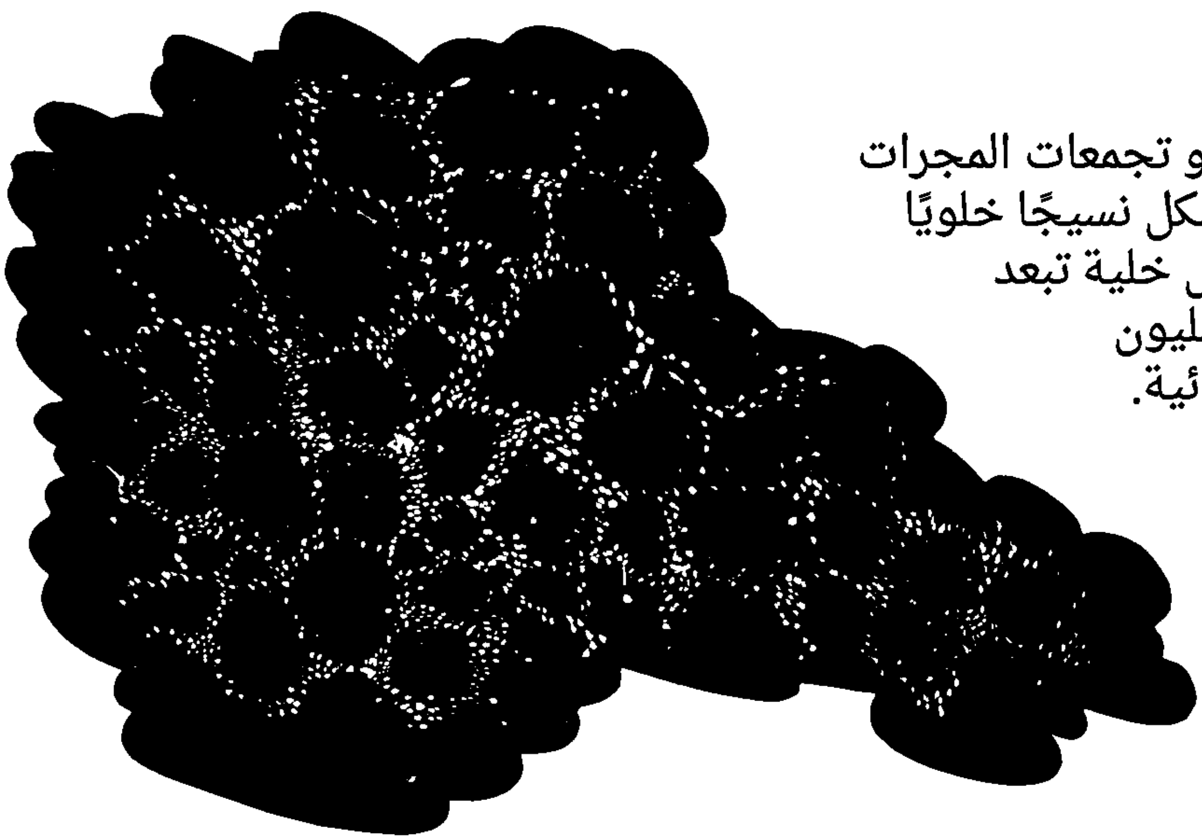


يمكن للأجسام الضخمة و الهائلة ثني و طي الفضاء إلى حد أن مراقبا يوجد في نقطة ما سيتمكن من رؤية صورتين أ1 و أ2 لنفس النجم ن :
هذا هو تأثير جاذبية المادة، أو عدسة الجاذبية، و لقد تم التحقق من هذا التأثير مؤخرا عن طريق المراقبة.

تمثل كتل الذرات والجسيمات الانحناء العام للكون.
سنعطي للكتلة معنى هندسيا
ولكن، يوجد فراغ بين الذرات... أليس كذلك ؟
و إلا فأنا لم أعد أفقه شيئا ...
ولكن لا، يا عزيزي، هذا التعارض القديم بين المادة والفراغ متجاوز تمامًا. الشيء الوحيد المتبقي حاليا هو الهندسة
الهندسة !!

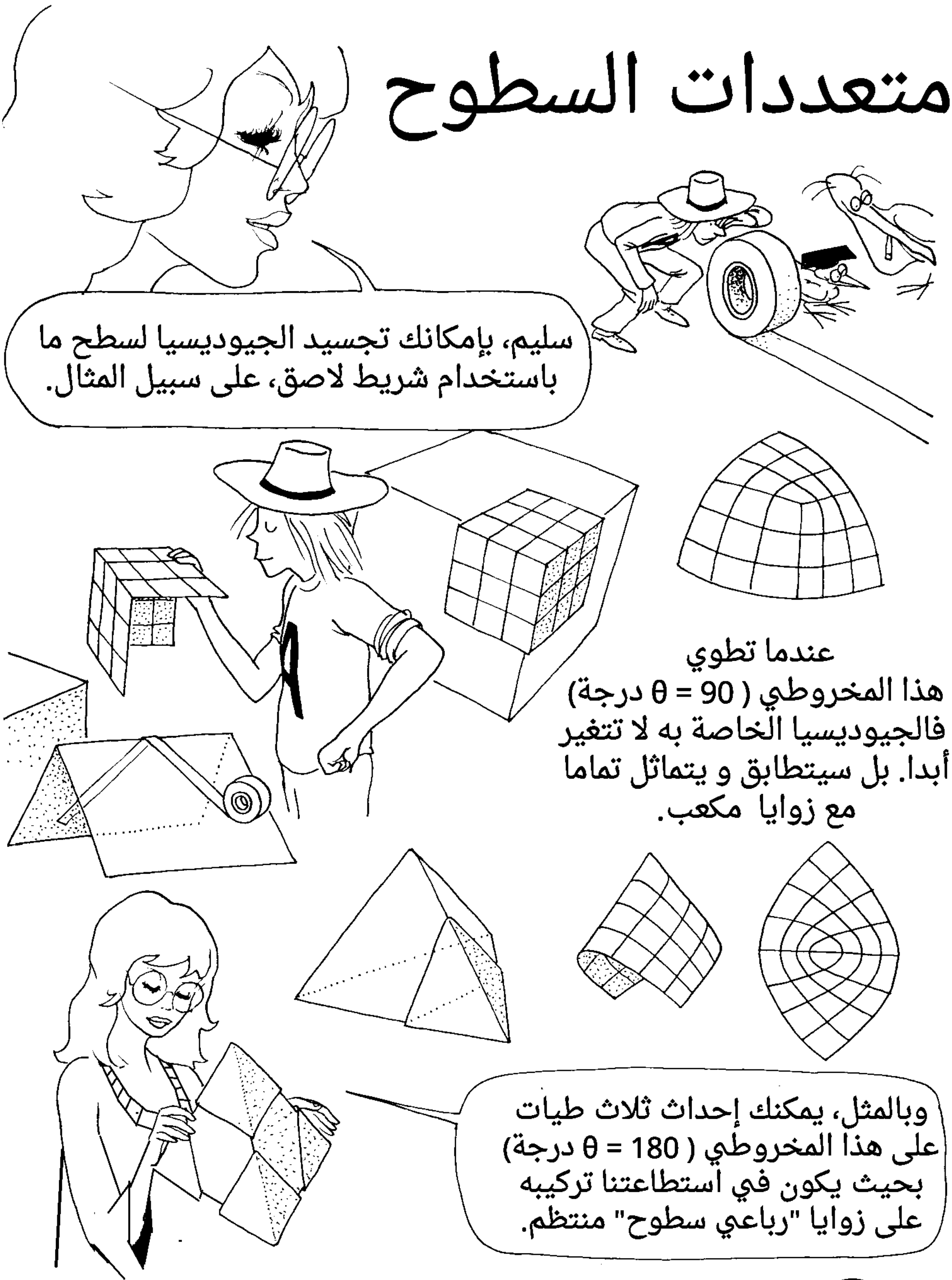


إنها تمثل "كتلا سالبة" تولد قوى طاردة. سيكون هذا العالم المليء بالكتل السالبة غريبا جدا. فبدلا من أن تولد هذه الكتل مجرات و نجوم سيكون هذا العالم مليئا بالفراغات العملاقة و الكثير من الفقاعات.

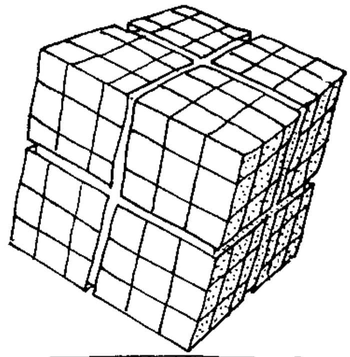


هكذا تبدو تجمعات المجرات وهي تشكل نسيجًا خلويًا غريبًا، كل خلية تبعد ب200 مليون سنة ضوئية.

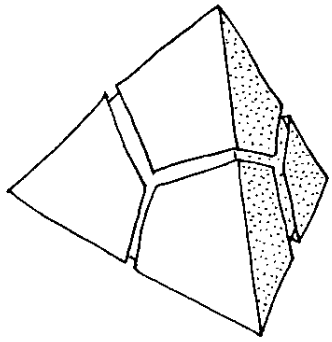
من الممكن أن تكون قوى الجاذبية طاردة و نافرة على مسافات كبيرة جدا.


متعددات السطوح
سليم، بإمكانك تجسيد الجيوديسيا لسطح ما باستخدام شريط لاصق، على سبيل المثال.
عندما تطوي هذا المخروطي (90 = θ درجة) فالجيوديسيا الخاصة به لا تتغير أبدا. بل سيتطابق و يتماثل تماما مع زوايا مكعب.
وبالمثل، يمكنك إحداث ثلاث طيات على هذا المخروطي (180 = θ درجة) بحيث يكون في استطاعتنا تركيبه على زوايا "رباعي سطوح" منتظم.

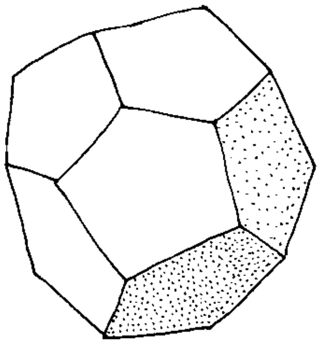
على الفضاء ان يكون مفتوحًا أم مغلقًا ؟



ثمانية مخروطيات
(θ = 90 درجة)
تسمح لنا ببناء "مكعب"
90 × 8 = 720 درجة



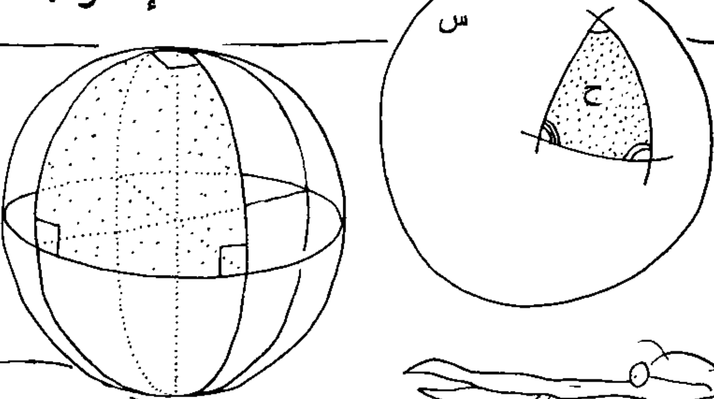
اربعة مخروطيات
(θ = 180 درجة)
تسمح لنا ببناء "رباعي
أسطح" 180 × 4 = 720 درجة



عشرون مخروطيا
(θ = 36 درجة) تسمح لنا ببناء
"إثناعشري السطوح"
36 × 20 = 720 درجة

يتوزع الانحناء بشكل منتظم على جسم كروي. وبالتالي فإن مجموع زوايا مثلث مرسوم على حيز ما في الكرة هو:
180 + 720 × ح س. حيث تمثل (ح) مساحة المثلث و (س) المساحة الإجمالية للكرة.

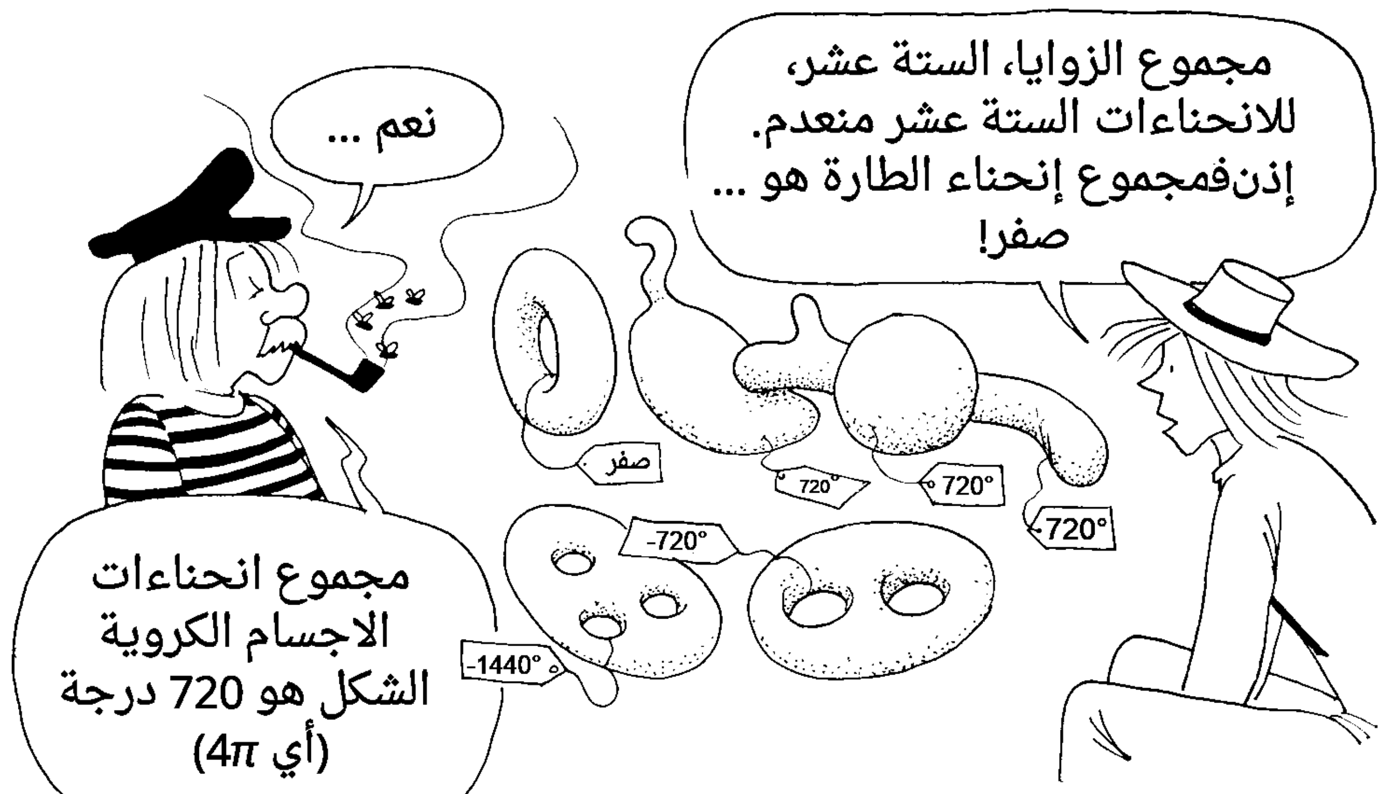
الإدارة.



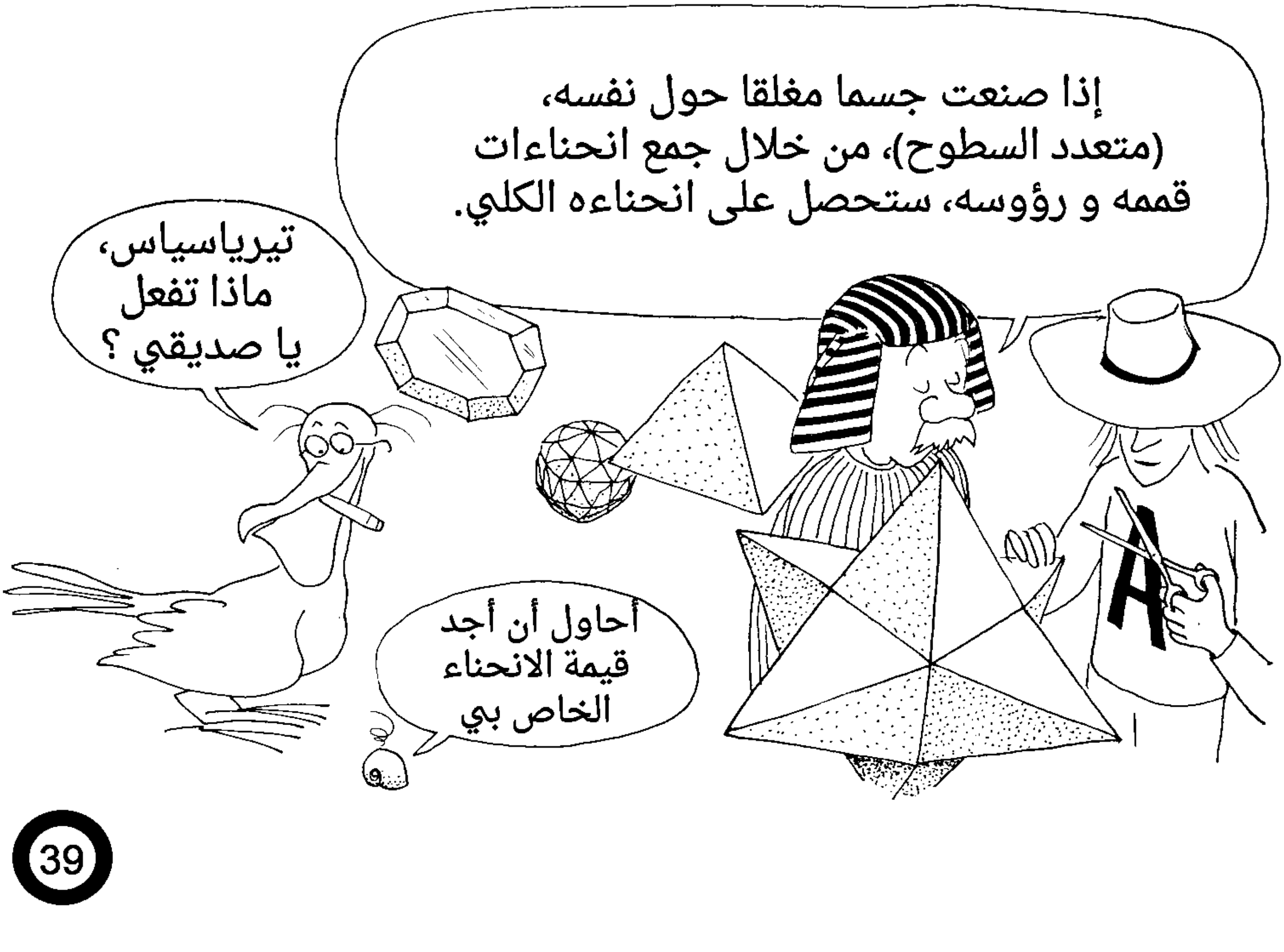
مثلا، يحتل هذا المثلث
مساحة توازي ثمن سطح الكرة :

$$\text{أ + ب + ت} = 180 + \frac{720}{8} = 270 \text{ درجة.}$$

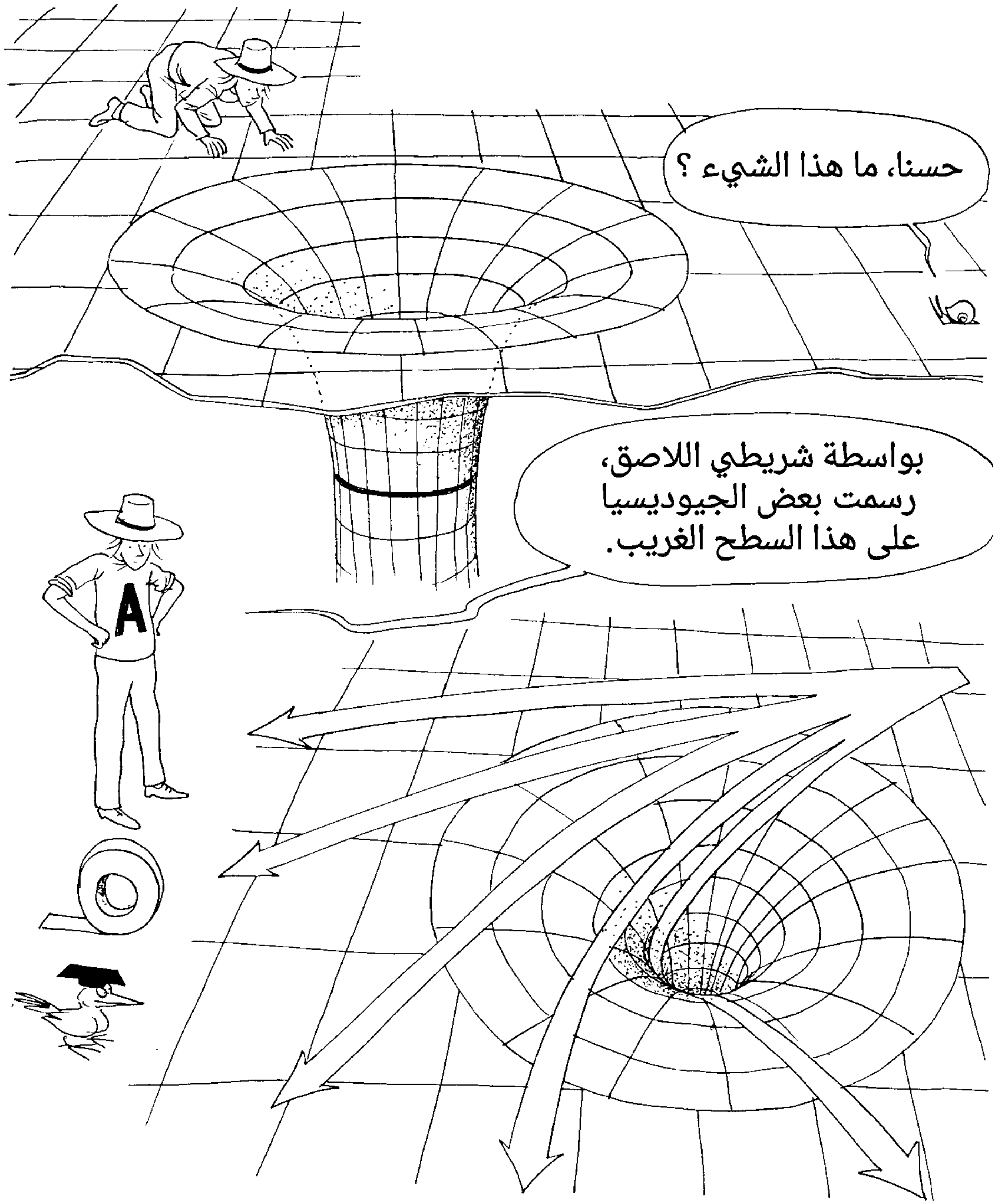
(*) نظرية غوس



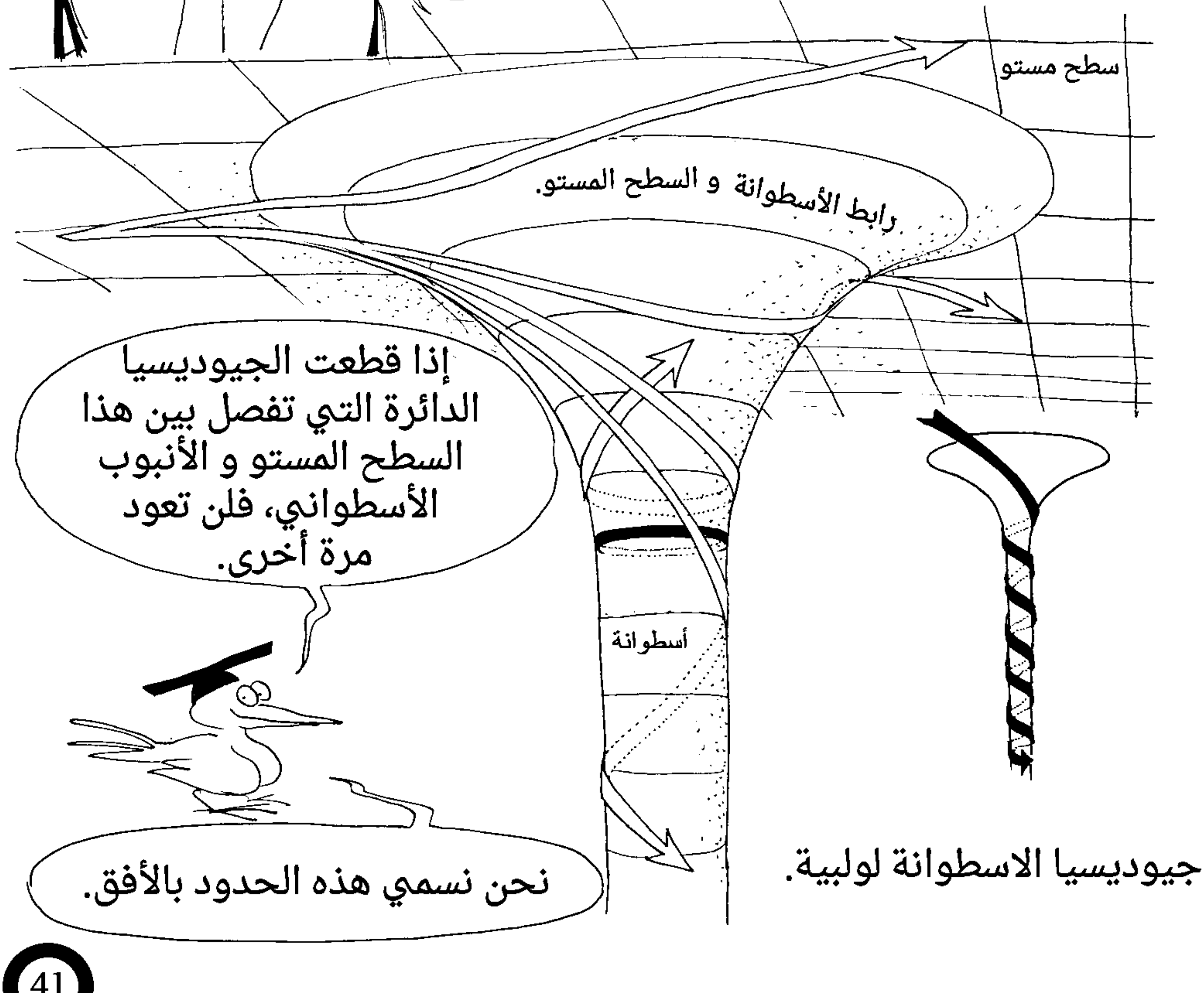
بالنسبة لطارة تمتلك العدد (ن) من الثقوب، كعكة، سيكون مجموع انحناءاتها : ناقص 4π × (ن - 1)



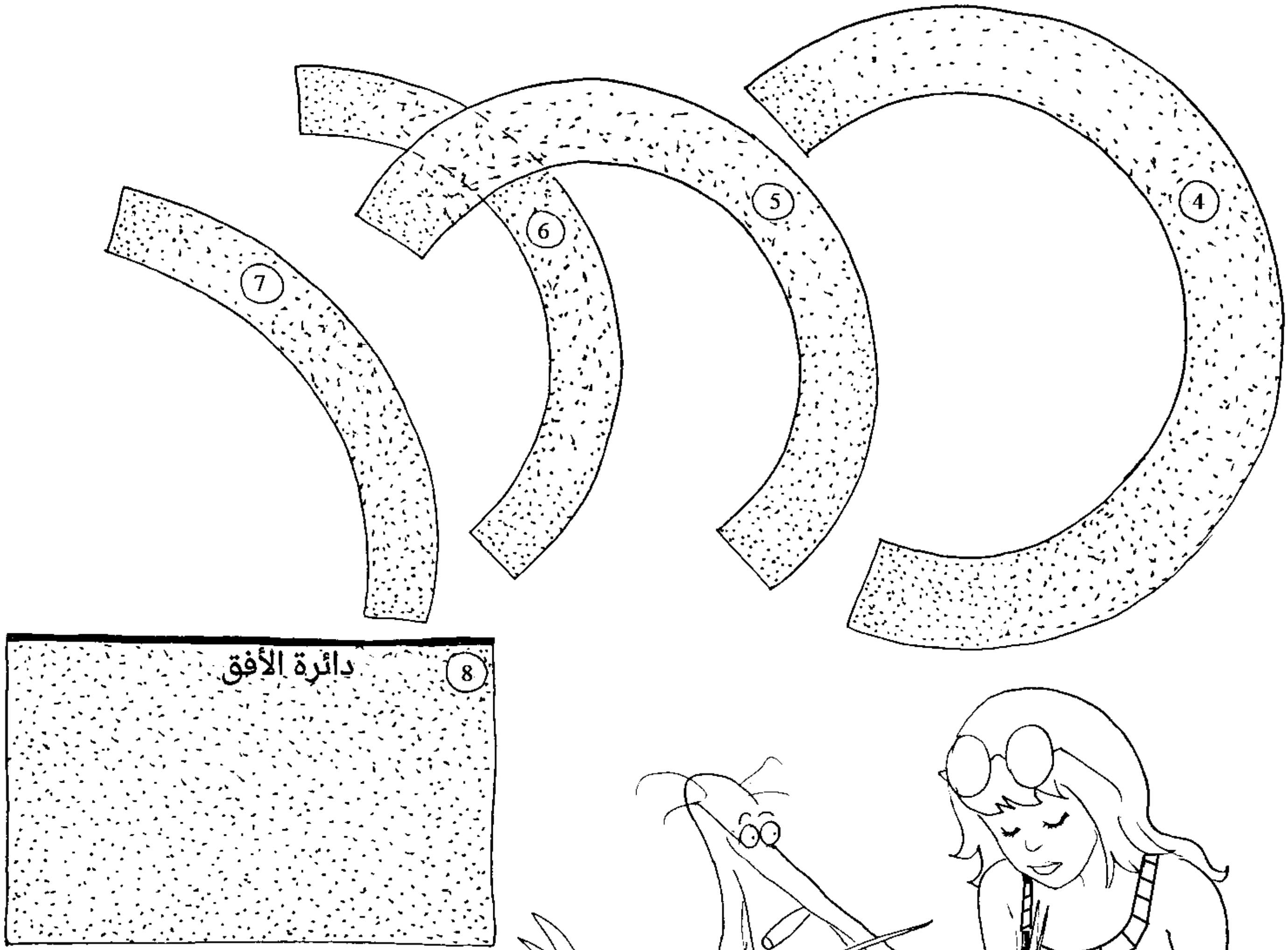
مقاربة أولى للثقب الأسود

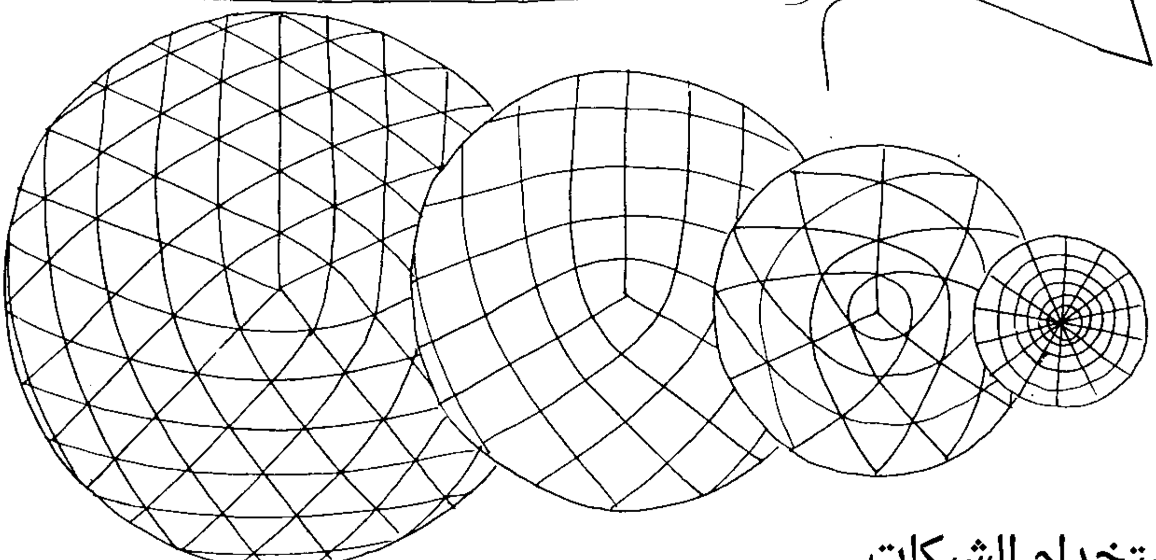



إذا غاصت الجيوديسية
بما فيه الكفاية في هذا البئر، فقد
تذهب إلى حد التداخل و التقاطع
مع نفسها.


سطح مستو
رابط الأسطوانة و السطح المستو.
إذا قطعت الجيوديسيا
الدائرة التي تفصل بين هذا
السطح المستو و الأنبوب
الأسطواني، فلن تعود
مرة أخرى.
أسطوانة
نحن نسمي هذه الحدود بالأفق.
جيوديسيا الاسطوانة لولبية.

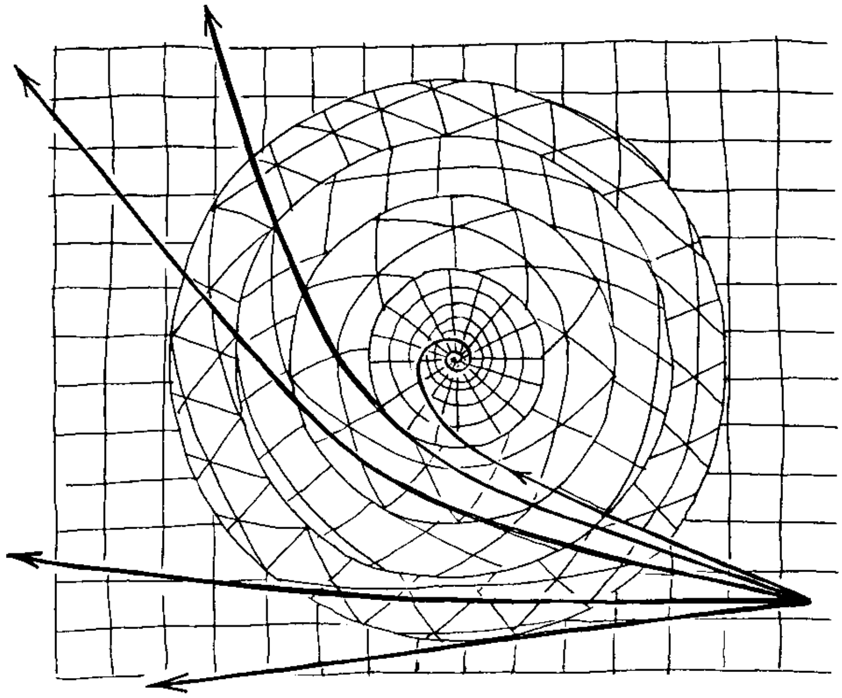

إذا عاش شخص ما
في عالم ثنائي الابعاد، فسوف يرى
و يتصور المسارات على هذا النحو.
الافق
تستطيع أن تصنع الثقب الأسود
الخاص بك، باستخدام سطح مستو
به ثقب(1) و ستة قطع من المخاروطيات
(من (2) إلى (7) يتم تجميعها من الطرف
إلى الطرف) وأسطوانة (8).
سطح مستو
أسطوانة

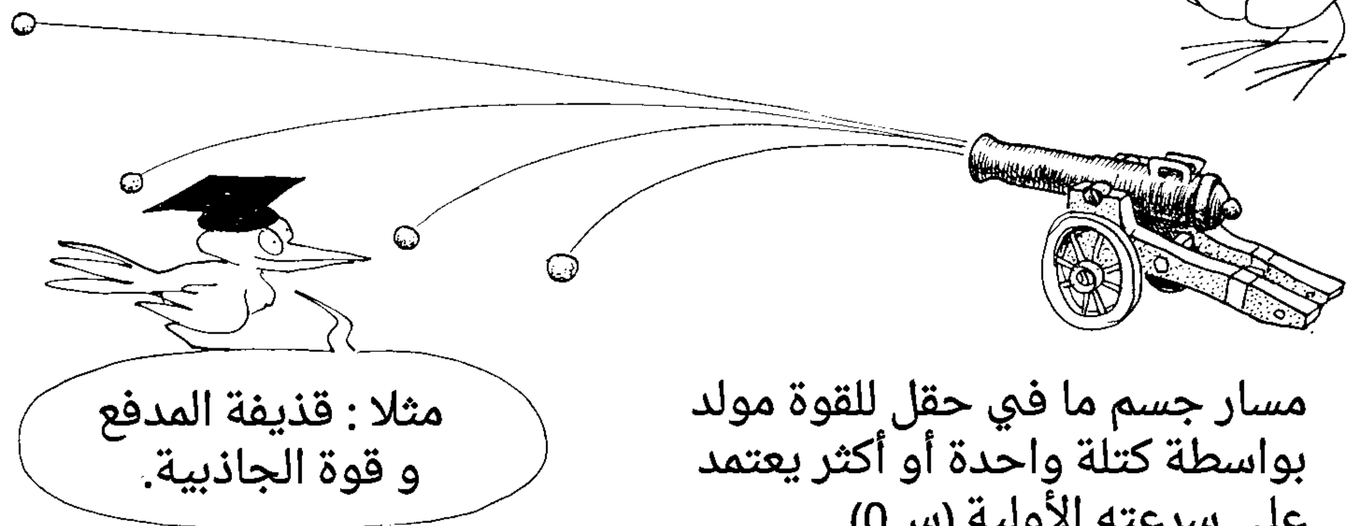




تم اختيار استخدام الشبكات
المنتظمة و العادية لأسباب جمالية فقط.

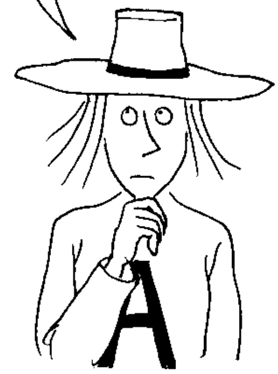
قواعد اللعبة:
يجب علينا أن نقطع هذه الشبكات المتتالية من خلال زاوية ثابتة، مع الحفاظ على الاتصال و الاستمرارية عند كل حد دائري.
تزداد شدة الجاذبية كلما اقتربنا من الثقب الأسود.
داخل دائرة الأفق، يصبح المسار لولبيا. تجدر الإشارة إلى أنه يمكن تشبيه الشبكة المركزية، القطبية، لشبكة الجيوديسيا على اسطوانة، يتم عرضها في "المنظور" (*).





مسار جسم ما في حقل للقوة مولد بواسطة كتلة واحدة أو أكثر يعتمد على سرعته الأولية (س0)

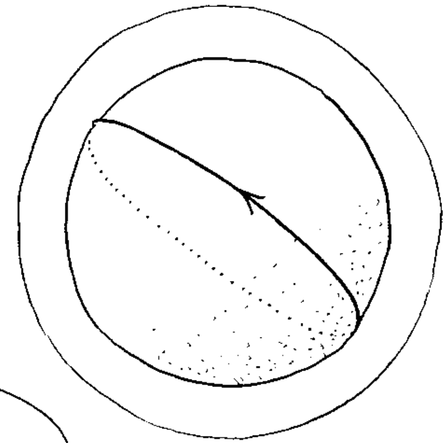
(*) PERSPECTIVE

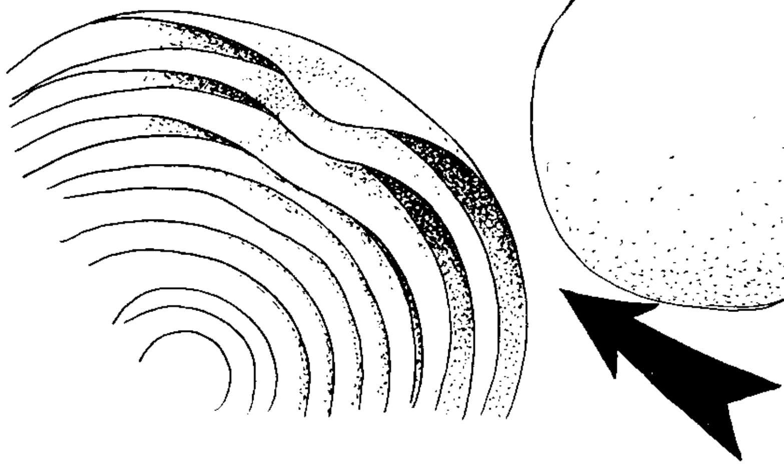


في الغوص

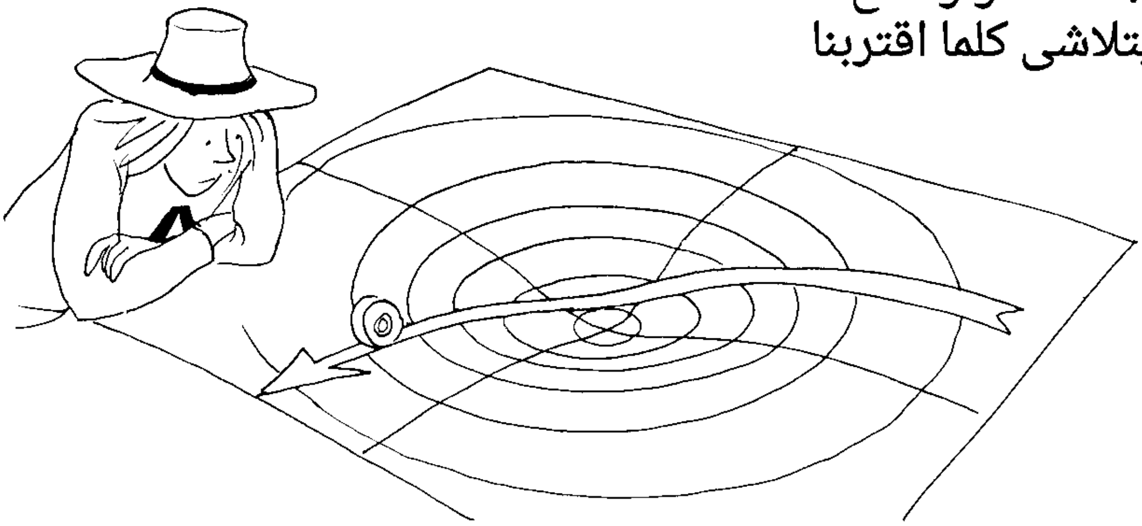
(*) تم تقديم هذا النموذج بالفعل في ،كل شيء نسبي، تحت إسم "الحديقة الكونية" لنفس المؤلف، إصدارات (BELIN).

في غياب القوى، سيحافظ أي جسم على سرعته (س0)، (لهذا السبب سيبقى دائما على نفس المسافة من مركز البصلة). أنه يتبع جيوديسيا الكرة المقابلة، وهذا يعني، دائرة كبيرة.



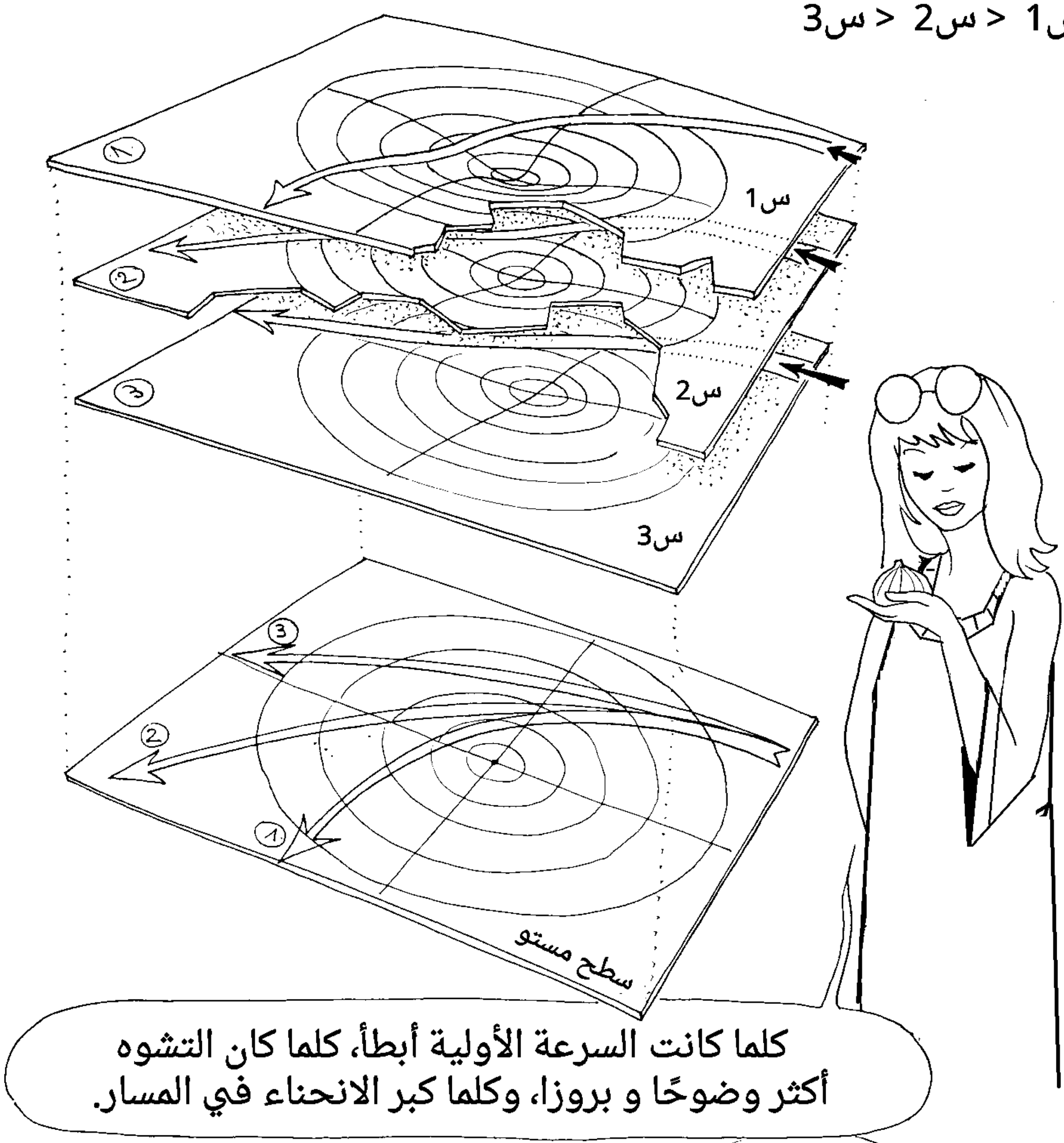


هذه هي نتيجة ضربة مطرقة السيد ألبرت. فكما هو واضح، فإن التأثير يتلاشى كلما اقتربنا من المركز.

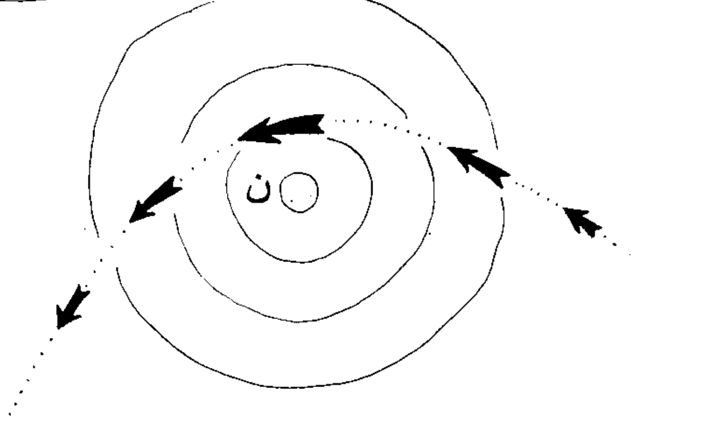


هذه حفرة (أو نتوء)، لقد رسمنا خطوط المستوى (وهي ليست الجيوديسيا !) إلى جانب جيودسية معينة.

س1 < س2 < س3



تحت تأثير قوة الجاذبية، تزداد سرعة الجسم في البداية و تنخفض بعد ذلك. يصل الجسم إلى سرعته القصوى عندما تكون المسافة بينه و بين الجسم الجاذب في حدها الأدنى (الحضيض)



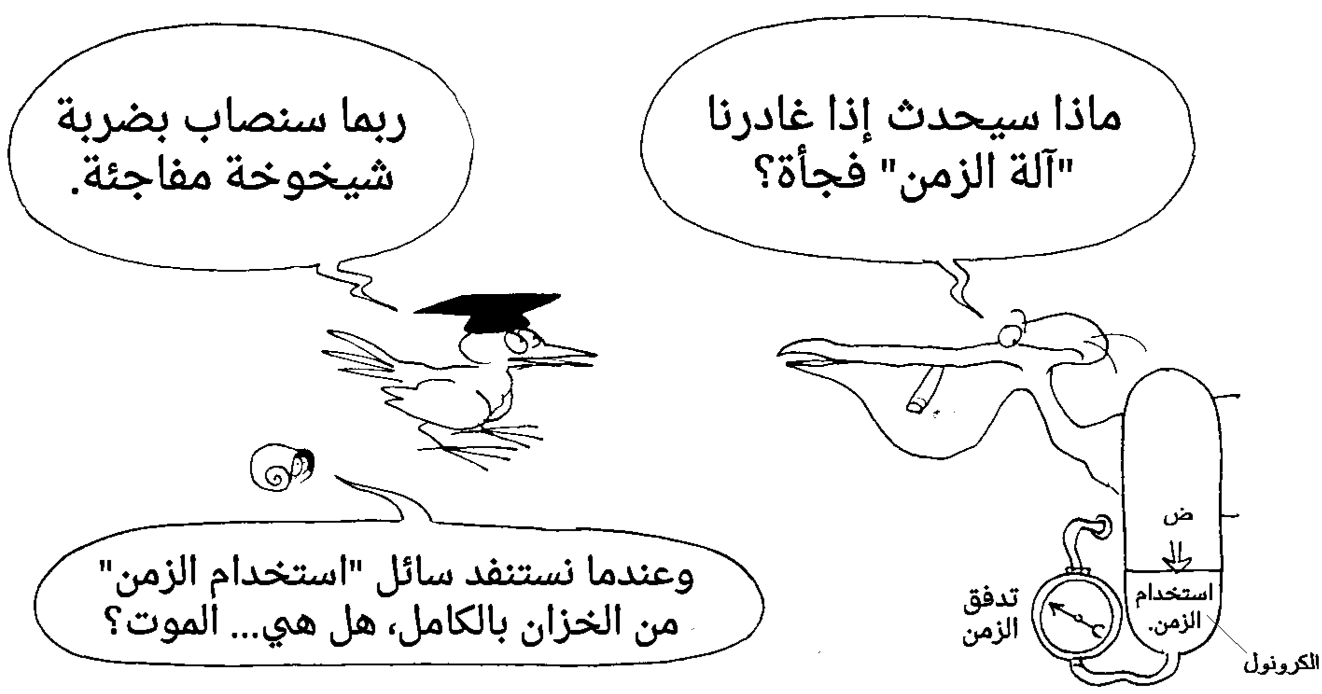
(*) CHRONOL "الكرونول" حسب تعبير الكاتب.

(*) مذكرة : المبدأ الثاني للديناميكا الحرارية يخبرنا أنه ليس من الممكن تتبع جيوديسيا الزمكان (الحديقة الكونية) بطريقة عكسية.

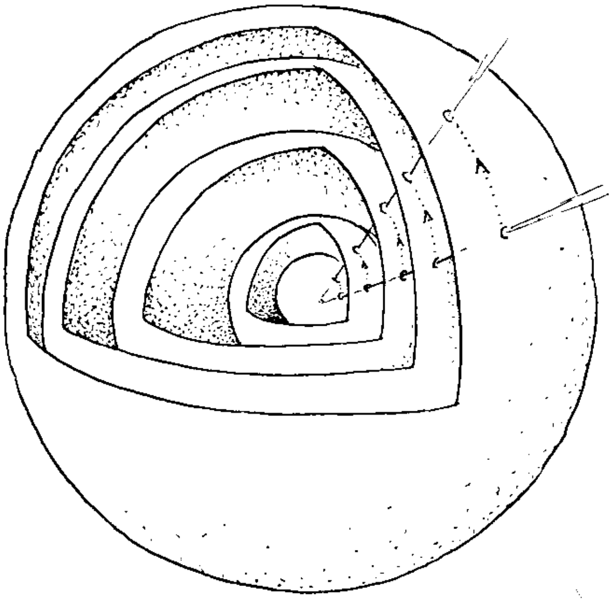
الإدارة.

(*) انظر "كل شيء نسبي"،لنفس المؤلف.

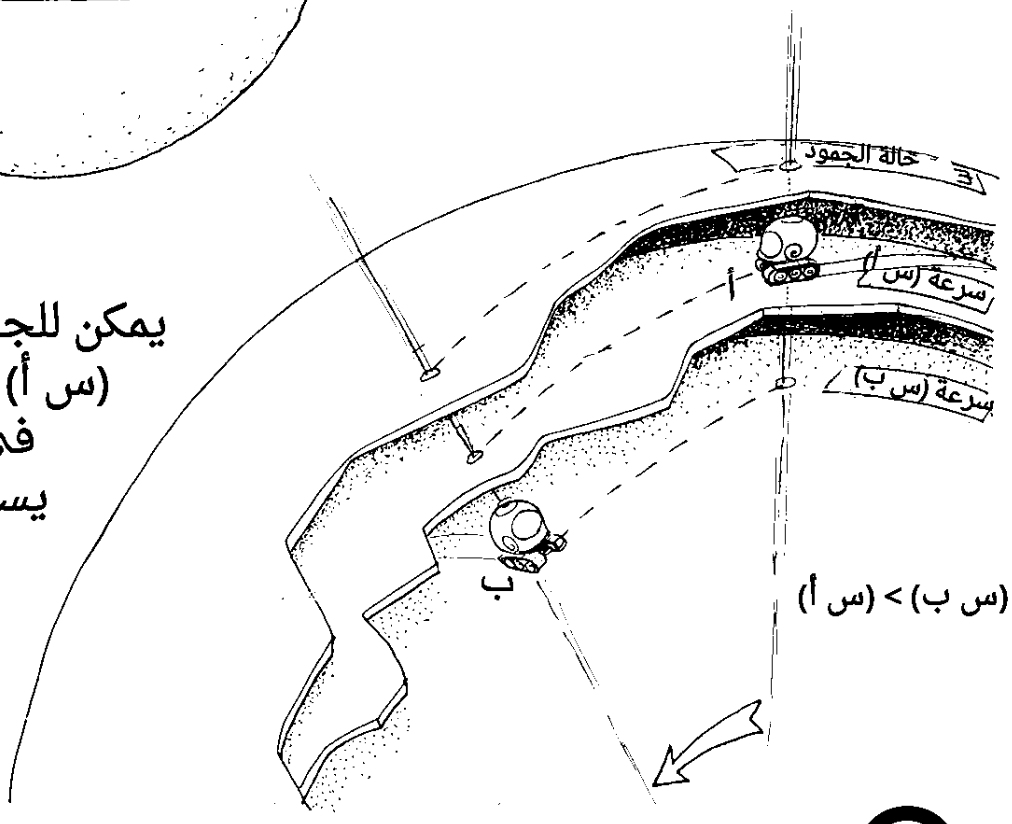
عندما يكون الجسم ضخمًا و ذو كتلة مهمة للغاية، فإنه يحدث انحناء قويا في "الزمكان". هذا يعني أنه في منطقة كهذه، و حتى في حالة الراحة، سوف يكون ضغط جسم ما، مغمور في "استخدام الزمن"، أعلى. وسوف يتدفق وقته بسرعة أقل من جسم مماثل في حالة راحة و جمود ولكن بعيد عن أي كتلة. سيكون هذا هو الحال في محيط جسم بالغ الكثافة مثل أي نجم نيوتروني.



التواصل



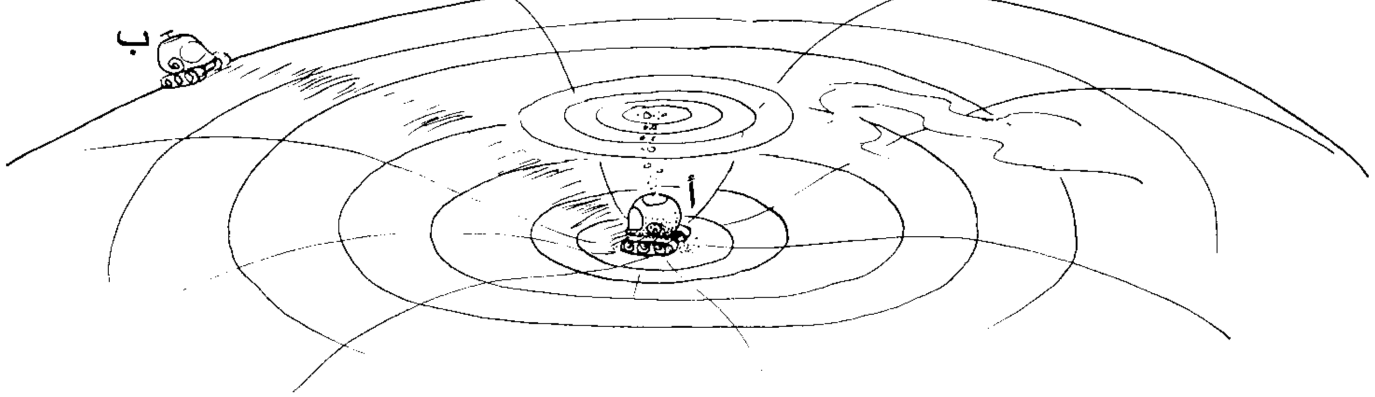
الفوتونات تلعب دور حزمات ضوئية يخترق شعاعها جميع طبقات "الحديقة الكونية" من خلال سرعة زاوية ثابتة.



يمكن للجسم أ الذي يسير بسرعة (س أ) أن يرسل حزمة ضوئية في اتجاه الجسم ب الذي يسير بسرعة أكبر (س ب).

تحت حمراء -أحمر- برتقالي - أصفر- اخضر- أزرق - بنفسجي- فوق بنفسجي

يتم تحديد اللون
من خلال هذا التردد.



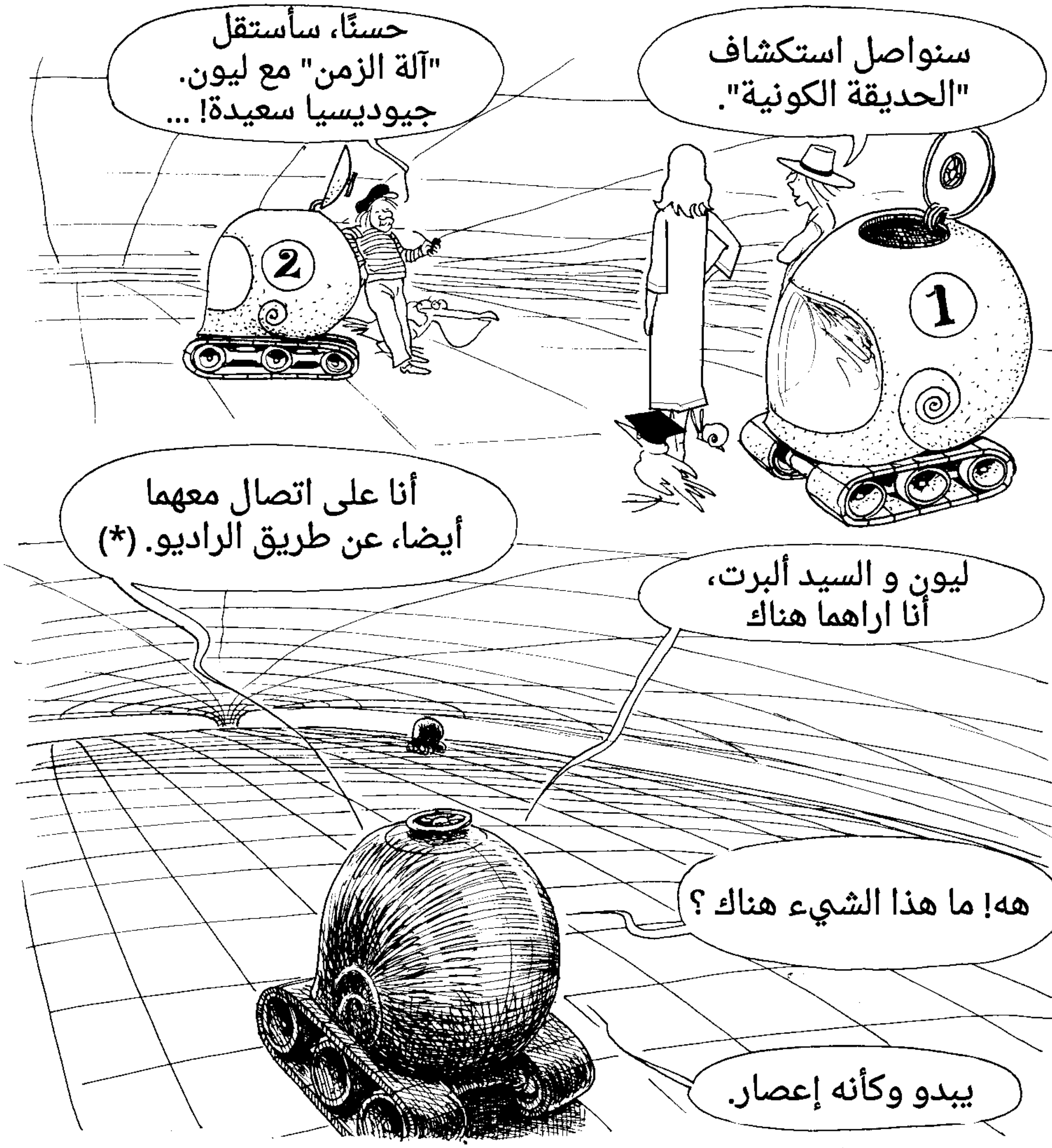
تقاس الترددات (المرسلة أو المستقبلة) من خلال مقارنة الزمن الذي يتدفق داخل "آلة الزمن" بالنسبة للمرسل أو المتلقي.
من "آلة الزمن أ" يرسل سليم ضوء أزرقا. لاحظ أنه يتواجد في منطقة من الفضاء حيث يسود انحناء قوي، قرب نجم نيوتروني مثلا (ذو كثافة عالية جدا).
صوفيا تتلقى هذا الضوء. إنها تتواجد على متن "آلة الزمن ب"، بعيدا جدا عن هذا الجسم الكثيف. سيتدفق الزمن عندها بشكل أسرع و ستقيس ترددا منخفضا، لدرجة أن لون الضوء سيكون بالنسبة لها مائلا إلى الحمرة.

هذه الظاهرة تسمي "انزياح أحمر جذبوي"(*).

RED SWIFT (*)

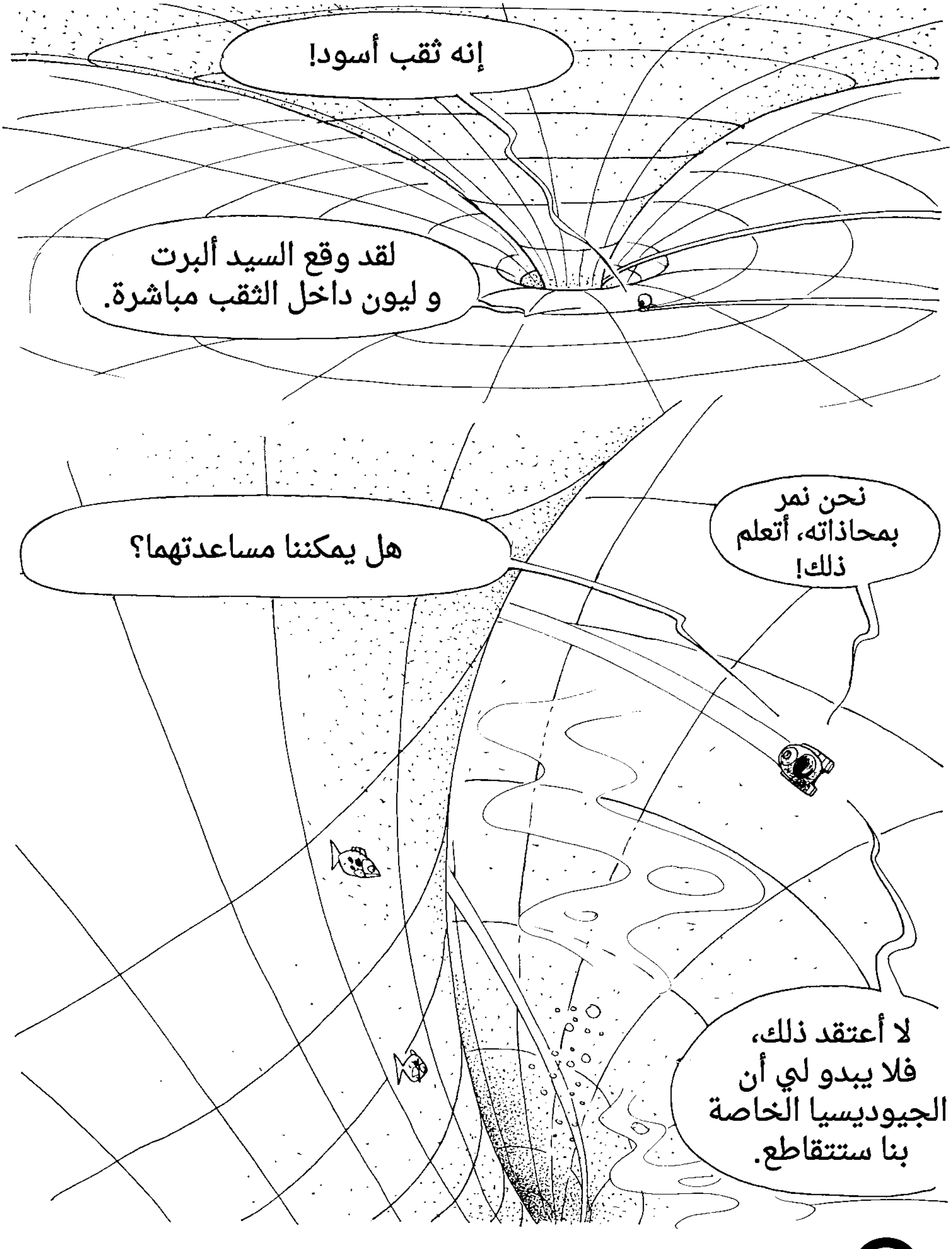
يقف الآن سليم على نجم نيوتروني. (تم تحريره من قوى الجاذبية حتى لا يسحق على سطح النجم تحت تأثير وزنه).

مقاربة ثانية للثقب الأسود



(*) لموجات الراديو نفس طبيعة موجات الضوء.
لديها نفس سرعة الانتشار (س) (*)، ولكنها ترددها أقل.

(*): C


إنه ثقب أسود!
لقد وقع السيد ألبرت و ليون داخل الثقب مباشرة.
هل يمكننا مساعدتهما؟
نحن نمر بمحاذاته، أتعلم ذلك!
لا أعتقد ذلك، فلا يبدو لي أن الجيوديسيا الخاصة بنا ستتقاطع.

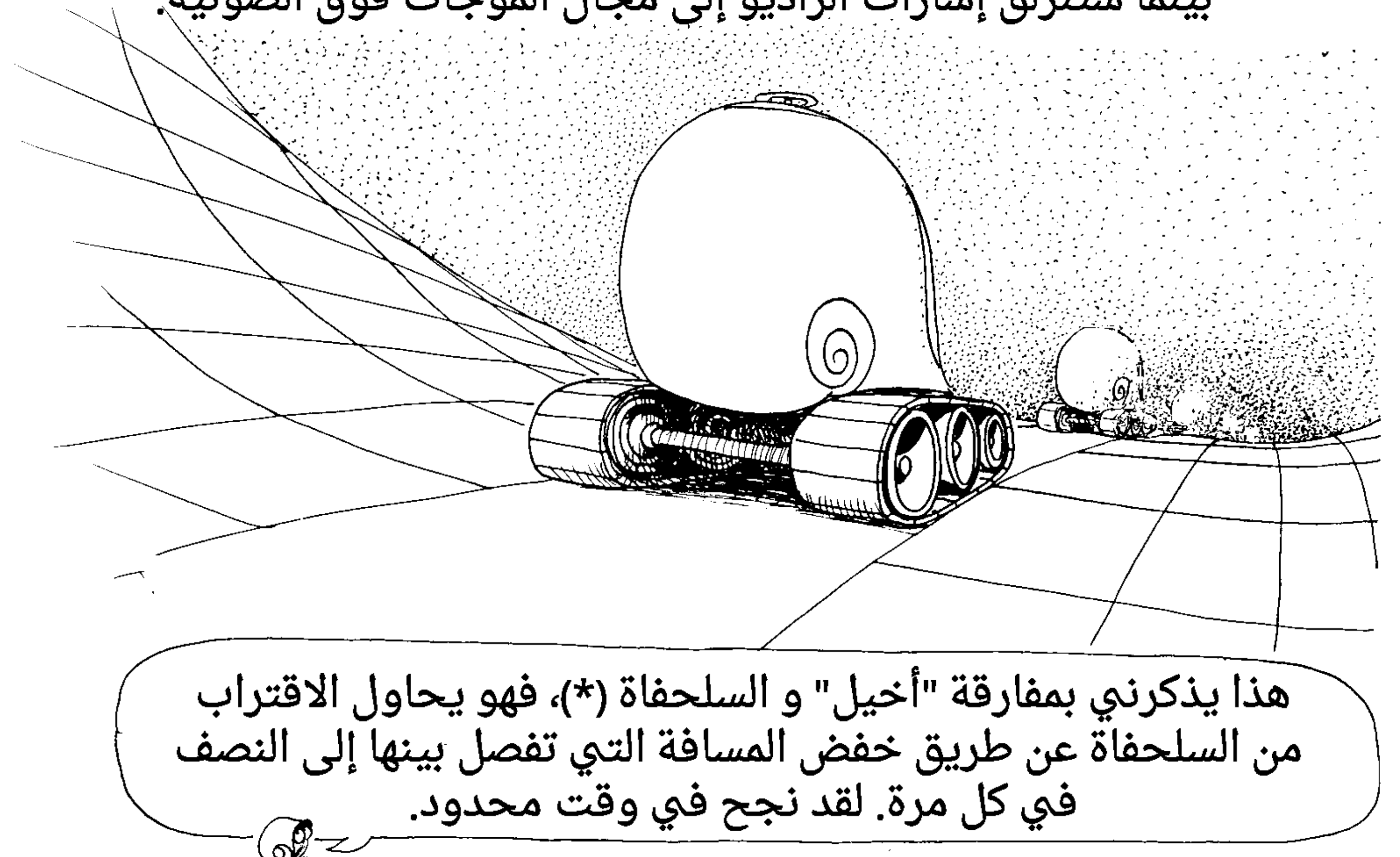

هل تستطيعين رؤيتهما ؟
يبدو قاع الثقب الأسود معتمًا تمامًا.
ما زلت أراهما، ولكن "آلة الزمن" الخاصة بهما اصبحت ذات لون أحمر داكن.
آلو! سيد ألبرت، ليون، هل تسمعاني؟
لم أعد أفهم شيئا! أصبح صوته حادا و يتحدث بسرعة كبيرة.
أصبح صوته جهوريا أكثر فأكثر، و كأنه صوت تسجيل بطيئ.
مشاكل التواصل، عندما نعيش في "فقاعات زمنية" مختلفة.

مسألة الوقت

كلما توغل ألبرت و ليون في أعماق "الكرونول" (أو "إستخدام الزمن")، كلما ارتفع الضغط الخارجي (ض خ) و كلما انخفض تدفق الوقت في "الساعة" و كلما تباطا الوقت داخل "آلة الزمن"

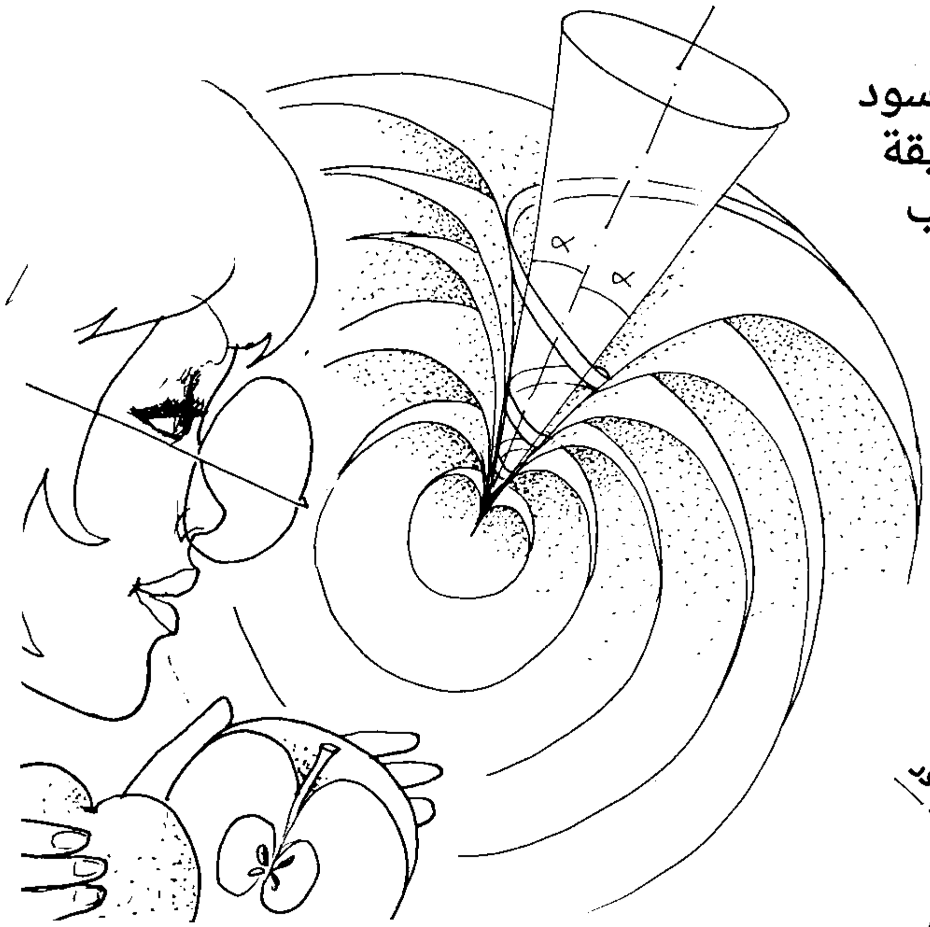
عندما سيبلغا نهاية المسار و سرعة الضوء، فإن "الساعة الهدروليكية" ستضخ كمية محدودة من"الكرونول" (أو سائل"استخدام الزمن")، هذا يعني أن الرحلة تمت في وقت منته.

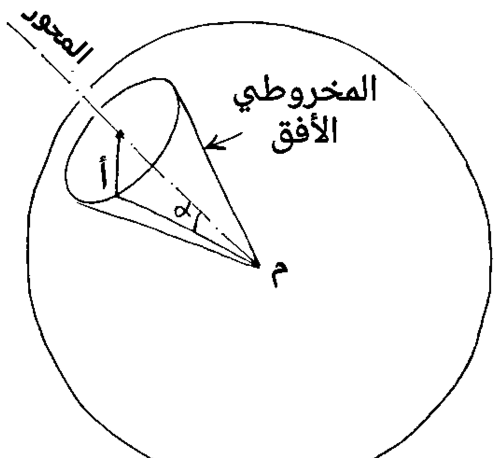
في المقابل إذا واصلت صوفيا وسليم وماكس و تيرياسياس وقوعهم، فستبدو سقطتهم لا نهائية. الضوء المنبعث من "آلة الزمن" الخاصة بهم، سيتحول بسرعة إلى الاشعة تحت الحمراء خارج المجال الضوئي المرئي، بينما ستنزلق إشارات الراديو إلى مجال الموجات فوق الصوتية.



(*) مفارقة أخيل:
إن جسما ما لكي يتحرك إلى نقطة (أ) لا بد أن يصل إلى النقطة (ب) وهي منتصف طريقه إلى (أ)، ولكي يصل إلى (ب) يجب أن يصل أولا إلى (ج) (منتصف طريقه إلى (ب))، وهكذا إلى ما لا نهاية. هذه السلسلة اللانهائية من الحركات تتطلب زمنا لا نهاية له، و بالتالي فإن تحرك أي جسم إلى أية نقطة في زمن محدد أمر مستحيل.

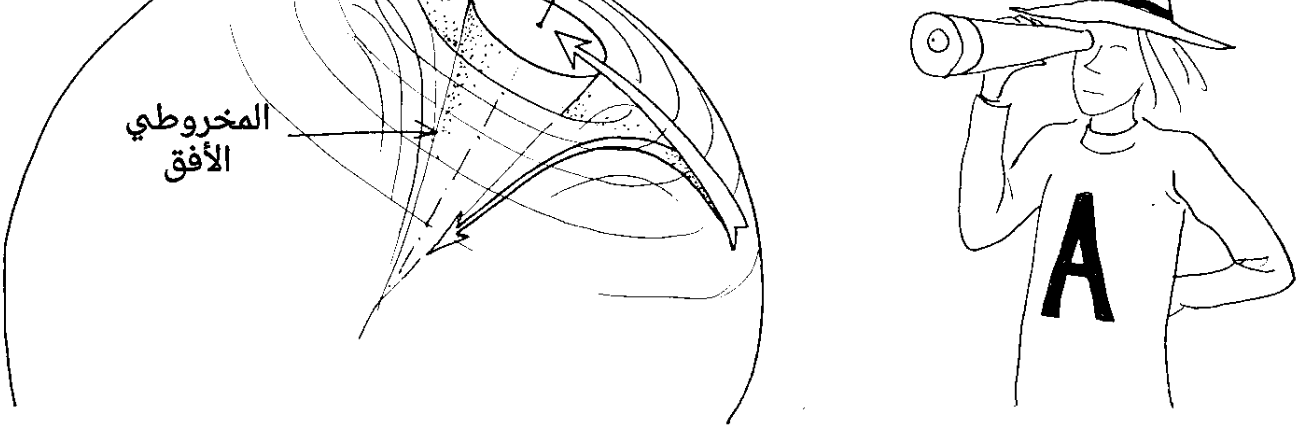
لنتأمل صورة هذا الثقب الأسود في هذا النموذج من "الحديقة الكونية". لقد إخترق المثقاب كرة "الزمكان" تماما حتى المركز، حيث تسود سرعة الضوء. لقد أصبحت جميع الطبقات المتراكمة مماسة و محاذية للمخروطي ذو نصف زاوية α.





المسافة في هذا النموذج، هي في الواقع زاوية بين شعاعين متجهيين : مثلا م أ و م ب. بالنظر إلى الرسم أعلاه، نلاحظ أننا لا نلج ابدا إلى داخل المخروطي ذو نصف زاوية الرأس α .

المراقب المتواجد على سطح "الكرونول" (أو سائل "استخدام الزمن")، سيكون في حالة الراحة، و على اعتبار أنه لا يدرك انحناء "الزمكان"، فحدود هذا الثقب الأسود، و التي نسميها أفقا، سترى على شكل دائرة تخترق بسرعة الضوء.




حالة الراحة.
مهلا، ها قد عدنا إلى نقطة البداية، قرب "آلة الزمن" رقم 3، التي بقيت ساكنة و لم تتحرك أبدا.
إن نزهتنا حول الثقب الأسود قد أبطأت شيخوختنا. لو بقي أحدنا داخل "آلة الزمن" هذه في حالة الراحة، فربما انتظر عودتنا مئات أو آلاف السنين!
إلى أين تؤدي الثقوب السوداء ؟
لا أحد يعلم. نظريا، يمكننا إثبات وجود ثقب مضاد للثقب الأسود.
هذا يعني أنه سيكون شيئا ما لا يمكننا الدخول إليه مطلقًا. كل ما يمكننا فعله هو الخروج منه فقط.
نافورة بيضاء.

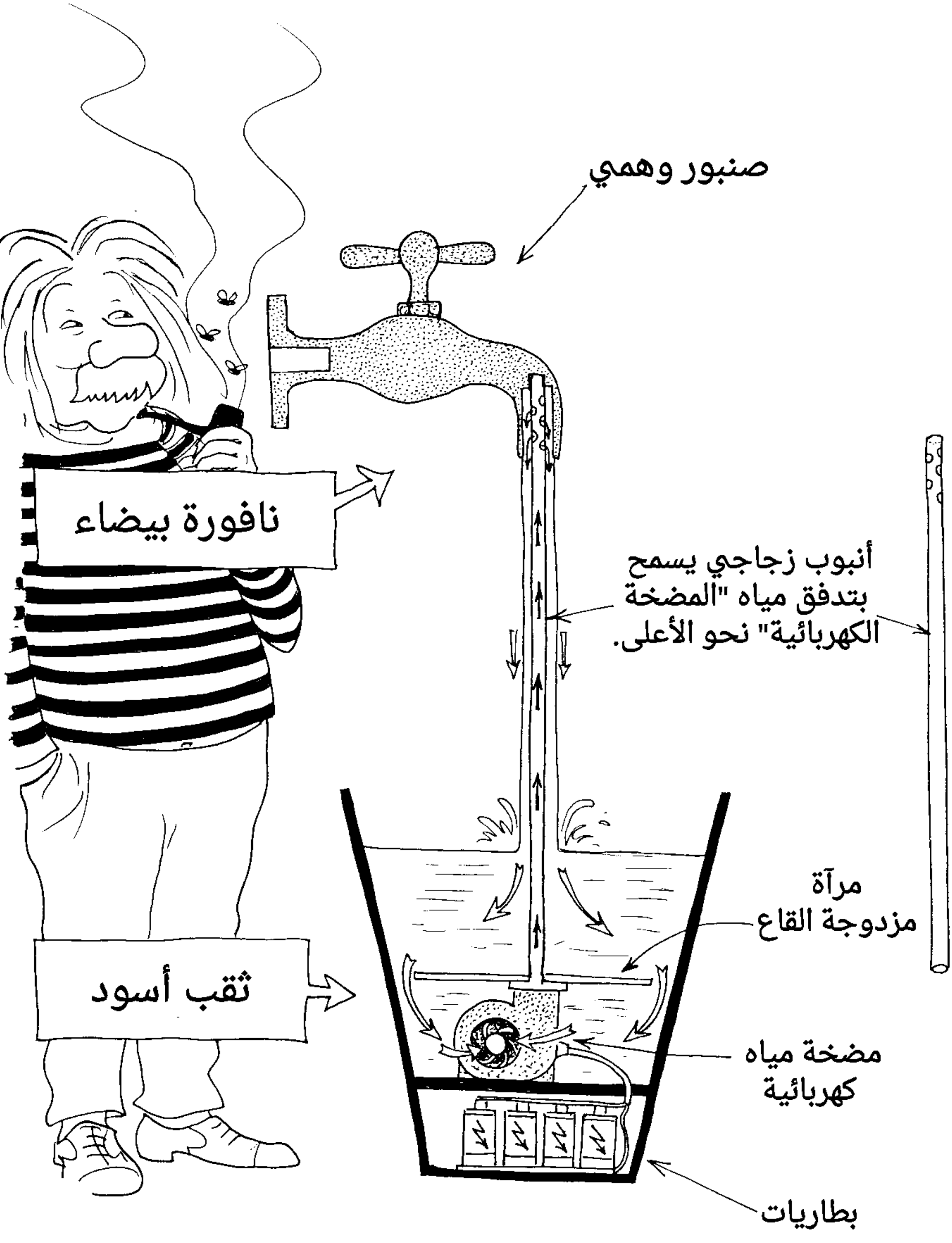

هكذا سيبدو الزوج ثقب أسود/نافورة بيضاء في نموذج "الحديقة الكونية".
إنه نفس الشيء تماما، ولكن الجيوديسيا معكوسة الاتجاه.
هل يسود الفراغ و العدم الخالص داخل الثقب الأسود ؟
ولكن مذا يوجد داخل الثقب الأسود، ما وراء الأفق؟ ... الفراغ؟!؟
لا! ببساطة، سيكون "داخل" الثقب الأسود هو "خارج" النافورة البيضاء المرتبطة.
نلاحظ أنه في هذا النموذج ، يمنح التركيب ثقب أسود / نافورة بيضاء لأوراق "الحديقة الكونية" مظهر مساحات ذات اتجاهات غير منتظمة. فتظهر الأشياء معكوسة من خلال نفس الجانب. مثلا **س** ستصبح

زجاجة الحبر


و لكن هناك نظريات أخرى. بعضهم يعتقد بأن الثقوب السوداء تصل كوننا بكون توأم.
أو حتى مع عالم ينعكس فيه كل شيء بما في ذلك الزمن.
علاوة على ذلك، إذا تجرأ أي شخص بالإقتراب من الثقب الأسود، فلن يعود ليخبرنا بما يجري هناك.
كرونول
أمم... قد يكون عمق قوقعة تيريسياس ثقبا أسودا!
أمي !


ليون، اترك تيريسياس و شأنه!
هيا يا عزيزي تيريسياس، المهم هو أن تكون مرتاحا في قوقعتك.
مي !
خاتمة
أوه، هذا الكوسمول! أنا أشعر بالصداع...
مهلا، الفراغ و المادة هما نفس الشيء و الكون يمكن أن ينغلق على نفسه و نحن ليس في استطاعتنا الا الانطلاق في خط مستقيم!


هذا الصنبور يطفو في الفضاء، فمن أين يتدفق الماء إذن؟
همم .. !
وأين يذهب هذا الماء، فمستواه في الدلو ثابت!
ومع ذلك، فهو يتدفق!


صنبور وهمي
نافورة بيضاء
أنبوب زجاجي يسمح بتدفق مياه "المضخة الكهربائية" نحو الأعلى.
مرآة مزدوجة القاع
ثقب أسود
مضخة مياه كهربائية
بطاريات