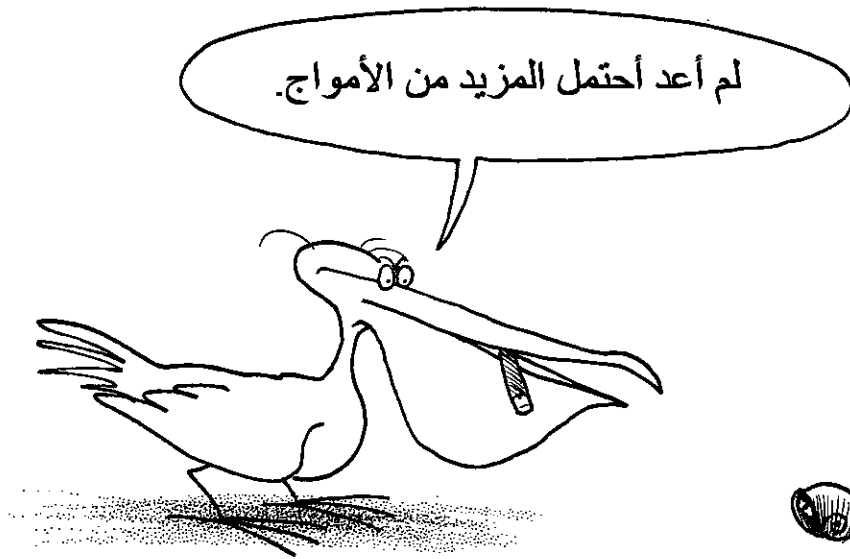
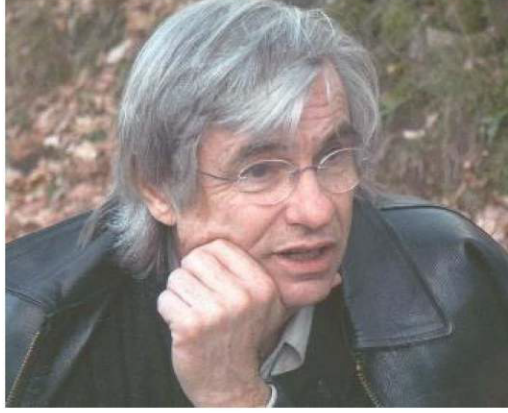


# جدار الصمت

تأليف : جيين بيير بوتوي  
وترجمة : محمد القضاوي





المؤلف: "جين بيير بوتى"، 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](http://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

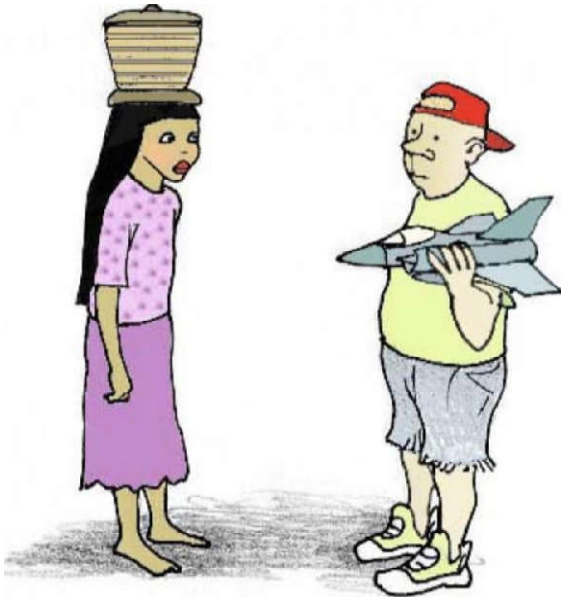


Jean-Pierre Petit

Gilles d'Agostini

بالمال التبرع تم. تماما تطوعية الجمعية  
للمترجمين بالكامل

زر استخدم ، تبرع لتقديم  
الرئيسية الصفحة في PayPal



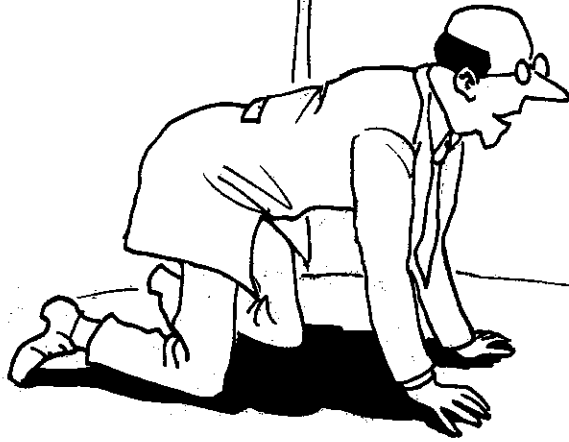
<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



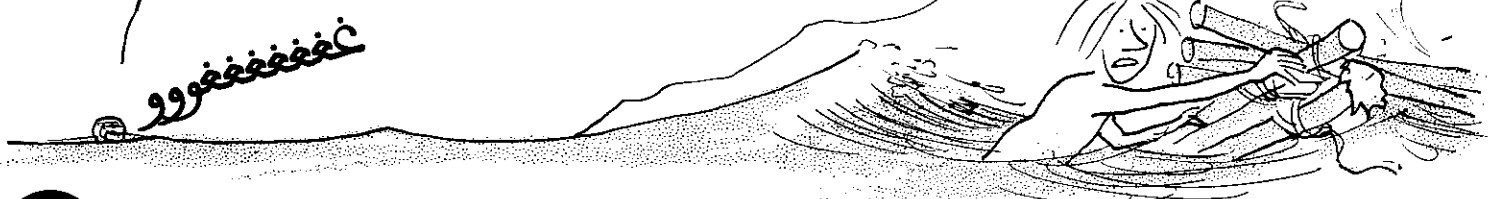
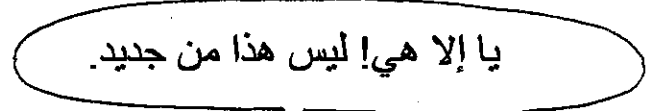
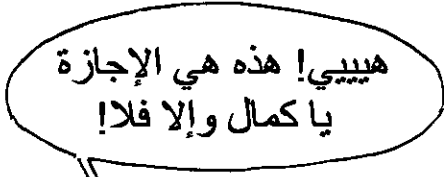
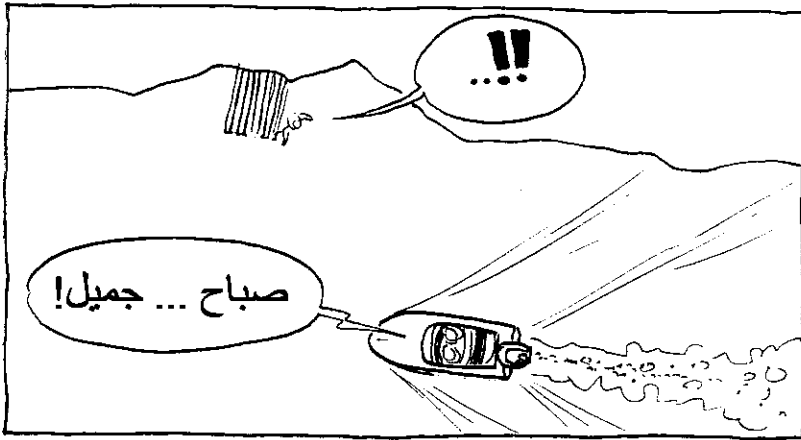
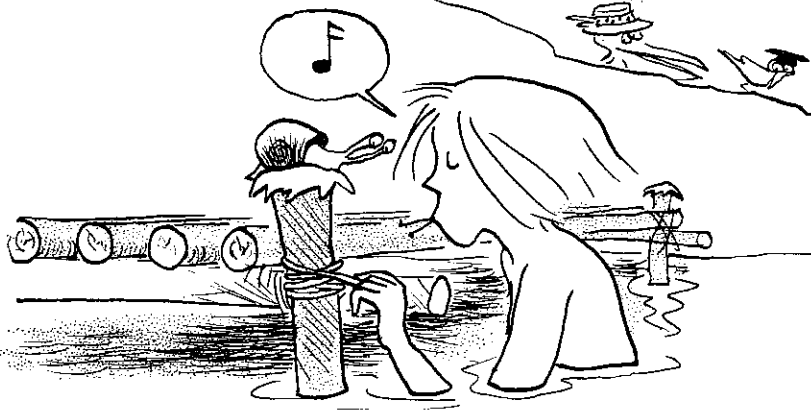
لا أفهم شيئاً. لا يوجد أي شيء  
في المكان الذي تبحث فيه؟



أجل ولكن، على الأقل  
يوجد ضوء هنا!



# مقدمة



لقد إنتقيت مكانا محميا بشكل جيد،  
ولكن في كل مرة يمر هذان المزعجان  
من هنا يهتز الماء بشدة، أعترف أنني  
لم أفهم شيئا.

إن موجة القوس (أو موجة الشعاع)  
هي التي حطمت كل شيء

هذا المتهور من جديد  
وقاربه المهترئ!

غغغغغغغغ

لقد خرب رصيفي في الخشبي من جديد.

قد تكون هذه الموجة هي السبب ولكن في النهاية تحطم كل شيء.

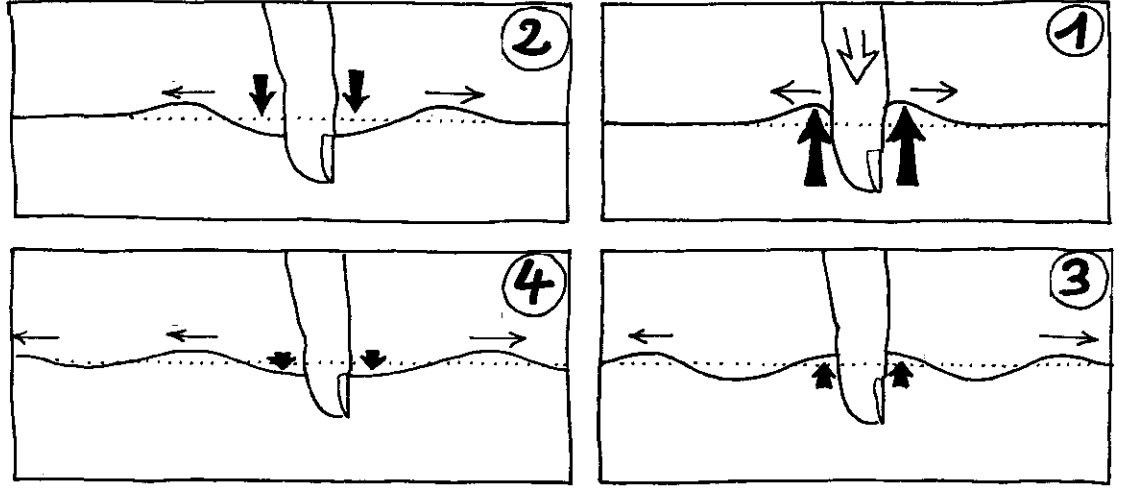
# الموجات السكحية

مهلا، هذه أيضا موجات.  
لنستطلع الأمر.

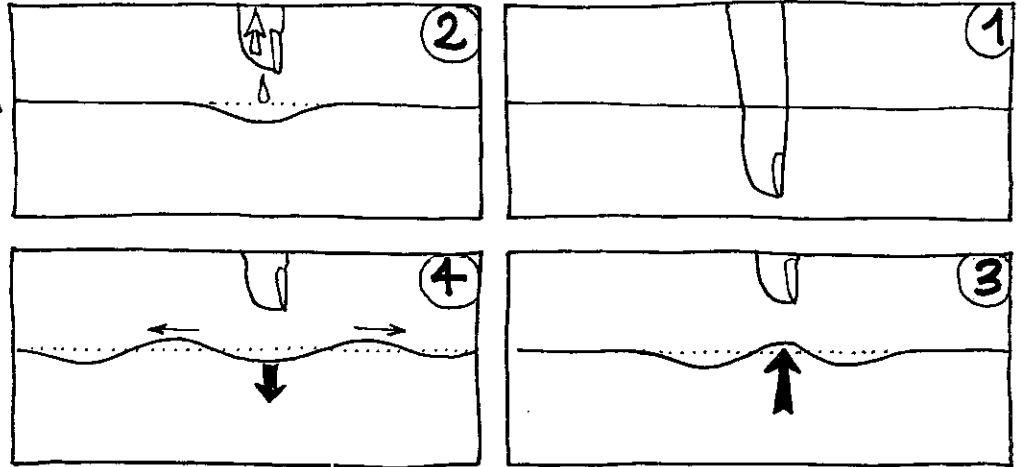
دوائر على سطح الماء.  
ما الغريب في الأمر؟

هذا مقرف!

عندما أغمس أصبعي في الماء بشكل سريع، فإن ذلك يؤثر في المياه القريبة ويجعلها ترتفع قليلا عن المستوى العادي للماء وتشكل اطارا مستديرا نو سمك صغير حول الأصبع. ويؤدي ذلك إلى تذبذب مركزي يشكل موجات سطحية مركزية تؤول للخفوت كلما ابتعدنا عن المركز. تبدو هذه الأخيرة وكأنها تسير بسرعة ثابتة (س).



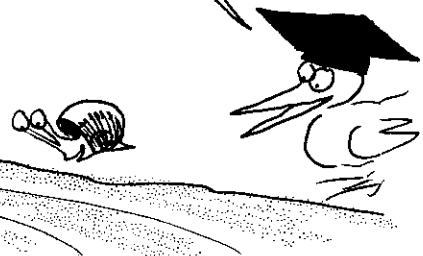
تحدث نفس الظاهرة إذا سحبت أصبعك من الماء عوض غمسه. من خلال هذه الآلية، يميل السائل إلى البحث عن سطح مستو حر.



هذه فيزياء الحمامات!

عند انتشار الموجات، تتوزع الطاقة في مساحات متزايدة.

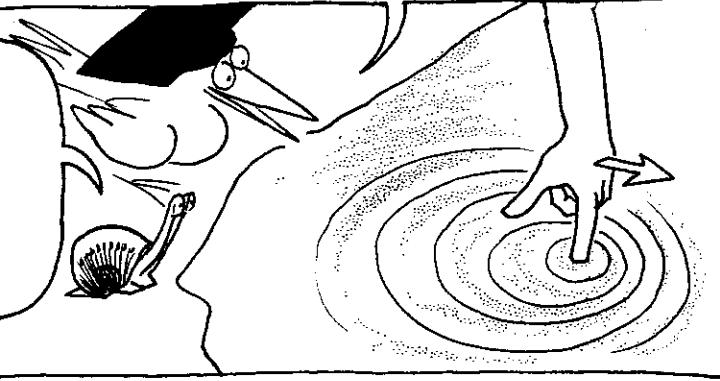
وبما أن الطاقة تحفظ، فإن سعة الموجات تتناقص تدريجيا.



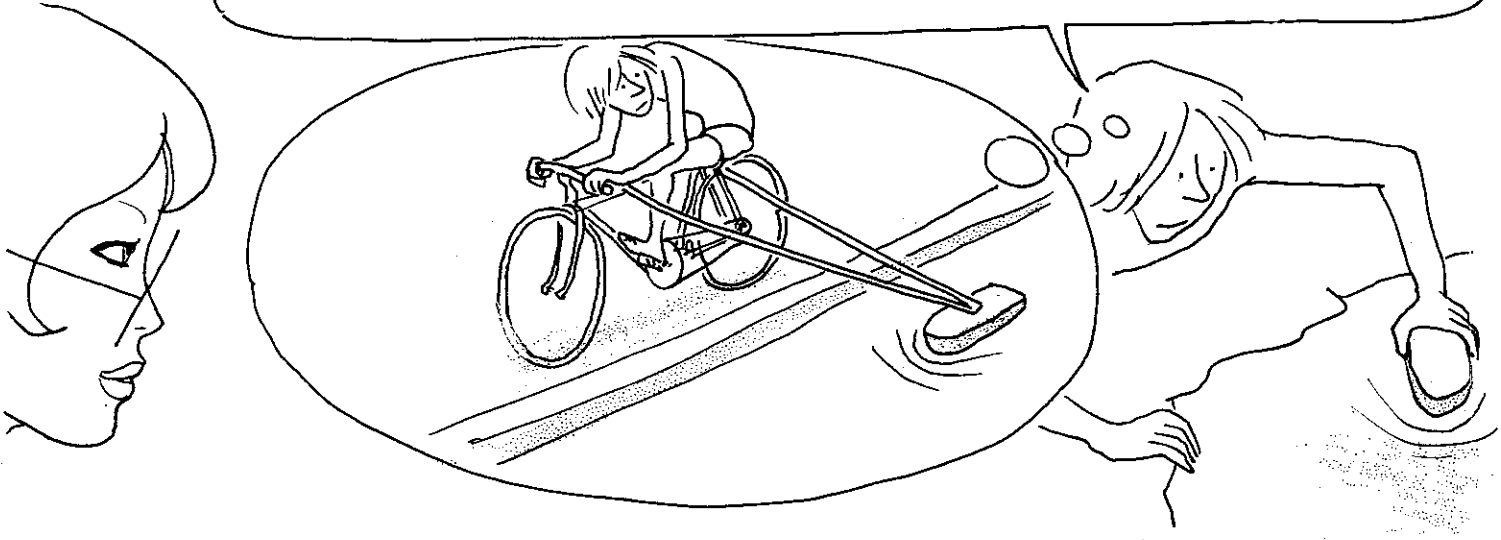


إذا تحرك جسم ما في الماء فهو يحدث نوعا من الموجات التي تسمح بتسوية و تسطيح سطح الماء.

هذه الموجات تؤثر على السائل. فهي تحرك الجزيئات نحو الأعلى لتسمح للسائل بالاستعداد والتهيؤ لتلقي الجسم.



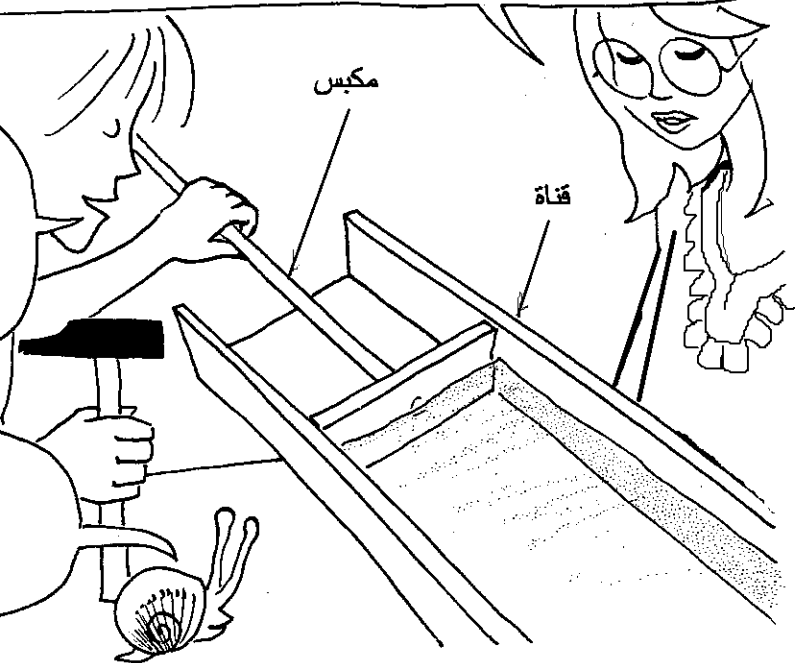
لأراقب كل هذا، سيكون من الأفضل أن أرافق السائل في حركته.



إلا تعتقد أن هذا الحل معقد قليلا؟ بدل تحريك الجسم، أنا أقترح بأن تبقى ساكنا وتحرك السائل.

هذه فكرة جيدة، لقد صنعت هذا النموذج المصغر لقناة مائية مجهزة بمكبس في طرفها لتحريك الماء.

سرعة الماء على مقربة من المكبس هي نفسها سرعة المكبس.



# علاقة هوجونوت

سأدفع الآن السائل بهدوء، بسرعة (س) أبطأ من سرعته (س-م) داخل هذه الممر الضيق.

داخل هذه المنطقة الضيقة يكون مستوى الماء ثابت تقريباً، بينما حركته تتسارع.

مثل التيارات السريعة في الأنهار.

حسناً، كل هذا معروف، أليس كذلك؟

لا جديداً!

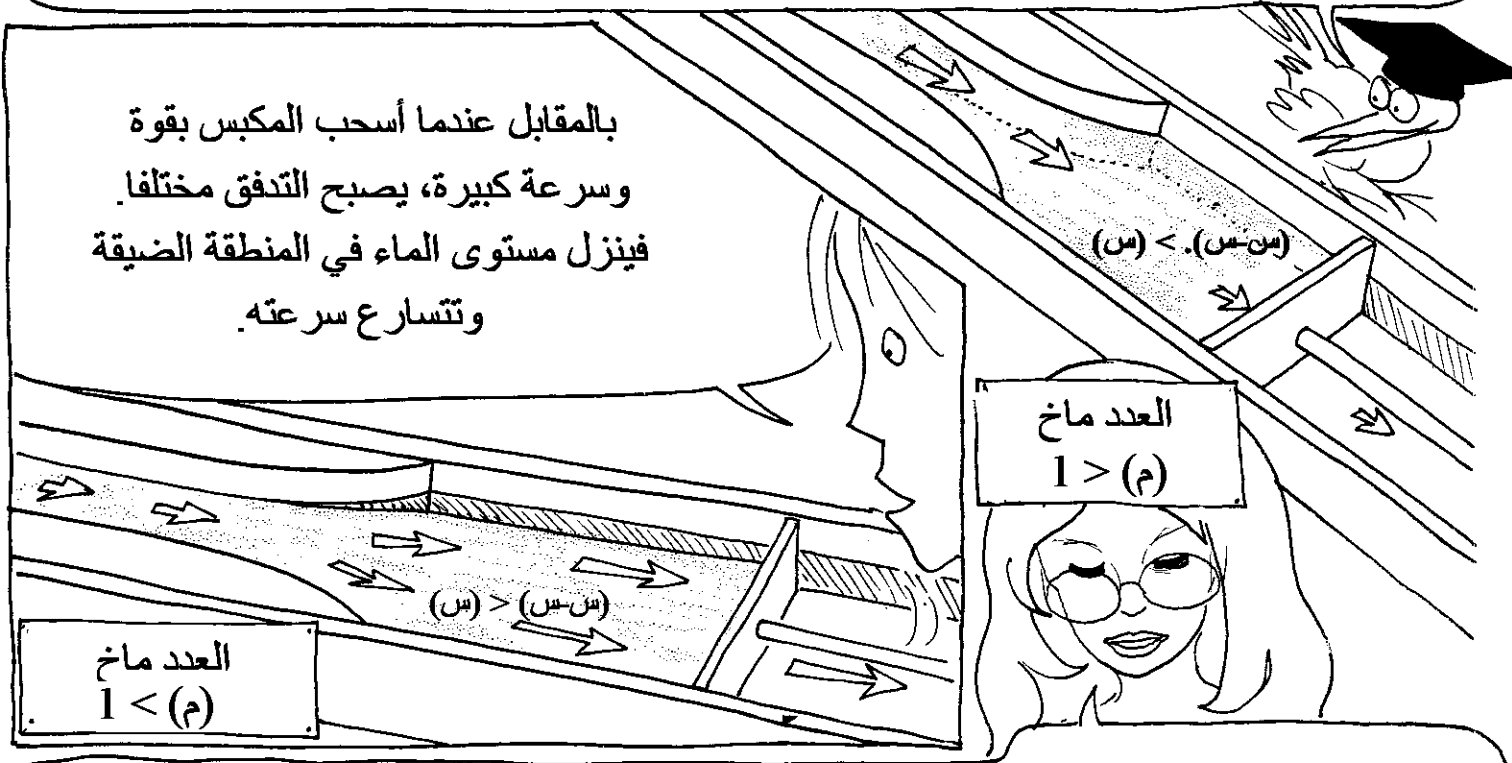
سأدفع الآن الماء بسرعة (س) أكبر من سرعة موجات السطح (س-م).

يتراكم الماء عند مدخل القناة الضيقة ويرتفع مستواه وتتناقص سرعته. هذا ما نبحث عنه

ماذا في حالة السحب بدل الدفع؟

يتصرف السائل بطريقتين مختلفتين تماماً، و يتوقف ذلك على ما إذا كانت قيمة العدد (م) = (س-س)/(س) (هذا العدد مماثل للعدد ماخ في الديناميكية الهوائية) أكبر أو أصغر من 1.

عندما نسحب المكبس برفق بحيث تبقى سرعة السائل (س) أقل من سرعة موجات السطح (س-س)، يتباطأ الماء في المنطقة الضيقة ويبقى مستوى الماء ثابت فعليا.



نظرية الفيزيائي الفرنسي "هوجونيوت" تلخص هذين التصرفين المختلفين جنريا.

السرعة (س) أصغر من سرعة الموجات السطحية (س-س). (العدد ماخ $1 > (م)$ )	السرعة (س) أكبر من سرعة الموجات السطحية (س-س). (العدد ماخ $1 < (م)$ )	هوجونيوت
يتسارع ثابت	يتناقص يرتفع	في منطقة ضيقة السائل مستوى السائل
يتناقص ثابت	يتسارع ينزل	في منطقة منفرجة السائل مستوى السائل

دعونا نر، كلما سرنا بسرعة بطيئة كلما زادت سرعة السائل.  
ما لم يكن العكس هو الصحيح...؟

هي هي ...



أوف...! أنا أسحب وأجر هذا المكبس طوال الوقت، هذا ممل جدا. علي أن أجد حلا بديلا.

هذه فكرة عبقرية! عندما أزيد من زاوية انحناء القناة،  
أتحكم في سرعة التدفق (س) كما يحلو لي.

لا، لم يتغير شيء،  
فالنتيجة هي نفسها تماما.

لقد غير كل شيء من جديد!

تأمل جيدا التدفق في المنطقة  
المنفرجة. عندما تكون سرعة  
السائل أصغر من السرعة الحرجة  
(س.س)، تتناقص هذه السرعة  
وعمليا يبقى مستوى ثابتا.

السرعة (س)  
أصغر من السرعة  
الحرجة (س.س).

العدد ماخ  $1 >$

عندما تصبح سرعة تدفق السائل (س)  
أكبر من السرعة الحرجة (س.س)،  
يرادف الانفراج انخفاض في مستوى السائل  
وتسارع في حركته.

(س.س)  $>$  (س)

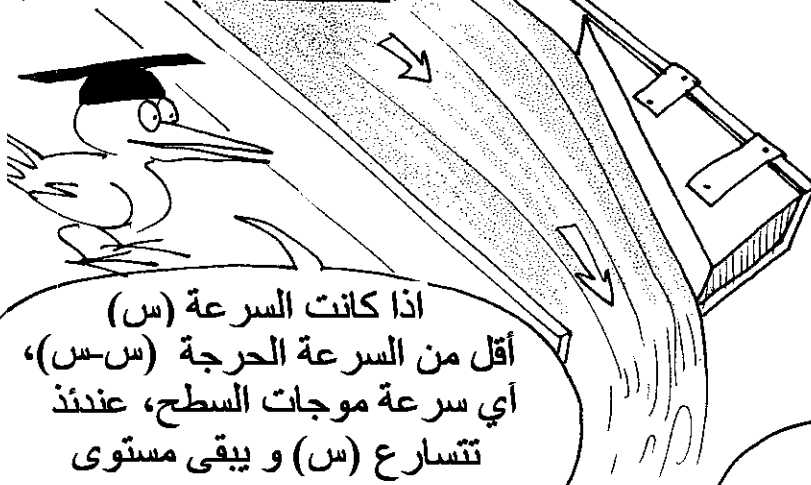
المنطقة  
المنفرجة

العدد ماخ  $1 <$

# جبهات الموجة

(س) أقل (س-س)  
والعدد (م) أصغر من 1.

الآن سنرى ماذا سيحدث عند تتدفق الماء  
داخل منطقة ضيقة.



إذا كانت السرعة (س)  
أقل من السرعة الحرجة (س-س)،  
أي سرعة موجات السطح، عندئذ  
تتسارع (س) و يبقى مستوى  
السطح ثابتاً.

أما إذا كانت السرعة (س) أكبر من (س-س)،  
يرتفع مستوى الماء وتتناقص سرعة السائل.

ارفع سرعة السائل  
يا سليم، وذلك بالزيادة في  
انحناء الخشبة!



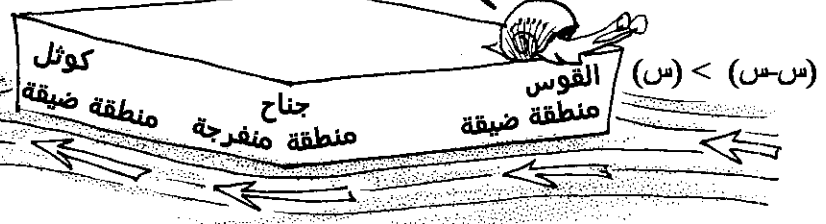
تتغير إذن مميزات السائل بشكل مفاجئ، عند عبور حاجز ماء، أي واجهة موجة.  
فتتباطأ سرعة الماء ويرتفع مستواه.

# تدفق حول الجانِب

الآن، وقد أعددت كل شيء، سأتمكن أخيراً من دراسة تدفق السوائل حول جانب ما. لنبدأ بنظام تكون فيه سرعة السائل أقل من السرعة الحرجة (س-س).

سأصنع جسم قارب عن طريق تجميع ثلاث ثنائيات سطوح.

يتسارع السائل في الجذع الذي يشكل منطقة ضيقة.



هم... هذا صحيح، تصبح السرعة قصوى عند الزاوية الثانية، أي الجناح. وتتباطأ بعد ذلك حتى مؤخرة الحاجز، بينما يبقى المستوى ثابتاً دائماً، حيث تصبح مساوية للسرعة الأولية (س).

يمكن للموجات السطحية التي تنتقل بالسرعة (س-ح) أن توصل التقدم وتنقل الطاقة إلى السائل. وهكذا، سيعلم السائل بقدوم شيء ما وسيكون له الوقت الكافي للتجهز لاستقباله والتعامل معه. سيميل للتحي جانبا قبل وصول الشيء.

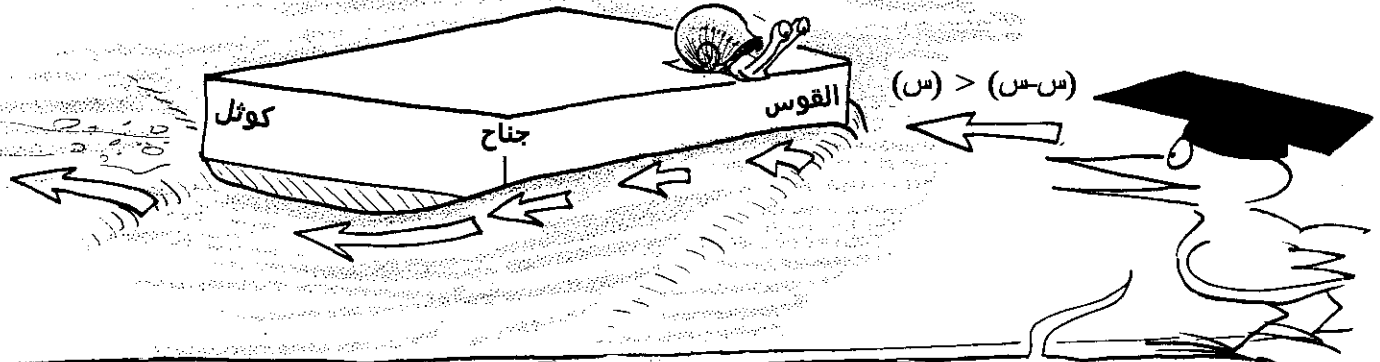


سأقوم الآن بإمالة القناة أكثر قليلا، حتى تصبح سرعة تدفق المياه (س) أكبر من السرعة الحرجة للموجات السطحية.

(س-س) < (س)

هيه... نحن قادمون!

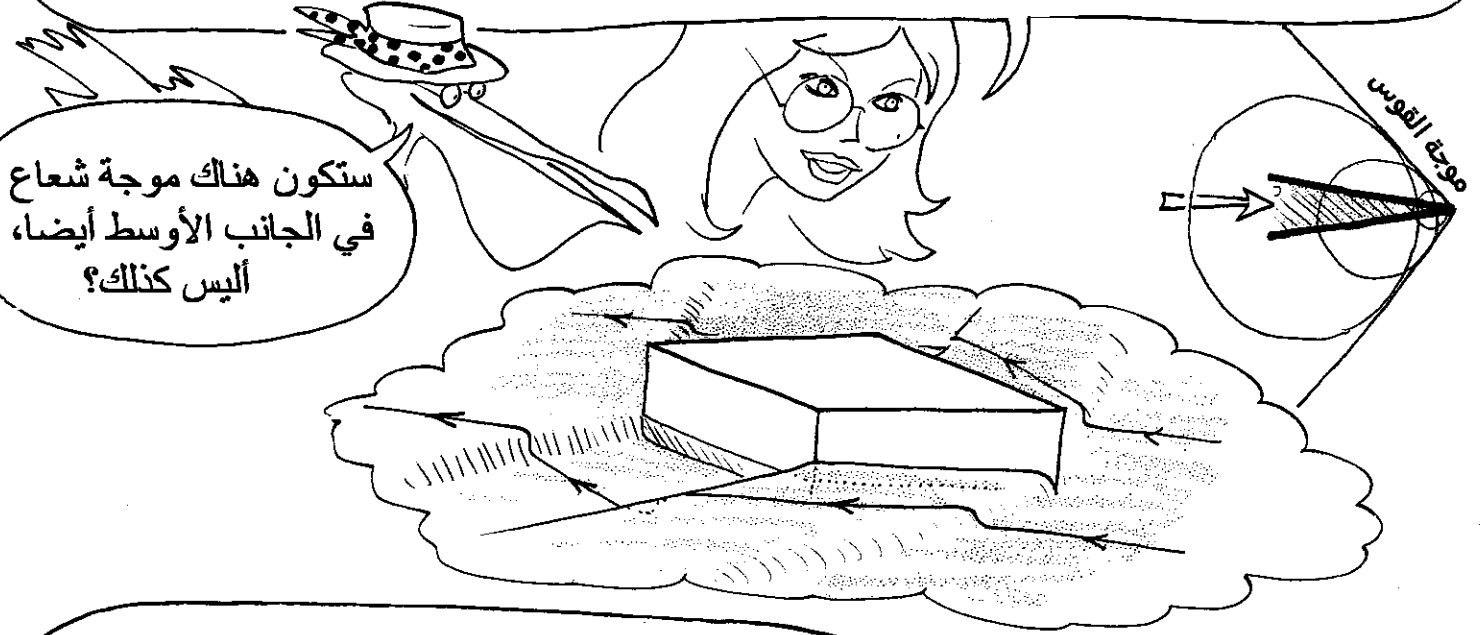
حسب خاصية هو غونيويت، نحن نعرف أن السائل يبطئ عند القوس، ويسرع في الجانب أو الشعاع، ويبطئ من جديد عند الكوثل (المؤخرة).



تفرمل سرعة السائل بشكل مفاجئ عند القوس ويرتفع مستواه قليلا عن مستوى العام للماء. يعود السائل للتسارع عند الجانب، بل ويصبح ذو سرعة أكبر من السرعة العامة للتدفق الحر. في نفس الوقت ينزل مستوى السائل عن المستوى العام للماء. أما عند الكوثل فتضبط فجأة السرعة والمستوى إلى قيمهما الأولية.

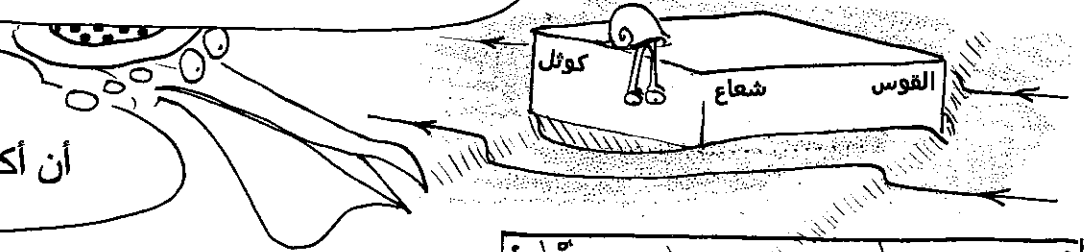
# موجة القوس

تتواجد في هذا النظام، حيث السرعة (س) أكبر من سرعة الموجات السطحية (س-س)،  
جبهات للموجة. فالقوس مثلا، يولد موجات سطحية بطيئة جدا، لا تستطيع التقدم إلى الأمام  
وتتراكم على بعضها البعض مشكلة تلة مائبة أو ما نسميه موجة القوس.

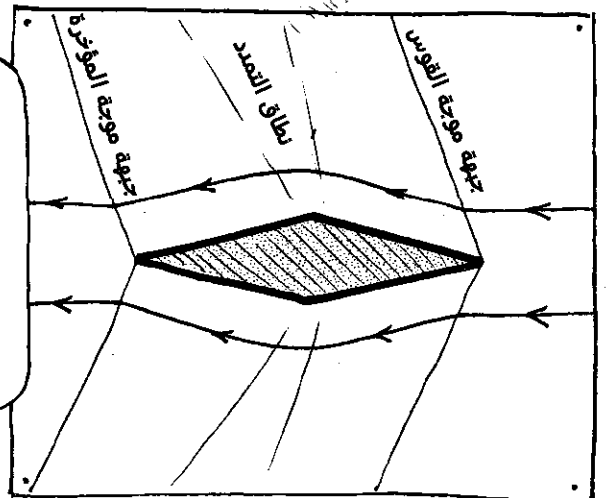


لا، لن تكون هناك جبهة تمدد، في الظاهر  
سيحدث الأمر بلطف.

كل مرة أحوال فيها  
أن أكون سباقا للحل وأفضل!



نعم يا ليون، تغير السرعة والمستوى يكون عند  
القوس والكوتل بشكل مفاجئ عن طريق جبهات  
الموجة. بالمقابل، عند الجانب، أو الشعاع، تتغير  
السرعة والمستوى بشكل مستمر عبر نطاق التمدد.



الملاحظة يا ليون، الملاحظة.

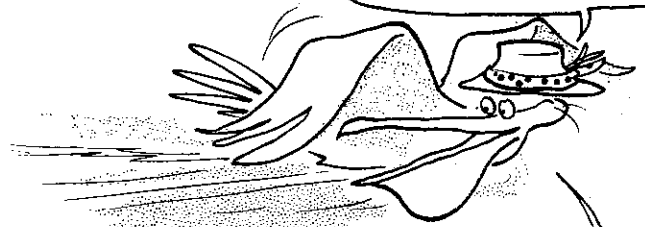


اه، هذا واضح الآن.



انتبه، أنظر أمامك! الجسر...

تيريسياس محق.



ليس من السهل أن أراقب  
والأحظ ما تحت أجنحتي...

ضحية أخرى باسم العلم.



في السفن الحقيقية، يتشكل الشعاع، أو الجانب، من سلسلة مكونة  
من العديد من الزوايا الصغيرة

الخلف

الامام

وموجة المؤخرة تضمن الربط مع سائل المصب، وهو ما يفسر كون  
السفن لا تخلف أخاديد خلفها.

اه يا تيريسياي، أنت تفاجئنا دائما.  
ما هو هذا المبدأ!



المرجو ترك السائل في الحالة  
التي وجدناه عليها في البداية.

بنفس الطريقة، فان فارق السرعة المتبقي، الناتج  
عن جرف القوس للمياه عن طريق الاحتكاك، يتم  
إلغائه بإضطراب أثر سير القارب في الماء.

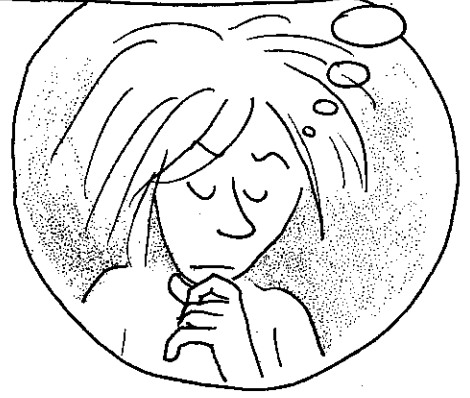
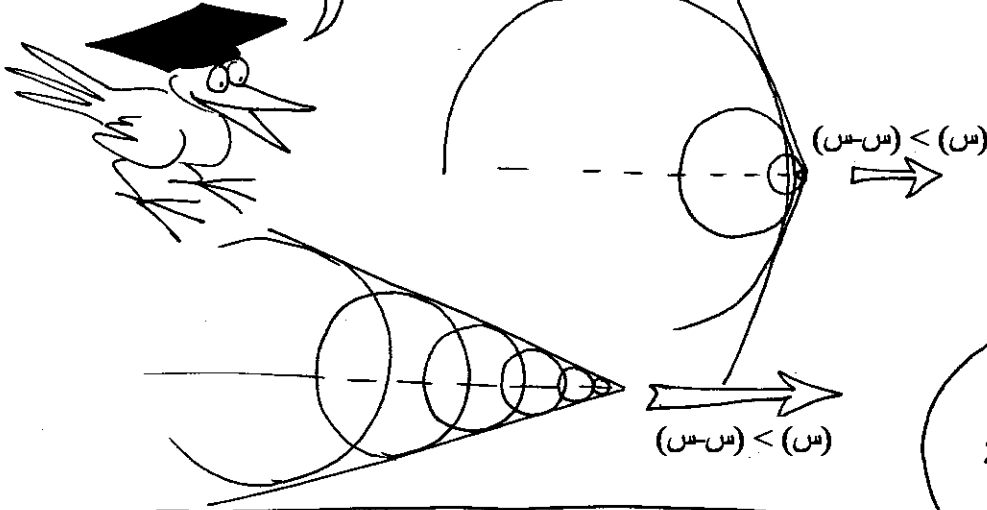


حسنا، بالنسبة لي لقد توصلت إلى  
المبدأ الأساسي لميكانيكا السوائل.

# قياس السرعة

إذا وضعنا إبرة رفيعة داخل تدفق سرعته (س) أكبر من سرعة موجات السطح (س-س)، كلما كانت السرعة كبيرة كلما كانت جبهات الموجة مائلة على المسار.

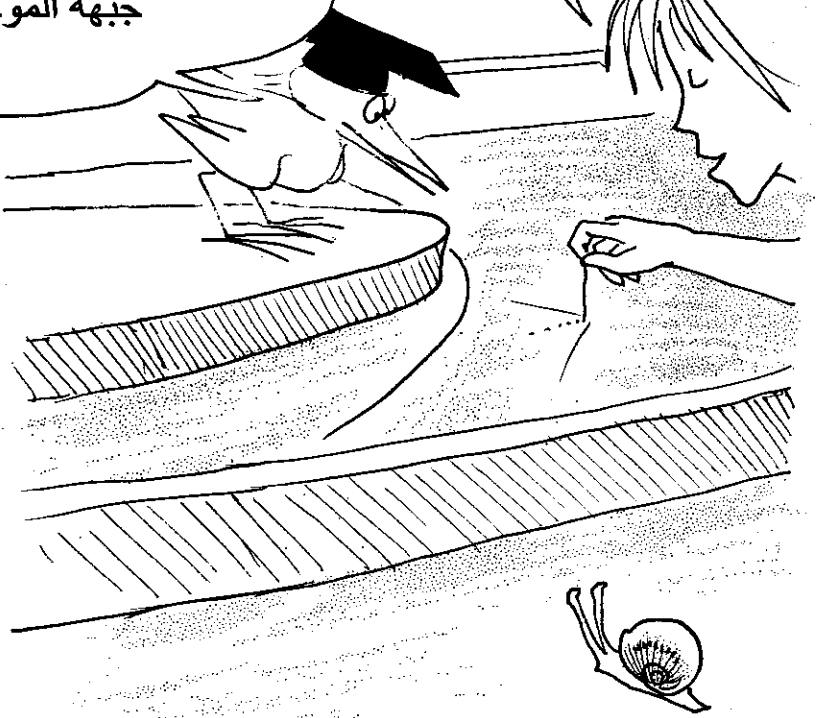
لفهم ما يجري علي أن أجد طريقة لقياس السرعة.



(\* يا سلام يا "ماكس"، أنت محق. ستمكنا هذه الطريقة من قياس السرعة.

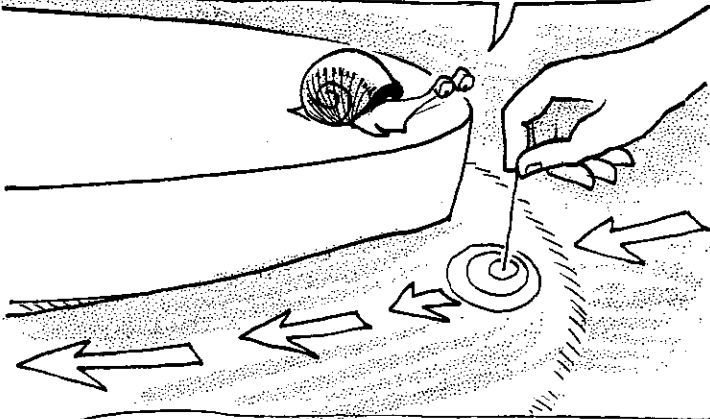
هل رأيت ذلك؟ عمدا تكون جبهة الشيء حادة، تتشكل جبهة الموجة في المقدمة، وتشكل موجة منفصلة.

اووه لا! لم تعد تعمل الآن.



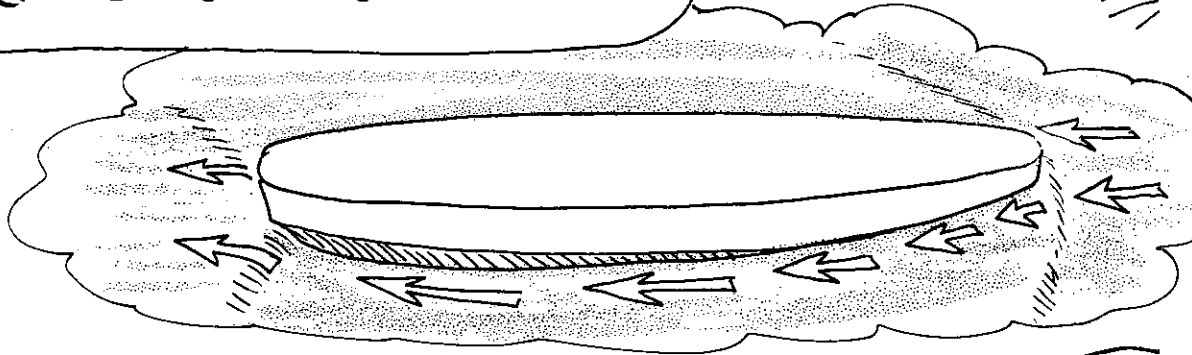
في هذه الحالة، وكان الشيء ينشئ، بفضل  
موجة الشعاع، نطاقا مناسباً، سرعته (س)  
أصغر من سرعة موجة السطح (س-س)،  
لينتشر فيه بيسر.

هذا طبيعي. لقد أصبحت السرعة أصغر  
من (س-س) داخل هذا النطاق القريب  
من قوس الحاد.



ولكن، كيف سيتم صرف المياه بهذه السرعة البطيئة جداً؟

هذا بديهي يا عزيزي ليون: حيث يتباطأ السائل يرتفع  
مستوى الماء، والعكس صحيح.



أصبحت الامور أكثر وضوحاً الآن.

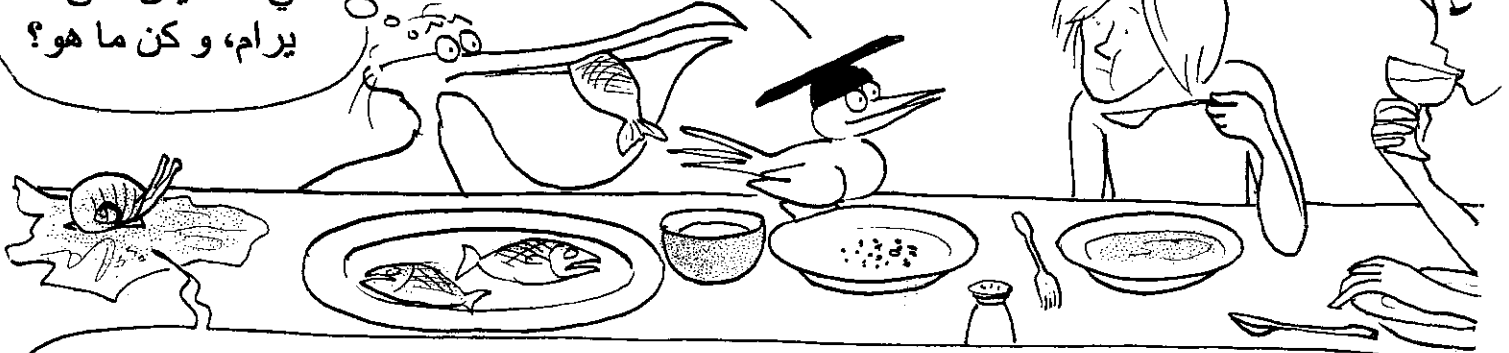
هيا أيها العلماء المحاربون،  
حان وقت العشاء.



إنها تستهلك الطاقة، هذا أكيد!

سيكون الوضع أحسن إذا تخلصنا  
من هذه الموجات.

شيء ما ليس على ما  
يرام، وكن ما هو؟

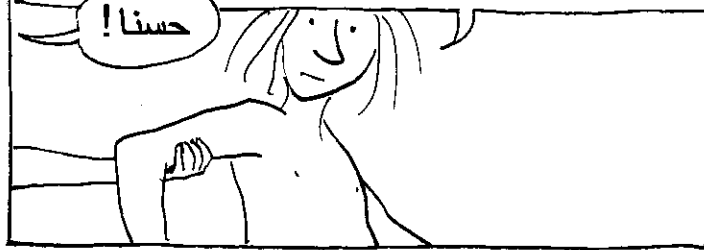


أنها تحتوي على الطاقة. الدليل على ذلك هو أن الجار تمكن من هدم الرصيف الخشبي.

إنن، حتى إذا تحركنا بسرعة أكبر  
سرعة موجات السطح، يجب التعامل  
مع السائل في المنبع.

إذا نجحنا في إنذار السائل في  
المقدمة، لن تنشأ الموجة.

حسنا!



اه!

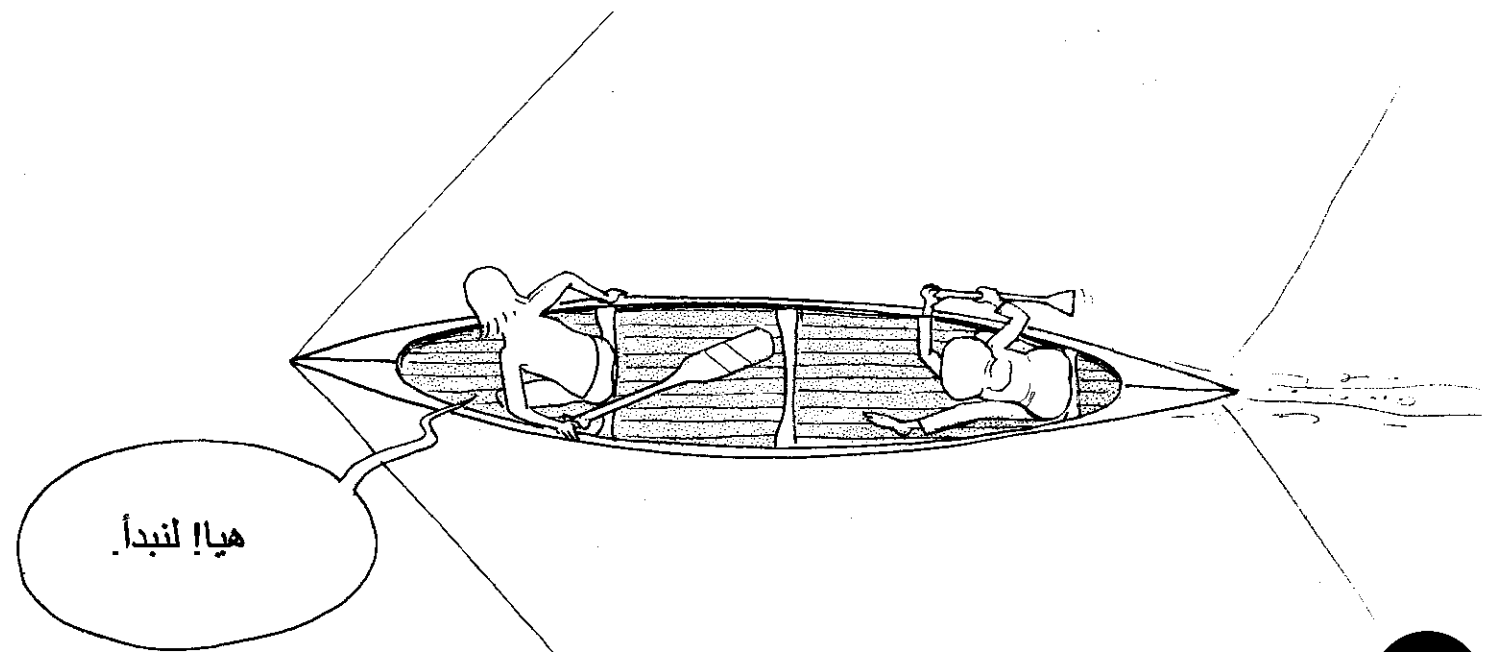
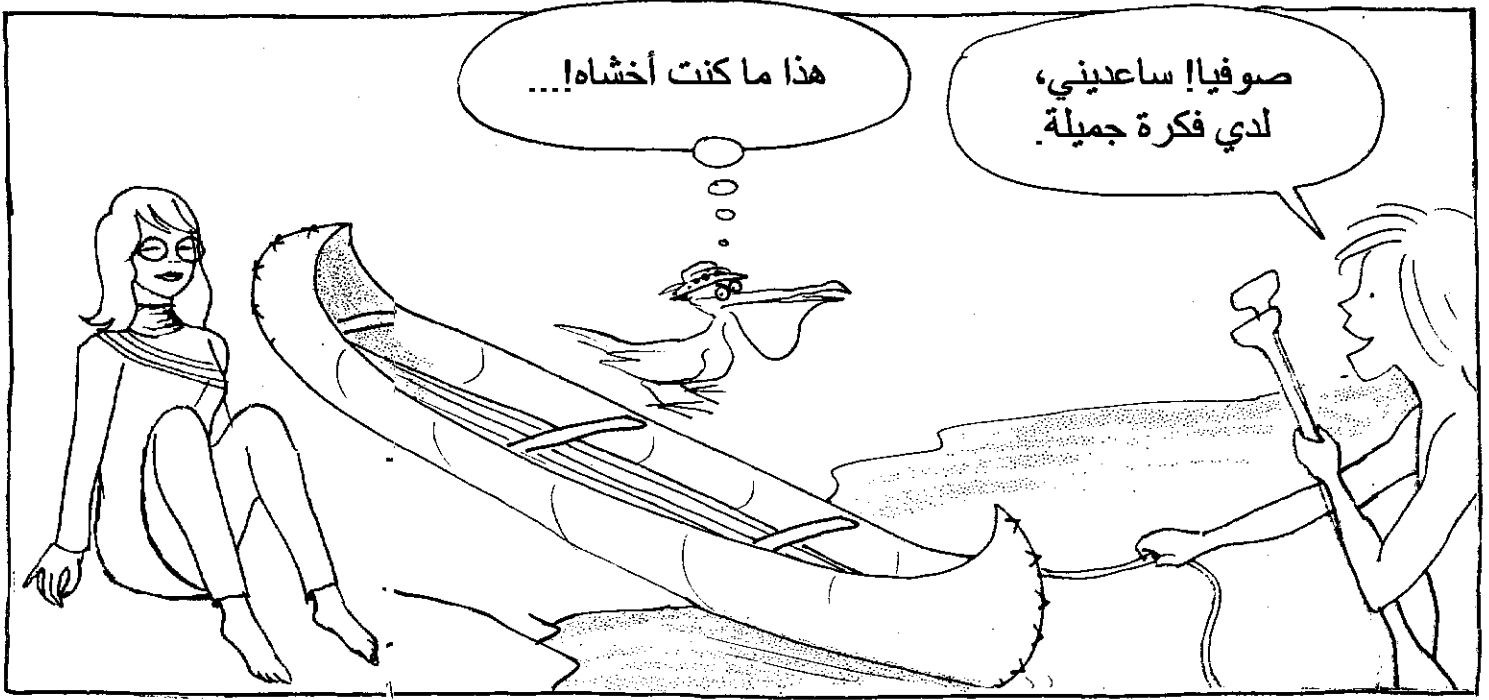


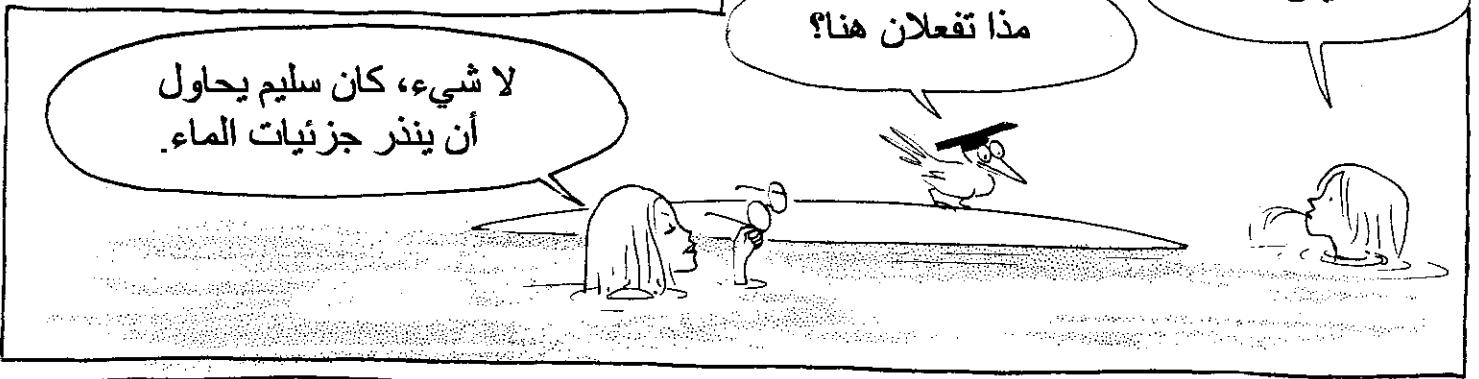
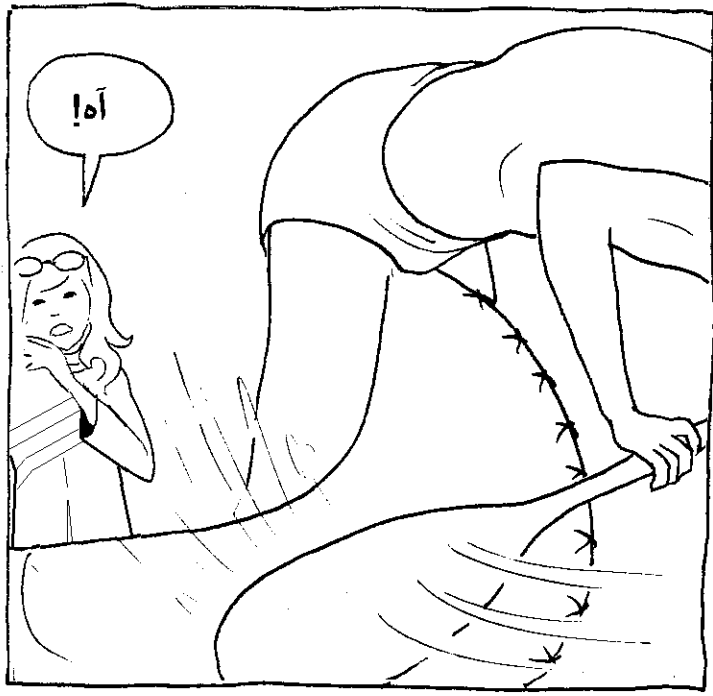
يجب أن يكون هناك حل.



الوانتي ...







أنا لا أفهم ما الهدف من تجربتك! إذا كنت تحاول إنذار السائل، كما تزعم، سيكون عليك أن تثبت في المقدمة أجسام مادية، ستتجذب بدورها موجات إضافية. هذه حلقة مفرغة.



أنها تزعم أن الإبحار دون إحداث موجات الشعاع أمر مستحيل.

# عندما اكتشف سليم المغناطيس الفيديويديناميكي

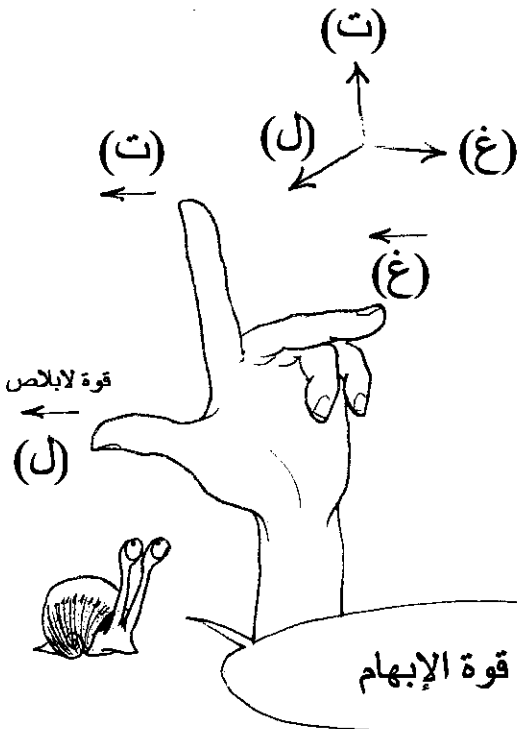
نستطيع التأثير في السائل عن بعد قبل أن يصل إلينا.  
هذا ما قرأته في هذا الكتاب.

ولكن كيف ذلك؟ بواسطة قوى سحرية؟

لا، بل باستعمال القوى  
الكهرومغناطيسية.

إذا أحدثنا في سائل ما، مجالاً مغناطيسياً (غ)  
وتياراً كهربائياً (ت) متعمدان، سيخضع السائل  
لقوة لابلاص ذات الشدة (غ-ت) والتي بإمكاننا  
تحديد منحائها عن طريق قاعدة الأصابع  
الثلاثة:

لنشكل ثلاثي سطوح بالإبهام والسبابة  
والأصبع الأوسط؛ إذا كان التيار الكهربائي  
نو الشدة (ت) يتبع منحى السبابة والمجال  
المغناطيسي يتبع الأصبع الأوسط فستنشأ  
قوة اتجاهها هو منحى الإبهام.



ما هذا التركيب؟

أقد صنعت محولا مغناطيسيا  
هيدروديناميكيا، شبيه بذلك الذي  
صنعه العالم الفيزيائي الإنجليزي  
"فاراداي" عام 1860.

محول! ولماذا؟

لأنه يحول الطاقة الكهربائية إلى حركة، أي طاقة حركية.

تشكل اتجاهات المجال المغناطيسي (غ)←  
والتيار الكهربائي (ت)→ ثم محور القناة  
ثلاثي سطوح.

هذا السلك الموصل الملفوف ينشأ مجالا مغناطيسيا وقد وضعت ملحا في الماء حتى  
يصبح موصلا بشكل أكبر. أداة تنظيم التيار هذه (أو المقاوم المتغير) ستمكنني من التحكم  
في شدة التيار الكهربائي الذي يسري في الماء.

بتغيير التيار (ت)←  
والمجال (غ) يمكنك  
تسريع أو إبطاء سرعة  
السائل كما يحلو لك.



# معايير التفاعل

أما الآن فقط خاطنا كل شيء.

هذا هراء!

أعتقد بأن هذه الحكاية قد أصبحت أكثر تعقيدا.

في البداية كان نتكلم  
عن تدفق السوائل.

أنا أحاول أن أغير المعطيات  
الطبيعية لميكانيكا السوائل  
بزيادة عوامل إضافية: قوى  
تؤثر في كتلة السائل عن بعد.

حسنا، ماذا سنصنع اليوم؟

لم أعد أفقه شيئا!

ومن قال أن تأثير هذه القوى سيكون كافيا؟

لقد أصبح الأمر مثيرا.

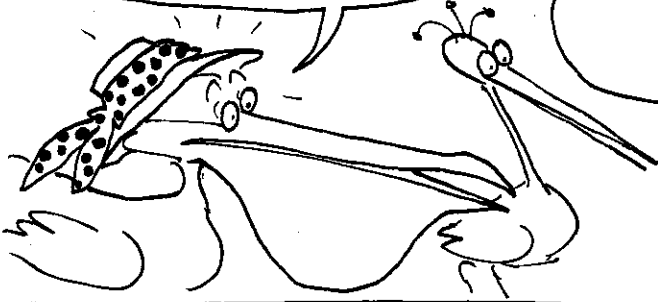
أعتقد أنها مسألة طاقة.

يبدو أن سليم متحمس  
للتجارب اليوم.

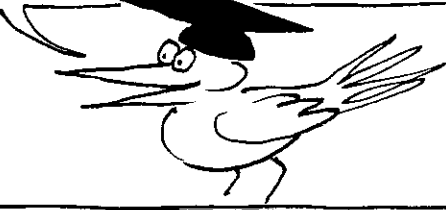
ماذا تعني؟

يمتلك السائل طاقة حركية ومن أجل تغيير  
سرعته عن طريق قوى لايلاص سيكون من  
الضروري أن نبذل طاقة بنفس القدر.

ماذا؟!  
هذا هراء يا "ماكس"!



سأذهب معك بعيدا في التحليل.  
منطقيا إذا كانت الطاقة المنقولة عن طريق قوى  
لابلاص أكبر من الطاقة الحركية للسائل فسيكون في  
استطاعتنا التحكم في التدفق بشكل كامل.



كنت أتمنى أن تكون صوفيا معنا الآن،  
ولكن يبدو أنها في الشاطئ.



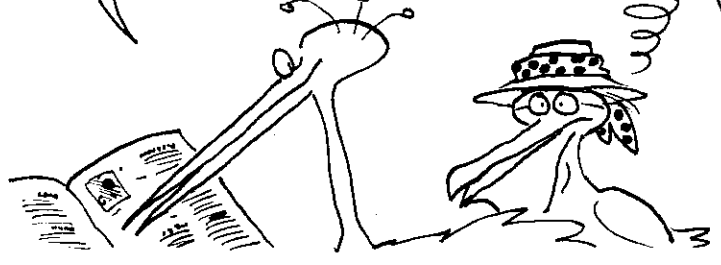
لا أعتقد أن هذا "المغناطيس الهيدروديناميكي"  
سيفيدنا في أي شيء.

ماذا يحصل عندكم يا صديقي؟

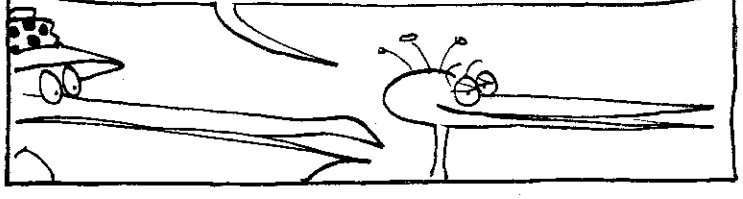


اووه، إذا لم نراقب سليم فسيتمادى في حماقاته!

اممم... الهيدروميكانكا، نستطيع أن نجدها  
في المنجد العلمي!

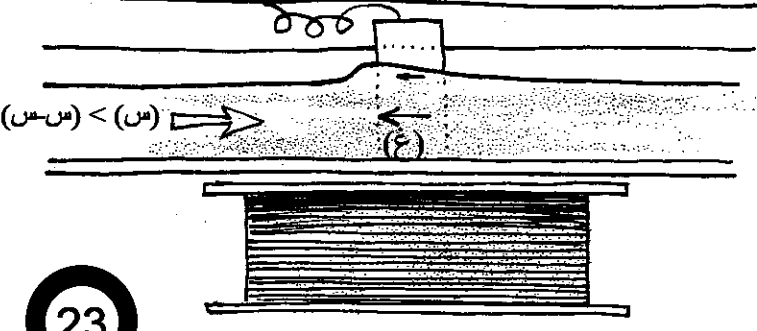
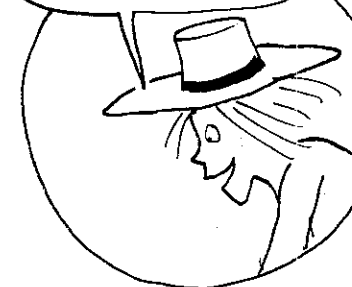


مخاوفك غير مجدية، ما هذا إلا الجهد المنخفض.  
ماذا باستطاعتنا أن نفعل ب 40 فولت  
و 10000 غوس؟



عندما أستخدم هذا النظام كمبطئ للسرعة، عن طريق بدل طاقة كافية،  
نجحت في خلق جبهة موجات ثابتة بدون استعمال حاجز مادي عدى  
قوة لابلاص.

واو، أنظروا!!



لا شك في هذا!

هذا جيد، ولكن ماذا بعد؟

ولكن، كل هذا كلاسيكي.  
هذا معروف منذ سنوات.

هذه فيزياء كلاسيكية بشكل كامل.

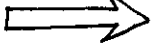
# الإنسداد

في هذه القناة الثانية، سأصنع نطاقا ضيقا بواسطة هذه القطع.

لا أقطاب كهربائية ولا مجالات مغناطيسية.

طالما النطاق الضيق منفرج شيئا ما،  
فستتقاطع جبهات الموجة.

(س) < (س-س)



أما إذا كان النطاق الضيق مهما جدا، ستميل جبهات الموجة نحو المقدمة في  
موجة أمامية واحدة وستستقر عند مدخل المضيق. وذلك رغم أن السائل سيواصل  
تدفقه، نسمي هذه الظاهرة إنسدادا.

والآن، هل تبين لكم أنني صنعت نفس الإنسداد عن طريق تضيق القناة.

نعم، وما الغريب في الأمر؟

إذا أضاف سليم لنطاق الضيق قوى لابلاص إضافية سيحصل على انسداد أكثر حدة.

هذا كل شيء.

ما رأيكم؟

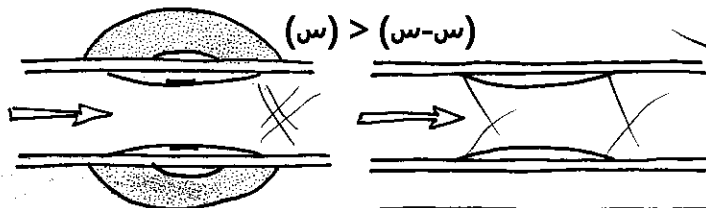
هذا الشاب يلهو بخلق جبهات الموجة عن طريق قوة لابلاص. إنه يستمتع بوقته.

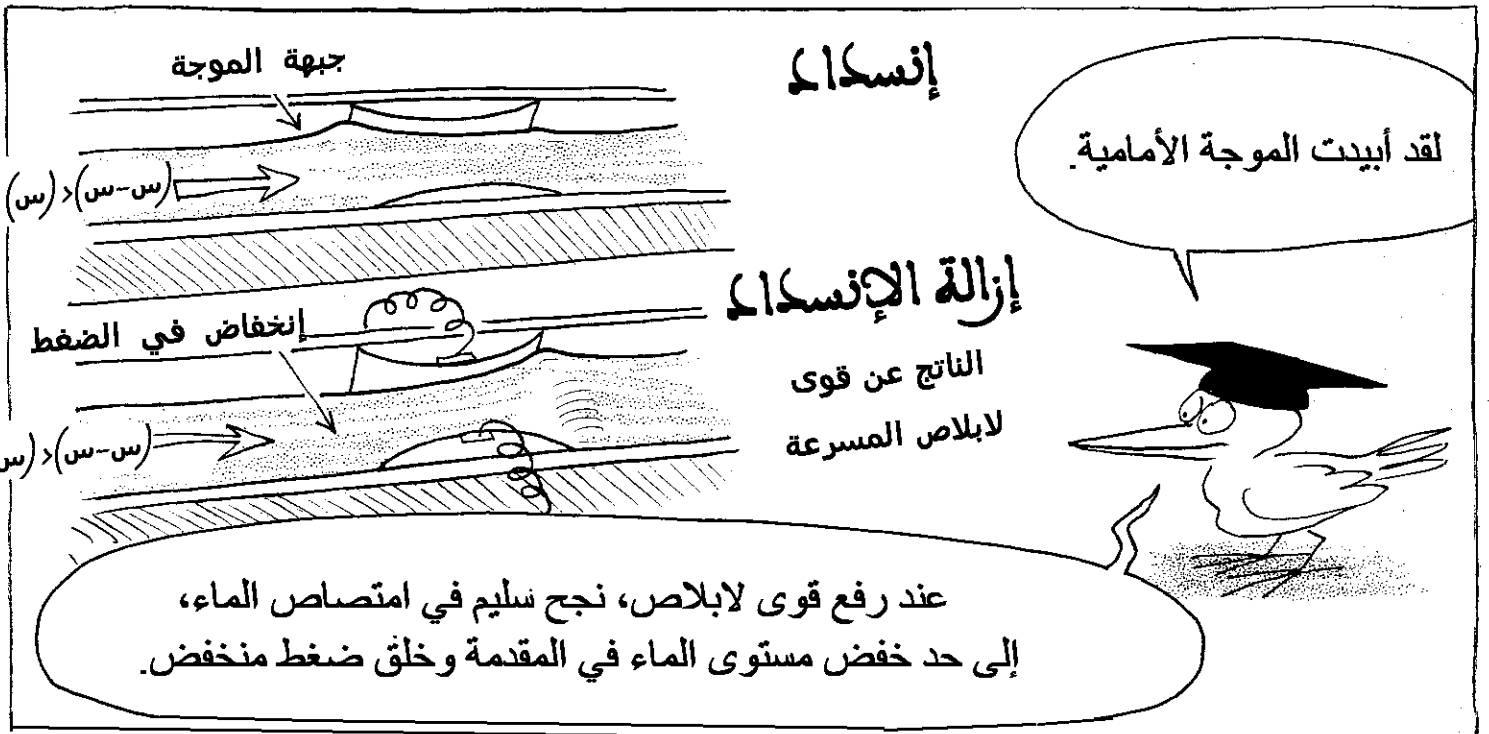
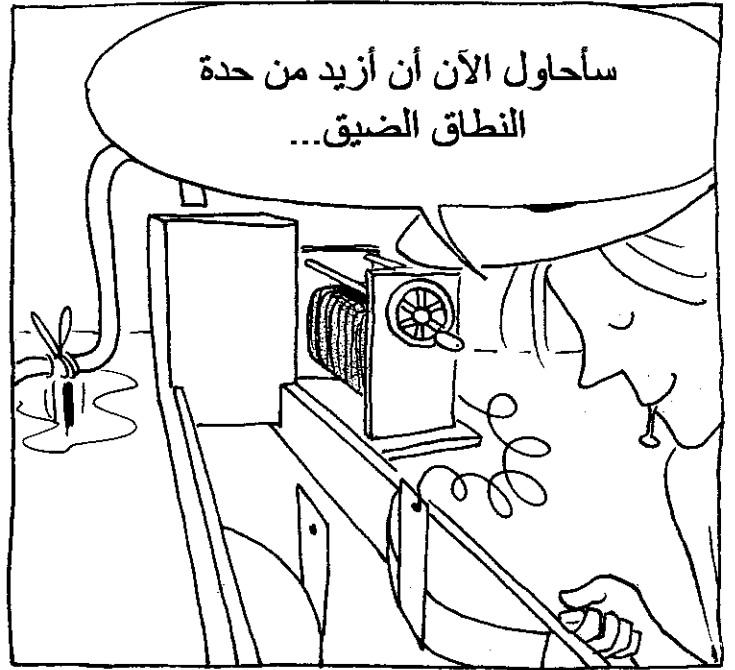
أنا أوافقك الرأي..

ولكن إذا عكست قوة لابلاص؟

## إزالة الإنسداد

سأبدأ بحالة النطاق الضيق المنفرج قليلاً.  
لعكس القوة علي إما أن أعكس لمجال المغناطيسي (غ) أو التيار (ت). وهكذا، إذا كان حاصل ضرب (غ)×(ت) مرتفع (\*) ففوة لابلاص المسرعة ستلغي جبهات الموجة الامامية.

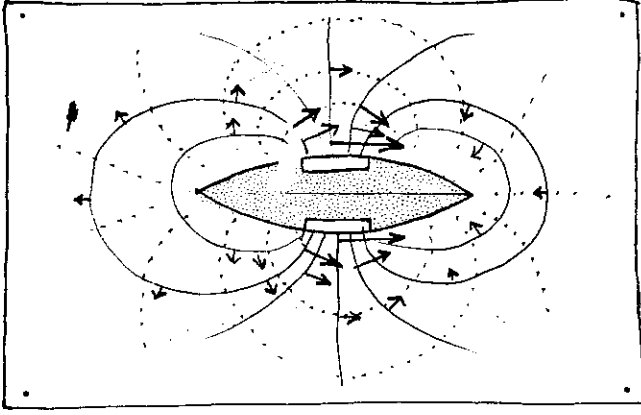




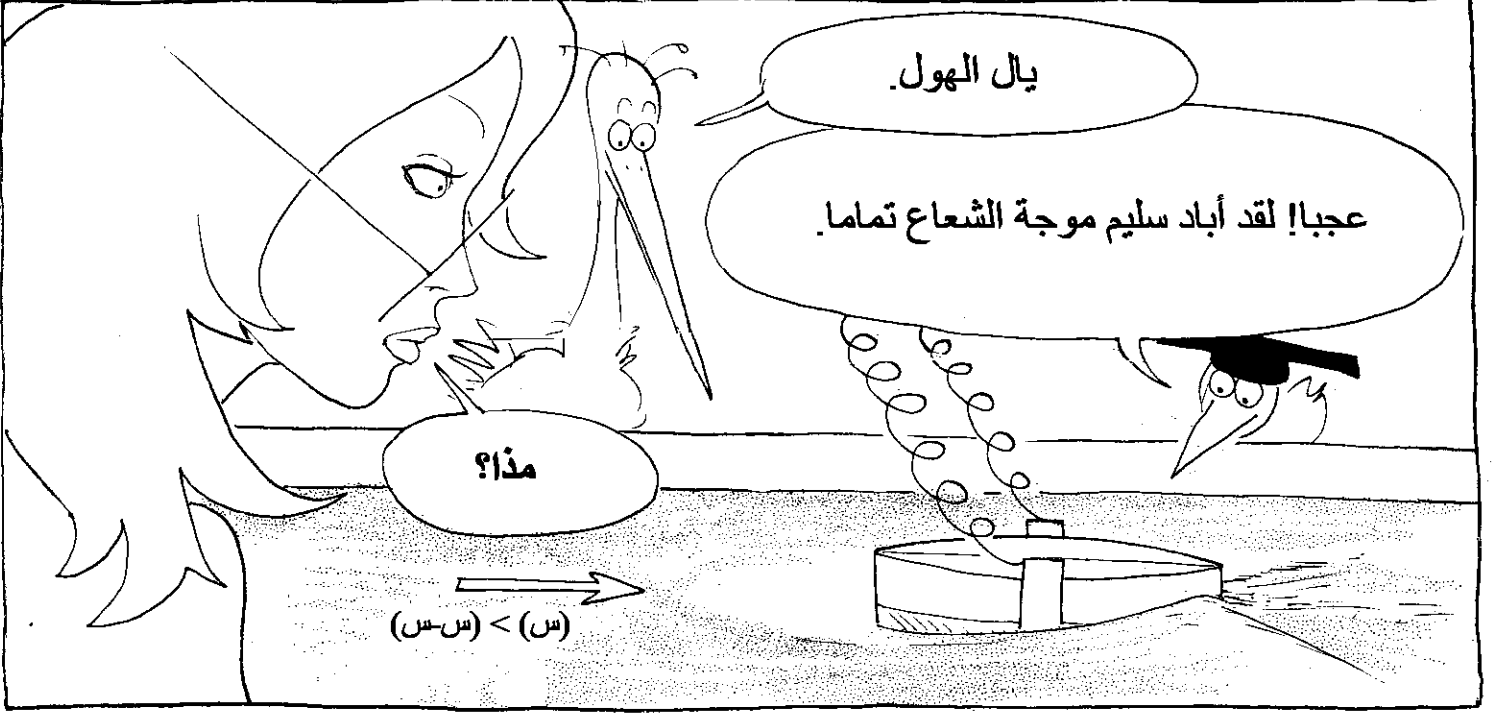


# التخلص من موجة الشعاع





بتطبيق قاعدة الأصابع  
الثلاثة، هذا هو منحى مجال  
القوة التي سيخضع لها  
السائل.



يال الهول.

عجبا! لقد أباد سليم موجة الشعاع تماما.

ماذا؟

(س) < (س-س)

أثير انتباهكم أنه رغم تخلصنا من موجة الشعاع،  
فبالمقابل ستبقى موجة الكوئل (أو موجة المؤخرة)

ماذا يريد أن يصنع  
هذا الفتى؟

هذا بديهي، أليس كذلك؟

ولكنك تزعم أن هدفك الأساسي هو نشر  
المعرفة أليس كذلك؟

لم أعد أفقه شيئاً!

عندما ننشر مسائل غير معروفة،  
هل تعرف ماذا نسمي ذلك؟

لا، هذا ليس بديهياً! وأنا أتساءل كيف  
وصل إلى هذه النتيجة؟

هذا يسمى البحث العلمي

مهلاً، أمام أجسام أكثر اتساعاً،  
تصبح موجة الأمامية أكثر انفصالاً.

أه...  
أنت محق

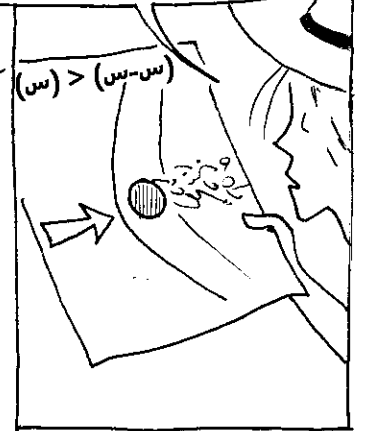
هل فهمت الآن؟

# كيف تصنع مسرعاً مغناطيسياً فيزيائياً

ما علي سوى أن أثبت قطبين  
كهربائيين من النحاس على قلم رصاص.  
(\*)

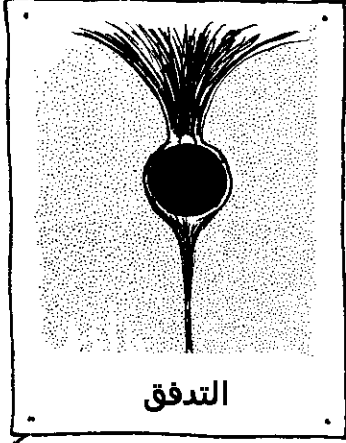
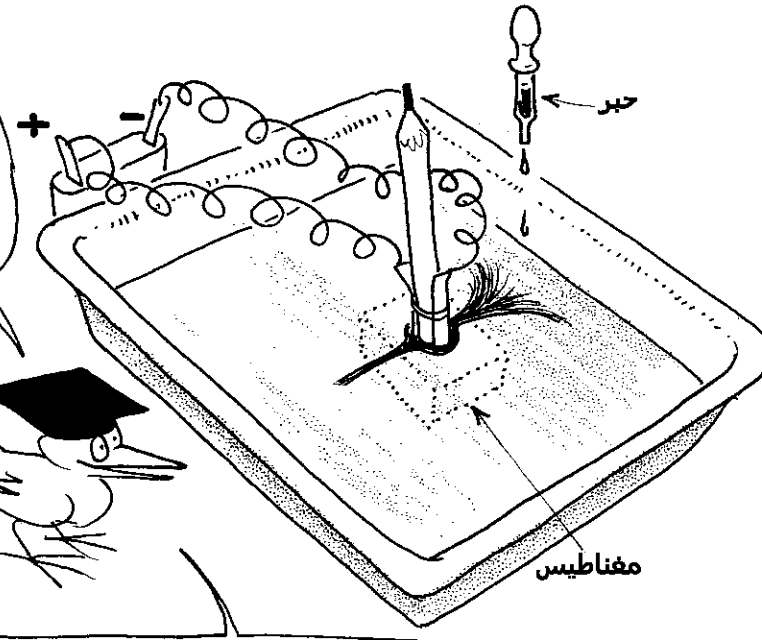
كحد أقصى، من الممكن  
أن يكون الجسم أسطوانة.

بواسطة وعاء ممتلئ بالماء المالح  
ومغناطيس، يمكننا أن نبين بشكل واضح  
ظاهرة الضخ الناتج عن قوى لابلاص.

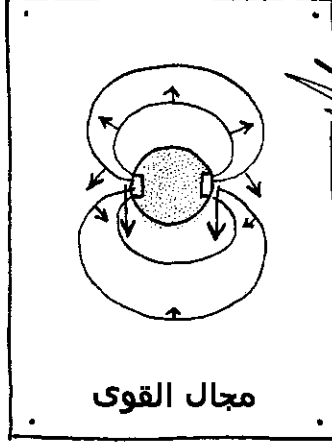




المغناطيس أسفل هذا الوعاء، يحدث  
مجالا مغناطيسيا (غ) عموديا، ونستطيع  
مشاهدة الضخ بواسطة الحبر.

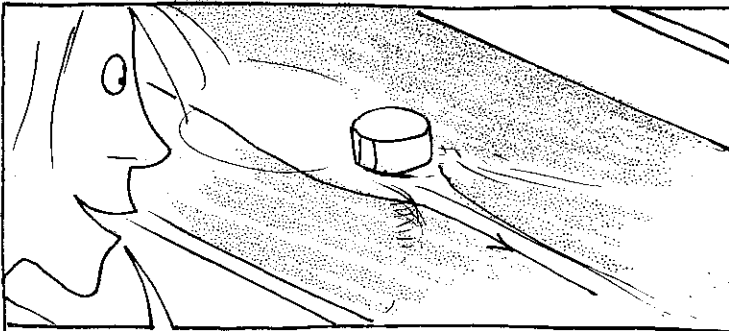


التدفق

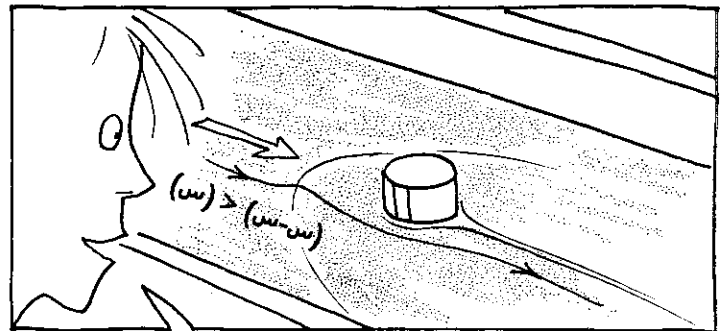


مجال القوى

بواسطة مغناطيس مستمر  
صغير وبطارية للجيب، نستطيع أن نبين  
بشكل جلي تأثير الضخ. ولكن من أجل التأثير بشكل كاف على السائل، لدرجة نستطيع  
من خلالها تغيير شكل جبهات الموجات، يستلزم قوى لابلاص بشدة أكبر بعشرة أضعاف.



سأزيد من شدة القوة أكثر فأكثر. الموجة الأمامية  
تختفي، وتعوض بانخفاض ضغط مستوى السائل.



سأدخل هذا النموذج في قناتي التجريبية،  
وسأضعف القوة. أولا يجب أن يكون أثر الجسم  
في ماء غير مضطرب؛ الموجة الأمامية تتشوه.

ما رأيك الآن؟

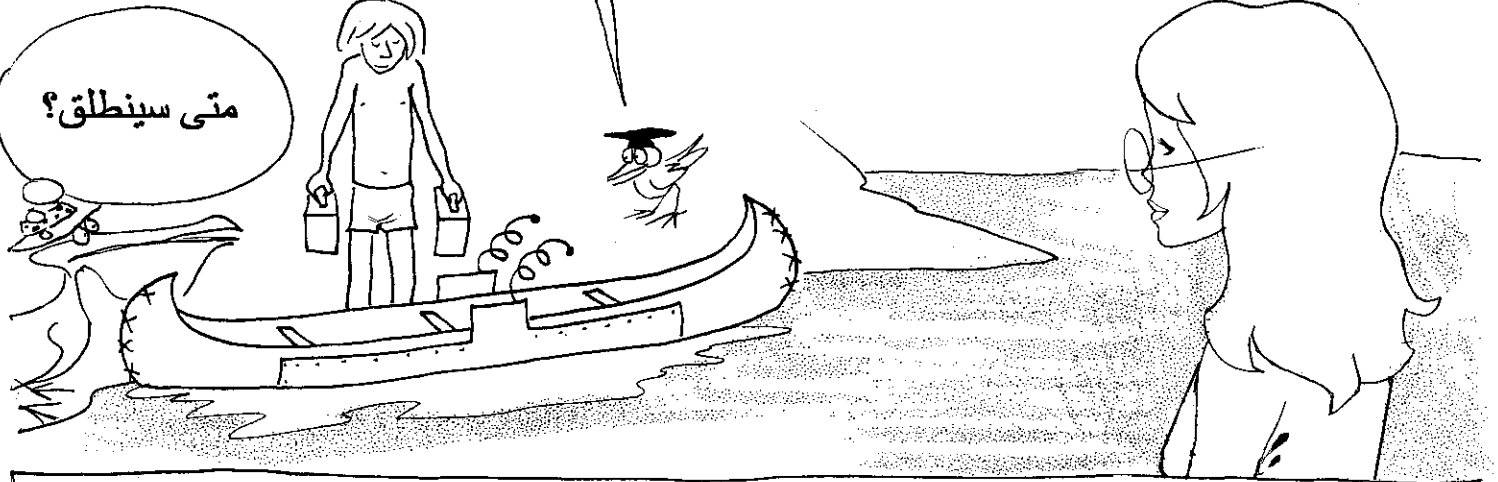
هذا جيد، لنمر الآن إلى التطبيق!

انتظرنى يا سليم.

قوى لابلاص تآثر في السائل عن بعد. أعتقد أن سليم قد وجد  
طريقة لإنذار السائل في المقدمة.

أخيرا! ها هو سليم يهين  
ويجهز القارب.

متى سينطلق؟

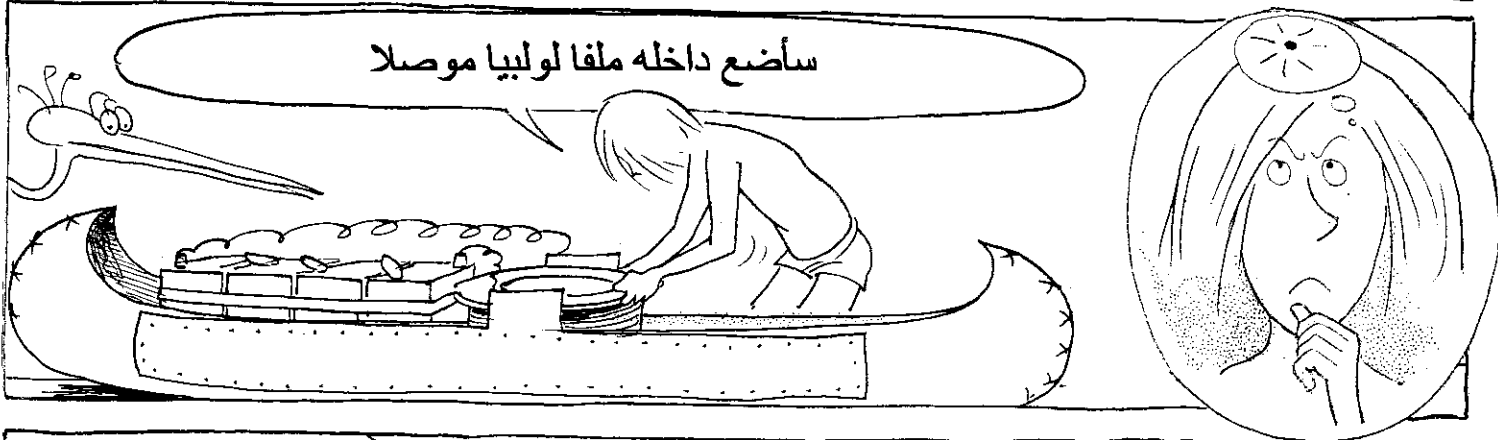


ياه! لقد نسيت خاصية هذا الشيء.

أين ستجد المجال المغناطيسي؟



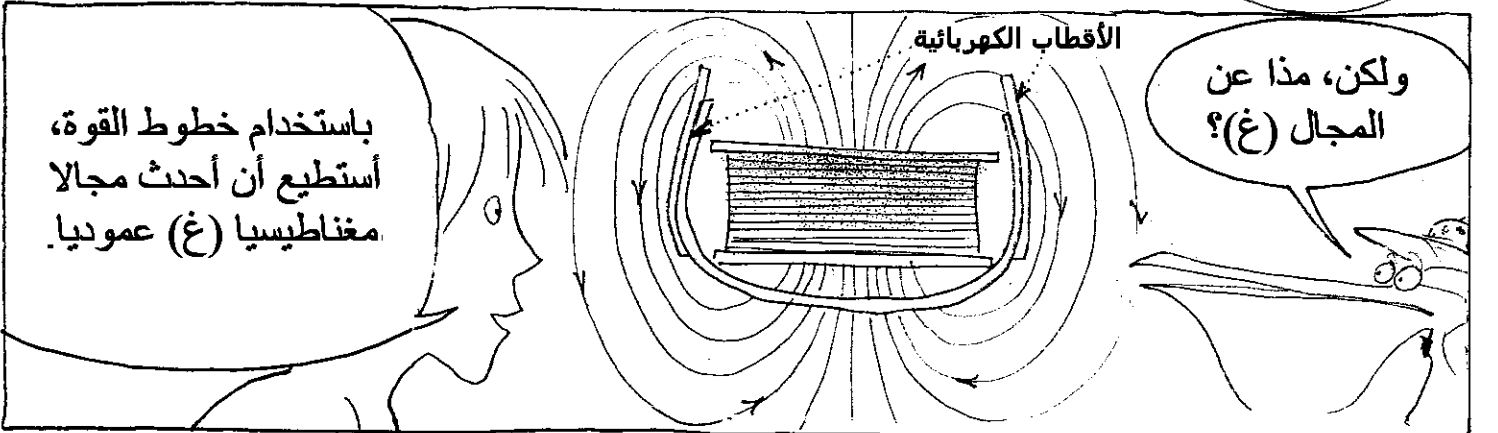
سأضع داخله ملفا لوليبيا موصلا



باستخدام خطوط القوة،  
أستطيع أن أحدث مجالا  
مغناطيسيا (غ) عموديا.

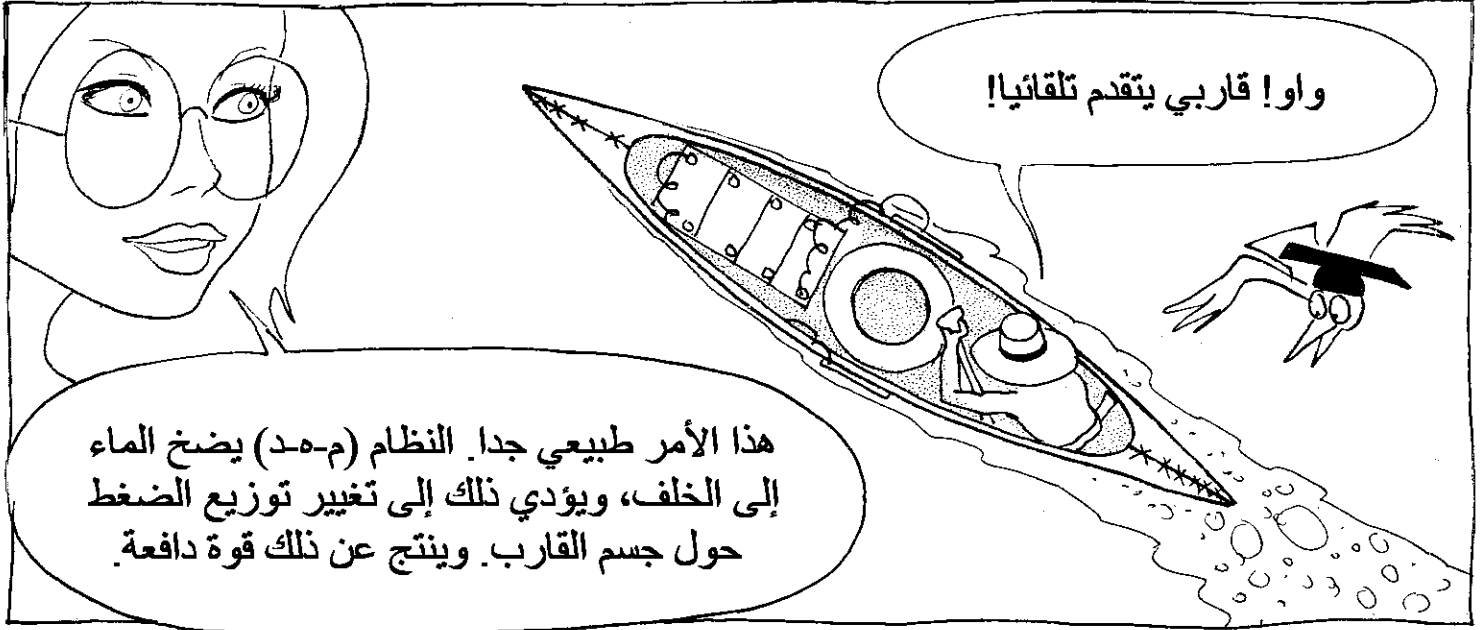
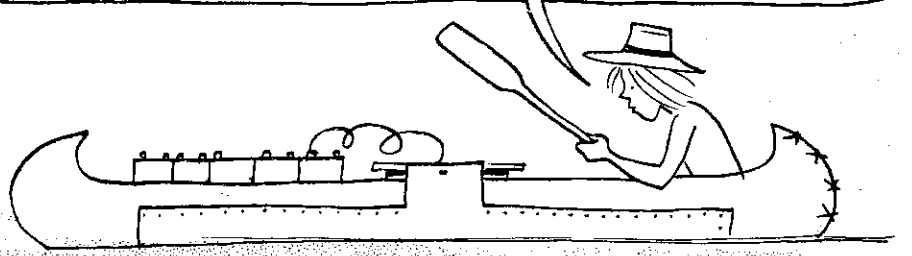
الأقطاب الكهربائية

ولكن، ماذا عن  
المجال (غ)؟

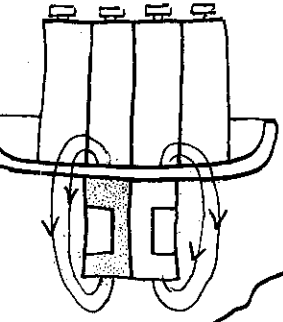


# الدافع (م-ه-ك)

لقد شغلت مبدد الموجات الشعاعية. علي الآن أن أجد حتى تصبح سرعة القارب (س) أكبر من سرعة الموجات السطحية (س-س).



# المرحوك (م-ه-ك)



ما رأيكم في هذا النوع من السفن؟ لقد ربطت مغناطيسا ثابتا أسفل جسم السفينة، أما الأقطاب الكهربائية فهي مرتبطة ببطارية.

ولكن!؟ الحركة بطيئة جدا! مقدار قوة الدفع جرام واحد فقط.

هذه سرعة الحزونات!

وهي تستهلك طاقة مصلح للثياب.

بالمقابل، إذا منحت نفس القدرة لمحرك إلكتروني تقليدي.

أنها تنطلق بسرعة الريح!

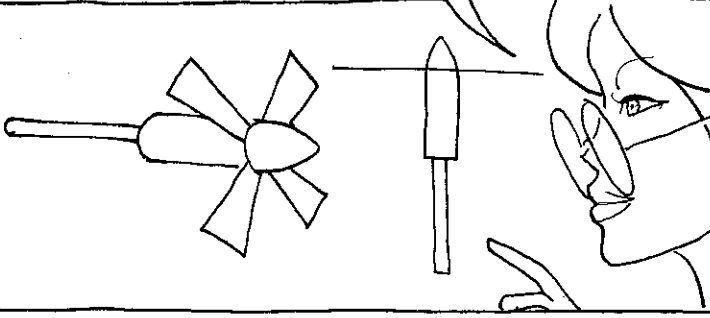
النجدة!

رروووغغغغغ!

ماذا يحصل؟

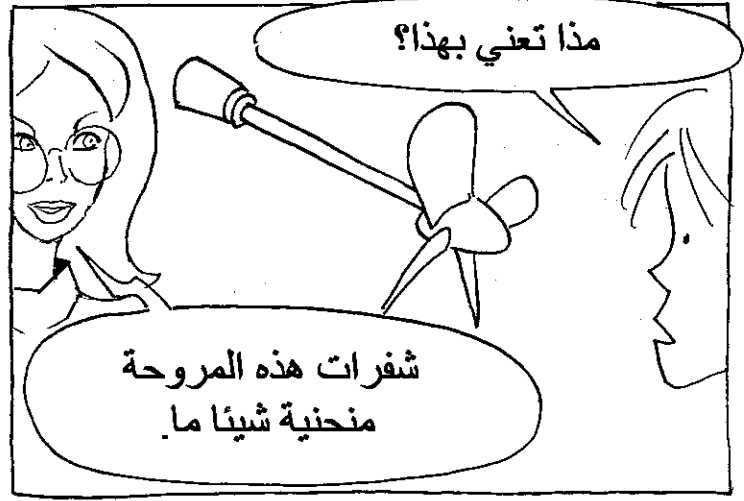
المجال المغناطيسي ضعيف جدا. مردود الدافع الخاص بك غير ذي جدوى.

ما رأيك في دافع شفرات مروحيته منحنية  
بجزء صغير من الدرجة؟



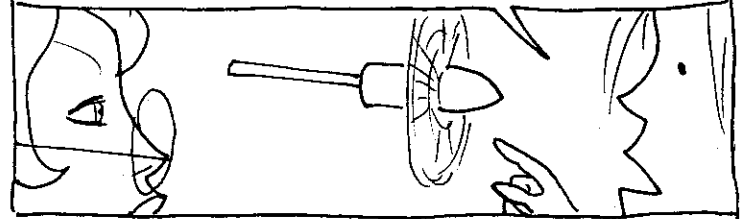
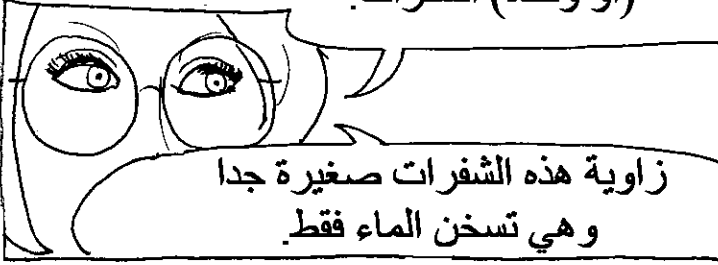
ماذا تعني بهذا؟

شفرات هذه المروحة  
منحنية شيئا ما.



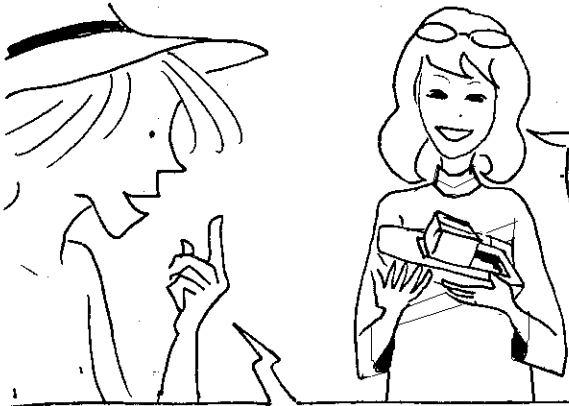
هذا هو ملخص ما حصل عند استخدام دافعك  
(م-د). تصور معي أن التيار (ت) يمثل عدد  
اللفات والدورات، وأن المجال (غ) يمثل زاوية  
(أو وحدة) الشفرات.

ستكون غير فعالة. جزء صغير جدا فقط  
من القدرة يستخدم للدفع. أما باقي القدرة،  
أي الجزء الأكبر منها، فيهدر في شكل  
حرارة ناتجة عن الاحتكاك.



زاوية هذه الشفرات صغيرة جدا  
وهي تسخن الماء فقط.

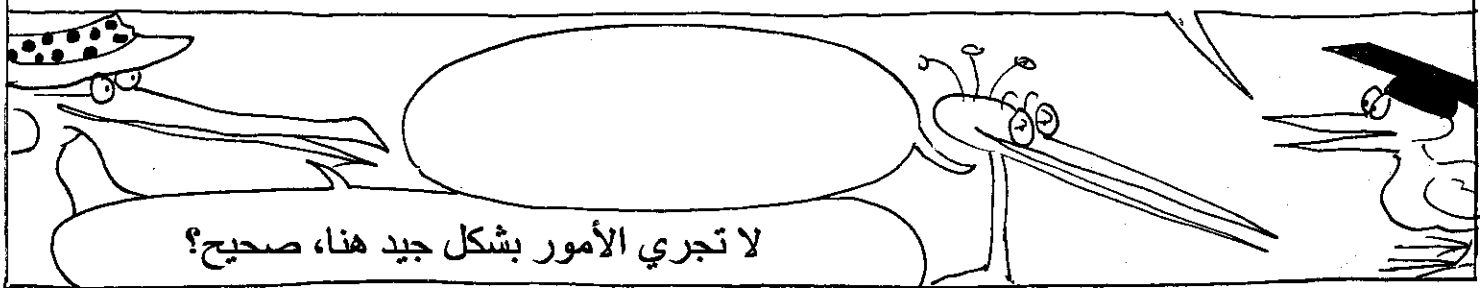
لن تحصل على نتيجة ذات أهمية بمغناطيسك الثابت، ما  
يمكن أن تأمله هو مردود ضعيف للغاية، أي بضعة أجزاء  
من المليون. في ماء البحر، لن يكون دافع أو محرك (م-د-ه)  
مهما ومقبولا إلا إذا كان جهد القوة المغناطيسية أكبر  
ب 250 مرة. على الأقل 20 إلى 25 تيسلا.



نحن قادرون على خلق مجالات بهذه الشدة، أليس كذلك؟



لنفترض أننا حصلنا على هذه الخمس وعشرين تيسلا. كلما كان القارب كبيرا، كلما كبرت المسافة  
بين الأقطاب الكهربائية. إذا كانت هذه المسافة عشرة أمتار مثلا، فسيكون على المولد استخدام  
10000 فولت.



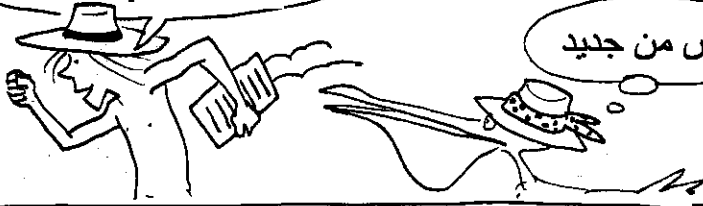
لا تجري الأمور بشكل جيد هنا، صحيح؟

(\* أنظر الملحق س (صفحة 71)

(\*\*) "الرعاش" هو سمكة قادرة على إحداث صدمات كهربائية بقوة 300 فولت

# المسرع الجبدي

صوفيا، لقد وجدت  
طريقة العمل في التوترات  
المنخفضة.

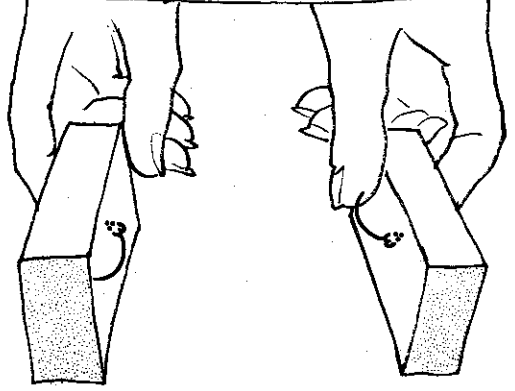


ليس من جديد

باستعمال صمغ سريع  
المفعول، ألصقتها وجها  
لوجه مع الحرص على  
عكس مجالاتها.

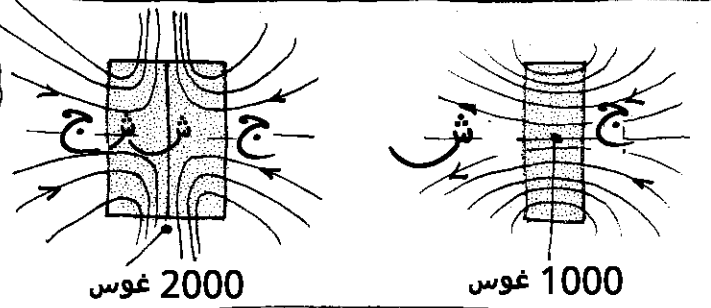


تأملي هذان المغناطيسان.



نعم، هذا ممتع. مركزا في مستوى  
التلاحم (أو الإلتصاق) يتضاعف  
عمليا المجال المغناطيسي.

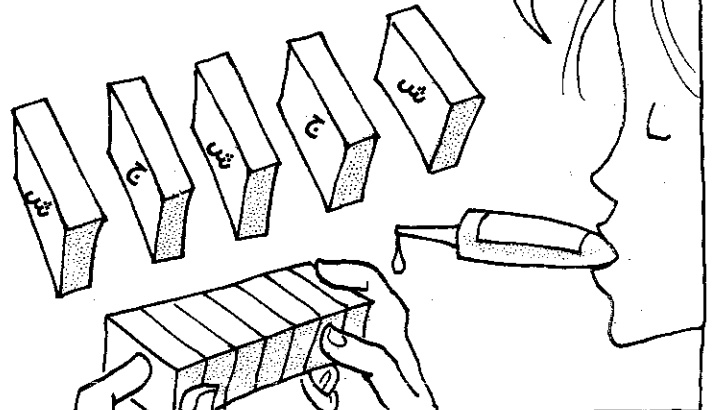
هه... لماذا؟

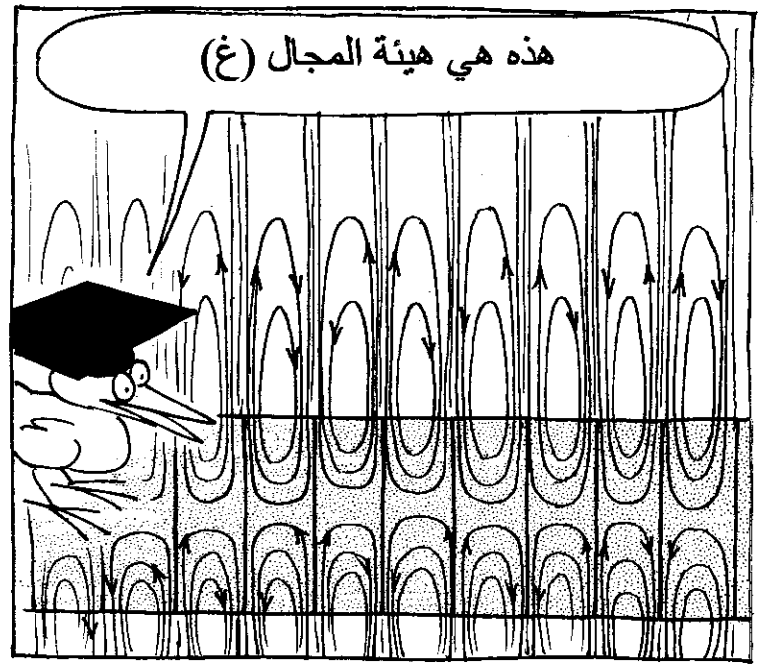
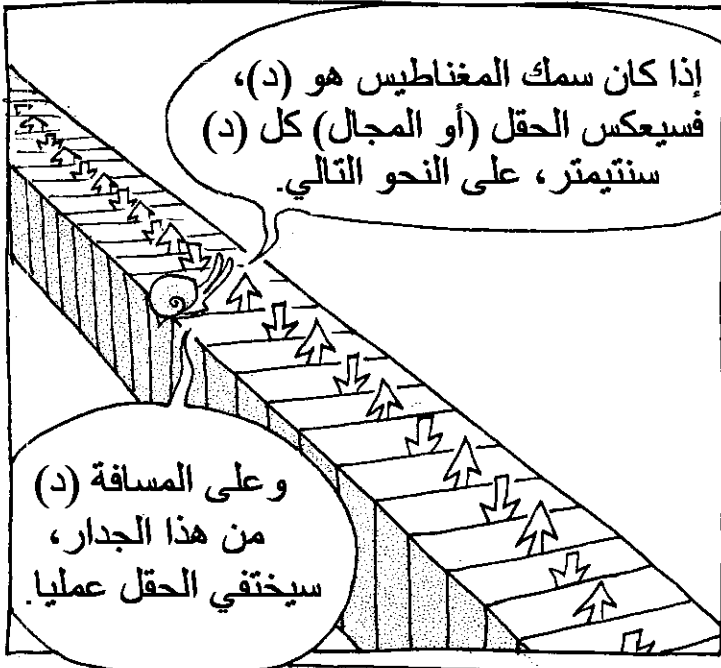


هذا القضيب المغناطيسي يشبه انبوبا  
يبث وينشر مجاله المغناطيسي.

سوف ألصق مجموعة كاملة من المغناطيسات المتطابقة،  
من الرأس إلى الذيل. الجهة الشمالية مواجهة للجهة الشمالية؛  
والجهة الجنوبية في مواجهة الجهة الجنوبية المقابلة.

إذا واجهنا فوهتا انبويين للمياه بشكل ثابت،  
مع صبيب مباشر، يتدفق الماء بعنف شديد  
في منطقة الالتقاء.

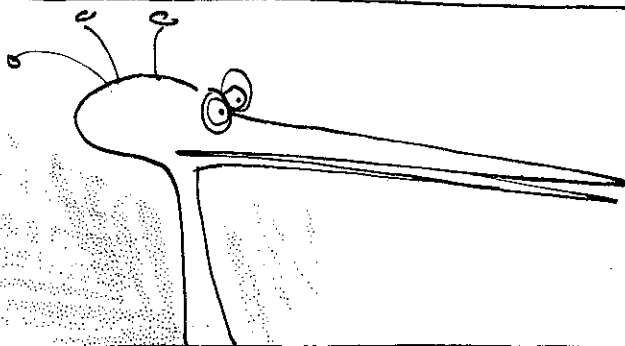




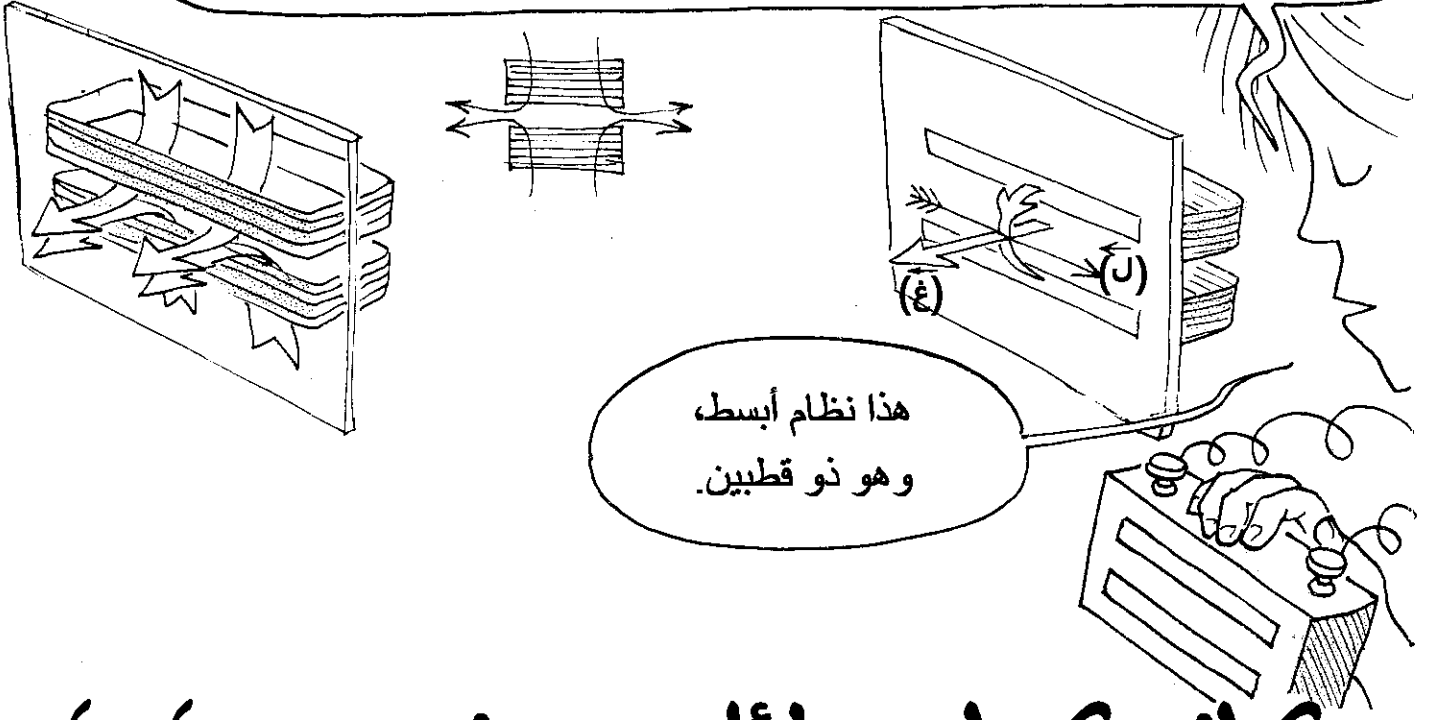
أنظروا الآن، لقد أضفت أقطاب كهربائية على هذا النحو، وهي ذات قطبية متعاقبة.  
إذا طبقت قاعدة الأصابع الثلاثة، سأحصل، في محاذاة الجدار وحتى مسافة (د)،  
على حقل قوى متوازية وذات نفس المنحى.



خلق حقل أو مجال مغناطيسي يتطلب طاقة. عندما نتعامل  
مع طبقة ذات سمك صغير، بمحاذاة الجدار، سنوفر بشكل  
كبير الحجم الممغنط وبالتالي الطاقة التي سنحتاج، وهما  
بالمناسبة مناسبان (أي الحقل والطاقة).



بإمكاني أيضا أن أعوض المغناطيس بأسلاك موصلة ملفوفة.



## ميكانيكا سوائل من نوع جديد

بمجرد أن نحث السائل لفعل شيء لا يناسبه، فهو يتفاعل. فمثلا عندما يتعلق الأمر بمنعطف حاد شيئا ما فهو يقلع.



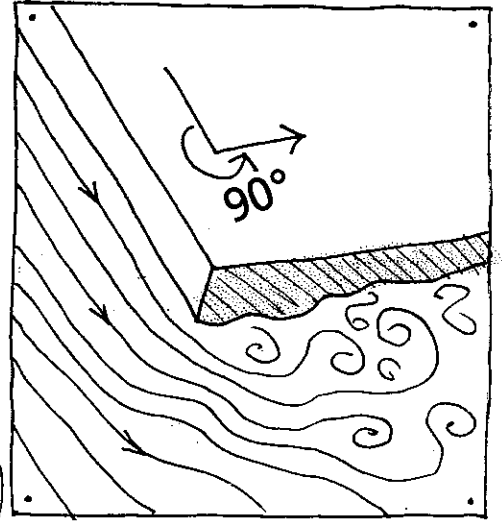
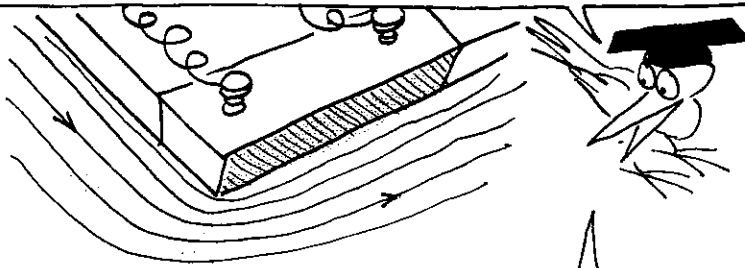
وإذا حركت جسما ما بشكل سريع في السائل، بحيث لا يكون له الوقت الكافي لاستقباله فستظهر جبهات الموجة.

هكذا سيتصرف السائل إذا ما منحناه حرية التصرف. ولكن (م-د) يغير جذريا كل معطيات المسألة.





مثلا، في ميكانيكا السوائل الكلاسيكية، الزاوية الحادة تحدث اقلاعا مولدا للإضطراب.

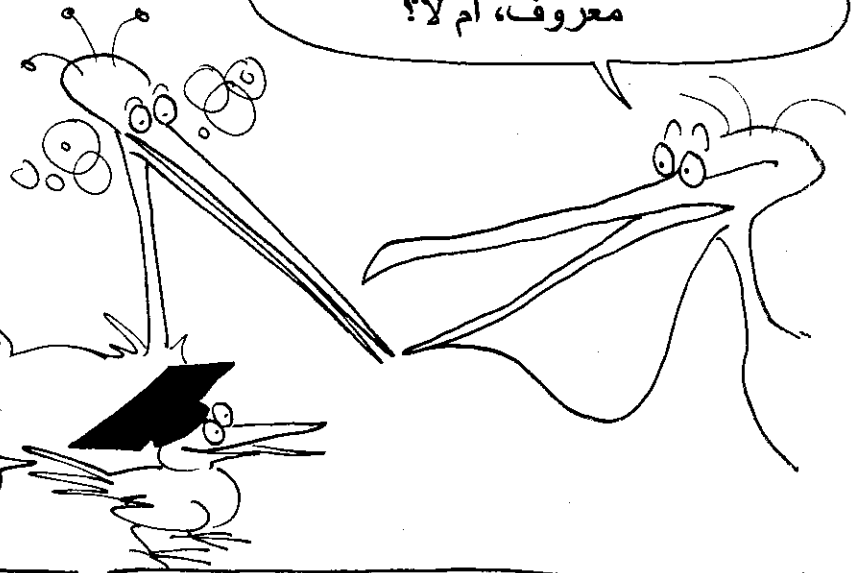


تدخل بسيط من (م-د)  
وترجع الأمور إلى نصابها.

نحن ننجح كل  
مرة نحاول فيها!



ولكن، هذا جنون... كل هذا  
معروف، أم لا؟



يبدو أن ريحا من الجنون تهب هنا.

بام!  
ها قد إختفى.



هل تتذكرون قصة  
جبهة الموجة على  
ثنائي السطوح؟



لا شيء في هذا المجلد...

هل رأيت الآن؟ أصبح في استطاعتنا  
تدجين تدفق السوائل. نسرع السائل حين  
تبطئ سرعته ونفرمله حين يسرع.

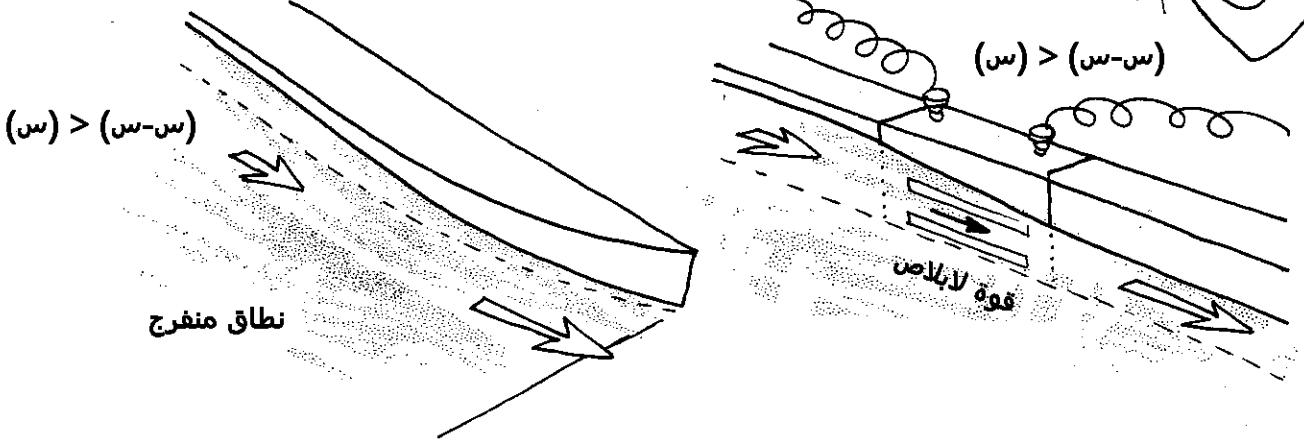
أه، لا!



# موجات الضغط و موجات الانفراج

بلى يا ليون، سوف أشرح لك. أنت تتفق معي أن تغيير اتجاه حاجز ما يخلق،  
حيث تكون السرعة (س) أكبر من السرعة (س-س)، إما ضغطا وإما انفراجا.  
أنظر الآن: يحدث النظام المغناطيسي الهيدروديناميكي تأثيرات مماثلة تماما.

المسرّع (م-م-د) أو النطاق المنفراج يحدث انخفاضا في مستوى الماء  
في القناة.



مخفض السرعة (م-مد) أو النطاق الضيق يحدث ارتفاعا في مستوى الماء  
وتسارعا في تدفقه في القناة.

قوة لابلاص

نطاق ضيق

جبهة الموجة

جبهة الموجة

وهكذا أصبح في امكاننا محو ظواهر الانضغاط والانفراج،  
سواء كانت ذات أصل طبيعي، أي ناتجة عن تأثير الجدار،  
أو صناعي، مصدرها قوى لابلاص.

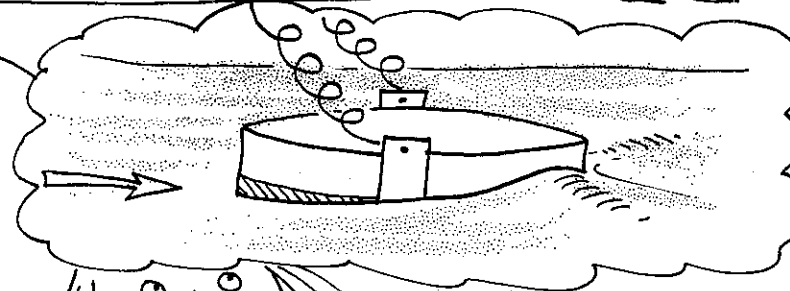


من أجل تسوية التدفق حول جسم القارب، يجب أن أخفف إلى  
أقصى حد تغير ارتفاع الماء. فحيث ما تكونت جبهة موجة ما،  
سأسرع. وبالمثل لتجنب التوسع المفرط (أو التسارع المفرط)  
في بعض المناطق سأبطئ السرعة.



هذا تطبيق خالص وبسيط لمبدئي :  
المرجو ترك السائل في الحالة التي وجدناه عليها في البداية.

في تجربتي السابقة (الصفحة 28)  
نجحت في محو موجة الشعاع بشكل  
كامل. ولكن موجة المؤخرة، أو موجة  
الكوئل، ظلت صامدة، بل تعززت.



كانت موجة المؤخرة محقة في ذلك، فقد خفضت مستوى الماء كثيرا بتسارعاك.

هذا صحيح. الهدف الرئيس هو أن نحافظ على مستوى ثابت للماء،  
على مستوى خط الماء. من أجل ذلك، سوف أركب مجموعة كاملة من الأقطاب  
الكهربائية، المسرعة منها والمفرملة.

نحن نطبق مبدأ تيريسياس.

نعم، إذا ما تصرفنا بهدف ترك السائل في الحالة  
التي وجدته عليها، إذن فلا حاجة لموجة المؤخرة.

كان من الأجدى أن يبتعد  
بشكل كاف عن الشاطئ.  
أليس هناك أشياء أخرى  
أكثر أهمية لنعملها؟

حسناً. مسلحاً بعشرين تيسلاً،  
ينطلق قارب سليم دون إحداث  
جبهات موجات، ودون اضطرابات  
في الماء ودون هدم الأرصفة  
الخشبية ثم ماذا بعد ذلك؟

لا أوافقك الرأي. أعتقد أنه من المجدي دراسة فكرة سليم، وخاصة المسرع الجداري. لكل سفينة قوة مقاومة ناتجة عن الاحتكاك (قوة مقاومة التقدم والسير ناتجة عن احتكاك الماء بجسم السفينة). لكن وجود جبهات الموجات يغير توزيع الضغط على الجانب، ويترجم هذا بخلق قوة مقاومة الموجة، وهي تزداد بشكل مضطرب ومتناسب مع السرعة. هذه الأخيرة بالضبط مسؤولة عن الحد من سرعة السفن.

بفف... السرعة!

لو انصتنا لكلامك، لكانت الملاحه بالسفن الشراعية رائجة الي يومنا هذا!

نعرف مقدار الطاقة التي علينا استخدامها لمحو جبهات الموجة (\*). يجب أن يكون جهد قوى لابلاص مساويا على الاقل للطاقة الحركية العرضية للسائل.

إذا كان القارب يسير بسرعة (س)، يجب أن تعدى قوة لابلاص، (ت)×(غ)، بعض الحدود. (\*)

كل هذا، همم! هذا الدفع  
الإلكتروني ومغناطيسي وهذه  
التكنولوجيا، أليست سابقة  
لعصرنا الحاضر شيئاً ما.

يجب أن تكون قيمة الحقل (غ) مرتفعة ما أمكن. فمثلاً إذا كانت  
قيمتها ضعيفة بينما شدة التيار الكهربائي (ت) مرتفعة، فسيكون  
المرود ضعيفاً من جهة، وبسبب التحليل الكهربائي سيكون  
هناك إطلاق كثيف للغاز من جهة أخرى.



لا، يجب أن نخترع ونجدد،  
هذا كل ما في الأمر!

## غواصة لـون مروحة

هذه غواصة

قل لي يا سليم، هل هذه  
الأشياء الدائرية نوافذ؟

لدي إحساس بأن صديقنا لا ينوي التوقف هنا.

حتى لا يكون موصلًا للكهرباء.

أه،  
ها هي النافذة!

لا يا تيريسياس، هذه أقطاب  
كهربائية. والآن سأركب الأسلاك  
الموصولة الملفوفة.

لماذا صنعت هذا الجسم  
من الخشب؟

(ع)

التيار الكهربائي

انظر، عندما نطبق قاعدة الأصابع الثلاثة، سنلاحظ أن الجهاز قد أصبح محاطا بحقل قوى لابلص قادرة على الدفع.

خطوط

الحقل المغناطيسي

قوى مطبقة على السائل

ولكن... لا تخبرني أنك ستستقل مركبة كهذه!

هيا يا ليون! تعال، لا تكن خوافا!

سوف نجرب هذه المركبة الغريبة.

رهيب!

ولكن، لقد أخبرتك سابقا أن الأمر يتعلق بالترددات الضعيفة.

لا أريدا!

تماما، إختراعات سليم، هذا ما أخشاه!

أنت تبحث عن صدمة كهربائية قاتلة!

لا أعرف في ماذا تفكر. ولكن هذه المركبة العجيبة تثير شكوكي

وأنا أيضا.

... توقف ...

انعطاف ...

كيف ستقودها؟

الأمر بسيط جدا، سألعب على تغيير شدة الأقطاب الكهربائية.

ستكون الغواصة (م-د) سريعة جدا وصامتة تماما.

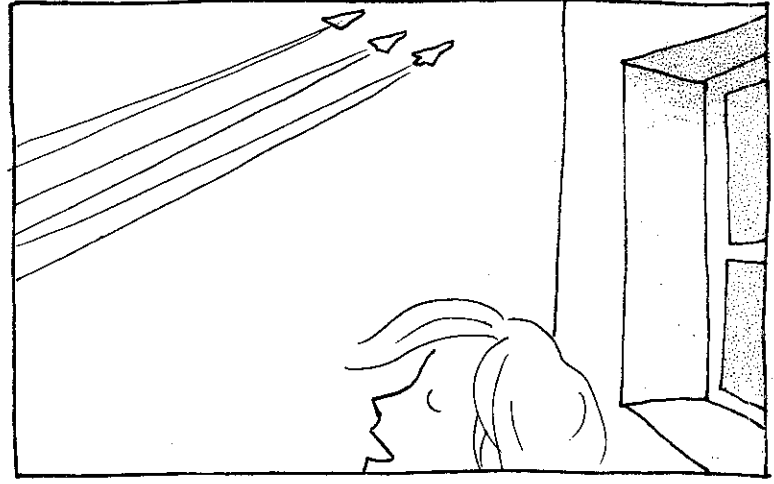
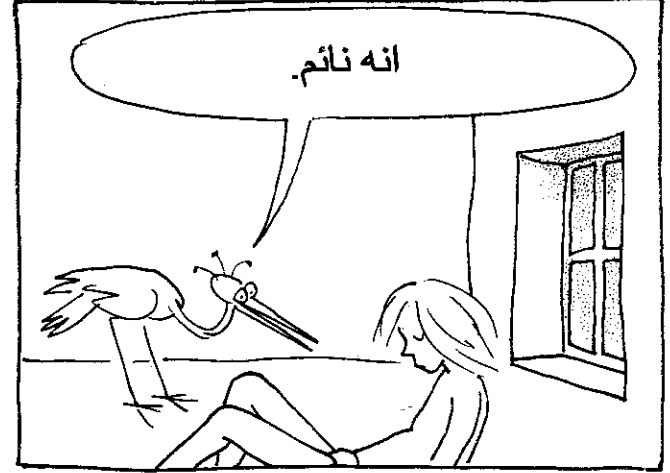
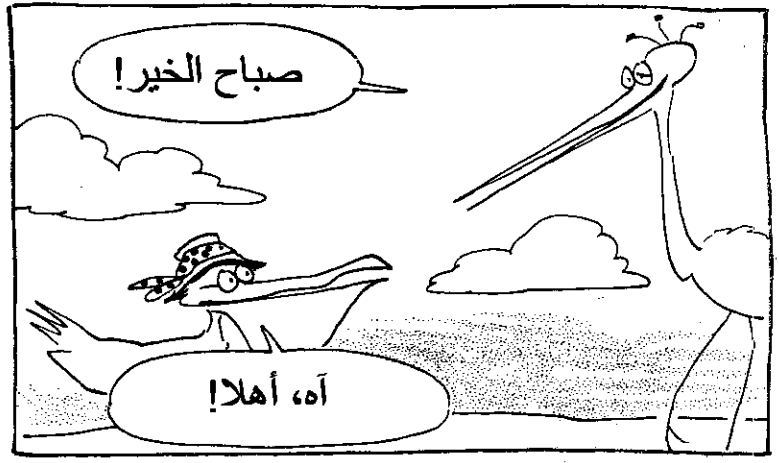
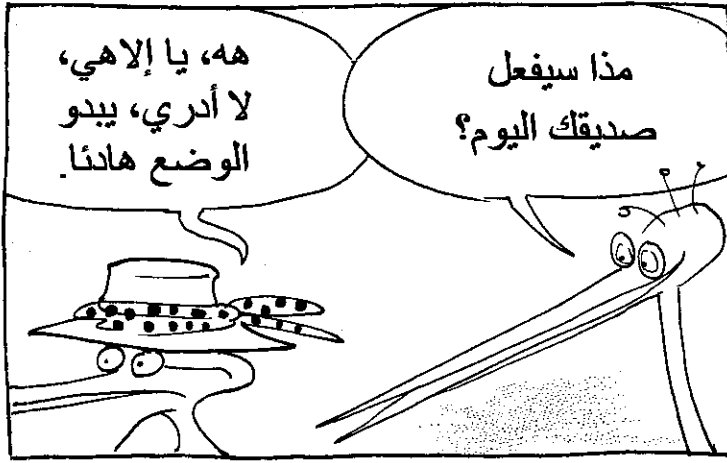
ما هذا؟!!

... أو التراجع إلى الخلف من جديد.

هل فهمت الآن يا ليون، عندما نمتلك مغناطيسات فائقة التوصيل الكهربائي وذات كفاءة عالية جدا (\*) ومولدات كهربائية عالية المردود، فلن تحدث السفن أمواجاً أما الغواصات فستنتج الفقاعات.

(\*) تبريد المعادن فائقة التوصيل إلى درجات حرارة منخفضة (درجات مطلقة قليلة) يجعلها توصل التيار الكهربائي دون إهدار للطاقة، دون مفعول جول





# التدفق الأسرع من الصوت



- موجة الصدمة هذه، التي كسرت زجاج النوافذ، شبيهة بموجة الشعاع التي هدمت رصيفك الخشبي.

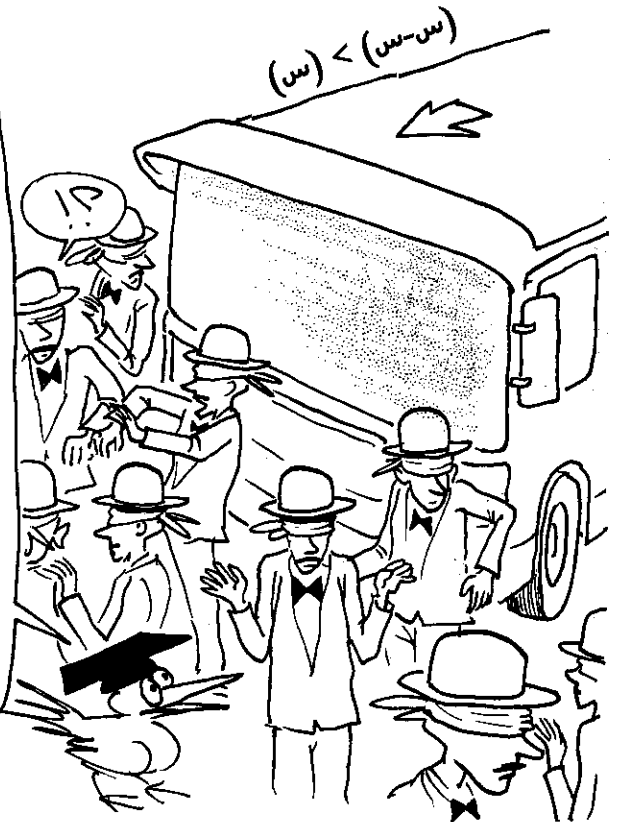
- تقصدين بأن الطائرات أيضا تحدث موجات؟

- نعم، من ناحية، و لكن عوض الموجات السطحية فهي تحدث موجات صوتية تنتشر بسرعة الصوت (\*). عندما يتحرك القارب بسرعة (س) أكبر من (س-س)، فهو يحدث جبهات الموجات، بينما تحرك الطائرة بسرعة أكبر من سرعة الصوت فهو يحدث موجة الصدمة.

- ولكن كيف ذلك. ففي هذه الحالة، لا وجود لسطح حر.

- الكثافة في حالة الغاز تلعب دور ارتفاع مستوى الماء. موجات السطح تصبو إلى الحفاظ على علو ثابت لمستوى الماء بينما الموجات الصوتية تميل إلى الحفاظ على كثافة ثابتة. موجات الصدمة هي جبهات تتميز بكثافة وضغط ودرجة حرارة عالية.

لنتصور معا الجزيئات وكأنها مجموعة من المتجولين المغمضي الأعين وهم يتسكعون بدون توقف، بسرعة (س-س)، بشكل عشوائي ويصطدمون مع بعضهم البعض باستمرار (اصطدام جزيئي). عندما يدخل جسم ما في الغاز فهو يشبه حافلة تدهس هذا الحشد بالسرعة (س). فإذا كانت (س) > (س-س) فستصل المعلومة للأمام، وسيقوم المتجولون المنزرون بقدم الحافلة، قبل أن تصطم بهم، بإفساح الطريق لمرورها. هذه صورة التشبيهية تماثل التدفق التحت صوتي.



(\* راجع "لنحلق معا" لنفس المؤلف

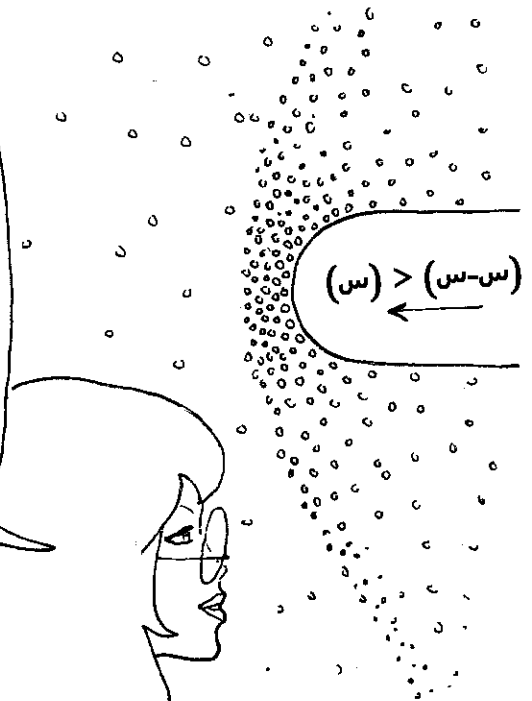
ومذا سيحصل إذا كانت (س) أكبر من (س-س)؟

إن يكون في استطاعت  
المتجولين، أي الجزيئات، تفادي  
الجسم قبل أن يصطدم بهم ومن  
تم الحفاظ على كثافة ثابتة.  
سيميل الغاز إلى التراكم أمام  
الجسم مشكلا نوعا من الركام،  
أي زيادة مهمة في الكثافة.



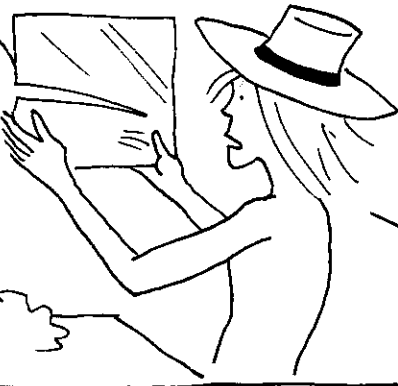
## موجة الصدمة.

نسمي هذه الظاهرة موجة الصدمة. الموجات  
الصوتية تعوض في حالتنا هذه موجات السطح،  
وهي تشبه موجة الشعاع. فتظهر جبهات حتمية  
من الكثافة والضغط والحرارة. تحدث موجة  
الصدمة مباشرة عندما تتجاوز السرعة (س)  
سرعة الصوت (ص).



أتعني أنه علي أن أغير زجاج النوافذ  
كلما بدأ جيراننا في القاعدة الجوية  
المجاورة مناوراتهم!

لن أقبل بهذا  
الوضع أبدا!

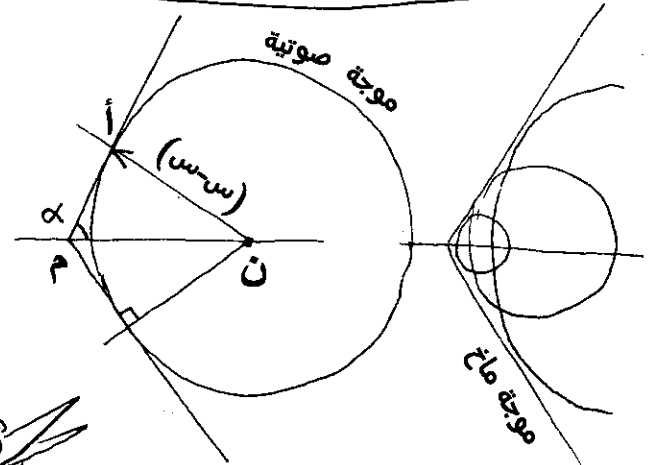


كرة

رصاصة

ورغم ذلك، فستجد نظام موجة الصدمة في كل جسم يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الصوت.

أي جسم مهما بلغ صغره، ولو حبة رمل،  
ينطلق بسرعة (س) < (ص) سيحدث صدمة  
صوتية. نسمي الحاصل (م) = (ص) / (س)  
رقم ماخ. وعندما يكون الجسم ذو حجم صغير  
جدا، نسمي هذه الموجة بموجة ماخ (\*).



$$\text{ماخ} = \frac{م}{ص} = \frac{(س)}{ص}$$

هل رأيت هذا يا ماكس؟ يطابق التدفق السائل في السطح الحر، بشكل كبير، التدفق الغازي الفوق صوتي. كل ما قيل في الصفحة 15 مطابق لحالتنا، بما فيها التنقلات البطيئة والسريعة.

في فترة بين الحربين، وفي غياب الحواسيب، كان يتم حساب شكل موجات الصدمات في أحواض محاكاة هيدروليكية.



هناك في الحقيقة تشابه كبير بين المعادلات الرياضية التي تخص النظامين، فارتفاع الماء يقابله الكثافة في الغازات.

واو!  
حاسوب مائي!؟



لن تصنع هذا في مطبخك هذه المرة

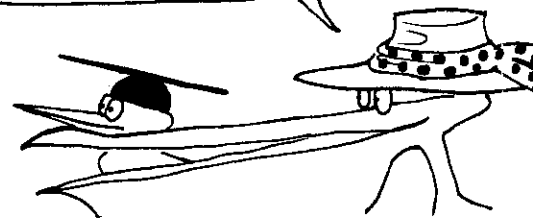
حسنا، لدراسة كل هذا علي أن أصنع نفق رياح أسرع من الصوت.

نفق رياح، هذه حكاية جديدة.

أه! حذاري!

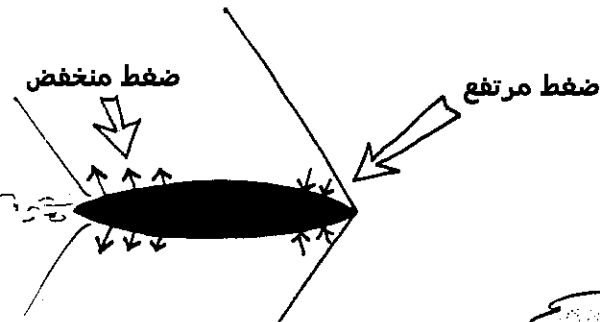
يجب الحصول على مكبس عملاق (ضاغط) والكثير من الطاقة!

إمكانيات عملاقة، كتلك التي توجد في المركز الوطني للدراسات الخاصة.

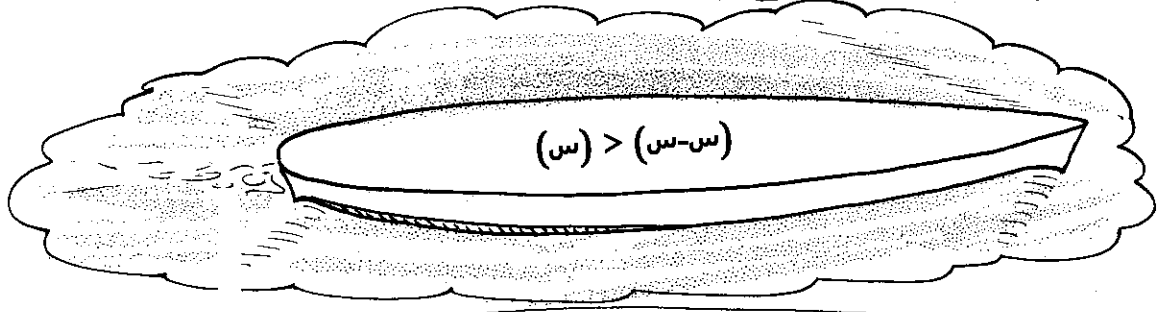


# جدار الصوت والجدار الحراري

بواسطة نفق رياح فوق صوتي، نستطيع أن نوضح العديد من الأمور. أولاً  
المرور من الجدار الصوتي (س) = (ص) يصاحبه ارتفاع في مقاومة الانتشار  
والتقدم، قوة الجر أو المقاومة، ناتجة عن ظهور قوة مقاومة الموجة التي تنضاف  
إلى قوة مقاومة الاحتكاك.



ماذا يعني هذا؟



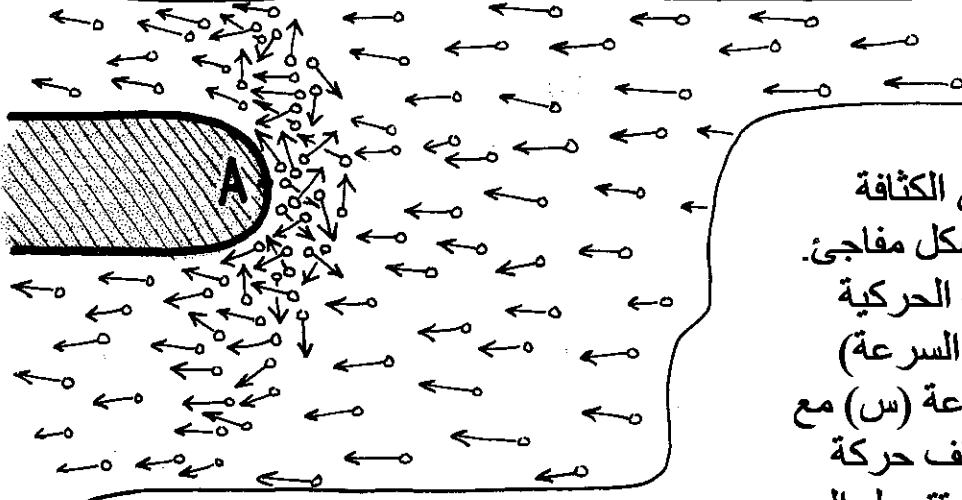
ظهور جبهات الموجات في الهيدروليك سيغير توزيع  
الضغط على جسم القارب، بطريقة غير متكافئة. يحصل  
نفس الشيء في الديناميكية الهوائية.

تتسبب في الضجيج، لا جدوى منها  
وتستهلك طاقة مهمة.

رغم شكلها الهندسي المدبب المصمم  
خصيصاً لتقليل هذه المقاومة، كانت  
"كونكورد" تستهلك 40% من طاقتها  
عند أحداث موجة الصدمة.

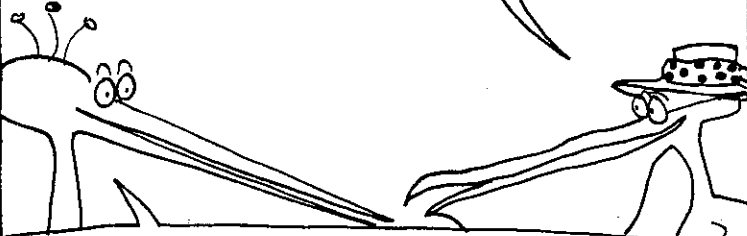
إذا حلقتنا على ارتفاع منخفض وبسرعة ماخ 5 أو 6 في منطقة آلهة بالسكان، فإن موجة الصدمة ستهدم أسقف المنازل.

كما هدمت موجة الشعاع الرصيف الخشبي!



تخلف موجة الصوت ارتفاعا في الكثافة و الضغط والحرارة أيضا، و ذلك بشكل مفاجئ. الحرارة المطلقة هي قياس الطاقة الحركية للارتجاج  $\frac{1}{2} \times \text{الكتلة} \times (\text{مربع السرعة})$  للجزيئات. إذا اصطدم هذا الغاز بسرعة (س) مع جسم ما، في النقطة (أ)، حيث تتوقف حركة السائل بشكل كامل) كل هذه الطاقة ستتحول إلى طاقة ارتجاج حراري؛ و هكذا تتغير حرارة التوقف حسب مربع السرعة (س)

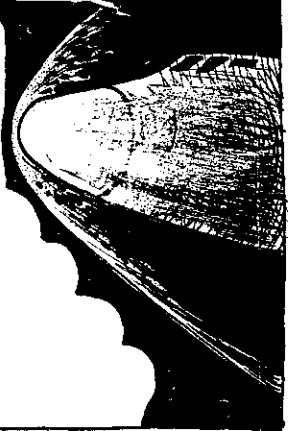
بالنسبة لسرعة ما، كلما كان الهواء كثيفا، كلما ارتفعت الحرارة.



هذا ما يجعل الطيران الما فوق صوتي على ارتفاعات منخفضة مستحيلا!

يا ربي، أحدىتي بسرعة أرجوك!

هذه الظاهرة، الغير ذات أهمية بالنسبة للسرعات دون ماخ 2، والتي تتميز بارتفاع حرارة أنف المركبات، تشكل إكراها جديا معروفة باسم جدار الحرارة.



على كل حال، فالطيران الفوق صوتي ممكن على الارتفاعات المنخفضة!... ألا يمكننا تصور طائرات فوق صوتية وغير كاسرة لزجاج النوافذ؟ ...



هذا مستحيل تماما يا عزيزي.  
والا لفلعلنا ذلك منذ زمن بعيد.

من أجل ذلك، نحتاج يا سليم، في السرعات  
الفوق صوتية، لمركبات لا تحدث موجات  
الصدمة.

انتظر، إذا حصلت الصدمة، فسيكون الأمر مشابها لموجة الشعاع؛ فلأننا لا نستطيع التعامل مع  
الجزئيات التي في المقدمة (التي أحدثت عن طريق الاصطدام) بالموجات الصوتية، لحنها على  
إفساح الطريق. ولهذا فهي تتراكم في شكل جبهة نسميها موجة الصدمة.

انظر يا تيريسياس إلى صورة موجة  
(م-د) في الصفحة 30، حول  
الاسطوانة. ألا تعتقد أن ذلك يشبه  
تأثير الامتصاص في المقدمة... همم؟

منطقيا، إذا استخدمنا قوى  
لابلاص في المقدمة ستتغير  
المعادلة بالكامل ومشكل الصدمة  
سيطرح بشكل مختلف تماما.

هذا صحيح، في التجارب الهيدروليكية  
تستطيع أن تمتص الماء في المقدمة إلى  
درجة خلق انخفاض في الضغط.

هذا هراء...

الإشكالية هو إلى أي حد  
يمكننا استعمال هذه المماثلة.

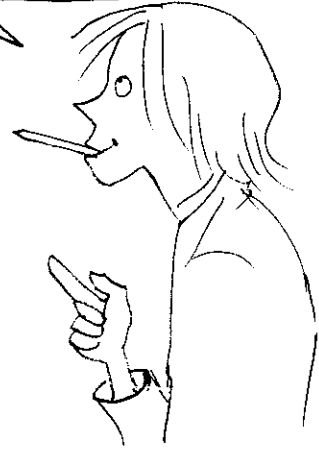
(س) > (س-س) →



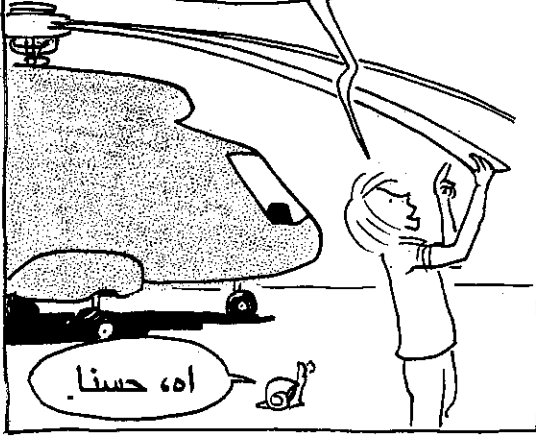
إذا كان القياس الهيدروليكي يعطي إشارات إيجابية فهذا يعني أنه هناك  
ثلاثة طرق للطيران

من أجل الطيران، فيتعلق الأمر دائما بتحريك  
جزيئات الغاز بحركة من فوق لتحت.

ما هي؟



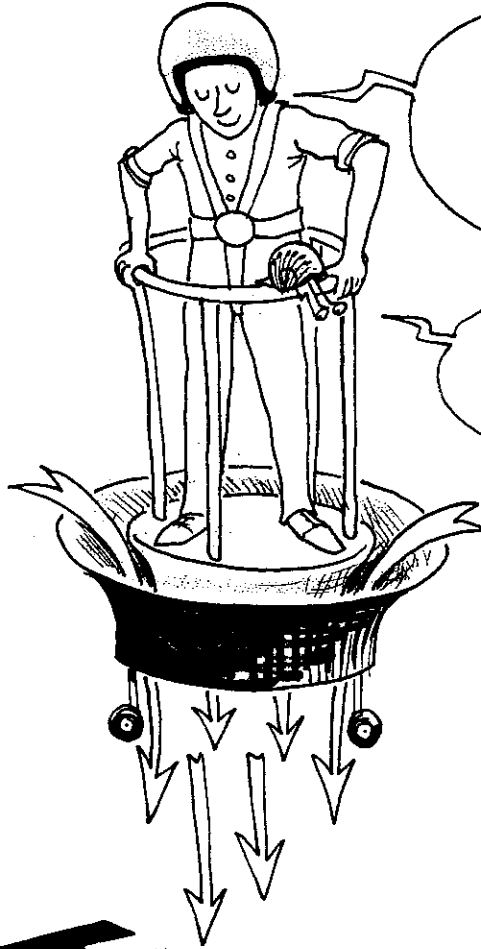
أنت ساذج! الدوار  
هو جناح يدور.



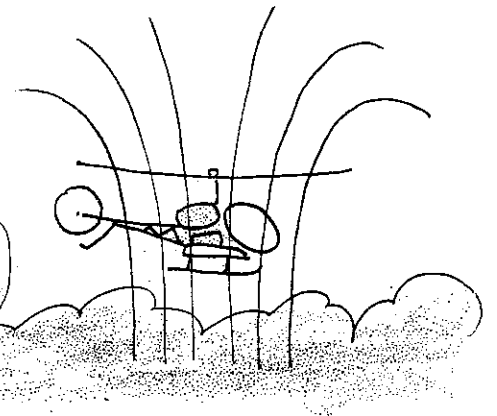
اه، حسنا.

النظام الأول: سأحدث  
حركة الغاز عن طريق  
جانب الجناح.

ولكن، أين هو هذا الجناح؟ فأنا  
لا أرى إلا دواران مضادان.



بهذه الطريقة سنبين  
السرعة المستحثة.



وما هو النظام الثالث؟



في رأي المتواضع،  
امتصاص الهواء الذي في  
الأعلى عن طريق قوى  
لابلاص.

النظام الثاني: تسريع الغاز  
الذي تنتجه بأنفسنا.



ففشششش!

وأين هي صوفيا؟ لازالت  
في الشاطئ...

أخيرا، ها هو  
ماكس، القليل من  
التعلق.



لا! هل سمعت ما يقول؟

أه، سليم و تيريسياس، طالما  
أعجبت بهاذين الإثنين.



هذان الاثنان مجنونان تماما، هذه هي الحقيقة!

لقد أخبرت ليون قبل قليل أن  
ذلك مستحيل، لأن الهواء لا  
يوصل الكهرباء.

سليم يخطط لحماقة  
جديدة... الطيران  
بالكهرباء.

ما المشكلة؟

بل هو عازل

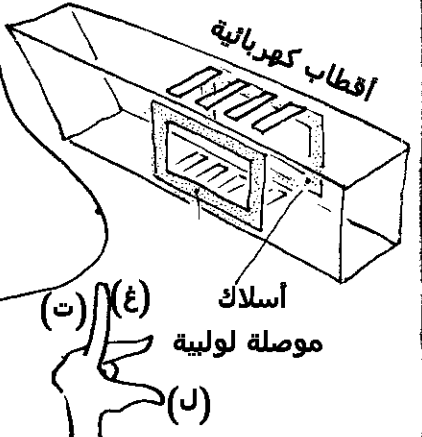


انتظروا، يرتبط كل ذلك بقيمة المجال الالكتروني الذي تطبقونه! أي بالعلاقة التي بين شدة الأقطاب الكهربائية وبين المسافة التي تفصل بينهما!! فإذا طبقنا ثلاثة آلاف فولت في الميليمتر، فسوف ينفجر بقوة.

حسنا، متى ستخترع الكونكورد الإلكتروني؟

عن طريق حقل مغناطيسي (غ) شدته 4 تيسلا (40000 غوس) (\*) وشدة تيار قيمتها أمبير واحد في كل سنتيمتر مربع (10000 أمبير في المتر مربع) سنحصل على قوة لابلاص 40000 نيوتن في كل متر مكعب، أي أربعة اطنان في المتر مكعب. إذا كان للمحرك حجما فعليا يساوي مترا مكعبا فالنتيجة هي أربعة اطنان.

أربعة اطنان؟



قوة لابلاص هذه تحيرني!...

أعرف تطبيقا مميزا لقوة لابلاص.

انتظر، هذه أحلام اليقظة! ثلاثة آلاف فولت في الميليمتر الواحد، هذا يعني مليون فولت في المتر!...

ولكن الأمر يتعلق بالضغط المرتفع.

الصاعقة؟

أه، وما هو؟

الصاعقة.

(\*) حوالي 100 مرة أكبر من مغناطيس الخياط.



يا إلهي!  
أنا قادمة!

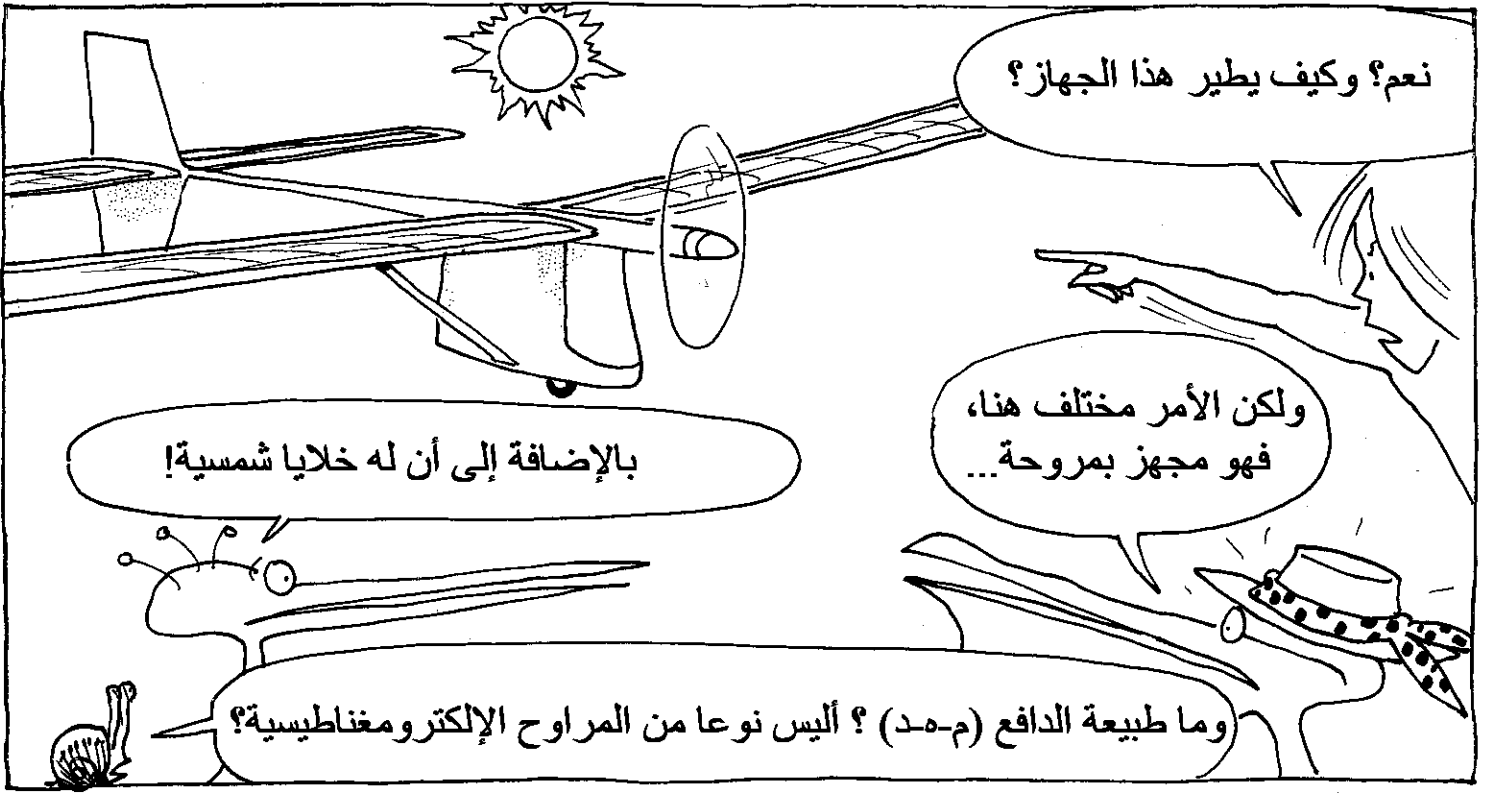
صوفيا!! تعالي وانظري! مع سليم، أصبح بإمكاننا اختراع أشياء عجيبة، كالطيران عن طريق الكهرباء مثلا!

هل تتصورون حجم التعقيد! عليك أن تجدي أولا نظاما لتبريد الموصلات الفائقة، عند درجة حرارة دنيا، ومولدا كهربائيا بعدة مئات من الميغاوات. سيكون وزن المجموعة رهيبا!



وكأننا نحاول أن نجعل محطة طاقة نووية تطير!

الطيران بالكهرباء! هذا محال.



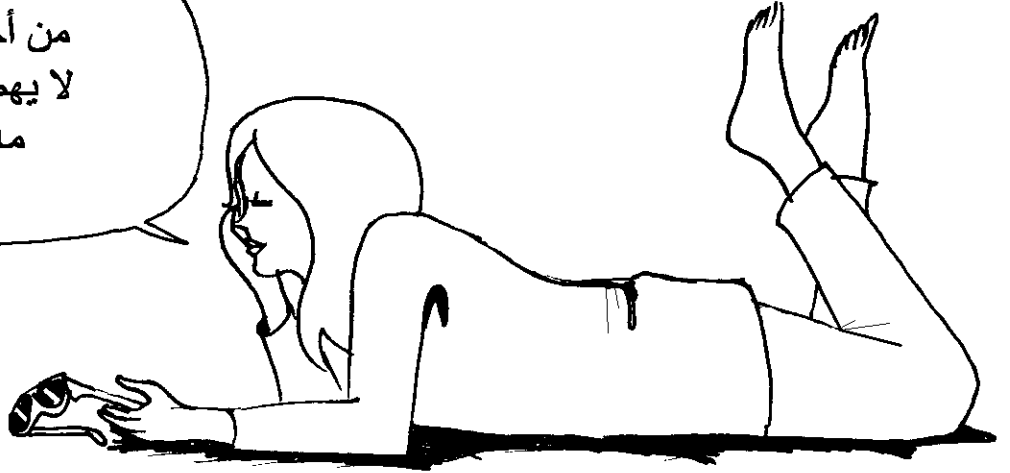
نعم؟ وكيف يطير هذا الجهاز؟

ولكن الأمر مختلف هنا، فهو مجهز بمروحة...

بالإضافة إلى أن له خلايا شمسية!

وما طبيعة الدافع (م-د)؟ أليس نوعا من المراوح الإلكترونية مغناطيسية؟

من أجل الطيران، نحتاج إلى طاقة.  
لا يهم نوعها، كيميائية أو كهربائية،  
ما دامت متوفرة بشكل كافٍ.



عندما نطلع إلى الأمر عن قرب، فإن الطيران  
هو نسبة الطاقة على الوزن بالنسبة لسرعة

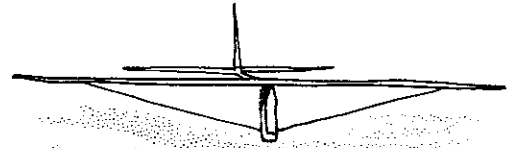
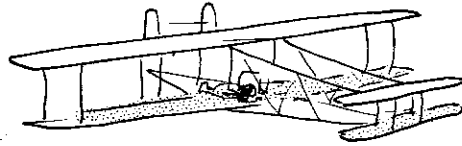
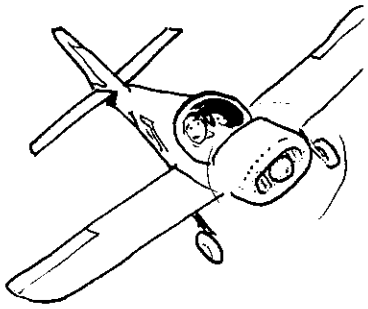


طائرة سياحية 250 كلم/س

60 كلم/س

طائرة الأخوين وايت  
(تقنية عتيقة)

40 كلم/س



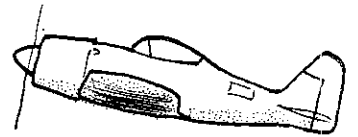
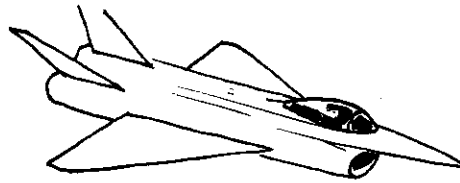
300 وات للكيلو

100 وات للكيلو

10 وات للكيلو

طائرة الحرب  
العالمية المقبلة 2700 كلم/س

طائرة مقاتلة  
(الحرب العالمية الثانية) 700 كلم/س



20.000  
وات للكيلو

5000 وات للكيلو

800 وات للكيلو

المكوك الفضائي



افهم من كلامك، أنه إذا أنتجت المحطات النووية كيلو واحد من الطاقة في كل كيلومتر، فستتمكن من الطيران؟! ...

عشرة أطنان في كل ميغوات،  
هذا مستحيل!

حسنا؟  
صوفيا؟

كم أنت رائع يا سليم! أعتقد أنه من الممكن تمديد  
الغاز، و هذا ما حققناه في تدفق السوائل على سطح  
حر : عامل التفاعل و المرود (م-د) ... لا بد من  
وجود مانع في مكان ما ... ولكن ما هو؟

ومذا بعد؟

في تجربة الصفحة 43، تسبب إمداد كبير جدا من الطاقة  
في إنسداد.

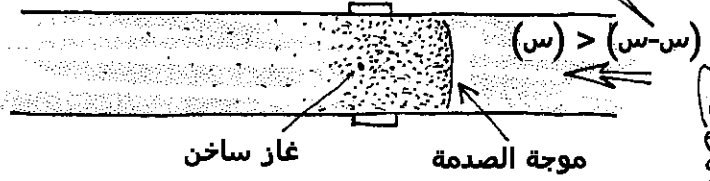
# الإسداد الحراري



أليس من الممكن وجود ظاهرة مماثلة،  
لحالة الغازات، تعاكس الدافع (م-د).

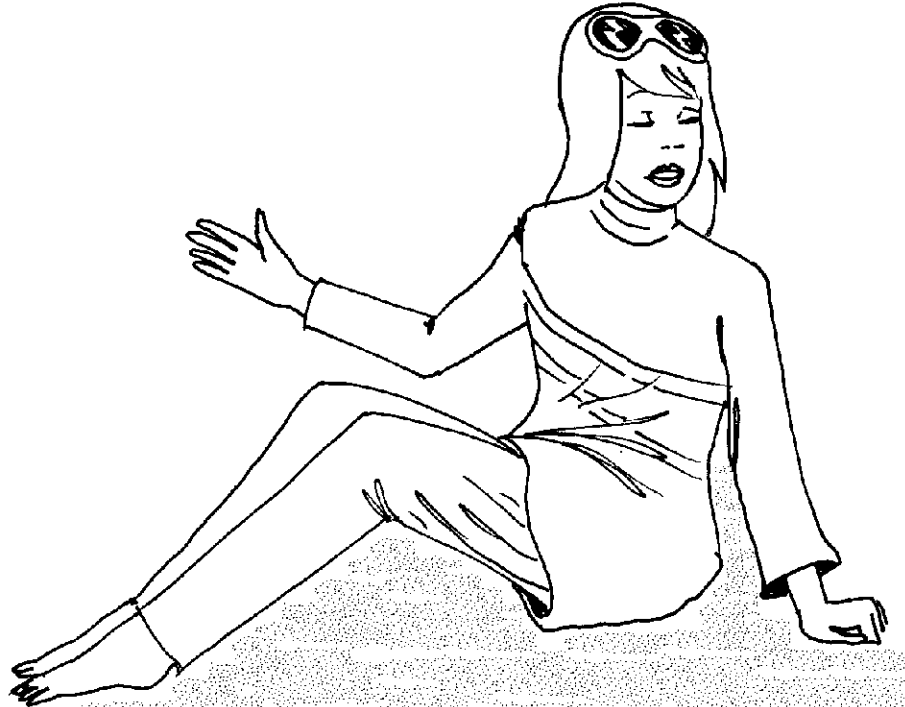
هذا ممكن، نستطيع أن نفرمل ونسد تدفقا فوق صوتيا للغاز عن طريق الحرارة  
(أثر جول). ففي تفريغ كهربائي خالص (بدون مجال مغناطيسي)، تتصرف  
كرة الغاز الساخن كسدادة (قابس) حقيقية تتسبب في موجة صدمة.

هل يعني هذا أن مصير  
تجربة سليم هو الفشل؟



أنه الإسناد الحراري

ليس متأكدة. يرتبط الأمر  
كله بالتوصيل الكهربائي  
للغواء (بما يمكن أن نمنحه  
بطرق مختلفة). إذا كانت  
مرتفعة بشكل كاف (\*)،  
تفريغ الحرارة في الغاز  
سيصبح معقولا، ولن نصل  
لمرحلة الانسداد.



أنت تدهشني...

أه، أنظروا إلى سليم.

لقد نام من جديد..

ما رأيك في هذه الحكاية من أولها؟

مادامت هذه الأجهزة الطائرة (م-مد) تتطلب تكنولوجيا، ربما لن نحصل عليها إلا خلال قرن من الزمن، فإني أتساءل ما جدوى طرح هذا النوع من الأسئلة الآن.

يا له من يوم!

قد يكون الأمر مفيدا من الناحية النظرية.

أه، أنت تعرف جيدا بأن النظري يختلف عن الواقع...

نم، يا عزيزي، أيها العالم المحارب.



# حلم سليم

سيد سليم، هل أنت من طلب مولدا كهربائيا  
جهده مائتي وات ومصدرا للميكروويف  
(موجات صغرى) ذو تردد عشرة ميغاوات  
ولفاقة من الأسلاك الموصلة اللولبية فانقة  
التوصيل، والتي يصل مجموع وزنها حوالي  
عشرون طن؟

آ... آه... نعم...

وقع هنا من فضلك!

شركة المستقبل  
بالنسبة لنا المستقبل أصبح من الماضي.

هذه أجهزة رهيبة.  
هيا بنا يا سليم!

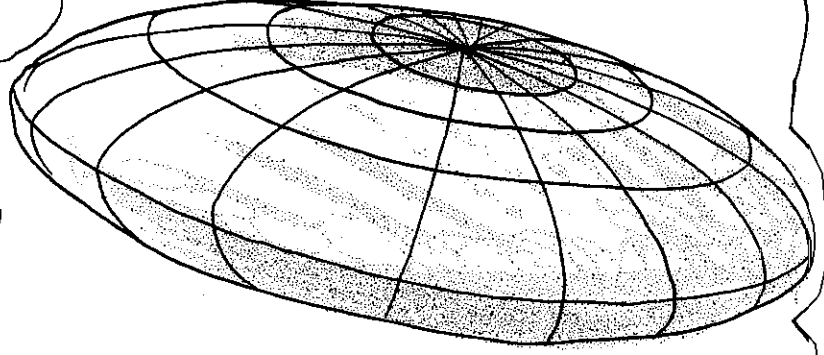
آه...

شاحنته غريبة جدا!... هل رأيت؟

حسنا، حسنا!

لم يسبق لي مشاهدة  
شاحنة مماثلة! حسنا...

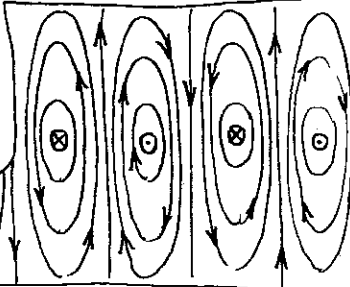
مركبتك الديناميكية الهوائية مسطحة  
الشكل، ولم؟



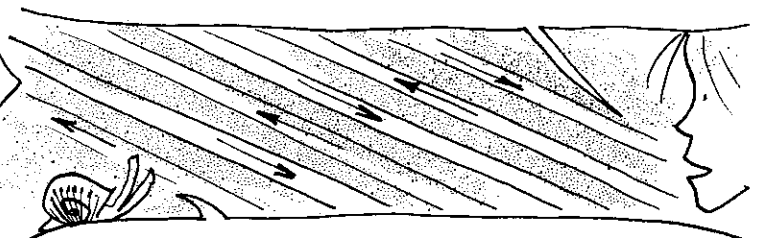
هذا مهم جدا، سيساعدني على لاستغلال انخفاض  
الضغط الذي سيحدث فوق، والضغط المرتفع الذي  
سيكون تحت.

سيتم تبريد هذه القضبان إلى درجة حرارة  
منخفضة جدا عن طريق سريان الهليون  
السائل. الاتجاهات متعمدة على مستوى

الرسم، موجهة نحو  
القارئ. أو في  
المنحى العكسي.



سنبدأ بالمجال المغناطيسي. بواسطة هذا السلك  
الموصل الفائق، سأقوم بقلب منحى لتيار، على  
هذا النحو.



نحصل على مجال مغناطيسي  
ينعكس كل (م) ميليمتر

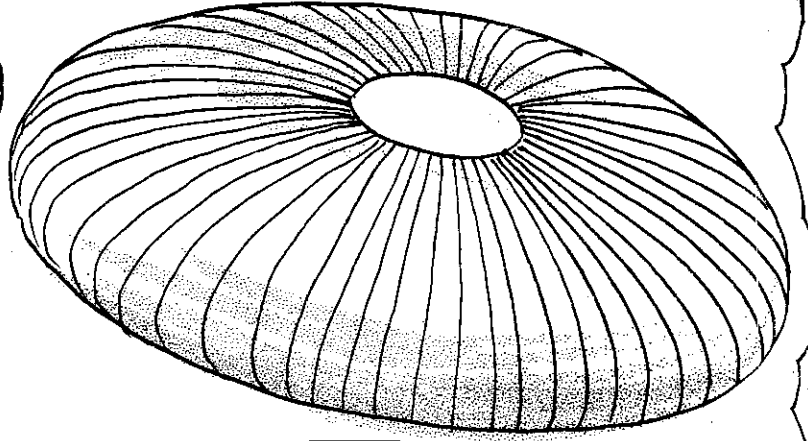
داخل هذه القضبان المتوازية، ينعكس التيار  
الكهربائي عند المرور من قضيب إلى الآخر.

اتجاه هذه القضبان يتبع خطوط طول المركبة.

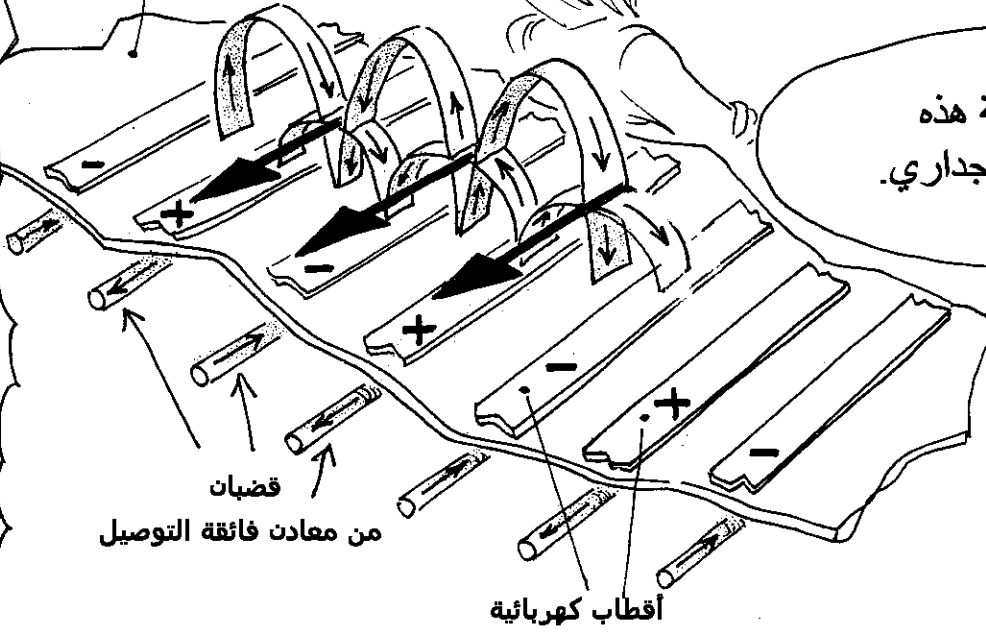


اخيرا، سأغطيها بطبقة رقيقة من السيراميك.

سأركب، فوق طبقة السيراميك، الأقطاب الكهربائية حسب خطوط الطول أيضا.



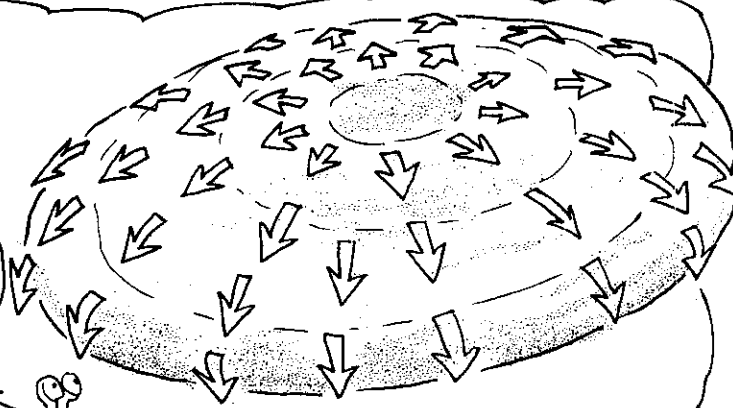
جدار من السيراميك



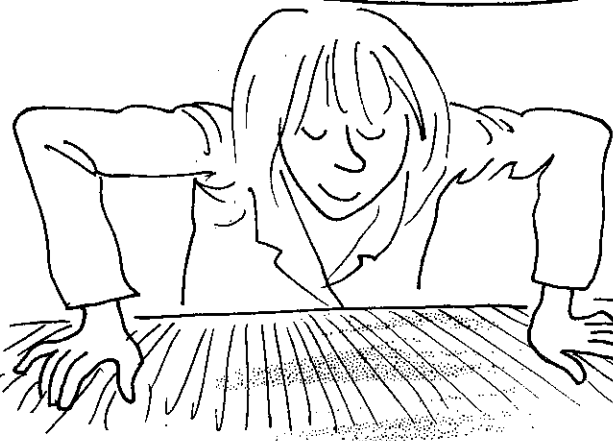
وستبدل بشكل متناوب قطبية هذه الأقطاب. هذه عملية المسرع الجداري.



سينتج عن ذلك مجال قوى حول المركبة على هذا النحو.



سأركب القضبان والأقطاب متقاربة جدا من بعضها البعض، سيكون هذا مفيد جدا.



أولا : إنها تحد من التوتر المطبق على الأقطاب الإلكترونية.

ثانيا : هذا يسمح بتوفير حجم مهم حيث سنحدث مجالنا المغناطيسي، و هي عمليا حاصل ضرب مساحة المركبة في خطوة القضبان (المسافة (م))

ثالثا : سيسمح هذا بالتأثير في طبقة رقيقة جدا، و تركيز التآين فيها، أي القوى.

هذا هو التدفق الغازي الذي سينتج عن ذلك.

هذا يشبه نوعا ما من طائرات الهليكوبتر.

بقي أن نعرف كيف سنحدث التآين، أي الحصول على الكثرونات حرة كافية في هذه الطبقة الغازية.

إذا ركبت الأقطاب بمسافة مليمتر واحد بين بعضها البعض وطبقت جهدا مقداره ألف فولت، فسيكون ذلك كافيا كي تنزع الالكترونات من ذراتها وتحررها. وسيمر التيار.

# مشكل التأين

في الهواء، لا ينتج الأوكسجين أو الأزوت الإلكترونيات، بل يتعلق الأمر بأوكسيد الأزوت (\*). ولكنني أرغب أن أشبع الهواء بمادة ما تنتج الإلكترونيات الحرة بشكل أسهل وأبسط، مثل السيزيوم أو الصوديوم.

إنني فقد استخدمت جدارا رقيقا من السيراميك، لتجعله يصدر، خلال الطيران، كميات صغيرة من غاز الصوديوم.

صنع سليم مولدا ينتج مجالا كهربائيا متغيرا في الهواء المحيط، في الترددات العالية جدا (ثلاثة آلاف ميغاهيرتز)

ستمتص هذه الموجات الصغيرة سريعا في طبقة الهواء المحيطة بالمركبة وستنتج هي أيضا إلكترونات حرة.

حسنا، أعتقد أن كل شيء على ما يرام. هذا النظام التلغزي الداخلي سيعطينا، عن طريق كاميرات صغيرة مركبة في الجدار الخارجي للمركبة، صورة من الخارج.

هل نقلع؟

ما هذا الجهاز الغريب؟

يا إلهي! ليون وزميله! إبتعدا من هنا!...

ماذا سيجمعون بتردداتهم الصغيرة جدا!

مسار جزيئة من الغاز.

طبقة من البلازما

تأين

إزالة التأين مصحوب بانبعثات ضوئي.

تأين!

ولكن... إنه مضيئ... يميل الحمرة...

أحسن شيء هو الإبعاد من هنا وبسرعة!

لقد أدخلت معدات الهبوط!

صوفيا!

!?

غريب... أنها تحلق  
كطائرة الهليكوبتر.

نعم، ولكن بلد التأثير على انحناء المراوح  
عليك أن تغير من شدة التيار الكهربائي.

أنظري إليهما. ماذا حصل؟ انهما مصدومان.

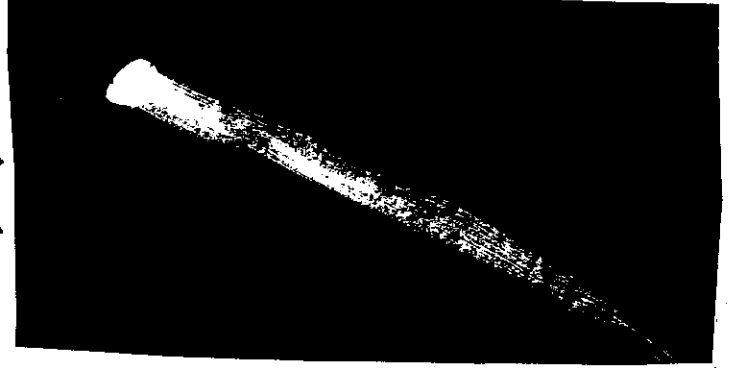
هذا غريب! وكأنهما قد تعرضا لهزة عنيفة...

ضاعف السرعة!

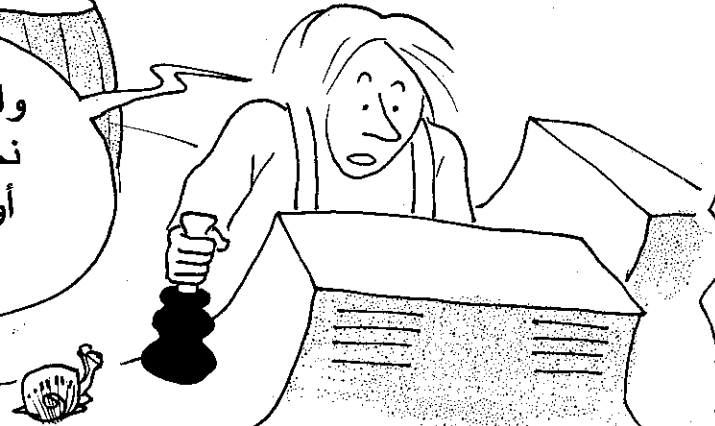


بازدياد صبيب التيار، أصبح مظهر  
المركبة الطائرة يشبه مذنباً...

واصلت المركبة الديناميكية الهوائية (م-مد)  
طريقها مخلفة ذيلاً حارقاً من السيزيوم.



واو! نحن نطير بسرعة عالية جداً...  
نحن نسير بسرعة لا تقل عن أربعة  
أو خمسة أضعاف سرعة الصوت!



في البداية تحدثنا عن جدار الصوت وبعد  
ذلك عن جدار الحرارة... أما الآن أشعر  
أننا عبرنا...



أخبرني يا سليم، بما أننا نتحكم بشكل كامل في  
التدفق الغازي، فنحن نطير بدون اضطرابات  
و لا موجة صدمة، أليس كذلك؟

من الممكن ذلك!

إنن... دون ضجيج.





جدار الصمت.

النهاية

الضغط الزائد عند نقطة التوقف هو:

$$(س) \times \beta \times 2/1$$

الكتلة الحجمية للهواء (13 كغ في  $\beta$  حيث تمثل  $\beta$  3المتري)، بينما تمثل (س) سرعة حركة الجسم. بالنسبة لمساحة جبهة قدرها 1 3متر.

قدرة مقاومة الموجة هي:  $(س) \times \beta \times 2/1$

إذا كانت (س) = 600 متر في الثانية، فالقدرة تساوي 140 ميغاوات.

وإذا كانت (س) = 1500 متر في الثانية، فالقدرة تساوي 2190 ميغاوات

خلال الزمن (ز)، تنتشر موجة شعاعيا حسب

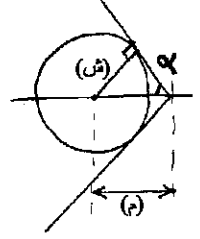
المعادلة التالية: (ش) = (س-ح)  $\times$  (ز).

بينما قطع الجسم المسافة (م) = (س)  $\times$  (ز).

وهكذا:

$$(س) \mid (س-ح) = (م) \mid (ش)$$

$$\text{جيب } (\alpha) = (س-ح) \mid (س) = (ش) \mid (م)$$



ب - نأثر على نظام الموجة، إذا كانت الطاقة التي يستقبلها عنصر الحجم الذي هو (ج)  $\times$  (غ)  $\times$  (م) (عمل قوة لابلص على طول مسافة التفاعل) أكبر من الطاقة الحركية  $(س) \times \beta \times 1/2$  في الماء المالح، يحد التحليل الكهربائي قيمة (ج) في 1 أمبير في السنتمتر (10 ديكامتر في 2المتري). أي السرعة (س) = 8 سنتمتر في الثانية.

إذا كان حجم الأسطوانة هو 8 ميليمترات ( $10^{-3} \times 8$  متر)

عندما يكون طول التقاطع يساوي سمك القطب، أي ( $2 \times 10^{-3}$  متر)،  $\beta = 10^3$  كغ في المتر.

إذا كانت قيمة (غ) = 1 تيسلا (10000 غوس). عامل التقاطع هو:

$$(ت) = 2 = (ج) \times (غ) \times (م) \mid (س)^2 \times 2 = 25$$

وبذلك نلغي موجة الشعاع.

د - قدرة المسرع (م-مد) هي:

$$(ج) \times (غ) \times (س)$$

$$(غ) = 4 \text{ تيسلا}$$

$$(س) = 1000 \text{ متر في الثانية}$$

$$(ج) = 10^4 \text{ أمبير في } 2 \text{ المتر}$$

$$(ج) \times (غ) \times (س) = 40 \text{ ميغاوات في } 3 \text{ المتر}$$

إذا كان لدينا ائصال الكتروني للهواء (غير متوازن) ذو القيمة 10 موس في المتر، ائصال الماء المالح، ستكون الحرارة المنبعثة بتأثير جول هي:

$$\text{ذات قدرة} = 10 \text{ ميغاوات في } 3 \text{ المتر } (ج)^2 \mid \beta$$

وهذا ممكن جدا. علينا أن نعمل في مجالات مغناطيسية (غ) قوية (20 تيسلا) والرفع من قيمة  $\beta$  الائصال الكهربائي

(التعرق الأساسي من خلال جدار مسامي)

ج - القارب لديه دافع بغرام واحد، أي  $10^{-3}$  كغ، وهو يتقدم بسرعة 0.1 متر في الثانية أي  $10^{-3}$  وات.

المولد ينتج 25 فولت و20 أمبير أي 500 وات.

$$10^3 = \mu / \text{المردود انن هو } 2 \times 10^{-6} = 500$$

يمر السائل من خلال المسرع في الزمن (ز)، ستكون القوة الدافعة

انن: (ز) / (ج)  $\times$  (غ)  $\times$  (م). ونعلم أيضا أن (ز) / (م) = (س)

علاوة على ذلك فإن القوة التي يبدها تأثير جول هي:

$$(ج)^2 / \beta$$

حيث تمثل  $\beta$  التوصيلية الكهربائية.

المردود:

$$\mu = (س) \times (غ) \times (ج) \mid (س) \times (غ) \times (ج) + (ج)^2 \mid \mu$$

المعطيات التالية:

$$\mu = 10 \text{ موس في المتر}$$

$$(غ) = 25 \text{ تيسلا}$$

$$(س) = 20 \text{ متر في الثانية}$$

$$(ج) = 10^4 \text{ أمبير في } 2 \text{ المتر}$$

$$\text{النتيجة: } \mu = 0,33$$

يزداد المردود مع السرعة

