

لنُحلق معاً

الفه جون بيار بوتى
نقلته الى العربية نسمة زويبرى



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

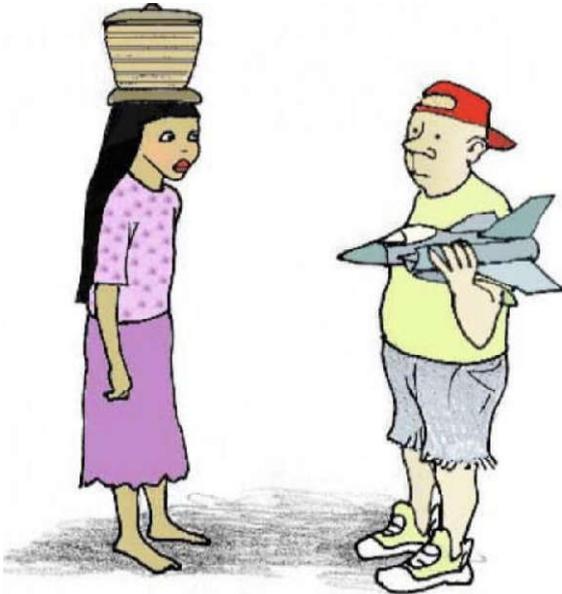


Jean-Pierre Petit

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>



أنظروا، بدون احتكاك الهواء سيكون
التدفق حول الجسم متغيراً تماماً و لن
يعطي رفعا



في أحد الأيام استيقظ أنسلم بمزاج معكّر



يا الاهي

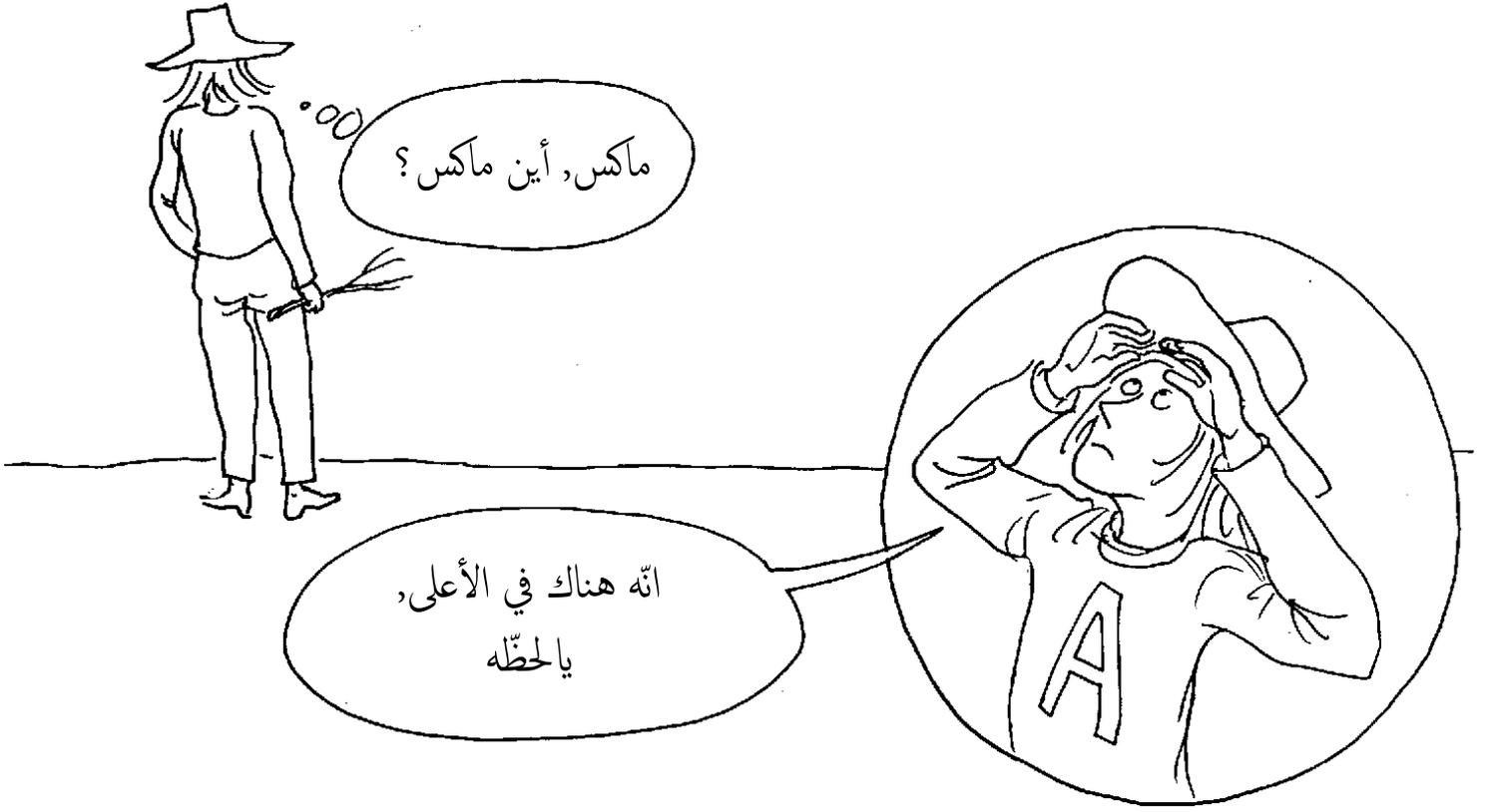
السبت، الأحد، الاثنين،
الثلاثاء، الأربعاء، الخميس



ثم الجمعة و نبدأ مجدداً
كم هذا ممل

طبعاً، جهة خبزي المحمص المطلية بالزبدة

أحس أنسالم بالحزن و الفراغ كم لم يسبق له ذلك فقد كانت الأيام
متشابهة كقطرات المطر





الطيران؟ يا الاهي

هلا علمتني يا ماكس, من المؤكد أننا
سنجد وسيلة ما فقد سممت الزحف
على هذا الكوكب

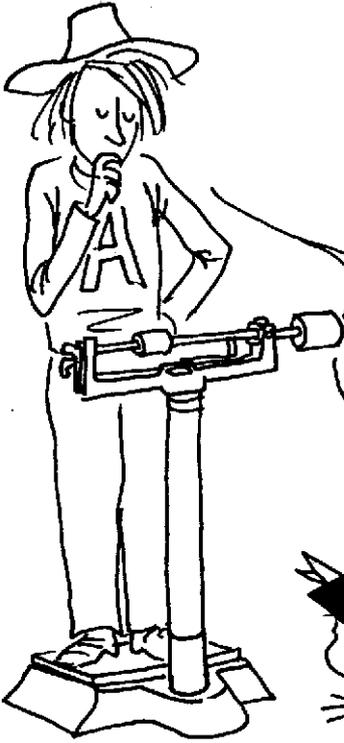


أنظر, سأرفع قدماً و ان رفعت الثانية بسرعة كافية فلربما ...

أظنه بسبب كل هذا الهواء الذي
يُنقل كتفي

بالعكس, فدافعة أرخميدس تُنقص من وزنك بثمانين غراماً

كان يا مكان في قديم الزمان شخص يسمى أرخميدس

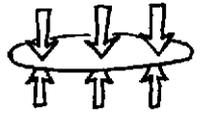


تريد القول أنني لما أزن نفسي لن يشير الميزان الى الوزن الصحيح بسبب دافعة أرخميدس؟

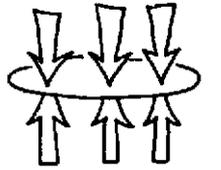
تماماً، فأنت تزن حقيقة ثمانين غراماً
زيادة



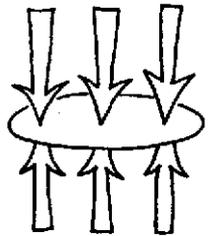
نتكلم كثيراً عن دافعة أرخميدس فما هي
بالتحديد في نهاية الأمر؟

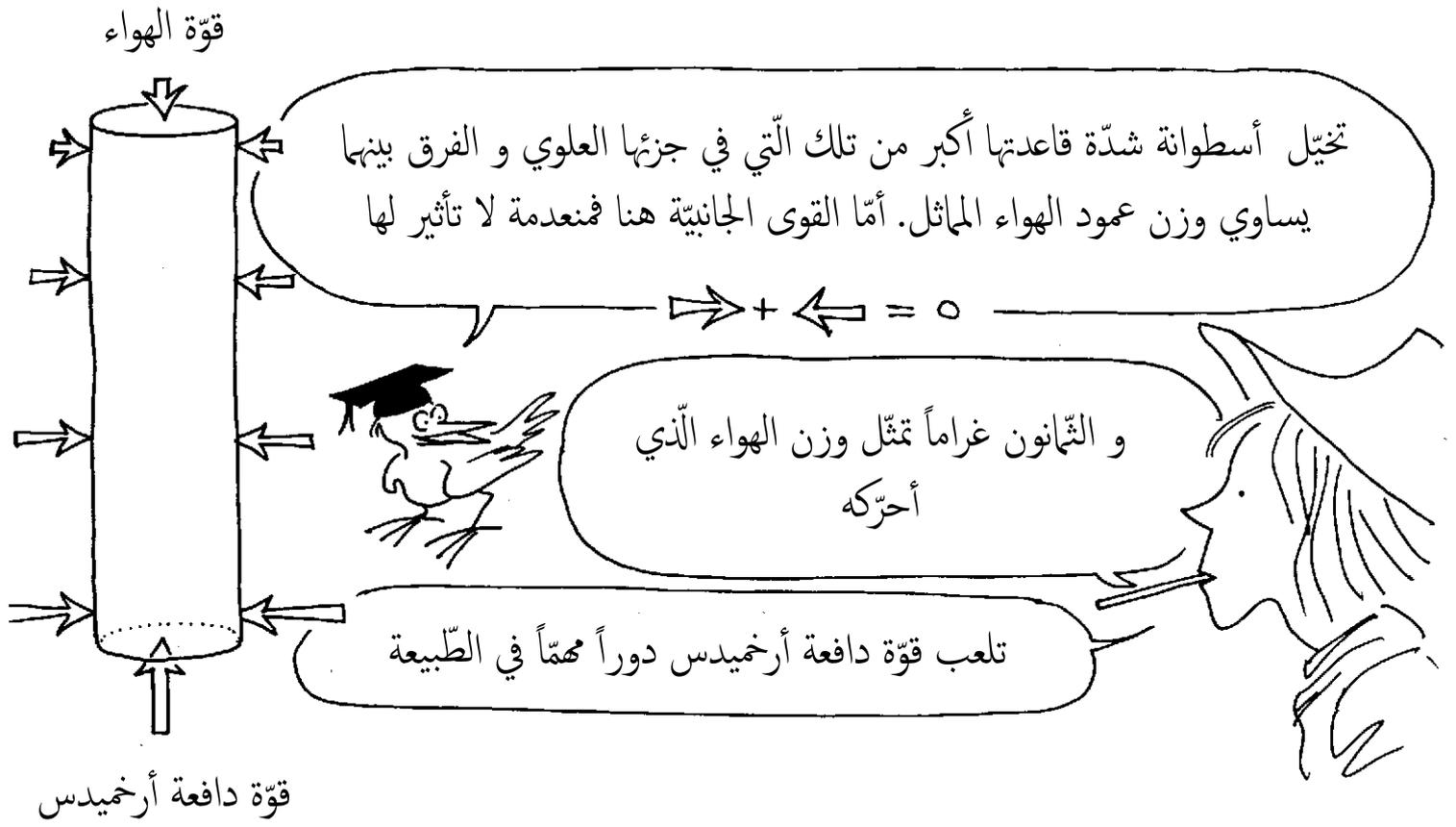


قوة مطبقة على قرص
مغمور في سائل



تخيّل قرصاً مغموراً في محيط معين، عمود الهواء المتواجد أعلاه تُثقل وجهه العلوي و كلما علا العمود كلما زادت القوة المطبقة، و لكن لو كان العمود متناهي الدقة فقوة مماثلة و معاكسة ستطبق على وجهه السفلي فيصبح مجموع القوتين معدماً





من المؤكّد أنّنا لن نطير بثمانين
غرام فقط

سأحضّر شايّاً





يا لفعاليته! لقد غلي الماء
بسرعة



ما خطب هذا
الشاي؟ انه ارد تماماً

و كذلك الماء في
الاناء

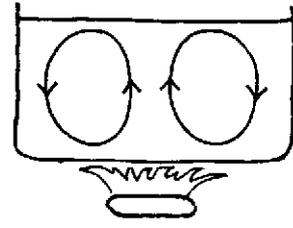
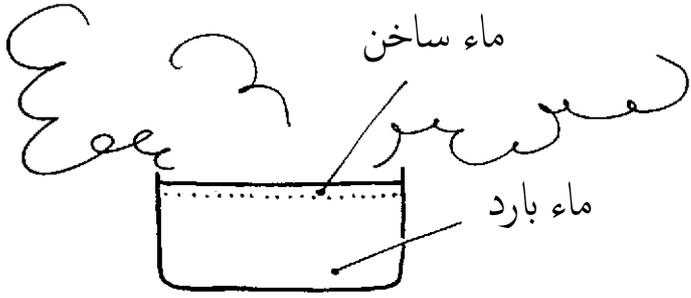


لا أصدّق ما يجري! كان
الماء يغلي للتو



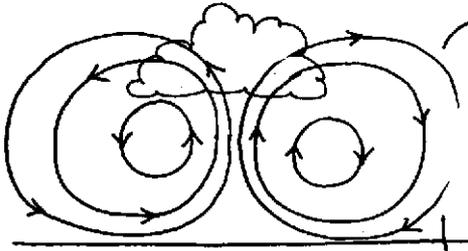
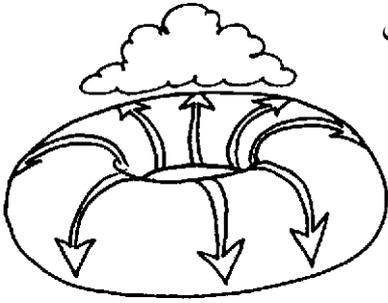
لقد سخّنت فقط سطح الماء و الطّبة
التي تغلي هي التي تطفو كونها متمدّدة و
أقلّ كثافة



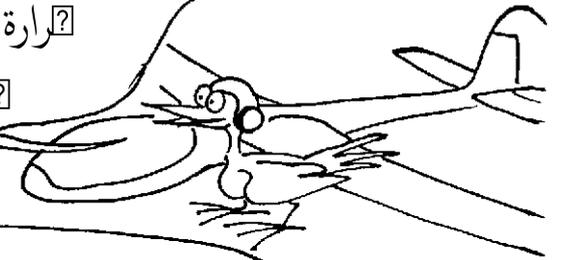


بينما لو سخّنا الماء من الأسفل لارتفع الماء المتمدّد الساخن الأقلّ كثافة نحو السطح فيبرد و يتقلّص ثمّ يرجع للأسفل و هذا هو الحمل الحراري

يحدث نفس الشيء في الجوّ، فبعض مناطق الأرض تمتصّ [?] حرارة الشّمس أكثر و الهواء فيها مشبع بالرطوبة، كلّما كان هذا الأخير حارّاً كلّما زادت نسبة الماء المتبخّر به ثمّ يتمدّد و يتصاعد و عندما يصل درجة معيّنة من الارتفاع يتقلّص بخار الماء بسبب البرودة في شكل قطيرات فنحصل على سحابة جميلة



ظاهرة التفاعل هاته تجعل درجة [?] حرارة الهواء متجانسة و لولاها لبلغت [?] حرارة الأرض مئات الدّرجات



ان تعلّقت باحدى فقاقيع الهواء الساخن هاته ربّما استطيع الطّيران يوماً



أنظر أين تضع قدمك يا هذا !!

من يتحدّث؟

ألا يمكنك التفكير في مكان آخر؟

لقد كدت تدوسنا يا هذا

آسف

الطيران؟ و كأنّ الحياة ليست
معقدة بما فيه الكفاية

لقد وجد علماءنا أنّه مستحيل
رياضياً

ألا تظنّ أنه هنالك أشياء أكثر
جديّة من الطيران

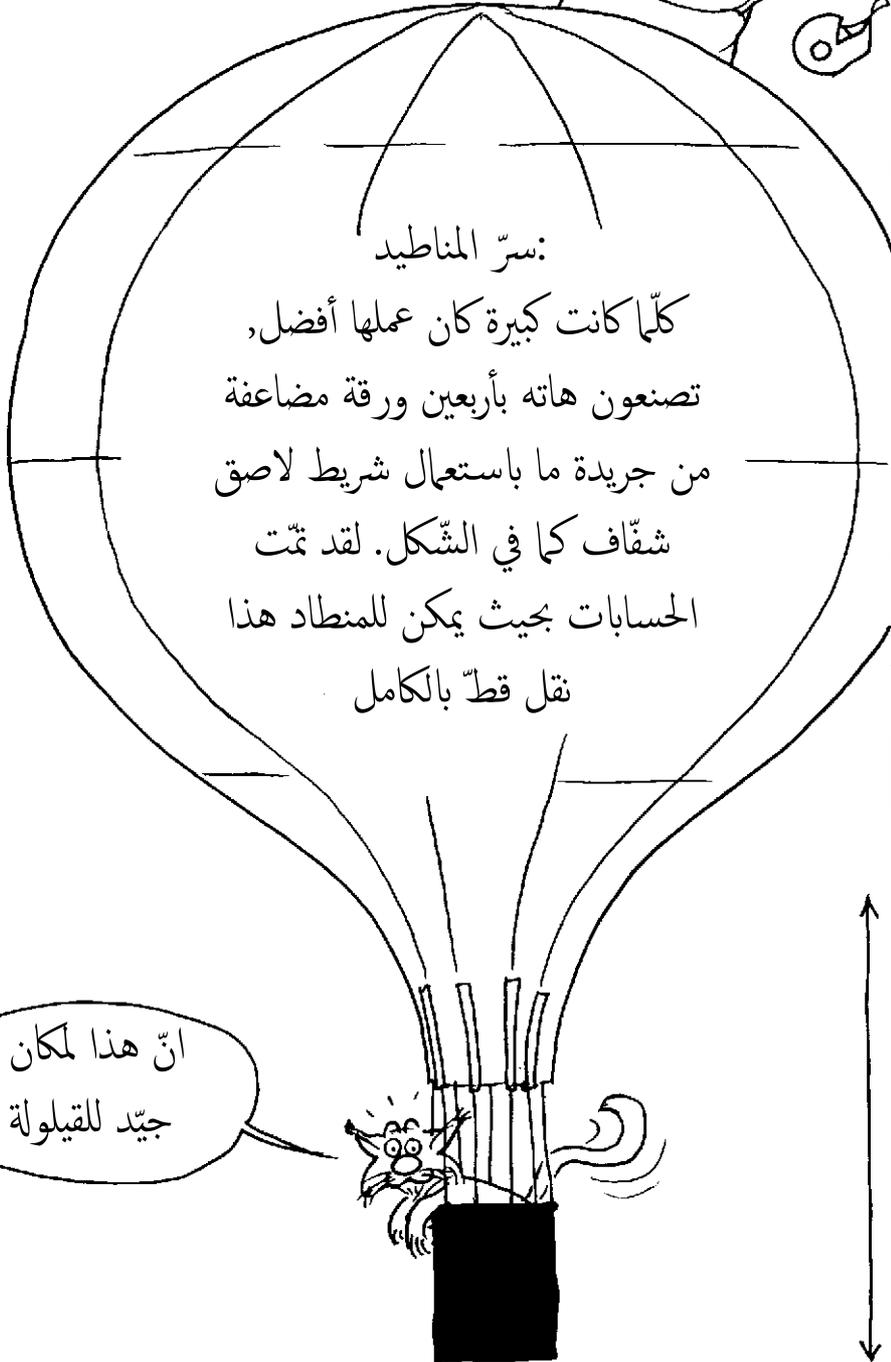
وجدتها

تفاهة

سأضع فقاعة هواء ساخن في ظرف

الأشياء الأكثر خفة من الهواء

اقطع هذا الشيء المشابه للنار من
الورق و أعد الكرة عشرة مرّات



سرّ المناطيد:

كلّما كانت كبيرة كان عملها أفضل،
تصنعون هاته بأربعين ورقة مضاعفة
من جريدة ما باستعمال شريط لاصق
شفّاف كما في الشّكل. لقد تمّت
الحسابات بحيث يمكن للمنطاد هذا
نقل قطّ بالكامل

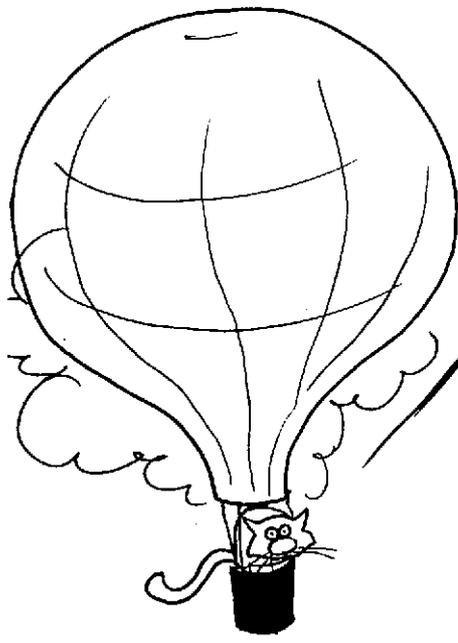
انّ هذا مكان
جيد للقبولة



هكذا يركب أنسالم آتته الأخف من الهواء



سخّنه بقرورة الغاز الخاصّة بالتّخيم و احمي
الورق بأنبوب من البلاستيك الصّلب و لا
تضع بداخله القطّ الأّ في الأخير



لم قطّ ما أفعله أنا. إنّها مهمّة خمس سنوات. اجذبنا للأسفل سيّد سبوك

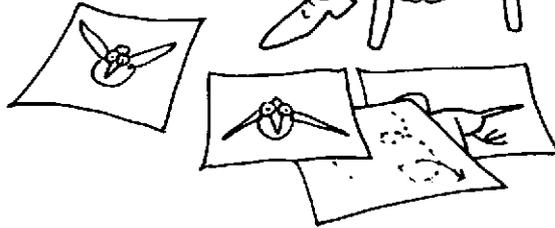


حلم من ورق... كلّ هذا لن يرفع شيئاً الى أعلى ثمّ إنّ هذه الآلة لعبة في يد الرّيح، لا يمكنني أخذها حيث أريد

ما هو سرّ الطّيران؟



أسرع فقد بدأت أتعب



لا يمكن فعل شيء هذا لا ينفع, يوجد شيء ما لم أفهمه

يا عزيزي

أنسلم, اذا أردت الطيران فيجب عليك التأقلم مع
آلية السوائل, ليس الطيران بالأمر السهل

و ما هو الطيران
بالضبط؟
أهو شيء يسيل؟

نعم اذا شئت وصفه كذلك
و لكنّه أكثر تعقيداً ممّا تظن

يتحرّك الرّمْل كالماء, هل هنالك علاقة بين هذين
الشّيئين؟

حسناً

صوفي, هل يُطبّق مبدأ دافعة
أرخميدس على الرّمْل؟

هل الرّمْل سائل؟

السّوائل

ما عليك إلاّ المحاولة

لدينا شيئين: قطعة نقود و كرة طاولة. ان كان
الرّمْل سائلاً فهذين الشّيئين اذا وُضعا بداخله
سيُقابلان بدفع من الأسفل يساوي حجم الرّمْل
المحرّك

هكذا اذن

لقد دفنت الكرة و وضعت قطعة النقود
على السطح
من البديهي أنّ القطعت يجب أن تغرق
في الرّمل بينما تصعد الكرة الى السطح

لاشيء

ربّما هي مسألة وقت

هل جُنّ رفيقكم؟

عليكم أن تكونوا حذرين مع
الفيزياء

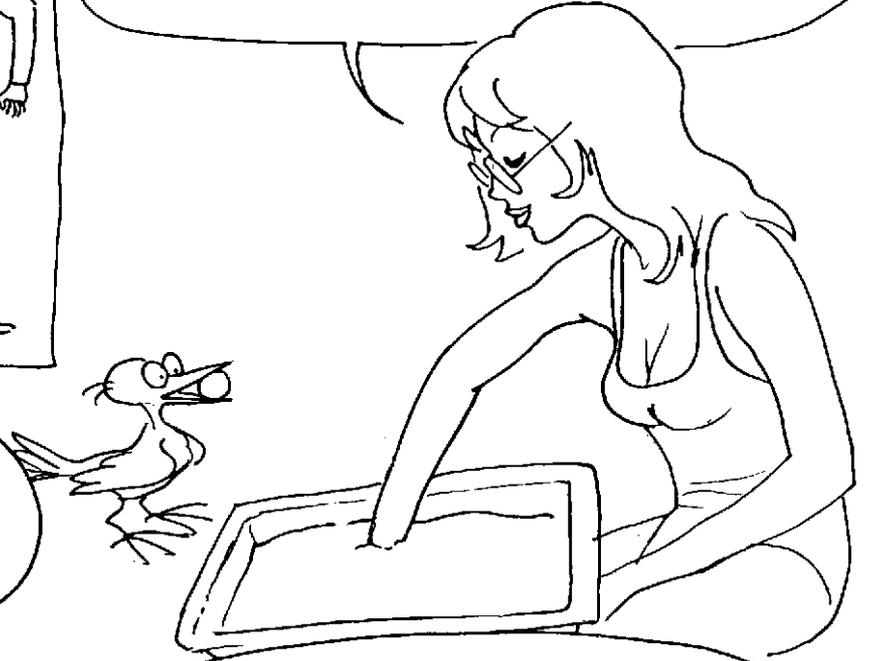
ما الخطب مع
التّجربة؟

لقد حاولت



أنظر، لقد صعدت
الكرة الى السطح

و نزلت القلعة التقدية الى أسفل بهزّ الرّمل فقد سمح
أنسالم بحركة معاكسة للشئيين معاً و أصبح الرّمل سائلاً



قالت صوفي أنّه كلّما كانت
حبّات الرّمل رقيقة كلّما كانت
العملية أسرع



فالسائل عبارة عن رمل ذو حبيبات جدّ
رقيقة تنزلق بسهولة مع بعضها البعض



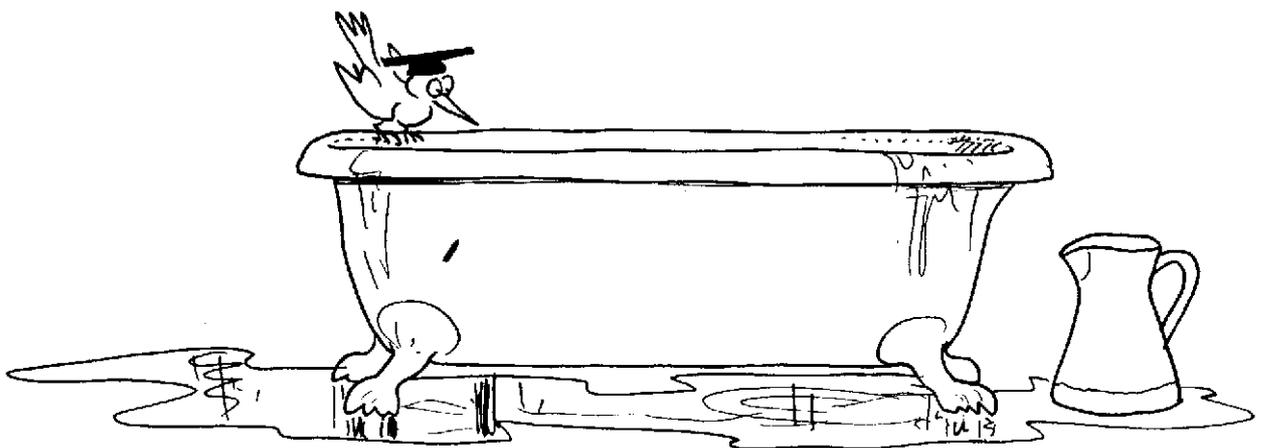
قالت صوفي أنّه هكذا جاء للوكريس حدس
الدّرات في القرن الأوّل قبل الميلاد



تعرف صوفي دائماً كلّ شيء
أحسن من كلّ الناس



مخبر الطّاقة



أرأيت يا أنسلم, لفهم سائل ما جيّدا يجب التذكّر أنّه مجموعة من
الجزيئات المشابهة للكريات التي تنطّ و ينزلق بعضها على بعض فيما
يسمّى بفوضى الجزيئات

هيا اذن لنرى
بعض الفوضى

لدينا عشرين ملياراً من المليار من تلك الكريات في السنتمتر المكعب
من الهواء الذي نستنشقه. هذه الجزيئات صغيرة لدرجة أنّها لا تُرى
حتى باستعمال المجهر الأكثر تطوّراً

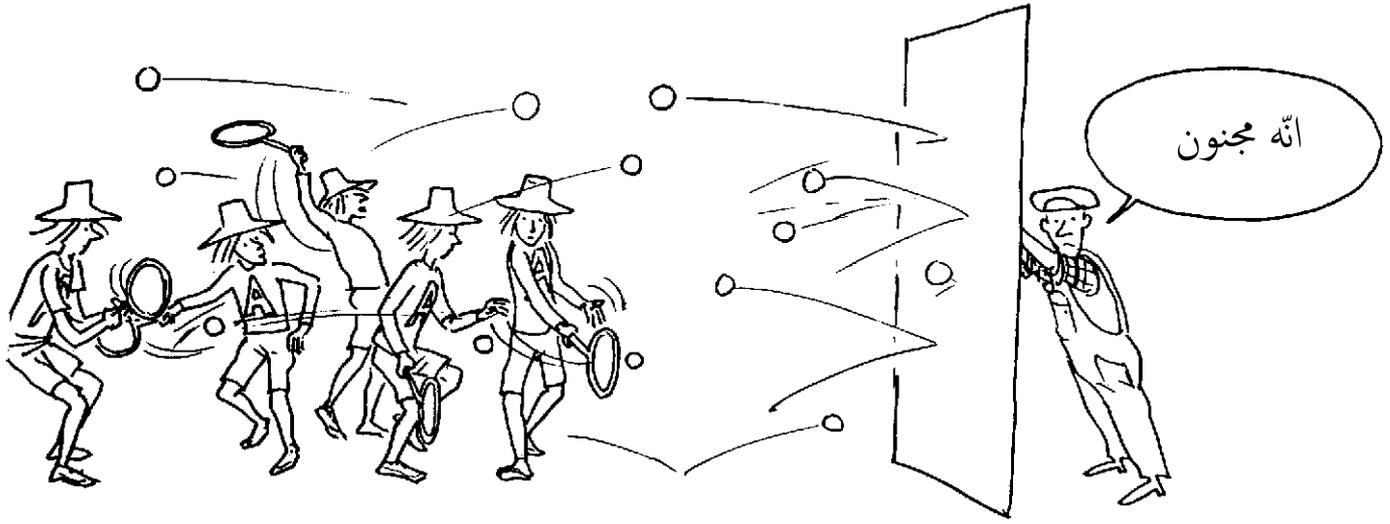
الكثافة

مفهوم الكثافة حدسيّ لدرجة أنّنا
كدنا لا نتحدّث عنه

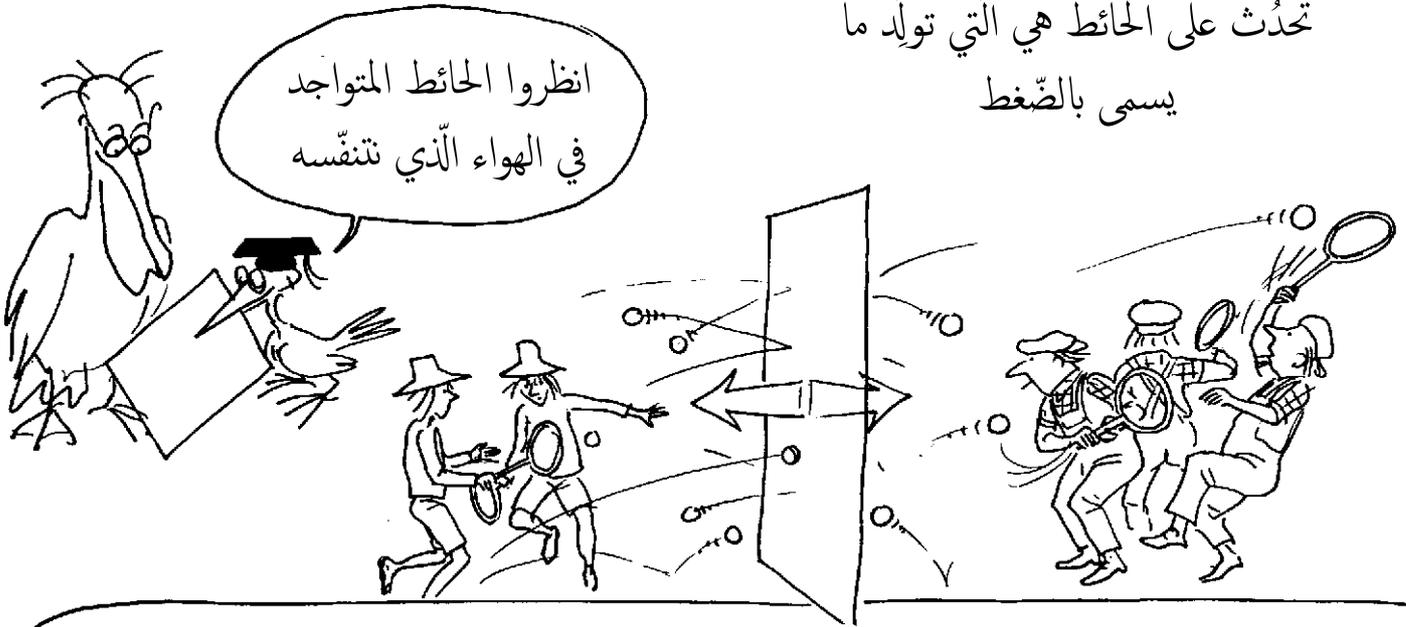
أنا لا أفهم شيئاً

أنّه عدد الجزيئات في وحدة الحجم

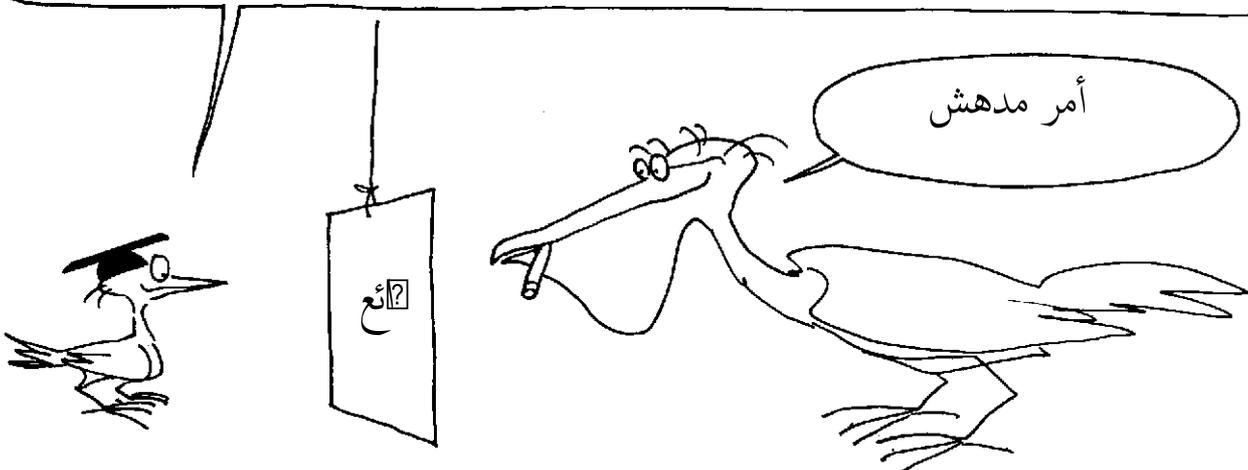




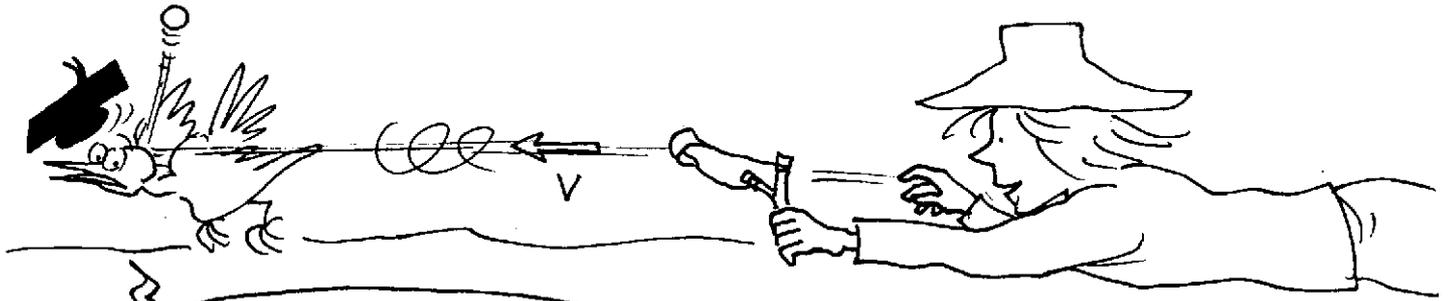
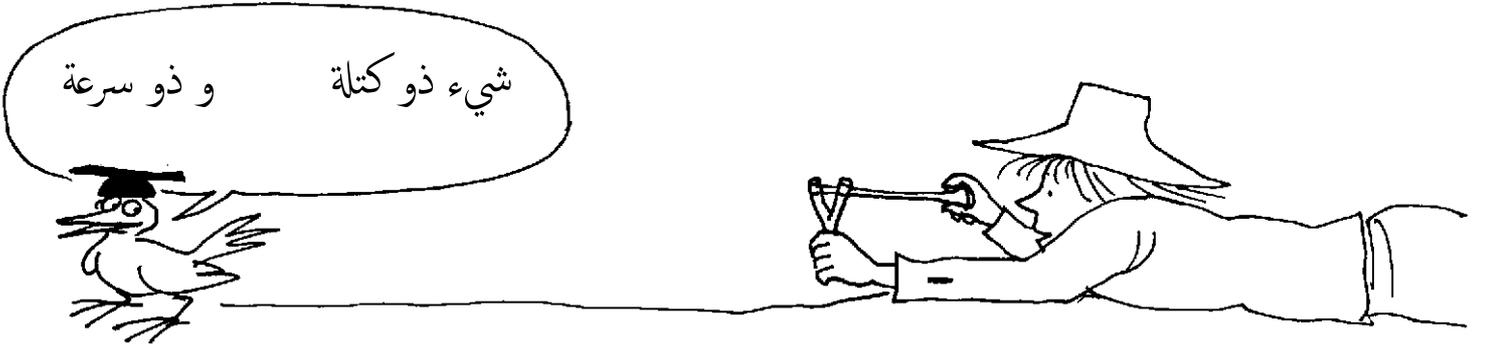
ان التصادمات الجزيئية العديدة التي تحدث على الحائط هي التي تولد ما يسمى بالضغط



تبقى جامدة لأن دفعات الجزيئات المطبقة من جهة و من أخرى عبر التصادمات تتوازن فيما بينها



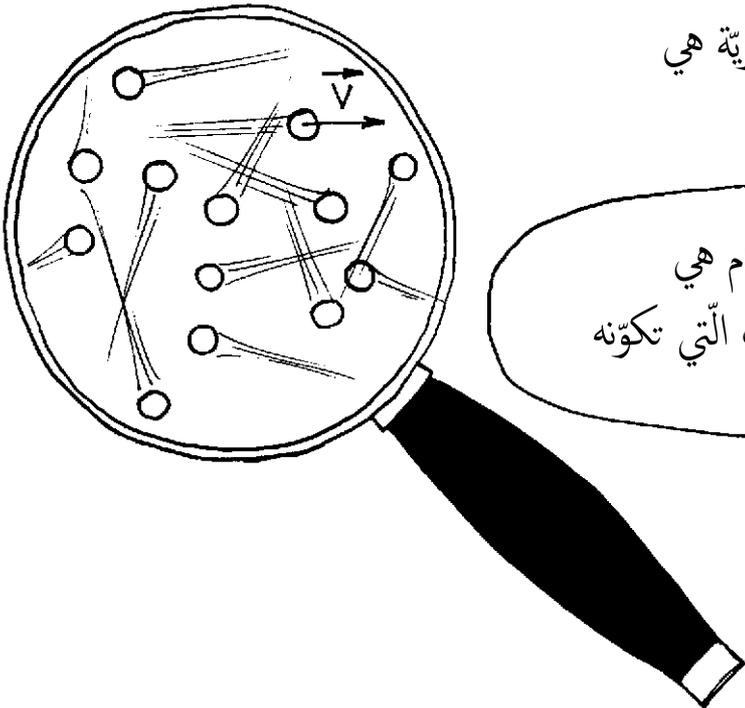
الطاقة الحركية



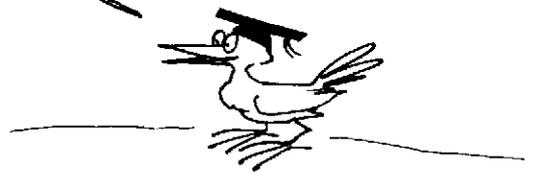
يملك طاقة حركية تساوي
 $\frac{1}{2} m V^2$

الطاقة الحرارية

هذا عنصر غازي, جزيئات الكتلة..... يتحركون بشكل عشوائي, سرعة حركتهم الحرارية هي



الحركة الحرارية لهذا العنصر و هذا النظام هي مجموع..... (الطاقات الحرارية) لكل الجزيئات التي تكوّنهُ



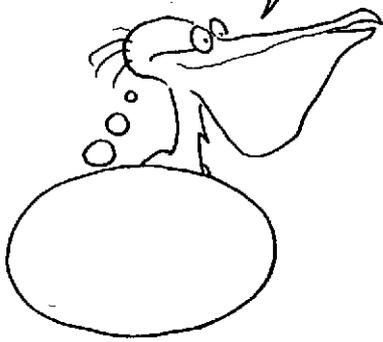


الطاقة المطلقة للغاز هي مقياس $\frac{1}{2} m V^2$ (طاقة حركية تحريضية) لجزيء في الغاز

الادارة



لا يمكننا الهبوط أكثر, لا يوجد
سكون أكثر من ذلك الذي يقابل
انعدام الحركة, أليس كذلك؟



لقد فهمت



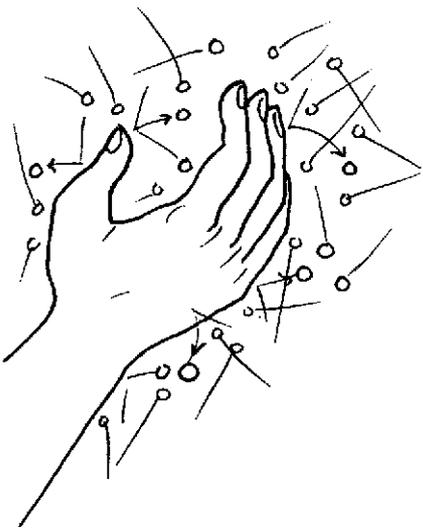
بدون حركة جزيئية ستكون هناك
اصطدامات أكثر على الجدار و بالتالي ضغط
أكبر



الحرارة

لنلخص: كلما كثرت الجزيئات كثرت الحركة و الحرارة و
بالتالي ارتفع ضغط الغاز

الجسم الموضوع في سائل معرّض لعدد لا ينتهي من
الصدمات الصغيرة و هكذا يمكن للجزيئات تبادل و
نشر الطاقة و الحرارة. تتزايد قدرة ايصال الحرارة مع
كثافة السائل و لهذا ينقل الماء الحرارة أحسن من الهواء





عندما يمشي رائد فضاء في الفضاء فهو يتقدّم في هواء شبه منعدم (عشرة جزيئات في السنتمتر المكعب). حركة الجزيئات تتناسب مع 2500 درجة حراريّة و رغم ذلك فإنّ ذاك الهواء لا يحرق الرّائد كونه قليل الكثافة و بالتّالي ضعيف في نشره للحرارة

درجة حراريّة 2500 و أكاد أتجمّد

الطّاقة العامّة



درجة الحرارة مرتفعة و لكنّ انتشارها ضعيف

هنا جمع بين نظام ذو N من الجزيئات و حرارة مطلقة T . أرمي بالقارورة يا أنسلم معطياً لها سرعة عامّة v

تريد القول بوجود نوعين من الطاقة
الحركية؟



هذه السرعة v تتناسب
مع طاقة عامة $\frac{1}{2} m v^2$
كونها الكتلة العامة للغاز المتواجد داخل
القانون



نعم و لا....نظام الجزيئات الموجود داخل القانون له
طاقة عامة تمثل هذه الأخيرة و كذا تلك الحرارية

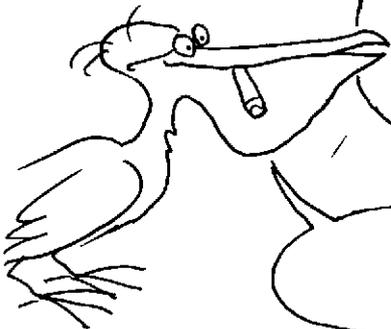


آلية السوائل معقدة
للغاية
تريد الطيران؟ فتعلم أن تطير



يقول الكتاب أن في نظام الجزيئات يمكننا
تحويل الطاقة التحريضية الحرارية الى طاقة
عامة و أنه في نظام الجزيئات يمكننا تحويل
الطاقة التحريضية الحرارية الى طاقة عامة

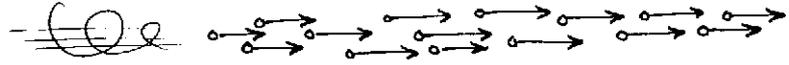
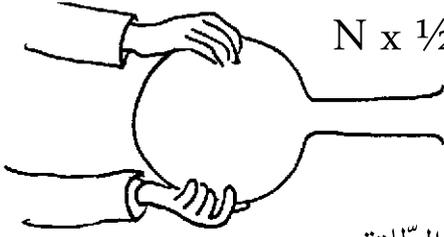
بمعنى آخر، من حرارة الى حركة





ان كان تحوّل الحرارة الى حركة عامّاً فستكون لكلّ الجزيئات

نفس السّرعَة (كليّة) و طاقة النّظام هي طاقة عامّة $N \times \frac{1}{2} m V^2$

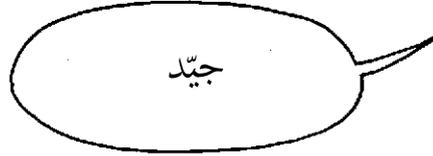
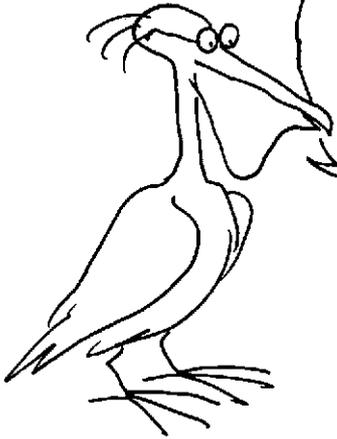


حسب مبدأ الاحتفاظ بالحرارة فإنّ الطّاقة العامّة للنّظام أي مجموع الطّاقة الحركيّة التّحريضيّة (حراريّة) ثابتة في هذه العمليّة.

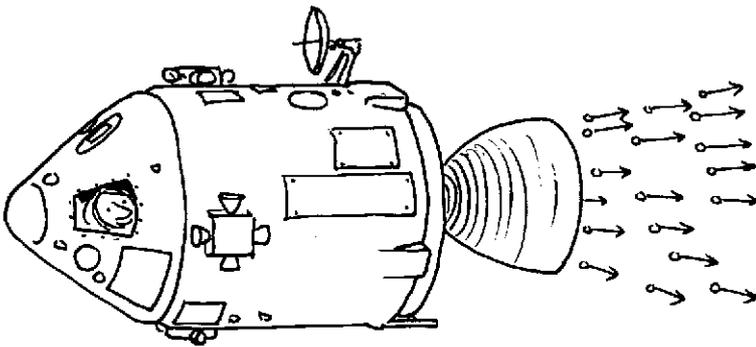
الادارة

أخبرني, ان فهمت جيّداً فانه و في حالات خاصّة من هذا الاسترخاء العام يعطينا الاحتفاظ بالحرارة

$$v = V \quad \text{هل يعني هذا} \quad N \times \frac{1}{2} m V^2 = N \times \frac{1}{2} m v^2$$



تطبيق التّحوّل للطّاقة الحراريّة التّحريضيّة العامّة: الدّفع برّدّة الفعل
فوهة المحرّكات الصّاروخيّة عبارة عن هندسة تسمح بأفضل تحويل حرارة الى
سرعة. القوّة الدّافعة ناتجة عن مجموع قوى الضّغط الغير منعدمة خلال فترة الارتخاء





لقد فهمت

ربما يكفي نفخ الرّيح الى أسفل للطيران

لنحاول فعل ذلك

ليس بالفعّال



أنظر يا أنسالم, أجنحة العصافير ليس لها شكل المطاريّات
تريد دائماً أن تفهم بسرعة, اصبر و أكمل

هل فهمتم؟

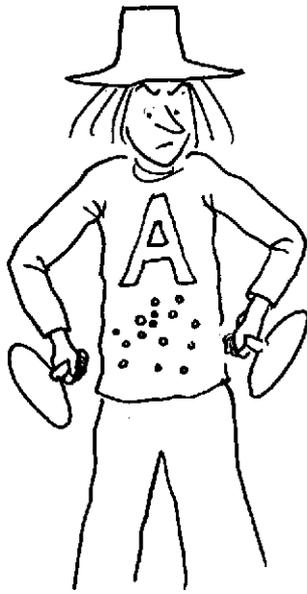
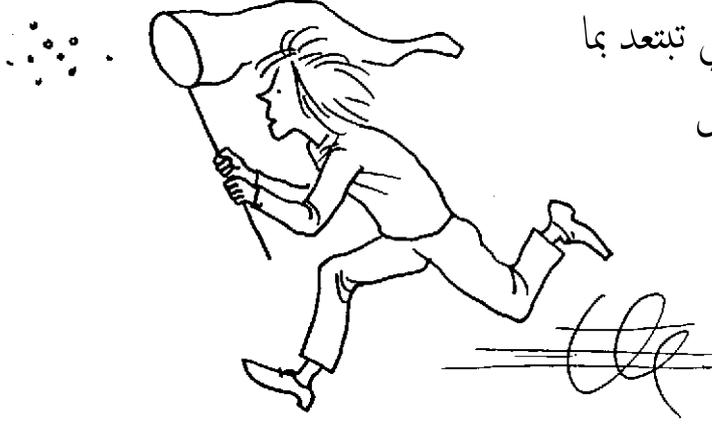
معك حقّ يا صوفي

و ما شأننا؟

قد نظير يوماً ما؟

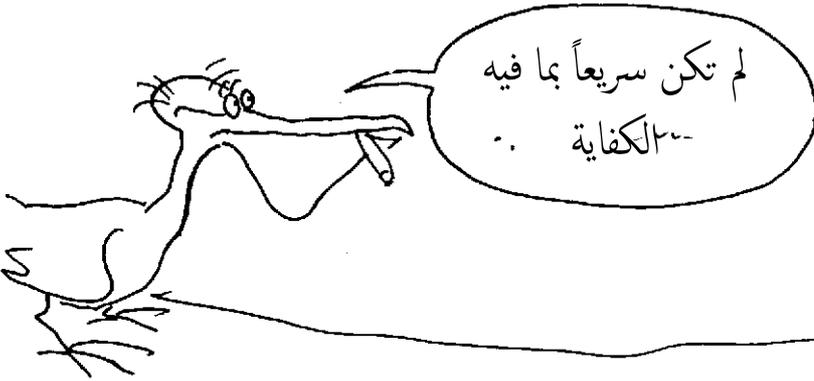
تدفق بكثافة ثابتة

التعبير " حرّ كالهواء " ليس بالصّدفه
جزيئات الغاز لا تحبّ الاختلاط فهي تتنعد بما
فيه الكفاية عن بعضها البعض



لا يوجد ما يمكن فعله
لزيادة كثافة الهواء

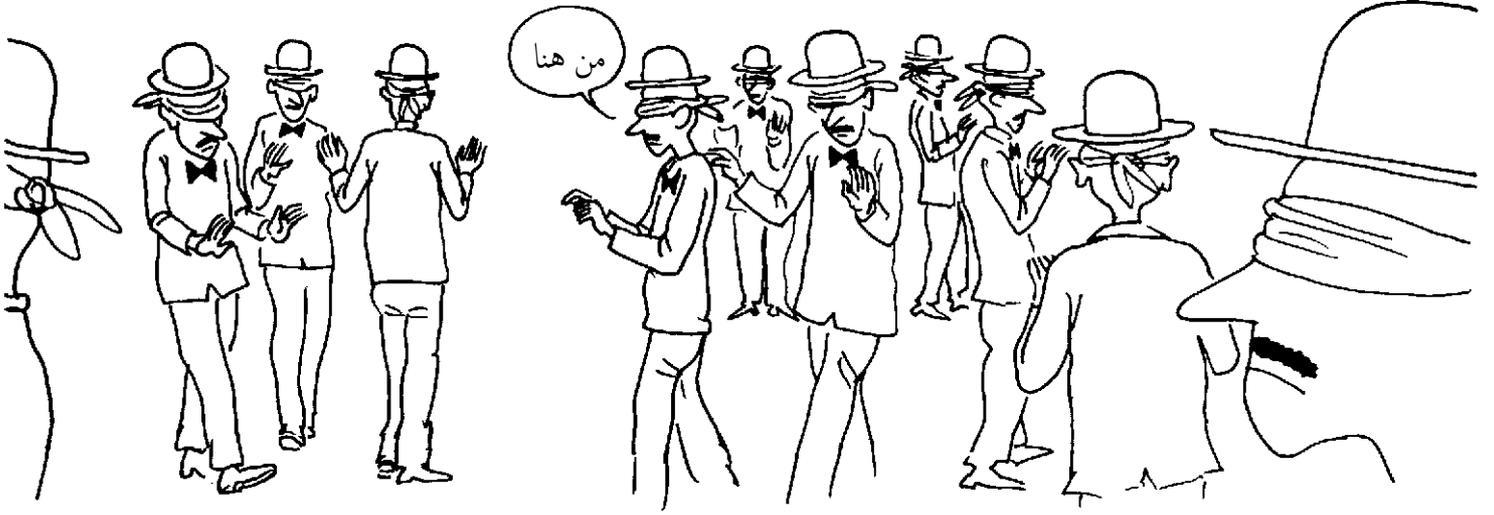
مالذي يُنفر الجزيئات
باقتراب المضارب؟



لم تكن سريعاً بما فيه
الكفاية ..

ربّما الخوف

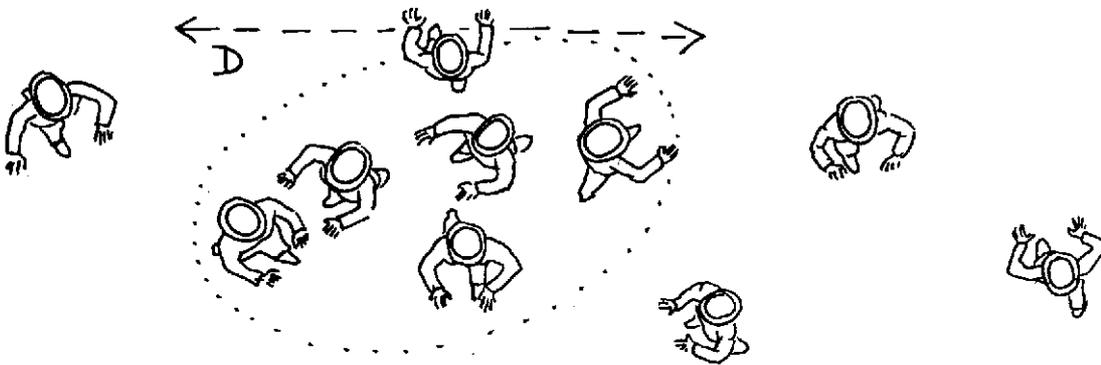
يجب تخيل مكان يوجد به أناس أعينهم معصبة يلعبون دور الجزيئات بحيث يتحركون
 بسرعة غير منتظمة و هذه صورة سرعة الحركة الحرارية v



لن يذهبوا الى مكان معين, بعد t من الثواني ستقطع مسافة l و سيتصادمون, سنستقي
 l المسافة الحرّة المتوسطة و t وقت المسافة الحرّة المتوسطة

في الهواء الذي نتنفسه v سرعة الحركة الحرارية تقارب 340 م/ثا المسافة الحرّة المتوسطة
 الجزيئية تقارب مئة جزء من الألف من السنتيمتر بينما الوقت الذي يمضي بين تصادمين
 لجزيء مع جاراتها لا يمثل إلا عشرة أجزاء من الألف من الثانية

لا شيء يدفع هؤلاء الناس المعصبة عيونهم للتجمع, بالعكس, حركتهم المستمرة ستجعل كل
 حشد ذو قطر D يتفرق في زمن D/v



انه الوقت اللازم لهؤلاء الأشخاص لقطع المسافة D و بالتالي للابتعاد عن مكان الاحتشاد



هؤلاء النَّاس الذين نعتبرهم بكم كذلك
بعيدين عن أطراف أيديهم فلو دخل شيء
ما وسطهم بسرعة v أقل من سرعتهم v
لاستطاعوا ادراك ذلك باصطدام بعضهم
البعض الأقرب فالأقرب و بالتالي يمكنهم
الابتعاد قبل أن يصلهم ذلك الشيء و
هذه المعلومة في الحقيقة تنتقل حسب
سرعة مشيهم أي بسرعة التحريض v

الصوت هو الانتشار بكثافة ثابتة لدفع الضغط, انه عبارة عن موجة تدافع ذات سرعة v

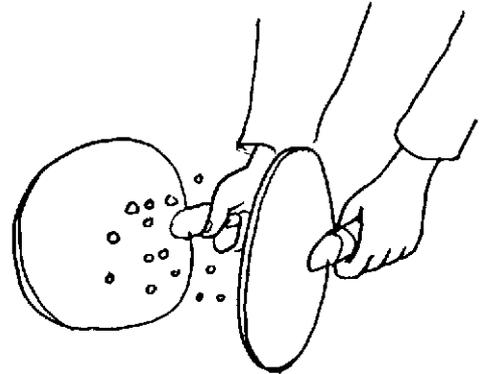


يجب فهم أنّ الصوت هو انتشار اندفاع و ليس انتشار مادّة

الصوت موجة ضغط



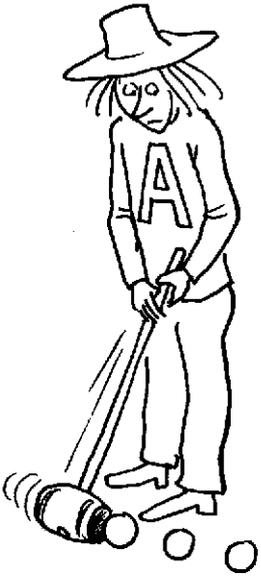
انه لفضل سرعة الصوت تعرف الجزيئات أدنى
تحركات مضارب أنسلم



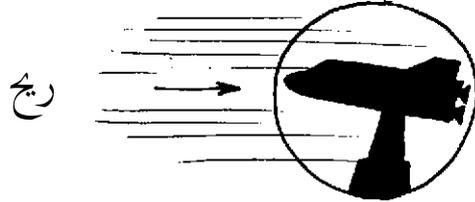
لقد وضع أنسلم بعض الكرات على خطّ واحد للتجربة، أنّه
يوجّه ضربة للأولى التي بدورها تنقلها للثانية و ما الى ذلك،
هذه صورة خطيّة لانتشار الصّوت

انتشار النبضة

مفهوم السّعة نسبي، بالتالي v تمثّل لنا سرعة شيءٍ يخترق
سائلاً في حالة استرخاء



أو أنّ السّعة العامة للغاز تأتي على
شيء ثابت



العلاقة $M = v/v$ ستُسمّى عدد ماش، v هي سرعة الصّوت اذا كان $v < v$ فقط و اذا
كان $M < 1$ ، يقال عن السائل أنّه في نظام تحت الصّوتي
سيكون التدفق في كثافة ثابتة و سيُسمّى غير مضغوط

قانون برنولي



لقد انتهيت

انتهيت من ماذا؟

نظام التهوية الآلي الخاص بي

انّ الريح تهبّ، أنْحَسّ بامتصاص الهواء؟

لديّ سؤال

أجل، و لكن لما يُمتَصّ هواء
التفّق؟

تمثّل الكومة عائقاً في وجه الهواء
فيزيد هذا الأخير من سرعته
لتجاوزها.

لما يُسرّع؟

لضمان مجرى ثابت

فهمت

مثل تسارع النهر في المجرى الضيق

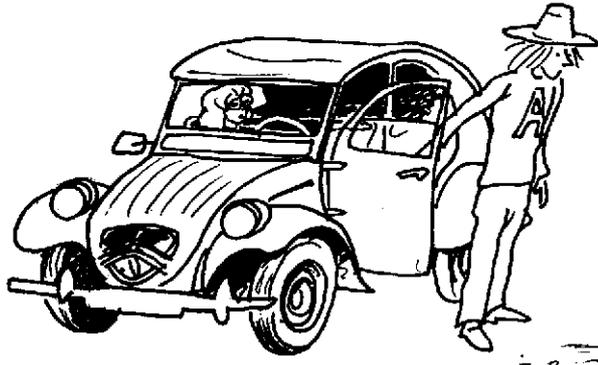
حسناً، تزيد سرعته و لكن لا أفهم بعد قضية الامتصاص هاته

تصوّر عنصراً سائلاً (مجموعة جزيئات) يمرّ من معبر ضيق، ستبقى حتماً طاقته ثابتة، و سيحدث التسارع على حساب الطاقة الحرارية و بالتالي على حساب حركة التّحريض

و اذا انقضت سرعة التّحريض ينقص الضّغط

بما أنّ الضّغط يتغيّر نسبياً حسب الحرارة و الكثافة فانه سوف ينخفض لا محالة

و هذا سبب امتصاص هواء التّفق



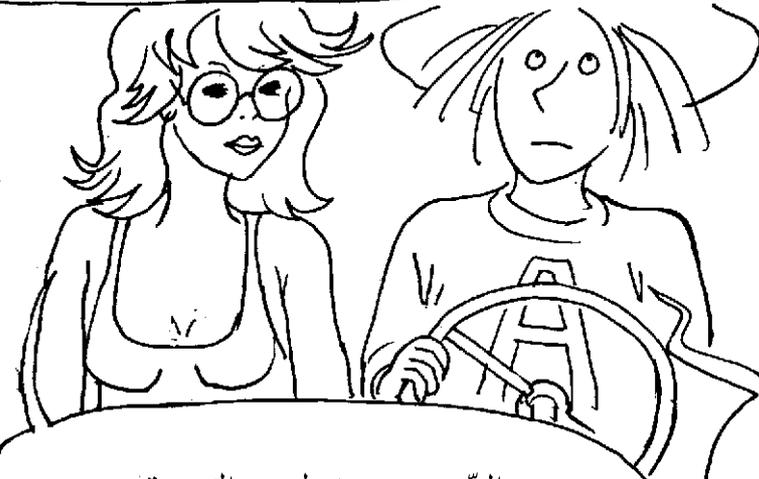
كيف لك كل هذا العلم؟

تعلمت هاته الأشياء
بمرور الوقت

انه لأمر مثير للفضول , في حالة السكون كان غطاء القمّة مرخياً و يتّجه نحو الدّاخل و في حالة الحركة الآن نراه منتفخاً يتّجه نحو الخارج



رغم أنّ الهواء
يدفع نحو الأعلى



نفس الشّيء يحدث لنفق التّجربة و هو
يشبه ما يحدث للسيّارة ذات
الحصانين نوعاً ما

يجب على الهواء الاسراع للاحاطة
بالسيّارة بكثافة ثابتة, تنخفض
الحرارة و الضّغط كذلك و بدأ
يُمتصّ الغطاء

نفس الظاهرة تجعل من عطري يصعد داخل البخاخ

و ما يمتصّ الدخان داخل المداخن بفضل الهواء

و منذ متى تتكلم
المداخن؟

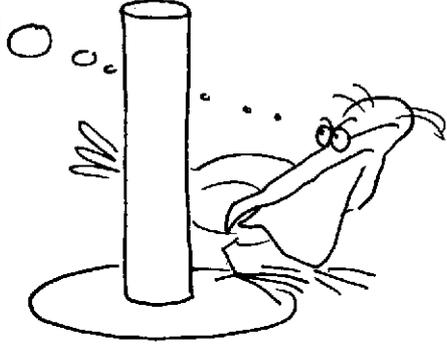
غريب, كنت أظنّ الهواء
محبوس داخل هذا القمع

اعلان حسب برنولي: يتغيّر الضّغط و السّرعة عكسيّاً

الادارة

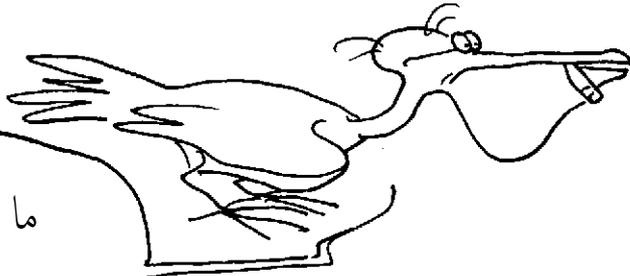
في الحقيقة تتحدّى آليّة السوائل غالباً حدسنا و منطقتنا

مثال عن مفارقة
مرتبطة بقانون
برنولي



ليس بالحدسي في شيء

ما هذا؟ شيء آخر من
أشياءهم؟

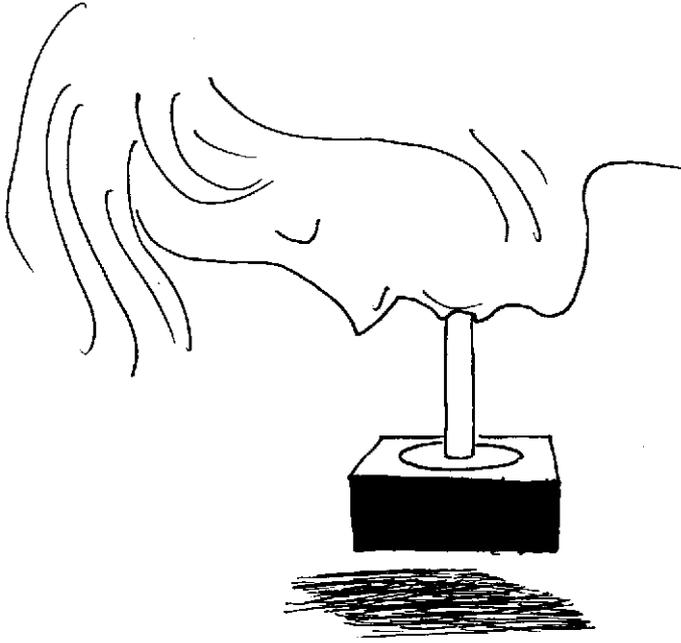


الظاهر أنه أنبوب قصير
ملصق على قرص

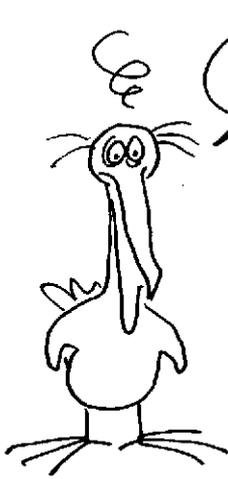


أنبوب يوضع
على علبة
كبريت؟





انه ينفخ فيرفع العلبة

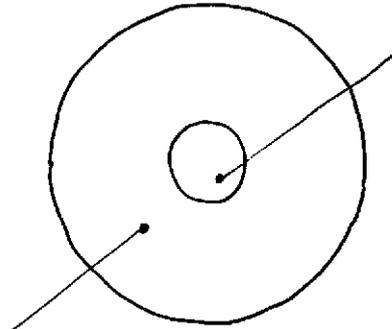
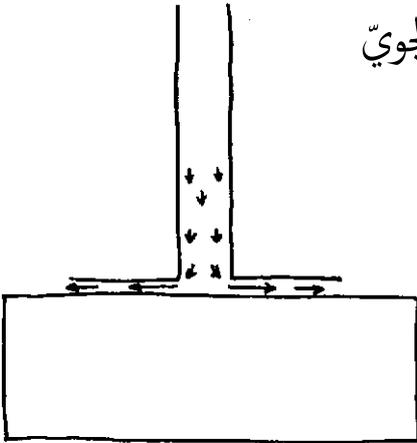


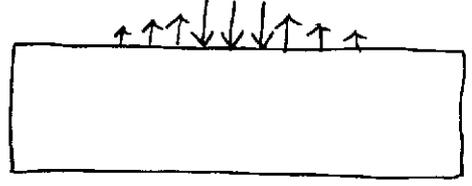
يا الاهي

كيف يمكن الامتصاص بضخ
الهواء؟

يضيق معبر الهواء فجأة في نقطة اتصال الاسطوانة بالقرص
فيتسارع الهواء مما يجعل الضّغط هناك أقلّ من ضغط الجوّ

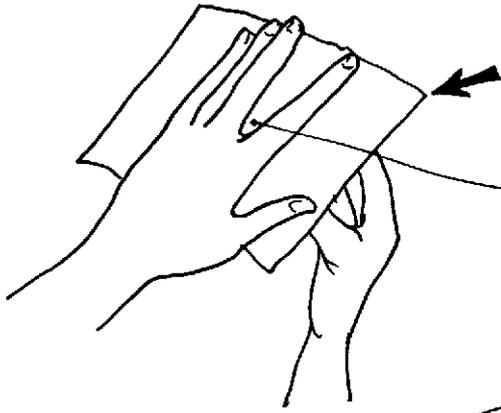
الجزء الخارجي يتواجد في حالة ضغط منخفض مقارنة بالضّغط الجوّي
جزء جدار العلبة المقابل للقناة المركزية يتواجد تحت
ضغط مرتفع مقارنة بالضّغط الجوّي





ربّما نتيجة كلّ هذا هو الامتصاص

يمكنك القيام بتجربة مماثلة باستعمال الورق



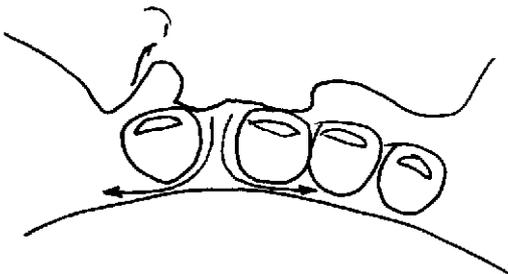
امسكها هكذا

انفخ هنا بشدّة



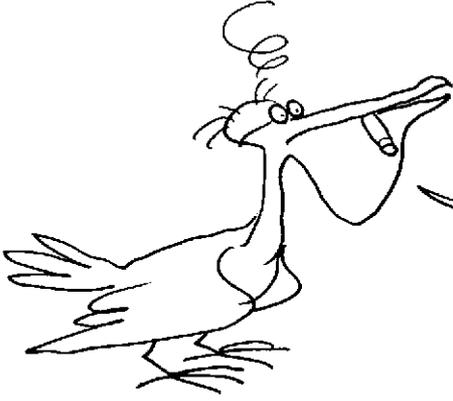
دع الورقة لوحدها بمجرد النفخ و
سوف تبقى لوهلة في مكانها

ملاحظة: يجب النفخ بشدّة
الادارة





هلاً أتيت لتطير
قليلاً؟



بعد كل ما رأيته اليوم, أفضل
الذهاب مشياً

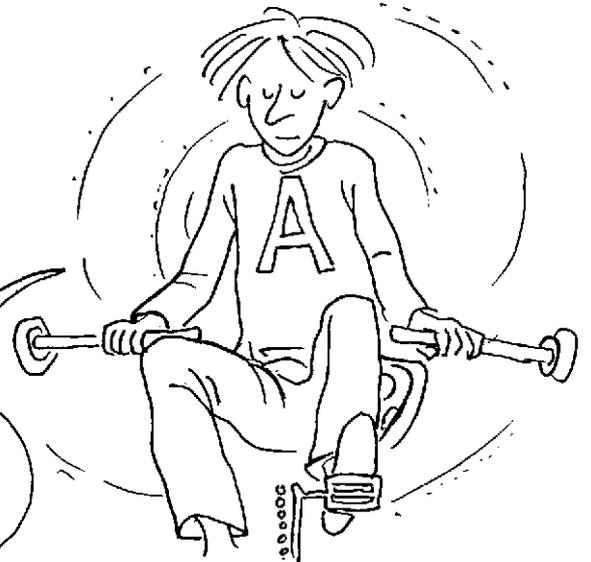
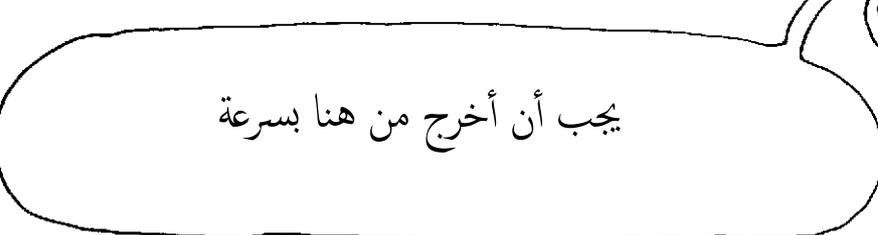
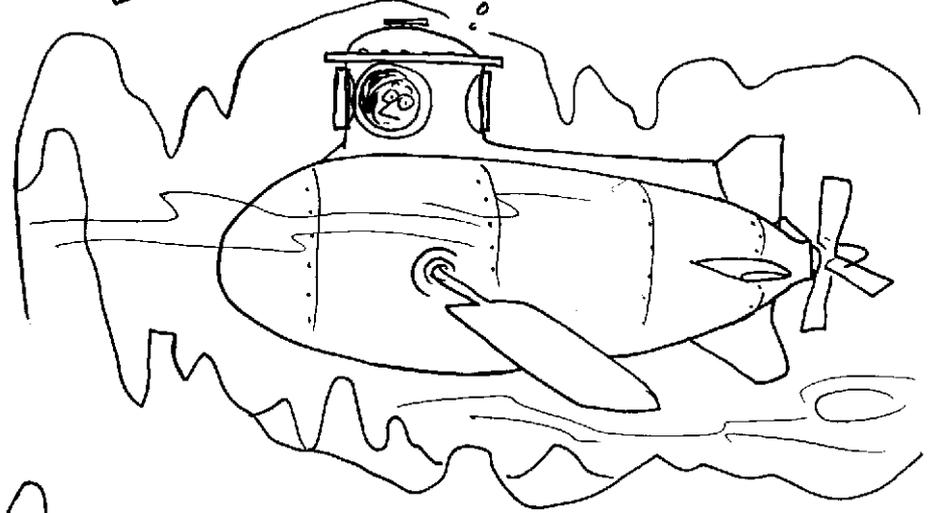
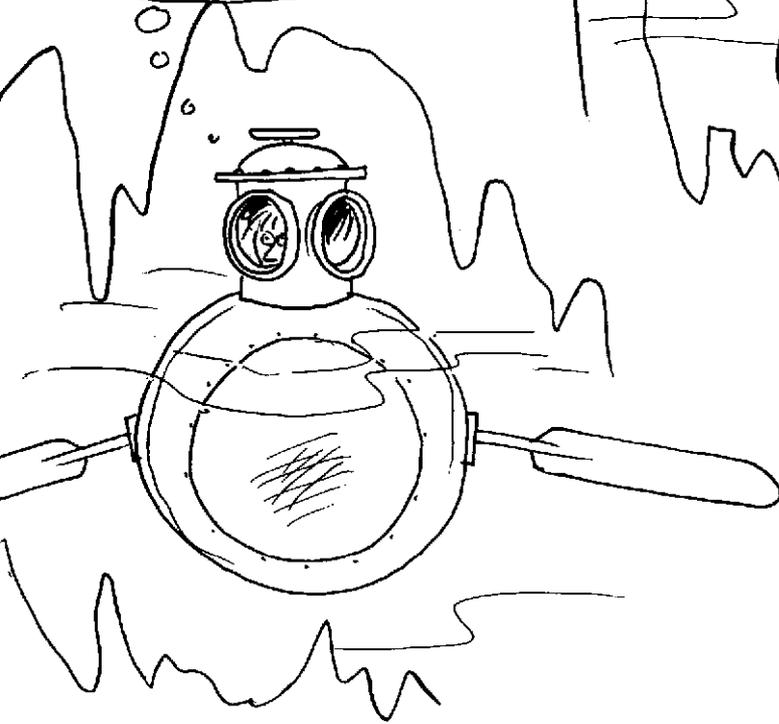
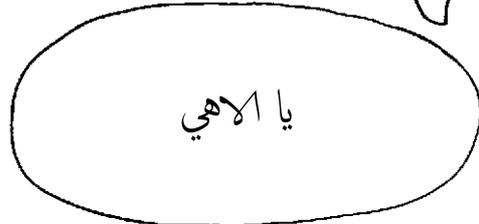
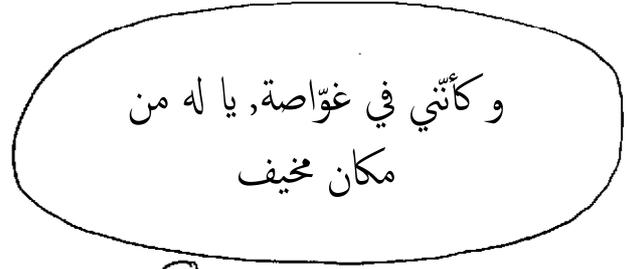
سائل, كثافة, ضغط, حرارة, ردّة فعل
بيرنولي, لديّ كلّ الكلمات المفتاحيّة
لأطير



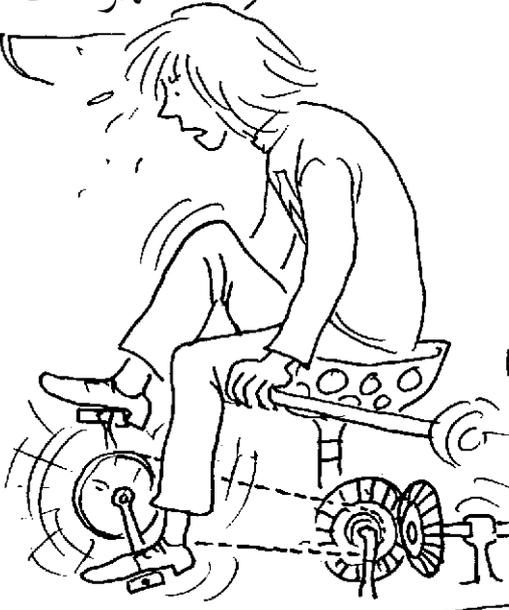
من فضلك

ليس كلّها, بل
تنقصك واحدة

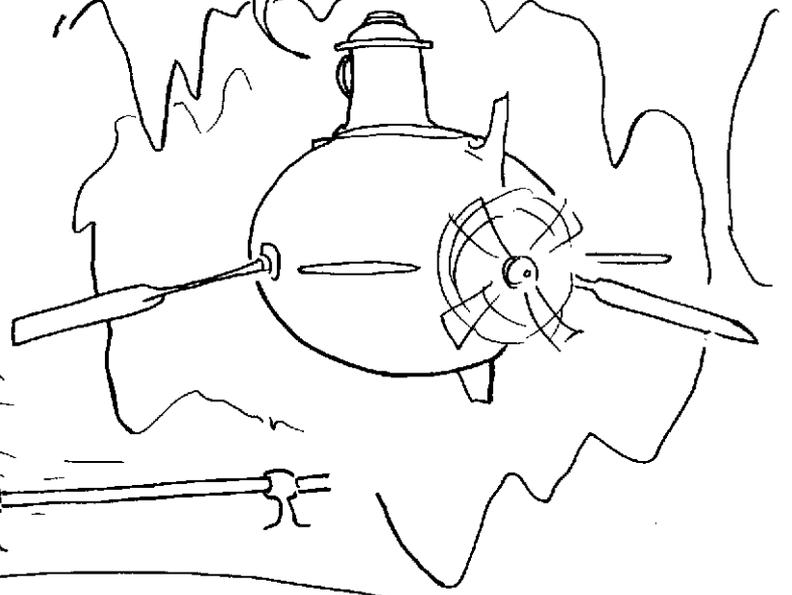
و ما هي؟



يا للهول، ادفع
الدّوّاسات منذ ساعة



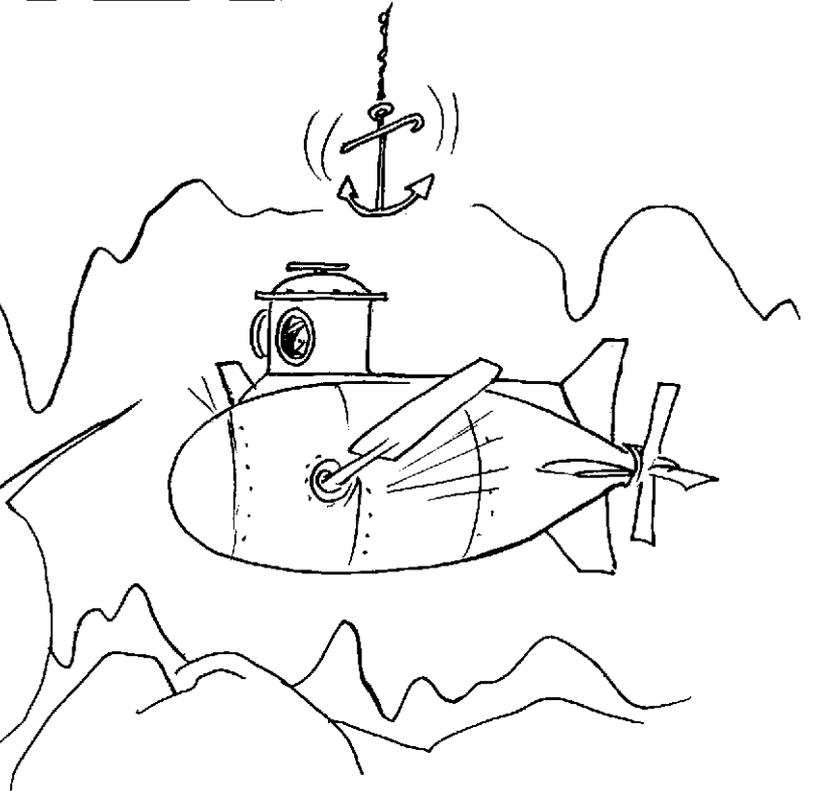
و لا أتقدّم بانّش واحد

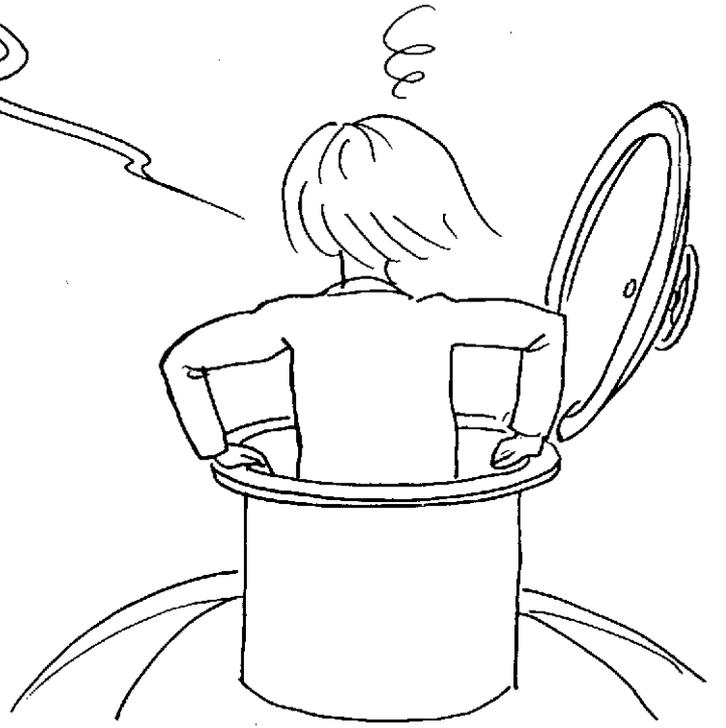
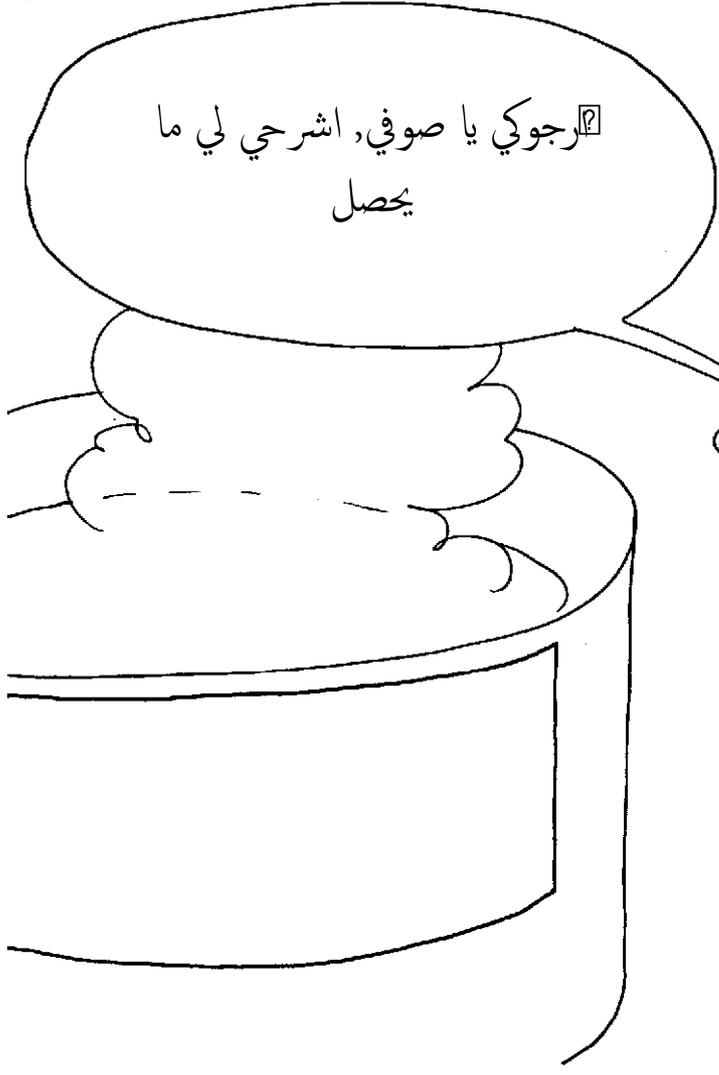


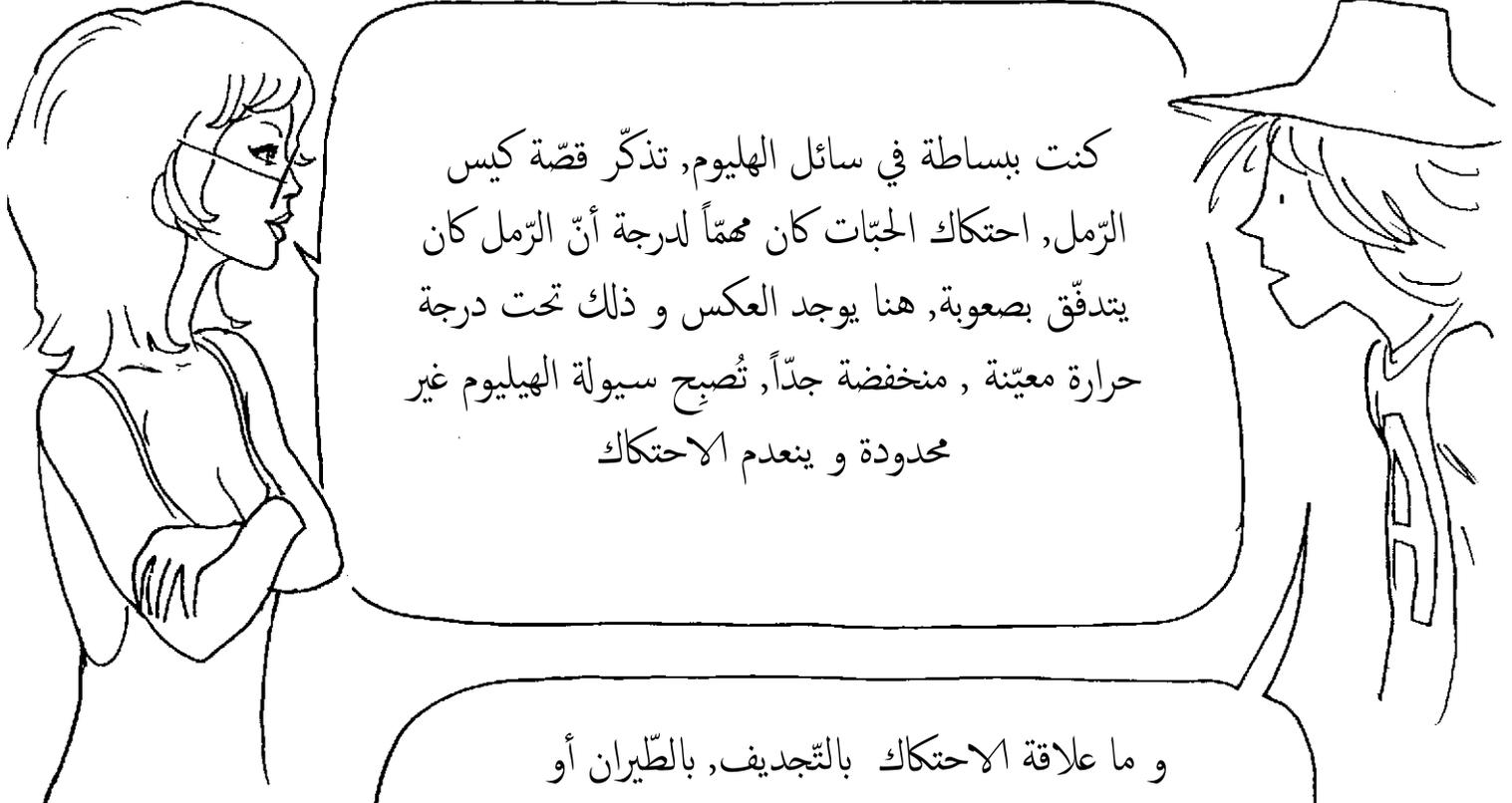
لنحاول بالمجاديف، لاشيء، و لأحسّ بأيّ مقاومة



لابدّ أنّي في فراغ
لا لو كنت في فراغ
لما طفت غوّاصتي

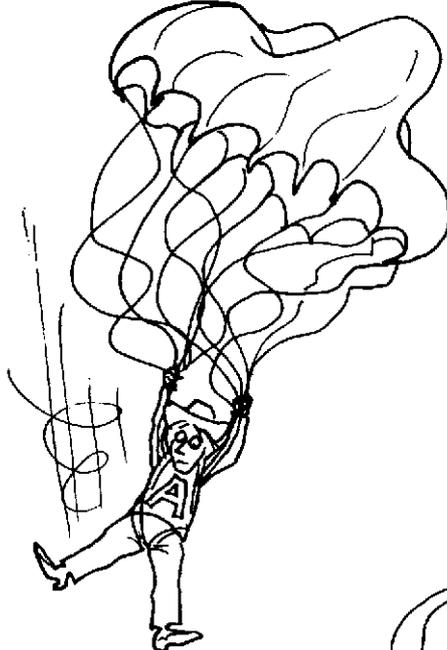




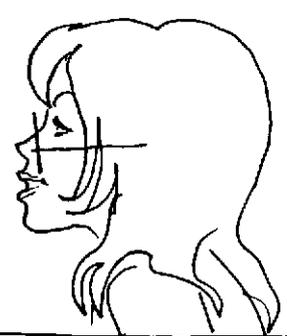


كنت ببساطة في سائل الهليوم, تذكر قصة كيس
الزّمل, احتكاك الحَبّات كان مهمّاً لدرجة أنّ الزّمل كان
يتدفّق بصعوبة, هنا يوجد العكس و ذلك تحت درجة
حرارة معيّنة , منخفضة جداً, تُصبح سيولة الهيليوم غير
محدودة و ينعدم الاحتكاك

و ما علاقة الاحتكاك بالتّجديف, بالطيران أو
بالاندفاع بواسطة مروحيّة؟



كان معك حقّ نوعاً ما فيما يُخصّ مطّاريتك,
للحصول على دعم الهواء يجب الحصول على
بعضاً؟



لو كانت الرّيح سائلة للغاية لما نفعتك مظلتك في شيء و الأسوء أنّها لما امتلأت بالهواء و
لسلّطت سقوطاً حُرّاً

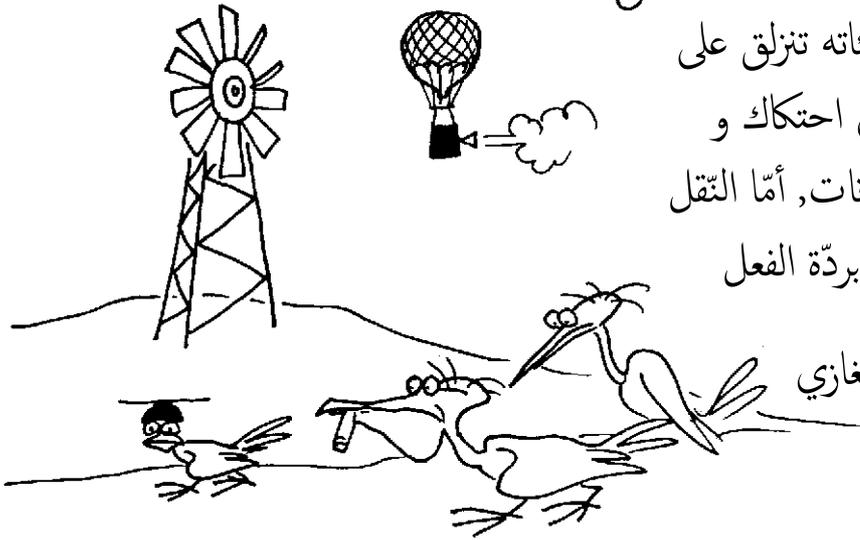
أول حيوان أراد الطيران فهم سريعاً وجوب التمسك
بهذا الوسط بطريقة أو بأخرى
و هكذا فإنّ طيران جسم أثقل من الهواء يُشبهه سباقاً دائماً
لمحاولة التمسك بوسط غير قار

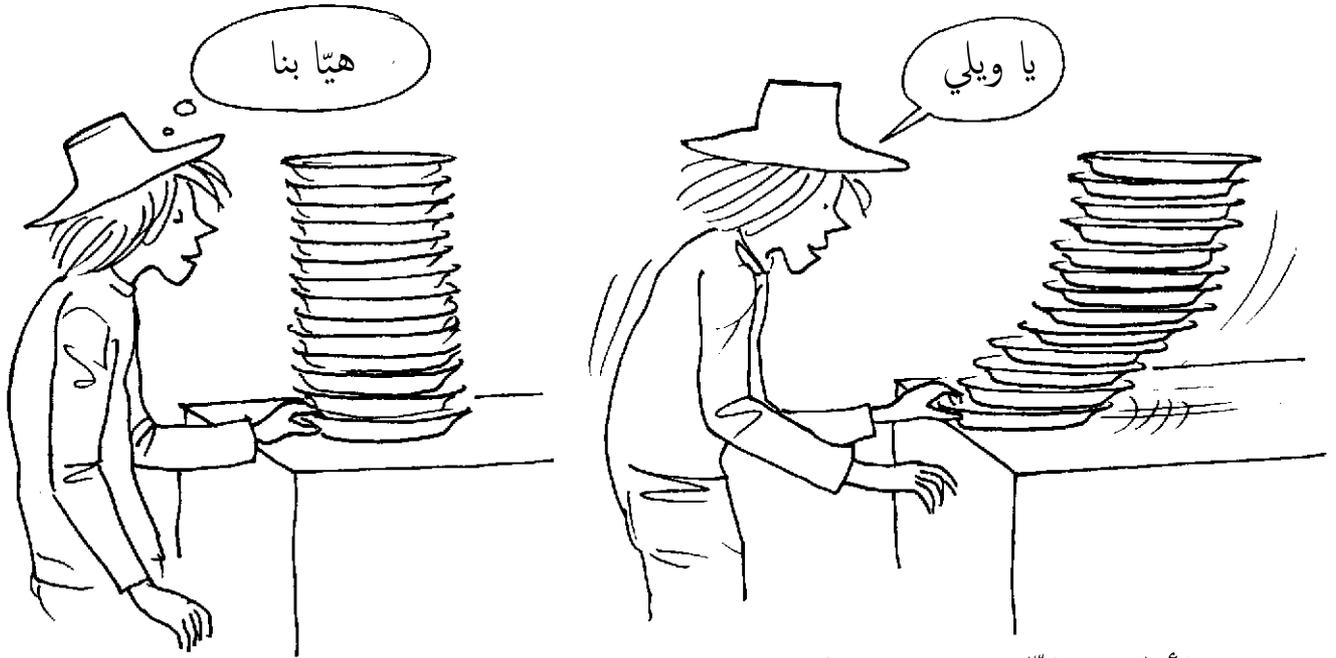
مع لزوم إيجاد طريقة ما للتمسك بهذا الوسط



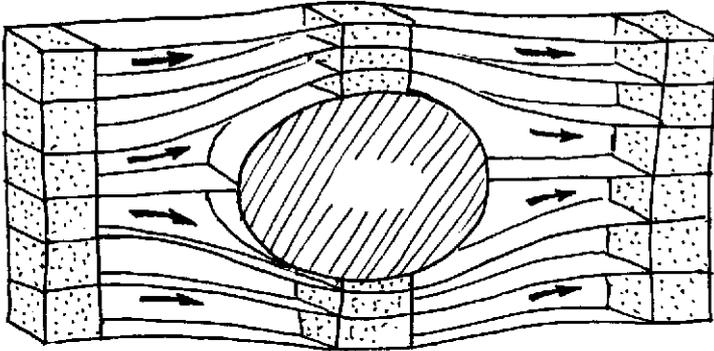
لو كان هذا الأخير سائلاً للغاية فإنّ جزيئاته تنزلق على
بعضها البعض و على الأشياء دون أدنى احتكاك و
لكان على الطير المشي و لتوقفت الطّاحونات, أمّا النّقل
الجويّ فلاعتمد على المناطيد المندفعة برّدة الفعل

فالطيران اذن مرتبط بالاحتكاك الغازي

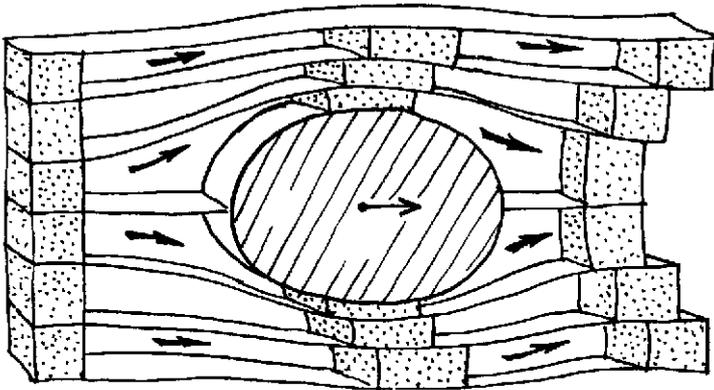




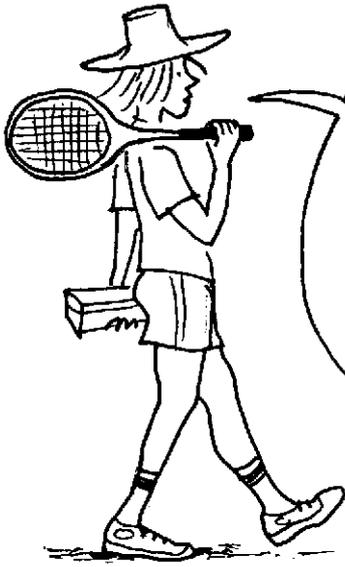
مثل هذه الأطباق، الطبقات الغازية المتوضعة على بعضها البعض لا ينزلق بعضها على بعض إلا باحتكاك معين



لنتصوّر شيئاً ثابتاً، و عليه تأتي جزيئات
:سنتصوّرهما موضوعة في غلب مكعبة
في غياب الاحتكاك بعد الدوران على
الشيء، ستجد الجزيئات نفسها متوضعة على
بعضها البعض مثل الكومة



بينما يُنقص الاحتكاك من سرعة الجزيئات
المتوضعة بالقرب من الشيء، بصغة عامة
سوف تُزاح الغلب من مكانها؟ يُنقص
الشيء من سرعة الغاز، و في المقابل
سيُطبّق الغاز قوّة "ق" على الشيء:
سحب الاحتكاك



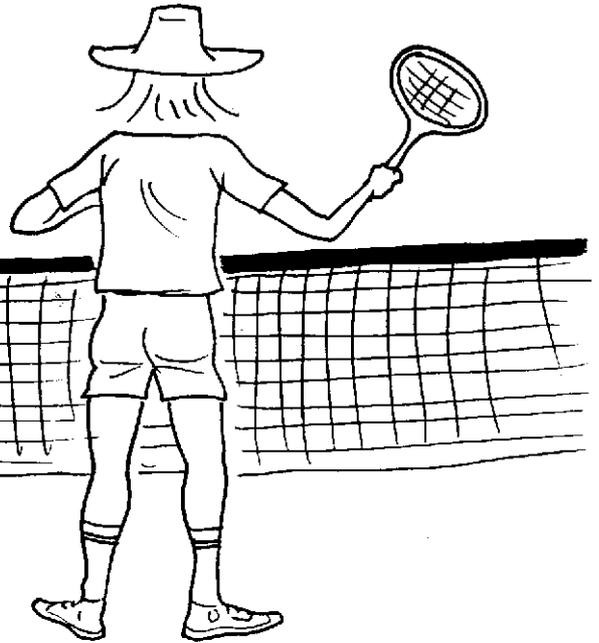
نعم, كلّ هذا مُعقّد للغاية, سأذهب لأرتاح قليلاً
بلعب التنس, على الأقل, هذه آليّة بسيطة, آليّة
القذائف, تقذف الكرة ببساطة و ان لم تُخطئ
حساباتنا وقعت الكرة في المكان المقصود

الكرة المرفوعة



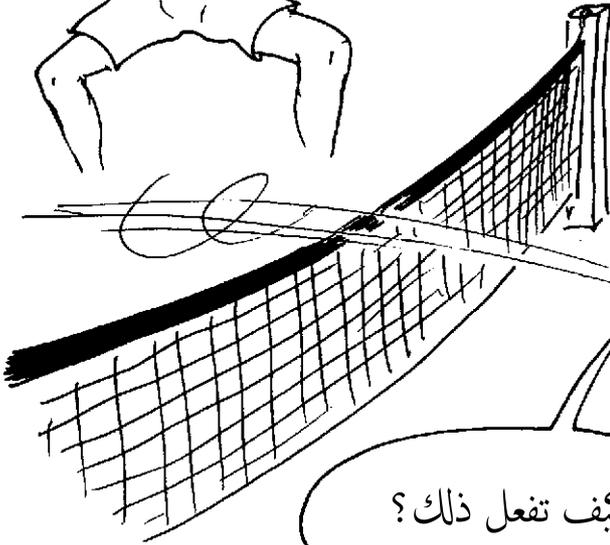
سأسجّل, لدينا هنا مكان حر, بجونغ بورغ,
لا أعرفه

مستعد؟

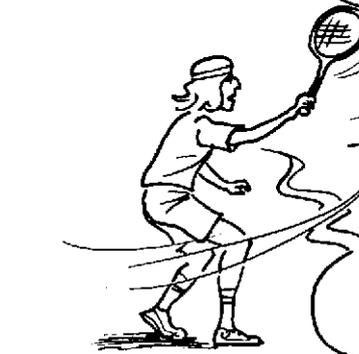




يا الاهی, لا أكاد ألمس واحدة, لهذا الشخص طريقة غريبة
في رفع مضربه عندما يقذف, من المفروض أن يكون
الهدف رفع الكرات



بالعكس, انه ینزل
الكرات



كيف تفعل ذلك؟

أمر سهل, أدور الكرة هكذا

ستنزل لأسفل مما يسمح لي بالضرب بقوة و أجعلها في الملعب



هذا واضح

في النهاية ستّة لصفرة

و سهل للغاية

مقابل ستّة
لصفرة

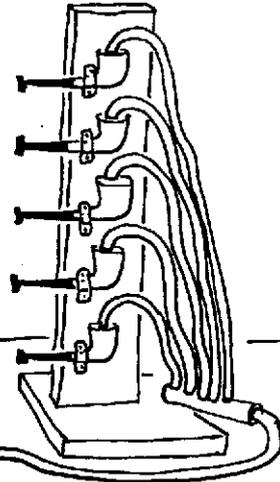




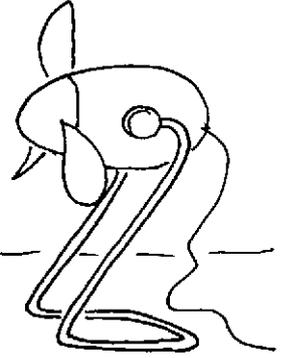
لنرى يا بورغ، هلاً رميت الكرة من اليسار الى اليمين على وجه
الصفحة الماضية و سأجعل الهواء يَمُرُّ على الكرة من اليمين الى اليسار



أرأيت يا صوفي،
دخان الغليون يوضِّح
شبكات الهواء

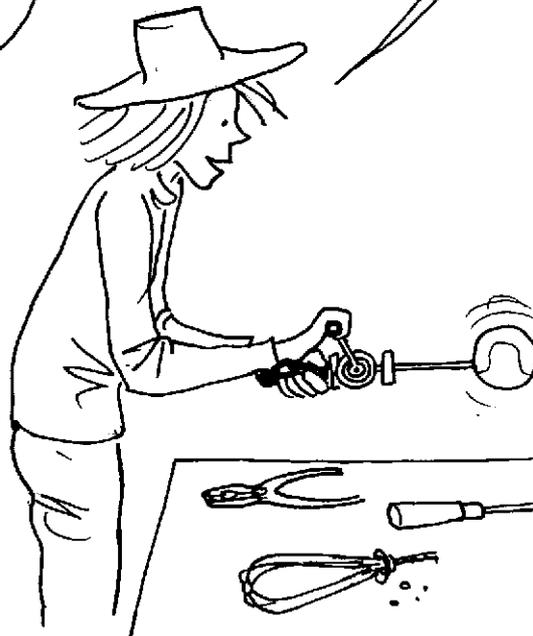


أنسالم يصنع منفخاً

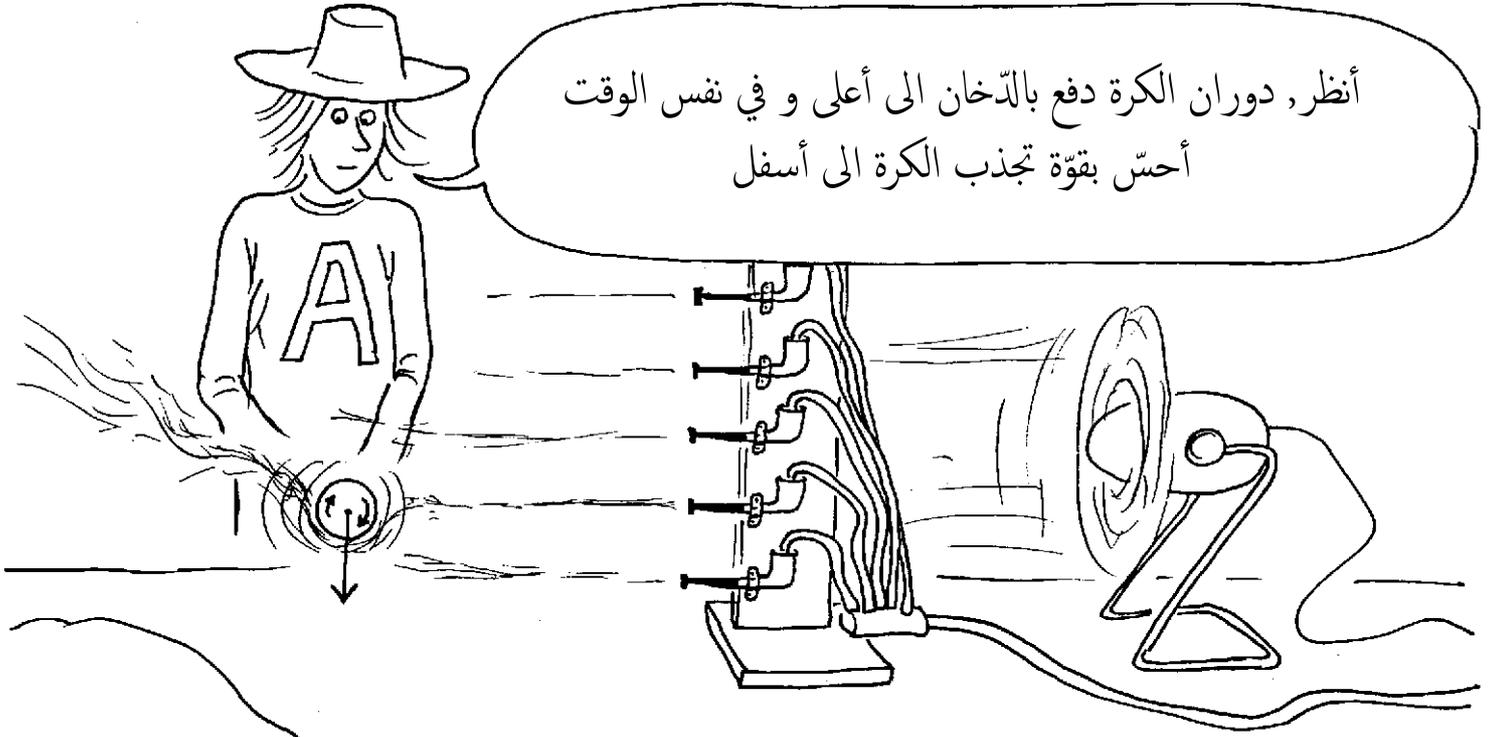


يبقى ضمان دوران الكرات، لا بد
أن يفي هذا بالغرض

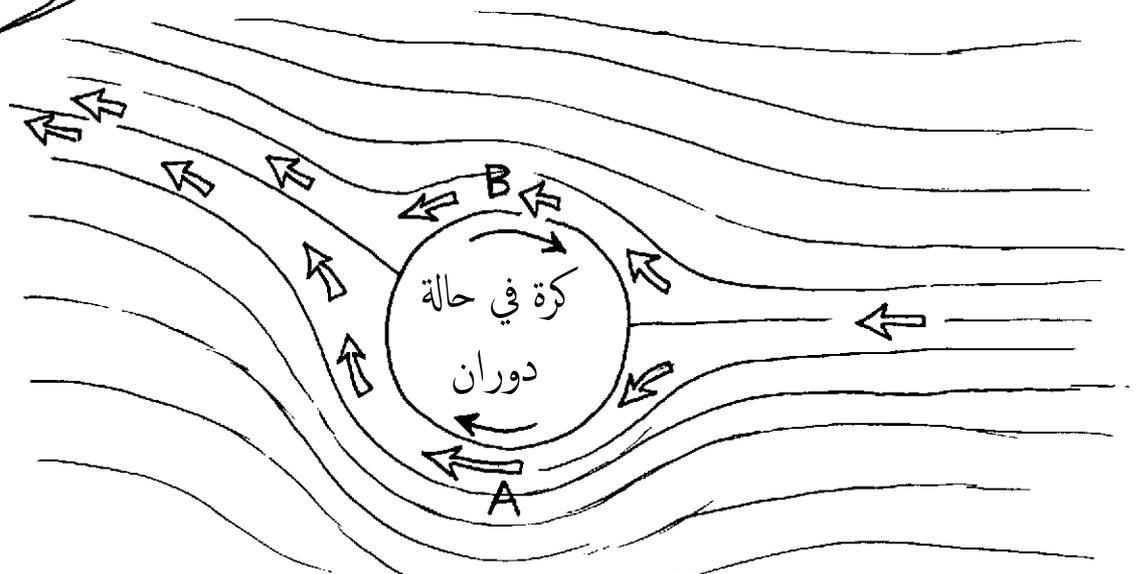
تمام



أنظر، دوران الكرة دفع بالدخان الى أعلى و في نفس الوقت
أحس بقوة تجذب الكرة الى أسفل



الشرح: بفضل الاحتكاك يسحب دوران الكرة الهواء و يُنتج هذا
زيادة سرعة في "أ" و نقصاناً في "ب"



لم يبقى سوى تطبيق قانون برنولي



نقص السرعة- زيادة الضّغط

سرعة الرّيح

زيادة السرعة- نقص الضّغط

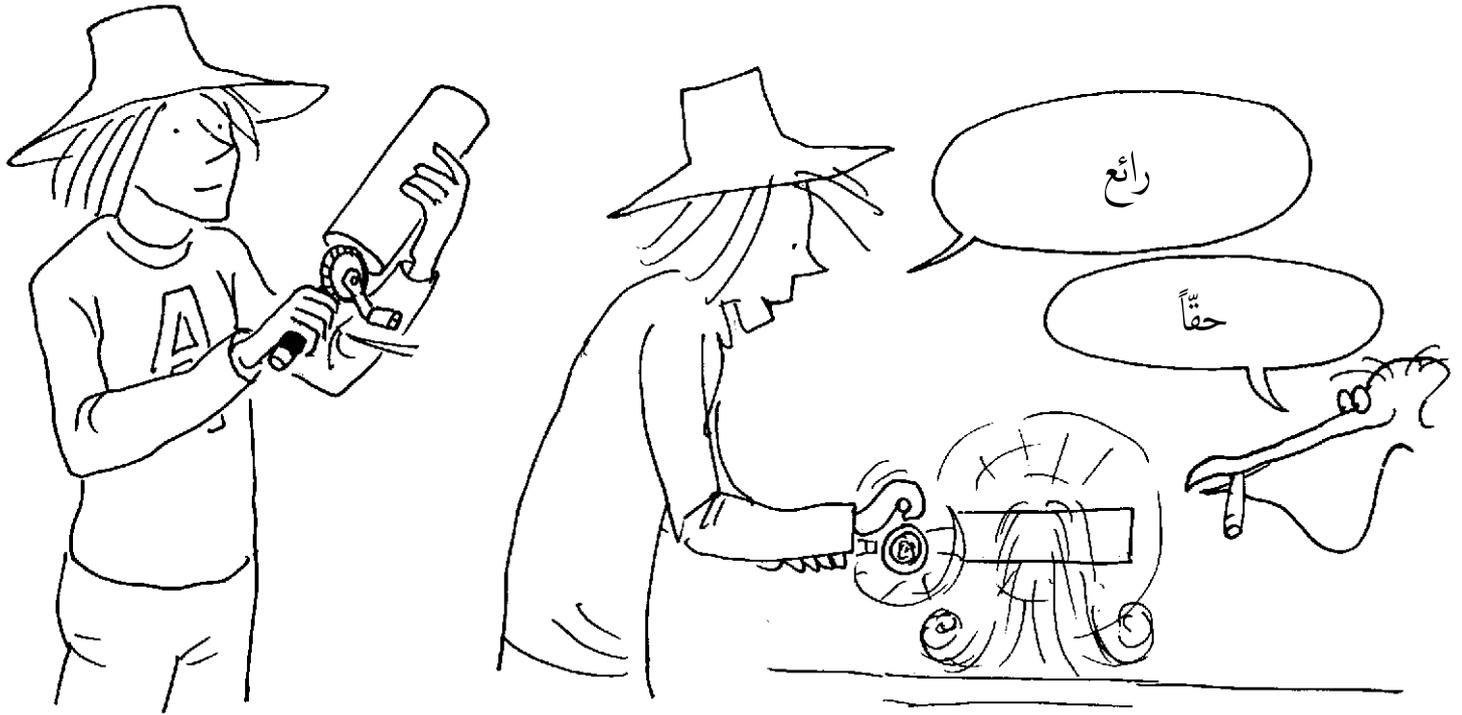
الضّغط و السرعة يتغيّران بشكل معاكس فيينا يكون في الأسفل اكتئاب يعلو على السطح ضغط زائد و هو ما يُعطي القوّة الحركية الهوائية

كلّ هذا ممكن بفضل احتكاك الهواء على الكرة. في جوّ سائل للغاية ينعدم فيه الاحتكاك لن يمكنك القيام بفعل الكرات المرفوعة

ما يعمل مع كرة لربّما يعمل مع اسطوانة في حالة دوران

انظر, عندما نعكس اتّجاه الدّوران, ينزّل الدّخان الى أسفل و تنقلب القوّة و هذا يُعطيني رفعا

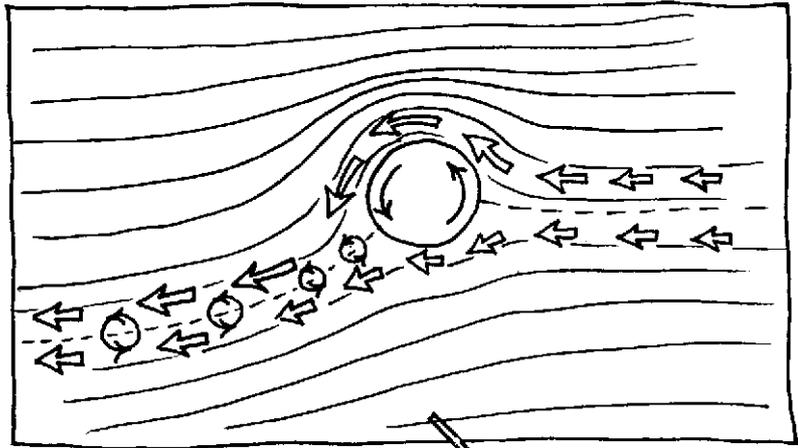
أحسنت



زملائي وصدقائي لتفحص مع
بعض الذي يحدث في الإعقاب

أعلى

أسفل



التناوب في الأسطوانة يُنتج سرعات مختلفة بين التدفق الأقصى و التدفق
الادنى

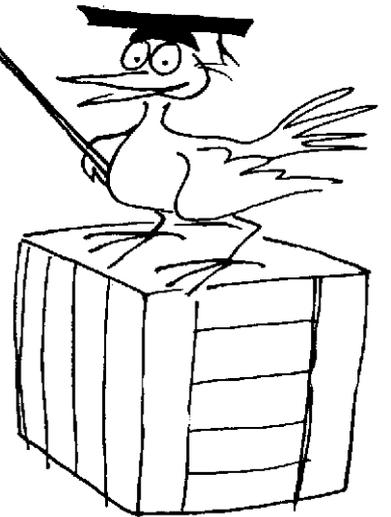
بصفة عامة, عندما تلتقي طبقتين من الهواء ينتج التالي

أولاً: اضطرابات صغيرة

ثانياً: الغاء تدريجي للفرق بين السرعات

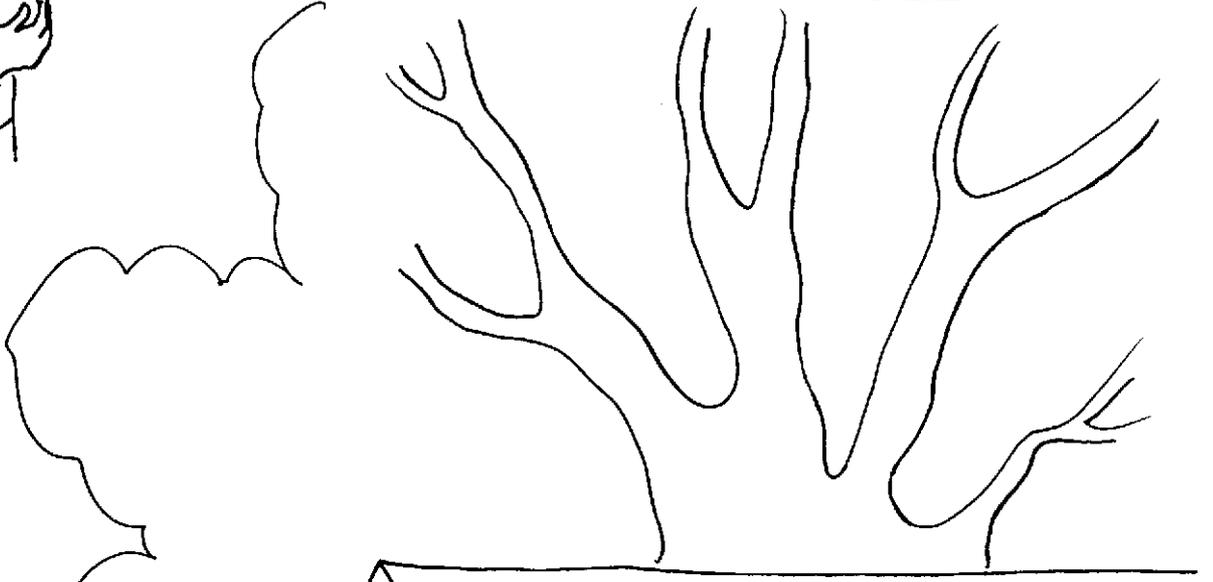
وجد فرق في الضغط بين الجزء الأعلى و الجزء الأدنى للغطاء (بيرنولي)

و هذا ما يشرح تحدّب شبكات الهواء





بنقل اسطوانة, في حالة تناوب, في الهواء نحصل على رفع, هذا يعطيني فكرة : لا بد انه بإمكانني صنع آلة طائرة



مالذي يصنعه؟



يظهر الأمر معقداً

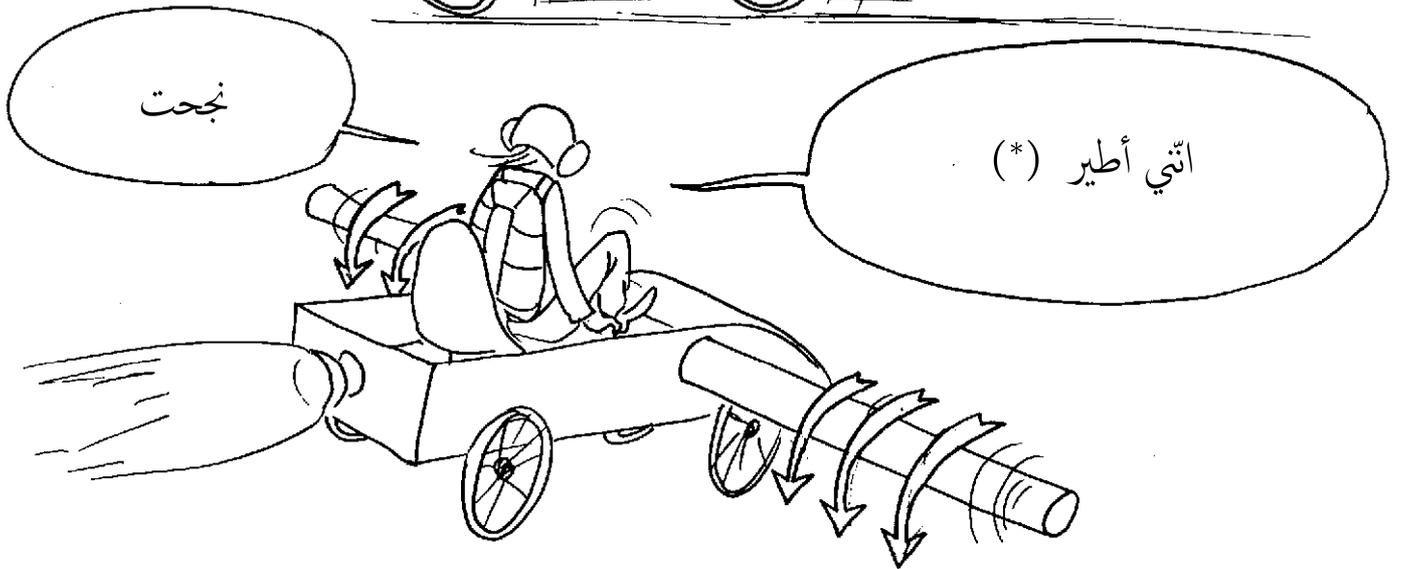




هلا أشعلت الصاروخ في الخلف



بجمع التركتين و بنفخ الهواء
نحو الأسفل سأنتج رفعا



نجحت

اتي أطيير (*)

(*) اذا كانت القوة كافية فسيعمل هذا بنجاح

ما الذي يحدث؟ آلتى تسقط

هذا أمر عادي فمثلاً تُدَوِّر
الهواء في جهة يدور في
الجهة المعاكسة

انه مبدأ الفعل و ردّ الفعل

مبدأ ماذا؟

يا لينتك سألتني يا أنسلم, يوجد أبسط من هذا و لكنك تريد
أن تقوم بكلّ شيء لوحدهك دائماً, تعالى فالفهوة جاهزة



يا لهم من
مغامرين

عجيب ما يحدث في فجان
القهوة

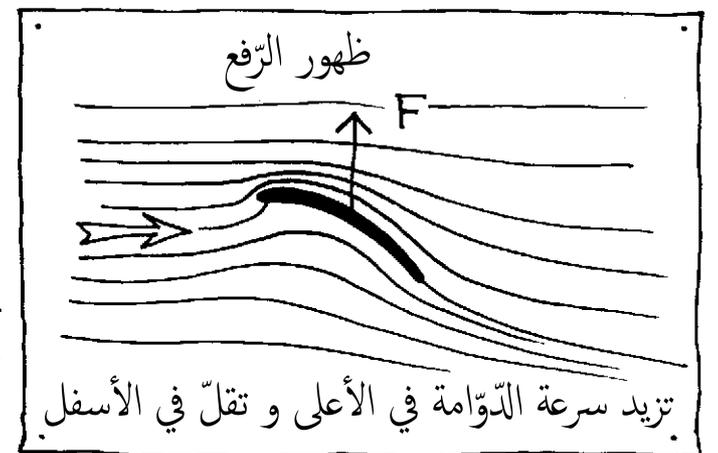
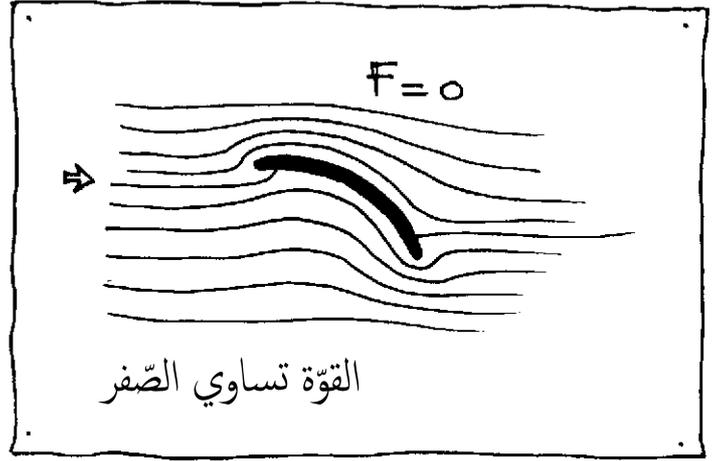


أترى عندما أحرك
الملعقة قليلاً أحس
فقط بمقاومة ضعيفة
ناتجة عن الاحتكاك

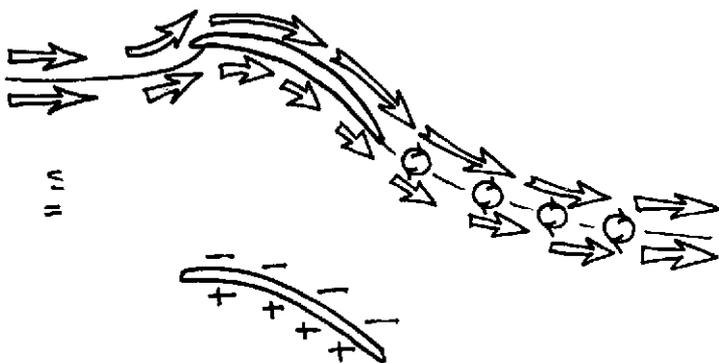


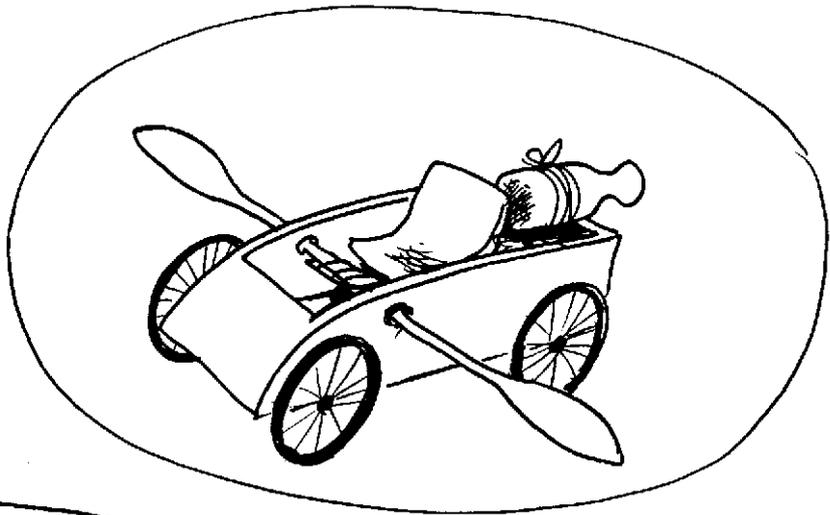
بينما لو حرّكتها بسرعة
ستنتج دوامة





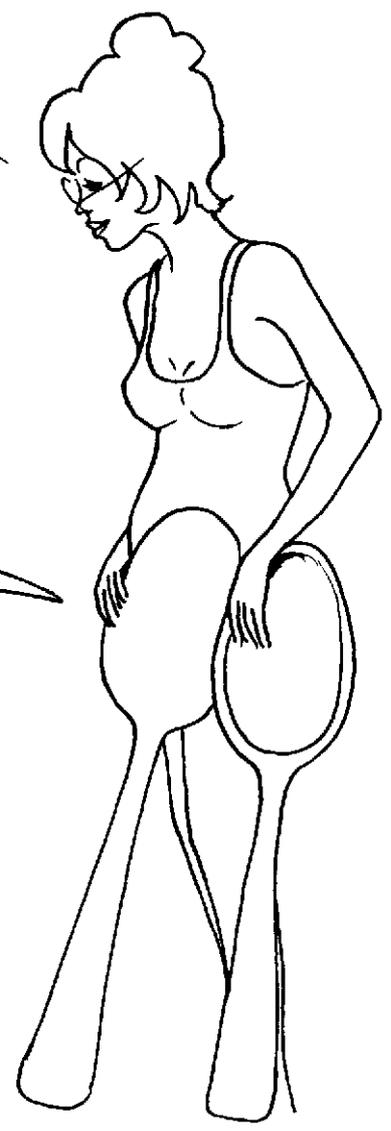
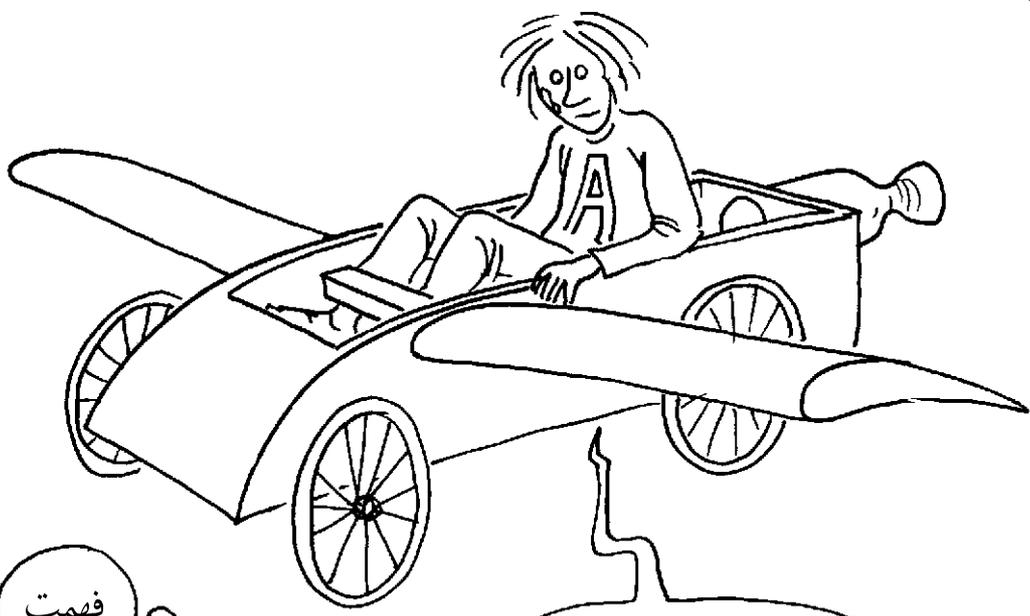
تُرى كيف يتغيّر التدفق حول الملعقة
عندما نوقف السرعة الصغيرة على هاته
الرّسومات





رائع, سوف يمكنني الطيران بملاعق

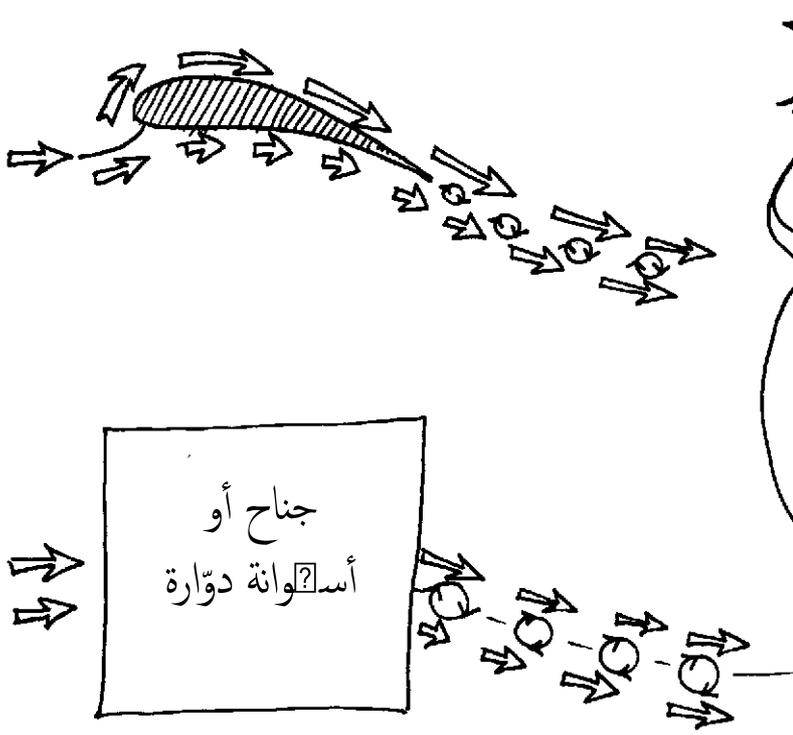
الجناح ملعقة مُطوّرة



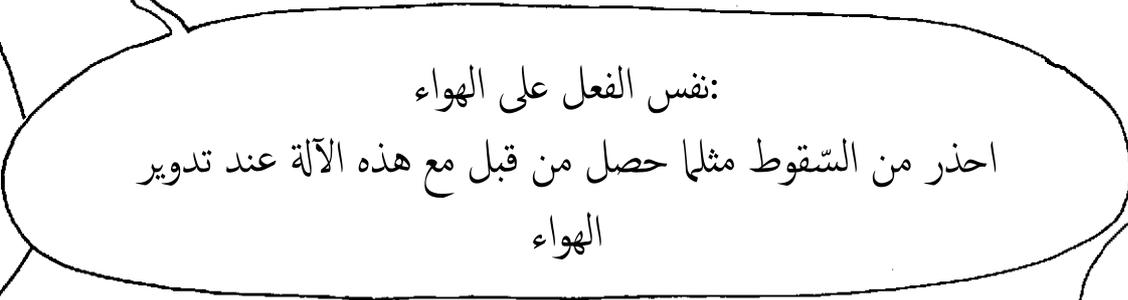
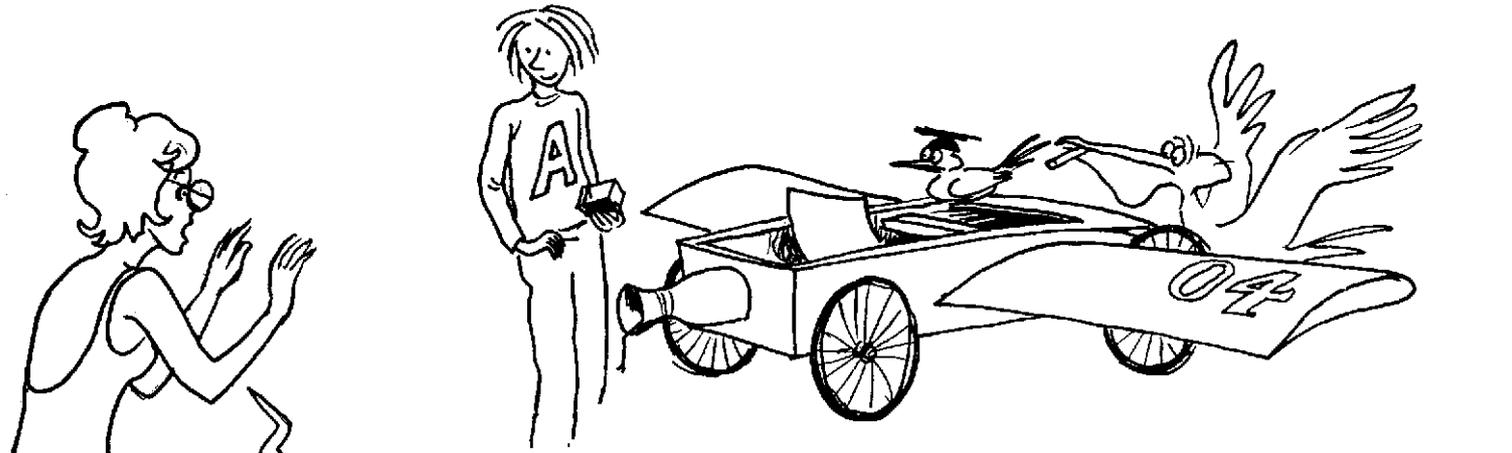
فهمت

حسناً و أين التناوب؟

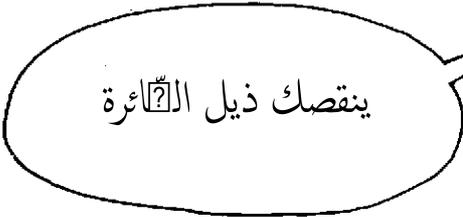




تجد تحت الجناح نفس نظام
الدوامات الصغيرة الذي تجد
خلف الأسطوانة الدوارة و
بالتالي يمكننا اعتبار الجناح
دوارة ثابتة

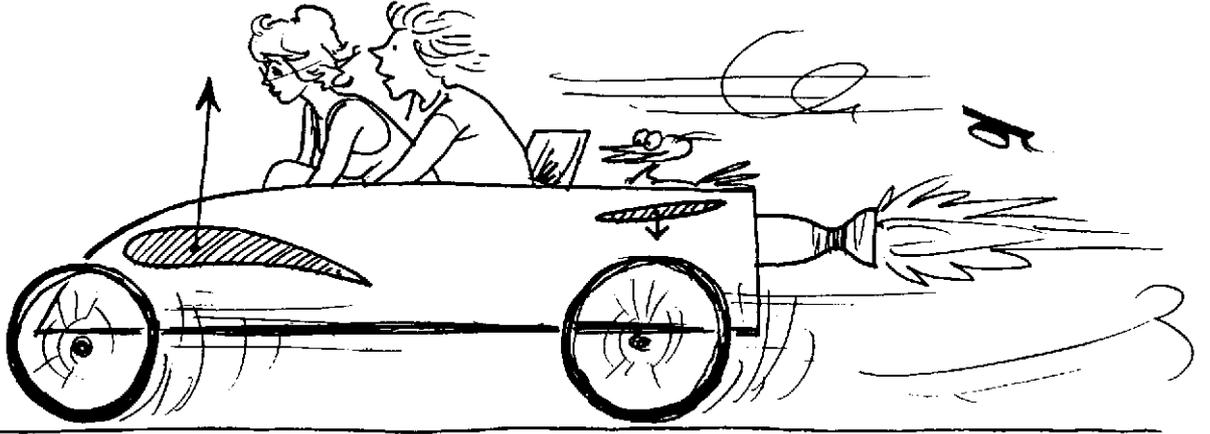


نفس الفعل على الهواء
احذر من السقوط مثلما حصل من قبل مع هذه الآلة عند تدوير
الهواء



ينقصك ذيل الطائرة





الذيل جناح صغير مائل في الجهة المعاكسة يُنتج رفعاً سلبياً و يدفع مؤخّرة الطّائرة الى أسفل
مُجنّباً اياها السّقوط

أنظر أنسام, هذا التّظام ذو استقرار ذاتي

نعم



يخلق الذّيل توازناً عامّاً يمنع الطّائرة من التّوجّه نحو
الأسفل و يُقيها على خطّ متوازن



نفس الشيء عند التسلق



أنسلم, أنت لا تسمع
كلامي

بلى بلى

من الرائع الاحساس بالاستقرار
الذاتي



و هكذا تعلم أنسالم الطّيران
كان الأمر بسيطاً في النهاية, و اهتمامه بالعلم يجعلنا نؤمن أكثر مع
الارتفاع في الهواء



النّهاية

