

Archibald Higgins'in maceraları



# UÇMANIN KEYFİ

Yazan ve resimleyen  
Prof. Jean-Pierre PETIT



Türkçeye çeviren  
Dr. Murat Çakan



# GİRİŞ

Bir sabah, Archibald Higgins berbat bir halde uyandı...



3

Archie üzgündü. Kendini bomboş hissediyordu. Dünya dümdüz görünüyordu. Günler camlardan süzülen yağmur damlları gibi hızla akıp gidiyordu.

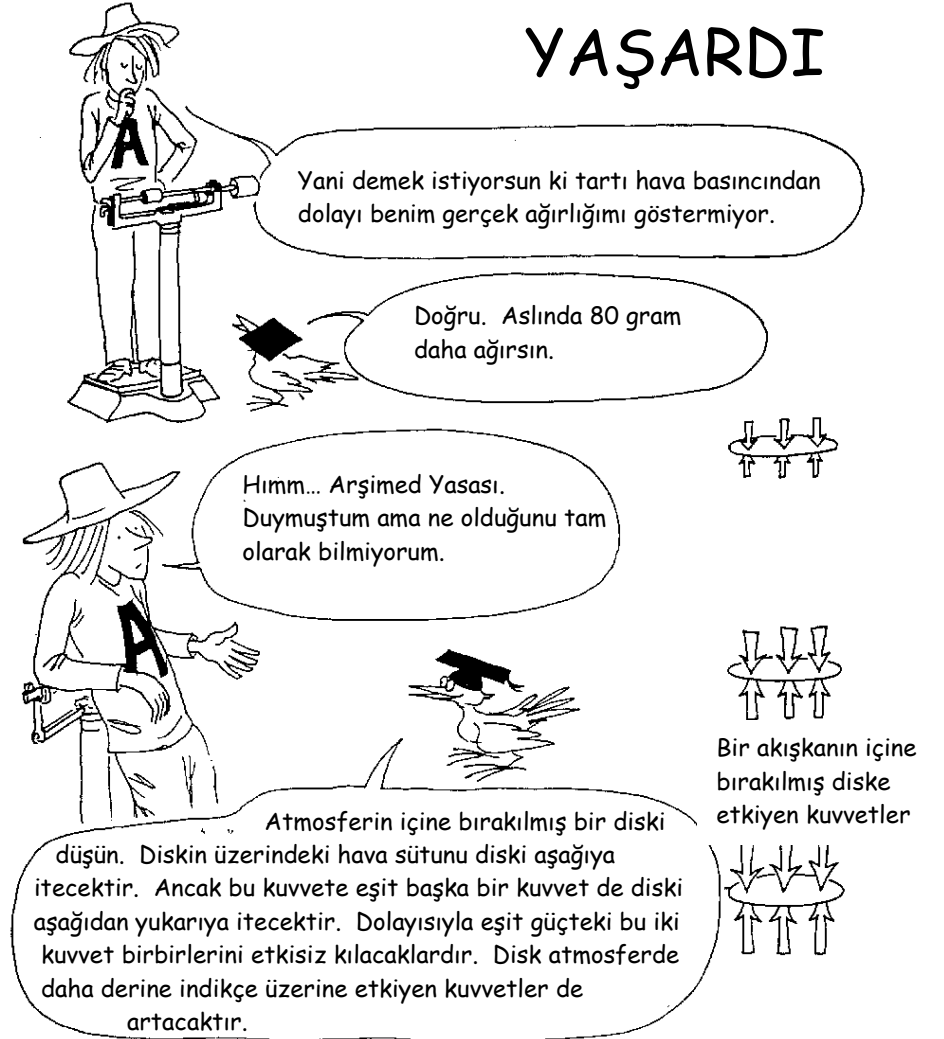


4

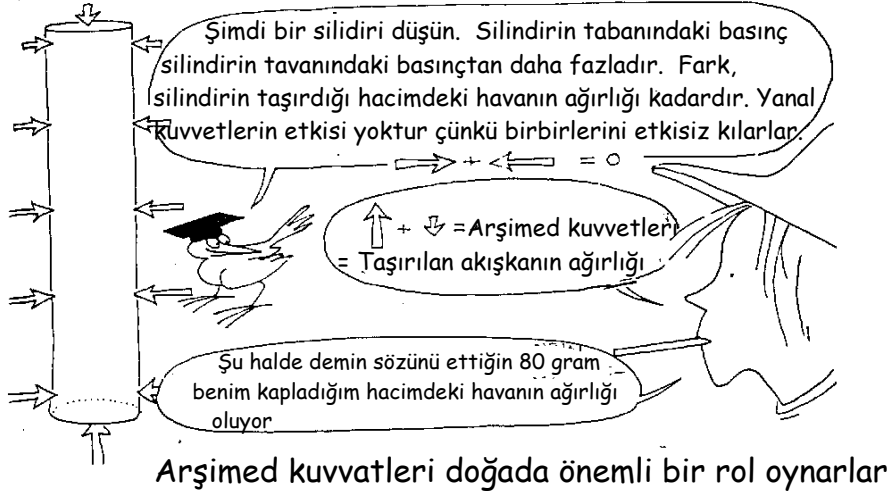
# BİR ZAMANLAR ARŞİMED ADINDA BİR ADAM YAŞARDI



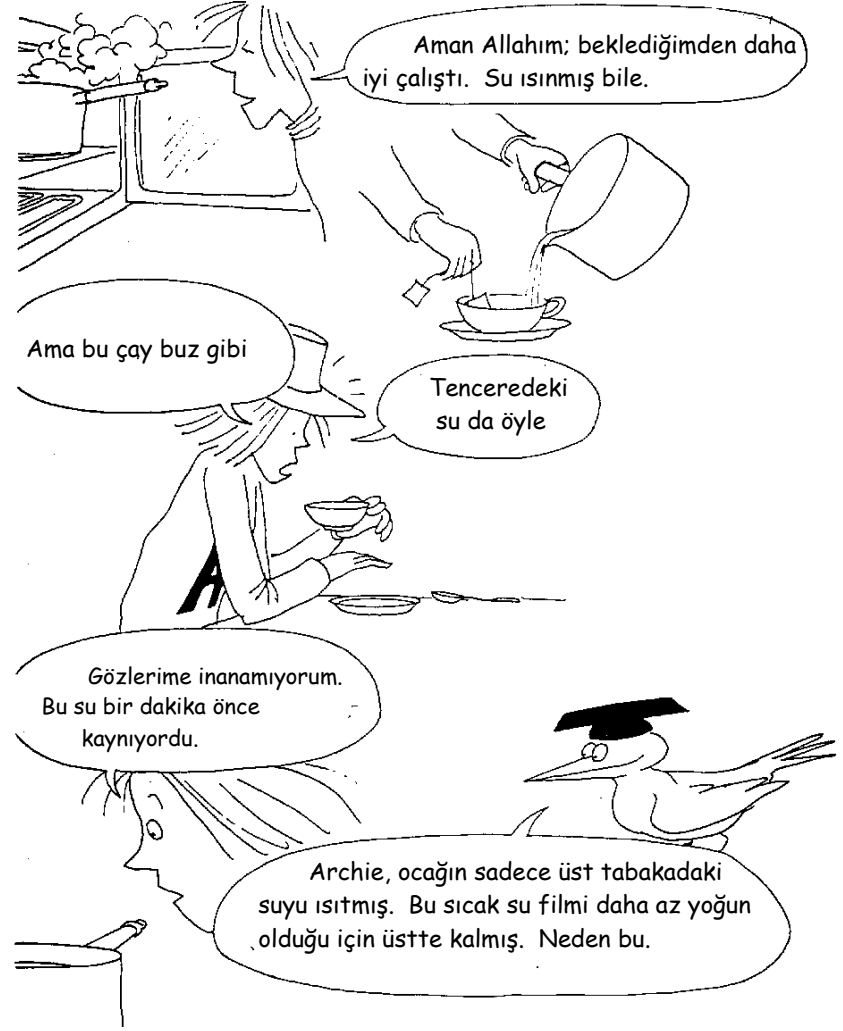
5

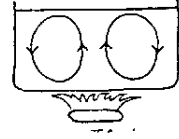
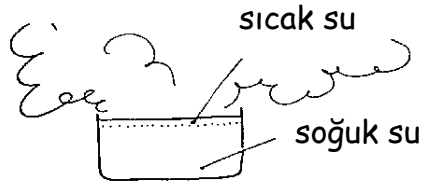


6

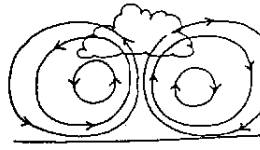
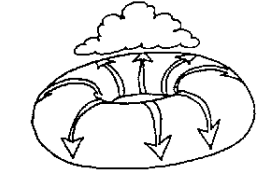


## TAŞINIM AKIMLARI





Diğer taraftan, eğer suyu alttan ısıtırsanız, su daha az yoğun hale gelir ve yükselir. En üste ulaştığında soğur, yoğunlaşır ve tekrar dibine çöker. Buna doğal taşınım denir. Aynı şey atmosferde de olur. Nemle yüklü sıcak hava, ısınan bölgelerde yükselir. Aynı hava yükselip soğuduğunda havanın içindeki su buharı yoğunlaşır ve seyrine doyum olmayan kümülüs bulutlarını oluşturur.



Bu, havayı karıştırır ve sıcaklığın mümkün olduğunca eşit dağılmasını sağlar. Doğanın bu kanunu olmasaydı güneşli bir gündeki sıcaklık yüzlerce dereceyi bulurdu.

Eğer kendimi şu sıcak hava sütunlarından birinin içine bıraksam belki ben de uçabilirim.

O koca ayaklarıyla nereye bastığına dikkat etsene saygısız çocuk

9

9



Konuşan kim?

Buddala!  
Niye gidip başka yerde düşünmüyorsun?

Karınca yuvamızın üzerine basıp onu berbat ettin.

Özür dilerim

'Uçmakmış!  
Sanki hayat onsuz çok mu basit? Pöh

Zaten bilim adamlarımız da uçuşun matematiksel olarak imkansız olduğunu ispat ettiler.

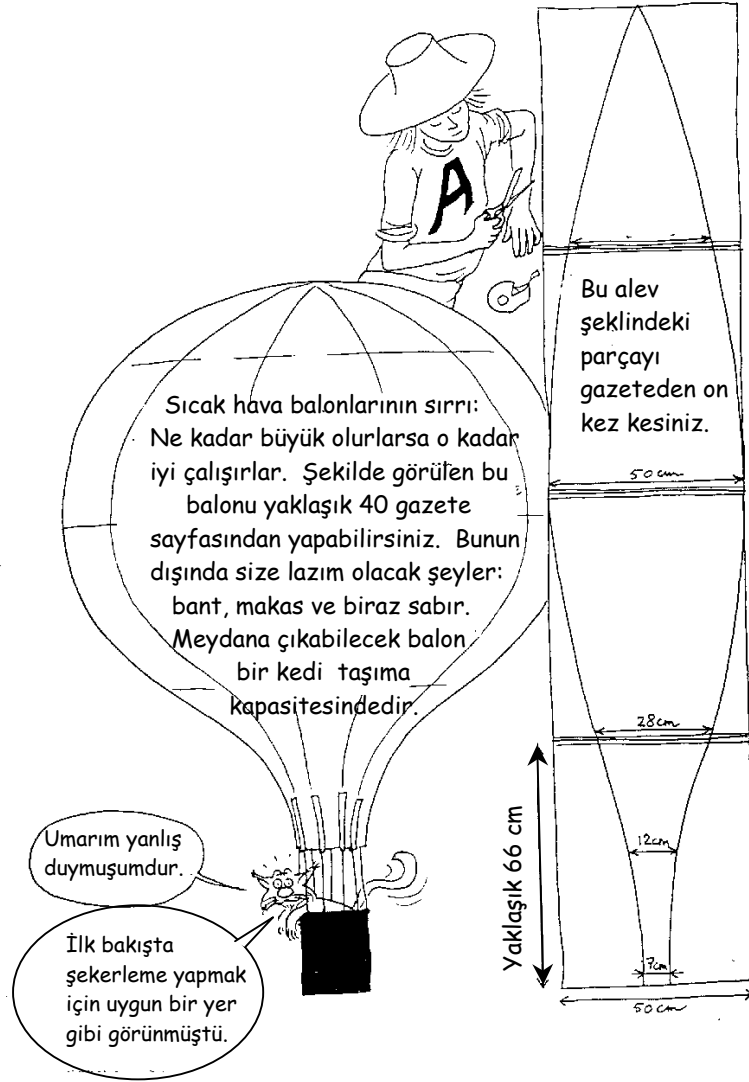
Üstadım hayat fâni. Bir de uçmakla uğraşılır mı Allah aşkına?

Haklısınız monşer. Biz içelim açılalım.

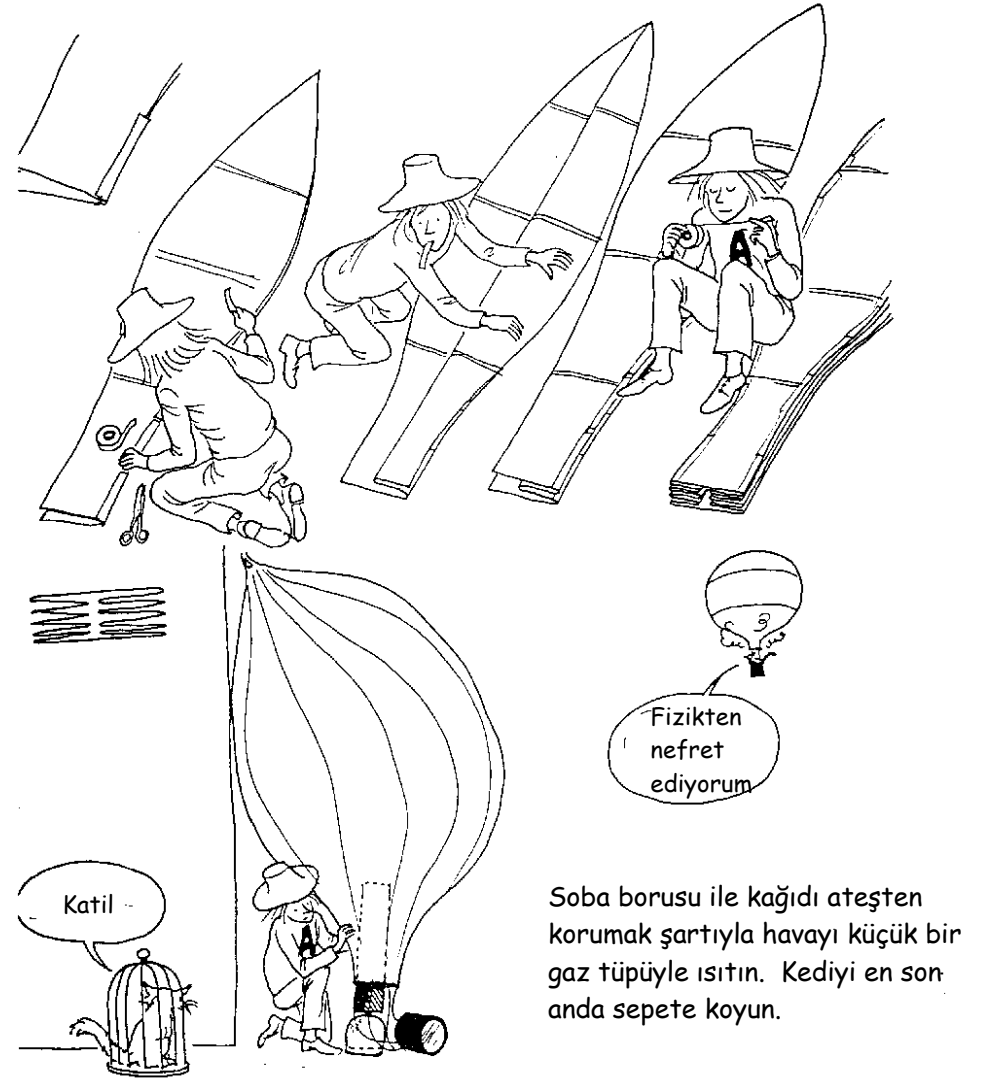
Buldum; eğer hafif birşeyin içine sıcak hava koymayı başarabilirsem...

10

# HAVADAN HAFİF MAKİNALAR



Aşağıda Archie'nin balonunu nasıl yaptığını görüyorsunuz.

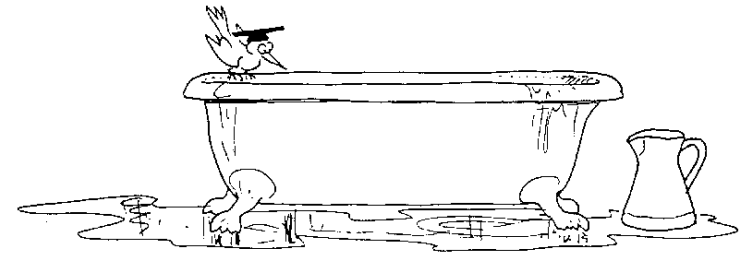


Soba borusu ile kağıdı ateşten korumak şartıyla havayı küçük bir gaz tüpüyle ısıtın. Kedi en son anda sepete koyun.









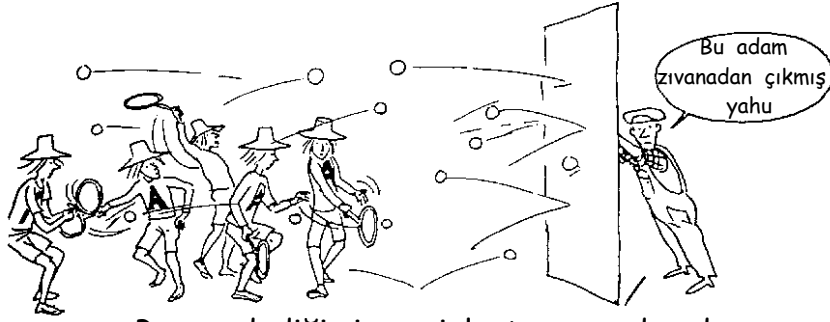


## YOĞUNLUK



## BASINÇ:

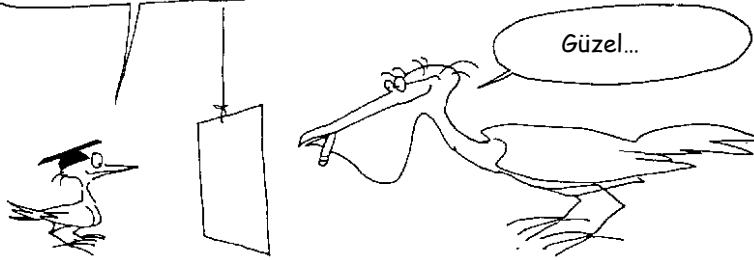




Basınç dediğimiz şeyi oluşturan neden duvara çarpan bu sayısız moleküler şoktan başka birşey değildir.

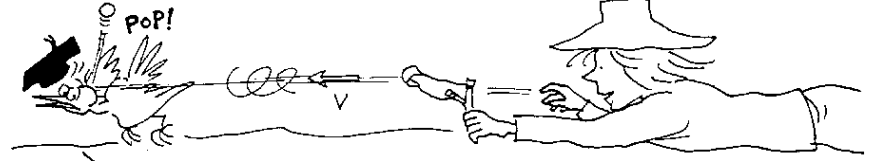
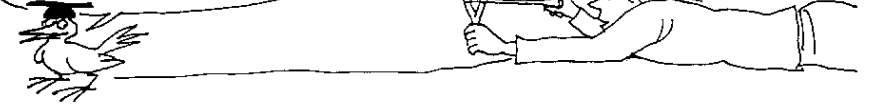


Olduğu yerde duruyor çünkü iki tarafında moleküler çarpışma sonucunda oluşan kuvvetler birbirini etkisizleştiriyorlar.



## KINETİK ENERJİ:

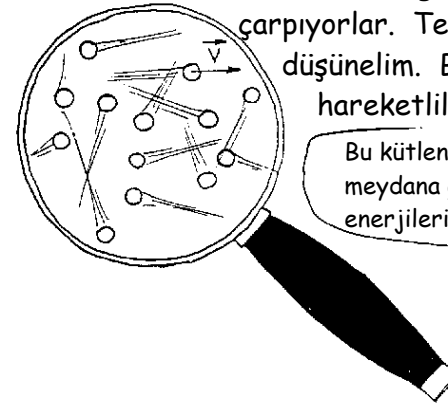
V hızıyla hareket eden, m kütledeki bir cisim...



Tanım dolayısıyla  $\frac{1}{2} mV^2$  kadar bir kinetik enerjiye sahiptir.

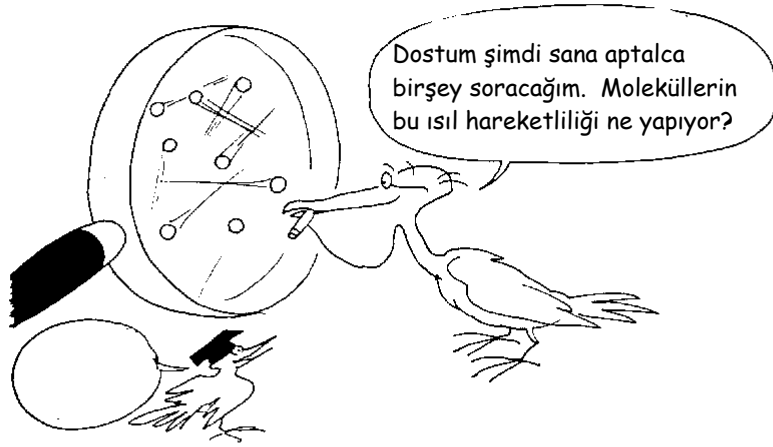
## ISIL ENERJİ

İşte size bir gaz kütlesi. Moleküller oraya buraya çarpıyorlar. Tek molekülün kütleinin m olduğunu düşünelim. Bu molekülün titreşim hızı ya da ısı hareketliliği V olsun.



Bu kütleinin (ya da sistemin) ısı enerjisi onu meydana getiren her bir molekülün kinetik enerjilerinin toplamıdır.

# SICAKLIK:



Bir gazın "mutlak sıcaklığı" o gazın içinde bulunan bir molekülün ısı hareketlilik kinetik enerjisidir.  
Komutan



Hiç hareket etmemekten daha az hareket edemezsin değil mi? Yani mutlak sıfırdan daha düşük bir sıcaklığa inemezsin.



Galiba anladım.



Özetleyecek olursak:  
Moleküller ne kadar çoksa, ne kadar çok hareket ediyorlarsa o kadar çok ısınırlar ve sistemin basıncını arttıırırlar

# ISI



Bir madde bir akışkan içerisinde bulunduğunda moleküller mikroşoklara maruz kalır. Moleküller bu yolla enerji alışverişinde bulunurlar. Bu enerjiye "ısı enerjisi" denir. Enerji alışverişinde bulunma gücü akışkanın yoğunluğu ile doğru orantılıdır. Bu yüzden su havaya oranla ısıyı daha iyi iletir.

Bir astronot uzay yürüyüşü sırasında yüksek oranda inceltilmiş atmosfer ( $10 \text{ molekül/cm}^3$ ) içerisinde bulunur. Moleküllerin titreşim derecesi  $2500^\circ\text{C}$ 'lık

bir sıcaklığa karşılık gelir. Ama bu sıcaklık astronotları pişirmez. Çünkü hava o kadar az yoğundur ki ısı iletimi neredeyse yok gibidir. Sıcaklık yüksektir ama ısı akısı

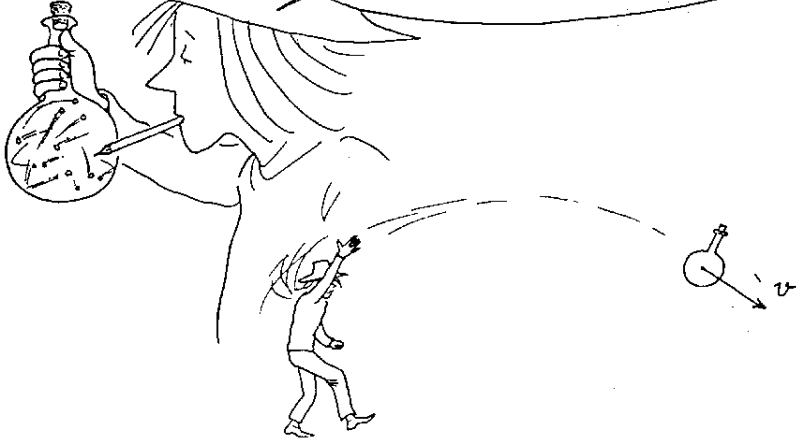
ihmal edilebilecek kadar düşüktür.

Brrr...  $2500^\circ\text{C}$  ve ben donuyorum



## BİLEŞİK ENERJİ

Bu şişenin içinde n tane molekülden oluşan bir sistem var. Sistemin mutlak sıcaklığı  $T^\circ\text{C}$ .



Archie, içinde gaz bulunan şişeyi  $v$  hızıyla fırlatır.

Bu  $v$  bileşik hızı, şişe içindeki gazın kütlesi  $m$  olmak üzere  $\frac{1}{2} m v^2$ 'lik bir bileşik enerjiye karşılık gelir.



Yani şimdi sen bana iki çeşit kinetik enerji olduğunu mu söylemek istiyorsun?



Evet ve Hayır! Şişenin içindeki molekül sisteminin, moleküllerin ısı titreşimi sonucu oluşan enerji ve sistemin bileşik enerjisinin toplamı kadar bir toplam enerjiye sahip olduklarını söylüyorum.

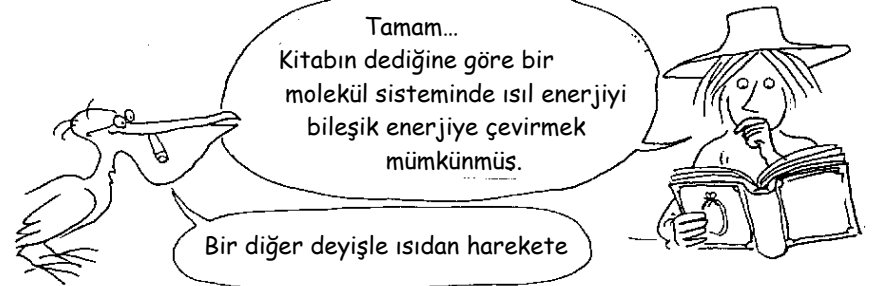
Haklıymışsın. Akışkanlar Mekaniği karmaşık bir konu.

Uçmayı sen istedin. Şimdi kanatlarını biraz açmanın zamanı geldi



Tamam... Kitabın dediğine göre bir molekül sisteminde ısı enerjisi bileşik enerjiye çevirmek mümkünmüs.

Bir diğer deyişle ısıdan harekete

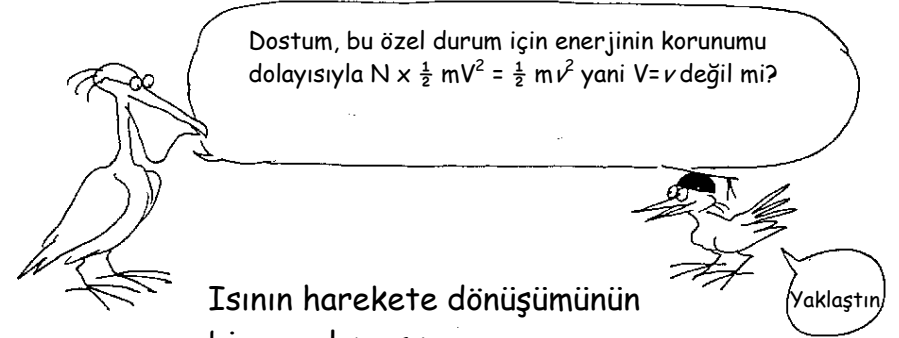
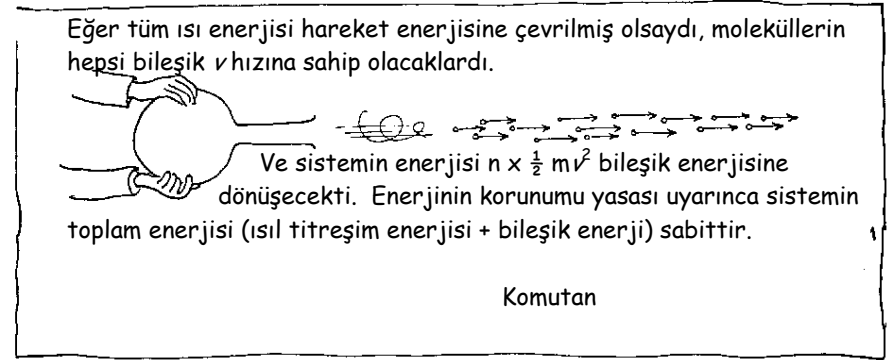




## ENERJİNİN KORUNUMU



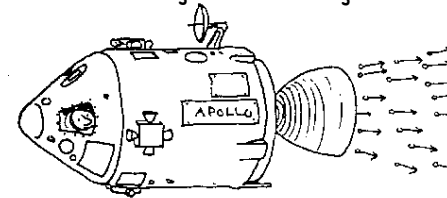
$V = N$  molekülün ortalama titreşim hızı



Isının harekete dönüşümünün bir uygulaması:

## TEPKİ - İTKİ

Bir roket motorunun lülesi, ısı enerjisini hareket enerjisine etkili biçimde dönüştürebilecek şekilde yapılır.



İtki kuvvetinin nedeni gaz kaçışı ile birlikte kaba etkiyen



kuvvetlerin birbirini sıfırlama imkanının kalmamasıdır.

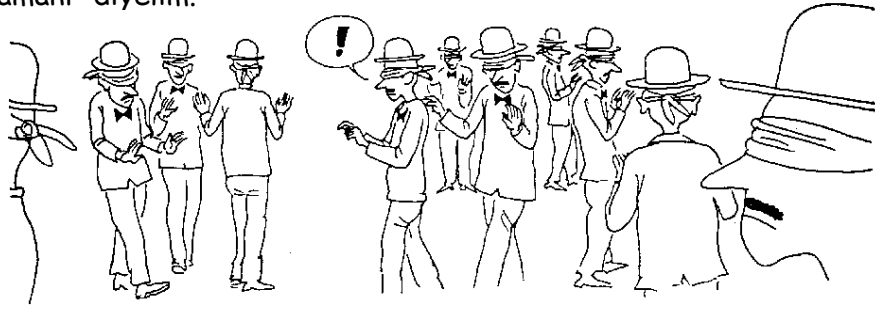


## SIKIŞTIRILAMAYAN AKIŞ

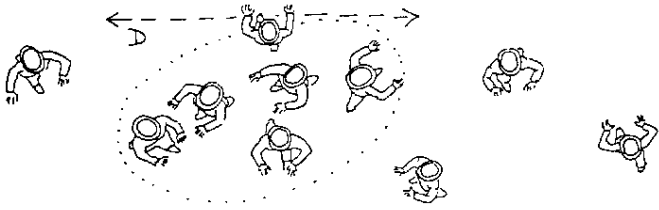
"Hava kadar boş" deyimini içi boş bir deyim değildir. Gaz molekülleri kalabalıktan nefret ederler. Birbirlerinden mümkün olduğunca uzak durmaya çalışırlar.



Moleküllerin ne yaptıklarını anlamak için insanların gözleri bağlı bir şekilde dolaştıkları bir yer düşünün. İnsanlar molekülleri temsil ediyorlar ve dolaşma hızları, moleküllerin ısıt titreşim hızı  $V$  ile orantılı. Aslında insanların hiçbiri hiçbir yere gitmiyorlar. Her  $t$  saniyede ortalama  $L$  yolunu kat ediyor ve birbirlerine çarpıyorlar.  $L$ 'ye "ortalama serbest yol",  $t$ 'ye de "ortalama serbest dolaşım zamanı" diyelim.



Atmosferde ısıt titreşim hızı yaklaşık  $340 \text{ m/s}$ 'dir. Moleküllerin birbirlerine çarpmadan önce katettikleri ortalama serbest yol ise  $1 \text{ cm}$ 'nin  $1/1000$ 'i kadardır. Dolayısıyla bir molekülün birbirini izleyen iki çarpışması arasında geçen süre saniyenin  $10$  milyarda biridir. Bu gözleri bağlı insanları biraraya toplamak imkansızdır. Aksine  $D$  çapındaki grupları  $D/V$  zamanı içerisinde dağıtmaya meyillidirler.  $D/V$  zamanı bir kişinin gruptan ayrılma zamanını gösterir.



Bu gözleri bağlı ve dilsiz insanlar ancak birbirlerine değerek haberleşebilmektedirler. Eğer kalabalığın içine gözleri bağlı insanların sahip olduğu  $V$  hızından daha düşük bir  $v$  hızına sahip



Yabancı bir cisim girerse, insanlar birbirlerine dokunarak yeni cisimden herkesin haberi olmasını sağlarlar. Dolayısıyla  $v$  hızındaki cisimden önce bölgeyi  $V$  hızı ile terk edebilirler. Tekrar ediyoruz: yeni cismin geldiğine dair bilginin yayılma hızı  $V$ 'ye yani gözleri bağlı insanların oluşturduğu sistemin ısıt titreşim hızına eşittir.

## SES

Ses sabit yoğunlukta bir basınç hareketinin yarattığı etkinin yayılımıdır. Ortamda  $V$  ısıt titreşim hızı ile hareket eder.

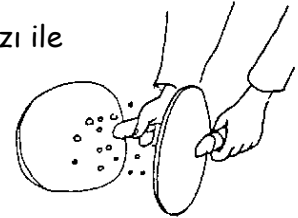


Sesin, maddenin yayılımı değil; basınç etkisinin ortam içerisinde yayılımı olduğu unutulmamalıdır.

Ses bir basınç dalgasıdır.

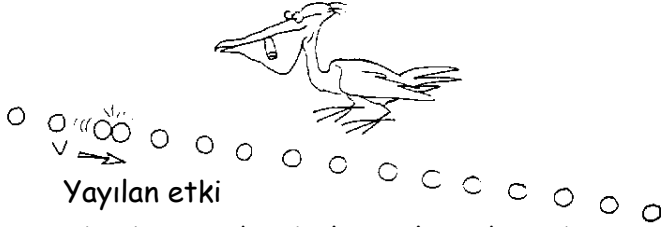
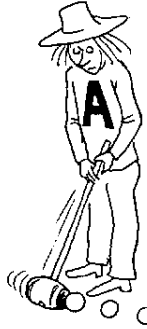


Moleküller Archie'nin raketlerinden ses hızı ile kaçtılar. Bunu sabit yoğunlukta kalarak başardılar. Çünkü raketler sestenden daha yavaş hareket ediyorlardı.





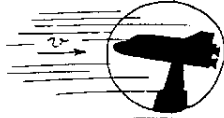
Archie kriket toplarını birbiri ardınca sıraladı. Sonra bunlardan ilkini ikincisine çarptırarak bir girişim başlattı. Bu deney tek boyutlu ses yayılımına güzel bir örnek.



Hız kavramı görece bir kavramdır. Dolayısıyla  $v$ , duran bir akışkan kütle sine giren bir cismin hızı olabileceği gibi sabit bir



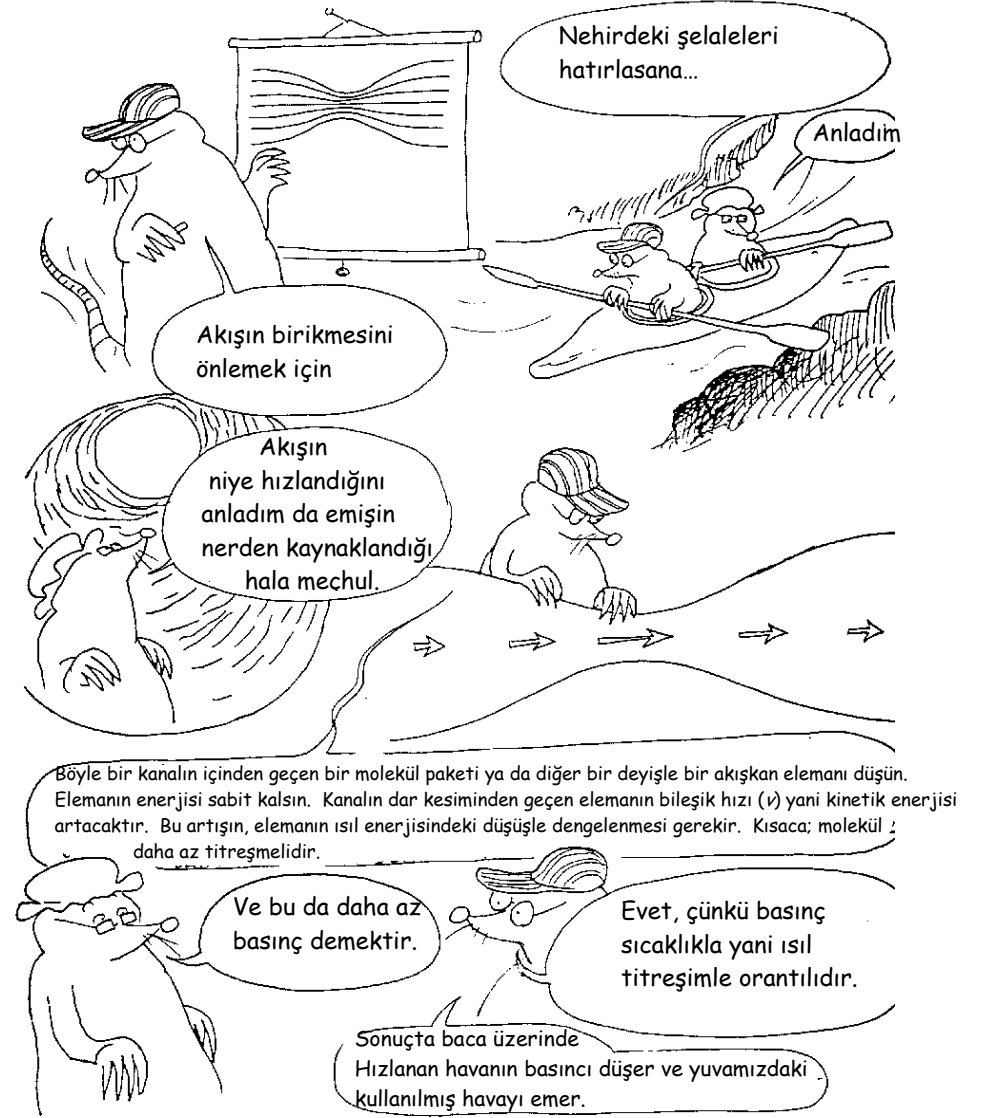
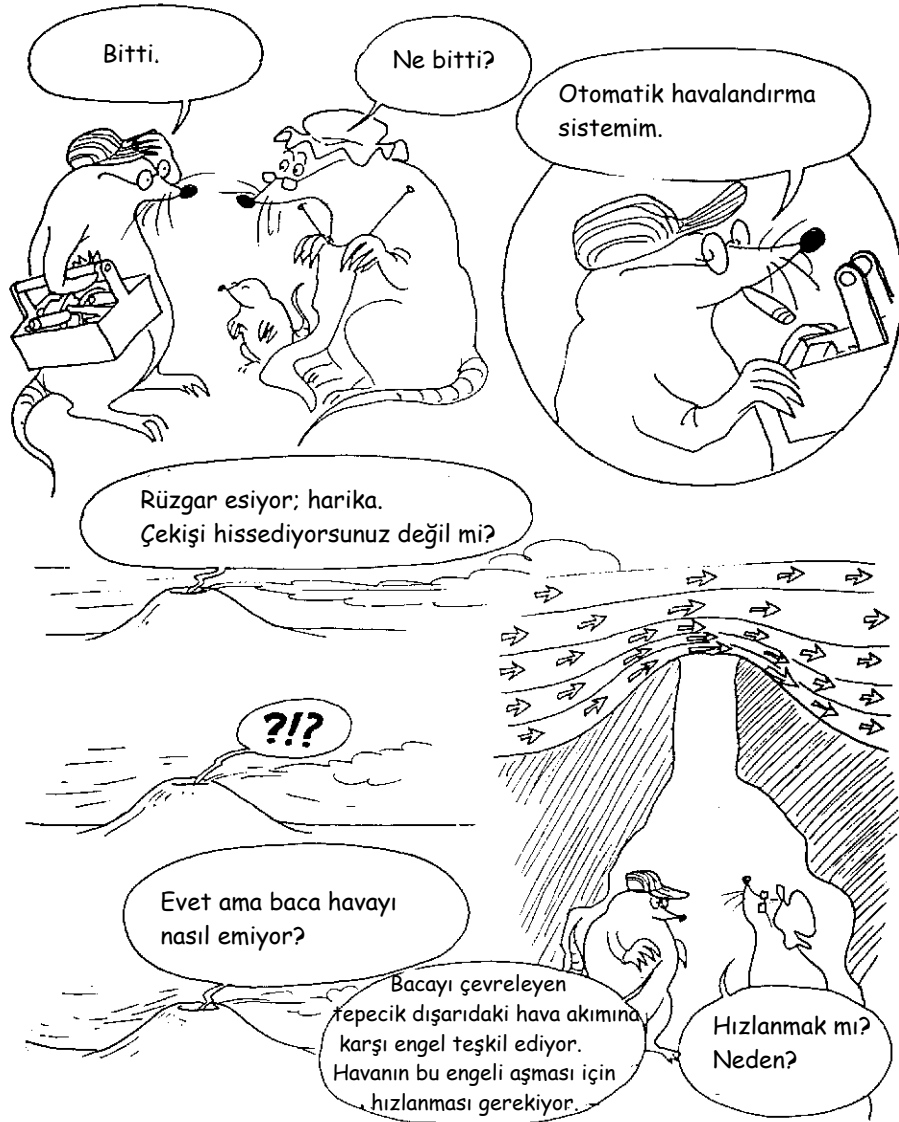
cisme doğru akan bir gazın bileşik hızı da olabilir.

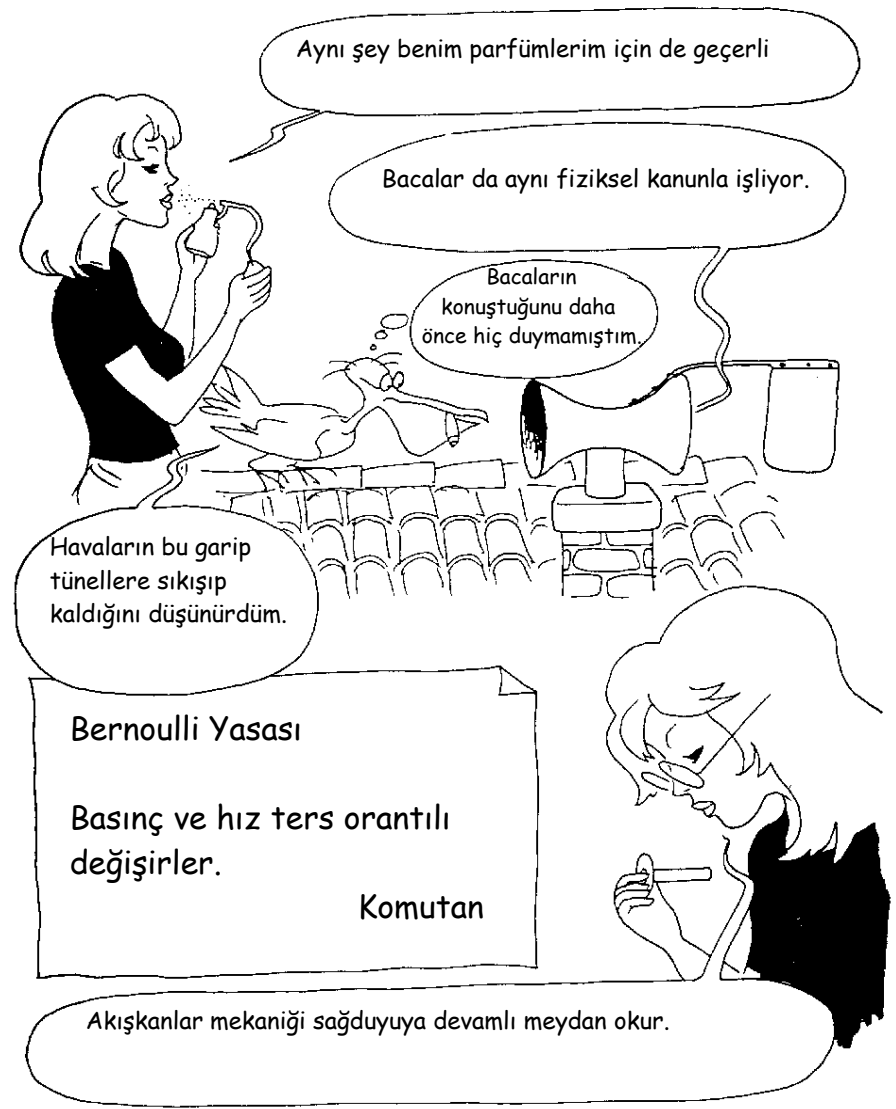
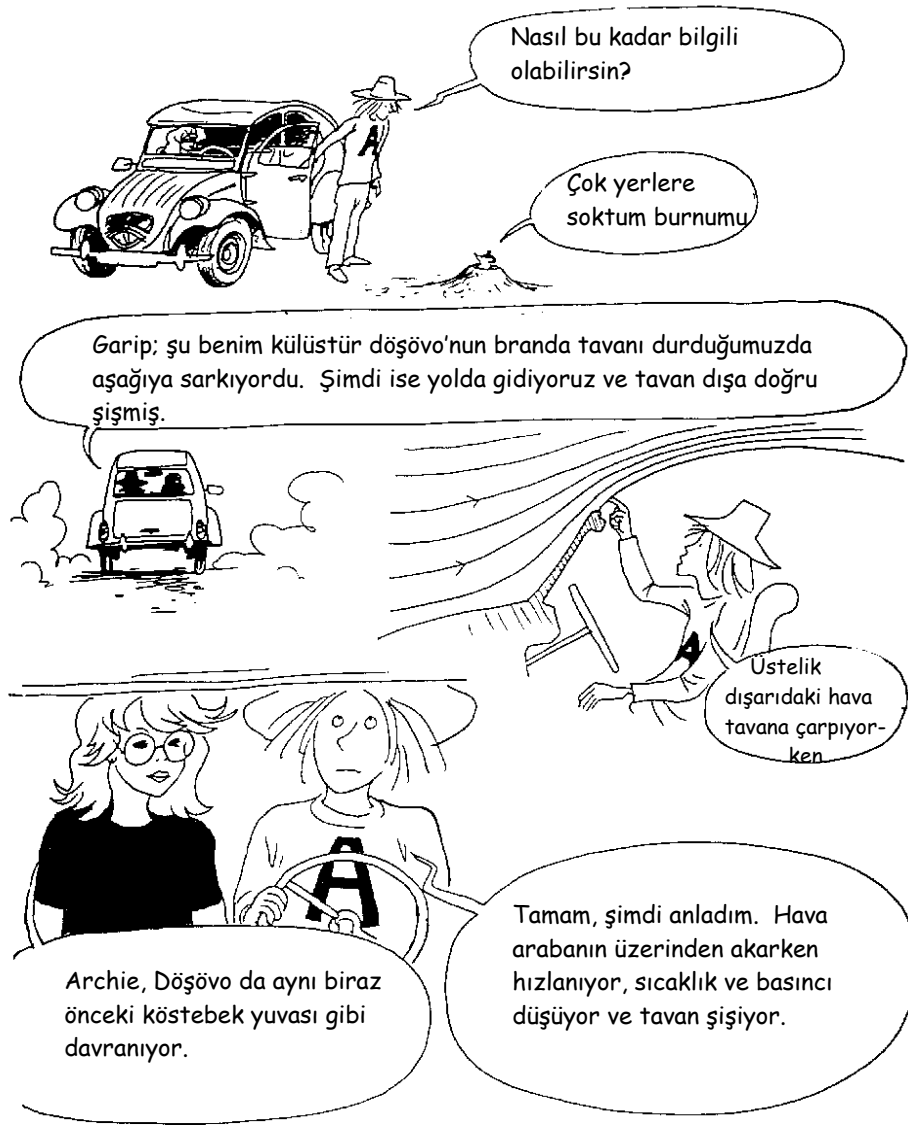


$M = v/V$  oranı, tanım gereği Mach sayısı olarak adlandırılır.  $V$ , ses hızıdır. Eğer  $v < V$  ise  $M < 1$ , yani akışkan sesaltı rejim içerisinde. Akış sabit yoğunlukta akar ve sıkıştırılmaz akışkan adını alır.

Komutan

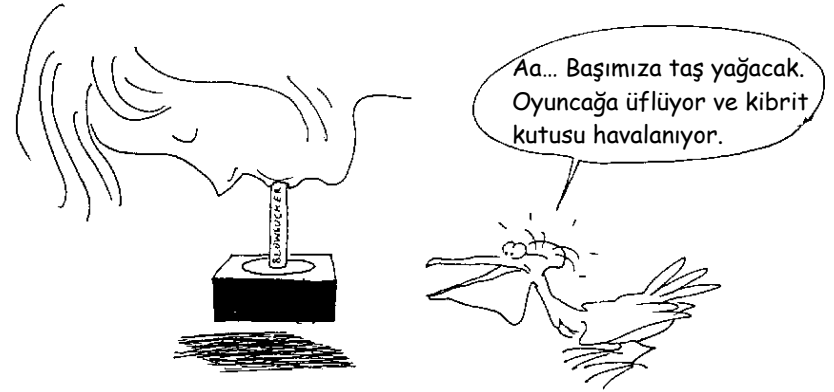
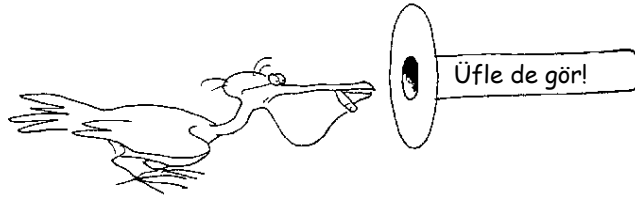
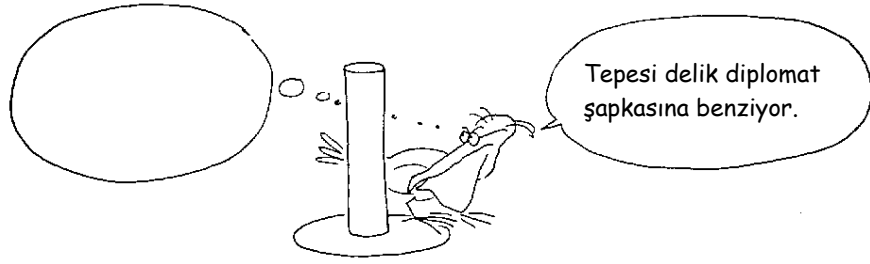






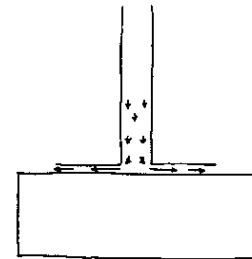
# PARADOKS

Bernoulli Yasasına bir örnek

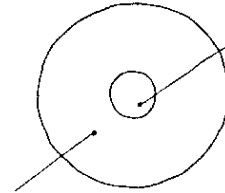


Üfleyerek nasıl emebilirsin ki?

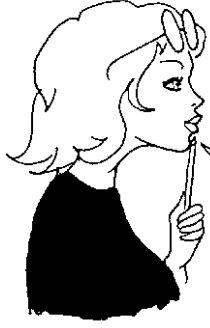
Silindirin tabanının kibrit kutusuna değdiği yerde gazın geçebileceği aralık aniden küçülür ve hava hızlanır. Basınç atmosfer basıncının altına düşer.



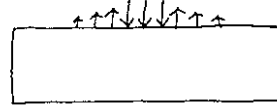
Deliğin altındaki parça dışarıdaki basınçtan daha yüksek basınçtır.



Dış parça atmosferden daha düşük basınçtır.

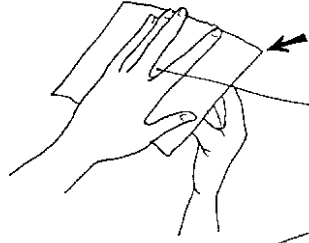


Sonuçta bu basınç kuvvetlerinin bileşkesi kibrit kutusunu yukarıya kaldıracak yöndedir.

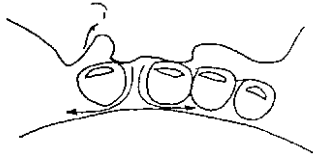


Aynı etkiyi bir parça kağıt kullanarak siz de yaratabilirsiniz.

Böyle tutun..



Buraya çok kuvvetli üfleyin

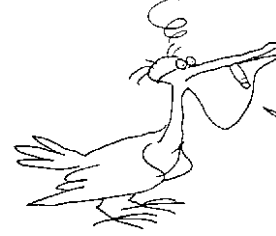


Çok kuvvetli üfleyin

Komutan



Uçmaya ne dersin



Bugün öğrendiklerimden sonra galiba yürüsem daha iyi olacak.

Akışkan, yoğunluk, basınç, sıcaklık, tepki, Bernoulli. Havalanmam için gerekli tüm kavramlar bunlar olmalı.

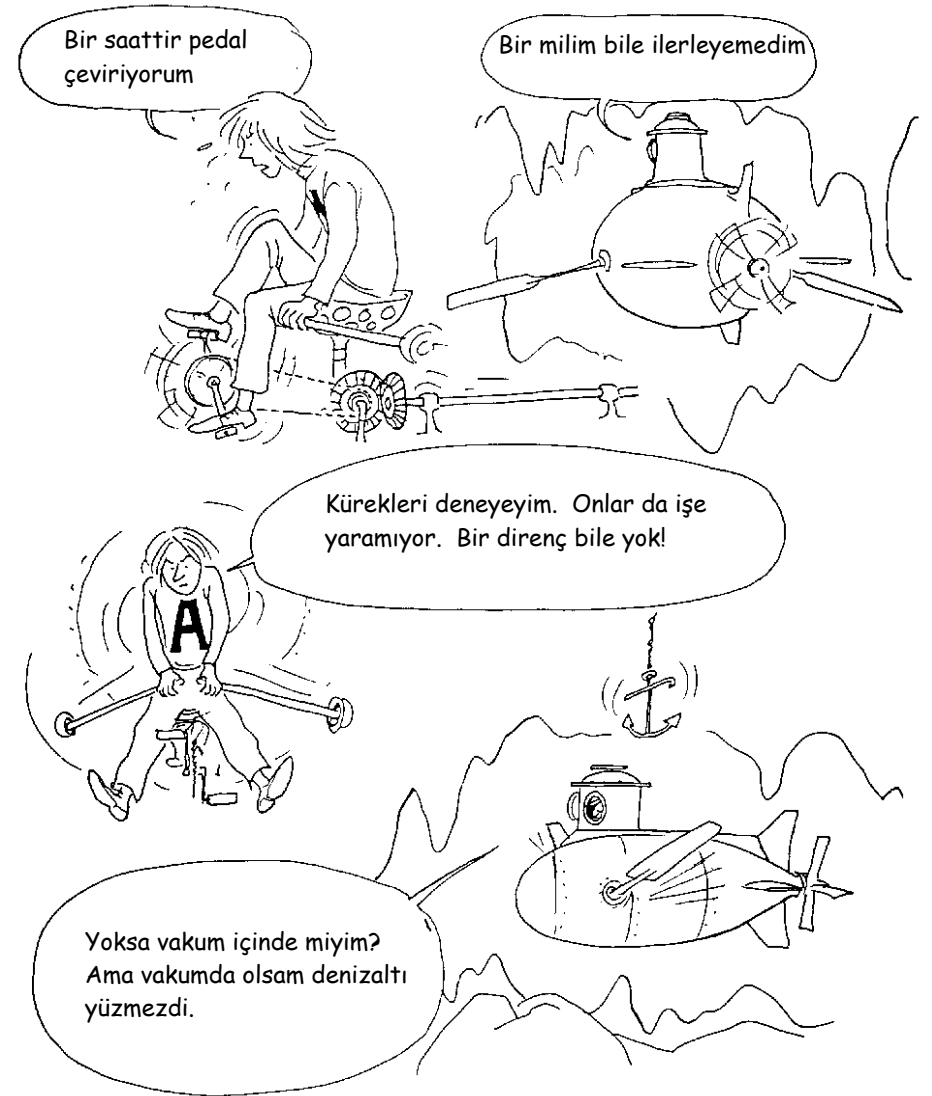
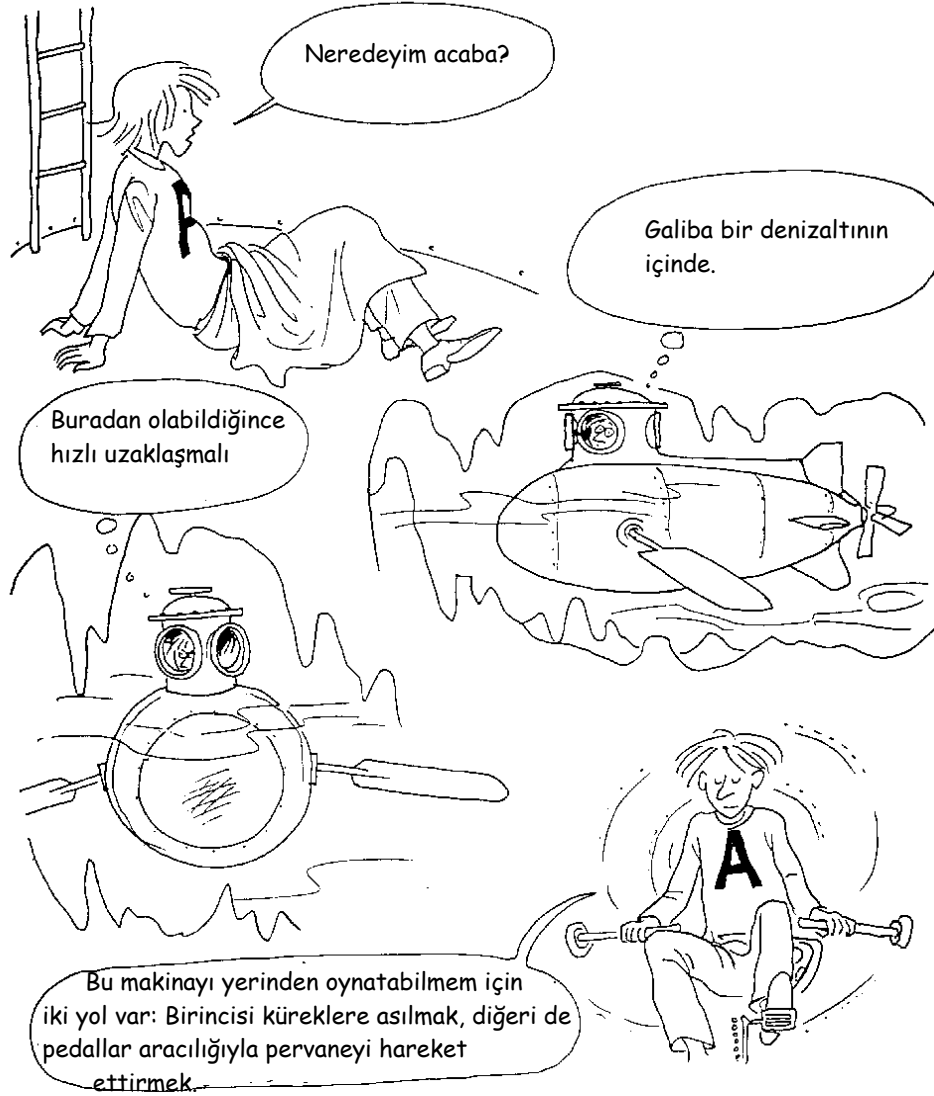


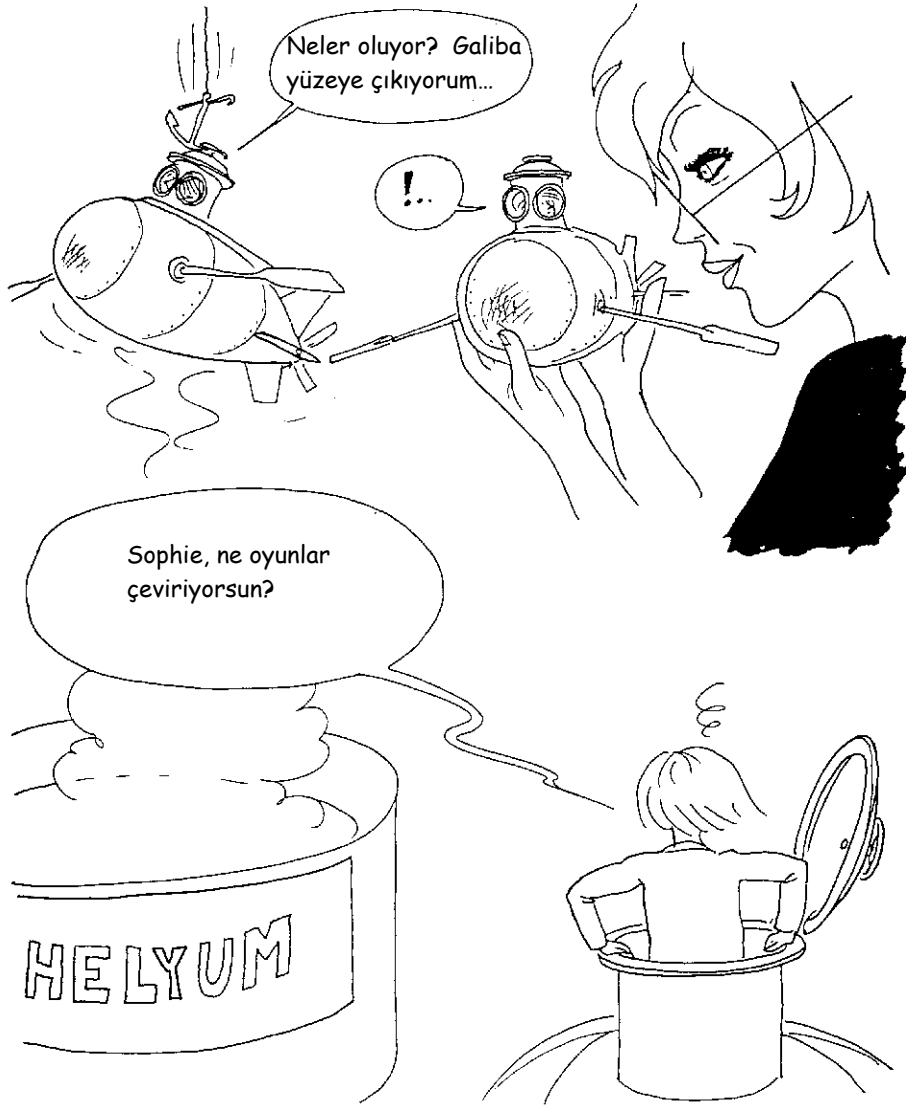
Hayır Archie. Öğrenmen gereken bir kavram daha var.

Ne?

?

# ARCHIBALD'IN RÜYASI



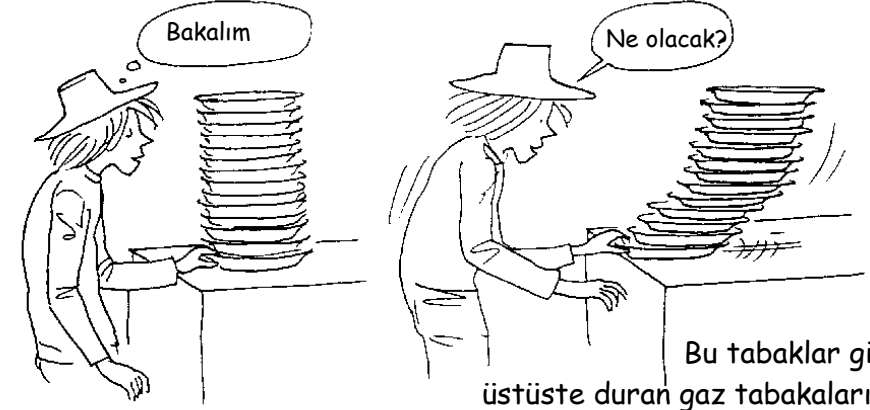


# VİSKOZ AKIŞKANLAR

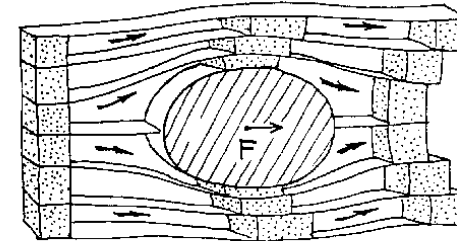
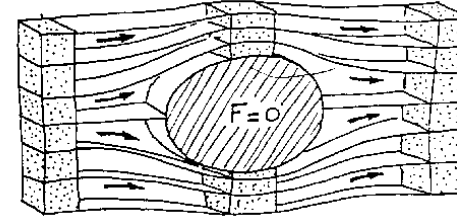
Gökyüzüne ulaşmaya çalışan ilk yaratıklar hemen anladılar ki bir şekilde havayı tutmaları gerekiyordu. Havadan daha ağır bir aracın uçmaya çalışması ise çok kaygan bir şeye sarılma çabasından başka birşey değildir.



Eğer ortam bir süperakışkansa, moleküller birbirlerinin ve cisimlerin üzerinden sürtünmesiz geçeceklerdir. Böyle bir durumda kuşlar yürümek zorunda kalacaklar, rüzgar değirmenleri dönmeyecekler, hava taşımacılığı ise tepki motorları kullanan balonlarla yapılmak zorunda kalacaktı. Netice olarak uçuş gaz sürtünmesine dayanır.

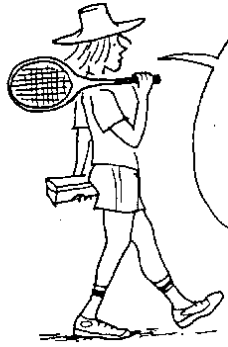


Bu tabaklar gibi, üstüste duran gaz tabakaları da birbirleri üzerinden sürtünmesiz kaymazlar. Gaz moleküllerinin küçük küplerle temsil edildiği bir akış içerisinde sabit bir cisim düşünelim.



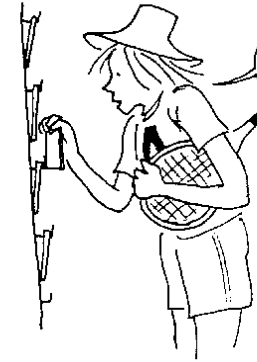
- Herhangi bir sürtünmenin yokluğunda, cismi geçen moleküller cisme erişmeden evvel buldukları haldeki gibi üstüste yerleşirler.
- Sürtünmenin varlığında ise cisme daha yakın akan moleküller diğerlerine göre yavaşlarlar. Cisim, gazı yavaşlatır. Bunun karşılığında gaz da cisme F kuvveti uygular; Sürtünme kuvveti.





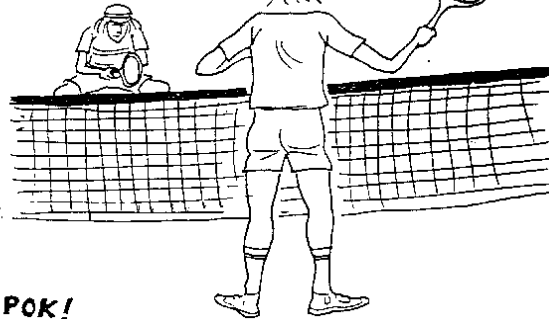
Tüm bunlar benim için çok karmaşık. Biraz rahatlamak için tenis oynamalıyım. Tenisin mekaniği en azından basit: Balistik. Topa vuruyorsun, BOM! Eğer doğru hesapladıysan top kortun içine düşüyor.

## KESME OYUNU

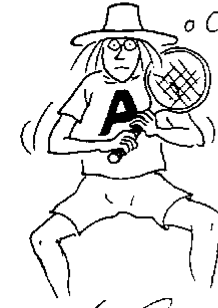


İsim kartımı kimin karşısına koysam ki? Burada boşta birisi var: Björn BORG. Kim bu zat- muhterem acaba?

Hazır mısın?



«HPOK!»



Aman Allahım! Daha topa dokunmadım bile. Bu adam raketi öyle bir sallıyor ki servis attığında sanki topu kaldırıyor.

Hayır top düşüyor...



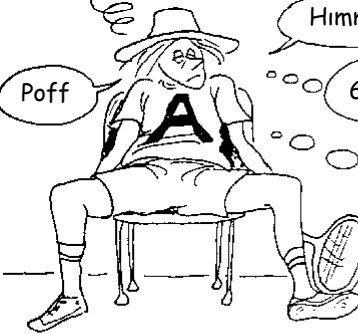
Peki bunu nasıl beceriyorsun?

Kolay: topu düşmeye meyilli hale getiriyorum.



POK!

Böylelikle top kortun içine düşerken ben de daha hızlı vurabiliyorum.



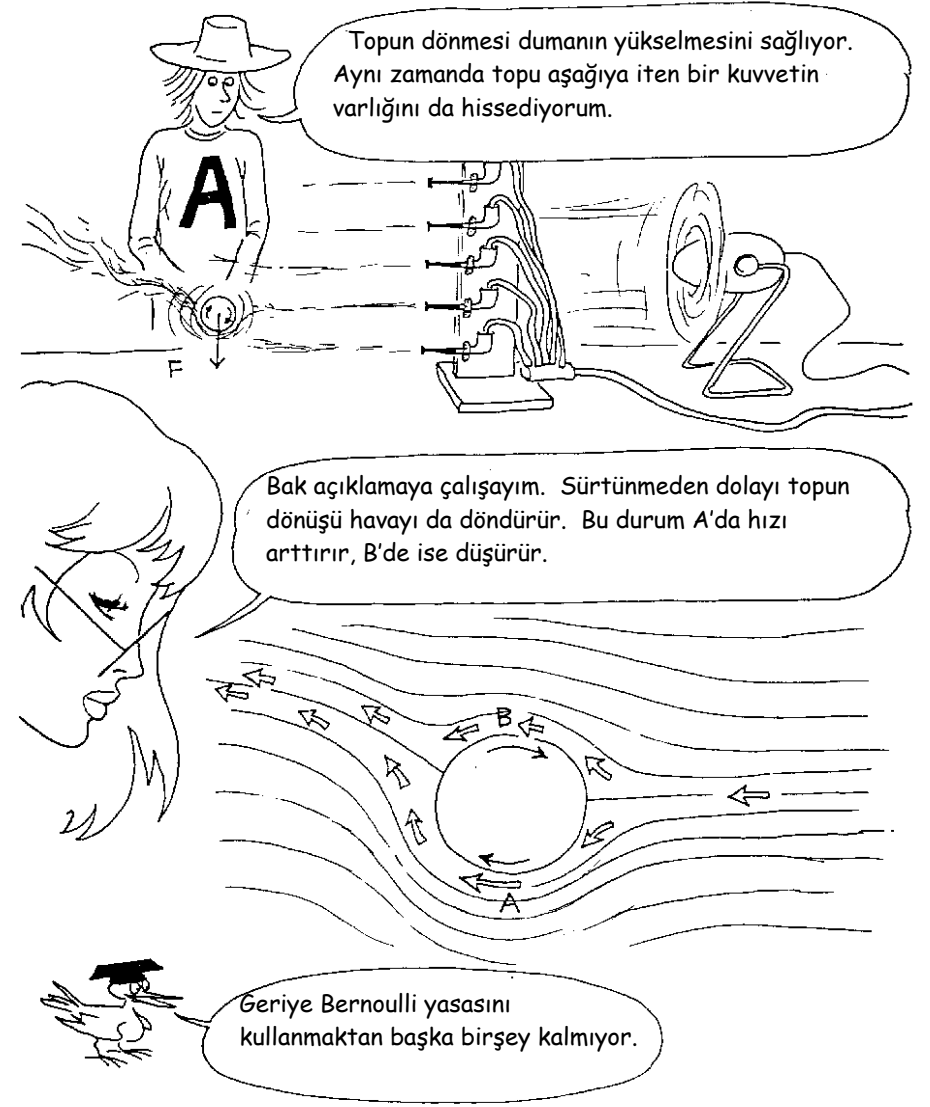
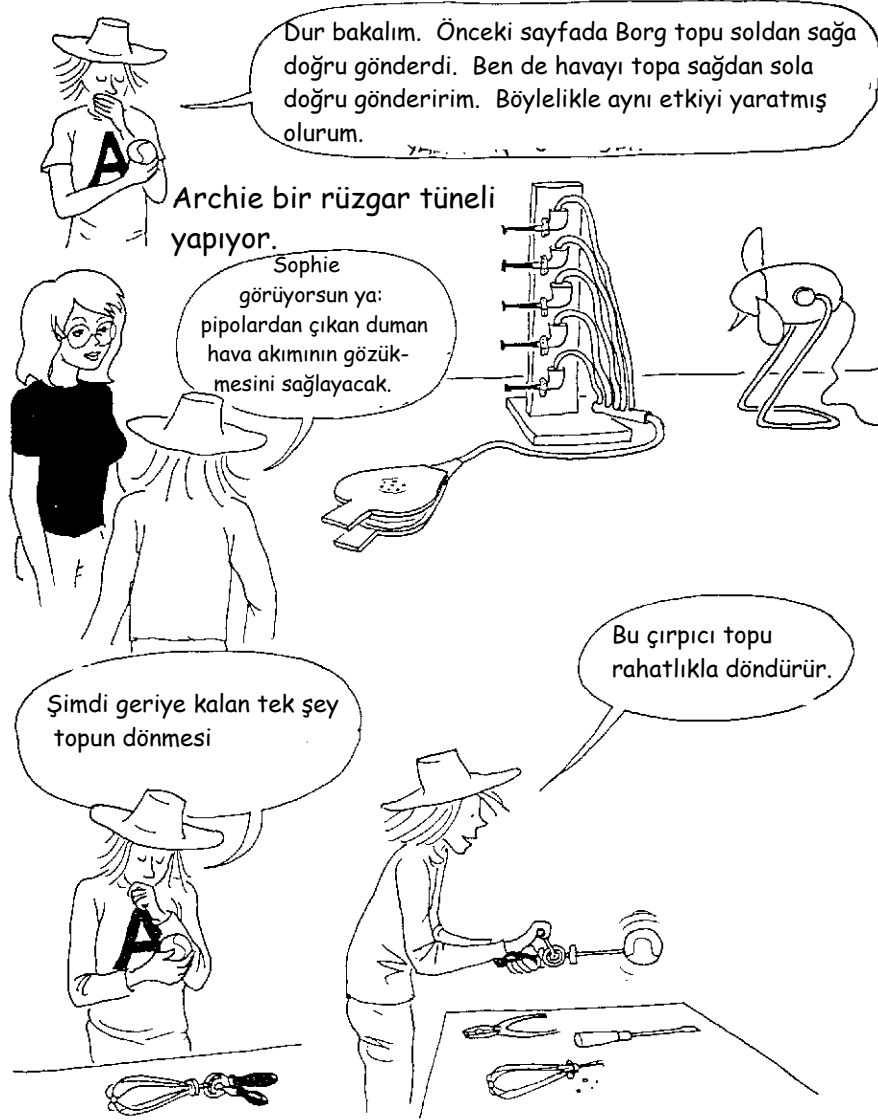
Poff

Hımm...

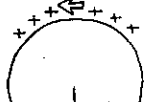
6-0 6-0

Pestilimi çıkarttı





Düşük hız - Yüksek basınç



Basınç ve hız ters orantılı olarak değişir. Dolayısıyla topun altında basınç düşük, üstünde yüksektir. Aerodinamik kuvvetin yönü de aşağıya doğrudur.

Yüksek hız - Düşük basınç



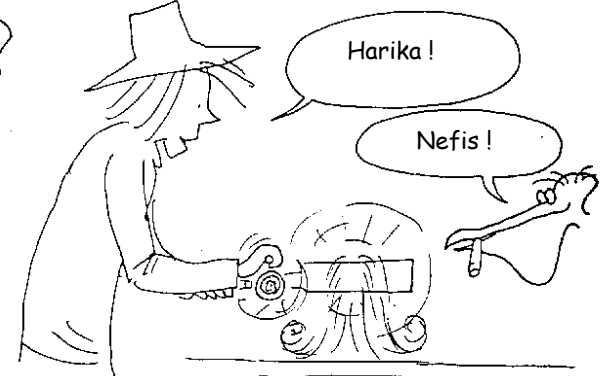
Bu olay ancak sürtünme ile mümkündür. Bir süperakışkan atmosferinde, sürtünmesiz ortamda tenis topunu kesmen mümkün olmazdı.

Hey, topun yönünü değiştirdiğimde duman aşağıya yöneliyor ve topa etkiyen kuvvet kaldırma kuvveti oluşturacak şekilde yukarıya doğru yöneliyor.

Küreyle gerçekleşen şey bir silindire de gerçekleşir öyle değil mi?

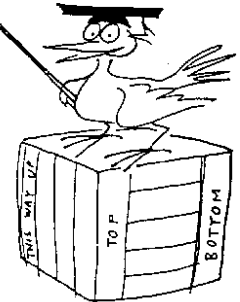
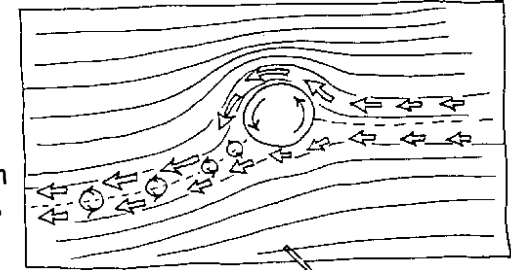
Uh-huh

## FLETTNER ROTORU

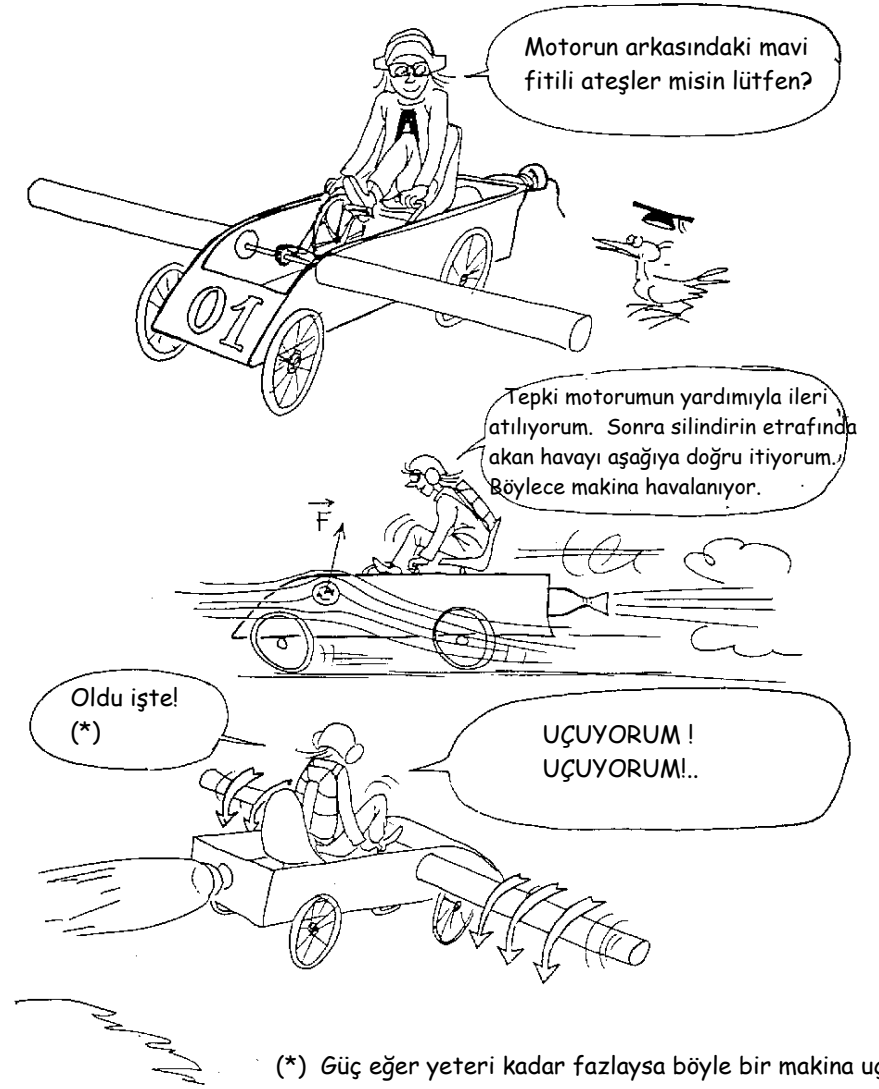
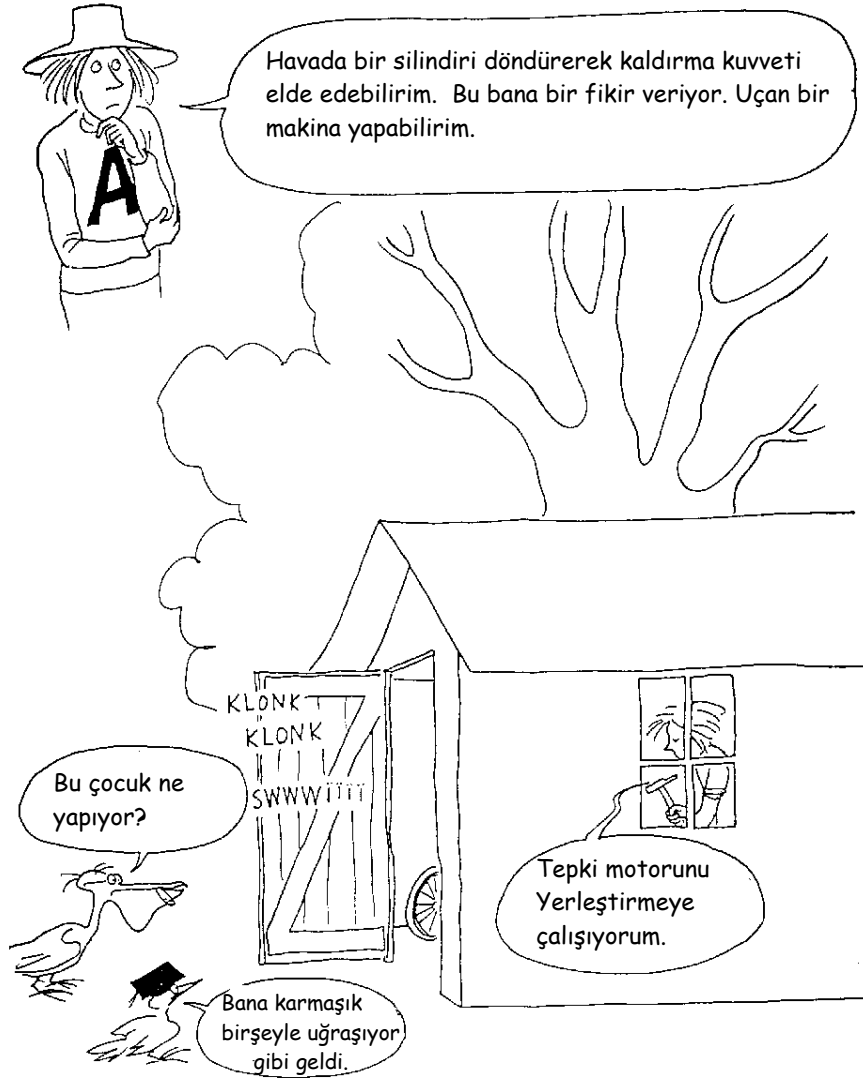


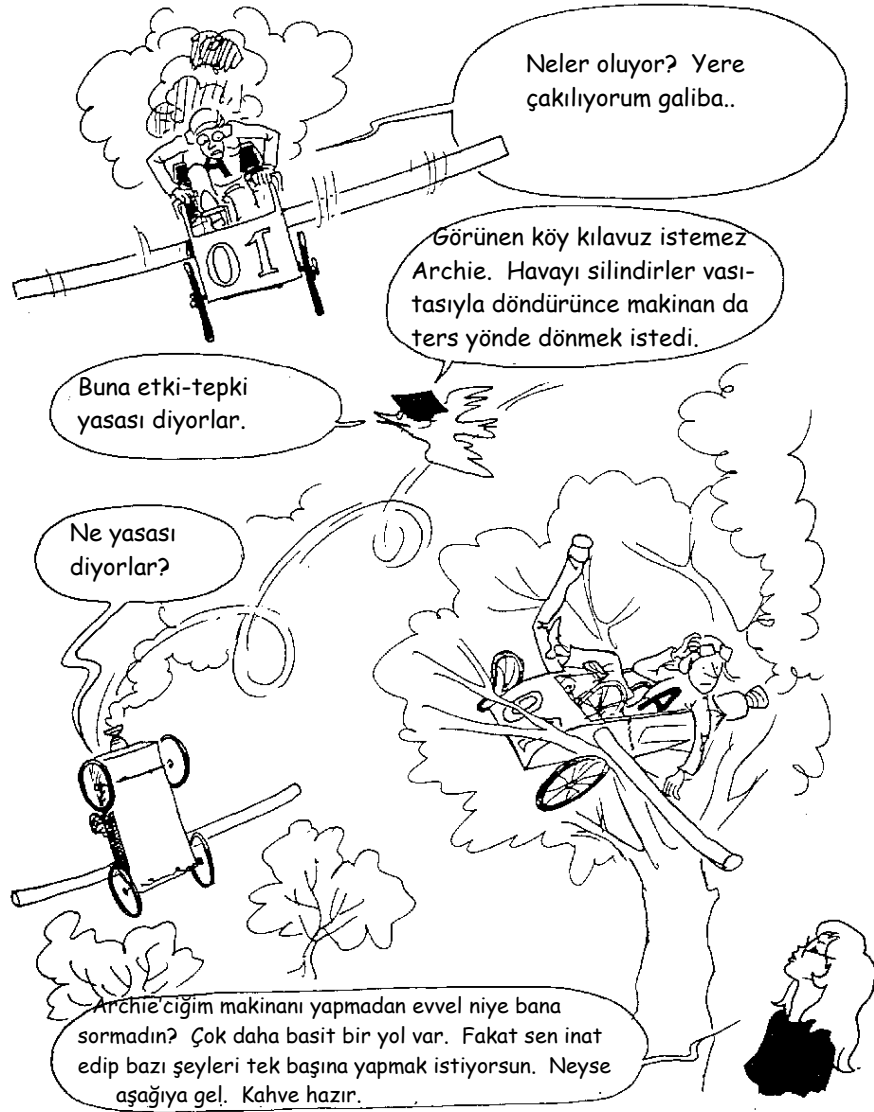
Bayanlar baylar, bu buluşa biraz daha dikkatlice bakmanızı rica ederim. Silindirin dönmesi silindirin üst ve altında farklı hızlar yaratmaktadır. Silindiri geçtikten hemen sonra iki hava tabakası tekrar buluşurlarsa da farklı hızlara sahip olduklarından birbirleriyle sürtünürler. Sonuç olarak:

- Küçük döngüler oluşur.
- Hızlardaki fark gittikçe azalır.



Üstteki tabaka ile alttaki tabakalar arasındaki basınç ya da hız farkı dönen cismin arkasında akışın kıvrılmasına neden olur.





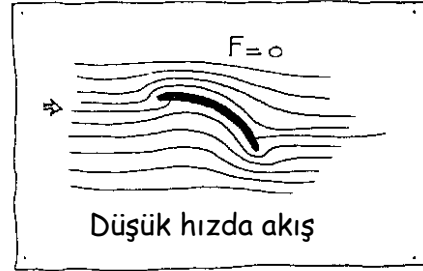
57



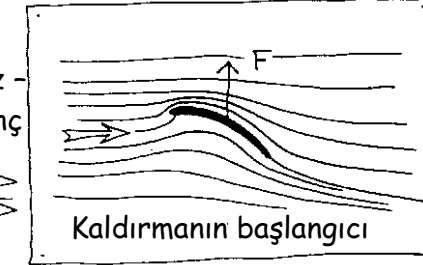
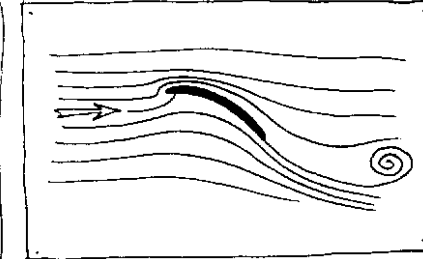
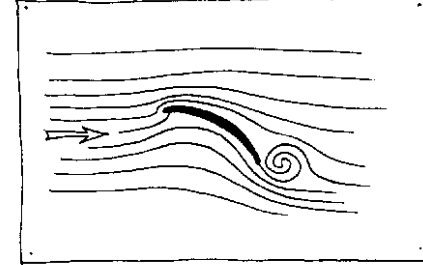
58



Ne güzel gözleri var!

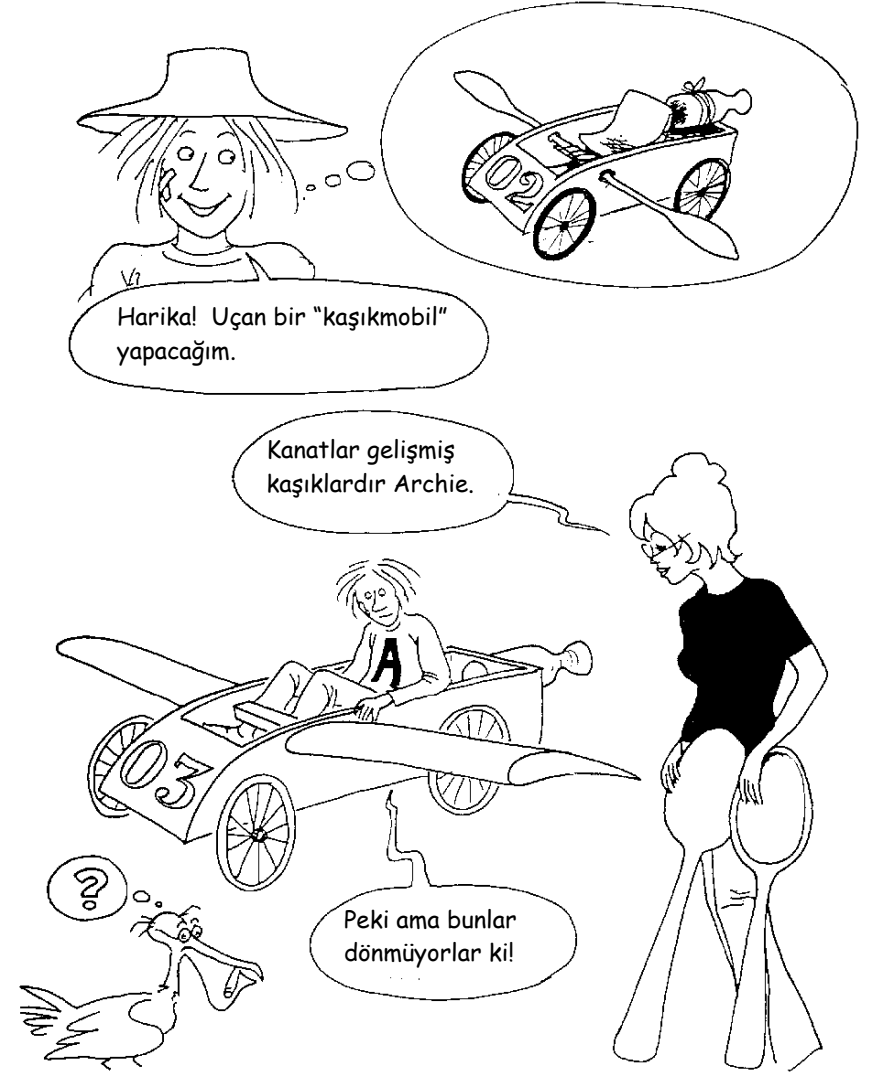
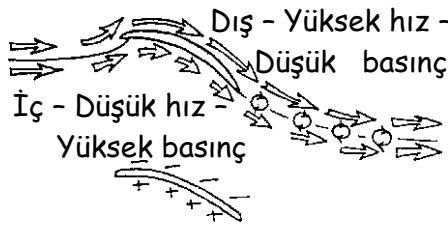


Düşük hızda akış



Kaldırmanın başlangıcı

Yandaki şekillerde, bir kaşığın çevresindeki akışın düşük hızlardan yüksek hızlara doğru çıkıldıkça nasıl değiştiğini görüyorsun. Yüksek hızlarda döngülerin kendilerini kaşıktan kopartmaları kaşığın üst yüzeyinde hızın artmasına, kaşığın alt yüzeyinde ise hızların azalmasına neden olur.



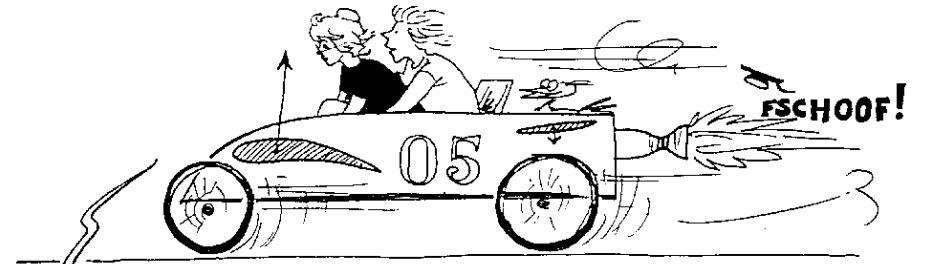
Harika! Uçan bir "kaşıkobil" yapacağım.

Kanatlar gelişmiş kaşıklardır Archie.

Peki ama bunlar dönmüyorlar ki!



Dönen silindirlerde silindirin hemen arkasında rastladığımız küçük döngüler sistemini kanadın arkasında da bulabiliriz. Dolayısıyla kanadı sabit bir rotor gibi düşünebiliriz.



Kuyruk, ana kanadın tersine bombelenmiş küçük bir kanattan başka birşey değildir. Tersine bombelendiği için de negatif kaldırma kuvveti yaratıyor. Bu da uçağın dalış yapmasını yani yere çakılmasını önüyor.

Archie bak: bir kendinden dengeli sistem.



