

# SESSİZLİK

# DUVARI

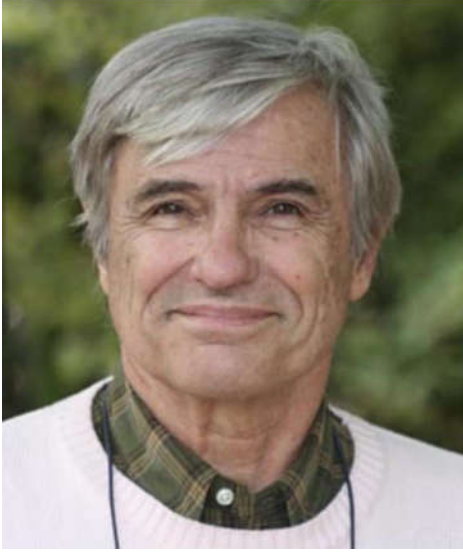
Jean Pierre Petit



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

# Sınır Tanımayan Bilgi

2005 yılında kurulan ve iki Fransız bilim adamı tarafından yönetilen kar amacı gütmeyen dernek.  
Amaç: Ücretsiz indirilebilir PDF'ler aracılığıyla çizilen bandı kullanarak bilimsel bilgiyi yaymak.  
2020 yılında: 40 dilde 565 çeviri yapılmıştır.  
500.000'den fazla indirme ile.



Jean-Pierre Petit



Gilles d'Agostini

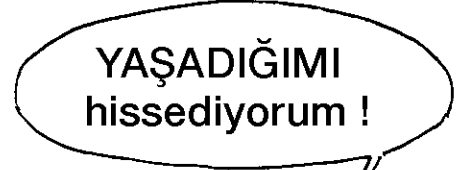
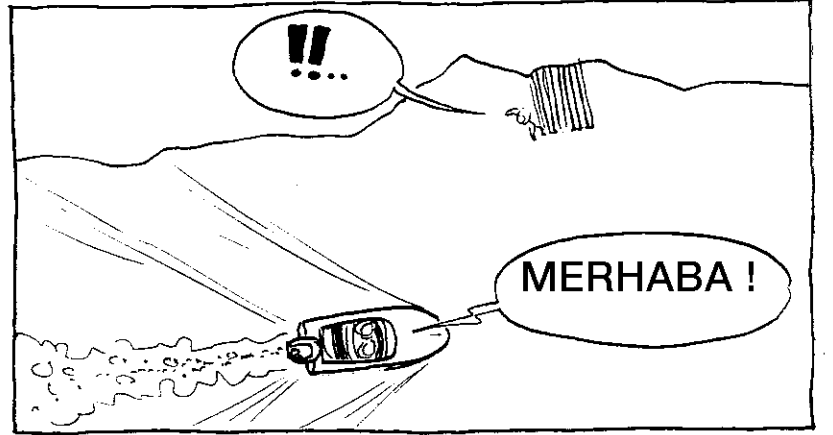
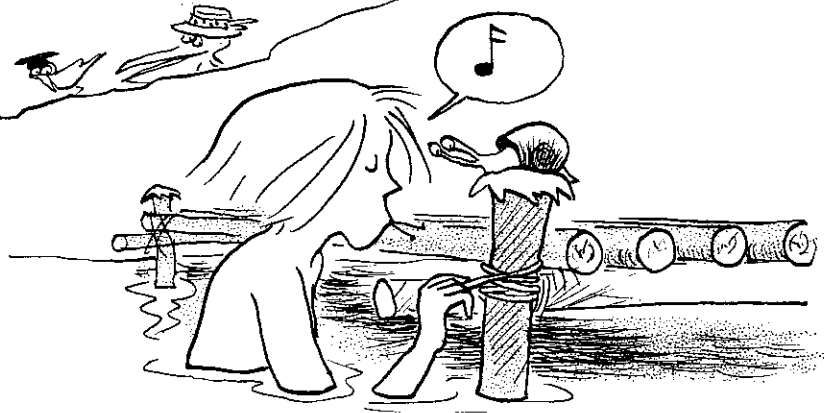
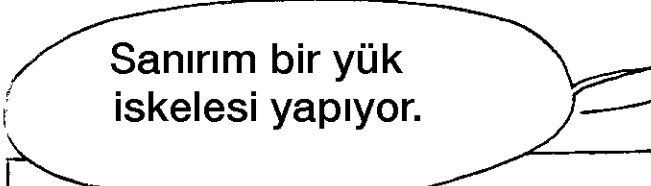
Dernek tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır.  
Para tamamen çevirmenlere bağışlandı.

Bağış yapmak için ana sayfadaki PayPal düğmesini kullanın:

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



# PROLOG



Yine o, şu eski  
püskü botuyla !

Yine yaptığım iskeleyi  
mahvetti.

İyi korunaklı bir yer seçmiş-  
tim ama neler olup bittiğini  
anlamıyorum : buraya her  
gelişinde su korkunç şekilde  
harekete geçiyor.

Her şeyi kırıp geçiren  
BURUN DALGASI !

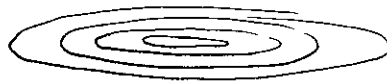
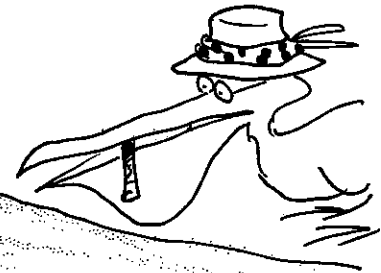
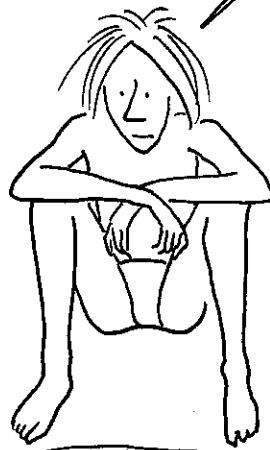
Belki bir burun dalgasıdır. Ama sonuç  
olarak her şey yerle bir oluyor !

# YÜZEY DALGALARI

İşe bak !

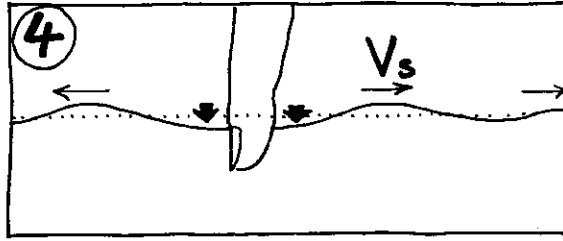
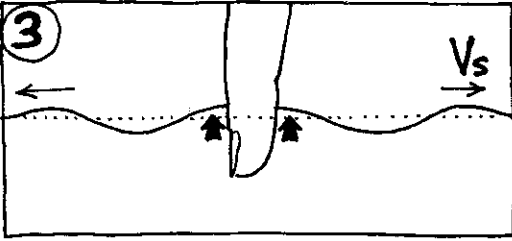
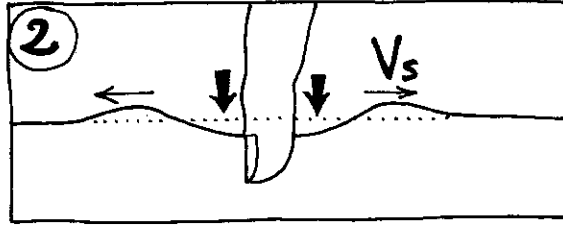
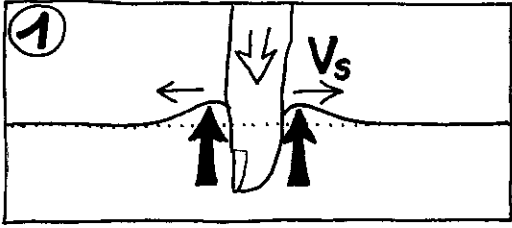
Şuna bak, hala orada  
dalgalar var. Bunu daha  
yakından görelim.

Suda daireler var.  
E yani ?

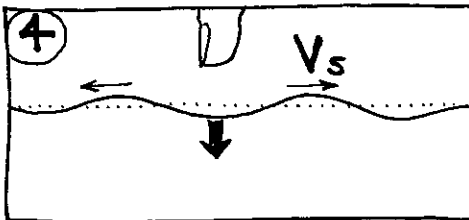
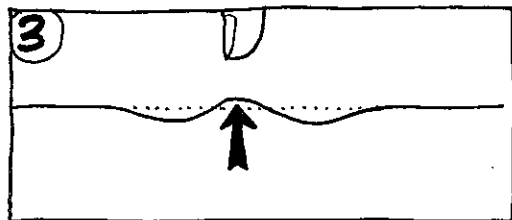
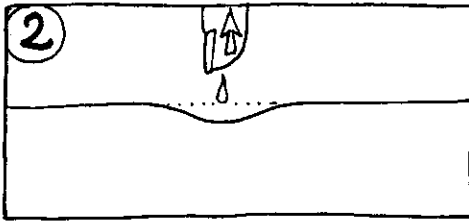
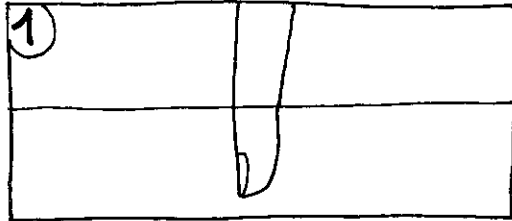




Parmağımı aniden suya soktuğum zaman, yan taraflarda fazladan bir kalınlık oluşur, yastığa başını koyduğunda olduğu gibi. Bu fazla kalınlık su akıcı olduğu için salınımlara neden olur ve böylece bu fazlalık yok edilmeye çalışılır. Bu sırada eş merkezli YÜZEY DALGALARI oluşur ve gittikçe azalır. Bu sırada su  $V_s$  sabit hızıyla yayılır.

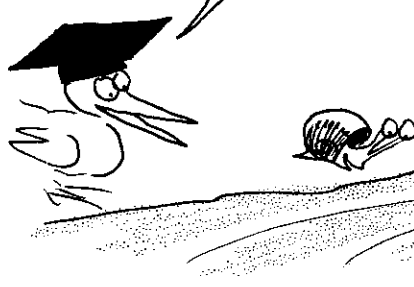


Benzer bir durum parmağı batırmak yerine, parmağı çıkardığında da olur. Bu mekanizmayla, sıvı, DÜZ BİR YÜZEY'de durma eğilimine girer.



İşte bu tam bir banyo fiziği.

Ve bu enerji korunacağı için, dalgaların genliği gittikçe azalacaktır.



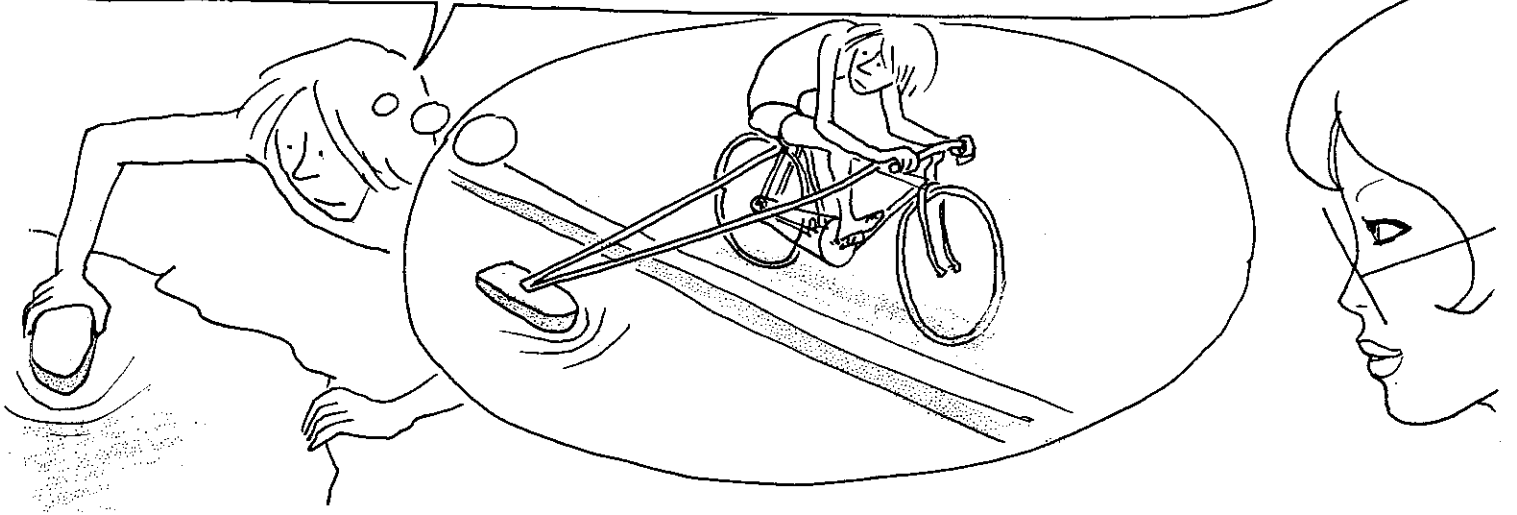
Bu dalgalar yayılırken, enerji giderek artan bir yüzeyde bölüştürülür.

Suda bir nesne hareket ettiği zaman, SU YÜZEYİNİ DÜZLEŐTİRMEYE yarayan bu tip dalgalar yayar.

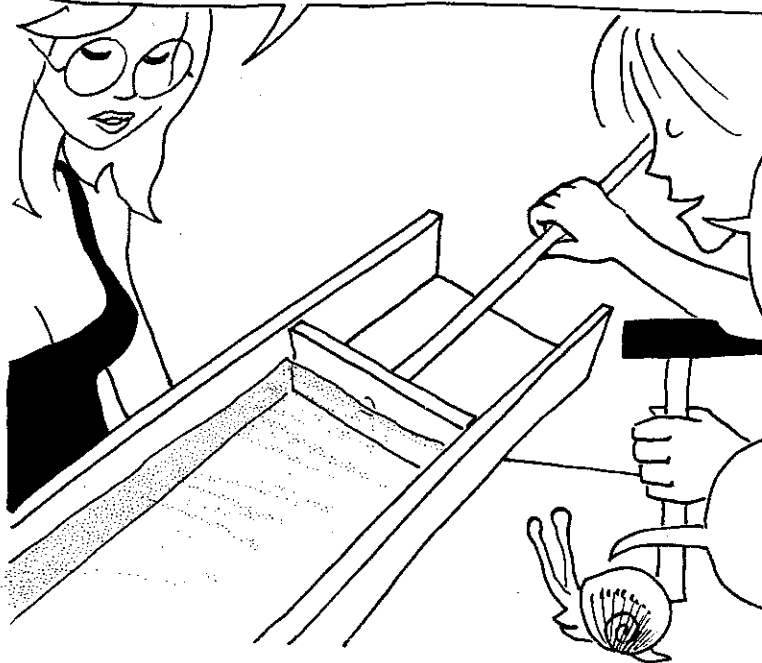


Bu dalgalar sıvıya etkide bulunurlar. Yukarıdaki moleküllerden uzaklaşmaya başlarlar, böylece sıvının nesneyi taşımaya hazırlanmasını sağlarlar.

Tüm bunları gözlemleyebilmek için, sıvıya hareketi esnasında eşlik edebilseydim harika olurdu.



Senin sistemin biraz karmaşık. Nesneyi hareket ettirmek yerine, sabit tutmanı ve sıvıyı hareket ettirmeni öneririm.



Çok haklısın. Böyle bir su kanalı yaptım, ve bu çekmece sayesinde suyu istediğim gibi hareket ettirebileceğim.

Eğer çekmeceyi V hızında hareket ettirirsen, su da V hızında hareket edecektir.

# HUGONIOT İLİŞKİSİ

İlk önce suyu yavaşça ittiriyorum. YÜZEY DALGALARININ hızı olan  $V_s$ 'den daha yavaş  $V$  hızıyla bu dar geçitten ittiriyorum.

Bu YAKINSAK BÖLGE'de, su seviyesi pratik olarak SABİT kalır ve sıvı HIZLANIR...

Nehirlerin EN HIZLI olduğundaki gibi.

Pekala tüm bunlar biliniyor, değil mi? (\*)

Şimdi  $V_s$  YÜZEY DALGALARI'ndan daha BÜYÜK  $V$  hızıyla suyu ittireceğim.

Vavv harika !!!

Girişte sıvı tikiş tikiş oluyor, SU SEVİYESİ yükseliyor ve sıvı YAVAŞLIYOR. Tam tersi !

Sıvı tamamen ayrı iki farklı davranış gösteriyor  $M = V/V_s$  sayısına ( havacılıktaki Mach sayısı gibi) göre. Bu oran 1'den fazla olduğunda şimdiki durum, az olduğunda bir önceki durum gerçekleşiyor.

İtmek yerine peki ya çekersem ?

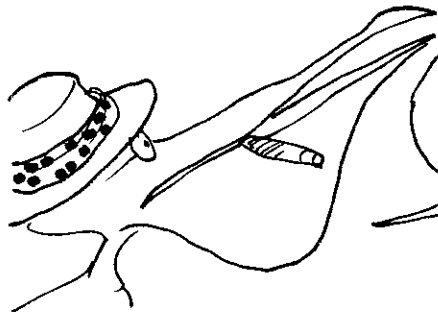
(\*) Bakınız SI ON VOLAIT ? aynı yazar, BELIN yayınları.

Yavaşça çektiğinde ve sıvının V hızı YÜZEY DALGALARI'nın  $V_s$  hızından her yerde küçük olduğu zaman, su IRAKSAK bölgede YAVAŞLAR ve su yüksekliği pratik olarak sabit kalır.



fiki davranış biçimi fizikçi HUGONİOT'un teoreminde özetlenmiştir :

<i>Hugoniot</i>	V hızı YÜZEY DALGALARI'nın $V_s$ hızından daha DÜŞÜK ( Mach sayısı)	V hızı YÜZEY DALGALARI'nın $V_s$ hızından daha YÜKSEK. (Mach sayısı 1'den büyük)
YAKINSAK bölgede Sıvı : Su seviyesi :	ARTAR SABİT KALIR	YAVAŞLAR YÜKSELİR
IRAKSAK bölgede: Sıvı : SU SEVİYESİ :	YAVAŞLAR SABİT KALIR	HIZLANIR DÜŞER



Bakalım. Ne kadar yavaş gidilirse ve hızın yavaşlığı ne kadar büyükse...yani en azından tersi olmadığı sürece mi ?...

Hi Hi Hi ...





Off !....Şu aleti itip tekrar geri çekmekten belim ağrıdı. Başka bir çözüm bulmam gerek.

Bu işe yarar. Bu zemini az veya çok eğerek akışın V hızını istediğimiz gibi kontrol edebiliriz.

İşte oldu, şimdiden her şey değişti !...

Fakat hayır, sonuç yine aynı.

Ve işte bir IRAKSAK'ta bir akıntı.  $V_s$  KRİTİK HIZI'nın altında, sıvı YAVAŞLIYOR ve su seviyesi pratik olarak SABİT kalıyor.

Eğer sıvı  $V_s$  hızından daha YÜKSEK bir V hızına ulaşırsa, hızlanan suyun seviyesinin DÜŞMESİ saptmaya eşlik eder.

Hız  $V$  yüzey dalgalarına ait  $V_s$  hızından daha düşük  
Bu durumda Mach Sayısı  $M < 1$

Genişleme Bölgesi

Mach Sayısı  
 $M > 1$

# DALGA CEPHELERİ

Pekala, şimdi de bir YAKINSAK'ta akıntıyı daraltarak inceleyelim.

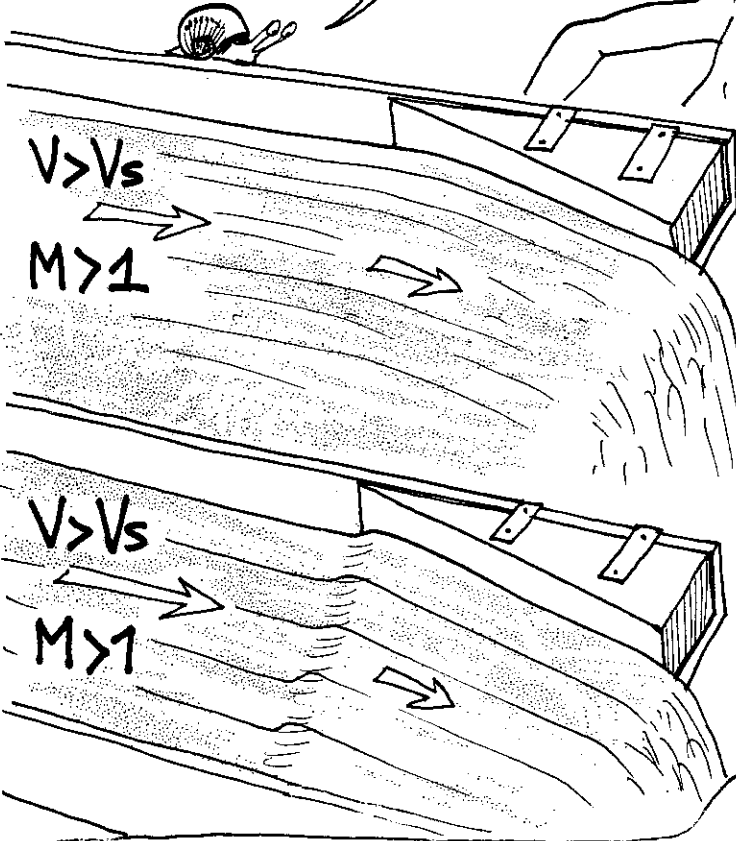


$V$  küçüktür  $V_s$   
 $M$  küçüktür 1'den

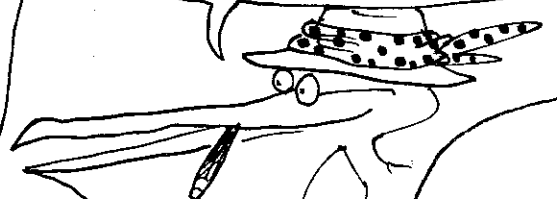


Fakat, eğer  $V$  hızı,  $V_s$  hızından YÜKSEK ise, su seviyesi YÜKSELİR ve sıvı YAVAŞLAR.

Eğer sıvının  $V$  hızı,  $V_s$  (yüzey dalgalarının) hızından DÜŞÜK ise, bu durumda hız ARTAR ve seviye SABİT kalır.

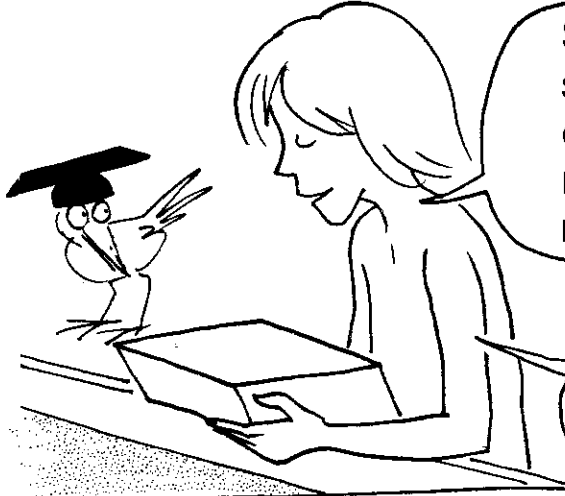


Sıvıyı hızlandır Archie, zemini biraz daha eğ, bakalım ne olacak...



Sıvının parametreleri ANİ YÜKSELTİ'lerden ve DALGA CEPHELERİ'nden geçerken ciddi oranda değişiyor. Su YAVAŞLIYOR ve seviyesi YÜKSELİYOR.

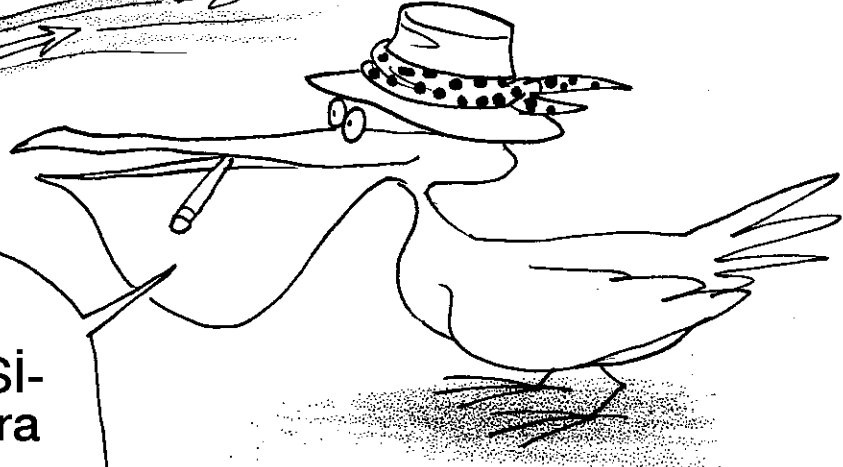
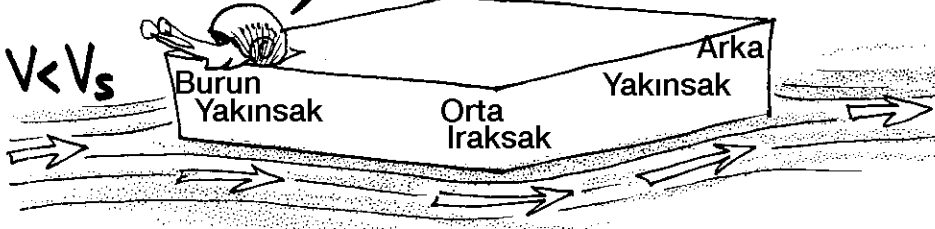
# BİR PROFİL ETRAFINDA DÖNÜŞ



Şimdiye kadar yaptığımız gözlemlerden sonra, son olarak sıvının akışını bir PROFİL etrafında dönerken inceleyeceğiz.  $V$  hızının  $V_s$  hızından daha DÜŞÜK olduğu bir rejimle başlayalım.

Suyu bir gemi benzeri kutu etrafında ÜÇ ayrı yüzeyden geçireceğim.

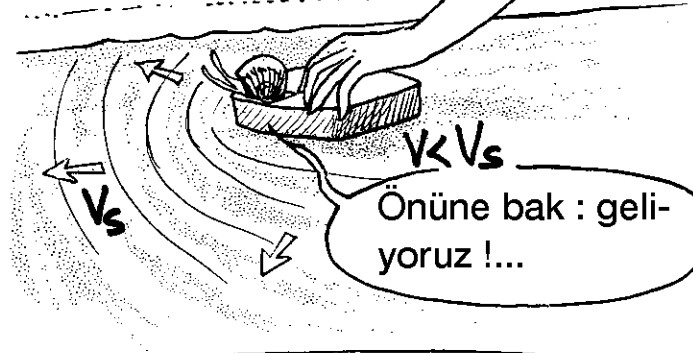
Sıvı İRAKSAK görevi gören ön kısımda hızlanıyor.



Hmmm...anladım ! Hız, ORTA'daki ikinci yüzeyde MAKSİMUM hale geliyor. Daha sonra sıvı ARKA'ya gelene kadar SABİT BİR SEVİYEYİ durmadan koruyarak akış yönündeki hızına ulaşana kadar YAVAŞLIYOR.

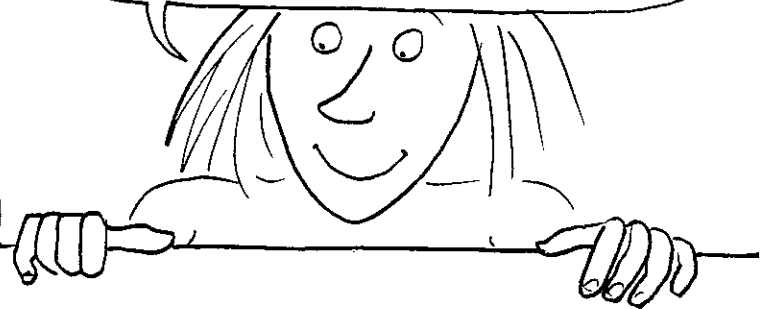


Vs hızında hareket eden YÜZEY DALGALARI akış yönündeki hıza çıkabilir ve sıvıya enerji aktarabilir. Bu şekilde bir nesnenin geldiğinden 'haberdar' olan sıvı onu karşılamaya hazırlanmak ve uygun konum almak için nesne onun üzerine daha gelmeden ÖNCE zamana sahip olur.

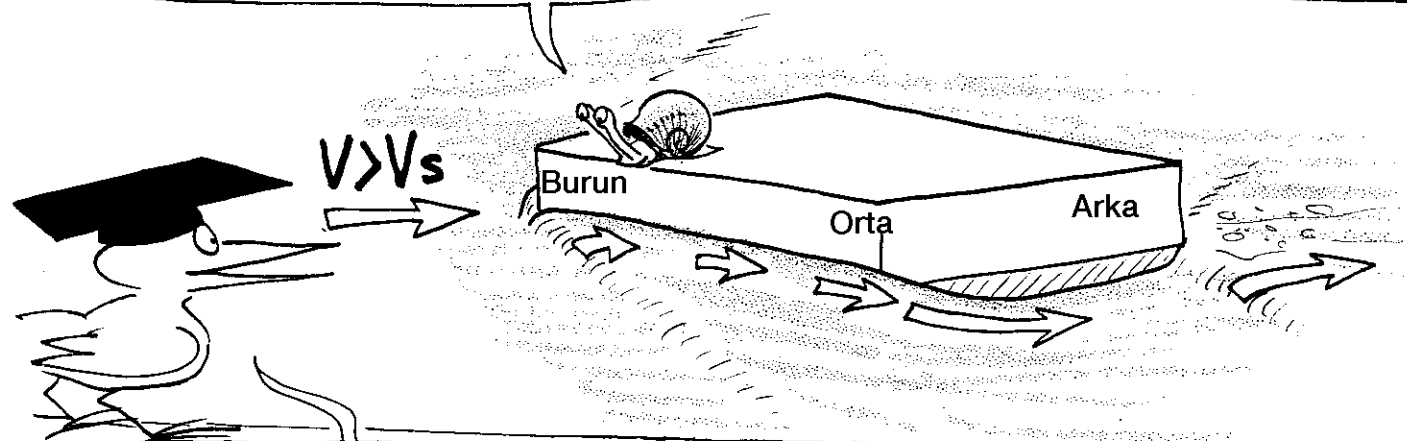


Önüne bak : geliyoruz !...

Şimdi zemini biraz daha eğelim ve suyun V hızının yüzey dalgalarının Vs hızından daha YÜKSEK olmasını sağlayalım.



Hugoniot teoremi sayesinde, sıvının ön kısımda yavaşladığını, orta kısımda hızlandığını ve son olarak arka kısımda tekrar yavaşladığını biliyoruz.



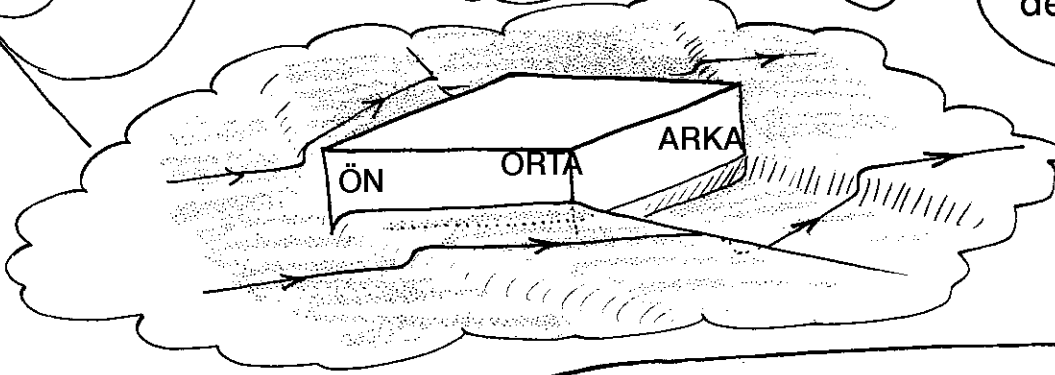
ÖN KISIM'da su ani bir şekilde yavaşlıyor ve AKINTI ÇİZGİSİ'nin üzerine yükseliyor. İkinci kısımdan geçerken su tekrar hızlanıyor ve hatta FAZLA HIZLANIYOR, yani genel 'serbest' akış hızından daha YÜKSEK hale geliyor. Aynı zamanda, su seviyesi akıntı çizgisinin altına düşüyor. Ve SON KISIM'a gelindiğinde hız ve su seviyesi başlangıçtaki değerlere ulaşmak için tekrar ayarlanıyor :

# ÖN KISIM DALGASI

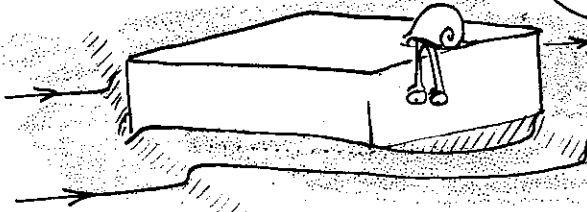
V hızının yüzey dalgalarının  $V_s$  hızından daha yüksek olduğu bu rejimde DALGA CEPHELERİ ortaya çıkıyor. Ön kısım, örneğin, yüzey dalgaları yayıyor. Bunlar akış yönündeki başlangıç seviyesini aşmadığı için bir birlerinin üzerine yığılıyorlar ve ÖN KISIM DALGASI dediğimiz sıvı yastık gibi bir şeyin oluşmasına neden oluyorlar.



Sanırım orta kısımda da aynı şey olacak, değil mi?

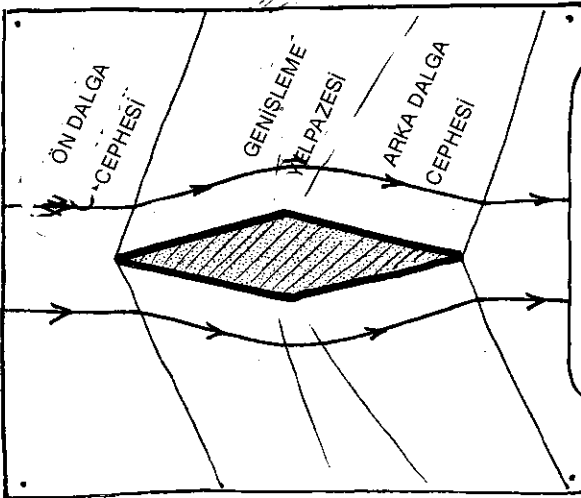


Hayır, 'orta kısım cephesi' yani seyrelme cephesi yok. Çok daha yumuşak bir şekilde oluyor anlaşılır.



İlk defa bir şeyleri zihnimde canlandırmaya çalıştım ,başaramadım.

Leon, ön kısımda ve arka kısımda hız ve su seviyesi değişimleri ani bir şekilde gerçekleşiyor çünkü buralarda DALGA CEPHELERİ var. Tersine, orta kısımda, hız ve su seviyesi bir GENİŞLEME YELPAZESİ aracılığıyla sürekli olarak değişiyor.



Gözlem, Leon, gözlem !



Tirésias haklı.

Altında neler olup bittiğini görmek kolay değil...

Ve işte, bu çok net !

DİKKAT ET ! dostum !

Bir Bilim kurbanı daha !

Bir gemini gövdesinde, orta kısımlar büyük sayıda veçhelerin ard arda geliş sırasına indirgenebilir.

Ön  
AKINTI

Arka

Ve ARKA KISIM DALGASI sıvının AŞAĞI AKINTISI ile uyum sağlıyor, bu da gemilerin neden arkalarında iz bırakmadıklarını açıklıyor.

Aynı şekilde, suyun gövde tarafında hareket ettirilmesine bağlı olarak, yani sürtünmeyle, artıksal hız farkı DÜMEN SUYU'nun türbülansı nedeniyle sıfırlanıyor.

Oh harika, AKIŞKAN MEKANİĞİ'nin temel ilkelerini bulduk desene !

Ah, Tiresias, beni hep şaşırtıyorsun. Peki bu NE ?

SIVIYI ONU NASIL BULMAK İSTİYORSAN ÖYLE BIRAK.

# HIZLARIN ÖLÇÜMÜ

Olan biten her şeyi anlamak için, bize gereken hızı ölçmenin bir yolunu bulmak.

V hızı  $V_s$  yüzey dalgaları hızından daha yüksek olan bir akıntıya ince bir iğne koyarsak, hız ne kadar büyük olursa, dalga cepheleri o kadar hareket yönüne yakın olur.



$V > V_s$

$V > V_s$

Vav, Max, haklısın galiba. Bu sayede V (\*) hızı ölçülebilir. (\*)

Gördün, nesnenin önü köreldiği zaman, dalga cephesi biraz daha önde oluşuyor ve AYRIKSI BİR BALGA oluşturuyor.

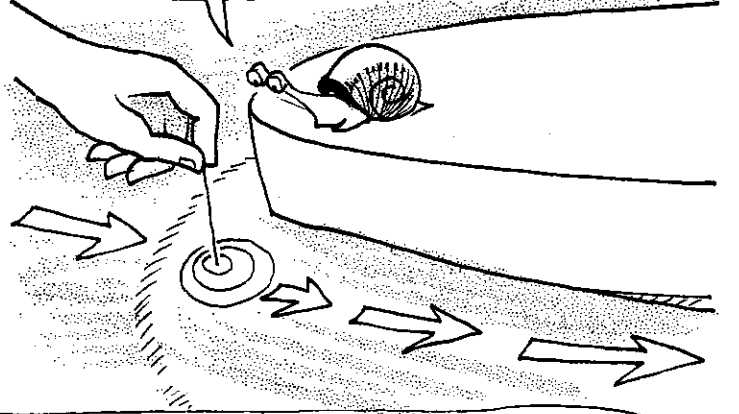


(\*) Bakınız A EKİ.

Bu normal. Bu bölgede, körelen ön kısmın yakınında,  $V$  hızı,  $V_s$  yüzey dalgaları hızından aşağıya düştü.

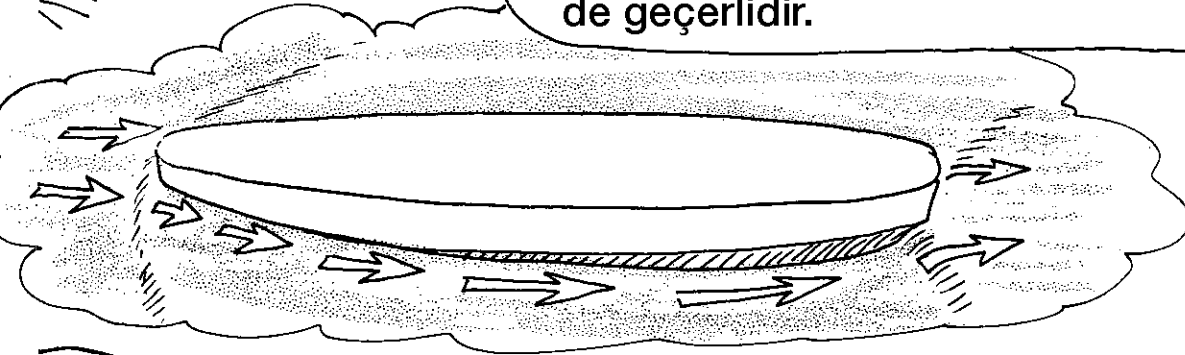


Nesne sanki ön kısım dalgasını kendisine bir bölge inşa etmek için kullandı ve bu alanda  $V$  hızı  $V_s$  hızından daha DÜŞÜK oldu ve su üzerinde daha rahat hareket edebildi.



Ama peki, bu kadar düşük bir hızdan nasıl suda dolma ve taşma olabiliyor ?

En temel bilgi sevgili Leon : sıvının yavaşladığı yerde, su seviyesi yükselir ve tersi de geçerlidir.



Tim bunlar biraz aydınlanmaya başlıyor.

Hadi bilim maceracıları, yemeğe !





Tüm bu dalgaları yok etmenin bir yolunu bulabilseydik hiç fena olmazdı.

Enerji tüketiyorlar, evet burası kesin !

Bir şeyler dönüyor ama acaba NE ?

Evet, içeride enerji var. Kanıtı da komşumuz teknesiyle geçtiği zaman iskelemizi devirmesi.

Eğer yukarı akıntı kısmındaki sıvı moleküllerini 'önceden uyarabilseydik' dalga oluşmazdı.

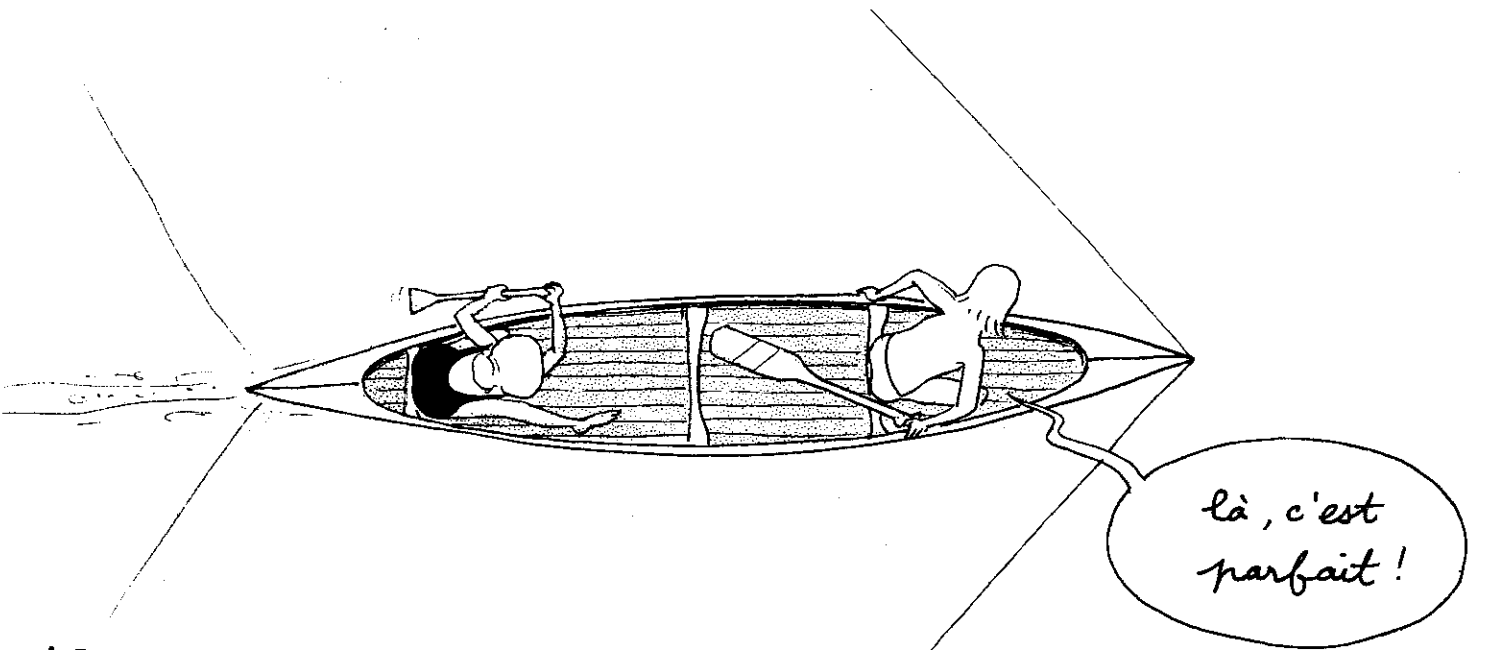
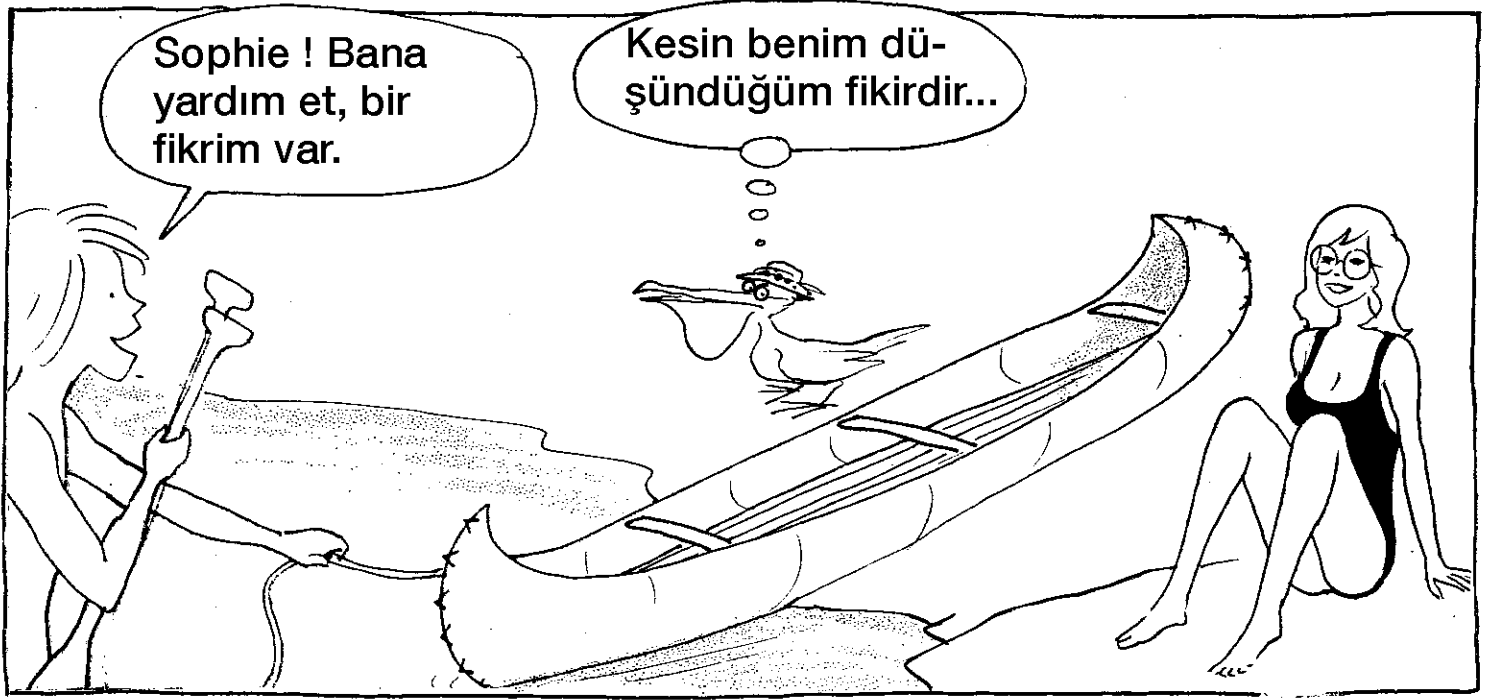
Yani, YÜZEY DALGALARI'ndan daha hızlı gidilse bile, yukarı akıntıdaki sıvıyı hareket ettirmeye devam edebilmiyi sağlamak gerekiyor.

HEY!

Bulaşıklar...

Bir çözümü olmalı.

AHA!



Şimdi neler olacak  
göreceğiz.

Bakalım, gö-  
receğiz.

Heyyy !

Neler oluyor...

Ne yapıyorsunuz  
burada ?

Hiçbir şey. Archie mo-  
leküllere bilgi verme-  
ye çalışıyordu.

Açıkçası bunu yaparak ne umduğunu anlamıyorum. Eğer sıvıyı 'bilgilen-  
dirmek' istiyorsan, teknenin önündeki moleküllerin yer değiştirme hare-  
keti yapmasını ve başka MADDİ NESNELER ile yer değiştirmelerini sağ-  
laman gerekir ve bunlar da dalga oluşturacaktır. Yani kısır bir döngü.

Bekle...-  
bekle...

Sophie tek yaptığının prob-  
lemi ertelemek olduğunu  
söylüyor.

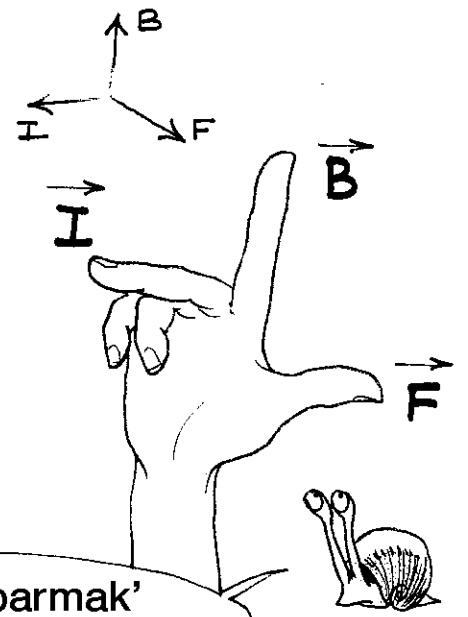
Ön kısım dalga yaratımdan suda yol alma-  
nın imkansız olduğunu söylüyor.

# VE ARCHİE MANYETİK HİDRODİNAMİKLERİ KEŞFEDİYOR



Eğer akışkan bir sıvı içinde bir taraftan  $B$  MANYETİK ALANI oluşturulursa ve diğer taraftan ona dik bir  $I$  ELEKTRİK AKIMI verilirse, bu durumda sıvı  $IB$  yoğunluğunda bir LAPLACE KUVVETİ'nin etkisinde kalır ve bunun yönü de ÜÇ PARMAK KURALI ile verilir: Baş parmak, işaret parmağı ve orta parmak ile bir üç yüzeyli oluşturulursa, eğer maddeyi kat eden  $I$  yoğunluklu elektrik akımı işaret parmağına doğru yönelirse ve  $B$  manyetik alanı orta parmağa doğru yönelirse, bu durumda baş parmağa doğru bir kuvvet oluşacaktır.

**Yönetim.**



'Baş parmak' kuvveti.

Aman tanrım, bu da ne böyle ?

İngiliz fizikçi FARADAY tarafından 1860 yılında icat edilene benzer bir MANYETOHİDRODİNAMİK BİR ÇEVİRİCİ yaptım.

Neden bir ÇEVİRİCİ ?

Çünkü elektrik enerjisini HAREKET enerjisine çeviriyor, KİNETİK ENERJİYE.

B manyetik alanının vektörleri ve I akımı bu kanalın eksenine üç yüzeysel bir yapı oluşturuyor.

Bobinler manyetik alan yaratıyor ve elektriğin daha iyi iletilmesini sağlamak için suya tuz ekledim. Bu reosta sayesinde de sudan geçen akımın yoğunluğunu istediğim gibi değiştirebilirim.

I akımı ve B manyetik alanı üzerinde oynayarak, akıntıyı istediğin gibi HIZLANDIRABİLİR ya da YAVAŞLATABİLİRSİN.

# ETKİLEŞİM KRİTERİ

Bu hikayenin ucu sanki her yere varıyormuş gibi geliyor.

Başlangıçta sıvılar ve onların akıntılarıyla ilgileniyor-

Ve şimdi her şeyi karıştırıyoruz !

Ne olursa !...

Peki bu gün ne yapıyorlar ?

Ben artık takip edemiyorum.

Akışkanlar mekaniğinin alışıldık verilerini değiştirmenin yollarını arıyorum, bunun için de ek parametreler sunuyorum : AKIŞKANIN KÜTLESİNE UZAKTAN etki eden KUVVETLER.

Sanırım sıkılmayacağız

Peki ama bu kuvvetlerin yeterli bir etkisi olacağını kim söyledi sana?

Bu bir ENERJİ sorunu gibi

Archie bugün formunda görünüyor.

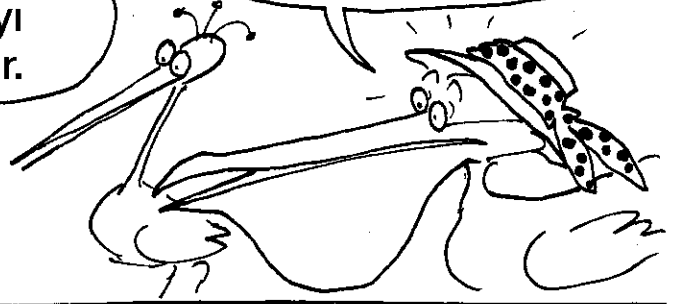
Bundan ne anlıyorsun yani?

Akışkanın belli bir KİNETİK ENERJİSİ var. Akışkanın hızında Laplace kuvvetleriyle değişimler yapmak için aynı büyüklükte enerji harcamak gerekecek.

Daha da uzağa gideceğim. Mantıksal olarak, eğer LAPLACE KUVVETLERİ tarafından aktarılan enerji, akışkanın kinetik enerjisinden daha YÜKSEK olursa akıntıyı tamamen KONTROL edebilmemiz gerekir.



NE!?! Max, neden bahsediyorsun sen !



Söylesene dostum, bugün burada baya eğleniyoruz değil mi ?



Keşke Sophie yanında olsaydı ! Ama anlaşılan yine plajda.

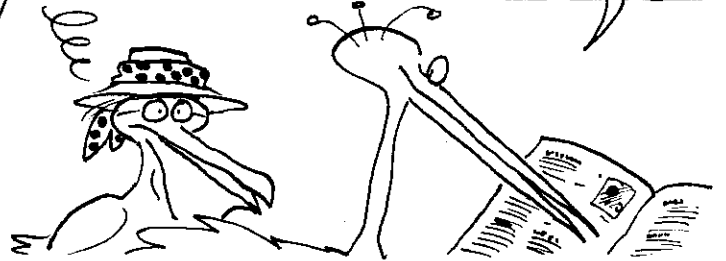
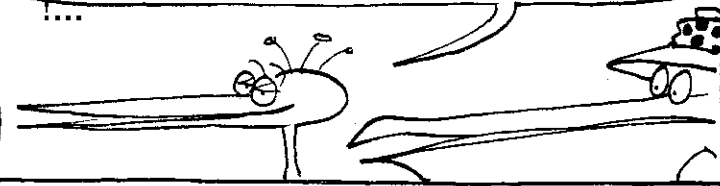


Ah ne demezsin ! Archie'yi bilirsin işte. Eğer başında durmazsan, kafasına eseni yapmaya başlıyor !

Bu MANYETOHİDRODİNAMİK işe yarar bir şey demedi.

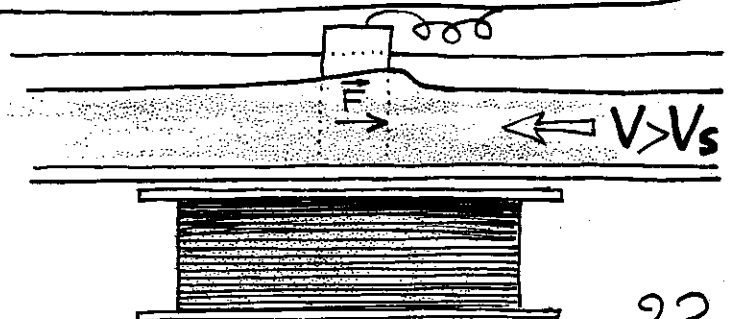
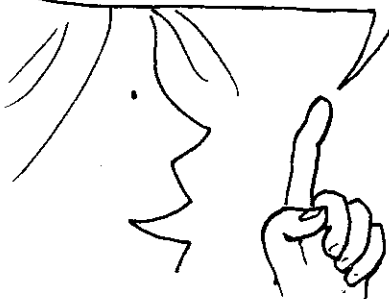
Boff, senin şu inançların bana boş geliyor. Akçak bir gerilim bu. 40 volt ve 10.000 gaussla göğü yerinden oynatabileceğini filan mı zannediyorsun sen !...

Tısss...tısss...MANYETOHİDRODİNAMİK, kısaca MHD, aslında... sözlükte bile bulunuyor !



Ah, baksana !

Sistemi bir YAVAŞLATICI olarak kullanarak ve yeterli enerji harcayarak, IB LAPLACE KUVVETLERİ dışında başka bir engel olmadan kalıcı bir DALGA CEPHESİ yaratmayı başardım.





Tamamen klasik bir fizik bu.

# ENGELLEME

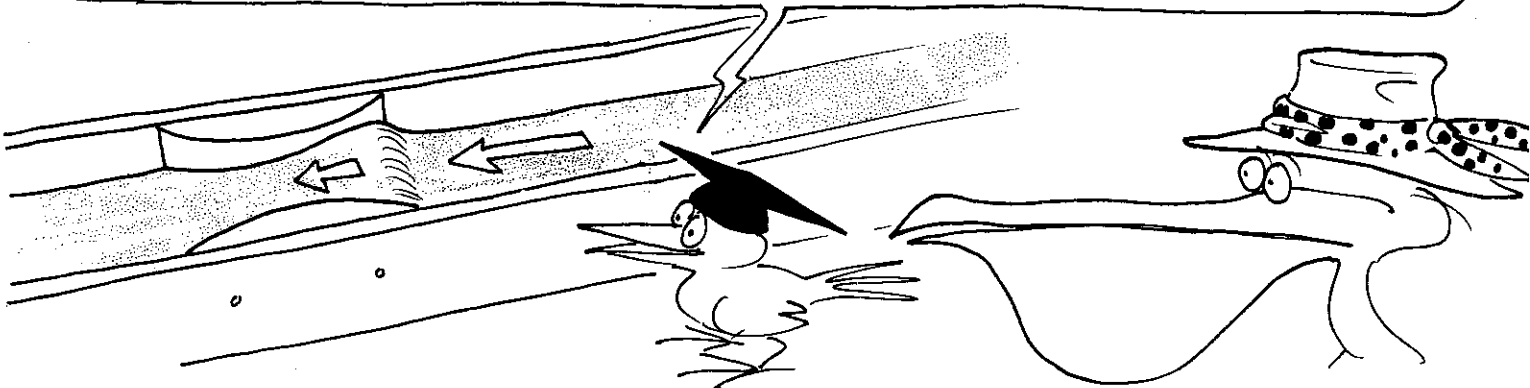
Bu ikinci düzenek üzerinde, bu parçalar yardımıyla dar bir geçit yaratacağım.

Elektrotlar ya da alanlar olmayacak.

Daraltma çok keskin olmadığı sürece, DALGA CEPHELERİ oluşacaktır yol boyunca.

$V > V_s$

Ama oldukça keskin bir daralma yaratılırsa, bu cepheler ön tarafa giderler ve kanalın girişinde stabilize olan bir dalga cephesi oluşur. Sıvı akışkan hala akmaya devam edebilse de biz bu duruma ENGELLEME deriz.





Şimdi, SEKSİYON DARALTIMASI ile yaratılanla AYNI ENGELLEME'yi gerçekleştirdiği mi anlıyor musunuz?



Evet, anlıyorum, ama bunda abartılacak ne var ?

Ne düşünüyorsun ?

Ehhh, bu gençler Laplace kuvvetlerini kullanarak dalga cepheleri oluşturuyorlar, eğlenmeye çalışıyoruz.

Eğer Archie daraltılan kısma Laplace kuvvetleri eklerse, DAHA KESKİN BİR ENGELLEME elde edecektir.

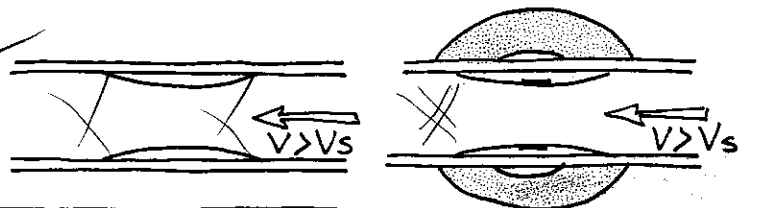
Olay bu.

Peki ya LAPLACE KUVVETİNİ TERSİNE ÇEVİRİRSEM.

?

## ENGELLEMENİN KALDIRILMASI

Az keskin bir daralmayla başlıyorum. KUVVETİ TERSİNE ÇEVİRMEK için ister B MANYETİK ALANINI, ister I AKIMINI ters çevirebilirim. Ve işte ! Ortaya çıkan IB yeterince yüksekse (\*) bu İVME KAZANDIRAN kuvvet ÖN TARAFTAKİ DALGA CEPHELERİNİ YOK EDER !



(\*)

Bakınız EK B.

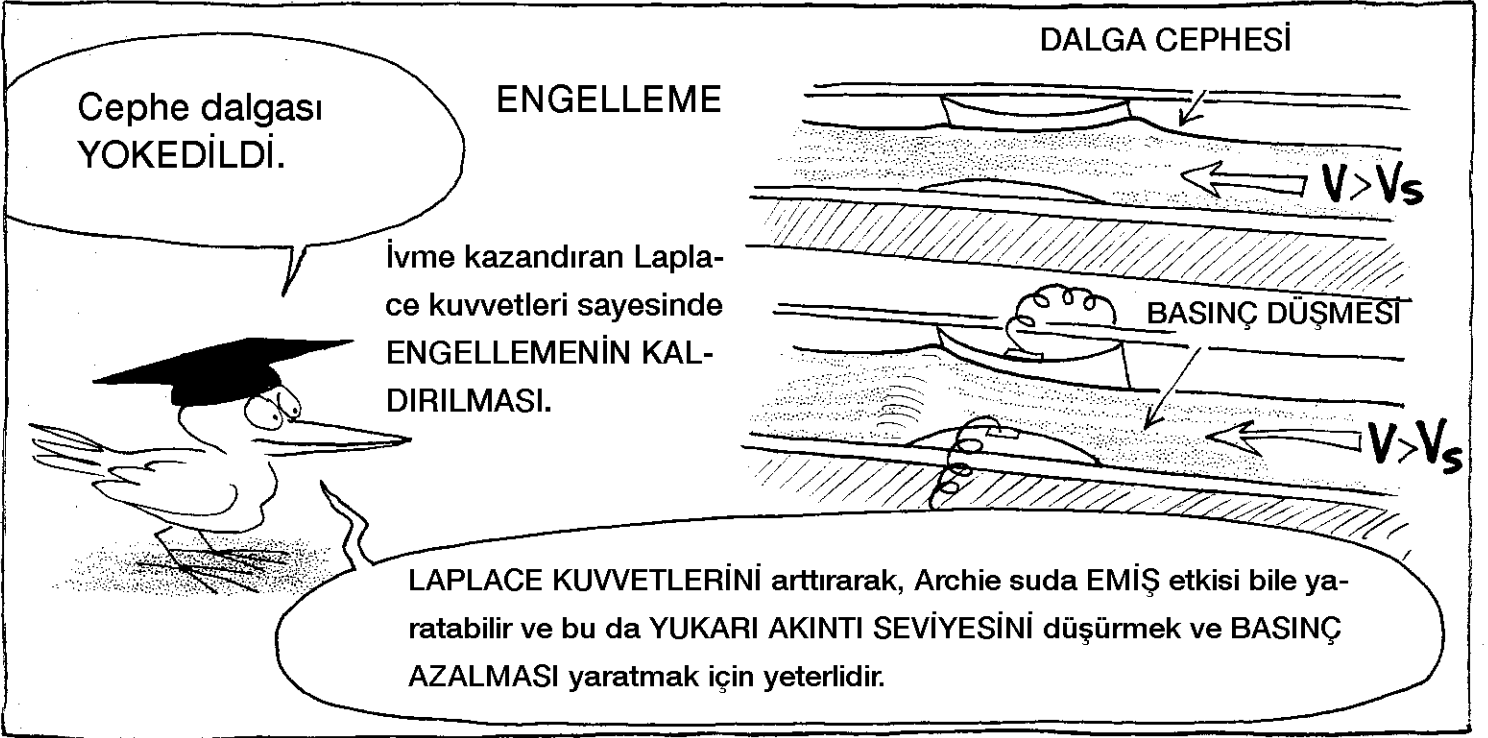


Şimdi çok daha keskin bir daraltma ile deneyeceğim.



Hey ! Bu da işe yarıyor !

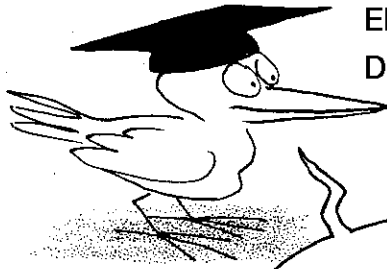
MUHTEŞEM !  
Gidip Sophie'ye haber vermeli.



Cephe dalgası  
YOKEDİLDİ.

ENGELLEME

İvme kazandıran Laplace kuvvetleri sayesinde ENGELLEMENİN KALDIRILMASI.



LAPLACE KUVVETLERİNİ arttırarak, Archie suda EMİŞ etkisi bile yaratabilir ve bu da YUKARI AKINTI SEVİYESİNİ düşürmek ve BASINÇ AZALMASI yaratmak için yeterlidir.

SOPHİE !  
Archie inanılmaz bir şey keşfetti !

Tiresias ! Nefessiz kalmışsın.  
Koştun mu?

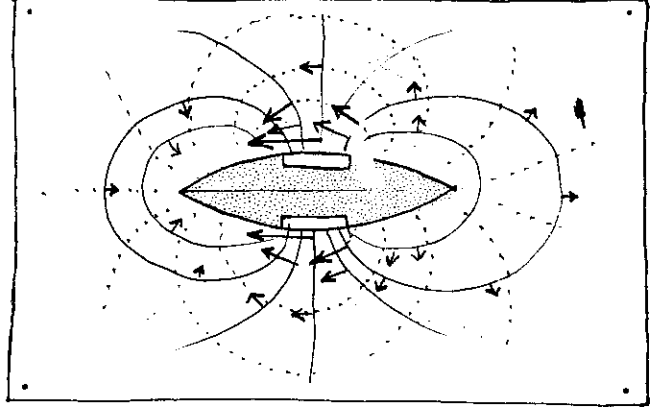




## ÖN KISIM DALGASININ YOK EDİLMESİ

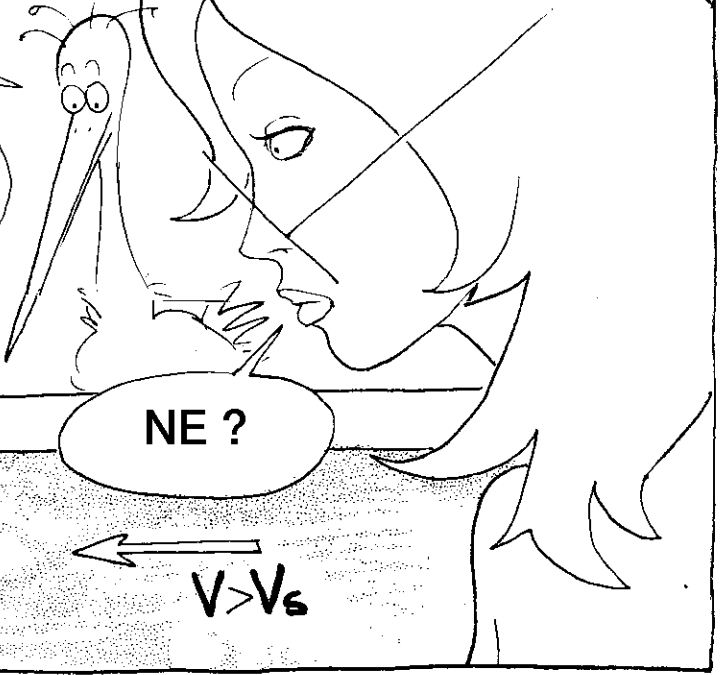


ÜÇ PARMAK KURALINI  
uygulayacak olursak işte  
akışkan sıvının boyun  
eğeceği KUVVET ALANI.



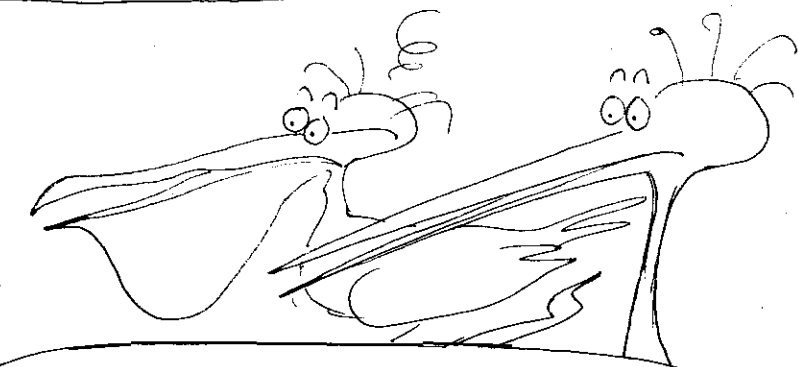
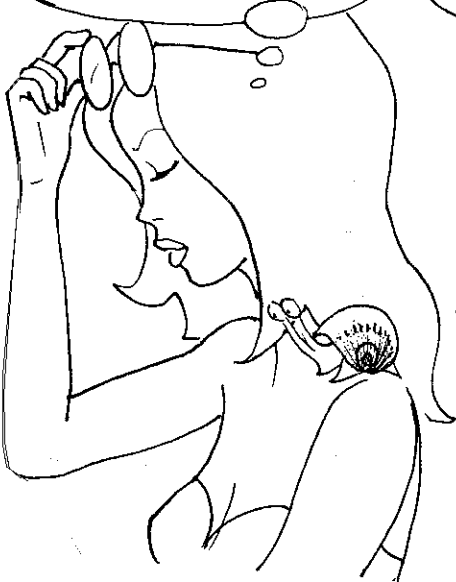
Vektörler adına!

Fiziğin tüm şeytanları adına!  
Archie ÖN KISIM DALGASI'nı  
yok etti !

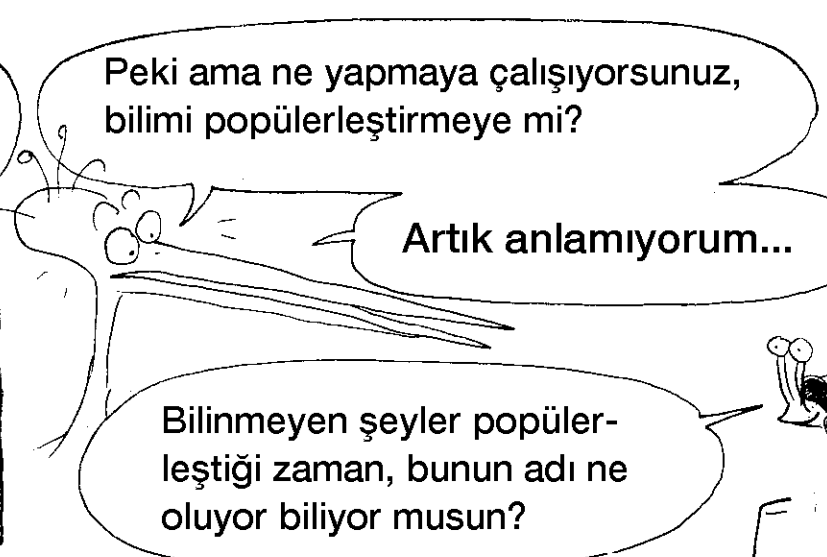


Bu sefer neyi  
başardı ?

Dikkatinizi çekerim, ön kısım dalgasını  
yok edebildiyse de arka taraf dalgası  
hala duruyor...



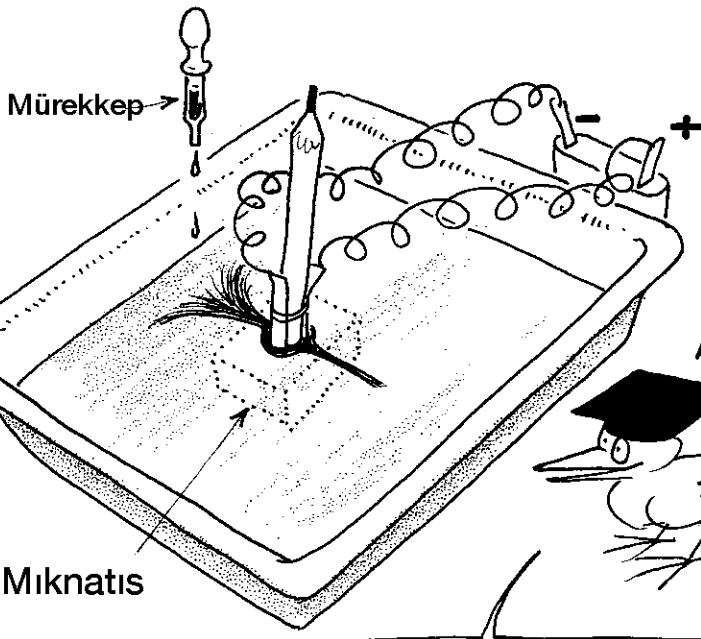
Ama bu biliniyor, değil mi?



## MHD İVME KAZANDIRICISI NASIL YAPILIR



(\*) 1976 yılında Maurice VITON tarafından tasarlanan Montaj.

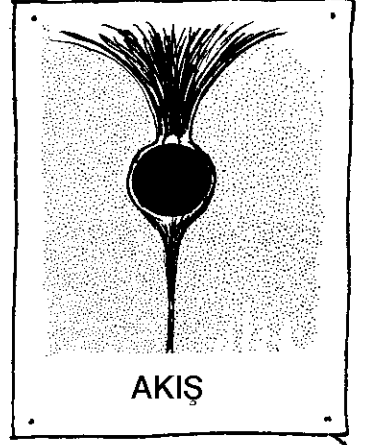
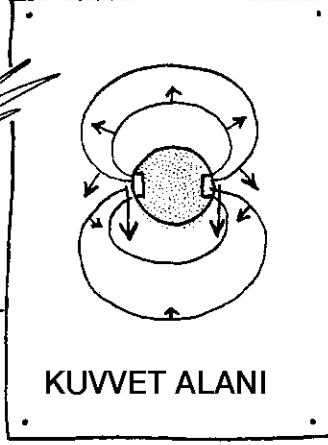


Bu kabın altındaki mıknatıs dikey bir B manyetik alanı yaratır. Mürekkep sayesinde POMPALAMA görselleştirilebilir.

Mıknatıs

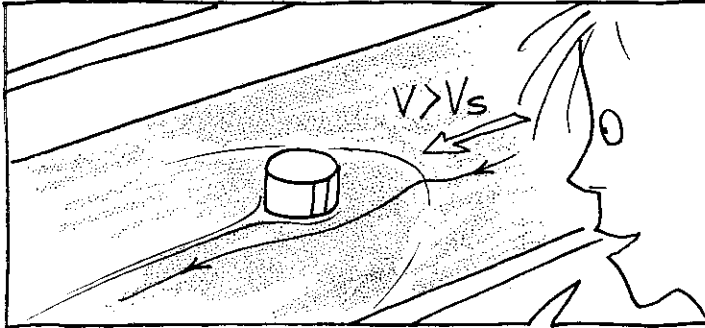
Küçük bir mıknatıs ve bir cep piliyle birlikte, pompalama açıkça gösterilebilir.

Fakat dalga cephelerinin yapısını modifiye etme noktasında akışkan üzerinde yeterince etkide bulunmak için on kat daha yoğun Laplac kuvvetlerine ihtiyaç vardır.

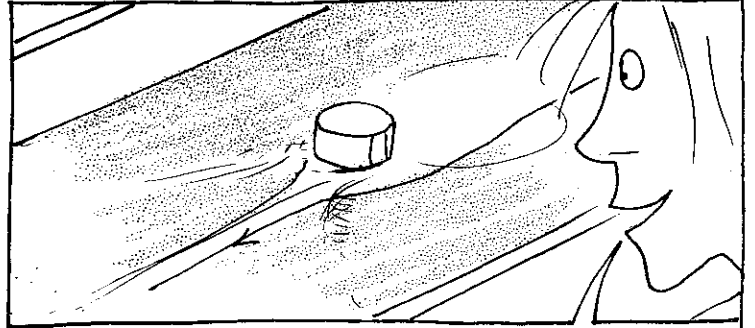


KUVVET ALANI

AKIŞ



Bu maketi deneme kanalıma koyuyorum ve kuvveti arttırıyorum. Başlangıçta dalga türbülanslı değil ve cephe dalgası deforme olur.



Daha fazla arttırıyorum. Cephe dalgası kayboldu ve yerini sıvı yüzeyinde bir basınç azalmasına bıraktı.

Pekala, şimdi uygulama vakti !

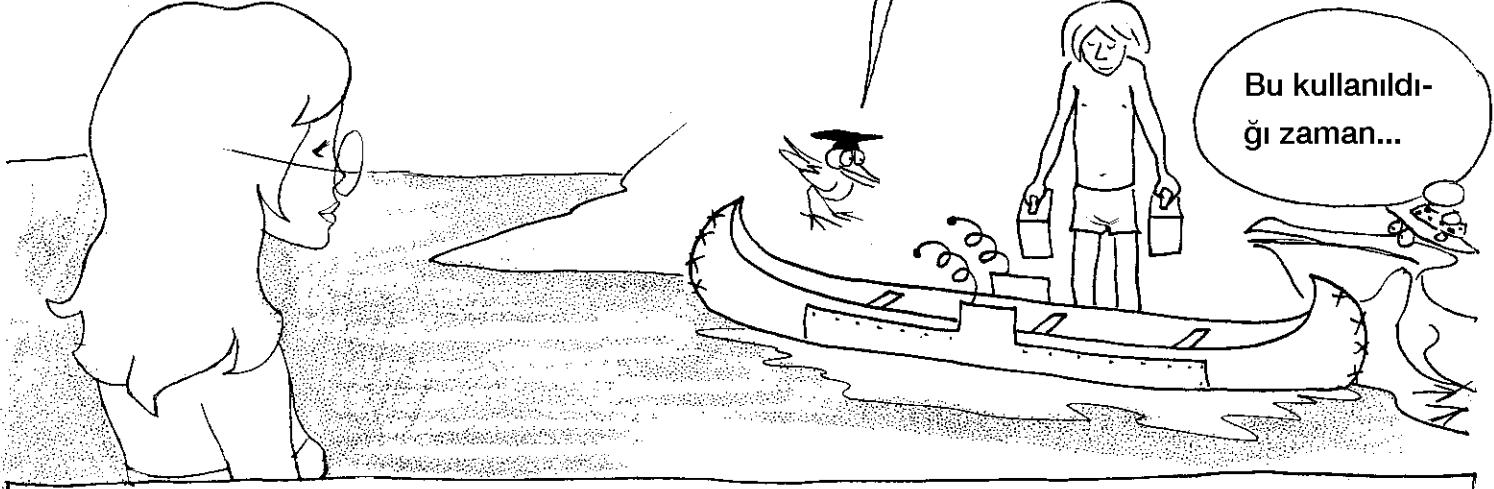
Pekala, ne düşünüyorsun ?

Beni bekle Archie !

Laplace kuvvetleri UZAKTAN ETKİ'de bulunuyor. Anlaşılan Archie ön kısımda bulunan akışkanı 'BİLGİLENDİRME'nin bir yolunu buldu.

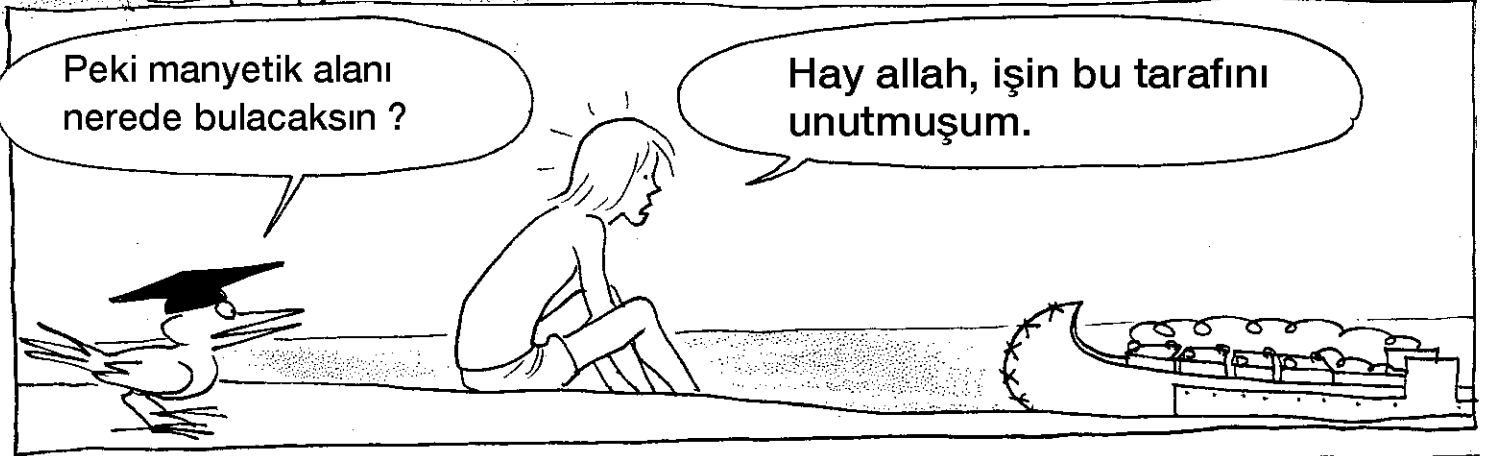
İşte bu ! Archie kanoyu bunlarla donatmaya başladı bile.

Bu kullanıldığı zaman...

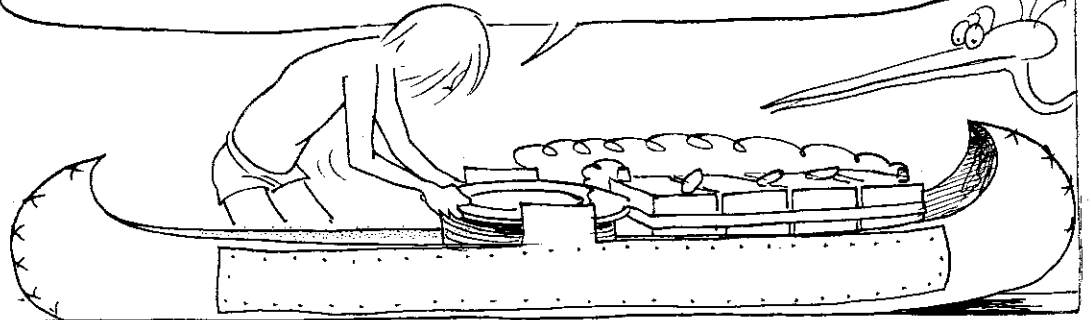
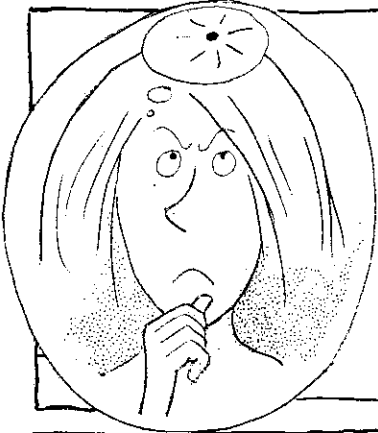


Peki manyetik alanı nerede bulacaksın ?

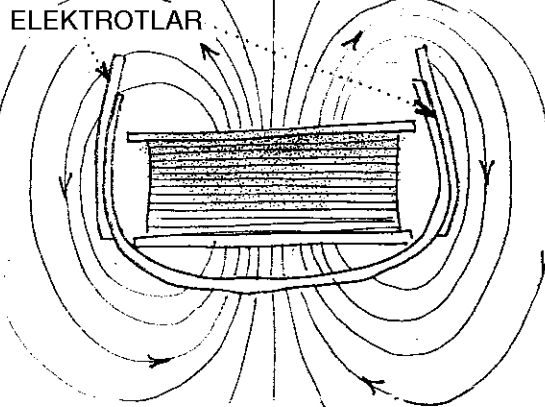
Hay allah, işin bu tarafını unutmuşum.



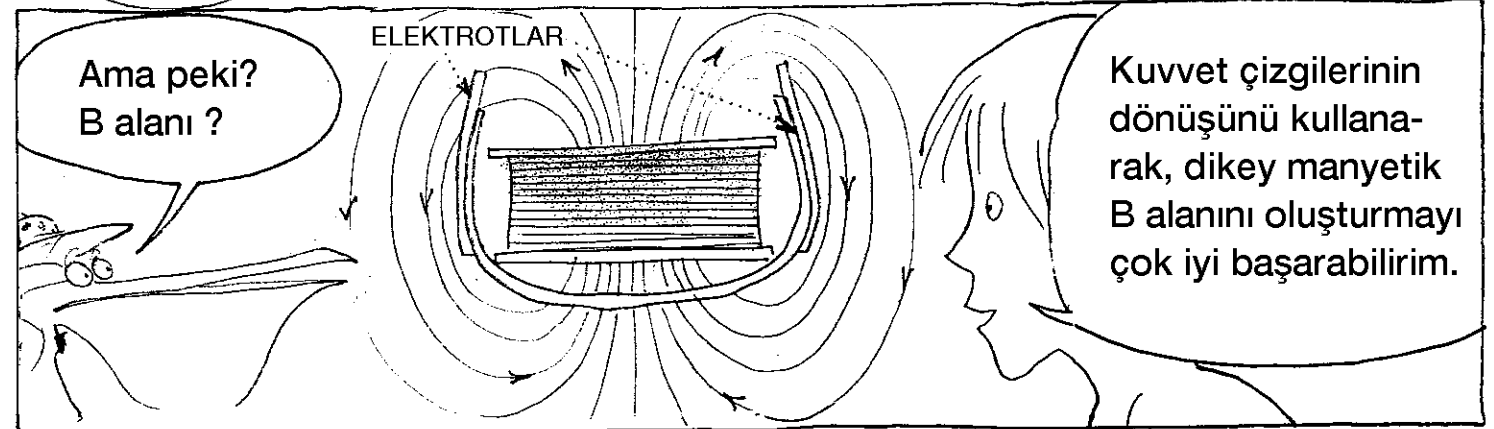
Solenoidi içine koyacağım.



Ama peki? B alanı ?

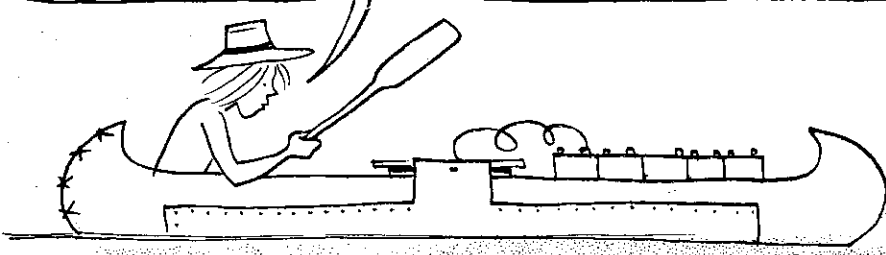


Kuvvet çizgilerinin dönüşünü kullanarak, dikey manyetik B alanını oluşturmayı çok iyi başarabilirim.

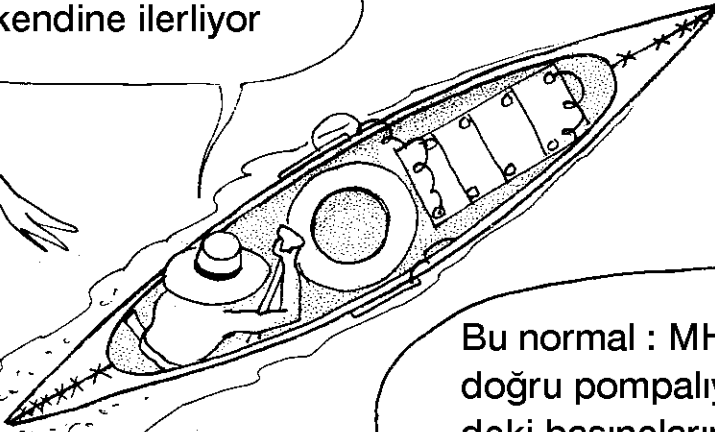


# MHD İLERİ İTİMİ

Pekala, ön kısım dalga yok edicimi çalıştırdım. Şimdi yapılması gereken tek şey kanonun V hızının yüzey dalgalarının Vs hızından daha yüksek olmasını sağlamak.



Oh tanrım ! Fakat kano kendi kendine ilerliyor



Bu normal : MHD sistemi suyu arka tarafa doğru pompalıyor bu da gemi gövdesindeki basınçların dağılımını modifiye ediyor. Çıkan sonuç İTME.

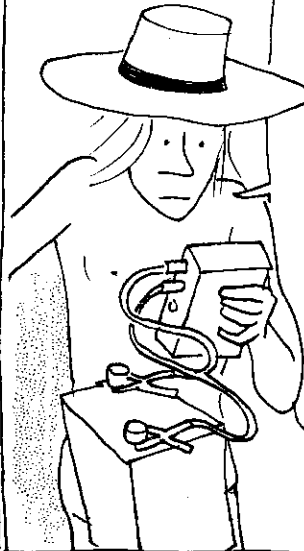


Bu bebek hareket ediyor.

İşte bu sudaki elektroliz.

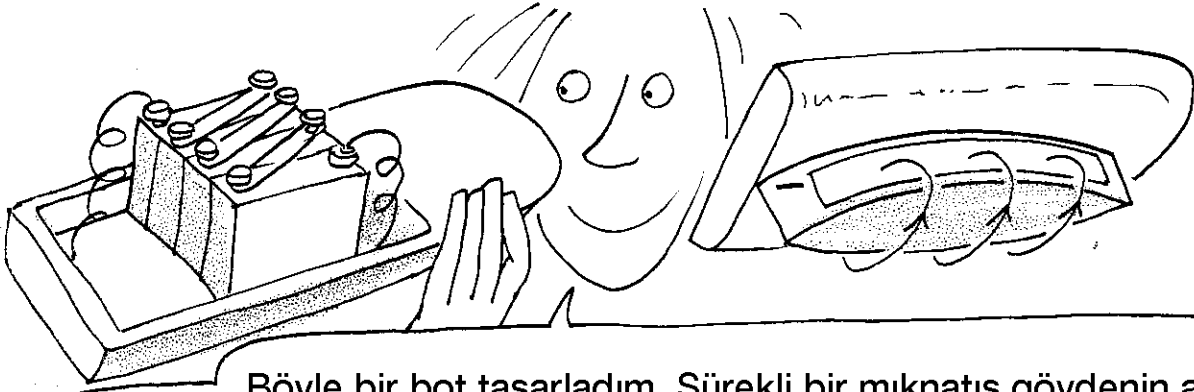


Vay vay ! Bataryalarım şimdiden boşaldı. Bu solenoid cehennem gibi enerji harcıyor. Basit sürekli mıknatıslarla küçük bir model inşa edeceğim.

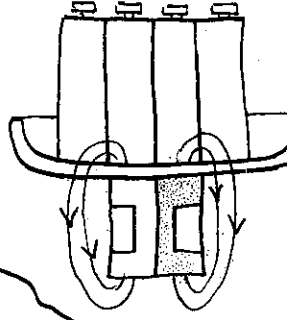




# MHD VERİMLİLİĞİ



Böyle bir bot tasarladım. Sürekli bir mıknatıs gövdenin altına sabitlendi ve elektrotlar bir bataryaya bağlandı.

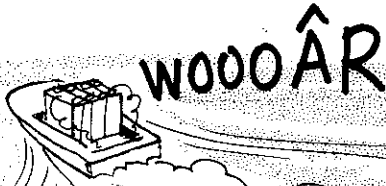


Hay aksi, hızlı ilerlemiyor !  
Sadece ufacık bir itiş var...

Hadi biraz  
daha !

Ve bir ütü kadar güç harcıyor

Tersine, aynı gücü kon-  
vansiyonel bir elektrikli  
motora uyguladığımızı  
düşünelim.



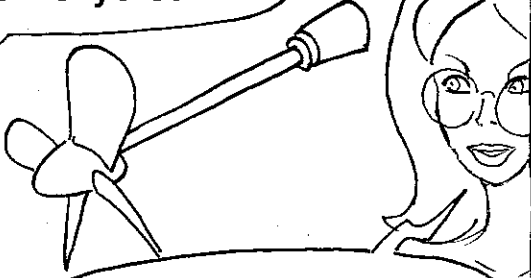
Rüzgar gibi gider !

İmdat !

Ne oldu ?

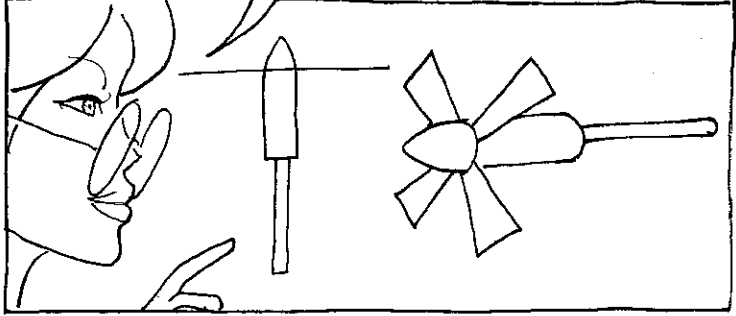
Manyetik alanın çok  
zayıf. İtcinin verimli-  
liği çok az.

Ne demek istiyorsun ?

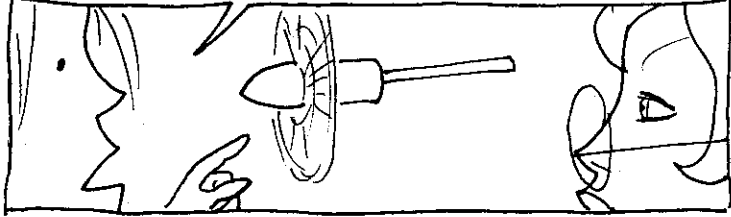


Bu pervanenin kanatlarının belli bir etkisi var.

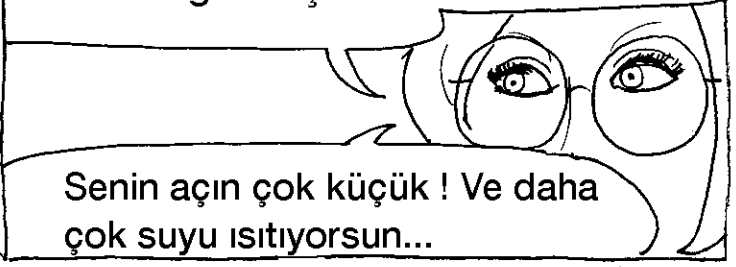
Bir iticide pervanenin kanatları kesirli derecelere sahip olsaydı ne düşünürdün ?



Etkisiz olurdu. Gücün sadece küçük bir kısmı itmek için kullanılabilirdi. Ama büyük kısmı sürtünmeler nedeniyle ısı halinde yok olurdu.



İşte senin MHD İTİCİ'nde olan da bu. I akımının dönüş sayısını temsil ettiğini, B alanının da kanatlar arasındaki açığı temsil ettiğini düşün.



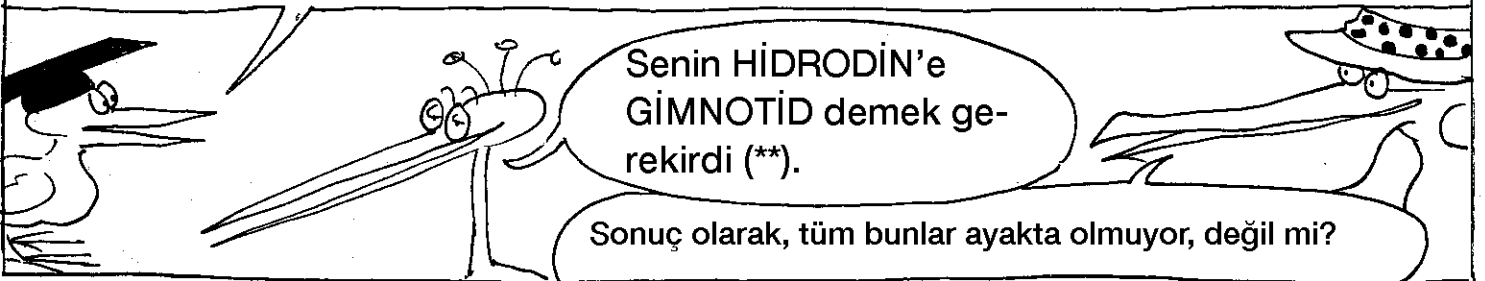
Senin açın çok küçük ! Ve daha çok suyu ısıtıyor...

Kalıcı mıknatıslarınla birlikte tek umabileceğin şey milyonda bir küçüklükte bir verim(\*). Deniz suyunda MHD tipi bir iticinin etkili olabilmesi için iki yüz elli kat daha büyük bir manyetik alan gerekli. En az 20 veya 25 tesla.



Fakat, bu kadar yoğun alanlar kurmayı biliyoruz, değil mi ?

Yirmi beş tesla alan kurabildiğini var sayalım. Tekne ne kadar büyük olursa elektrotlar arasındaki mesafe de o kadar uzun olur. Eğer on metre olursa, jeneratörün 10.000 volt akım üretmesi gerekirdi.



Senin HİDRODİN'e GİMNOTİD demek gerekirdi (\*\*).

Sonuç olarak, tüm bunlar ayakta olmuyor, değil mi?

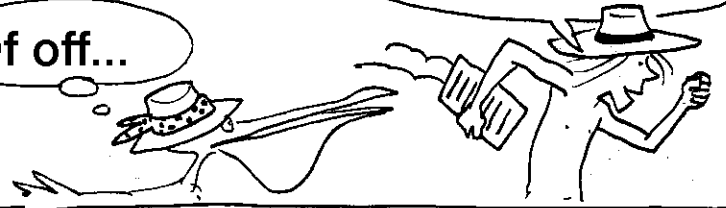
(\* ) Bakınız EK C.

(\* \*) GİMNOTİD 300 volt elektiriksel yük üretebilen bir balıktır.

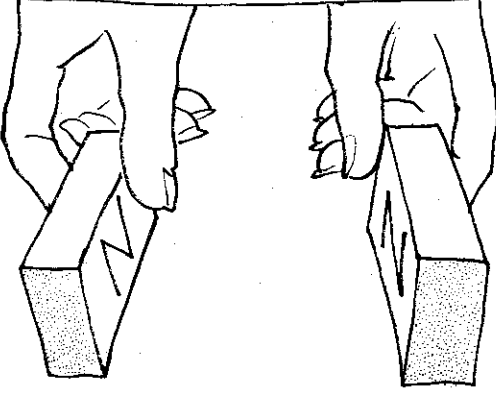
# PARYETAL HIZLANDIRICI

Sophie alçak başınçta çalışmanın bir yolunu buldum.

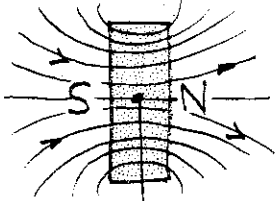
Of off...



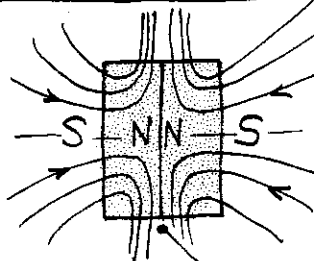
Şu iki mıknatısa bi bak.



Onları uç uca bağlıyorum, zıt kutuplar yan yana gelecek, süper bir yapıştırıcı bu işi görür.



1000 GAUSS

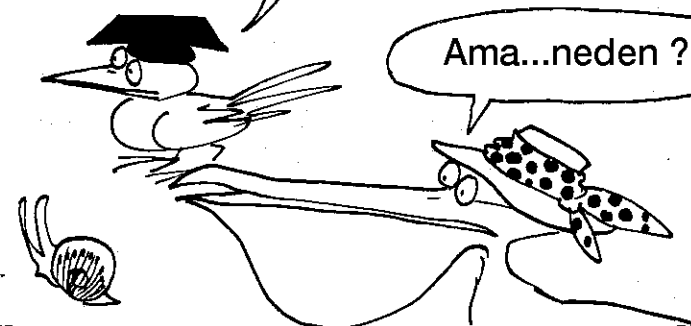


2000 GAUSS

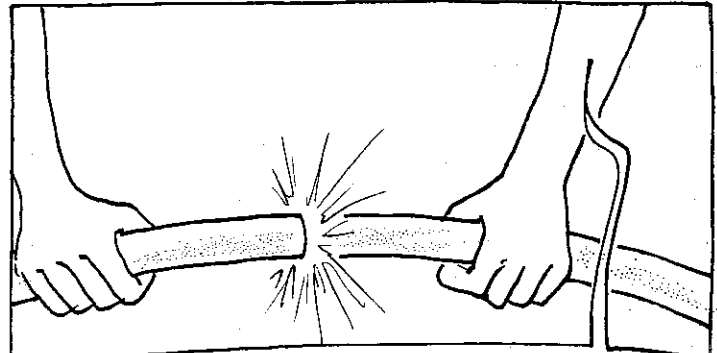
Evet, eğlenceli. Birleşim noktasında yoğunlaştığı için, manyetik alan iki katına çıkıyor.

Ama...neden ?

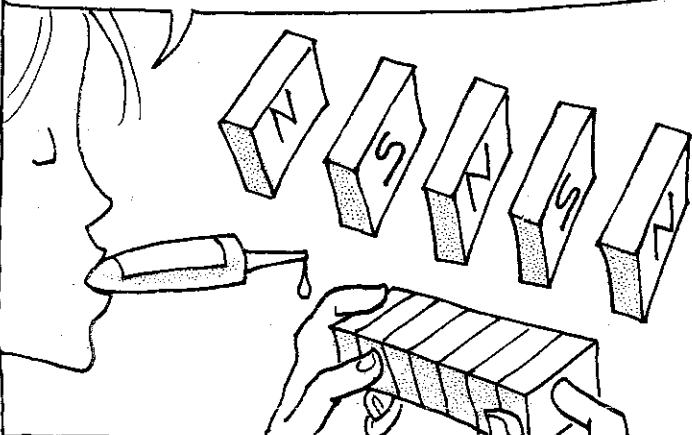
Mıknatıslanmış bir çubuk kendi manyetik alanını dışarı yansıtan bir tüp gibidir.



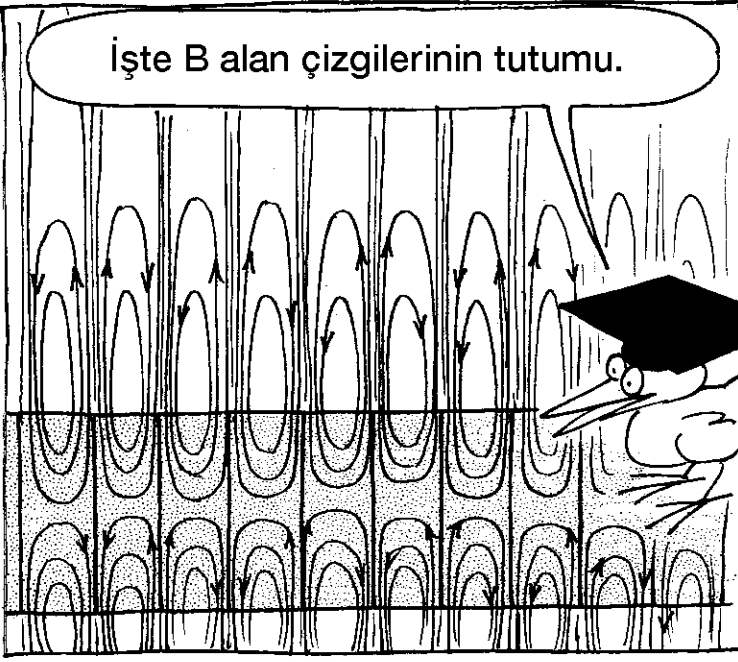
Burada bir çok mıknatısı uç uca yapıştırıyorum. Kuzey kutup kuzey kutba karşı, güney de güneye.



Eğer iki boru karşı karşıya konursa, su buradan dışarıya çok daha hızlı bir şekilde çıkar.



İşte B alan çizgilerinin tutumu.



Eğer mıknatıslar  $d$  kalınlığına sahipse, her bir  $d$  santimetrede alan tersinir.



Ve duvardan  $d$  uzaklığında alan pratik olarak yok olur.

Şimdi bak, elektrotlar ekledim, bunun gibi, alternatif kutuplar yoluyla bunu yaptım. Eğer şimdi ÜÇ PARMAK KURALI'ni uygularsam, zarin yanında,  $d$  uzaklığına kadar, TAMAMEN PARALEL VE AYNI YÖNDE BİR KUVVETLER alanı oluşturduğumu görürüm.



İşte bu noktada geometri fiziğin suç ortağı haline gelir.

Manyetik bir alan yaratmak için enerjiye gerek vardır. Hafif bir kalınlık yörüngesinde hareket ederek, zarin yakınlarında, manyetize olacak hacimi ciddi oranda sınırlarsın, bu nedenle ona orantılı olarak enerji devreye girer.



Mıknatısları aynı zamanda bobinlerle yer değiştirebilirim.



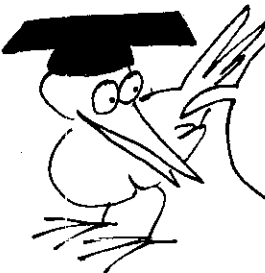
İşte daha basit bir sistem, iki elektrotlu.

## YENİ BİR AKIŞKANLAR MEKANİĞİ

Eğer bir akışkana onu hareket ettirecek bir müdahalede bulunursan, tepki verir. Örneğin, eğer onu çok hızlı bir şekilde döndürürsen, gevşer.

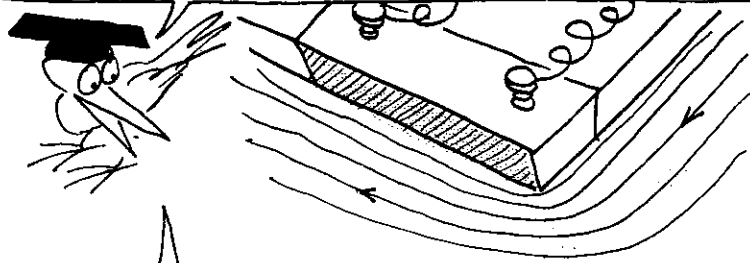
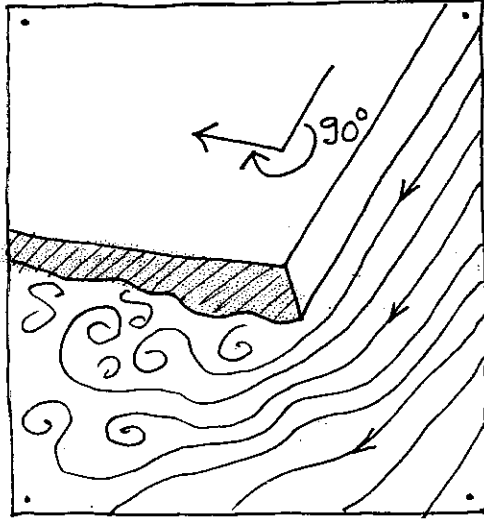


Ve eğer bir nesneyi bu sıvının içinde çok hızlı bir şekilde hareket ettirirsen ve bunu karşılayacak şekilde 'konum alamazsa', DALGA CEPHELERİ oluşur.



Ve sıvının hareketlerini onun keyfine bırakırsan bu hep böyle olur. Ama MHD PROBLEMİN TÜM VERİLERİNİ RADİKAL OLARAK DEĞİŞTİRİR.

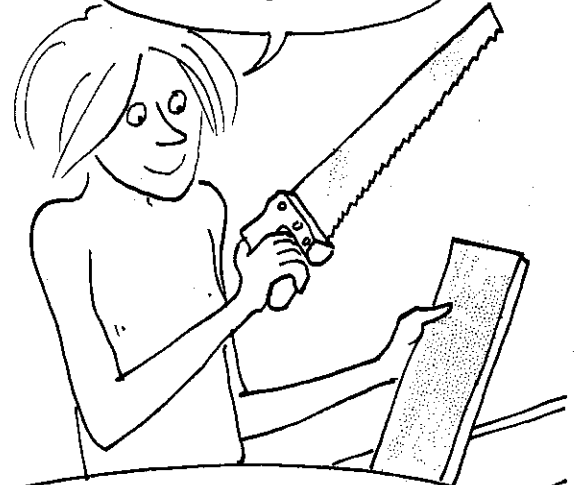
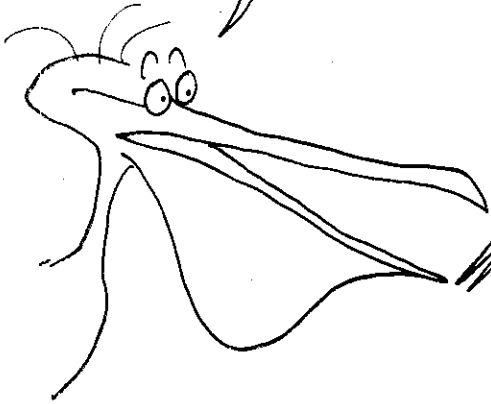
Örneğin klasik akışkanlar mekaniğini düşünün. Çok keskin bir köşe GEVŞEME'ye neden olur, TÜRBÜLANS oluşturur.



Biraz MHD ve her şey yoluna girer.

Her türlü sen kazanıyorsun !

Ama, sonuç olarak...bu çılgınca ! Tüm bunlar biliniyor, değil mi?

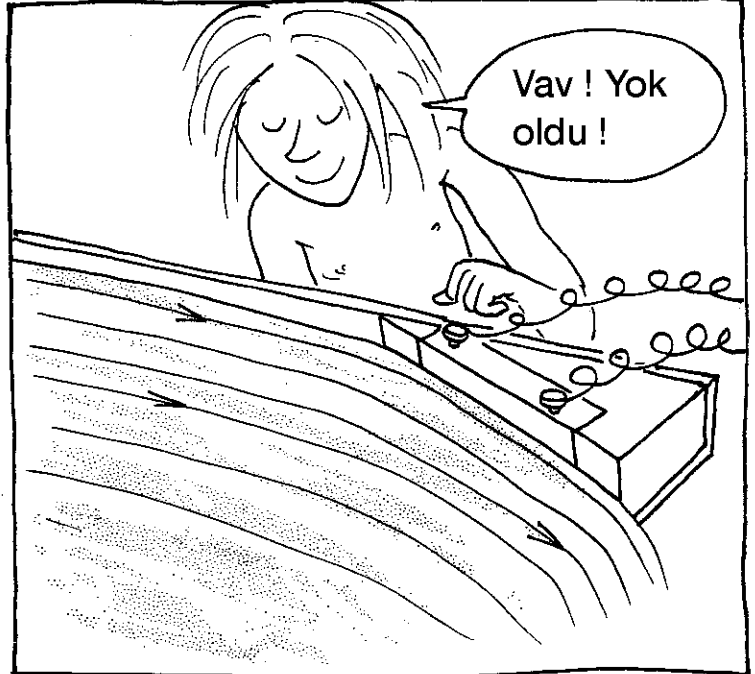


Bu hikaye üzerinde bir delilik rüzgarı esiyor gibi.

İki yüzlü bir cisim üzerindeki şu DALGA CEPHESİ hikayesini hatırlıyorsun, değil mi?



Vav ! Yok oldu !



Gördüğünüz gibi bir akıntıyı evcilleştirmek tamamen mümkün. Akışkanın yavaşlamaya başladığı yerde tekrar hızlandırılır ve hızlanmaya başladığı zaman da yavaşlatılır.

İçerde hiçbir şey yok.

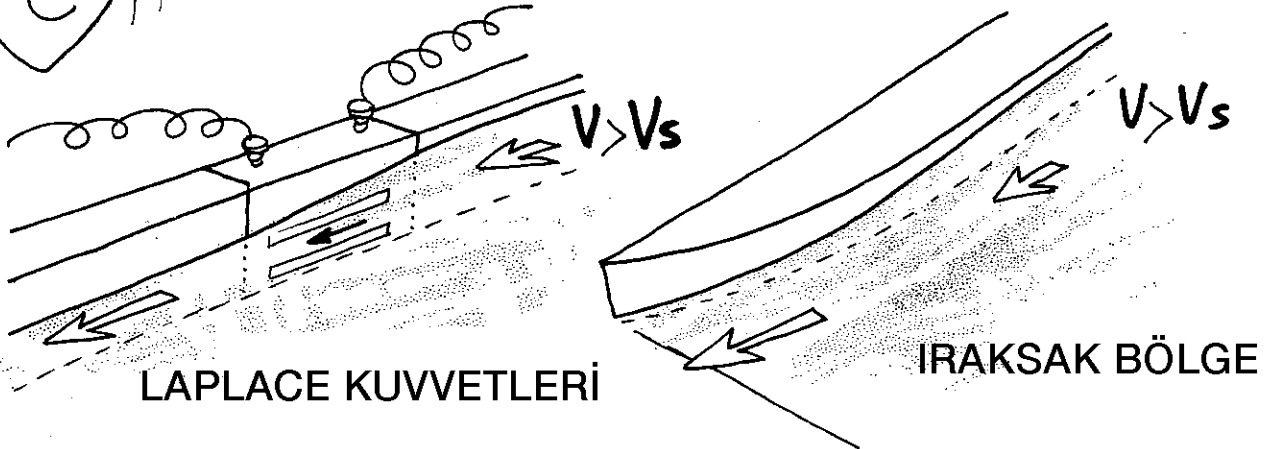
Ahhh!

NAVIER  
VE  
STOKES

# KOMPRESYON DALGALARI YAYILMA DALGALARI

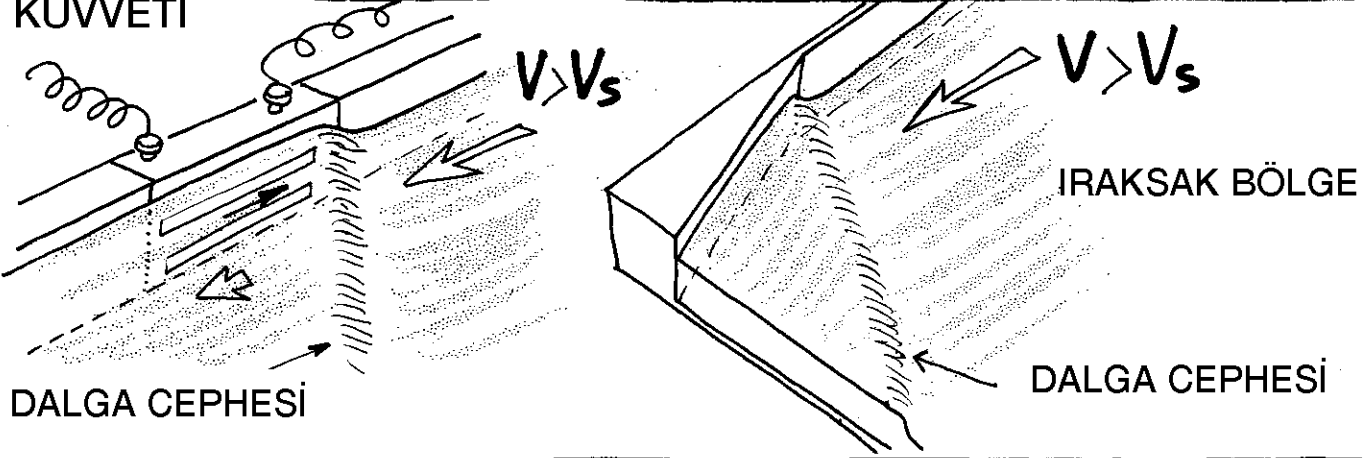
Fakat evet Leon, anlayacaksın.  $V$  hızı  $V_s$  hızından büyük olduğu zaman çeperin yönündeki değişiklikler ya bir KOMPRESYON ya da bir YAYILIM yaratırlar. Şimdi, bak, MANYETOHİDRODİNAMİK sistem MUTLAK OLARAK ÖZDEŞ ETKİLER YARATIR.

MHD hızlandırıcısı veya iraksak bölge kanaldaki suda bir seviye düşüşüne neden olur.



MHD YAVAŞLATICISI veya IRAKSAK BÖLGE kanaldaki su seviyesinde bir YÜKSELMEYE neden olur.

LAPLACE  
KUVVETİ



Böylece kompresyon ve çeperlerden kaynaklanan 'doğal' kökenli seyrelme fenomenlerini ve Laplace kuvvetlerinden kaynaklanan 'yapay' kökenli fenomenleri karşılıklı olarak yok edebiliriz.

Gemi gövdesi etrafındaki akışı DÜZENLEMEK için su yüksekliğindeki varyasyonların maksimum derecede yumuşatılması gerekir. Bir DALGA CEPHESİ oluşma eğilimine girdiği zaman, hızlandıracağım. Ve, AŞIRIYAYILMA'dan, AŞIRIHIZLANMA'dan kaçınmak için yavaşlatacağım.

Bu benim temel ilkemin saf ve basit bir uygulamasından başka bir şey değil: LÜTFEN AKIŞKAN SIVIYI ONU NASIL BULMAK İSTİYORSANIZ ÖYLE BIRAKIN.

Sayfa 28'deki deneyde ön kısım dalgasını yok etmeyi gayet iyi başarmıştım. Fakat buna karşın arka kısım dalgası devam etmiş hatta daha da kuvvetlenmişti.

Arka kısım dalgası meydana gelmişti çünkü hızlandırarak su seviyesini düşürmüştün.



Haklısın. Temel amaç suyun yüksekliğini doğal akış çizgisinde sabit tutmak olmalı. Bunu yapmak için devreye elektrotları sokacağım, bazıları hızlandırmaya, bazıları ise yavaşlatmaya yarayacak.



Bu Tiresias'ın ilkesinin uygulaması.

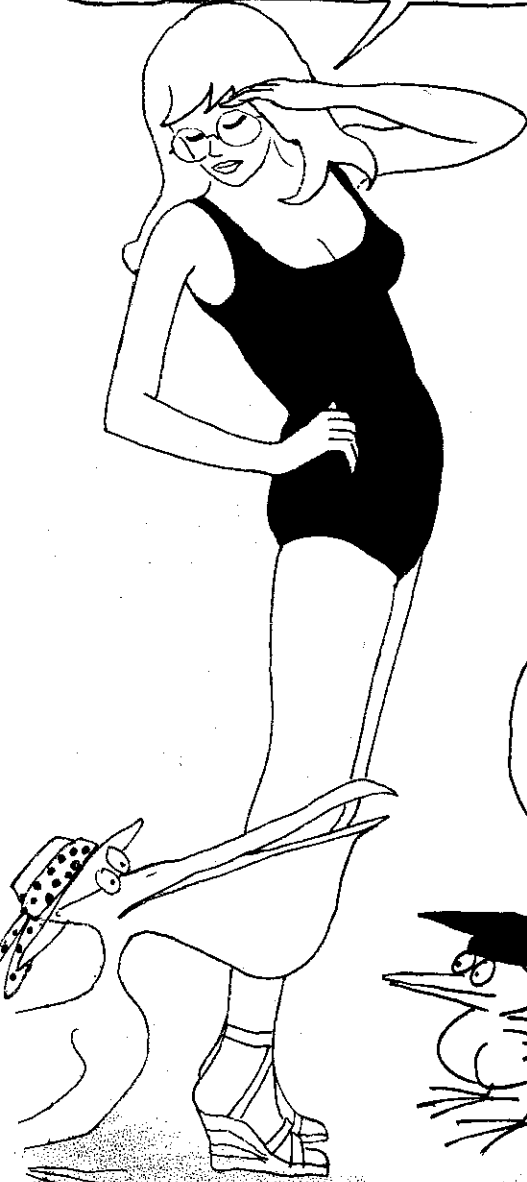
Aynen öyle ! eğer her şeyi bulduğun gibi bırakmayı başarırısan, bu mümkün olursa, arka kısım dalgası da olmaz.

Pekala. 20 tesla gücünde manyetik alan ile Archie'nin kanosu dalga cephesi yaratmadan deniz üzerinde ilerleyecek ve türbülans olmayacak. İskele yıkılmayacak. E başka ?

Kıydan uzak durması yeterli olmaz mıydı? Ayrıca çalışılması gereken daha acil konular yok mu?



Size katılmıyorum. Archie'nin özellikle PARYETAL HIZLANDIRICI fikrinin çalışılması gerek. Bütün gemiler HİDRODİNAMİK SÜRTÜNME'den çok etkilenirler. Suda yol alırken hıza bağlı olarak su ve gemi gövdesi arasında bir sürtünme meydana gelir. Fakat DALGA CEPHELERİ'nin mevcudiyeti BASINÇ'ın profil üzerindeki dağılımını modifiye eder, bu DALGA SÜRTÜNMESİ'ne neden olur ve bu da hızla birlikte çabucak artar. Ve özellikle bu sonuncusu gemilerin hızını sınırlar.

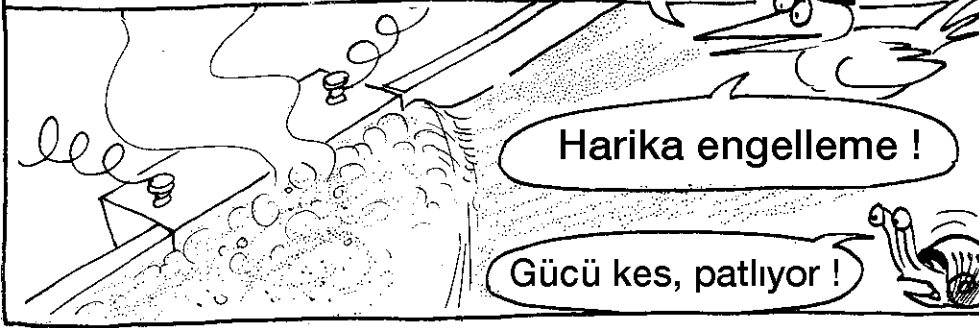


Dalga cephelerinin yok edilmesi için ne kadar enerji gerektiğini biliyoruz (\*). Laplace kuvvetlerinin yaptığı işin en azından sıvıda oluşan kinetik enerjiye eşit olması gerekir.

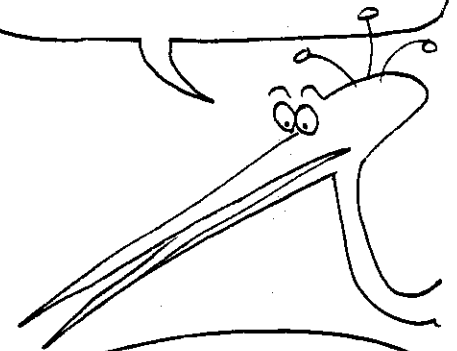


Eğer gemi  $V$  hızında giderse, IB Laplace kuvvetinin belli bir eşiği geçmesi gerekir (\*)

Manyetik B alanı ne kadar geniş olursa o kadar iyi. Eğer B küçük olursa ve I geniş tutularak telafi edilirse, bu durumda verimlilik düşük olur ve dışarıya çok miktarda gaz vererek elektroliz oluşmasına neden olur.



Tüm bunlar yani, hmmm...bu elektromanyetik itiş mevcut teknolojik durum açısından biraz ileri değil mi?



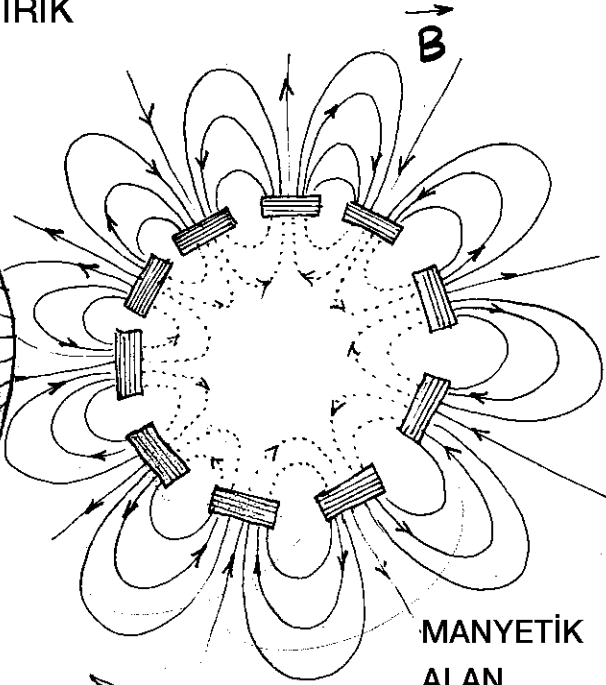
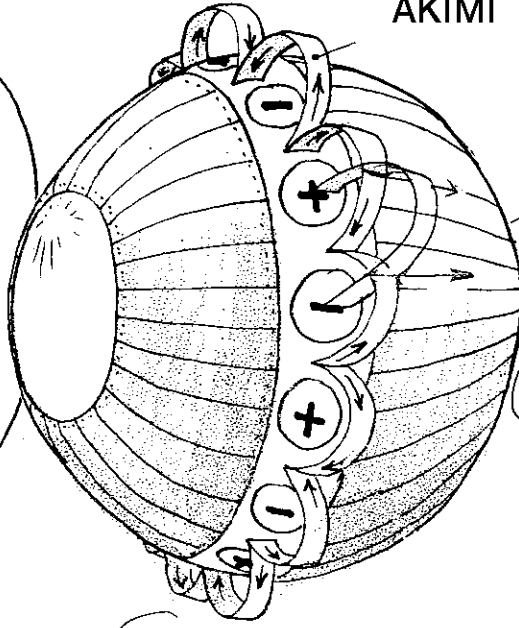
Hayır, sadece YENİLİK yapmak gerek, bu kadar!

# PERVANESİZ DENİZALTI

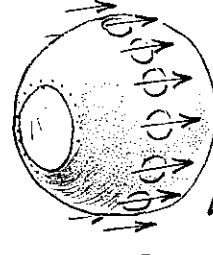


ELEKTİRİK  
AKIMI

Görüyorsun, eğer  
üç parmak kuralını  
uygularsan, moto-  
run itmeye hazır  
Laplace kuvvetle-  
rinden oluşan bir  
alanın etrafında  
döndüğünü göz-  
lemlersin.

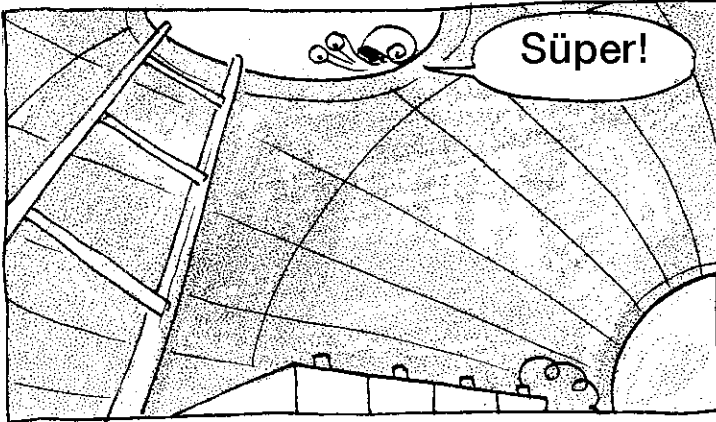


MANYETİK  
ALAN  
ÇİZGİLERİ



AKIŞKAN  
ÜZERİNDE  
ETKİLİ OLAN  
KUUVETLER

Ve...beni bir daha bu şeylerden  
birine bindiremezsin !!



Süper!



Hadi Leon, gel !  
Surat asmayı kes!..

HİDRODİN'i  
deneyeceğiz.



Yine Archie'nin şu garip  
aletleri, korkuyorum !..

Pekala ELEKTROKÜT zamanı geldi!



Hadi Lenny! Düşük bir  
voltaj bu, bi şey olmaz !

Hayır!

Bu konuda ne düşündüğünüzü bilmiyorum. Bana göre bunlar yeterince evrensel değil.

Bence de.

Bunu nasıl kullanıyorsun ?

Basit. Her bir elektronun yoğunluğuyla oynuyorsun.

Döndür..

Dur...

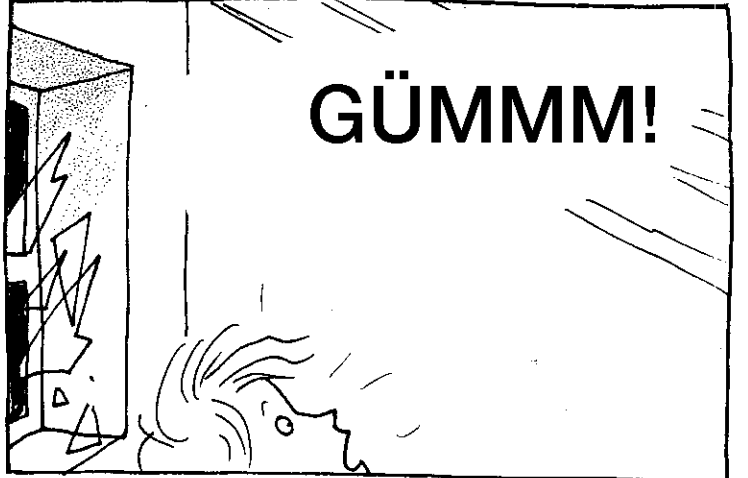
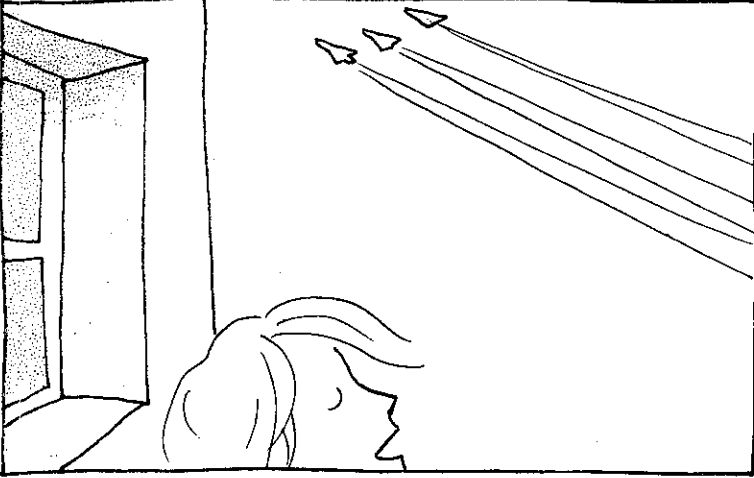
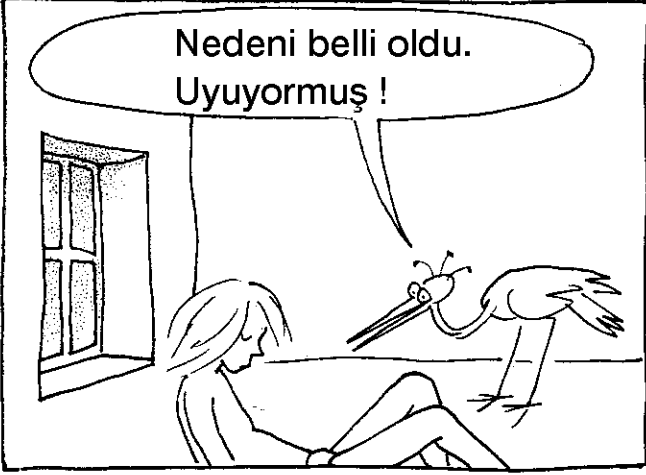
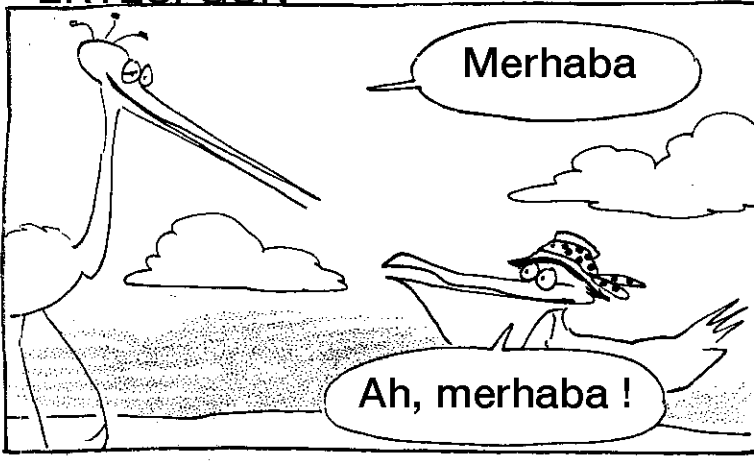
Ya da terse git...

Bir MHD denizaltısı çok hızlı ve tamamen SESSİZ olabilir.

Ufacık !

Ve işte, sevgili Leon. Süperiletken ve performansı yüksek (\*) mıknatıslarımız ve yüksek verimli elektrik jeneratörlerimiz olduğu zaman gemiler dalga yapmayı bırakacaklar ve denizaltılar da kabarcıklar çıkaracaklar.

(\*) SÜPERİLETKEN bir materyal alçak sıcaklıkta soğutulunca (birkaç mutlak derece) JOULE etkisi yapmadan yani etrafa ısı saçmadan akımı geçirir.



# SESÜSTÜ AKIŞKANLAR

- Tüm camları kıran bu ŞOK DALGASI senin iskeleyi yıkan ÖN KISIM DALGASI'na benziyor.



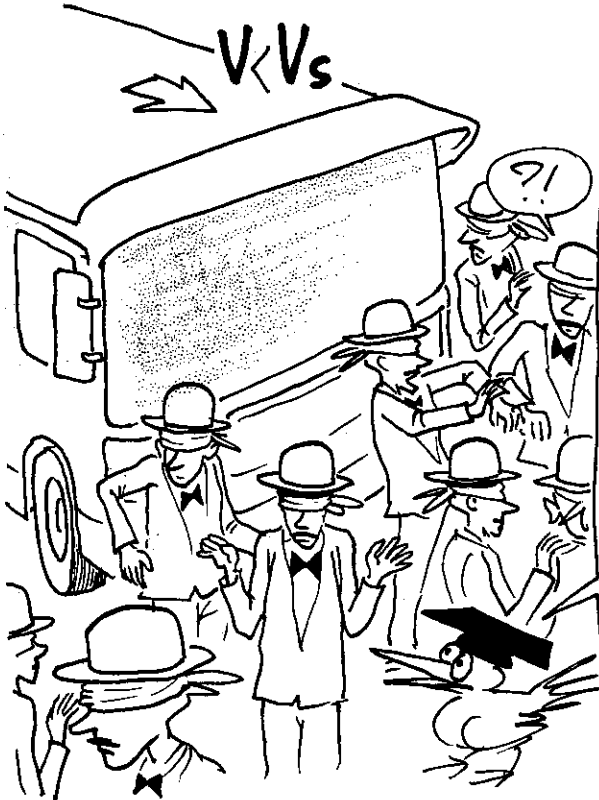
- Yani...uçaklar...dalga mı yaratıyor ?

- Belli bir anlamda, evet. Fakat onlar yüzey dalgaları yaratmıyorlar, SES DALGALARI yayıyorlar ve bunlar da Vs SES HIZINDA yolculuk ediyorlar(\*)).

Bir gemi Vs hızından daha yüksek bir V hızında gittiği zaman DALGA CEPHELERİ yaratır. Ama, bir uçak Vs SES hızı ndan daha YÜKSEK bir V hızında uçtuğu zaman ŞOK DALGALARI yaratır.

- Ama nasıl, yeterli yüzey olmadığı için mi ?

- Gazdaki YOĞUNLUK su seviyesinin yüksekliğiyle aynı görevi üstlenir. YÜZEY DALGALARI sabit bir yükseklikte kalmaya çabalıyorlardı. SES DALGALARI SABİT BİR YOĞUNLUKTA KALMAYA ÇABALARLAR. Şok dalgaları, yoğunluğun, basıncın ve sıcaklığın daha yüksek olduğu CEPHELERDİR.



Moleküllerin hareketini gözü bağlı piyadelerle karşılaştırabiliriz. Dağınık bir şekilde bir yerde birbirleriyle çarpışarak (moleküler çarpışma) Vs hızında hareket ettiklerini düşün. Bir gaz alanına giren bir nesne bir kalabalığa V hızında giren bir otobüs gibidir. Eğer bu Vs hızından daha AZ ise, bilgi YUKARITARAFA (öne) gidebilir. Aracın kendilerine doğru geldiğini ulaşmadan ÖNCE bildiklerinden ona yol açabilirler. SESALTI akışı bu şekilde görselleştirebiliriz işte.

(\*) Bakınız SI ON VOLAIT ?

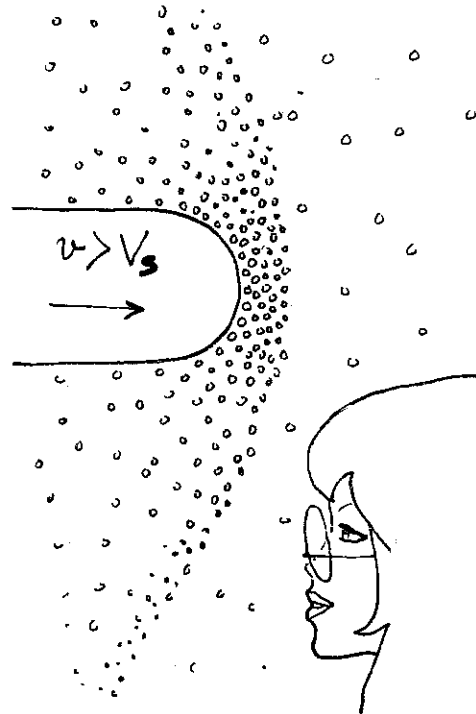
AMA eğer  $V > V_s$  DEN YÜKSEK ise ne olur ?



Piyadeler - moleküller - artık SABİT BİR YOGUNLUKTA kalmak için nesne onlara ulaşmadan ÖNCE çarpışmadan kaçınamazlar. Bu nedenle gaz nesnenin önünde hızlıca yükselerek ve bir çeşit tümsek oluşturarak BİRİKME eğilimine girer.



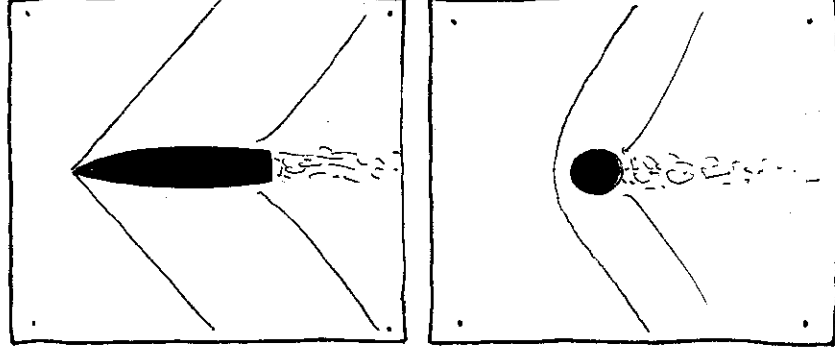
## ŞOK DALGALARI



Bu olaya ŞOK DALGASI denir. SES DALGALARI burada YÜZEY DALGALARI'nın yerine geçer ve ön kısım dalgası gibi düşünülebilir. Kaçınılmaz olarak YOGUNLUK, SICAKLIK VE BASINÇ CEPHELERİ oluşur. ŞOK DALGASI,  $V$  hızı  $V_s$  SES HIZINDAN daha YÜKSEK olduğu zaman ortaya çıkar.

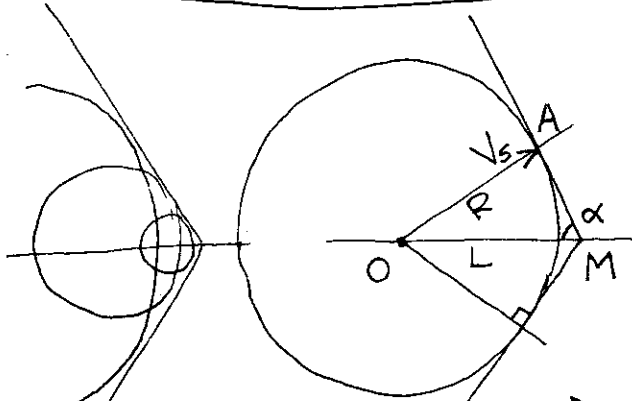


Yani diyorsun ki hava kuvvetlerindeki bu becerikli askerler kendi aralarında bazı aşırı hızlı uçaklarla eğlenmeye karar verdikleri zaman camların hep kırılacak, o nedenle etrafta yedek cam bulundursam iyi olur !



Yani ses üstü hızda yol alan her nesnenin hem bir ÖNCEPHE dalgası hem de ARKACEPHE dalgası olacak. Sol tarafta bir kurşun, sağda ise bir küre.

Her nesne, bir kum tanesi olsa bile,  $V$  büyüktür  $V_s$  hızında fırlatılırsa bir ŞOKA neden olur.  $M=V/V_s$  bağıntısını MACH SAYISI olarak adlandırırız. Nesne çok küçük olduğu zaman bu dalgaya MACH DALGASI adı verilir(\*).



$$M = \frac{OM}{OA} = \frac{V}{V_s}$$

MACH DALGASI

SES DALGASI

(\*) BAKINIZ EK A.

Anladığım kadarıyla serbest yüzeydeki sıvı akıntıların sesüstü faz akışlarına çok fazla benzediğini söylüyorsun. Sayfa 15'de yavaş yer değiştirmeler ve hızlı yer değiştirmelerle ilgili söylenenleri hatırlatıyor.

İki savaş arasında bilgisayar olmadığı için, şok dalgalarının biçimi 'hidrolik analogi' kullanılarak 'hesaplanıyordu'.

Nasıl ! Bir SU BİLGİSAYARI MI ?

Aslında bu iki sistemi ifade eden matematiksel denklemler arasında kuvvetli bir benzerlik vardır, yani SUYUN YÜKSEKLİĞİ ile GAZIN YOĞUNLUĞU arasında.

Pekala tüm bunları incelemek için bir SESÜSTÜ RÜZGAR TÜNELİNE ihtiyacım var yani

Oh, harika !

Bu sefer, bunu mutfakta filan inşa etmeyeceksin değil mi (\*).

Bir rüzgar tüneli başka bir hikaye.

Büyük kompresörler ve çok fazla enerji gerekli !

Çok büyük araçlar, aynı Ulusal Bilim Kurumu'nda olduğu gibi.

(\* Fransızca'da petrol yoktu ama musluk tekneleri vardı...

# SES DUVARI ISI DUVARI

Sesüstü bir rüzgar tüneli ile bir çok fenomeni gözlemlemek mümkün. İlk olarak, SES DUVARININ ( $V=V_s$ ) aşılmasında DALGA SÜRTÜNMESİ olduğu için ve buna bağlı olarak bir SÜRTÜNME gerçekleştiği için ilerlemeye karşı direnç oldukça artar.

Somut olarak bu ne demek ?

KOMPRESYON

GENİŞLEME

$$V > V_s$$

Hidrodinamikte dalga cephelerinin oluşması gemi gövdesi üzerindeki basınçların dengesini verimliliği azaltarak etkiliyordu. Aynı şey sesüstü aerodinamikte de söz konusu.

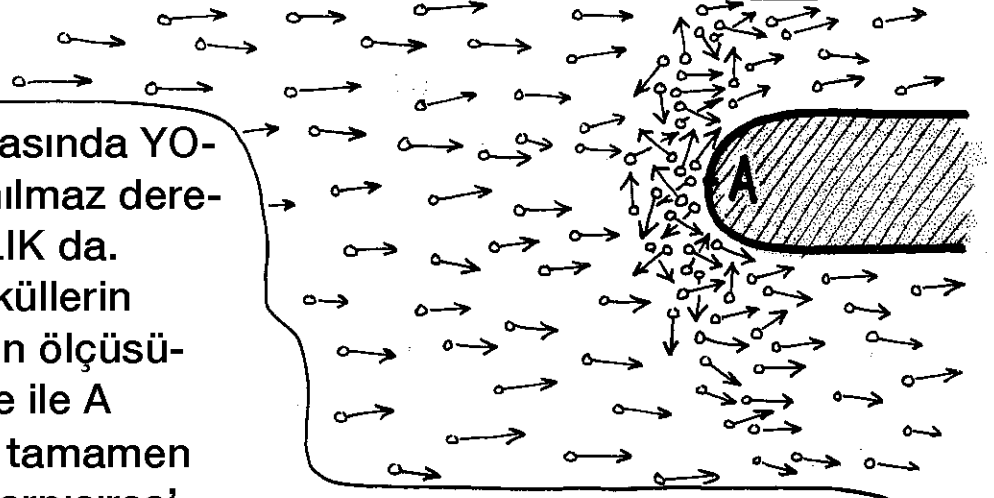
Çok gürültülü, hiçbir işe yaramıyor ve çok enerji harcıyor.

Bu serpintiye azaltmaya yarayan bu ince biçimlere rağmen, CONCORDE enerjisinin yüzde 40'ını şok dalgaları yaratmak için harcıyor.

MACH 5 veya MACH 6 oranında bir uçuşla üzerinde evlerin olduğu bir bölgenin üzerinden alçak bir uçuş yapılsaydı şok dalgası tüm çatıları uçururdu.

Tıpkı burun dalgasının iskeleyi yıkması gibi.

Bir ŞOK DALGASI'nın arkasında YOĞUNLUK ve BASINÇ inanılmaz derecede artar, ayrıca SICAKLIK da. MUTLAK SICAKLIK moleküllerin  $\frac{1}{2}mv^2$ 'lik kinetik enerjisinin ölçüsüdür. Eğer bu gaz bir nesne ile A durma noktasında (gazın tamamen durduğu yer) V hızında 'çarpışır' tüm bu enerji ısı enerjisine dönüşür. Böylece A noktasında DURMA SICAKLIĞI, V hızının karesi gibi değişimler gösterecektir.



Vay be, ayakkabılarımı getirin, hemen!

Mach 2'nin altında pek hissedilmeyen bu ısınma durumu nedeniyle havada uçan araçlar ciddi zorluklar yaşarlar ve bu durum da ISI DUVARI olarak bilinir.

Verili bir hız için hava ne kadar yoğun olursa ısınma da o kadar çok olur.

Bu nedenle alçak düzeyde sesüstü uçuş imkansızdır!

Evet aynen öyle, alçak düzeyde sesüstü uçuş tamamen imkansız!.. Peki sesüstü uçabilen ve altındaki camlara zarar vermeyen bir uçak tasarlanmanın bir yolu yok mu?..

Bunun için Archie, sesüstü uçuşmasına rağmen şok dalgası yaratmayan makineler gerekli.

Ve bu, canım, tamamen imkansız. Öyle olmasaydı şimdiye kadar keşfedilirdi !

Göreceğiz. Eğer şok dalgası oluşuyorsa, burun dalgasında olduğu gibi yukarı akıntı üzerindeki moleküllere müdahale edilemediği için olsa gerek. Çarpışmalar ve ses dalgaları geçişi zora sokarlar. Bu nedenle de ŞOK DALGASI adı verilen bir tümsek ortaya çıkarırlar.

Mantıksal olarak, Laplace kuvvetleriyle yukarı akıntıya müdahale ederek şok dalgası problemi tamamen yeni bir şekilde ele alınabilir.

Tiresias, sayfa 30'daki MHD akışıyla ilgili şu fotoğrafa bak, silindirin etrafındaki. Ön kısımda bir vakum etkisi olduğu söylenemez mi ?

Ne önemi var...

Doğru, hidrolik deneylerde, bir basınç yaratmaya yetecek şekilde ön kısımda su emişi yaratmayı başarmıştın.

Analojiyi ne kadar genişletebiliriz, problem bu.

$V > V_s$

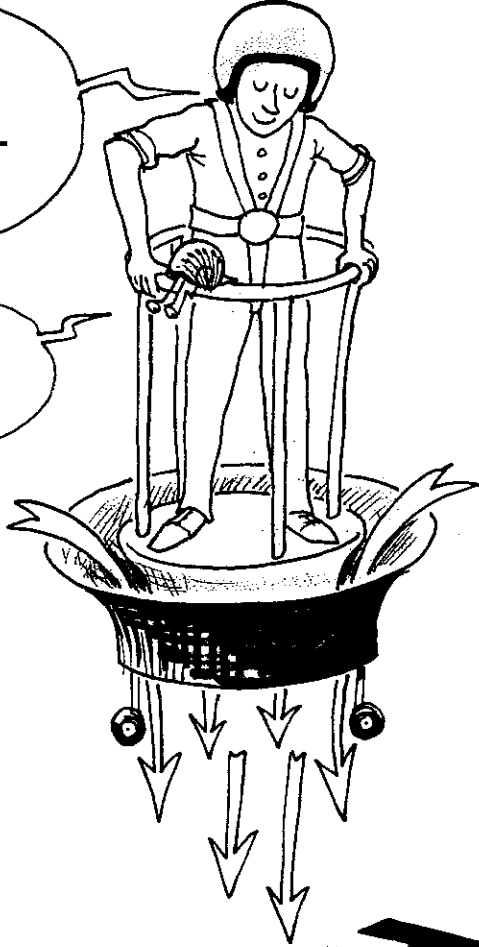
Eğer hidrolik analogi geçerli veriler sunarsa bunun anlamı ÜÇ FARKLI UÇMA BİÇİMİ olduğudur.

Hangileri ?

Uçmak için, ne yapılırsa yapılsın, her defasında gaz moleküllerini yukarıdan aşağıya doğru hareket ettirmek gerekir.

İlk sistem : Bir hava kanadı kullanarak gazsal bir hareket yaratıyorum.

Peki ama kanat nerede ? Bir birinin tersi giden iki rotor var sadece.



Ne kadar aptalsın ! Rotor dönen bir kanattır.

Anladım...

Bu şekilde EN-DÜKLENMİŞ HIZ gözlemlenebilir.

İkinci sistem : kendi üretti-  
ğin bir gazı hızlandır.



Peki ÜÇÜNCÜ sistem ne ?



Bana göre, Laplace  
kuvvetleri sayesinde  
AŞAĞIDAKİ HAVAYI  
EMMEK.

Benim duyduğumu duydun mu ?



Ah, Archie ve Tiresias  
birlikteler, fena değil !

Tamamen havalandılar, ikisi birden, bunu  
söylemek durumundayım !

Ve Sophie, tabii ki,  
plajda !

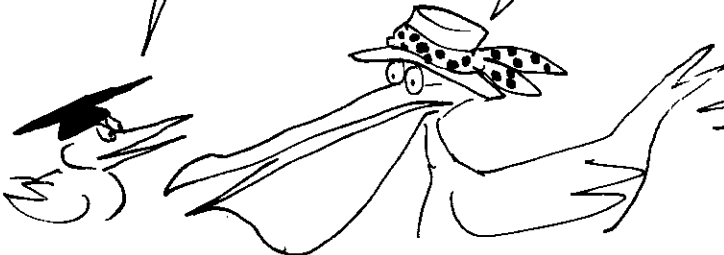


Ah...En azın-  
dan Max'ın  
hala kafası  
çalışıyor.

Problemin  
nedir ?

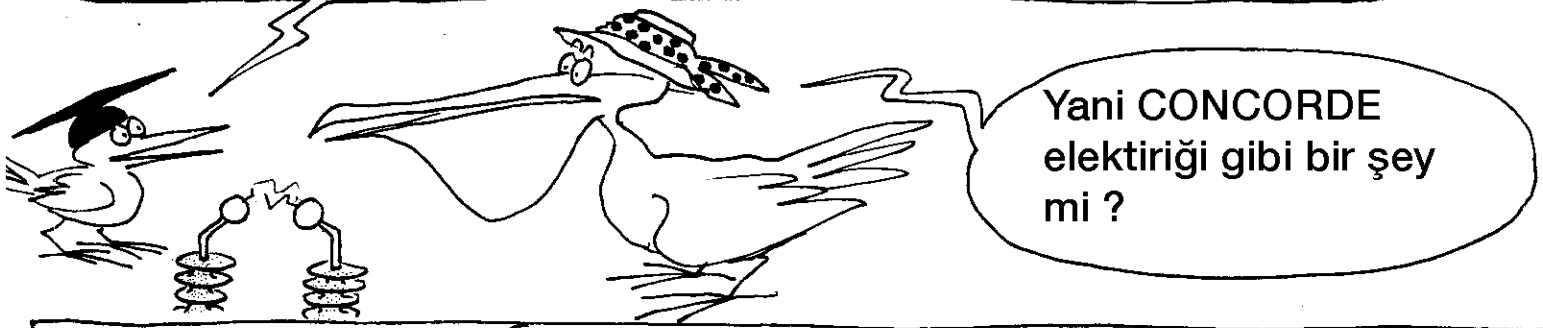
Archie, şu an bilmedi-  
ğim bir şeyler tasarlı-  
yor...elektrikle uçma  
fikri.

Biraz önce Leon'a bunun  
imkansız olduğunu söyle-  
dim çünkü hava elektrik  
iletmez.



Hatta bir  
YALITICIDIR.

Bekle, bekle ! Uyguladığın ELEKTİRİK ALANI değerine göre değişir bu durum ! Yani elektrotların sınırları ve onları ayıran mesafe arasındaki gerilime bağlı olarak durum değiştirilebilir !! Milimetre başına üçbin volt uygularsan her şey yolunda olur !



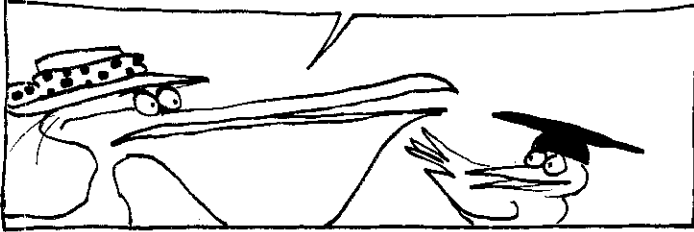
Yani CONCORDE elektiriği gibi bir şey mi ?

**ELEKTROTLAR**

Gördüğün gibi 4 Tesla (40.000 gauss) değerinde bir B manyetik alanı ve santimetre kare başına bir amperlik bir akımla (metre kareye on bin amper) metre küp başına 40.000 newtonluk ya da 4 tonluk bir Laplace kuvveti elde edebilirsin. Eğer motorda bir metre küplük bir yeterli alan olursa bu da 4 ton eder. (\*)

**DÖRT TON !**

Bekle, hayal kurmaya gerek yok ! Milimetre başına üç bin volt metre başına bir milyon volt eder aşağı yukarı !..



Laplace kuvvetleri için bu çok fazla !..

Laplace kuvvetlerinin muhteşem uygulamasını biliyorum.



Ah, hangisi ?

Yıldırım.



Yıldırım mı ?

Ama bu yine de çok yüksek gerilim demek.





Sophie ! Çabuk gel de bak ! Archie ile birlikte gerçekten sıra dışı şeyler icat ediyoruz. Elektirikle uçmayı deneyecek !

Aman  
tanrım.  
Geliyorum.

Karmaşıklığı hayal etsene ! Süper iletkenler için sana bir soğutma sistemi gerekecek, çok düşük sıcaklıkta, ve yüzlerce megawatt değerinde bir elektirik jeneratörü. Bunun ne kadar ağır olacağını düşünsene !

Nükleer bir santrali havalandırmaya çalışmak gibi bir şey !..

Elektirikle uçmak imkansız.

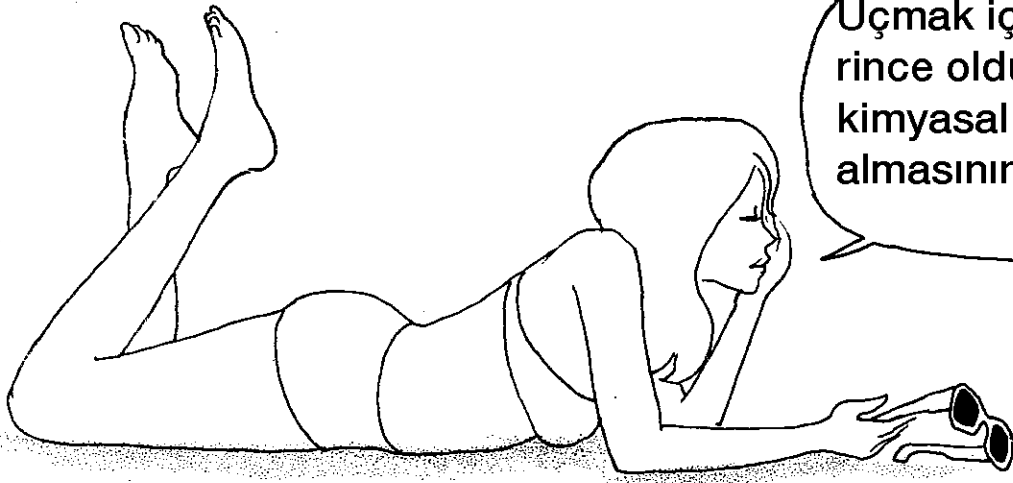
Öyle mi ? Peki bu alet ne ile uçuyor ?

Ama aynı şey değil, bunun pervanesi var...

GÜNEŞ ENERJİLİ UÇAK

Ve ayrıca solar hücreleri var !

Peki MHD İTİCİSİ nedir, eğer ELEKTROMANYETİK PERVANE'den farklı bir şeyse ?



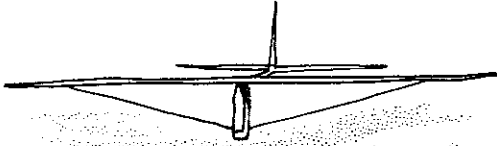
Uçmak için, ENERJİ gerekli. Yeterince olduğu müddetçe enerjinin kimyasal veya elektiriksel bir biçim almasının çok önemi yoktur.



Yakından bakıldığında aslında uçmak, VERİLİ BİR HIZ için gerekli GÜÇ VE AĞIRLIK oranından başka bir şey değildir.

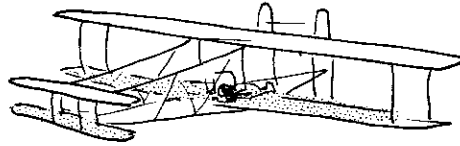


40 km/h PEDALLI UÇAK  
(veya elektirikli)



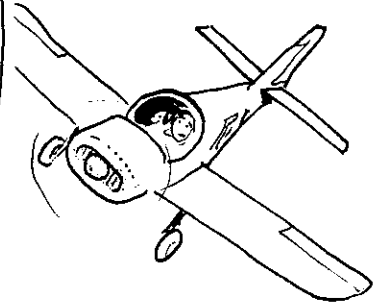
Kilo başına 10 Watts.

60 km/h WRIGHT KARDEŞLERİN UÇAĞI  
(az gelişmiş teknoloji)



Kilo başına 100 Watts

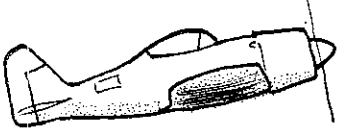
250 km/h TURİZM UÇAĞI



Kilo başına 300 Watts

700 km/h

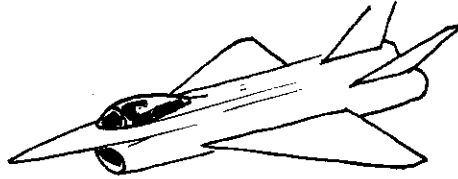
SON DÜNYA SAVAŞINDAN  
KALMA BİR AVCI UÇAĞI



Kilo başına 800 Watts

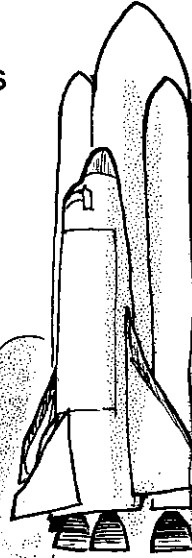
2700 km/h

BİR SONRAKİ DÜNYA SAVAŞINA  
AİT BİR SAVAŞ UÇAĞI



Kilo başına 5000 Watts

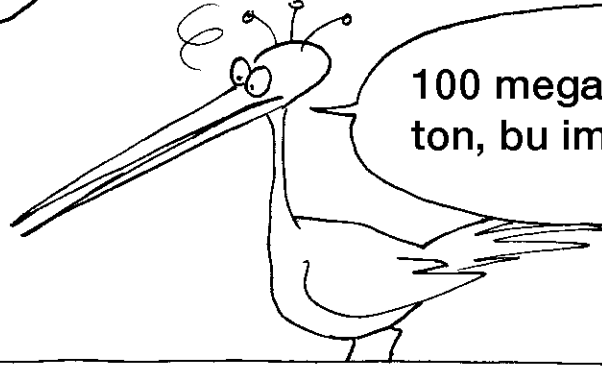
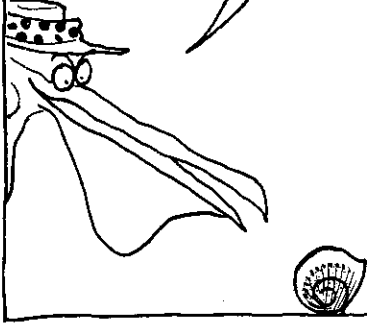
Kilo başına  
20.000 Watts



Uzay Gemisi !!



Doğru anladıysam, eğer bu nükleer santraller kilogram başına bir kilowatt elektrik enerjisi üretebiliyorsa, aniden havada uçabilirler ?!

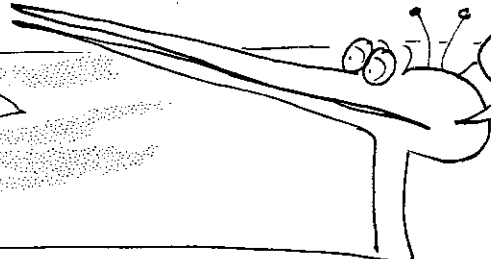


100 megawatt için on ton, bu imkansız !

Pekala ?  
Sophie ?

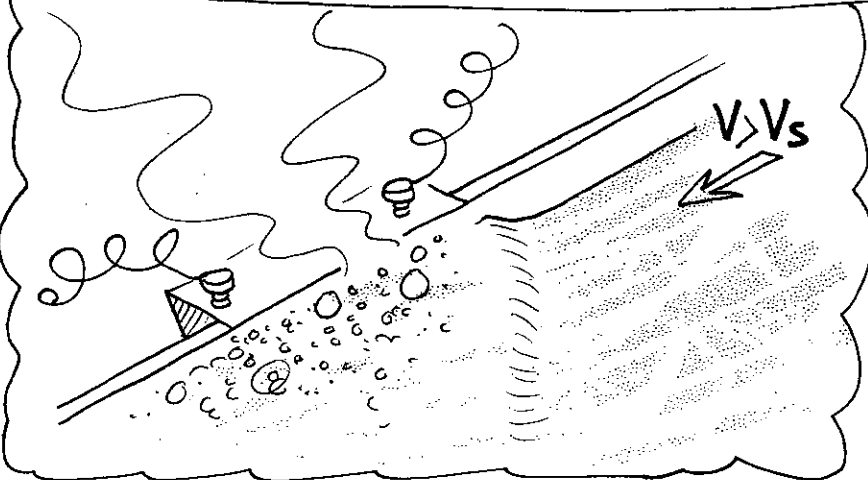


Bravo Archie ! Anladığım kadarıyla serbest yüzeyli bir sıvıdaki akıntılarla ilgili edindiğimiz fikri gazlara da uygulayabiliyoruz : ETKİLEŞİM KRİTERİ ve bunun MHD VERİMLİLİĞİ'ne etkisi.



Pekala ?

Sayfa 43'teki deneyde, ÇOK KUVVETLİ enerji uygulanması ENGELLEME'ye neden olmuştu.

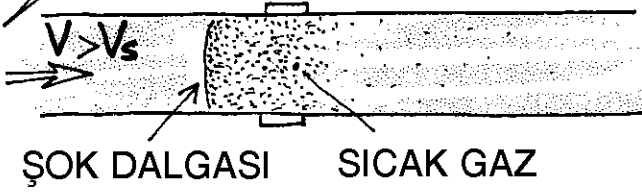


# TERMİK ENGELLEME

Gazdakine benzer bir fenomen MHD etkinliğini engellemez mi ?



Aslında gazların sesüstü akışı ISI sayesinde Joule etkisiyle EN-GELLENEBİLİR. SAF bir elektiriksel boşalmada (manyetik alan olmadan) sıcak gaz kabarcıkları tam bir tıkaç gibi davranır ve bir şok dalgası oluşur.



Bu bir TERMİK ENGELLEME

Yani Archie'nin deneyi başarısızlığa mı mahkum ?



Bu kesin değil. Herşey havanın ELEKTİRİK İLETLEN-LİĞİ'ne bağlı (çeşitli araçlarla ona verilebi-lecek havanın). Eğer yeterince yüksekse (\*) gazdaki ısı üretimi mütevazi düzeyde ka-lacaktır ve engelleme ortaya çıkmayacaktır.



(\*) Bakınız EK E.

Oh bak Archie.

Yine uyudu.

Ne sürpriz...

Tüm bunlar hakkında ne düşünüyorsunuz ?

Bu MHD iticilerine uygun teknolojilere öyle hemen bir yüzyılda sahip olamayacağımız açık. Belki de bu soruları sormaya değer mi diye kendimize sormalıyız.

Fakat temel bilim için yararlı olmaz mı ?

Bak, temel bilim...

Off...ne gün ama !

Uyu kalbimin prensi.

# ARCHIE'NİN RÜYASI



Öhm...eh...  
Evet...

Bay Archie ? İki yüz watlık bir elektrik jeneratörü, on megawatlık bir mikrodalga kaynağı, bir rulo süperiletken tel, hepsi yirmi ton ediyor.



Burayı imzalayın.



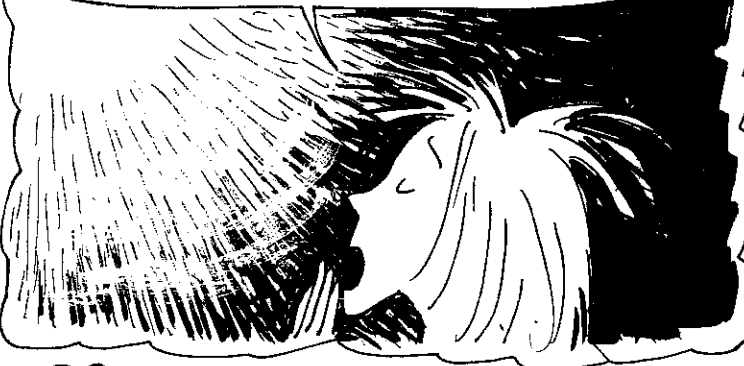
**GELECEKT**  
Bizim için gelecek çoktan geçmiştir.



Vavv...

Çok iyi malzemeler var.  
Pekala Archie, başlayalım mı?

Tuhaf bir kamyonu var, tipi ilginç...gördün mü ?



Bunun gibi bir kamyon görmemiştim



Gidelim mi?  
Gidelim mi?

Aerodini neden böyle düz yapıyorsun ?

Yukarıda yaratacağım BASINÇ DÜŞMESİ'nden ve aşağıda oluşacak BASINÇ YÜKSELMESİ'nden daha iyi yararlanmak için.

MANYETİK ALAN'la ilgilenerek başlayacağız. Bu süperiletken tel ile birlikte, akımların yönünü bu şekilde değiştireceğim.

Bu kablolar helyum sıvısı sayesinde çok düşük sıcaklıklara kadar soğutulacak. Figür planına dik vektörler  $\odot \otimes$  olacak,

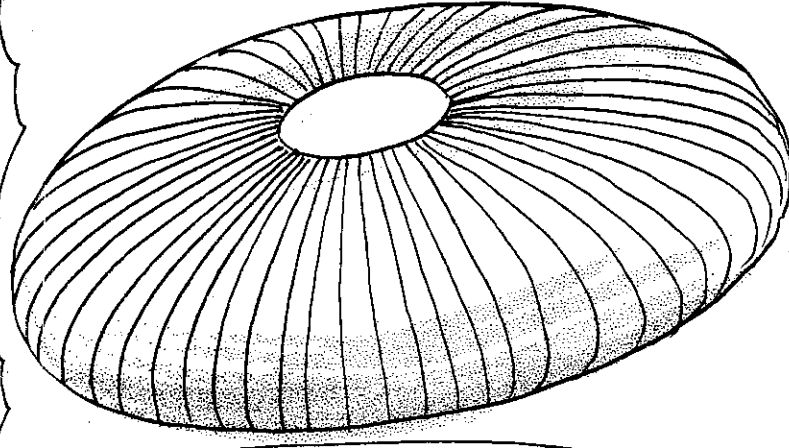
yönü okuyucuya ya da tersine doğru olacak.

Bu paralel kablolarda, akım birinden diğerine yön değiştirir.

Her d milimetresinde bir tersinen bir manyetik alan yaratıyoruz.

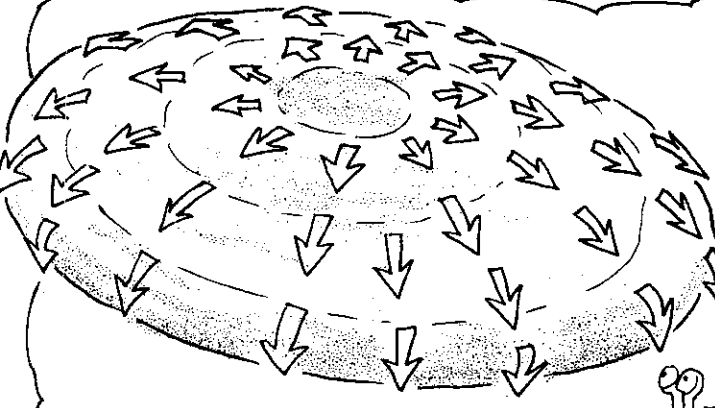
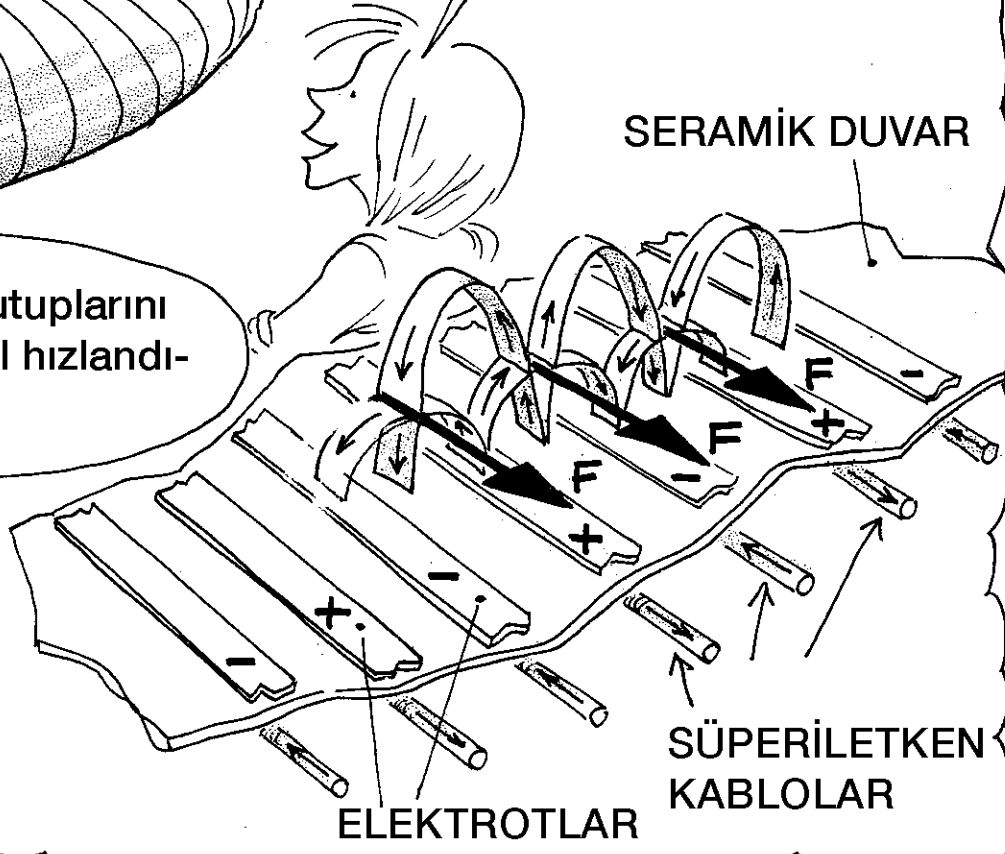
Bu kablolar nesnenin meridyenlerini takip edecek.

Ve onları ince seramik plakalarla kaplayacağım.



Bu seramiğin üzerinde, meridyen çizgilerini takip eden elektrotları da koyuyorum.

Ve sen de elektrotların kutuplarını değiştireceksin - paryetal hızlandırıcıda olduğu gibi.



Bu durum aletin etrafında ALAN KUVVETİ oluşturacak.

Kabloları ve elektrotları birbirlerinin yakınına koyabiliyim, bunun daha fazla avantajı var.





İlk olarak bu elektrotlara uygulanan gerilimi sınırlıyor.

İkinci olarak, manyetik alanı yaratacağımız yerdeki hacmi sınırlamayı sağlar : pratik olarak, motorun yüzeyi, bu kabloların 'adımları' ile çarpılır.

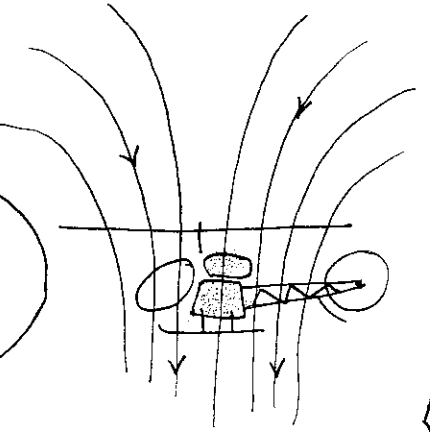
Üçüncü olarak, oldukça ince bir tabakada hareket etmeye izin verir, kuvvetler ve iyonizasyon ilişir.

Ve işte ortaya çıkan gaz akışı.

Elektromanyetik bir helikopter gibi.

Sıradaki İYONİZASYON yarata bilmeyi başarmak. Yani bu gaz yatağında yeterince SERBEST ELEKTRON oluşturmak.

Eğer elektrotları bir milimetrede ard arda koyarsan ve bin volta dengelersen, bu düzenek atomlardan elektron kopartmak için yeterli olacaktır. Akım geçecektir.



# İYONİZASYON PROBLEMİ

Havada serbest elektron sağlayan ne oksijen ne de nitrojendir, bunu yapan azot oksittir (NO). Fakat ben Sesium ve Sodyum gibi serbest elektronları vermekte çok daha rahat olan elementlerle havayı zenginleştirmeyi çok istiyorum.

Yani seramik duvarda PORLAR oluşturuyorsun, böylece uçuş boyunca küçük miktarlarda Sesium buharı çıkartmalarını sağlayacaksın.

SESYUM

Archie, etrafta bulunan havada çok yüksek frekansta (üç bin mega hertz) alternatif elektrik alanı üreten bir jeneratör kurdu.

Bu mikro-dalgalar makineyi çevreleyen hava yatağında hızlıca emilirler ve serbest dolaşan elektronlar yaratırlar.

PLAZMA  
yatağı.

Bir gaz molekülünün güzergahı

İYONİZASYON

İŞIK YAYILIMININ  
EŞLİK ETTİĞİ  
DEİYONİZASYON

Pekala, sanırım her şey tamam.  
Yüzey etrafına dağılmış mikrokameralarla iç bir televizyon yayını dışarının bir görüntüsünü verecektir.

Başlayalım mı ?

Bu olay da ne ?

İyonizasyon

Çok aydınlık... Kırmızımsı...

Tanrı aşkına ! Leon ve arkadaşı, hemen dışarı...

Mikrodalgalarla ilgilenseler çok daha iyi olur !

Ne kadar hızlı olursak o kadar iyi !

Teleskopik treni getirdim.

Garip...Bir helikopter gibi uçuyor.

!?

Sophie !

Pervanelerin açılarını değiştirmek yerine burada akımları değiştiriyorsun.

Şu ikisine bak. Onlara ne oldu ? Adeta şeytan görmüş gibiler.

Tuhaf. Sanki bilinçlerini kaybetmişler...

MHD AERODİNİ ardında uzunca bir Sesyum izi bırakarak uçuyor, güzel bir görüntü.



Işıkları yakalım !

Güç artıyor ve makine gittikçe parlayan bir yıldızla benziyor.

Söylesene nasıl ama !  
Ses hızından en az dört  
beş kat hızlı gidiyoruz !!!

Hey Archie... gaz akışını tamamen kontrol ettiğimiz için herhangi bir türbülans veya şok dalgası olmadan uçuyoruz, değil mi?

Sanırım.

YANİ GÜRÜLTÜ YOK.

İlk SES DUVARI vardı, sonra ISI DUVARI geldi ve artık sanırım tüm engelleri aştık, kimse bizi tutamaz...

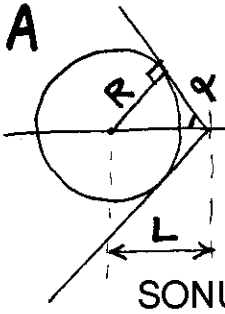


SESSİZLİK DUVARI.

**SON**

# BİLİMSEL EKLER

A



t zamanı boyunca açığa çıkan dalga yarı çapa bağlı olarak şöyle değişti :  $R = V_s t$ .

fakat nesne şöyle yer değiştirdi :  $L = V t$ .

SONUÇ:  $\frac{V}{V_s} = \frac{L}{R}$   $\sin \alpha = \frac{V_s}{V} = \frac{R}{L}$

B Dalga sistemi üzerinde oynamak mümkündür eğer hacim unsuru tarafından kabul edilen enerji **JBL** (etkileşim uzunluğu boyunca Laplace kuvvetleri tarafından yapılan iş)

kinetik enerji olan  $\frac{1}{2} \rho V^2$  den büyükse.

Tuzlu suda  $J$  1 A/cm2 sınırlar.

$V = 8 \text{ cm/s}$  olsun. Eğer silindir 8 mm ise

$\leftrightarrow 2 \text{ mm}$  Elektrotun boyu olan 2 mm'ye eşit bir

ietkileşim uzunluğu sayesinde şu sonuç :  $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$  Eğer  $B = 1$  Tesla (1000 Gauss) olursa

ETKİLEŞİM PARAMETRE-  $S = \frac{2JBL}{\rho V^2} = 25$

BURUN DALGASI yok edilir.

C Geminin 1 gramlık bir itme kuvveti var. 10 ğzeri -3 Kg ya da 10 ğzeri -2 Newton.

Geminin 1 gramlık bir itme kuvveti var. 10-3 Kg ya da 10-2 Newton. Saniyede 0,1 metre ilerliyor bu da 10 üzeri -3 watt anlamına geliyor. Jeneratör 25 volt, 20 amper veya 500 watt veriyor. Verim  $\eta = \frac{10^{-3}}{500} = 2 \cdot 10^{-6}$ .

Akışkan t zamanı boyunca hızlandırıcıdan geçer. İtici güç  $\frac{JBL}{t}$  olur.

Fakat L/t, V hızıdır. Ayrıca Joule etkisi nedeniyle dağılan enerji  $J^2/\sigma$  olur. s değeri elektrik iletkenliğidir.

Bu durumda verim şöyle :  $\eta = \frac{JBL}{JBL + J^2/\sigma}$

İLE  $\sigma = 10 \text{ mhos/m}$

$B = 25 \text{ teslas}$

$V = 20 \text{ m/s}$

$J = 10^4 \text{ A/m}^2$

$\eta = 0,33$  ELDE EDİLİR.

V ile Verimlilik artar.

D

Durma noktasında fazla basınç grosso modo  $\frac{1}{2} \rho V^2$  i  $\rho$  havanın yoğunluğudur. Nesnenin yerdeğıştirmesinin hızı V'dir.

1 metre karelik cephe yüzeyi için dalga sürünmesine bağlanan güç  $\frac{1}{2} \rho V^3$

$V = 600 \text{ m/s}$  ise  $P = 140$

$V = 1500 \text{ m/s}$  ise  $P = 2190$

E MHD hızlanmasına eşlik eden güç görüldüğü gibi **JBV**

$J = 10^4 \text{ A/m}^2$   $B = 4 \text{ teslas}$

$V = 1000 \text{ m/s}$  ile  $JBV = 40 \text{ MW/m}^3$ .

Eğer bir hava elektirik iletkenliği varsa (denge dışı) ve tuzlu suda olduğu gibi 10 mhos/m ulaşınca, JJoule etkisi şöyle olur :  $J^2/\sigma$

Bu da 10 MW/m3 lük bir güce karşılık gelecektir. Bunla oynanabilir.

B kuvvetli olursa (20 tesla kadar. ve elektirik iletkenliğinin simgesi olan  $\sigma$  (porlu duvara alkali salarak ya da mikro dalgalar aracılığıyla) yapay olarak arttırılırsa iyi olur.



Anlamıyorum,  
Aradığın yerde  
Hiçbir şey... yok mu ?







Evet, ama en azından ışık var !