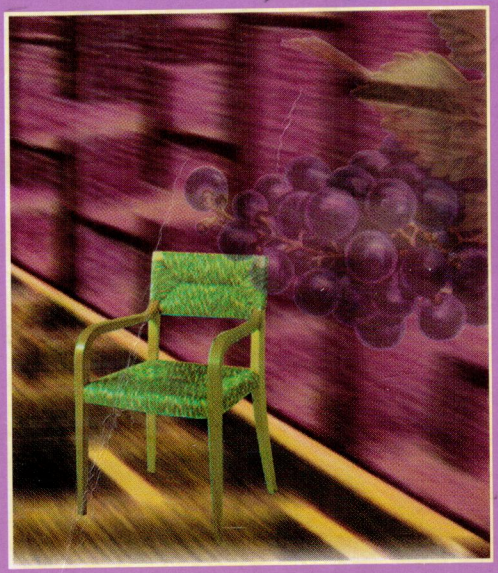
Gündelik Bilmeceler

Partha Ghose
Dipankar Home



TÜBİTAK

22. Basım

Gündelik Bilmeceler

Partha Ghose
Dipankar Home

ÇEVİRİ
Özlem Özbal

TÜBİTAK POPÜLER BİLİM KİTAPLARI

"Yaratılışın keşfedilemez zenginliğine ve bu zenginliğin önyargısız verimli genç beyinleri beslemeye devam edeceğine olan inancım doğrultusunda, başarılı olmanızı gönülden diliyorum."

JAMES CLERK MAXWELL

Cambridge'deki Cavendish Laboratuvarı'nın açılış töreninden.

İçindekiler

Önsöz *I*
İkinci Baskıya Önsöz *IV*
Teşekkürler ve Kaynakça *VI*

S

Sorular *1*
1 Çaydanlığın Şarkısı - Mutfaktaki Fizik *3*
2 Günlük Hayatta *11*
3 Oyun Zamanı *21*
4 Ak Akışkan Ak! *27*
5 Avcun Ortasındaki Delik! *33*
6 Gerçek ve Kurgu - Filmlerde ve Kitaplarda *43*
7 Irmağın Sesi - Doğanın Gizleri *49*
8 Biraz Kafa Patlatın *63*

C

Cevaplar *85*
1 Çaydanlığın Şarkısı - Mutfaktaki Fizik *87*
2 Günlük Hayatta *99*
3 Oyun Zamanı *113*
4 Ak Akışkan Ak! *121*
5 Avcun Ortasındaki Delik! *129*
6 Gerçek ve Kurgu - Filmlerde ve Kitaplarda *143*
7 Irmağın Sesi - Doğanın Gizleri *151*

Dizin *180*

Önsöz

Bilim cazibesini, büyük bir oranda problem çözmenin eğlenceli bir iş oluşundan alır. Şahsen ben bilimsel yöntemi sık sık bulmaca çözmekle karşılaştırırım. Doğa bize biraz üstü kapalı bir biçimde de olsa ipuçlarını verir; bu ipuçlarını "çözmek" ise işin içyüzünü kavrama ya da sezme kabiliyeti ve yaratıcılık gerektirir. Doğanın eşsiz tutarlılığı sonucunda her bir "çözüm" (ister bir fizik yasası veya yeni bir olgu isterse temel bir prensip olsun), diğerleriyle son derece hoş bir şekilde birleşerek uyumlu bir bütün ortaya çıkmasına katkıda bulunur.

Dünya sürprizlerle doludur. Bunlardan bazıları, ağaçların yerin metrelerce yukarısına su çekebilme yeteneği benzeri şaşırtıcı doğal olgular, bazıları da, çaydanlığın şarkısı gibi, evlerimizde günlük hayatımızın gariplikleri olarak ortaya çıkan olaylardır. Bu bilmecelerin çoğu, dikkatli bir çalışma yürütülürse lise düzeyindeki bilgilerin yardımıyla çözülebilir. Ancak bazılarını çözmek için daha karmaşık ve az bilinen kavramları kullanmak gerekebilir. Sonuçta bütün çözümler, aklın ve mantığın esrarengiz durumlar karşısındaki zaferini kanıtlar. Bilim işe yaramaktadır!

Amerikalı büyük fizikçi Richard Feynman, şaşırtıcı ve karmaşık fiziksel süreçlerle uğraşırken, sorunu açık bir şekilde ifade edebildiğinizde doğanın size istediğiniz cevabı vereceğini öne sürmüştü. İyi bir bilim adamı olmanın sırrı, hangi soruyu sormak gerektiğini bilmede yatar. Bir sorunu araştırırken doğru yola bir kere girdiniz mi, çözüm kendiliğinden ortaya çıkar.

Fen bilgisi öğretmenleri genellikle konuyu gereksizcesine biçimsel ve soyut bir yaklaşımla ele almakla ve bilimin günlük hayatımızdaki yerini görmemezlikten gelmekle suçlanırlar. Bu bakımdan evimizdeki ve yakın çevremizdeki garip ve ilginç olaylar üzerine yazılmış böyle bir kitap ilgiyle karşılanacaktır. Partha Ghose ve Dipankar Home, zahmetli ve özenli bir çalışma yapıp farklı alanlardaki çok sayıda tuhaf ama bilimsel durumu bir araya getirmiş ve bunları bize basit bir biçimde açıklamışlar.

Kitap özellikle gençlere yönelik. Ancak unutmayın ki bilimle uğraşan kişilerin gönülleri hep gençtir. Sonuçta bu kitapta herkesi ilgilendirebilecek ve bilgilendirecek şeyler var. Örnekleri okurken, kendi kendime sürekli şöyle dediğimi fark ettim: "İşte! Ben de hep bunu merak ederdim!" Sonunda bu kitap sayesinde cevapları öğrenme şansım oldu. Akıcı anlatımı ve kolay okunur tarzıyla, bildiğimiz ciddi ders kitaplarının yanı sıra yardımcı kitap olarak okutulmaya çok uygun görünüyor.

Çeşitli örneklerin bir araya toplandığı bu kitabın en faydalı yönü, bizi dünya hakkında daha yaratıcı bir biçimde düşünmeye teşvik etmesi. Bilim çoğu zaman bir dizi basmakalıp süreçten oluşuyormuş gibi gösterilir; yapılan suni deneylerde de kesin ve "doğru" cevaplara ulaşılır. Oysa bilim sadece laboratuvarlarda olup biten bir şey değildir. Genellikle karmaşık ve karışık olan ve tatmin edici bir açıklamanın şaşırtıcı veya beklenenin tersi fikirler içerebildiği dünyamızda bilimsel ilkelerin işlediğini görmek son derece ferahlatıcıdır.

Bilimi insancıl bir açıdan sundukları için yazarları kutlamamız gerekir. Okuyucular bilmeceleri dikkatle okuduklarında akıllarına dünya hakkında me-

rak uyandırıcı veya hayrete düşürücü birçok yeni örnek geldiğini göreceklerdir. Bu kitap onları kendi açıklamalarını bulmak üzere araştırma yapmaya teşvik edebilirse eğitim sürecinde çok değerli bir yol alınmış olur.

Paul Davies,
Adelaide, Avustralya

İkinci Baskıya Önsöz

"Yaşayabileceğimiz en güzel deneyimi henüz bilmiyoruz. Gizem, gerçek sanatın ve gerçek bilimin beşiğindeki esas duygudur. Bunun farkına varamayan kişi, merak edemez, şaşıramaz, ölüden bir farkı yoktur, gözlerinin önüne de bir perde inmiştir."

ALBERT EINSTEIN

Son birkaç yıldır en çok zevk aldığımız şeyler, gençlerle iletişim kurmak ve fizikle "oynamak" oldu denebilir. Herkes tarafından bilinen bazı olayları –ne kadar derin, genel ve gerçekle karşılıklı etkileşim içinde olduklarını memnuniyet içinde gördüğümüz– temel fizik ilkelerini kullanarak açıklamaya çalıştık.

Her gün etrafımızda gerçekleşen doğal ve alışılmış olaylara olan aşinalığımız onların bize esrarengiz görünmesini engeller; onları normal olarak kabul ederiz, içimizde merak uyandırmazlar. Oysa bu tür olaylar hoş sürprizlerle ve bilmecelerle doludur. Onları tanımlamak ve sırlarını çözmek için uğraşmak büyüleyici bir serüvendir.

Bu kitap, Hindistan'da yayımlanan popüler bilim dergilerinde düzenli olarak yer alan köşelerimiz ve gazetelerdeki haftalık sütunlarımız sayesinde ortaya çıktı. Sadece cevaplar konusunda değil sorular konusunda da bize çok yardımcı olan hevesli okuyucularımıza çok şey borçluyuz. Bu sorulardan bazılarına kitapta yer verildi. Ancak tabii ki en büyük teşvik, birimizin katılma şerefine eriştiği *Quest* adlı Hint televizyon programı sonrasında geldi. 1990 yılında ilk baskısı yapılan kitap, bu yeni baskı sırasında *gözden geçirildi* ve *genişletildi*.

Kitabı bölümlere ayırırken fiziğin alışılmış ayrımını, yani ısı, ışık, ses vb. gibi bir ayrım kullanmadık. Bunun yerine bu bilmecelerin nerede karşımıza çıktıklarını (yani mutfak civarında, dışarıda doğada veya spor yaparken, oyun oynarken, televizyon seyrederken, kitap okurken gibi) göz önüne aldık. Bu tür bir ayrımın daha ilgi çekici ve doğal olduğunu düşündük. Son bölümde, bildiğimiz kadarıyla hâlâ esrarını koruyan veya mevcut cevapları pek de tatmin edici olmayan bilmecelere yer verdik.

Bu kitap öğrencilere yönelik olarak hazırlandı; ama tabii lise düzeyinde eğitim almış herkese hitap ediyor. Cevapların basit olmaları ve sezgiye ters düşmemeleri için çaba gösterdik. Bu da her zaman uzun açıklamalar yapmadığımız veya yeterince derine inmediğimiz anlamına geliyor. Bu kitap öncelikle zevk için yazılmıştır; amacımız okuyucularımızda merak uyandırmaktır. Umarız bazılarının daha teknik cevaplar için *Teşekkürler* kısmındakilere benzer kitaplara bakmalarını sağlayabiliriz.

Kitabı eleştiren bir bakış açısıyla okumanızı öneririz. Çözümlenmemiş sorulardan birinin veya birkaçının cevabını bulacak olursanız ya da yeni sorular keşfederseniz ya da verdiğimiz cevaplar hakkında söyleyecek bir şeyiniz varsa, çekinmeden bize yazın; yayınevi aracılığıyla bize ulaşabilirsiniz. Sizden haber almak bizi çok sevindirir.

Partha Ghose
S. N. Bose Ulusal Temel Bilimler Merkezi
Kalküta, Hindistan

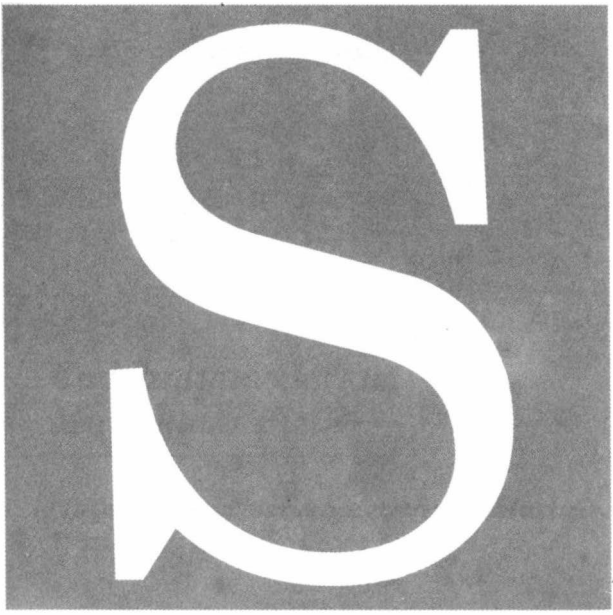
Dipankar Home
Bose Enstitüsü
Kalküta, Hindistan

Teşekkürler ve Kaynakça

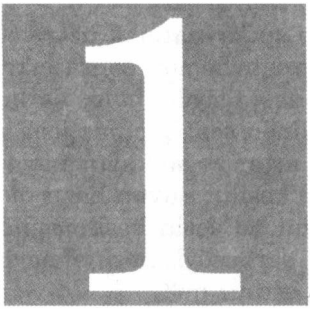
İlk baskının resimlerini çizen, ki bu çizimleri ikinci baskıda da kullandık, Suparno Chaudhuri ile birlikte çalışmak bizim için son derece keyif verici bir deneyimdi.

Bu *gözden geçirilmiş* ve *genişletilmiş* baskıyı hazırlarken, Paul Davies, John Gribbin, Nigel Henbest, Neal Marriott, Andrew Robinson, Euan Squires, C. S. Unnikrishnan ve Andrew Whitaker'ın sorunları kolaylaştıran tavsiyelerinden ve değerli eleştirilerinden yararlandık. Bu baskıya yazdığı çekici önsöz için zaman ayıran Paul Davies'e teşekkür ederiz. Ayrıca bize çok yararı dokunmuş olan aşağıda saydığımız kitaplara da müteşekkiriz: (a) M. Minnaert, *The Nature of Light and Colour in the Open Air* (Dover, 1954), (b) J. Walker, *Flying Circus of Physics* (Wiley, 1977), (c) R. Greenler, *Rainbows, Halos, and Glories* (Cambridge University Press, 1980), (d) C. F. Bohren, *Clouds in a Glass of Beer* (Wiley, 1987), ve (e) C. F. Bohren, *What Light Through Yonder Window Breaks?* (Wiley, 1991).

Schrödinger, Dirac, Feynman ve Bohr ile Pauli'nin fotoğraflarını AIP Niels Bohr Kütüphanesi'nin; Einstein'ınkini ise ETH Bibliothek'in izniyle yayımladık. Ayrıca Anindita Home'a bu baskının gözden geçirilmiş el yazmasını hazırlama aşamasındaki yardımları için teşekkürü borç biliriz.



Sorular



Çaydanlığın Şarkısı Mutfaktaki Fizik

"Bildiklerimiz bizi cehaletimize yaklaştırır."
T. S. ELIOT

"Sorun çözümü görememelerinde değil sorunu görememelerinde."
G. K. CHESTERTON



Çaydanlığın Şarkısı

Çaydanlığı su kaynatmak üzere ocağın üzerine koymamızdan hemen sonra çıkmaya başlayan tıslama sesi (çaydanlığın "şarkı söylemesi" olarak da bilinen ses) hepimiz için bildiktir. Bu ses zamanla artar ve su kaynamaya başladığında da aniden kesilir. Suyun hazır olduğunu, yani kaynadığını bu sesin kesilmesinden anlarız. Çaydanlığın "şarkı söylemesine" neyin yol açtığını hiç merak ettiniz mi?



Fincandaki Kaşık

Bazıları porselen fincanlara çay doldurmadan önce fincana metal bir kaşık koyarlar. Niye? Hangisi daha zor kırılır, ince bir fincan mı yoksa kalın bir fincan mı?

Einstein Fincanınızda

Erwin Schrödinger, kuantum mekaniğinin, atomik ve atomaltı varlıkların hareketlerini açıklayan temel denklemini keşfeden ünlü bir fizikçidir. Schrödinger'in karısı, fincanına her çay dolduruşunda Einstein'ı hatırlardı; çünkü ona ve ko-

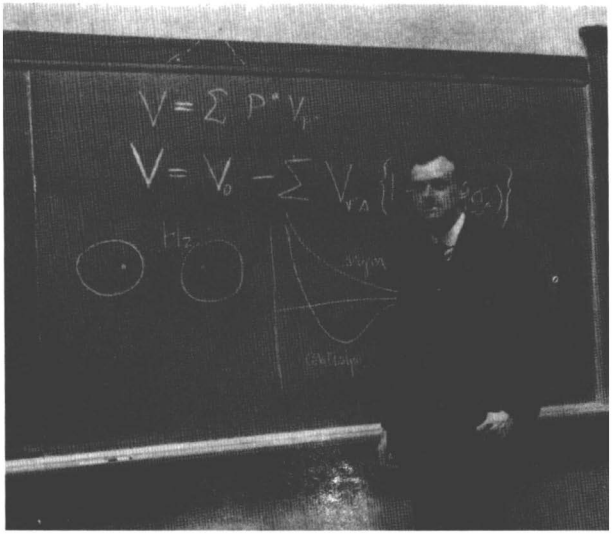


casına, çayı karıştırıp kaşığı çıkardıktan sonra biraz beklendiğinde ıslak çay yaprağı parçalarının (ki bunlar sıvıdan daha ağırdırlar) niye fincanın dibinde ortada toplandıklarını açıklayan kişi Einstein'dı. Schrödinger 26 Nisan 1926 tarihli mektubunda Einstein'a şöyle yazmıştı [Bu mektup K. Przibram'ın basıma hazırladığı *Letters on Wave Mechanics* (Dalga Mekaniği Hakkında Mektuplar) adlı kitapta da yer almaktadır; Philosophical Library, sayfa 27]: "Karım birkaç gün önce bana 'fincan olayı'nı sorduğunda ona mantıklı bir açıklama yapamamıştım. Şimdi artık çayını her karıştırdığında sizi hatırlayacağını söylüyor."



Erwin Schrödinger (1887-1961) Avusturya'nın Viyana şehrinde doğdu ve öğrenim gördü. 11 yaşına kadar olan eğitimini evde aldı. Babasının ona hediye ettiği mikroskop ve başka bazı aletler, doğaya olan ilgisini körükledi. 1926 yılında, 1933 Nobel Fizik Ödülü'nü Paul Dirac ile paylaşmasına yol açacak olan kuantum mekaniğinin temel denklemini keşfetti. Bu fotoğraf AIP Niels Bohr Kütüphanesi'nin izniyle yayımlanmıştır.

Bir daha çayınızı karıştırdığınızda çay yapraklarının nerede durduklarına dikkat edin. Çay yaprağı parçaları niye merkezkaç kuvveti yüzünden fincanın kenarlarına yapışmıyorlar da dibe ortaya çöküyorlar dersiniz?



Paul Dirac (1902-1984) İngiltere'nin Bristol şehrinde doğdu ve araştırma yapmak üzere Cambridge Üniversitesi'ne gitmeden önceki eğitimini burada aldı. Kuantum mekaniğine yaptıkları katkılar nedeniyle Schrödinger ile birlikte 1933 yılında Nobel Fizik Ödülü'nü kazandılar. Dirac nadide bir düşünürdü ama ketumluğu yüzünden adı çıkmıştı. Onun toplumda hâlâ pek tanınmıyor oluşu da biraz bu yönüyle ilgilidir. Arkadaşı Rus fizikçi Peter Kapitza ona Dostoyevski klasiklerinden Suç ve Ceza'nın İngilizce çevirisini hediye etmişti. Daha sonra Kapitza, Dirac'a kitabı nasıl bulduğunu sorunca, ondan karakterini çok iyi yansıtan şu kısa cevabı almıştı: "Çok hoştu ama yazar bölümlerden birinde bir hata yapmış. Güneşin doğuşunu aynı gün içinde iki kere anlatmış." Belki bu kitabı okuyanlar sözü geçen durumun hangi bölümde olduğunu arayıp bulurlar. Fotoğraf AIP Niels Bohr Kütüphanesi'nin izniyle yayımlanmıştır.

Çaydanlıktaki Delik

Niye bazı çaydanlıkların kapağında küçük bir delik vardır?

Yeşilaycının İkilemi

Bazıları fincanlarına önce süt sonra çay koyarlarken, diğerleri çaya süt eklemeyi tercih ederler. İkisi arasında bir fark var mıdır?

Güvenli Ateş

Ocağı yaktığımızda neden tüpün içindeki gaz da alev almıyor?

İç Kısım

Çoğu zaman buz kabından çıkardığımız buz küplerinin dış kısımları saydamken ortaları mat olur. Niye?

Yarım Elma

Elmanın bir parçasını kesip gerisini bıraktığımızda, kesik yüzey bir süre sonra neden kahverengileşir?

Fırının Farkı

Mikrodalga fırınlara mutfaklarda sıkça rastlamaya başladık. Peki nasıl çalıştıklarını biliyor musunuz?



Sakın Bir Buz Kabını Yalamayın!

Hiç buzluktan yeni çıkmış soğuk bir buz kabını tuttuğunuz oldu mu? Tuttuysanız, parmaklarınızın kaba yapıştığını fark etmişsinizdir. Nedeni ne olabilir? Asla bir buz kabını yalamaya kalkmayın yoksa unutamayacağınız, acı bir deneyim yaşamış olursunuz!



Fermi'den Tavaya

Ünlü İtalyan fizikçi Enrico Fermi, yaptığı bir sınavda bir öğrencisine şu soruyu sormuştu: "Zeytinyağının kaynama noktası, kalayın erime noktasından yüksektir. Öyleyse kalaydan yapılmış bir tava içinde, zeytinyağında kızartma yapmanın nasıl mümkün olduğunu açıkla." (İtalyan tavaları kalaylanmış bakırdan yapılır.) Cevap ne olabilir?



Kıvrılan Çikolata

Koyu kıvamlı erimiş çikolatayı bir tabağa veya dondurmanızın üzerine dökerken çikolatanın kıvrılması garibinize gitmiştir herhalde. Sizce bu şekilde kıvrılmasının nedeni ne olabilir?



Taşan Süt

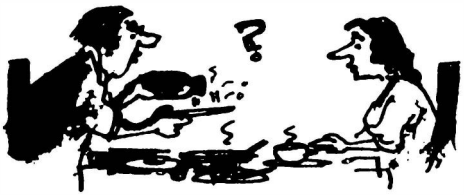
Çoğumuz kaynayıp taşan sütün yol açtığı sıkıntıyı biliriz. Bunu önlemek için birinin ocağın başında bekleyip sütü karıştırması ve taşmadan önce altını kapatması gerekir. Niye sütün kendine has böyle bir özelliği vardır?

Çorbanızdaki Girdap

Öğle yemeğinde önünüze koyu bir çorba gelirse veya günün birinde içinde nişasta olan bir karışım hazırlayacak olursanız, bunları kaşıkla



şöyle hızlıca bir karıştırın ve kaşığı içinden çıkarıp dikkatlice bakın. Dönüş yönünün sıvının hareketinin durmasından az önce değiştiğini fark edeceksiniz. Bu durum gerçek akışkanların çok önemli bir özelliği sonucu ortaya çıkar. Buna ne ad veririz?



Bal Problemi

Kavanozdaki balı yavaşça bir kaba dökmeye başlayın. Öbür elinize de bir bıçak alıp akan balın yolunu kesin. Balın bıçağın üst tarafında kalan kısmının yukarı doğru çekilip kavanoza geri döndüğünü göreceksiniz. Yalnız bu arada balı hızlı bir biçimde dökmemelisiniz; daha çok kavanozdan süzülüyor gibi olmalıdır. Bu "yerçekimine aykırı" davranışın nedeni ne olabilir?



Günlük Hayatta

"Bizleri bilime ve sanata yönelten güçlü dürtülerden biri de, gündelik hayatın acı verici kabalığından, sıkıcı monotonluğundan ve sürekli değişen kişisel istekler zincirinden kaçma isteğidir."

ALBERT EINSTEIN

"Bilimin temelinde karmaşık matematiksel bir biçimcilik veya ayinselleştirilmiş deneyselcilik yoktur. Aslında bilimin özünü, gücünü gerçekte neler olup bittiğini öğrenme isteğinden alan ısrarcı bir dürüstlük oluşturur."

SAUL PAUL SIRAG



Buyrun İçin

Bir şey içeceğimiz zaman içinde sıvı olan bardağı veya şişeyi dudaklarımıza değdirir ve sıvıyı yudumlarız. Sıvının ağzımıza dökülmesinin nedeni nedir? Bir şişe içecek alın, ağzını dudaklarınızla kapatın ve şişeyi yukarı kaldırmadan içindeki sıvıyı içmeye çalışın. Başarabildiniz mi?



Sabun ve Kir

Nasıl oluyor da sabun ile vücudumuzdaki ve giysilerimizdeki kiri temizleyebiliyoruz? Bir fikriniz var mı?



Hain Huni

Fark ettiyseniz huni kullanarak bir şişeyi doldururken zaman zaman su şişeye boşalmaz ve huninin tepesine kadar yükselir. Bu durumda huniyi biraz yukarı kaldırmak gerekir. Neden böyle yaptığımızı biliyor musunuz?



Üfle!

Herhalde hayatında bir kez olsun bir mum üflememiş veya esen ani bir rüzgârla sönen bir mum görmemiş kimse yoktur. Bu durum son derece bilindik olmasına rağmen yine de çok şaşırtıcıdır. Üfleyerek muma daha çok hava sağladığımız halde (ki havanın içinde oksijen vardır ve bu yanmayı sağlar) mum niye söner?



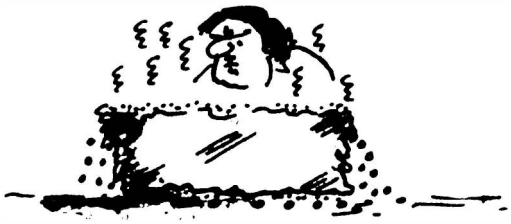
Aman Yanmasın!

Kolalı bir giysiyi ütülemeden önce üzerine biraz su serpmek sık görülen bir harekettir. Önce su serpmenin sonra da ütülemenin ne anlamı olabilir?



Yangın Var!

Ne zaman bir yangın çıksa söndürmek isteriz; aklımıza da ilk olarak su kullanmak gelir. İtfaiye ekipleri büyük yangınları su kullanarak söndürürlerken Hindistan'da da gaz sobalarını söndürmek için üzerlerine su dökülür. Su neden etkin bir yangın söndürücüdür?



Buz Dumanı

Dondurucudan çıkarılan büyük buz kalıplarından duman çıkıyormuş gibi göründüğünü fark ettiniz mi? Bu duman neden ve nasıl oluşmaktadır?



Bardak Altlığı

Bardak altlıkları neden üzerlerine konan tabanı ıslak bardağı bırakmamak için direnirler?

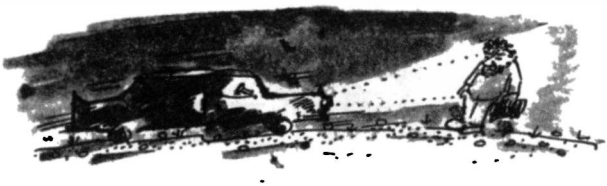
Buz Gibi

Normal oda sıcaklığında, ama özellikle kış aylarında, metal sandalyeler neden bize tahta veya plastik olanlara göre daha soğuk gibi gelir?



Traktörler ve Çiftçiler

Yumuşak, çamurlu tarlada koca traktör rahatça gezinirken yere basan çiftçi dizine kadar çamura batar. Neden?



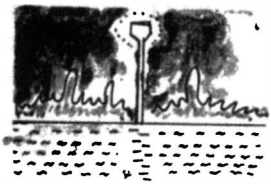
Kör Eden Işık

Karşıdan gelen arabaların farları bizi rahatsız eder; çünkü parlak ışık gözümüzü alır. Ayrıca bir elektrik kesintisi olduğunda bir an için hiçbir şey göremez hale geliriz. Sonra gözümüz yavaş yavaş karanlığa alışır ve etrafımızdaki cisimleri seçmeye başlarız. Niye gözlerimiz ışığa karşı böyle bir tepki gösterir?



Hamak Keyfi

Hamağı oluşturan ipler hiç de yumuşak olmadığı halde hamakta yatmak niçin rahattır? Tahta sandalyeye oturmak nasıl olur da düz bir tabureye oturmaktan daha rahat olur?



Uzun ve Kırık

Sokak lambasının göle veya havuza düşen aksi çok uzun ve kırık olarak görünür; bunu fark etmemiş olmanız imkânsız. Peki niye böyle olduğunu biliyor musunuz?



Ayakkabı Cilası

Önceki gün bir arkadaşımın oğlu ayakkabılarını cilalıyordu. Ancak elde ettiği parlaklık ile ne o yapışkan cila ne de kullandığı fırça arasında bir bağlantı kurabildi. Çok şaşırmıştı. Ona yardım edebilir misiniz?



Kâğıt Yırtmak

Bir kâğıt parçasını yırttığınızda çok aşina olduğunuz bir ses duyarsınız. Kâğıdı ne kadar hızlı yırtarsanız çıkan ses de o kadar yüksek olur. Neden?



Brrr, Amma Soğuk!

Bir dağa çıktıysanız orada havanın daha soğuk ama güneşin de daha yakıcı olduğunu fark etmişsinizdir (Dağda esmerleşmek daha kolaydır). Nasıl oluyor da yüksek rakımlı yerler, Güneş'e binlerce metre daha yakın oldukları halde, deniz seviyesindeki yerlere göre daha soğuk oluyorlar?



Buğulu Ayna

Sıcak bir duş aldığınızda banyonun aynasının buğulandığını görürsünüz. Şiddetli bir yağmur sırasında arabanın ön camının buğulanması da sık rastlanır bir durumdur. Buğunun bu türünü engellemenin çok kolay bir yolu vardır. Bunun ne olduğunu ve buğuyu nasıl önleyebildiğini biliyor musunuz?



Bozukluk

Bir bozuk para alıp kenarı üzerinde durdurmaya çalışın. Böyle durdurmak biraz zordur. Şimdi onu bir parmağınızın yardımıyla dik tutun ve ittirin; bir süre için devrilmeden yuvarlanıyor değil mi? Niçin?

Horultu

İnsanlar neden horlar?

Gece Berraklığı

Neden uzak radyo istasyonlarının yayınları gece net bir şekilde dinlenebilirken gündüz böyle olmaz?

Yol Alan Parfümler

Odadaki hava hareket etmediği halde nasıl olur da bir parfümün kokusu tüm odaya yayılır?

Sarı Sis

Sis lambaları genellikle sarı olur. Neden?

Ağrı Kesici Şişe

İçi sıcak su ile dolu bir şişe nasıl olur da kaslarınızdaki ağrıyı azaltır?

İçi Bir Tuhaf Eden Tebeşirler

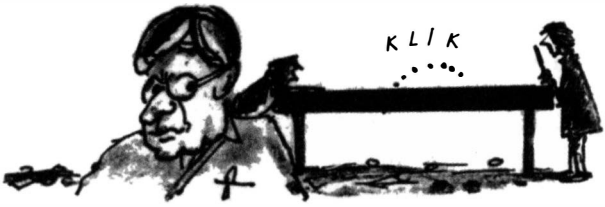
Karatahtaya yazı yazarken tebeşiri doğru açıda tutmadığımızda niçin sinir bozucu bir ses çıkar?



Oyun Zamanı

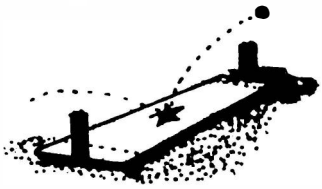
" Halka olmuş dans ediyor ve hayal kuruyoruz. Sır ise ortamızda duruyor ve biliyor."
ROBERT FROST

"Bir soruyu cevaplamadan tartışmak, tartışmadan cevaplamaktan iyidir."
JOSEPH JOUBERT



Raman'ın Bilardo Topu Problemi

Nobel Ödülü sahibi Hintli fizikçi Sir C.V. Raman, iki bilardo topunun çarpışması sırasında duyulan o keskin "klik" sesi de dahil olmak üzere, etrafında olup biten her şeyle ilgilenirdi. Böyle basit ve alışıldık bir durumun fiziğin beklenmedik bir inceliğini ortaya çıkaracağı hiç aklınıza gelir miydi? Raman, bu klik sesi üzerine yaptığı bir dizi çalışma sonucunda çok ilginç bulgular elde etti. Sözgelimi, klik sesi bilardo masasının her yerinden aynı şiddette duyulmuyordu. Nereden en yüksek biçimde duyulduğunu ve bunun nedenini biliyor musunuz? Cevabı deneyerek öğrenmeniz son derece eğlenceli olacaktır. Bilardo topu bulamazsanız, misket de kullanabilirsiniz.



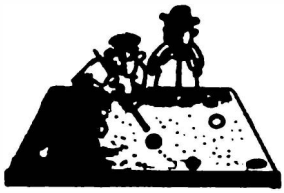
Kriket Oyunu

Düzgün yüzeyli bir kaleye çarpan kriket topu genellikle yoluna daha hızlı bir şekilde devam eder. Bunun nedeni ne olabilir dersiniz?



Top Kesme

Tenis ve masa tenisi oyuncuları "üstten kesme" olarak adlandırılan vuruşu kullanarak, topun gittiği yolun kısalmasını ve yere beklenenden önce düşmesini sağlarlar. Topun kendi ekseni etrafındaki dönüşü (yani hareket yönüne dik olan çapının etrafındaki dönüşü) nasıl olur da onun daha kısa mesafe gitmesine neden olur?



Art Arda Sayılar

Bilardo veya snooker oynarken bazen atış yapılan topun çarptığı topu (iki topun kütlelerinin eşit olduğu unutulmamalı) takip ettiği ve ona tekrar çarptığı olur. Takip, çarpılan topun hızla uzaklaştığı zamanlarda bile görülebilir. Bu durum enerjinin korunumu yasasına aykırı gibi görünmektedir. Topun bu davranışının nedenini açıklayabilir misiniz?



Sualtında Yüzmek

Sualtında yüzerken deniz gözlüğü kullandığınızda etrafınızı çok daha iyi görebildiğinizi fark ettiniz mi? Niye?



Git Bakalım

Bisikletler bir yere dayanmadan kendi kendilerine dik bir biçimde duramazlar; ancak bir bisikleti ittirip bıraktığımızda, bir süre için de olsa düşmeden ilerleyebildiğini görürüz. Bunun nedeni ne olabilir dersiniz?

Sırıkla Atlama

Sırıkla atlayan kişiler nasıl oluyor da o olağanüstü yüksekliklere çıkabiliyorlar?

Darlık ve Hızlılık

Bisiklet yarışçılarının ve kısa mesafe koşucularının genellikle çok dar kıyafetler giydikleri ve saçlarının kısa olduğu dikkatinizi çekmiştir. Neden?

Tekgöz Bakışı

Niye tek gözümüz kapalıyken daha kolay nişan alırız?

Grand Jete

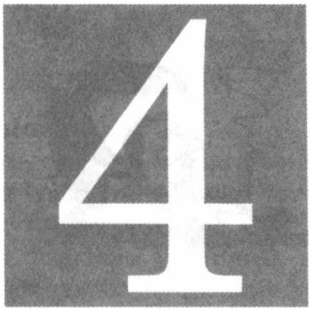
Bale yapan bir dansçının en hoş figürlerinden biri, dansçının havada bacaklarını düz bir şekilde açarak bir an için yere paralel olarak durduğu *grand jete* sıçrayışıdır. Bunu nasıl başarabiliyorlar?

Yüksek Atlama

Bir yüksek atlayıcı neden sıçramadan önce koşar?

Jonglörün Hilesi

Şapka benzeri bir cisim havaya atıldığında geri düşüşü ters, yan veya düz bir biçimde olabilir. Peki o zaman nasıl olur da bir jonglör fırlattığı şapkaları her seferinde kafasıyla rahatça yakalamayı başarır?



Ak Akışkan Ak!

"Görmek için uzun süre yalnızca gözlerimi kullandım ama artık aklımla görmek istiyorum."

RABINDRANATH TAGORE

"Bilimsel düşünen kişiyi diğerlerinden ayıran temel özellik, onun, açıklayamadığı bir durum karşısında fiziksel rahatsızlık duymasıdır. Açıklayamamanın yol açtığı acıyı, ağrı kesici bir çözüm kullanarak başından savmak istemez; çözüm mutlaka tedavi edici olmalıdır."

PETER MEDAWAR

Başarılı Uçuş

Uçaklar yerden nasıl havalanır?

Kuşlar ve Uçaklar

Kuşlarla uçakların uçuşları arasında bir fark var mıdır?



Dönen Dumanlar

Küllükte duran sigaranın dumanı belirli bir yüksekliğe kadar düz bir şekilde yükseldikten sonra, odanın içinde herhangi bir esinti veya hava akımı olmadığı halde, aniden kıvrılır. Neden?



Dalgalanan Bayrak

Rüzgârda dalgalanan bayrak görüntüsüne hepimiz aşinayızdır. Peki ama kaçımız bu dalgalanmanın nedeni konusunda bir kez olsun kafa yorduk? Bir bayrağın rüzgârda dalgalanmasına yol açan şeyin ne olduğunu biliyor musunuz?



Akan Sıvılar

Meyve suyu, süt veya bunlara benzer bir sıvıyı bir kaptan boşaltırken yavaş davrandığımızda, niye bu sıvı kabın ağzından dökülmek yerine kap boyunca dışarıdan yol alarak ortadan bir yerden damlamaya başlar? Damladığı o noktanın kabın ağzından uzaklığını belirleyen etkenler nelerdir?



İp Gibi

Musluğu açıp suyun sabit ve düzgün bir şekilde akışını seyredin. Fark ettiyseniz su aşağıya doğru indikçe inceliyor. Yoksa oradaki akışı sıkıştıran bir güç mü var?



Büyüyen Duman Halkaları

Hiç sigara dumanından halkalar yapan bir tiryaki görmüş müydünüz? Bu halkaların teknik adı girdap halkalarıdır. Ortamda herhangi bir hava akımı yoksa bir süre için bozulmadan kalabilir ve şekillerini kaybetmeden yol alabilirler. Bu tür halkaların, duvara yaklaştıklarında büyüdükleri saptanmıştır. Bir duvarın varlığı nasıl olur da onların büyümesine neden olur?



Şaşkın Balonlar

Bir gün bir arkadaşım ailesiyle birlikte arabasında gidiyormuş. Arabada birkaç tane de içleri helyum gazı ile dolu balon varmış. Arkadaşım, araba hızlandığında balonların öne doğru yaklaştıklarını ve omzunun üstünde toplandıklarını fark etmiş! Ayrıca ne zaman frene bassa balonlar geriye doğru gidiyor ve arka camın önünde birikiyorlarmış! Balonların bu garip davranışının nedeni ne olabilir dersiniz?



Yerçekimine Karşı

Çok ince bir boruyu bir sıvının içine batıracak olursanız, sıvının borunun içinde yukarı doğru yükseldiğini görürsünüz. İçlerinde ince borulara benzer kılcal damarlar olan kurutma kâğıtlarının işe yaramasına yol açan mekanizma da tıpkı böyle işler. Bir havlunun sadece bir köşesini su dolu bir leğene batırıp bıraktığınızda bir süre sonra havlunun büyük bir bölümünün ıslanmış olduğunu görürsünüz. Burada da söz konusu olan "kılcal (kapiler) çekme" adını verdiğimiz durumdur. Su, havluyu oluşturan binlerce ince pamuk lifinin içinden geçerek ilerlemektedir. Şimdi sorumuza gelelim: Suyun yükselmesine neden olan enerjinin kaynağı nedir?



Avcun Ortasındaki Delik!

"Veri toplamadan teori geliştirmek büyük bir hatadır. İnsanlar, farkında olmaksızın olguları teorilere uyacak biçimde değiştirme yoluna giderler; halbuki teorileri olgulara uydurmaları gerekir .... Asıl güçlük, olgu çerçevesini –yani inkâr edilemez mutlak gerçek çerçevesini– teorisyenlerin süslemelerinden ayırmaktır."

SHERLOCK HOLMES

"Görece bazı tuhaflıklar içermeyen mükemmel güzellik yoktur."

FRANCİS BACON



Avcun Ortasındaki Delik

Bir kâğıt alın ve boru gibi kıvırın. Bu kâğıttan boruyu bir elinizle tutun (mesela sol elinizle) ve bir ucunu sol gözünüze yaklaştırıp içinden uzaktaki bir cisme bakın; bu arada sağ gözünüz kapalı olsun. Şimdi sağ avcunuzu sağ gözünüzün önüne doğru getirin, avcunuzun kenarı boruya değsin; artık sağ gözünüzü de açabilirsiniz. Uzaktaki cismi avcunuzun ortasındaki delikten net bir şekilde görüyorsunuz! (Eliniz gözünüzden 15-20 santim kadar uzakta olmalı.) Çok etkileyici değil mi? Peki ama bunu nasıl açıklayabilirsiniz?



Nasıl Dökülmez?

Ders kitaplarında, bir bardağı tamamen su ile doldurup ağzını karton gibi bir şeyle kapattığınızda bardağı ters çevirecek olursanız karton parçasının bardağın ağzına yapışacağı ve yere düşmeyeceği yazar. Aslında denerseniz görürsünüz ki bu işlem sırasında bardağın tam dolu olması gerekli değildir. Bardağa biraz su koyun, kartonu kapatıp bardağı ters çevirin, elinizi çek-

tiğinizde karton yere düşmeyecektir. Onu bardağın ağzında tutan güç nedir?

Sıcak mı, Soğuk mu?

Avcunuza hohlayın! Fark ettiyseniz ağzınızdan çıkan hava sıcak. Şimdi de dudaklarınızı bitiştirip üfleyin. Sanırım farkı fark etmişsinizdir: Ağzınızdan çıkan hava şimdi daha soğuk. Nedeni ne olabilir?

Buzlu Camın Ardından

Buzlu camla kaplı bir kapının arkasındaki kişinin cama değen elinin ayrıntıları, vücudunun arkada kalan kısımlarına göre daha koyu renk görünür. Niye?

Anlaşılmaz Fısıltılar

Arkadaşınızın yüzü size dönük olmadığında fısıldayarak söylediklerini anlamakta zorlandığınız zamanlar olmuştur; üstelik fısıltının şiddeti normal bir sesinki kadar olsa bile. Niye?

Düşen Kediler

Çoğumuzu korkutacak yükseklikler kedilere vız gelir. Kediler herhangi bir insanın düştüğünde sağ kurtulamayacağı kadar yüksek bir yerden düşseler bile hayatta kalabilirler. Nasıl?

Atkıdaki Buz

İki parça buz alın, birini yünlü bir atkıya sarın diğeri açıkta beklesin. Açıkta kalanın öbüründen daha önce eridiğini göreceksiniz. Atkının buzu ısıtması beklenirken, aksine o buzun soğuk kalmasına yardım etmektedir. Nasıl?



Şişeyi Atarken

Varsayalım arabayla yolculuk yapıyorsunuz, elinizde de cam bir şişe var. Yere çarptığında kırılma tehlikesini en aza indirmek için şişeyi arabanın gidiş yönüne göre ne tarafa doğru atmalısınız?



Mum Alevi

Elinizde yanan bir mumla veya kibrit çöpüyle yürümeye başladığınızda alevin geriye doğru eğildiğini fark edersiniz. Peki ya mumu bir kutu içinde taşıyor olsaydınız alevi ne tarafa doğru eğilecekti?

Anında Yanar

Mum yakmak genellikle biraz zaman alır. Ancak yeni söndürülmüş bir mumu yakmak istediğinizde ateşi fitile yaklaştırdığınız anda mumun alev aldığını görürsünüz. Niye?

Islak Fırça

Bir suluboya fırçası alın. Fırçanın kıllarının bir arada durmasını istiyorsak ne yaparız, fırçayı ıslatırız, değil mi? Fırçayı suyun içinde tutalım; fark ettiyseniz kıllar birbirine yapışık olarak durmuyorlar. Kılların bir arada durmasını sağlamak için niye ille de fırçayı sudan çıkarmamız gerekir?



Kaplan! Kaplan! gecenin ormanında

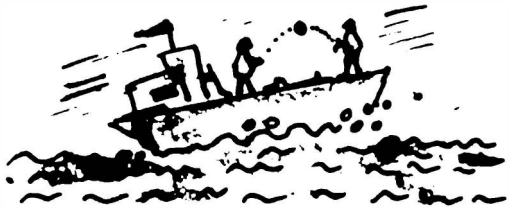
Geceleri kedilerin gözlerinin, üzerlerine çok az bir ışık düştüğünde bile inanılmayacak kadar parlak göründüğünü fark etmişsinizdir. Bu durum bütün gözler için geçerli değildir; sözgelimi insanların gözleri böyle parlamaz. Peki kedilerin gece bizden daha iyi görebilmelerinin nedeni nedir?



Televizyonunuza "Hım"layın!

Philip C. Williams yaptığı bir araştırma sonucunda (*Nature*, 239. cilt, sayfa 497, 1972), televizyon seyrederken belirli bir perdeden hımlamanın

(ağzınız kapalıyken "m" sesi çıkarmanın) ekranda sadece hımlayan kişi tarafından görülebilen yatay çizgiler oluşmasına neden olduğunu keşfetti. Üstelik hımlamanın tonu ayarlanarak bu çizgiler sabit tutulabiliyor, aşağıya veya yukarı doğru hareket ettirilebiliyormuş. Çok tuhaf değil mi?



Gemideki Oyun

Sabit hızla yol alan bir geminin güvertesinde top oynayan iki arkadaş düşünün. Biri geminin kıç kısmına, diğeri de baş kısmına yakın bir yerde duruyor olsun. İçlerinden birine topu arkadaşına fırlatmak daha kolay gibi geliyor olabilir mi? (Rüzgâr etkenini hesaba katmayacaksınız.)

Niye Taşmıyor?

Ağzına kadar su dolu olan bardağın içine bir parça buz atın. Buz tamamen eridiğinde suyun taşmadığını göreceksiniz. Niye? Bu problem ilk olarak, bu soruyu birçok ünlü fizikçiye sorduğunu ve onlardan birbirleriyle çelişen cevaplar aldığını iddia eden George Gamow tarafından ortaya atılmıştır.

Kartı Yakala!

İşte size arkadaşlarınıza yapabileceğiniz küçük bir oyun. Önce küçük bir karton parçası bu-

lun; sözgelimi bir kartpostal veya bir kartvizit. Kartı arkadaşınıza verin ve onu bir eliyle dik olarak tutmasını söyleyin, diğer eli de hemen altta dursun. Ancak bu elinin baş ve işaret parmaklarını bir kıskaç gibi tutsun. Ona kartı elinden bırakmasını ve alttaki parmaklarını kullanarak (yani kıskaç gibi tuttuğu parmaklarını) kartı tekrar yakalamasını söyleyin. Bu "bırak yakala" işlemini istediği kadar tekrarlamasına izin verin: Kartı her seferinde yakalayacaktır. Sonra ona, kartı ben bıraksam bir kere bile yakalayamazsın, deyin. ... Deneyin. Hep siz kazanacaksınız. Peki niye?

Batıl İnanç Tutulması

Güneş tutulması sırasında güneş ışınlarının zararlı olduğu yönünde genel bir inanış vardır. Bu doğru mu?

Görünmeyen Gümüş Çizgi

Cıvanın rengi gümüşi beyaz olduğu halde, niye derecenin içinde zar zor seçilen siyah bir çizgi olarak görünür?



Hangisi Daha Ağır?

Ağızlarına kadar su ile dolu iki bardağımız var; ancak birinin üzerinde küçük bir tahta parçası yüzüyor. Hangisi daha ağır?



Islak Kâğıdı Yırtmak

Islak kâğıt yırtmanın kuru kâğıt yırtmaktan daha kolay olduğu bir gerçek. Bunun nedeni ne olabilir dersiniz?



Zıplayan Dama Taşı

Birbirinin aynı birkaç dama taşı veya bozuk para alıp yan yana dizin. İki parmağınızı ilk taşın üzerine hafifçe bastırın ve öbür elinizdeki cetvelle bu taşın kenarına hızla vurun. Diğer taşlar veya bozuk paralar yerlerinden oynamazken en sondaki taşın onlardan ayrılıp ileri doğru fırladığını göreceksiniz. Niye?



Sudaki Taş

Terazinin bir kefesine bir bardak su ve bir taş koyun, diğerine ise karşı kefeyi dengeleyecek kadar ağırlık. Sonra taşı bardaktaki suyun içine atın. Denge bozuldu mu? Niye?



Saçımızı Tarayalım

Saçınız kuruysa bahsedeceğimiz deneyi siz de yapabilirsiniz. Plastik küçük bir tarak alıp saçınızı tarayın; aslında tarağı tüylü bir kumaşa sürtseniz de olur. Sonra lavaboya gidip musluğu azıcık açın, öyle ki su damla damla aksın. Tarağı suya yaklaştırın. Damlacıkların birleştiğini ve tarağa doğru yaklaştıklarını göreceksiniz! Niye? (Bu deney kuru hava koşullarında daha iyi sonuç vermektedir).



Tartılın Bakalım!

Basküle çıktığınızda öne doğru eğilin. Ne oluyor? Öne eğilirken kilo kaybediyorsunuz değil mi? Şimdi başka bir şey deneyelim. Dik dururken kollarınızdan birini hızla yukarı kaldırın. Kolunuzu yukarı doğru kaldırırken kilonuzun da bir an için arttığını fark etmişsinizdir sanırım. Peki niye böyle oluyor?



Kaçışan Karabiberler

Bir bardağa su doldurun, üzerine de biraz karabiber ekin. Daha sonra bulaşık deterjanına sürdüğünüz parmağınızın ucunu su yüzeyine değdirin. Karabiber taneciklerinin parmağınızı değdirdiğiniz noktadan bu kadar hızlı bir şekilde uzaklaşmaları sizi şaşırtmadı mı? Böyle davranmalarının nedeni ne olabilir?



Çılgın Lastik

Kalın bir paket lastiği alın. Lastiği hızla gerdirip alnınıza değdirin, sıcak değil mi? Sanırım böyle bir şey beklemiyordunuz. Gazlar hızlı bir biçimde genleştiklerinde genellikle soğurlar. Peki lastiğimiz niye ters bir tepki veriyor dersiniz?



Gerçek ve Kurgu – Filmlerde ve Kitaplarda

"Nerede okumuş olursanız olun veya kim söylemiş olursa olsun ki buna ben de dahilim, aklınıza yatmayan ve sağduyunuza ters düşen hiçbir şeye inanmayın."

GAUTAMA BUDDHA

"Bir tartışma sırasında o konuda yazılmış kitaplara başvuran kişi aklını değil hafızasını kullanıyor demektir."

LEONARDO DA VINCI

Dan Sesi Çıkmadan

Filmlerde, sözgelimi Alfred Hitchcock klasiklerinden *North by North-West*'te (*Gizli Teşkilat*), tabancayla ama yine de sessizce işlenen cinayet sahnelerine sık rastlanır. Tabancalara takılan susturucular bu işi nasıl becerirler?

Fahrenhayt 451

François Truffaut'nun ünlü filmi *Fahrenheit 451* (*Fahrenhayt 451*), adını ilginç bir durumdan almaktadır. Bu derecede, üstü kapalı olmayan, kâğıttan yapılmış bir tencerenin içinde kâğıdı yakmadan su kaynatılabilir. Böyle bir şey nasıl olabiliyor dersiniz?

Karanlığa Kadar Bekle

Son günlerde televizyon haberlerinde gece çekilen fotoğraflar çok sık olarak yer almaya başladı. Nasıl oluyor da gece karanlığında ek bir ışık kaynağı kullanılmadan bu kadar kaliteli fotoğraflar çekilebiliyor?



Oscar Kazanmış Bir Problem

Sir Richard Attenborough'nun Oscar ödüllü filmi *Gandhi*'yi seyrettiyseniz, Gandhi'nin pamuklu giysisini yoksul kadına verdiği etkileyici

sahneyi de hatırlıyorsunuzdur. Gandhi giysisini çıkarıp top yapar ve kadına doğru atar. Nehre düşen giysi suyun üzerinde kadına doğru ilerlerken yavaş yavaş açılır. Buruşuk giysinin suya atılınca açılmasının nedeni ne olabilir?



Görünmez Adam

H. G. Wells, meşhur kitabındaki görünmez adamını yaratırken şu hileyle başvurmuştu: Görünmez adamın kırılma indisi havanınkiyle aynı değerdeydi. Böylece ışık ışınları herhangi bir yansımaya veya kırılmaya uğramadan adamın içinden geçip gidebiliyordu. Yalnız burada Wells, bilimsel bir hata yapmıştı. Ne olduğunu bulabilir misiniz?

Hıçkıran Şarlo

City Lights (*Şehir Işıkları*) adlı filmi seyrettiyseniz, Charlie Chaplin'in tutulduğu hıçkırık krizini hatırlıyorsunuzdur. İnsan neden hıçkırır?

Uğuldayan Teller

Charlie Chaplin'den başka, sinema sanatına yaptığı katkılardan dolayı Oxford Üniversitesi tarafından fahri doktora unvanı verilen tek film yönetmeni Satyacit Ray'dir. *Pather Pançali* de



bu yönetmenin en beğenilen filmlerinden biridir. Filmde, iki çocuğun (Durga ve erkek kardeşi Apu) bir çayırlıkta koştukları ve rüzgârda uğuldayan telgraf tellerinin sesini şaşkınlıkla dinledikleri çok etkileyici bir sahne vardır. Peter Sellers da bu sahne hakkında şöyle yazmıştı: "O kadar güzeldi ki ağlayabilirdim." Telgraf telleri rüzgârda niye uğuldar?



Mıknatıslanan Kılıç

Satyacit Ray'in bir dedektiflik öyküsünde (*The Royal Bengal Mystery*) olayla ilgilenen dedektif, ölünün bir cinayete kurban gitmediğini, yıldırım çarpması sonucu öldüğünü iddia ediyordu. Bu iddiasını adamın elinde tuttuğu demir kılıcın mıknatıslanmış olmasına dayanarak öne sürmüştü. Ayrıca elinde o bölgeye yıldırım düştüğünü gösteren ikinci dereceden deliller de vardı. Yıldırım düşmesinin bir demir kılıcı mıknatıslayabileceğine ihtimal veriyor musunuz?



Ben Hur'daki At Arabası Yarışı

Sinema klasiklerinden *Ben Hur*'u görmüş müydünüz? Peki o muhteşem yarış sahnesini hatırlıyor musunuz? Hatırlıyorsanız, arabalar belirli bir hıza ulaştıktan sonra tekerlerinin sanki yavaşça geriye doğru dönüyormuş gibi göründükleri de dikkatinizi çekmiştir. Bu görüntüye hızlı dönen vantilatörlerde de rastlanır. Peki niye böyle olduğunu biliyor musunz?

Doktor Jivago

Sonbaharda düşen yapraklarla verilen "sakin ve hüzünlü" hava birçok filmde, sözgelimi David Lean'in *Doctor Zhivago*'sunda (*Doktor Jivago*), kullanılarak unutulmaz sahneler yaratılmıştır. Yapraklar sonbaharda niye kızarır veya sararır ve sonra da düşerler?



Yeşil Işık

Jules Verne'in romantik romanı *Le Rayon Vert*'in (*Yeşil Işık*) sinema versiyonunda ilginç bir

olaydan bahsedilir. Bazen Güneş batarken (veya doğarken) hemen üzerinde birkaç saniye için yeşil bir ışık çizgisinin görüldüğü olur; bu durum birçok kişi tarafından gözlemlenmiştir. Bir İrlanda efsanesine göre "yeşil ışığı" gören kişi, o andan sonra aşk ilişkilerinde hiçbir zaman hayal kırıklığına uğramaz. Man Adası'nda bu ışığa "hayat ışığı" adı verilir. Bu ışığın ortaya çıkış nedenini biliyor musunuz?



Irmağın Sesi – Doğanın Gizleri

"Doğa! En küçük bir çaba harcamadan ve mükemmel bir kusursuzlukla en basit maddeden son derece farklı şeyler yaratıyor; hepsinin üzerine de ince bir tül örtüyor. Yarattığı her bir parçanın kendine has özellikleri, her bir durumun ayrı açıklaması var ama sonuçta hepsi birlikte bir bütünü oluşturuyor."

GOETHE

Richard Feynman'ın sanatçı bir arkadaşı vardı. Feynman'a sık sık "Ben, bir sanatçı olarak, daldaki çiçeğin güzelliğini görebilirim. Sen ise, bir bilim adamı olarak, çiçeği kopartır ve solmasına neden olursun." derdi. Feynman aynı fikirde değildi. *What do you care what other people think?* (Başkalarının Ne Düşündüğünden Sana Ne?) adlı kitabında ona şöyle cevap veriyor (Unwin Hyman, Londra, 1988): "İçindeki hücreleri tasavvur edebiliyorum ki onlarda da bir güzellik var. Bir santimetrekarelik görünür alanda değil, daha küçük boyutta da güzellikler var. Hücrelerde karmaşık etkinlikler ve başka bazı süreçler yaşanıyor. Çiçeklerin renkli olmalarının nedeninin, polenleri dağıtmak üzere böcekleri çekmek olması çok ilginçtir; demek ki böcekler renkleri ayırt edebiliyor. Bu saptama beraberinde yeni bir soru getiriyor: Daha az gelişmiş canlı türlerinde bizim sahip olduğumuza benzer bir estetik duygusu var mı? Bilim bize bunun gibi birçok ilginç soru sorma imkânı verir. Yani bilim, çiçeğin gizemini, yarattığı heyecanı ve saygıyla karışık korkuyu artırır. Eklemeler yapar. Nasıl olur da bir şeyler eksiltiyor gibi görünür anlamıyorum." İşte size sanatçı arkadaşlarınız karşısında üstünlük kazandıracak bir fikir.



Irmağın Sesi

Hiç hayatınızda güneşli bir öğleden sonrayı çimenlere uzanmış, yanınızda akıp giden ırmağın

sesini dinleyerek geçirdiğiniz oldu mu? Bu sesin birçok şair ve müzisyene ilham verdiği, yaratıcılıklarını harekete geçirdiği söylenir. Irmaklar niye böyle bir ses çıkarır biliyor musunuz?



V Uçuşu

Göçmen kuşların akşam karanlığında gökyüzünde V şeklinde uçarak uzaklaşmaları görülmeye değer manzaralardan biridir. Göçmen kuşlar neden V biçiminde diziler oluşturarak uçarlar?

Işık ve Gölge

Bir ağaç gölgesinde oturmuşluğunuz varsa yerdeki ışık noktaları dikkatinizi çekmiştir. Büyüklükleri farklılık gösterse de bütün noktalar elips biçimindedir. Niye?

Buzlu Buzul

Buzulun en dipte k lan kısımları rirken geri kalanı niye erimez?



Raman Rayleigh'e Karşı

1910 yılında bir deniz gezisinden dönen Lord Rayleigh şöyle yazmıştı: "Açık denizlerin o çok

beğenilen koyu mavi renginin denizin gerçek rengiyle bir ilgisi yoktur; sadece gökyüzünün mavisinin yansıması sonucu öyle görünür". On bir yıl sonra, Nobel ödüllü Hintli fizikçi Sir C. V. Raman, İngiltere'ye doğru yaptığı deniz yolculuğu sırasında Akdeniz'in koyu mavi rengine hayran kalmış ve denize bakıp düşüncelere dalmış. Raman daha sonra gemide küçük bir deney yaparak Rayleigh'in iddiasının doğruluğunu sınamış. Ne yaptığını ve nasıl bir sonuca ulaştığını tahmin edebilir misiniz?

Mavi ve Yeşilin Tonları

Denizlerin belirli tek bir rengi yoktur. Bir denizin rengini hangi etkenler belirler?



Gökyüzünün Mavisi

Gökyüzünün mavi görünmesinin nedeni genellikle şöyle açıklanır: Atmosferdeki parçacıklar tarafından saçılıma uğratılan ışığın şiddeti, dalga boyu kısaldıkça artar (Rayleigh Saçılımı Yasası). Mavi ışığın dalga boyu kırmızınınkinden daha kısa olduğundan, mavi ışık kırmızıya göre daha fazla saçılıma uğrar ve dolayısıyla gökyüzü mavi görünür. Ancak mor ışığın dalga boyu mavininkinden bile daha kısadır. Peki o zaman gökyüzü niye mor değil?

Tepelerin Tepesi

Gezegenimizde Everest dağından daha yüksek bir dağ olamaz mı diye düşündüğünüz hiç oldu mu? Biraz şaşırtıcı ama olamaz! Peki niye olamaz?

Donan Göller

Göller ve nehirler kışın donarlar; ama içlerindeki hayat devam eder. Bu nasıl gerçekleşir?

Damla Damla

Yağmur bir anda boşalmak yerine niye damla damla yağar?

Kumdaki Ayak İzleri

Deniz kıyısında ıslak kumda yürürken bastığımız yerler niye kurur?

Deniz Kabuklarının Uğultusu

Kulağınıza bir deniz kabuğu dayadığınızda duyduğunuz gerçekten de denizin sesi midir?

Göçmen Kuşlar

Göçmen kuşlar her yıl, kışı daha sıcak bir bölgede geçirmek için inanılmayacak kadar uzun mesafeler kat ederler. Bu kuşlar nasıl olur da her yıl hiç kaybolmadan yollarını bulurlar?

Beyaz Köpüklü Dalgalar

"Azgın dalgalar vardı
çok sayıda molekülden oluşan,
moleküllerin her biri kendi derdindeydi
trilyonlarca fakat yapayalnızdılar
oysa bir arada beyaz köpükleri oluşturuyorlardı."

Yukarıdaki satırlar ünlü fizikçi Richard Feynman'ın Amerikan Ulusal Bilim Akademisi'nin 1955 sonbahar toplantısında verdiği halka açık bir konferansta okuduğu şiirinden alınmıştır. Kırılan dalgaların üzerindeki beyaz köpüklerin o kadar göz alıcı ve beyaz görünmelerinin nedeninin ne olabileceğini hiç merak ettiniz mi?

Çarpan Balık

600 volt geriliminde yaklaşık bir amperlik akım üretebilen balıklar olduğunu duymuşsunuzdur. Peki ama bunu nasıl başarıyorlar?

Şimşek

Niye şimşek çakar?

Bukalemun Ay

Ay'ın rengindeki değişiklik birçok kişinin dikkatini ve ilgisini çekmiştir. Sözgelimi, Shakespeare *Romeo ve Juliet*'te bu konudan söz etmiştir. Ay gün boyunca bembeyazken, akşamları sararır, daha sonra, önce sarı sonra da sarı-beyaz görünür. Niye böyle olduğu konusunda bir fikriniz var mı?

Gökyüzünden Daha Aydınlık

Havanın kapalı olduğu kasvetli bir kış gününde, karla kaplı çatıların gökyüzünden çok daha aydınlık göründüğü dikkatinizi çekmiştir. Üstelik bu sırada aydınlanmayı sağlayan tek kaynak da bulutlardan gelen ışıktır. Böyle bir şey nasıl olabilir?

Dumanın Rengi

Kalabalık bir kanal boyunca yürüme şansınız olursa, benzin ya da mazot motorlu teknelerin saldığı dumanlara dikkat edin. Aydınlık gökyüzünde yükseldiklerinde sarımtırak kırmızı gibi görünürler. Arkalarında karanlık bir zemin olduğunda ise mavidirler. Niye?

Çiylenme Noktası

Çiy neden genellikle havanın sakin ya da rüzgârın hafif olduğu bulutsuz gecelerde oluşur? Parlak metal yüzeyler niye etraflarındaki diğer birçok maddeden sözgelimi camdan daha az çiy toplarlar?



Kışın Peçesi

Kış birçok bölgede sis mevsimi olarak bilinir. Alacakaranlıkta kırlık alanda yolculuk yaptıysanız, kiremitle kaplı çatıların hemen üzerine kadar inmiş yoğun dumanı görmüşsünüzdür. Bu, güz sonunda ve kışın çok rastlanan bir görüntüdür ama nedense diğer mevsimlerde görülmez. Niye böyle olduğunu tahmin edebilir misiniz?



Ay'ın Hayaleti

Ay tutulmaları sırasında Ay tamamen Dünya'nın gölgesi içine girdiği zamanlarda da görünmeye devam eder; ancak rengi soluk kırmızıdır. Neden?



Yuvarlak Gökkuşağı

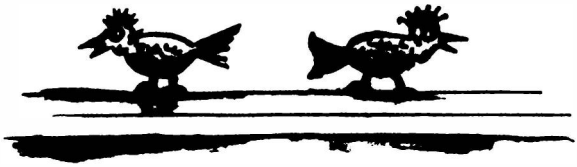
Bir keresinde bir uçak yolculuğu sırasında aşağıya baktığımızda çok hoş bir manzarayla karşılaşmıştık: Altımızdaki bulutların üzerinde, ortasına uçağımızın gölgesinin düştüğü yuvarlak bir gökkuşağı. Nasıl olmuştu da yuvarlak bir gökkuşağı görebilmiştik?



Ay ve Nehir

Geçenlerde bir meslektaşımız, mehtaplı bir gecede uçakla bir nehrin üzerinden geçiyormuş.

Pencereden baktığında, Ay'ın nehre düşen aksinin nehrin genişliğinden daha büyük olduğunu görmüş, öyle ki akis nehre sığmıyormuş; bu durum onu şaşkına çevirmiş! Üstelik uçak yükseldikçe nehrin eni daralıyor gibi görünürken (ki beklenen de budur) Ay'ın aksi küçülmüyormuş. Bunun nedeni ne olabilir?



Cehaletin Saadeti

Tehlikeli yüksek gerilim hatları üzerinde kaygısızca oturan kuşları siz de görmüşsünüzdür. Peki niye onları elektrik çarpmıyor?

Arıların Vızıltısı

Arılar nasıl vızıldarlar?



Çekirgenin Ele Geçirilemezliği

Hiç bir çekirgenin sesini dinleyip yerini bulmaya çalıştığınız oldu mu? Tam sesin geldiği noktayı tespit ettiğinizi sanırsınız ve oraya bakarsınız ki, çekirge sanki anında sıçrayıp sizi atlatır. Çekirgeyi bu kadar zor ele geçirilir yapan nedir?



Becerikli Böcekler

Suyun üzerinde yürüyen veya kayıp giden böcekler görmüşsünüzdür. Nasıl oluyor da batmadan böyle şeyler yapabiliyorlar?



Suyun Yükselişi

Nasıl oluyor da ağaçları besleyen özsuyu ağacın ta tepesine kadar çıkabiliyor? Bilindiği üzere vakum pompaları suyu en fazla 10 metre kadar yükseğe çıkarabilir; daha yukarı çıkarmasına hava basıncı izin vermez. Ancak ağaçların çoğunun boyu on metreden uzundur. Hatta 80-90 metrelik ağaçlar bile vardır. Bu ağaçlar topraktan aldıkları suyu en yukarıdaki yapraklarına nasıl ulaştırıyorlar?



Ton Farkı

Sahile çarpan küpüklü dalgalar hoş bir manzara oluştururlar. Geri çekilen dalganın kumsal-

da bir iz bıraktığını görmüşsünüzdür. Islak kum, kuru kumdan daha koyu renklidir. Neden?



Dalgacıkların Şekli

Durgun suya bir taş atacak olursak, taşı attığımız noktadan dışa doğru açılan dairesel dalgacıklar oluştuğunu görürüz. Peki ya bu taşı akmakta olan bir suya atarsak dalgacıkların şekli nasıl olur?



Parıldayan Küçük Yıldız

"Parıldayan küçük yıldız,
O kadar uzakta yapayalnız,
Tek başına ne yaparsın,
Sanki değerli bir elmassın."

Niye yıldızlar parıldar da gezegenler parıldamaz?

Mavi Başucu

Günbatımından hemen sonra başucunun (başka bir deyişle *zenit*'in yani gökyüzünün başınızın



tam tepesinde olan kısmının) renginin laciverte döndüğünü fark etmiş miydiniz? Niye böyle olduğu konusunda bir fikriniz var mı?



Mavi Ay

"Kırk yılda bir" deyimini duymuşsunuzdur herhalde, işte mavi Ay da ancak kırk yılda bir rastlanan bir görüntüdür. Hiç gökyüzü gibi mavi bir Ay veya Güneş gördüğünüz oldu mu? Bildiğimiz kadarıyla Ay'ın ve Güneş'in mavi olarak göründüğünü iddia eden ilk güvenilir rapor 1950 yılının Eylül ayında yazılmıştı. Bu rapor, İngiliz Kraliyet Gözlemevi'ne bağlı olarak çalışan bir gökbilimci olan Robert Wilson'a aitti; Wilson, Edinburg'tan Ay'ı ve Güneş'i mavi olarak görmüştü. Hatta teleskop kullanarak gözlem yapmış ve Ay'ın ve Güneş'in bu renk görünmelerinin nedeninin Kanada'daki orman yangınları olduğu sonucunu çıkarmıştı. Orman yangınlarının mavi Ay ile ne ilgisi olabilir?



Hale

Hiç Ay'ın etrafında bir hale gördüğünüz oldu mu? Görmüş olmalısınız. Hale oluşmasının nedeni ne olabilir dersiniz?



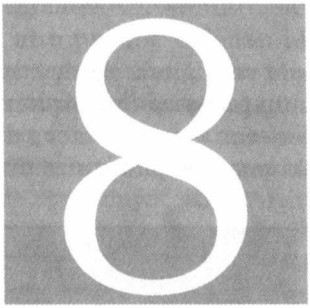
Olbers Paradoksu

Gece kafamızı kaldırıp yukarı baktığımızda, yıldızları saymazsak tüm gökyüzünün kapkara olduğunu görürüz. Gökyüzünün karanlık oluşunun, yaşadığımız evren hakkında bize neler söylediğini hiç düşündünüz mü?

Gece gökyüzünün karanlık olmasına o kadar alışkınız ki, bunun aslında çok büyük bir muamma olduğunun farkına varmamız hayli zor. Bu muamma, 1823 yılında bu sorundan bahseden önemli bir yazı yazmış olan Alman gökbilimci Heinrich Olbers'e atfen Olbers Paradoksu olarak adlandırılır.

"Paradoks" şu varsayımlara dayanıyor: (a) Evren sınırsız ve sonsuzdur; (b) yıldızlar ve galaksiler düzenli sayılabilecek bir biçimde dağılmışlardır; (c) bu dağılım zaman içinde değişmez, ya-

ni evren durağandır; (d) evren son derece yaşlıdır ve; (e) uzayda uzak kaynaklardan gelen ışığı soğuran veya engelleyen herhangi bir şey yoktur. Olbers, bu varsayımları kullanarak, tabii biraz da matematikten yararlanarak, ışık kaynaklarının birer nokta kaynak olması durumunda bile gökyüzünün her zaman son derece aydınlık olması gerektiği çıkarımına ulaştı. Kaynaklar, Güneş benzeri gökcisimleri olduğunda ise (yakındaki kaynaktan yayılan ışığın uzaktakilerin ışığını bloke edeceği düşünülse bile), gökyüzünün geceleri en az Güneş'in yüzey parlaklığı kadar aydınlık olması beklenir. Ancak gece karanlıktır. Paradoks da burada karşımıza çıkıyor zaten. (Bilim adamları "paradoks" kavramını "makul bir önermeden varılan makul bir çıkarımın akla yatkın olmayan bir sonuca ulaşması" anlamında kullanırlar.) Geceleri gökyüzünün karanlık olduğu bir gerçek; demek ki Olbers'in sonuca ulaşırken kullandığı varsayımlardan birkaçının yanlış olması gerekiyor. Sizce hangileri?



Biraz Kafa Patlatın

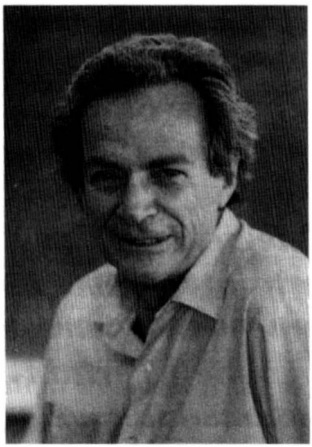
"Bilimle uğraşan kişi, cehalet, şüphe ve kesin olmayışlıkla iç içedir .... İlerlemek için cehaletimizin bilincinde olmamız ve şüpheci davranmamız gerektiğini anlamış bulunuyoruz. Bilimsel bilgi, farklı kesinlik derecelerine sahip ifadeler topluluğudur ki bunlardan bazıları pek kesin değildir, bazıları ise kesin sayılabilir ama hiçbiri tam olarak kesin değildir .... Aşırıya kaçmayan bir cehalet felsefesinin beraberinde getirdiği büyük ilerlemeyi bilen kişiler olarak, şüphenin korkulacak bir şey değil hoş karşılanacak ve tartışılacak bir şey olduğunu öğretmek bilimle uğraşan kişiler olarak bizim sorumluluğumuzdur."

RICHARD FEYNMAN

"Uyanın Beyler!
Biraz kafa patlatın da
şu derdimize bir derman bulun."

Fareli Köyün Kavalcısı'ndan

Bu bölümde verdiğimiz ilginç örnekler üzerinde siz düşünüp taşınacak ve bir karar vereceksiniz. Biz sadece can alıcı noktalara dikkatinizi çekeceğiz; açıklamayı yapmak size düşüyor.



Richard Feynman (1918-1988) New York'ta doğmuştur. Dirac'la birlikte ışık ve elektronlar arasındaki etkileşim üzerine yaptıkları çalışma onlara 1965 Nobel Fizik Ödülü'nü kazandırdı. Sunuşundaki büyük yaratıcılıkla fiziğin derinlemesine anlaşılmasını sağlayan eşsiz bir öğretmendi. Fizik dışındaki maceralarıyla da efsaneleşmiştir. Bunları Surely You're Joking Mr. Feynman! Adventures of a Curious Character *(Herhalde Dalga Geçiyorsunuz Bay Feynman! Meraklı bir Adamın Maceraları) adlı kitabında toplamıştır. Fotoğraf, AIP Niels Bohr Kütüphanesi'nin izniyle yayımlanmıştır.*

Feynman ve Yalpalayan Tabak

Feynman ünlü anı kitabı *Surely You're Joking Mr. Feynman*'da (Herhalde Dalga Geçiyorsunuz Bay Feynman!) (W. W. Norton, 1985), bir gün Cornell Üniversitesi'nin kantininde elindeki tabağı havaya atıp tutarak dolanan bir çocuk gördüğünden bahsediyor. Feynman, tabağın üzerindeki Cornell ambleminin tabağın yalpalayışına göre daha hızlı döndüğünü fark etmiş. Bu da onu durumun fiziksel açıklamasını yapmaya çalışmaya ve fizikle "oynamaya" itmiş. Kitapta "Nobel Ödülü'nü kazanmama neden olan çizimlerden ve çalışmanın tümünden yalpalayan tabak sorumludur" der. "Yalpalama açısı çok küçük olduğunda, amblemin, yalpalama hızından iki kat daha hızlı döndüğünü fark ettim" diye ekler. Ancak Benjamin Fong Chao, 1989 yılı Şubat ayında çıkan *Physics Today* dergisinde yayımlanan mektubunda, doğru cevabın bunun tersi olduğunu iddia etmiştir. Ona göre, bir tabak, yalpalama açısı küçük olduğunda dönüş hızından iki kat hızlı yalpalar. Chao şöyle diyor. "Bu hata hafızanın küçük bir oyunu olabilir; ancak kitabın genel havası ve yazarın karakteri göz önüne alındığında, fiziksel bir durumu deney yapmadan kabullenenlere yapılmış bir tür şaka olabileceği gibi bir ihtimal akla geliyor. Gerçeği bilmiyoruz ve belki de asla öğrenemeyeceğiz." İşte size uğraşabileceğiniz bir sorun. Tatmin edici ve savunabileceğiniz bir cevap bulursanız lütfen bize de haber verin.

Fısıltı Galerileri

Londra'daki St. Paul Katedrali'ni gezdiyseniz kubbe altındaki büyük galerinin alçak sesle söy-

lenen şeylerin bile uzak mesafelerden duyulabilmesine imkân verme gibi bir özelliği olduğunu fark edince çok şaşırmış olmalısınız. Bu tür yapılara "fısıltı galerileri" adı verilmektedir. 1920'li yıllarda Lord Rayleigh ve Sir C. V. Raman'ın izinden gelen ünlü bilim adamları, uzun süredir kalabalık turist gruplarını çeken ama bilim adamlarınca nadiren ilgi gösterilen bu durumun nedenini anlama amacıyla bazı çalışmalar yaptılar.

Arkadaşınız galerinin duvarına yakın olduğunda sesini daha rahat duyabiliyor olmanız, açıklamanın yapılması açısından önemli bir ipucudur. Ayrıca, sözgelimi alkış sesi gibi bir ses, birkaç kez yankılanıyordu; ancak yankıların şiddeti giderek azalıyordu.

Lord Rayleigh'in *The Theory of Sound* (Ses Kuramı) adlı kitabında (Dover, New York, 1945 baskısı, s. 129-9) bu etkiden kısaca bahseden bir bölüm vardır. Daha sonra bu konuyu ele alan başka çalışmalar da yapılmıştır. Sözgelimi, Y. Sato (*Nature,* 189. cilt, s. 475, 1961), Rayleigh ve Raman'ın açıklamalarının eleştirel bir bakış açısıyla inclenmesinin gerekli olduğunu düşünenlerdendir.

Belki siz bu etkiyi açıklayan kuramda yenilik getiren bir değişiklik yapabilir ve Sir Christopher Wren'in şaheserini gölgede bırakabilecek modern bir yapı tasarlayabilirsiniz!

Islıkla Melodi Çalmak

Islık çalmak gibi olağan bir şeyin fiziksel açıklamasının yapılması son derece güçtür. Islık, delik-ton etkisi olarak adlandırılan durum sonucunda ortaya çıkar. Hava bir delikten geçerken



yeterince hız kazanırsa, girdaplar oluşmasına neden olur; zaten ses çıkmasının nedeni de bu girdaplardır. Ancak bu sürecin ayrıntılarını saptamak pek kolay değildir.

Öten çaydanlıkların düdükleri de delik-ton mantığıyla işlemektedir. Böyle çaydanlıkların ağzında genellikle aralarında küçük bir oyuk bulunan iki delikli bir düdük bulunur. Hava akımının deliğe çarpması sonucunda oluşan girdaplar, ikinci delikte sıkışan havanın (hoparlörlerin içindeki diyaframlara benzer biçimde) titremesine neden olur. Bu konu ilginizi çektiyse, R. C. Canaud'un delik-ton etkisini konu alan ve bu etkiyi açıklamaya çalışan yazısını (*Scientific American*, 222. cilt, s. 40, 1970) okuyabilirsiniz. Hiç suyun altında ıslık çalmayı denediniz mi? Böyle bir şey mümkün müdür dersiniz?

Feynman ve Takla Atan Teneke

Feynman bir gün öğretmeni John Wheeler'ın karısının yemek pişirmekte olduğu mutfağa girmiş. Eline kapalı bir teneke konserve almış ve çocuklara "Bu kutunun içindekinin sıvı mı yoksa katı mı olduğunu kutuyu açmadan veya etiketini okumadan söyleyebilirim" demiş. Çocuklar pek inanmış gibi görünmemişler ve "Nasıl?" diye sormuşlar. Feynman kutuyu havaya fırlatmış ve kutunun dönüşünü ve sallanışını seyrettikten



sonra "Sıvı" demiş. Kutuyu açtıklarında yanılmadığını görmüşler. Nasıl bilmiş olabilir? İpucu: Feynman'ın yaptığı "numara" başarıyla sonuçlanmıştı çünkü kutunun içindeki sıvı kutuyu tam olarak doldurmuyordu.



Kaydırmaca

Hiç su üstünde taş kaydırdınız mı? Kaydırdıysanız taşın batana kadar, giderek kısalan aralıklarla sıçradığını fark etmişsinizdir. E. H. Wright ve K. K. Kriston, deniz kıyısında ıslak ve sıkışık olan kum üzerinde taş kaydırırlarken ilginç bir durumla karşılaşmışlar (*Scientific American*, 219. cilt, s. 112, Ağustos 1968). Taşın ilk sıçrayış mesafesi kısa, bir sonraki ise ondan biraz daha uzunmuş. Bundan sonrası biraz garip: Sonraki sıçrayışlar da önceki ikisinin sırasıyla kısa-uzun olarak gerçekleşmiş (periyodik davranış) ve bu, taşın sekmesi duruncaya kadar böyle devam etmiş. Ayrıca bu davranışın uygun biçimli bütün taşlar için geçerli olduğu görülmüş.

İkinci Dünya Savaşı sırasında barajları bombalamak için kullanılan ve "sıçrayan bomba" olarak adlandırılan bombalarda da buna benzer bir

etki görüldüğünün saptanması çok ilginçtir. Bu konuda daha ayrıntılı bilgi edinmek istiyorsanız, G. Lyall tarafından yayıma hazırlanan *The Royal Air Force in World War II* (II. Dünya Savaşı Sırasında Kraliyet Hava Kuvvetleri; W. Morrow and Co., 1968) adlı kitaba başvurabilirsiniz.

Kumda kayan taşın bu kendine has gidiş biçiminin nedeni, taşın kinetik enerjisinin, ötelenme enerjisi ile dönme enerjisinden oluşması ve bu ikisinin düzenli olarak birbirinin yerini almasıyla ilişkili olabilir. Taşın kuma yaklaştığı ve kumdan sektiği açılar çok önemlidir. Kumun sürtünme katsayısı çok yüksektir; dolayısıyla bunun da önemli bir faktör olması gerekir. Bu olayın fizik açısından daha ayrıntılı olarak incelenmesi öğretici olabilir.

Topaç



Niels Bohr Arşivi'nin izniyle yayımlanmıştır.

Yukarıdaki fotoğrafa dikkatlice bakın, yerdeki nesneyi şaşkınlık içinde seyreden bu iki adamı

tanıyabildiniz mi? Onlar yüzyılın seçkin fizikçileri Niels Bohr ve Wolfgang Pauli. İlgilerini çeken şey ise bir tür "topaç". Armut biçimli bu ilginç oyuncağı şişman tarafı altta kalacak biçimde çevirip bıraksanız bile o hemen dönüyor ve hareketine sivri ucunun üzerinde devam ediyor. Peki sizce bu durum biraz garip değil mi? A. P. French ve P. J. Kennedy'nin yayıma hazırladığı *Niels Bohr – A Centenary Volume* (Niels Bohr – Yüzüncü Doğum Yılı Anısına; Harvard University Press, 1985) adlı kitapta yer alan makalesinde H. B. G. Casimir, Bohr'un bu oyuncakla ve oyuncağın fiziğiyle yakından ilgilendiğini söylüyor. Casimir, aynı durumun katı bir yumurta için de geçerli olduğunun söylendiğinden bahsediyor.

Oyuncağın bu kararlı dönüşünü, dönme devinimindeki eylemsizliğe yani açısal momentumun korunumuna borçlu olduğu çok açık. Hiç kuşkusuz sürtünme de önemli bir rol oynuyur. Ancak niye üzerinde döndüğü tarafı tekrar tekrar değiştirmiyor? Dönüş sırasında şişman kısmın yukarıda bulunduğu konum niye daha kararlı? Siz en iyisi bu konu üzerinde biraz düşünün.

Yüzen Jiletler ve Kibrit Çöpleri

İki jilet, iki kibrit çöpü ve su dolu bir kap alın. Jiletleri batmamalarına dikkat ederek yavaşça suyun üzerine bırakın. Jiletlerden birini parmağınızla yavaşça ittirerek diğerine yaklaştırın. Fark ettiyseniz aralarında 3-4 mm kadar bir mesafe kaldığında jiletler kendiliklerinden harekete geçip birbirlerine yapıştılar; öyle ki siz ayırmazsanız ayrılmıyorlar. Aynı durumu, iki jilet yerine iki kibrit çöpü kullandığınızda da gözlemleyebi-



lirsiniz. Ancak suya bir jilet ve bir kibrit çöpü bıraktığınızda ve onları birbirine yaklaştırmaya çalıştığınızda, bu ikilinin diğerleri gibi davranmadığını ve birbirlerini ittiklerini göreceksiniz.

Size önerimiz bu deneyi farklı maddelerle (farklı şekilli maddelerle de olabilir) yapmanız ve bu konuda genel bir kural çıkarılıp çıkarılamayacağını araştırmanız. Yüzen nesneler neden böyle davranıyorlar?



Yüzen Mantarın Esrarı

Küçük bir parça mantar alın ve bu mantarı ıslattıktan sonra yarısı su ile dolu bir bardağın içine atın. Fark ettiyseniz mantar bardağın kenarı boyunca hareket ediyor. Bardağa yavaş yavaş su ekleyin. Bardağı ağzına kadar doldurduğunuz anda mantarın ortaya doğru yüzdüğünü ve orada kaldığını göreceksiniz. Bu durumun su yüzeyinin kavisinin tersine dönmesiyle ilgili olduğu çok açık. Peki ama bu değişikliğin nedeni ne?

Mantarın ortaya doğru gitmesine ve orada kalmasına neden olan şey tam olarak nedir? Esrarını koruyan bir durum daha var ki o da, bardak tam dolu olsun veya olmasın mantarın hep su yüzeyinin yukarısına çıkmaya çalışıyor olması. Ne oluyor dersiniz?

Kırmızı Yıldız

Çok yüksek bir sıcaklığa (sözgelimi 2000°C kadar) maruz kalan bir cisim Dünya'da *akkor* olarak görünür; ancak aynı sıcaklıktaki bir yıldız kırmızıdır. Niye?

Yıldızlardan gelen ışık çok düşük yoğunluktadır; gözümüz de bu ışık seviyesinde kırmızı ışığa diğer renklerden daha duyarlıdır, gibi bir açıklama yapılabilir. Aklınıza başka bir açıklama geliyor mu? Konuyla ilgili bir başka durum da, çıplak gözle baktığımızda neredeyse bütün yıldızları aynı renkte görüyor olmamızdır. Halbuki optik teleskoplarla çekilmiş renkli fotoğraflara baktığımızda yıldızların birçok farklı renkte olduklarını görürüz.



Su Balesi

Musluğu su ip gibi akacak şekilde açın. Akan suyun yolunu parmağınızla kesin; suyun durağan dalga biçiminde aktığını göreceksiniz. Suyun akı-

şındaki dalgalanma, elinizle musluk arasındaki mesafenin değişmesiyle bağlantılı olarak farklılık gösterir. Bu ilginç durumun tam bir açıklaması henüz yapılamadı. Yardımcı olabilir misiniz?

Titreyen Gökkuşağı

M. Minnaert *The Nature of Light and Colour in the Open Air* (Açık Havada Işık ve Renk; Dover, 1954) adlı kitabında, J. W. Laine tarafından keşfedilmiş çarpıcı bir etkiden bahsediyor. Öyle ki gökkuşağını oluşturan renklerin arasındaki sınırlar, her şimşek çakışında belirsiz hale geliyormuş. Laine durumu "Sanki gökkuşağı bir bütün olrak titredi" diye anlatıyor. Daha sonra yapılan çalışmalarda bu optik etkinin, şimşekle aynı anda değil, ondan birkaç saniye sonra, gökgürültüsü ile birlikte görüldüğü saptandı. Ayrıca etkinin gökkuşağını oluşturan su damlacıklarının büyüklüklerinin artması ile de bir ilişkisi vardı.

Şimşek çakması sırasında meydana gelen elektrik boşalımının, damlacıkların yüzey gerilimleri üzerinde, daha kolay birleşmelerine olanak verecek şekilde bir değişiklik yarattığı gibi bir açıklama yapılabilir. Ancak bu durumda, değişikliğin gerçekleşmesi için gerekli olan sürenin, şimşek çakışıyla gökgürültüsünün duyuluşu arasında geçen süreye eşit oluşunun garip bir tesadüf olarak kabul edilmesi gerekir. Kararı size bırakıyoruz.

Mavi Dağlar

Tepelik arazilerde gezinirken, uzaktaki dağların neden genellikle mavi göründüğünü hiç düşündünüz mü?



Yapılabilecek mantıklı açıklamalardan biri, dağların yeşil bitki örtüsüyle kaplı olmaları durumunda güneş ışığının kırmızısını soğuracaklarıdır. Üstelik tepelerin çoğunda yaprakları çeşitli güzel kokulu uçucu bileşikler yayan ağaçlar vardır. Dolayısıyla bu tepelerin üzerleri bu buharla kaplı gibidir. Bu örtünün yansıttığı ışık ise mavi bakımından zengindir.

Arkadaşımız Unnikrishnan'ın söylediğine göre, bulutların gölgesinde ya da sabah veya akşam güneşinde (yani güneş ışığının dik açıyla gelmediği sıralarda) en uzaktaki tepe diğerlerine göre daha mavi görünüyormuş. Hatta uzaktaki bu gölgeli tepenin bitki örtüsü bile mavi gibi duruyormuş. Unnikrishnan dolayısıyla önemli olanın, gözlemciyle uzaktaki cisim arasındaki havadan yayılan ışık ile cisimden yansıyan ışığın yoğunluklarının göreli büyüklükleri olduğu sonucunu çıkarıyor. Aynı fikirde misiniz?

Gerileyen Mavi

Kumsalda dikilip denize baktığınızda, ufka yakın bir yerde denizin aniden daha koyu mavi görünmeye başladığı bir sınır olduğunu görürsünüz. Yakınlarda bir tepe varsa ve siz de bu tepeye tırmanmaktaysanız demin bahsettiğimiz sınırın ufka doğru geriliyormuş gibi göründüğünü fark edersiniz. Niye?



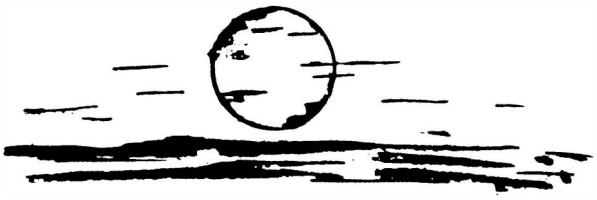
Elimizde ipucu sayılabilecek bir gerçek var: Bir tepenin üzerindeyken denize baktığımızda, deniz ile aramızdaki hava katmanları güneş ışınları tarafından üstten veya yanlardan aydınlatılıyorlarsa ağırlıklı olarak mavi ışığı saçılıma uğratırlar. Bu etki fonda denizin mavisinin olmasıyla daha da güçlenebilir ve denizin uzak kısmının daha mavi gürünmesine yol açabilir. Ancak bu durumun, ufkun yakınındaki keskin sınırın biz yukarı doğru tırmandıkça gerilemesine nasıl neden olabileceği konusunun araştırılması gerekir.

Giz Veren İzler

Herhalde bir jetin arkasında gökyüzünde bıraktığı beyaz izleri görmüşsünüzdür. Bu durumun alışılmış açıklaması şöyledir: Jet motorları, egzoz gazlarını hızla dışarı püskürterek çalışır. Petrol ve diğer uçak yakıtları yandıklarında açığa çıkan şeylerden biri de su buharıdır. Yüksek irtifalarda hava sıcaklığı 0°C'nin hayli altında olduğundan, bu buhar yoğunlaşarak buz kristallerine dönüşür; biz de bunları iz şeklinde görürüz.

Bu açıklama yanlış değildir ama eksiktir. Hepsi bu kadar olsaydı, izlerin havanın bulutsuz olduğu her zaman görünmesi gerekirdi; çünkü jet uçaklarının uçtukları yüksekliklerde (9000 metre civarında) hava her zaman 0°C'nin altında-

dır. Demek ki bu izlerin çoğu zaman görünmemesinin altında yatan nedenin araştırılması gerekmektedir. Sizce ne olabilir?



Ay Batımı

Ay'ın ufka yakın olduğunda, başucunda yani tam tepemizde olduğundan daha büyükmüş gibi göründüğünü fark etmiş olabilirsiniz. Peki hiç neden böyle olduğunu düşündünüz mü? Optik bir yanılsama olduğu kuşkusuz; ama nedeninin ne olduğu konusu biraz tartışmalı.

L. Kaufman ve I. Rock (*Science*, 136. cilt, s. 953, 1962) bu konu üzerinde ayrıntılı bir çalışma yapmışlar ve Ay'ın, ufka yakınken *görünen* çapının, tepedeykenki çapından 1,2 ile 1,5 kat daha büyük olduğunu saptamışlar. Ayrıca bu etkinin hava koşullarındaki değişimlerden etkilenmediği de görülmüş. F. Restle (*Science*, 167. cilt, s. 1092, 1970) ise konuya, fizik ve psikolojinin karşılıklı etkileşimine dayanan eğlenceli bir açıklama getiriyor. İlginizi çektiyse bulup inceleyebilir ve kendi kuramınızı geliştirmeye çalışabilirsiniz.

Bu da İş mi?

Fizikte sabit bir kuvvet tarafından yapılan iş kuvvet yönündeki yer değiştirme ile kuvvetin

çarpımı olarak tanımlanır. Bir adam yatay bir yol üzerinde sabit bir hızla yürürken yerçekimi düşeydir ve dolayısıyla yapılan iş sıfırdır. Ancak bu tür bir yürüyüş bir süre sonra kişiyi yorar. Bu işte bir bityeniği yok mu?

Sorunun cevabı, yürüyüş biçimimizde ve kaslarımızın işleyişinde yatar. Attığımız her adımda, vücudumuzun ağırlık merkezi yükselir ve alçalır. Elinize kalın bir kitap alıp kitabı havaya kaldırıp indirdiğinizde bir süre sonra zorlandığınızı hissedersiniz; çünkü bu işlem sırasında el kaslarınız enerji harcamıştır. Aynı şekilde, bacak kaslarımız da attığımız her adımda enerji tüketir.

Fizyolojik iş ile fizikte tanımlandığı şekliyle "iş" arasındaki fark, en açık biçimiyle, *kımıldamadan* elinizde ağır bir cisim tuttuğunuz zaman anlaşılır. Eliniz tarafından uygulanan kuvvet yönünde bir yer değiştirme olmadığı halde yorulursunuz. Bunun nedeni el kaslarının fizyolojik kasılmalarıdır. Kuşkusuz birçok başka örnek bulunabilir. Fizyolojik iş en genel biçimiyle nasıl tanımlanabilir? Siz ne dersiniz?

Sıcak Hızlı Donar

Soğuk ülkelerde kış aylarında açık havada bırakılan suların dışarıya konulmadan önce ısıtılmaları halinde daha çabuk dondukları gözlemlenmiş. Bu biraz beklenmedik bir sonuç değil mi? Çok ilginçtir ama Francis Bacon bile bu durumdan bahsetmiştir. G. S. Kell, sistemli bir çalışma yürütmüş ve bu etkinin metal yerine kapağı olmayan tahta kaplar kullanıldığında daha bariz bir biçimde hissedildiğini saptamış (*Ameri-*



can Journal of Physics, 37. cilt, s. 564, 1969). Siz de bu tür bir deney yapabilirsiniz. Biraz su ısıtın ve bu suyu kapağı olmayan tahta veya plastik bir kaba doldurun. Birincisine benzer ikinci bir kaba da aynı miktarda ama bu sefer oda sıcaklığında olan suyu koyun. Sonra iki kabı da buzdolabınızın buzluğuna yerleştirin. Önceden ısıttığınız suyun daha çabuk donduğunu göreceksiniz.

Isınan suyun buharlaşma hızı daha yüksek olduğundan bu suyun miktarında daha büyük bir azalma olacaktır. Deneye aynı miktarlarda su ile başlanırsa, iki suyun sıcaklığı birbirine eşit hale geldiğinde, başta daha sıcak olan suyun daha fazla miktarda su kaybettiği ve dolayısıyla daha düşük bir ısı kapasitesine sahip olduğu görülecektir. Bu da, belirli bir ısı kaybı (veya kazancı) karşısında onun sıcaklığının daha çabuk değişeceği anlamına gelir. Kısacası, o daha çabuk soğuyacak ve donma yarışında rakibini arkada bırakabilecektir. Ama belki de miktardaki kayıp zannedildiği kadar önemli değildir. Bunu anlamak için, deneyimizde şöyle bir değişiklik yapabiliriz. Sıcak suyun miktarını soğuğa göre biraz fazla tutun. Bakalım bu sefer hangisi önce donacak? Kullanılan kapların büyüklüğü ve yapıldıkları madde, iki su arasındaki derece farkı, konveksi-

yon oranı gibi başka bazı faktörler de sonuç üzerinde etkili olacaktır. Farklı faktörlerin göreli etkilerinin araştırılmasının da son derece yararlı bir çalışma olacağı kuşkusuz.

Gece Parlaması

Gün boyunca güneş ışığına maruz kalan buzlaların (kutup bölgelerinde deniz suyunun donmasıyla oluşan buz alanı) geceleri parladığı iddiası yüzünden bazen tartışmalar çıkar. Karın da güneş altından alınıp karanlık bir odaya sokulduğunda parladığını söyleyenler vardır. Burada gerçekten de fiziksel bir etki olabilir mi? Yoksa optik bir yanılsama mı sözkonusu? Açıktır ki, bu sorulara kesin bir cevap verebilmemiz için daha çok çalışmamız lazım.



Daire Yüzüşü

Richard Feynman bir gün bir grup yüzücüyle sohbet ediyormuş. Yüzücüler bacaklardaki kılların kesilmesinin daha hızlı yüzmeye yardım ettiğini söylemişler. Bu konu Feynman'ın ilgisini çekmiş ve bunun gerçekten doğru olup olmadığını öğrenmek istemiş. Zekice bir deney önermiş ve bacak kıllarını kesmek yüzmeyi gerçekten de hızlandırıyorsa, bacaklarından birinin kıllarını kesmiş olan bir yüzücünün yüzerken daire çizmesi gerekir, demiş. Sizce bu deney başarıyla sonuçlanır mı?

Hazin Son

Kriket meraklıları İngiltere'nin 1992 yılında Pakistan karşısında uğradığı hezimeti hatırlayacaklardır. Bu yenilgide Wasim Akram ile Waqar Younis'in, topları saatte ortalama 100-110 km gibi bir hızla ve "falsolu" olarak fırlatabilmelerinin büyük payı vardı (Burada "falsolu"dan kastedilen şey, topun, karşı tarafın atışa bakarak gideceğini tahmin ettiği yöne değil aksi yöne gitmesi). Uzmanlar bu tür atışlarda bu kadar yüksek hız sağlanamayacağını söylüyorlardı. Peki o zaman Akram ve Younis bunu nasıl başarmışlardı?

Atış, atıcının topu kavrayışı, topun hızı ve durumu, havadaki nem oranı, rüzgârın yönü gibi birçok faktörden etkilenen karmaşık bir işlemdir. Atılan topun içeri veya dışarı doğru gitmesi, atıcının topun pürüzsüz tarafını ne tarafa gelecek şekilde tuttuğuna ve fırlatış yöntemine bağlıdır. William Brown ile Rabi Mehta'nın, *New Scientist* dergisinin 21 Ağustos 1993 tarihli sayısında (s. 21-24) yayımlanan makalelerinde atışlar fizik açısından inceleniyor ve bu arada "Akram-Younis paradoksu"ndan da bahsediliyor. Londra'daki Imperial College'da ve Hatfield'deki Hertfordshire Üniversitesi'nde yapılan çalışmalar "falsolu atışlar"da herhangi bir olağanüstülük olmadığını kanıtladı. Vasat sayılabilecek bir atıcı bile elindeki topun aşınmış bir yüzü varsa ve topu bu yüzü öne gelecek şekilde fırlatırsa bu tür bir atış yapabiliyordu. Brown ve Mehta konuyu aerodinamik açısından açıklıyor ve şu sonucu çıkarıyorlar: "Atışın düz olması isteniyorsa topun bir yüzünün mümkün olduğunca pürüz-

süz; falsolu olması isteniyorsa topun bir yüzünün mümkün olduğunca aşınmış olması gerekir". Topun dikiş yeriyle gidiş yolu arasındaki açının mümkün olduğunca geniş tutulması da çok önemlidir. Top hareket ederken havanın viskoz sürüklenmesi sonucu, topun etrafında bir sınır tabakası oluşur. Topun hızının artması sınır tabakasında dönel hareketler (türbülans) oluşmasına neden olur; bu tür bir durum pürüzlü olan yüzeyde, pürüzsüz olandan daha kolay ortaya çıkar. Brown ve Mehta, belirli bir hızın üzerine çıkıldığında bu dönel hareketlerin topun "yanlış" yöne (sözgelimi dikişli taraftan düz tarafa doğru) gitmesine yol açabilecek bir yan etki yaratabileceğini iddia ediyorlar. Belki de siz onların bu iddiasını çürütebilirsiniz.



Menderesler

Normalde akarsular ne dümdüz akar ne de hep aynı yöne doğru dönerler; istisnasız hepsi bir sağa bir sola kıvrılır. Ünlü fizikçi Max Born'un bu konuda şöyle bir yorum yapması son derece ilginçtir: "Bu durumun 'Coriolis kuvveti' olarak adlandırılan etki sonucunda ortaya çıktığı, yani Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki dönüşünün, güney-kuzey veya kuzey-güney doğrultusunda bir hız bileşeni bulunan cisimler üzerinde bu tür bir etki yarattığı, herkesin bildiği alelade bir şey-

dir." [*The Born-Einstein Letters* (Born-Einstein Mektupları) Walker, 1971, sayfa 141].

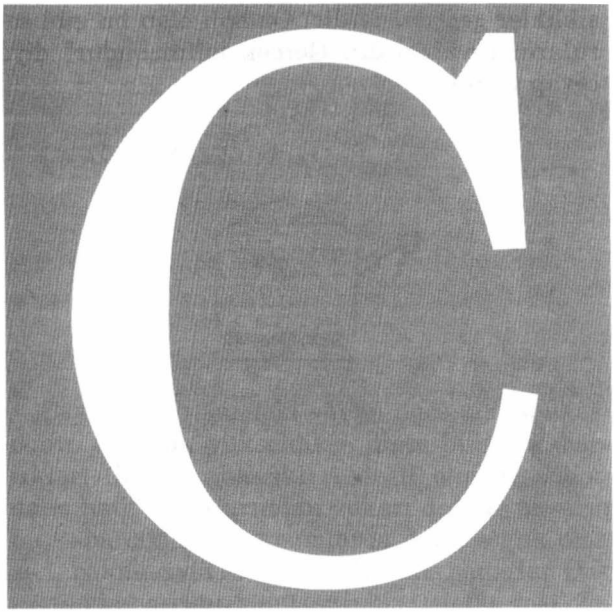
Born'un kullandığı "alelade" kelimesi biraz ironik; çünkü Born hatalı bir şekilde Dünya üzerindeki cisimlerin Coriolis kuvvetinden etkilenebilmeleri için kuzey-güney doğrultusunda bir bileşene sahip olmaları gerektiğini ima etmiş oluyor. Coriolis kuvvetinin başlıca özelliğini hatırlayacak olursak, bu kuvvet dönen gözlem çerçevelerinde (sözgelimi Dünya) görülür ve her zaman için hem nesnenin hızına hem de gözlem çerçevesinin açısal hızına göre dik olarak ortaya çıkar. Bu kuvvet Dünya'nın dönme eksenine paralel olarak hareket eden cisimler *hariç* (yani ekvatorda kuzey-güney veya güney-kuzey doğrultularında hareket edenler) Dünya üzerinde hareket eden bütün cisimleri etkiler. Akarsuların menderesler çizerek ilerlemelerinin nedeni gerçekten de Coriolis kuvveti olsaydı, akarsuların siklonlar gibi sürekli daireler çizerek akmaları gerekirdi. Peki ama o zaman akarsuların bir o yana bir öbür yana kıvrılıyor olmalarını nasıl açıklayacağız?

Born gibi seçkin bir fizikçi nasıl olur da bu kadar basit bir şeyi gözden kaçırmış olabilir? Menderesleri oluşmasının nedeni Coriolis kuvveti değilse nedir?

John Smith, 2 Mayıs 1992 tarihli *New Scientist* dergisinde yayımlanan mektubunda, geçen yüzyılda yaşayan James Thomson'ın (Lord Kelvin'in kardeşi) akarsuların menderesler çizerek ilerlemesinin nedeninin "ikincil akış" adı verilen durum olduğunu belirttiğinden bahsediyor (Bakınız, Cevaplar 1. Bölüm "Einstein Fincanınız-

da"). Ancak buradaki durum fincandakinden biraz daha karışık çünkü işin içine bir de kıvrımlardaki erozyon giriyor.

Bu karmaşık hikâyeyi kafa karıştırıcı bir başka soruyla kapatalım. Bahçe sularken kullanılan hortumları biliyorsunuzdur herhalde. Su tazyikli olduğunda hortumlar neden menderesler çizerek akan akarsulara benzer biçimde kıpırdanırlar? Bu benzerlik sadece basit bir rastlantı olabilir mi?



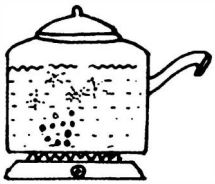
Cevaplar

"Önemli olan gerçeği ele geçirmek değil takip etmektir."
ELIO VITTORINI

Bir gün Richard Feynman ve babası korulukta yürüyorlarmış, küçük Richard babasına, "Şu kuşun adı ne?" diye sormuş. Babası "Sana bunu söyleyebilirim ama bunun sana ne yararı olur? Biz bir ad koymuşuz, Çinliler başka bir tane. Bilimde önemli olan isimler değildir. Kuşlar kanatlarını kullanıp nasıl uçarlar? Yavru kuşlar nereden çıkar? Kuşlar evrim sürecinde ne gibi değişiklikler geçirmişlerdir? Önemli olan bu gibi soruların cevaplarıdır. Gerçek bilim budur" diye cevap vermiş.

1

Çaydanlığın Şarkısı



Çaydanlığın içindeki suyun önce alt tabakası ısınır. Sıcaklık yükseldikçe dipte buhar kabarcıkları (hava kabarcıkları değil) oluşur. Sudan daha hafif olduklarından yukarı doğru yükselen bu kabarcıklar üst kısımlarda daha soğuk olan su tabakalarıyla karşılaştıklarında sönerler. Çok sayıda kabarcığın sönüşünü biz tıslama sesi olarak duyarız. Yani bu ses oluşup sönen kabarcık sayısı arttıkça artar. Çaydanlıktaki suyun tamamı kaynama noktasına kadar ısıtıldığında, buhar kabarcıkları sönmezler; çünkü üst kısımlarda karşılaşabilecekleri soğuk bir tabaka kalmamıştır. Bu durumda artık tıslama sesi duyulmaz; çaydanlıktaki suyun tamamı kaynamaktadır.

Fincandaki Kaşık

Metal kaşık konulmasının nedeni metalin ısı iletiminin yüksek oluşuyla ilgilidir. Fincana sıcak çay koyulurken, fincanın önce iç yüzeyi ısınır, dış yüzey sıcaklıktan daha geç etkilenir. Isının bu eşit olmayan dağılımı, fincanın bütününde eşit olmayan bir genişlemeye ve dolayısıyla çatlaklara yol açar. Dolayısıyla kalın kenarlı bir fincan ince kenarlıdan daha kolay kırılır.

Einstein Fincanınızda



Schrödinger"in bahsettiği açıklama, Einstein'ın *Naturwissenschaften* adlı derginin 14. cildinde (s. 222, 1926) yayımlanan makalesinde yer alıyordu. Bu makale daha sonra A. P. French tarafından yayıma hazırlanmış *Einstein: A Centenary Volume* (Einstein: Doğumunun Yüzüncü Yılı Anısına; Harvard University Press, 1980) adlı kitapta tekrar basıldı. Makalede "Sıvı karıştırılırken merkezkaç kuvveti oluşur. Bunun sonucunda sıvının akışında bir değişiklik ortaya çıkar. Ancak sıvı, fincanın kenarlarında sürtünme sonucunda yavaşlar; yani bu kısımdaki sıvının dönmekte olduğu açısal hız, kabın merkeze yakın kısımlarındaki sıvınınkine göre düşüktür. Ayrıca dönüşün açısal hızı ve dolayısıyla merkezkaç kuvveti alt kısımlarda üst kısımlarda oldu-

ğundan daha düşük olacaktır. Bunun sonucunda sıvının dairesel hareketi, zemindeki sürtünme nedeniyle durağanlaşıncaya kadar hızlanmaya devam edecektir. Çay yaprağı parçaları bu dairesel hareket sonucu (onun varlığını doğrular bir biçimde) fincanın ortasında yerde toplanırlar." denmektedir.



Albert Einstein (1879-1955) 1905'te 26 yaşındayken, özel görelilik kuramını ve Brown hareketi ile fotoelektrik etki üzerine yaptığı çalışmaları yayımladı. Fotoelektrik etki ve kuramsal fizik alanındaki çalışmaları nedeniyle 1921 Nobel Fizik Ödülü'nü kazandı. Einstein 1916 yılında genel görelilik kuramını tamamladı; o zamana kadar kullanılan Newton'un klasik yerçekimi teorisi ise genel göreliliğin sadece özel bir halidir. Fotoğraf ETH Bibliothek'in izniyle yayımlanmıştır.

Burada can alıcı nokta sıvının içinde açısal hızlarda görülen (viskozite yani ağdalılık sonucu ortaya çıkan) farklılığın, basınç farklılıklarına yol açmasıdır (Bernoulli ilkesi). Yatay düzlemler boyunca basıncın dışa doğru arttığı bir basınç gradyanı (eğimi) oluşur (En düşük hız sürtünme sonucu fincanın kenar kısımlarında görülür). Ayrıca alt ve üst katmanlar arasında

da dikey bir basınç gradyanı oluşur ki bu da fincanın tabanındaki sürtünme sonucu ortaya çıkar. Bu sürtünme çayın alt kısımlarını üste göre yavaşlatır. Bu iki basınç gradyanı sıvının içinde, hidrodinamikte "ikincil akış" adı verilen durumun oluşmasına neden olur. Çay karıştırılırken yüzeyinde kavis meydana gelir ve "ikincil akış"ın yönü, çay yaprağı parçalarını merkezden uzaklaştırır (Dikkatlice bakacak olursanız çay yapraklarının kenarlara doğru gitme eğiliminde olduklarını görürsünüz). Ancak kaşığı çıkarıp çayı kendi haline bıraktığınızda, yüzey düzleşmeye başlar. Sıvı kendini tekrar ayarlar ve basınç gradyanları azalır. Bunun sonucunda da "ikincil akış"ın yönü tersine döner ve çay yaprağı parçaları dipte ortada toplanırlar (Bu durumun ayrıntılı hidrodinamik açıklaması hayli karmaşıktır). Fincanımızda her gün karşılaştığımız böyle basit bir olayın fizikle bu kadar iç içe ve karmaşık oluşu son derece ilginçtir.

Çaydanlıktaki Delik

Sıcak suyla dolu ve kapağı kapalı bir çaydanlığın içindeki buhar zamanla soğumaya başlar ve yoğunlaşır; bu da çaydanlığın içerisinde kısmi bir vakum oluşmasına neden olur. Bu durumda da hava basıncının kapak üzerinde yaptığı baskı sonucu kapağı açmak zor hale gelir. Ancak kapakta havanın geçebileceği bir delik olduğunda, dış ve iç basınç arasında böyle bir fark oluşmaz.

Yeşilaycının İkilemi

Çayın tadı, sütün çaya eklenmesi veya sütün üzerine çay konulması durumlarında farklı olur.

Kimyager arkadaşlarımızın anlattıklarından bunun temelinde, iki durumda gerçekleşen kimyasal tepkimelerin farklı oluşunun yattığını çıkardık. Çay fincanında, iki tür kimyasal tepkime ("denaturasyon" yani denşirme ve "esmerleşme") oluşur ki bunlar sütün içindeki proteini (kazein olarak bilinir) farklı biçimlerde etkilerler. Sütü sonradan eklemek "denaturasyon"un daha baskın olmasına ve çayda "kaynamış süt" tadı oluşmasına neden olur. Sütün önce konulmasıyla bu durumun önüne geçilebilir. Ancak fizikçi arkadaşlarımızdan bazıları bu açıklamanın yetersiz kaldığını düşünerek, tattaki farklılığın, sütün, sonradan eklenmesi durumunda, önceden konulmasına göre daha fazla ısınmasıyla ilgili olduğunu iddia ediyorlar. Siz ne dersiniz?

Güvenli Ateş

Ocağın deliklerinden çıkmakta olan gaz, havayla dolayısıyla oksijenle çevrilidir ancak kendi kendine alev alamaz. Gazın yanması için sıcaklığının tutuşma derecesine (bu değer bildiğimiz tüpgaz –LPG– için 360°C'dir) kadar çıkarılması gerekir ki bu iş için genellikle çakmak kullanırız. Gazın belli bir miktarı bu sıcaklığa eriştiğinde, yanma süreci havadaki oksijenin de varlığıyla gazın yanmaya devam etmesi için gerekli enerjiyi ortaya çıkarır. Ancak alev tüpe kadar ilerleyemez çünkü gaz, tüpün içinde yüksek basınç altında sıvı olarak depolanmıştır. Bu basınç hava basıncından daha yüksek olduğundan, havadaki oksijenin borunun içinden geçip tüpün içine girmesini engeller. Üstelik doymuş buhar ilkesi gereğince, tüpün içindeki gazın tamamı

kullanılana kadar basınç aynı seviyede kalır. Ayrıca önlem olarak bazı tüplerin ağzında ısıyı hızlı iletebilen ve içerideki gazın tutuşma derecesine kadar ısınmasını engelleyen metal bir halka bulunur.

İç Kısım

Saf buz saydamdır çünkü içindeki buz kristalleri düzenli bir biçimde dağılmıştır. Normal bir buz parçasının ortasının mat oluşunun nedeni buzun içinde eşit olmayan bir dağılım olmasıdır. Bu durum buz kristalleri arasında sıkışıp kalan ve çapları yarım milimetreyi geçmeyen hava kabarcıkları yüzünden ortaya çıkar. Bu hava kabarcıklarının oluşması, havanın sudaki çözünürlüğünün su soğudukça azalmasıyla bağlantılıdır. Donma buz kabının kenarlarında başladığı için hava kabarcıkları son olarak donan iç kısımda sıkışırlar. Işık hava kabarcıklarıyla çevrilmiş kristallerin kenarlarından yansıyacak ve bu da saydamlığın azalması sonucunu doğuracaktır.

Yarım Elma

Elmada tanik asit vardır. Elmanın kesik yüzeyi hava ile temas ettiğinde tanik asit havadaki oksijenle tepkimeye girer (oksitlenme) ve kahverengimsi renkli polifenollerin oluşmasına neden olur. Elmanın kararması kesik yüzeye limon suyu sürülerek engellenebilir. Limon suyunda sitrik asit vardır. Tanik asidin üzerine sürülen sitrik asit oksitlenmeyi önler.

Fırının Farkı

Mikrodalgalar, görünür ışıktan çok daha uzun dalga boylarına (santimetre cinsinden) sahip elektromanyetik dalgalardır. Mikrodalga fırınların işe yaramalarının nedeni, yemek moleküllerinin belirli bir frekanstaki mikrodalgaları kolayca soğurabilmeleridir. Normal bir fırında, ısıyı soğuran, yemeğin içindeki su ve yağ veya yemeğin pişmesi için eklenen yağdır. Mikrodalga fırında ise mikrodalgalar yemek moleküllerini doğrudan etkilerler ve ısı yemeğin kendisinde oluşur. Bu yoğun moleküler hareketler ve çarpışmalar sayesinde, son derece kısa bir süre içinde hızlı yemek pişirmek mümkün hale gelir.

Mikrodalga fırınlarda yemek pişirmek için plastik veya cam kaplar kullanılabilir ama kaplar asla metal olmamalıdır; çünkü mikrodalgalar metallerin içinden geçemezler. Plastik ile cam ise mikrodalgalar için şeffaf gibidirler ve organik yemek moleküllerinin hayli soğurgan olduğu yüksek frekanslardaki mikrodalgaları soğuramazlar. Fırından çıktığında içindeki yemek sıcak olduğu halde bu tür bir kabın soğuk olmasının nedeni de budur. Ancak kullanıcı, mikrodalgaların fırının dışına sızmamasına çok dikkat etmelidir; çünkü bu dalgalar insan vücuduna çok zararlıdır.

Sakın Bir Buz Kabını Yalamayın!

Parmaklarınız her zaman için az da olsa nemlidir. Buzluktan yeni çıkmış bir buz kabını tuttuğunuzda elinizdeki nem donar; parmaklarınızın basıncı da bu donmuş nemin kaptaki buz kristal-

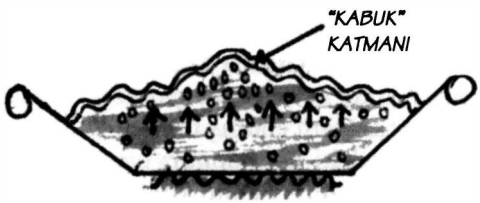
lerine yapışmalarına neden olur. Bir buz kabını yalayacak olursanız diliniz kaba yapışır ve kurtulmak için uğraştığınızda derinizin bir tabakası sıyrılabilir.

Fermi'den Tavaya

Bu sorunun cevabı yiyecek kızartılırken, kaynayanın yağ değil de yemeğin içindeki su olduğu gerçeğinde yatar. Tabii ki suyun kaynama noktası, kalayın erime noktasından daha düşüktür!

Kıvrılan Çikolata

Bunun nedeni koyu kıvamlı erimiş çikolatanın kohezyonunun (sıvının kendi molekülleri arasındaki çekim kuvveti) ve viskozitesinin yüksek oluşudur. Yüksek kohezyon, akışın damla damla değil de devamlı olmasını sağlar. Viskozitesinin yüksek oluşu, çikolatanın tabakta çabuk yayılmasını önler. Yani son dökülen çikolatanın alttakilerden ayrı bir yükseklik oluşturması ve bu şeklini bir süre için koruyor gibi görünmesi bu nedenledir. Oluşan katmanlar da tabaktaki çikolatayla birleşmeden önce kısa bir süre için biçimlerini korurlar. Üstteki katman alttakinin dönerek kaymasına neden olur. Bu etkiye şampuanlarda da rastlanır.



Taşan Süt

Çoğunluğu sudan oluşan sütün içinde ayrıca biraz yağ, protein, laktoz ve bazı mineraller vardır. Sütün içindeki yağ, gliserid yapan yağ asitlerinin bir karışımıdır; bu asitler süt serumundan daha düşük bir yoğunluğa sahiptirler. Katı yağ, serum içinde küçük kürecikler şeklinde bulunur. Bu yağ kürecikleri yukarı doğru yükselirler ve erime noktalarına yakın bir değerde (yaklaşık 50°C), sıcak süt üzerinde bir "kabuk" oluştururlar. Isınan sütün içinde oluşan buhar kabarcıklarının yüzeye ulaşmaları bu katman tarafından engellenir; kabarcıklar kabuğun altında toplanırlar. Sayıları artan ve birleşen bu kabarcıklar, bir an gelir kabuğu ittirebilecek kadar yüksek bir basınç yaratırlar; bu durumda da süt taşmış olur. Sütü karıştırmak kabuğun oluşmasını engelleyeceğinden, basınç oluşmaz; dolayısıyla süt de taşmaz.



Çorbanızdaki Girdap

Çorbanın dönüş yönünün tersine dönmesi "visko-elastisite" olarak bilinen özelliğin basit bir görünümüdür ("İdeal" bir akışkanın viskozite değeri sıfırdır; ancak bütün "gerçek" akışkanlar viskozdur). Çorbayı karıştırmayı bıraktığınızda, çorbanın kâsenin kenarlarına değen kısımları sürtünme nedeniyle durur. Ancak kâsey-

le temas etmeyen kısımlar dönmeye devam ederler. Kâseye değen ve dolayısıyla durmuş olan katmanlar diğer katmanlar üzerinde onları durdurma yönünde visko-elastik bir kuvvet uygularlar. Yavaşlayan bu katmanlar durmadan önce kısa bir süre ters yönde dönerler. Çorbada, gerilip bırakılan bir yayın salınım hareketine benzer bir salınım görülür. Bu durum çorbanın viskozitesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Hamur gibi viskozitesi aşırı yüksek bir sıvı karıştırıldığında salınım da azalır; öyle ki koyu kıvamlı hamurda ters yönde sadece bir salınım görülür.

Bal Problemi

Bir sıvıda yan yana bulunan moleküller birbirlerini çekerler. Sıvının orta kısımlarındaki tipik bir molekülün her tarafı kendine benzer moleküllerle çevrilidir; yani bütün doğrultularda eşit kuvvetlerle çekilmektedir. Ancak en üstteki moleküller söz konusu olduğunda durum değişir. Yüzeydeki moleküller alttakiler tarafından aşağı doğru çekilirler ve bu moleküllere yakın dururlar. Ancak bu durum uzun sürmez, itici bir kuvvet onları yukarı doğru iter; böylece dinamik bir dengeye ulaşılır. Bunun anlamı sıvının yüzeye yakın kısımlarında bulunan moleküllerin fazladan potansiyel enerjileri olduğudur (gerili bir yayın ucuna asılmış bir ağırlıkta olduğu gibi). "Yüzey gerilimi" adı verilen özelliğin ortaya çıkmasının nedeni de budur. Yani sıvının yüzeyinde birim alan başına bir miktar potansiyel enerji düşmektedir. Potansiyel enerji hep kendini küçültme eğiliminde olduğundan sıvı da yüzey alanını küçültme eğilimi ile büzülür. Yüzeyin gergin

ve esnek bir zar gibi davranmasının nedeni de budur (Yerçekimi olmadığında sıvılar küre şeklini alırlar; çünkü belirli bir hacim için, en küçük yüzey alanına sahip şekil küredir). Anlamayı kolaylaştırmak için, yüzey boyunca etkili teğet bir kuvvet ("yüzey gerilim kuvveti") bulunduğunu düşünmek yerinde olur.

Şimdi de "bal problemi"ne bakalım. Dökülmekte olan balın ağırlığı, yüzey gerilim kuvvetini aştığı sürece bal uzayarak akar. Kesme işlemi bıçağın altında kalan kısmın ağırlığından kurtulma anlamına gelir. Balın akışı kavanozun ağzından çok uzak olmayan bir yerde kesilirse, yüzey gerilimi yerçekimine karşı gelerek balı geri çekmeyi başarabilir.

Buna benzer bir duruma, musluktan damlayan su damlalarında da rastlanır. Su musluğun ağzında birikince damla uzamaya başlar. Damla büyüdükçe aşağı doğru sarkar. Koptuğu sırada damlanın yukarısında kalan su da musluğun ağzına doğru geri çekilir.



Buyrun İçin

Bir şey içerken önce akciğerlerimizi kullanarak göğsümüzü şişiririz. Bu şişirme işlemi ağzımızın içindeki havanın yoğunluğunu azaltır ve orada basıncın düşmesine neden olur. Dışarıdaki hava basıncı da sıvıyı bu düşük basınçlı alana girmesi için zorlar.

İçi sıvı dolu şişenin ağzını dudaklarınızla kapatırsanız, sıvıyı içinize çekemezsiniz, çünkü sıvının üzerindeki ve ağzınızın içindeki basınç aynıdır. Şişeyi başınızın üzerine kaldırmanız ve ters çevirmeniz gerekir. Bu durumda da yerçekimi sıvının ağzınıza akmasına neden olur.

Sabun ve Kir

İki tür kir zerreciği vardır: Yağlı ve yüklü olanlar. Sadece su ile yıkayarak onlardan kurtulamayız çünkü vücudumuza ve giysilerimize tutunma eğilimindedirler. Tabii işleri daha da zorlaştıran bir şey vardır ki yağ su ile karışmaz. Sabun moleküllerinin (moleküler yapılarından gelen) kendilerine has bir özelliği vardır. Bu mole-

küller yağlı veya yüklü kir parçacıklarına yapışırlar. Giysiler bu aşamada su ile durulandıklarında sabun ve beraberindeki kir çıkmış olur.

Hain Huni

Huniye boşaltılan su şişeye girdikçe, şişenin içinde kaçacak yeri olmayan havayı sıkıştırmaya başlar. Şişenin içindeki hava basıncı, huninin içindeki suyun ağırlığına karşı koyabilecek kadar yükseldiğinde suyun akışı durur. Bu durumda huniyi biraz yukarı kaldırıp sıkışan havanın çıkmasına izin vermek gerekir. Böylece sıvı tekrar akmaya başlayacaktır.

Üfle!

Burada Newton'un soğuma yasaları (hareket değil) işliyor. Bu yasalardan biri şöyle der: Sıcak bir cisimle etrafındaki hava arasındaki sıcaklık farkı ne kadar büyürse cisim o kadar çabuk soğur. Çayımızın kışın daha çabuk soğumasının nedeni de budur. Çayımızı veya sütümüzü çabuk soğutmak için üflediğimizde onların etraflarını çeviren sıcak havanın, yerini daha soğuk bir havaya bırakmasını sağlıyoruz böylece sözü edilen sıvılar daha çabuk ısı kaybediyorlar. Newton'un, sıcak cismin yüzey alanı büyüdükçe soğuması hızlanır, diyen bir yasası da vardır. Fincan tabağına dökülen çayın daha çabuk soğumasının nedeni de budur.

Bu yasaların ikisi de mum ve yanan parafini tutuşma derecesinin altına kadar (yani parafin buharının yanmayacağı sıcaklık) soğutma konusunda da işlemektedir. Muma üflediğimizde, (a) mum alevinin etrafını saran sıcak havanın

yerini soğuk havaya bırakmasını, (b) parafin buharının küresel şeklinin bozulmasını (alevin kendisinden bahsetmiyoruz) ve yüzey alanının artmasını sağlamış oluruz. Basit geometri sayesinde, belirli bir hacim için yüzey alanı en az olan şeklin küre olduğunu biliyoruz. Bu da demektir ki küresel biçimde bozulma olması durumunda, yüzey alanı artacak ve bu da soğumayı hızlandıracaktır.

Bu son özellikten yararlanarak örneğin (beklenenin tersine) kömür tutuşturulabilir veya sıcak hava kullanılarak boyaların soyulması sağlanabilir. "Sıcak havalı soyucu" olarak da adlandırılan bu tür mekanizmalar günümüzde dükkânlarda satılmakta ve kullanılmaktadır.

Aman Yanmasın!

Giysideki kola üzerine su serpildiğinde erir. Böylece giysi yumuşar. Ütünün sıcak olması suyun buharlaşmasını hızlandırır; geride sert ve düz bir yüzey kalır.

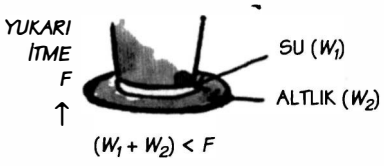
Yangın Var!

Suyu etkin bir yangın söndürücü yapan iki etken vardır: Birincisi, suyun yanan cisimden büyük miktarda ısı almasıdır (Çünkü özgül ısısı yüksektir). İkincisi, kaynamakta olan sudan çıkan buhar, yanan cisimlerin etrafını çevirir ve onların oksijen kaynağına ulaşmalarını engeller. Bildiğiniz gibi, oksijen olmadan hiçbir şey yanamaz.

Buz Dumanı

Dondurucudan çıkarılan buz kalıplarından dumanlar çıkar. Bu dumanlar herhangi bir gaz

yüzünden oluşmazlar; sadece buzu çevreleyen serin havada yoğunlaşan su buharıdır. Buzun etrafındaki hava aşırı soğuk hale geldiğinde, havanın içinde bulunan su buharının bir kısmı yoğunlaşarak minik su damlacıkları oluşturur. Yoğunlaşmış buhar hava akımı yüzünden hareket ettiğinde de sanki duman çıkıyormuş gibi görünür.



Bardak Altlığı

Bu problem açıklanırken şu noktalar göz önüne alınmalıdır:

(a) İçinde sıvı bulunan bardağın eliniz tarafından havaya kaldırıldığını varsayıyoruz. Yani bardağın ağırlığı dengelenmiş oluyor; dolayısıyla burada ona yer vermiyoruz.

(b) Bardağın tabanı ile altlığın üst yüzü arasında kalan ince su tabakası, bu bölgede hiç hava kalmamasına neden olur. Bu durumda altlığa aşağı doğru etki eden tek kuvvet bu su tabakasından gelir. Altlık havaya kalkıyorsa, su tabakasının ve altlığın ağırlıklarının toplamı, altlığın altından yukarı doğru iten havanın kuvvetinden küçük demektir. Ağır altlıklar bu nedenle havaya kalkmazlar.

(c) Altlığın yüzeyi, bardakla arasında hava kabarcıkları kalmasına olanak tanımayacak kadar pürüzsüz olmalıdır.

Buz Gibi

Kış aylarında vücut sıcaklığımız (ki normalde 37°C civarındadır) oda sıcaklığından çok yüksektir. Bu durumda oda sıcaklığında bir nesneye, sözgelimi bir sandalyeye değdiğimizde, ısı vücudumuzdan o nesneye akar. Dolayısıyla o nesneyi soğuk olarak algılarız. Bir nesne vücudumuzdan ne kadar hızlı ısı çekiyorsa bize o kadar soğuk gibi gelir. Metaller ısıyı tahtadan veya plastikten daha iyi ilettiklerinden, vücudumuzun ısısını daha çabuk alırlar; dolayısıyla bu maddeden yapılmış nesnelere dokunduğumuzda onları daha soğuk gibi algılarız.

Traktörler ve Çiftçiler

Cevap ağırlık ile basınç arasındaki farkta yatar. Traktör çiftçiden çok daha ağırdır; ancak traktörün ağırlığı daha büyük bir taban alanına yayılmaktadır. Sonuçta, taban alanının her bir santimetrekaresi tarafından taşınan yük (yani "basınç") çok düşüktür. Diğer taraftan çiftçinin ağırlığı, çok daha küçük bir alan üzerinde (ayakta) yoğunlaşmıştır; bu da "basıncın" çok daha büyük olmasına yol açmaktadır. Bir nesne, daha ağır olduğu için değil birim alana daha yüksek basınç uyguladığı için dibe batar.

Kör Eden Işık

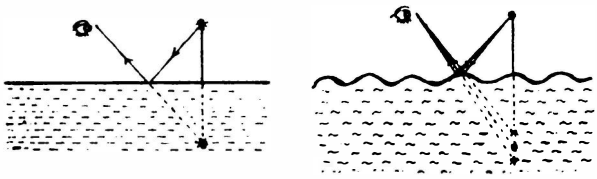
İnsan gözünün ağtabakasında "çubuk" ve "koni" hücreler olmak üzere ışığa duyarlı iki tür alıcı sinir hücre bulunur. Çubuk hücreler, düşük yoğunluktaki ışığa duyarlıdırlar ama renkleri ayırt etmede başarısızdırlar; bu bakımdan gece şartları altında kullanışlı hale gelirler. Koni hüc-

reler ise yüksek yoğunluktaki ışığa duyarlıdırlar ve renk algılayabilmektedirler. Ağtabakanın üzerine ışık düştüğünde, ışık enerjisi, ışığa duyarlı hücrelerde yer alan bir pigment tarafından ("rodopsin" adı verilen bir protein) emilir. Ortaya çıkan fotokimyasal madde, sinir uyarılarını beyine iletir. "Görme işlemi" pigmentin ışığa duyarlı kısmının yeniden oluşması ile tamamlanır. Gözlerimiz herhangi bir yoğunluktaki ışığa, gözbebeklerinin büyüklüklerini değiştirerek ve göz kapaklarını kısıp açarak uyum sağlar. Böylece ışıktan etkilenerek beyazlanan pigment miktarı ile yeniden oluşan pigment sayısı arasında bir denge sağlanmış olur. Göze giren ışık miktarı aniden değişecek olursa, bu denge bozulur ve yeni bir denge kurulana kadar geçen sürede görüşümüzü kaybederiz. Göze giren ışık çok parlak olacak olursa da gözlerimizi tümden kapatırız.

Hamak Keyfi

Düz bir tabureye oturduğunuzda, ağırlığınız küçük bir alan üzerine baskı yapar. Rahat sandalyelerin oturacak yerleri genellikle kavisli olur; bu durumda ağırlığınızı daha büyük bir alana yayma olanağına sahip olursunuz. Başka bir şekilde söyleyecek olursak, birim alana düşen basınç azalır. Yumuşak bir yatağa uzandığımızda, girintili çıkıntılı bir biçimi olan vücudumuzun her tarafı yatağa değer. Bu durumda ağırlığımız daha düzgün bir şekilde dağılmış olur ve basınç her yerde azalır. Bir hamakta veya yumuşak bir yatakta rahat etmemizin nedeni de işte budur.

Uzun ve Kırık



Göl veya havuz yüzeyi kıpırtısız olduğunda, düz bir ayna gibi davranır. Bu durumda ışığın yansıması yasası (ışının yüzey üzerine düşme açısı ile yansıma açısı birbirine eşittir) geçerli olur ve sadece yüzeyin tek bir noktasından (karşı kıyıdaki nokta ışık kaynağından) yansıyan ışık gözümüze girer. Böylece ışık kaynağının net bir yansımasını görmüş oluruz. Ancak yüzey rüzgâr gibi bir etken sonucu dalgalanacak olursa, yüzey üzerinde birkaç nokta birden gözümüze aynı açıyla ışığın yansımasını gönderir; bu durumda birkaç görüntü birden görürüz. Dalgalar hareket ettikçe de bu noktalar değişir ve görüntüler kayar.

Ayakkabı Cilası

Cilalamak o kadar sıradan bir iştir ki hiçbirimiz durup ne yaptığımızı düşünmeyiz. Ancak düşünsek de cevap kolay bulunur gibi değildir. Deri yüzeyi girintili çıkıntılıdır ve ince tüylerle kaplıdır. Ancak bu dediklerimizin boyu ancak ışığın dalga boyu ile ölçülebilir. Dolayısıyla ışık onları "görebilmektedir" ve onlara çarptıktan sonra bütün doğrultularda saçılıma uğramaktadır. Yüzeyin donuk görünmesinin nedeni de bu-

dur. Cila ve fırçalama ile bu bozukluklar kapatılır ve yüzey kendini ışığa pürüzsüzmüş gibi gösterir. Bu durumda da ışığın yansıma yasası gereğince yüzey tıpkı bir ayna gibi davranır.

Kâğıt Yırtmak

Kâğıt selüloz liflerinden oluşur. Bir kâğıt parçasını yırttığınızda, bu lifler birbiri ardına koparlar ve yarattıkları titreşim etraflarındaki havada ses dalgalarının oluşmasına neden olur. Kâğıdı hızlı yırttığınızda, belirli bir zaman içinde daha çok lif koparmış olursunuz. Bu da titreşimlerin frekansının ve dolayısıyla sesin perdesinin yükselmesi sonucunu getirir.

Bırr, Amma Soğuk!

Yükseğe çıkıldıkça sıcaklığın düşmesi iki etkene bağlıdır:

(a) Hava Güneş'ten gelen bütün zararlı ışınları soğurduğu halde (ultraviyole, X-ışınları vb.), Güneş'in ısısını pek soğuramaz. Güneş ısısını soğuran ve bu ısıyı konveksiyon (taşınım) yoluyla bitişik hava tabakalarına ileten Dünya'nın yüzeyidir.

(b) Normalde, yere yakın bir yerde ısınan bu havanın soğuk tabakaların üzerine kadar yükselmesi beklenir. Ancak sıcak hava yükseldikçe daha soğuk ve daha az yoğun katmanlarla karşılaşır ve soğur. Sıcak hava, daha pek yol alamamışken kendisiyle aynı sıcaklıkta bir katmanla karşılaşarak durur; böylece üstteki daha soğuk katmanların altına sıkışmış olur. Sonuçta daha sıcak katmanların yeryüzüne daha yakın yerlerde hapsolduğu bir tür denge oluşur. Tabii ki bu dikey dağılım günden güne ve yıldan yıla değişmektedir.

Buğulu Ayna

Cevap oldukça basit. Ayna yüzeyine (veya bir sağanak sırasında arabanızın ön camına) biraz sabun veya deterjan sürün. Yeni kesilmiş bir dilim patates de aynı işi görür. Şimdi buğunun neden oluştuğuna bakalım. Bu durum, yüzey gerilimi ve değme açısıyla (su damlasının, üzerinde bulunduğu yüzeyle yaptığı açı) ilgilidir. Siz ne kadar temiz olduğunu düşünseniz de banyo aynanız aslında oldukça kirlidir. Üzerinde yoğunlaşan buharın dağılıp aynayı ıslatamaması da bu yüzdendir zaten. Bunun yerine buhar minik damlacıklar şeklinde toplanır. Diğer bir deyişle, kir ayna ile su arasındaki değme açısının artmasına neden olur. Ne kadar çabalarsanız çabalayın kiri tamamen temizleyemezsiniz. En küçük kir zerresi bile değme açısını etkiler. Bu açının yok edilmesi için aynanın çok ince bir sıvı tabakasıyla kaplanması gerekir. Deterjanlar veya yeni kesilmiş bir patatesten çıkan sıvı bu iş için idealdir. Onlar olmadan, damlacıklar ışığı bütün doğrultularda yansıtırlar. Buğunun oluşması da bu çok yönlü saçılım yüzündendir.

Bozukluk

Bir bozuk parayı masanın üstünde ince kenarı üzerinde durdurmaya çalıştığımızda, paranın dengesiz olduğunu görürüz. Bunun nedeni paranın yere değen kısmının yani tabanının çok küçük oluşu ve en ufak bir eğikliğin ağırlık merkezinden geçtiği varsayılan düşey doğrunun taban alanı dışına çıkmasını sağlamasıdır. Bu durum ip üstünde yürümeyle benzerlik gösterir. Parayı ittirdiğimizde ise, yuvarlanmasına ve merkezin-

den geçen, düzlemine dik olan bir eksen üzerinde açısal bir hareket edinmesine yol açmış oluruz. Tıpkı doğrusal hareket gibi açısal hareketin de eylemsizliği (ataleti) vardır. Üzerinde onun dönme durumunu değiştirecek herhangi bir dış kuvvet etkisi yoksa para sonsuza kadar yuvarlanmaya devam edecektir ("açısal momentumun korunumu yasası"). Ancak gerçekte para ile masa arasında her zaman için paranın yavaşlamasına ve sonunda devrilmesine neden olan sürtünme kuvveti vardır. Para devrilmeden önce sağa ya da sola doğru bir eğri çizer. Buradan bir ders çıkarılabilir; öyle ki paranın sağa mı yoksa sola mı doğru döneceği *pratikte* tahmin edilemez. Oysa aslında teoride paranın davranışı kesin bir biçimde belirlenebilir, çünkü para hareket yasalarına uygun davranmaktadır ve bu yasalar sayesinde ne yapacağı saptanabilir. Ancak hareketini etkileyen bilinmeyen ve kontrol edilemeyen o kadar çok etken vardır ki (sözgelimi, paranın kenarının aşınmış olması, masanın düz olmayışı, hava şartlarındaki herhangi bir değişiklik, masanın aniden sallanması vb.) bunların hepsini öngörmek ve göz önüne almak olanaksızdır. Buradan çıkaracağımız ders: Determinizm, pratikte önceden kestirimi garantilemez. "Kaos" olarak bilinen durumun en önemli özelliklerinden biri de budur.

Horultu

Ağzımızın arka kısmında sarkık duran yumuşak bir et parçası vardır. Kişi sırtüstü ve ağzı açık bir biçimde uyuyorsa, derin nefes aldığında bu et parçası öne arkaya doğru hareket eder. Horultunun nedeni budur. Horlama genellikle hor-

layan kişinin ağzının kapatılmasıyla ve yan dönmesinin sağlanmasıyla engellenebilir.

Gece Berraklığı

Radyo programları orta veya kısa dalgadan yayınlanmaktadır. Orta dalgalar yeryüzüne paralel biçimde hareket ederlerken, kısa dalgalar atmosferde yukarı doğru çıkar ve sonra iyonosfer tarafından Dünya yüzeyine geri yansıtırlar.

İyonosfer'de D, E ve F katmanları olmak üzere iyon yüklü üç katman vardır. D ve E katmanları yalnızca gün boyunca, Güneş parladığı sürece varlıklarını korurlar. Gece bu katmanlardaki iyonlar nötr moleküller oluşturmak üzere yeniden birleştiklerinden genellikle yok olurlar. Bu katmanlar radyo dalgalarını yansıtacak kadar yoğun değillerdir; ancak kendilerine gelen enerjinin bir kısmını soğururlar. Gün boyunca, F katmanı tarafından yansıtılmadan önce bu katmanlardan geçmek zorunda olan kısa dalgalar enerjilerinin bir kısmını kaybederler. Bu enerji kaybı sinyal kuvvetinin azalmasına neden olur. Ancak geceleri, D ve E katmanları neredeyse yok olmuşlarken, sinyaller çok daha uzak noktalara pek fazla enerji kaybetmeden ulaşabilirler.

Yol Alan Parfümler

Koku alma, uçucu bir maddenin burundaki sinirlere ulaşması sonucunda oluşan bir duyudur. Bu uçucu madde katı veya sıvı halde olabilir. Sözgelimi parfümler genellikle uçucu yağlar veya alkolde eritilmiş hoş kokulu maddelerdir. Bu maddelerin molekülleri hava içinde kolayca hareket edebilir.

Odadaki hava hareket etmiyor gibi görünse de aslında havanın içindeki moleküller sürekli olarak oradan oraya dolaşmaktadır; bu sırada önlerine çıkan parfüm moleküllerini de sürüklerler. Parfüm molekülleri karmaşık bir yayılma süreci sonunda oda içerisinde dolanırlar (Basit Brown hareketinden bahsetmiyoruz). Oda boyunca hızla yol alan birkaç molekül bile bizim koku duyumuzu harekete geçirmeye yeter. Burnun içinde koku hücreleri olarak bilinen özel hücreler bulunur. Parfüm molekülleri bu hücrelere ulaştıklarında, beynin koku almadan sorumlu bölümüne elektriksel bir sinyal gönderilir. Kokunun yapısı, parfüm molekülünün özellikleriyle ve bu molekülün koku hücresine bağlanış biçimiyle ilgilidir.

Sarı Sis

Bir sis lambası hem sisi delip geçebilmeli hem de kullanıcının önünü aydınlatabilmelidir. Kırmızı ışık sisi en rahat geçen ışıktır; çünkü (beyaz ışığı oluşturan renkler arasında) sis parçacıkları tarafından en az saçılıma uğratılan renkteki ışık odur. Uzak uyarı işaretlerinin kırmızı olmasının nedeni de budur. Ancak kırmızı ışık aydınlatma bakımından zayıftır. Bir sürücü hem uyarı ışıklarını hem de ilerlediği yolu görebilmelidir. Evrim süreci içinde oluşmuş olsa gerek ki, insan gözünün en duyarlı olduğu ışık güneş ışığı içinde en bol miktarda bulunan sarı ışıktır. Sarı ışık sisi delme konusunda kırmızı ışıktan pek de aşağı değildir; üstelik bize gereken uzağa gidebilme ve aydınlatma özelliklerinin optimum bileşimine sahiptir.

Ağrı Kesici Şişe

Sıcak su dolu şişenin ısısı derideki bazı lifleri (ağrı sinirlerini) uyarır. Bu uyarım omurilik boyunca geçerek ağrıyan kasa ve çevresindeki damarlara ulaşır. Damarlar genişler ve bu da kas dokusundaki "ağrı faktörü"nün azalmasına yardımcı olur. "Ağrı faktörü" zehirli asitler üreterek ve kasların kasılmasına ve kramplara yol açarak ağrı yaratır. "Ağrı faktörü"nün şiddetinin azaltılması ağrıyı hafifletir. Bu tür bir hafifleme yumuşak bir masaj ile de sağlanabilir.

İçi Bir Tuhaf Eden Tebeşirler

Tahtaya tebeşirle yazı yazarken tebeşiri tahtaya doğru bastırır ve hareket ettiririz. Tebeşir ile tahta arasındaki sürtünme, tebeşirden parçacıklar kopmasına neden olur. Kopan bu parçacıklar tahtaya yapışırlar. Sürtünme gerekli olandan az ise tebeşir kayar ve tahtaya art arda birçok kez değer. O gıcırtı sesinin ortaya çıkmasının nedeni de budur. Tebeşir ile tahta arasındaki sürtünme kuvveti, tahtayla tebeşir arasındaki açıyla ve iki nesnenin değme alanlarının büyüklüğüyle bağlantılıdır. Sinir bozucu ses ile sürtünme az olduğunda karşılaşırız.

3

Raman'ın Bilardo Topu Problemi

Sonuç son derece şaşırtıcı; çünkü cevap, arkaya doğru. Bunun nedeni atılan topun etrafında sürüklediği hava. Atılan top hedef topa vurduğunda bir an için durur. Bu da topun arkasından gelmekte olan havanın aniden sıkışmasına yol açar. Bu sıkışma ise yoğunluğu arkaya doğru artan bir çeşit şok dalgası yaratır.

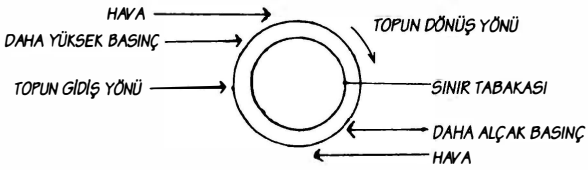
Kriket Oyunu



Atıcı topu attığında top genellikle ileri doğru dönerek ilerler. Dönme ekseni, hareket etmekte olduğu dikey düzleme dik olan bir top yere çarptığında, top yüzeyi ile yer arasında sürtünme oluşur. Sürtünme, topun dönüşüne engel olur ve dönüşü yavaşlatır. Dönme kinetik enerjisinin bir kısmı bu sırada kaybedilir; kaybedilen enerjinin birazı yere dokunan değme yüzeyinin ısınması-

na giderken birazı da öteleme kinetik enerjisine dönüşür. Bu da topun yere çarptıktan sonra daha hızlı yol alması sonucunu doğurur. Şimdi de topun geriye doğru dönmekte olduğunu varsayalım. Bu durumda ne olacak dersiniz? Ve niye?

Top Kesme



Burada önemli olan nokta şudur: Top dönerken etrafında ona yapışık olarak sürüklenen ince bir hava tabakası (sınır tabakası) bulunur. Bunun sonucunda topun alt ve üst kısımlarındaki hava akımlarının hızları arasında (çizime bakınız) ve dolayısıyla basınçta bir farklılık oluşur (Bernoulli ilkesi). Topun yakına düşmesi isteniyorsa, topun üst kısmında daha yüksek bir basınç yani görece daha düşük bir hava hızı yaratılması gerekir. Bu da topun hareket yönüne göre ileri doğru döndürülmesiyle mümkündür. Bu durum hidrodinamikte Magnus etkisine bir örnektir.

Art Arda Sayılar

Atılan top, hedef topa "kafa-kafaya" vurduğunda öteleme kinetik enerjisi diğer topa aktarılsa da, dönme kinetik enerjisi ilk topta saklı kalır. Dolayısıyla atılan top çarpışmadan sonra da dönmeye devam eder. Diğer topa çarpan atış topu bir an kaydıktan sonra masa ile arasındaki sürtünme sonucunda ileri doğru yuvarlanır. As-

lında sürtünme etkilerini bir yana bırakacak olursak topun enerjisi hâlâ korunmaktadır.

Sualtında Yüzmek

Sualtında yüzerken gözümüzün yüzeyi, bir su tabakasıyla kaplanır. Suyun kırılma indisi, gözümüzün lensini oluşturan maddeninkiyle yaklaşık aynı değerdedir. Ancak suyun içinden geçerek gözümüze giren ışık, kırınıma pek uğramaz. Dolayısıyla ağtabakamızda net görüntüler oluşamaz ve tam olarak göremeyiz. Ama deniz gözlüğü takacak olursak, su ile gözümüz arasında bir miktar hava kalır. Havanın kırılma indisi gözümüzün lensini oluşturan maddeninkinden çok farklıdır. Bunun sonucu olarak da ışınlar gözümüze kırınıma uğrayarak girerler ve bu sayede daha rahat görebiliriz.

Git Bakalım



Bu sorunun cevabı "açısal momentumun korunumu"nda yatmakta. Hareket etmeyen bir bisikletin dengesiz oluşu, tabanının (lastikler) darlığı ile ilgilidir. Dengesindeki en ufak bir bozukluk, lastiğin ağırlık merkezinden geçen düşey doğrunun, tabanın dışına çıkmasına ve bisikletin devrilmesine neden olur. Bisikleti iterseniz tekerleklerin dönmesine neden olursunuz.

Sürtünmenin olmaması durumunda, açısal hareketin eylemsizliği (herhangi bir dış kuvvet olmadığında açısal hız değişmeden kalır) gereğince tekerler dönmeye devam edecektir. Bu da düşmeye karşı bir tür denge sağlar. Sürtünme sonucu hız azaldığında, tekerler yalpalamaya başlar ve bisiklet kısa bir süre sonra devrilir. Ancak bisiklet sürmek birçok farklı safha içerir ki bunlar da beraberlerinde karmaşık mekanik problemlerini getirir. Ayrıntılı bilgi için John Maddox'un bu sorunu konu alan makalesine bir göz atabilirsiniz (*Nature,* 346. cilt, s. 407, 1990).

Sırıkla Atlama

Sırıkla atlayan sporcu, önce yaptığı uzun ve düz koşu sayesinde kinetik enerji biriktirir. Daha sonra sırığı takoza dayadığında, sahip olduğu yatay momentumun bir kısmı dikey momentuma dönüşür, çünkü sırığın boşta kalan ucu eylemsizlik yasası gereğince hareketine devam eder ve bir eğri çizer. Fiberglastan yapılmış olan sırığın esnekliği, onun sporcunun ağırlığı ile arkaya doğru (kırılmadan yaklaşık 90 derece kadar) kıvrılmasına olanak verir. Bu kıvrılma sırasında sırıkta depolanan potansiyel enerji, sırığın düzelmesiyle serbest kalır ve bu da sporcunun çıtanın üzerinden atlamasına olanak tanır. Tabii ki geçilen yüksekliği belirleyen en önemli etkenlerden biri de atlayıcının yeteneğidir.

Darlık ve Hızlılık

Son yıllarda gelişkin teknoloji ışığında yürütülen kapsamlı ve sistemli araştırmalarla, yeni dünya rekorlarının kırılabilmesine olanak vere-

cek bilimsel bilgiler bulunmaya çalışılıyor. Sözgelimi, yapılan rüzgâr tüneli deneyleri sonucunda hava direncinin özellikle bisiklet yarışçıları ve kısa mesafe koşucuları için büyük bir engel olduğu saptandı. Örneğin, saatte 50 km hızla düz bir yolda giden bir bisikletçi düşünelim, bu bisikletçinin karşı koyduğu direncin yaklaşık yüzde 80'lik kısmını hava direnci oluşturmaktadır. Bu tür çalışmalar vücuda yapışan giysilerin ve kısa saçın hava direncinin azalmasında etkili olduğunu gösterdi. Başlık kullanılması ek bir önlemdir. Üzerinde çukurlar olan bir golf topunun pürüzsüz yüzeyli bir toptan daha uzağa gitmesinin nedeni de yine azaltılmış hava direncidir.

Hız arttıkça hava direnci de daha önemli hale gelir. Dolayısıyla vücuda yapışan giysiler, kısa mesafe koşucuları ve bisiklet yarışçıları için, maratoncular için olduğundan daha yararlıdır. Ayrıca, yapılan deneylerde sıkı yünlü giysilerin hava direncinin üstesinden gelmede sıkı pamuklulardan daha etkin olduğu kanıtlanmıştır.

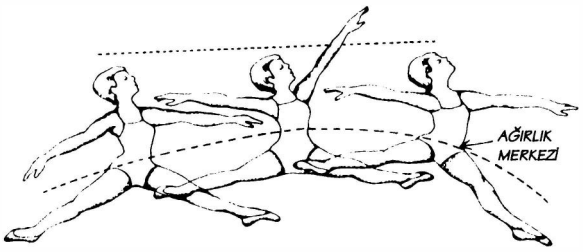
Tekgöz Bakışı

İşin can alıcı noktası şudur: İki gözümüzü kullanmak bize derinliği ve uzaklığı kestirme olanağı verir, tek gözle baktığımızda ise iki noktayı aynı hizaya daha kolay getiririz. İlerideki hedefe ok atmaya hazırlanan bir kişi düşünelim. Kişi iki gözü de açık olduğunda okun ucunu hedefe nişanlayamaz çünkü iki gözümüzden birer doğru çıktığını varsayarsak, bu doğrular arasında küçük bir açı vardır ve okun ucunda kesişmezler. Yani iki gözümüzü aynı anda kullanır-

sak az da olsa farklı noktalara nişan alırız. Bu durum bir gözün kapatılmasıyla engellenebilir. Ancak bunun bedeli de uzaklık ve derinlik hissini kaybetmektir. Bu nedenle mükemmel bir alan savunma oyuncusu olan Mansur Ali Khan Pataudi'nin (Sessex County'de oynamış daha sonra Hint kriket takımının kaptanlığını yapmış olan sporcu) tek gözle nişan aldığı halde topa çok iyi vurması da son derece dikkat çekicidir.

Konunun biraz dışına çıkmış olacağız ama çok ilginç bir şey daha var ki o da tabloların veya fotoğrafların tek gözle bakıldığında daha iyi görünmeleri. Aynı etki, bir borunun içinden baktığımızda da yaşanır. Bir resme iki gözümüzle birden belirli bir uzaklıktan bakarsak, onu düz bir yüzey olarak görürüz. Oysa sadece bir gözümüzü kullandığımızda aklımız ışık ve gölge oyunlarını algılama konusuna daha yatkın olur. Yani resme bir süre için tek gözümüzle baktığımızda, üç boyutlu görünmeye başladığını fark ederiz.

Grand Jete



Öncelikle dansçı, yukarıda en uzun zaman geçirebileceği bir açıyla (yere 45°) sıçrar. Bu süre

içinde başını, kol ve bacaklarını öyle hareket ettirir ki, vücudunun ağırlık merkezi parabolik, başı ise nerdeyse düz bir yol boyunca ilerler (çizime bakınız). Biz genellikle dansçının başına dikkat ettiğimizden, dansçı havada asılı kalıyormuş gibi bir yanılsama yaşarız. Bu sırada bacaklar da düz bir çizgi oluşturacak şekilde açılmıştır ki, bu hareketin de bizim dansçıyı süzülüyor gibi görmemizde payı vardır.

Yüksek Atlama

Ayakta durduğunuzda yer üzerinde, ağırlığınız kadar kuvvet uygularsınız. Bunun karşılığında da yer size eşit ve karşı yönde bir kuvvet uygular; yere batmamanızın nedeni budur. Bu durum Newton'un, her etki kendine eşit ve karşı yönde bir tepki doğurur diyen üçüncü hareket yasasına bir örnektir.

Yürüdüğünüz yer üzerinde dikey olmayan bir kuvvet uygularsınız. Bu durumda yer size iki kuvvetin birleşmesinden (dikey ve yatay) oluşan bir tepki verir. Koşmaya başlarsanız, hızınız arttıkça yeri ittiğiniz kuvvetin artmasını sağlarsınız. Kaymadığınız sürece yerin tepkisinin yatay bileşeni sürtünme ile dengelenir ve yerin *dikey* tepkisi artmayı sürdürür. Sıçramadan önce koşmanın yukarı doğru, dikey bir itme sağlamasının nedeni de işte budur.

Jonglörün Hilesi

Bu işteki hile şapkayı simetri ekseninde dönecek biçimde fırlatmaktır. Bir topaç dönerken düşey dönme ekseninde dengede kalır. Dengesini bozmaya çalıştığınızda hemen tekrar dengeli dik

konumunu aldığını görürsünüz. Ayrıca dönen cisimler, dönmekte oldukları yönü koruma çabası içindedirler. Bu, dönel hareketin eylemsizliği yasası olarak adlandırılır, yani bir cisim bir kez dönmeye başladığında, herhangi bir dış kuvvet tarafından durdurulmadığı sürece, sabit bir eksen etrafında sabit bir açısal hız ile döner. Bu durum jiroskop ilkesi olarak da bilinir (Jiroskoplar denizcilikte kullanılan aygıtlardır). Silah namlularının tasarımında da bu ilkeden yararlanılır. Namluların iç yüzeyleri yivlidir. Yani namlunun içinde boydan boya uzanan spiral bir oyuk vardır; bu sayede mermi namludan belirli bir eksen etrafında dönüyor olarak çıkar. Bu durum mermiye ilerlerken bir denge sağlar. Dönmekte olan bir şapkanın hep doğru tarafı aşağıda olarak düşmesini ve jonglöre onu kafasıyla rahatça yakalamasına olanak vermesini sağlayan da yine bu ilkedir.

4

Başarılı Uçuş

Havalanmanın ardında "Bernoulli ilkesi" yatmaktadır. Basit cümlelerle anlatacak olursak, bir akışkanın hızı arttıkça akış yönüne dik yöndeki basınç azalır. Uçak kanatlarının üst yüzeyleri dışbükey, alt yüzeyleri ise neredeyse düz olarak tasarlanmıştır. Bu da kanadın üst kısmındaki havanın alttakinden daha hızlı hareket etmesine yol açar. Hava neredeyse sıkıştırılamaz; kütle ve enerjinin korunumu ilkesi hava için de geçerlidir. Yani kanadın üst kısmından geçen havanın aynı süre içinde daha uzun bir yol kat etmesi gerekir. Bu durumda Bernoulli ilkesi bize kanadın altındaki basıncın üstündekinden daha yüksek olacağını söyler; bu da uçağın havalanmasına olanak verir.

Uygulamada havanın kanatlara yapışmasının ve viskoz (ağdalı) kuvvetlerin de hesaba katılması gerekir. Aerodinamik havalanma kuramı bir bütün olarak çok karmaşıktır; ancak kanat çevresindeki hava akışının türbülanslı bir hareketle ilerlemesinin etkisi olduğu çok açıktır. Dolaşım hızı kanadın üzerinde havanın akış hızına eklenir-

ken, kanadın altında ters yönde bir etki yapar; bu da havalanmayı daha kolay hale getirir.

Hava akımının akışını açık havada koşarken veya rüzgâra karşı dururken veya bu ikisinin bir bileşimi olarak rüzgârda koşarken rahatça hissedersiniz.

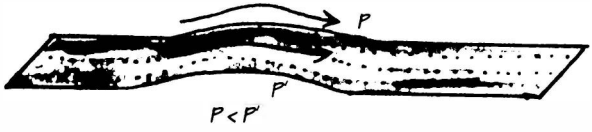
Kuşlar ve Uçaklar

En önemli fark kuşların, kanatlarını hem havalanmak hem de ilerlemek için kullanmalarıdır. Oysa uçaklar havalanırken kanatlarını, ilerlerken ise motorlarını kullanırlar. Bir uçağın nasıl havalandığını daha önce açıklamıştık. Kuşların kanatları uçak kanadı tasarımının en uç noktasıdır; tasarımcılar henüz esnek ve aynı zamanda güçlü kanatlar kullanarak hem havalanmayı hem de ilerlemeyi sağlayabilmiş değillerdir. Bir kuşun kalbi uzun uçuşlar yapabilecek kadar sağlam olmalıdır. Bu güçlü kalp tüyler sayesinde sıcak tutulmaktadır ki tüy aklınıza gelebilecek doğal yalıtıcıların en iyisidir. Süper bir motor, dünyanın en iyi kanatları ve yerden kalkış anında kullandığı yay gibi pençelerle donatılmış olan kuş, bir anda havalanıp zarif bir şekilde uçuşa geçiverir.

Dönen Dumanlar

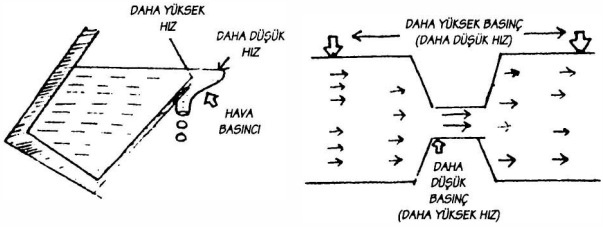
Yanan sigaradan çıkan sıcak gazlar (duman) önce yavaş bir biçimde yükselerek yukarıya doğru düzgün sayılabilecek bir yol izlerler. Daha sonra etraflarını saran soğuk havanın kaldırma kuvveti etkisiyle hızlanırlar. Birkaç santimetre sonra hız, havada karışıklık oluşmasına neden olacak kadar artar ve anafor veya "girdap" şeklinde hava akımları oluşur.

Dalgalanan Bayrak



Güçlü bir rüzgâr eserken dümdüz ve tamamen açılmış bir şekilde duran bir bayrak düşünün. Bayrağın üzerinde herhangi bir yerde meydana gelen hafif bir bozulma küçük bir dalga oluşmasına neden olur. Bayrak boyunca akmakta olan hava, dalganın üzerinden geçerken hızlanmak zorunda kalır. Hızlı hareket eden havanın basıncı *(P)* daha düşüktür (Bernoulli ilkesi). Bunun sonucunda dalganın bulunduğu yerde, bayrağın iki yüzündeki hava basıncı birbirinden farklı hale gelir. Bu durum bayrağın tümünde zaman zaman yaşanır. Bayrağın rüzgârda dalgalanmasının nedeni de işte bu basınç farklılıklarıdır.

Akan Sıvılar



Sıvının, içinden dökülmekte olduğu kabın ağzından ayrılmayıp kap boyunca aşağı akması,

hava basıncı ve Bernoulli ilkesi ile ilgilidir. Bernoulli ilkesi akan sıvılarla ilgili çok genel bir ilkedir ve sayısız uygulama alanı vardır. Aslında bu ilke, enerjinin ne yoktan var edilebileceği ne de yok edilebileceği (enerjinin korunumu yasasının temel ilkesi) gerçeğinin bir sonucudur. Tiyatronun fuayesinde kalabalık bir seyirci topluluğunun dışarı çıkmak üzere hareket ettiğini düşünün. Siz de fuayedeyseniz herkesin üzerinize doğru gelerek size baskı yaptığını hisseder ve bu biçimde çıkışa doğru ilerlersiniz. Çıkışa yaklaştığınızda daha hızlı hareket etmeye başlarsınız çünkü üzerinizdeki baskı azalmıştır. Bunun nedeni basıncın iki yanınızdaki insanlar tarafından yaratılmasıdır. Herkes ileri doğru gittiğinde basınç düşer. Aynı şey bir sıvının molekülleri için de geçerlidir. Yavaş hareket ettiklerinde, birbirlerini itip kakarlar ve hem birbirlerine hem de kabın duvarlarına çarparak basınç yaratırlar. Sıvının geçtiği bölüm daralırsa moleküller daha hızlı ilerlemeye başlarlar, çünkü sıvı sıkıştırılamadığından aynı süre içinde bu dar olan kısımdan da aynı miktarda su geçmek zorundadır. Bu durumda da basınç düşer.

Eğer içinden sıvıyı boşalttığınız kabın ağzının kenarı inceyse, akan sıvının kabın ağzına değen alt tabakası, kabın kenarını, kabın ağzına değmeden geçen üstteki tabakadan çok daha hızlı bir biçimde döner. Bernoulli ilkesine göre, akıntının eni boyunca bir basınç düşmesi yaşanmış ve hava basıncı akıntıyı kabın dış yüzeyine doğru bastırmıştır.

Kabı çabuk çevirip sıvının hızlı bir biçimde dökülmesini sağlarsanız, akıntının tümü hız kaza-

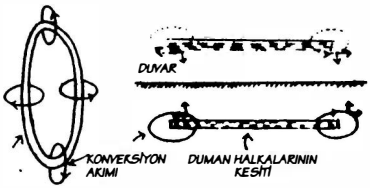
nır ve akıntının eni boyunca kayda değer bir basınç düşmesi yaşanmadığından sıvı kabın dış yüzeyine yapışmaz.

Sıvının kabın dışından akmasının önlenmesi amacıyla meyva suyu şişelerinin ağızlarının kenarları genellikle kalın yapılmaktadır. Bu kalınlık akan sıvının alt ve üst tabakalarının kayıslenme farklılıklarını azaltır; dolayısıyla sıvının içinde basınç düşüklüğü görülmez. Bazı kapların kenarına da sıvının kabın dış yüzeyine yapışmadan doğrudan bardağa dökülmesini olanaklı kılan bir ağız yapılır.

İp Gibi

Aşağı indikçe suyu sıkıştıran ve daraltan bir kuvvet yoktur. Burada kütlenin korunumu devreye girer. Su sıkıştırılamaz olduğundan, bir saniye içinde akışın her bir kesitinden geçen suyun kütlesi veya diğer bir deyişle hacmi eşittir. Su aşağıya doğru aktıkça hızlandığından, bir saniyede her bir kesitten geçen su miktarı artar; bu da kesit alanının küçülmesi anlamına gelir. Suyun akışının daralmasının nedeni su üzerinde etkili olan yerçekimi kuvvetidir.

Büyüyen Duman Halkaları



Önce duman halkalarının duvara yaklaşmadan önce nasıl bozulmadan kaldıklarına bakalım. Sıcak duman halkası kendini çevreleyen havada konveksiyon akımları meydana getirir; bu akımlar halkayı yukarıdaki çizimde gösterildiği gibi etkilerler. Duman halkasının etrafındaki havada tercihli bir yön olmadığından, konveksiyon halkaları halkanın çevresinde her tarafta simetrik olarak dönerler. Dolayısıyla halka her yönden eşit itme ve çekmelere maruz kalır. Net etki sıfırdır ve halka bozulmaz. Ancak bir duvara yaklaşacak olursa, konveksiyon akımları duvara çarparlar. Duvarın yakınındaki hava katmanı hemen hemen hiç kımıldamadığından (viskozite), duvarın varlığı konveksiyon halkalarını etkiler ve onların halkanın çevresinde simetrik bir biçimde dönmelerini engeller. Duvarın yakınlığı halkanın etrafındaki alanın izotropisini yani eşyönlülüğünü bozar. Hareketin duvara dik olan bileşenleri iptal olurken paralel olanlar kuvvetlenir. Sonuç olarak da halka genişler. Simetri ile dinamik arasındaki hassas etkileşimin böyle çok bilinen bir durum için geçerli olması son derece ilginç.

Şaşkın Balonlar

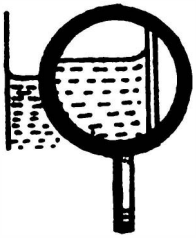
Bu problemin açıklaması sırasında şu iki etken göz önüne alınmalıdır: (a) Arkhimedes ilkesi (b) "sözde kuvvetler". Helyum dolu bir balon yukarıya doğru, yerini değiştirdiği havanın ağırlığı kadar bir kaldırma kuvveti hisseder (Arkhimedes ilkesi). Helyum havadan daha hafif olduğu için, bu kaldırma kuvveti balonun ağırlığın-

dan daha büyük olur. Dolayısıyla içi helyum dolu bir balon yerçekimine karşı bir biçimde yükselir. Bir araba ileri doğru giderken hızlanacak olursa, içinde bulunanlar üzerinde onların eylemsizlikleri (yani sahip oldukları konumu koruma yönünde oluşan direnç) sonucunda geriye doğru bir kuvvet oluşur. Frene basıldığındaysa, bu sefer de hareket etmeyi sürdürme istekleri yani yine eylemsizlikleri sonucunda, arabanın içinde ileri doğru bir kuvvet oluşur. İvmeli koordinat sistemlerinde (sözgelimi hızlanan bir arabada) görülen bu tür kuvvetler "etkin kuvvetler"den ayrılabilmeleri amacıyla "sözde kuvvetler" olarak adlandırılır. "Sözde kuvvetler", "etkin kuvvetler" gibi diğer fiziksel cisimlerin etkisi ile ortaya çıkmazlar. "Sözde kuvvetler", ivmeli bir gözlem çerçevesinin içinde bulunan cisimler üzerinde, bu cisimlerin kütleleri ve çerçevenin ivmesi ile orantılı biçimde etkili olurlar. "Sözde" kavramının kullanılıyor olması sizi yanıltmasın; bu kuvvetlerle ilgili "gerçek olmayan" hiçbir durum söz konusu değildir.

Arabanın içerisindeki yatay ileri veya geri doğrultudaki sözde kuvvet, eşdeğer bir yatay yerçekimi alanı da oluşmasına neden olur (Bu "eşdeğerlik" fiziğin en büyük ilkelerinden biridir. Einstein tarafından bulunmuş olan bu ilke yine onun tarafından, serbest düşme durumundaki bir asansörün içinde yerçekiminin yok olması şeklindeki "düşünsel deney" sayesinde meşhur edilmiştir). Helyum dolu balonlar havadan hafif olduklarından bu "sözde" yerçekimi alanının ters yönünde hareket edeceklerdir (Arkhimedes ilkesi).

Yerçekimine Karşı





Kapilaritenin enerji kaynağı "yüzey gerilimi"dir. Suyun ince cam borunun içinde yükselmesi, yüzey gerilimi (suyun içindeki moleküllerarası kuvvetler) ile adhezyon (su ile cam arasındaki moleküllerarası kuvvetler) arasındaki son derece ince etkileşimin bir sonucudur.

İçinde bir sıvı bulunan bir kap düşünelim. Sıvı kabı ıslatıyorsa (cam bardağın içindeki su gibi), adhezyon ve kohezyon arasındaki dengenin bir sonucu olarak sıvının yüzeyi kenarlarda yukarı doğru kıvrılır ve bariz bir "değme açısı" oluşturur. Diğer taraftan eğer sıvı kabı ıslatmıyorsa (cam bardağın içindeki cıva gibi), yüzeyi aşağı doğru kıvrılır; yani kabarık gibi durur. Tabii yine bir değme açısı oluşur (Dengede ve eğri yüzeyli bir sıvının yüzeyinin biçimi "menisküs" olarak adlandırılır).

Suya batırılmış ince cam borunun deliği o kadar küçüktür ki su ile cam arasındaki değme açısı sabit kalamaz (yani menisküs oluşumu engellenir), çünkü adhezyon ile kohezyon arasındaki denge korunamaz. Yüzey gerilimi, adhezyona baskın gelir ve suyu yerçekimi tarafından dengelenene kadar yukarı iter.



Avcun Ortasındaki Delik!

Bir nesneye baktığımızda iki gözümüz de otomatik olarak o nesneye odaklanır; bu arada gözlerimizden birinin kapalı olması durumu değiştirmez. Bu durum gözlerimizin "uyumlu odaklanması" veya "adaptasyonu" olarak adlandırılır. Sözü geçen deneyde, sol gözünüz uzaktaki bir cisme odaklanmıştır. Kapalı olduğu halde sağ gözünüz de sol ile uyumlu bir biçimde aynı uzaklığa odaklanır. Sağ avcunuzu sağ gözünüzün önüne getirip, bu gözünüzü açtığınızda avcunuz bulanık yani odaklanmamış bir biçimde görünür. Başka bir deyişle sol gözünüz uzaktaki cismi kâğıt borunun içinden net bir biçimde görürken, sağ gözünüz avcunuzu net olarak görememektedir. Bu da sizde, uzaktaki cismi sağ avcunuzun ortasındaki delikten görüyormuşsunuz gibi bir etki yaratır. Durumu açıklığa kavuşturmak için deneyi tekrar yapın, ancak bu sefer özellikle avcunuz netleşecek ve ortasında delik olan avuç ve uzaktaki cisim yok olacaktır.

Nasıl Dökülmez?

Su her zaman için bardağın ağzı ile karton arasındaki bölümden dışarı çıkma yani dökülme eğilimindedir. Bunu saptamak amacıyla bardağın ağzını karton yerine ince bir metal levha ile kapatın. Bardağı ters çevirdiğinizde levhayı elinizle sıkıca bardağın ağzına bastırın. Bu durumdayken bardağın ağzından çok az bir miktar su sızdığını ve bardağın ağzının etrafında toplandığını göreceksiniz. Levhaya uyguladığınız baskıyı azalttığınızda, bu suyun bardağın içine geri çekildiğini ve levhanın biraz aşağı indiğini fark edeceksiniz. Böylece bardağın içindeki suyun yukarısında kalan hava genişler ve buradaki havanın basıncı, atmosferik hava basıncının kartonu ve üzerindeki suyu kaldırabilmesine imkân verecek kadar düşer. Suyun üzerindeki havanın basıncının gerçekten de atmosferik hava basıncından düşük olduğunu kanıtlamak istiyorsanız, kartonda ince bir borunun geçebileceği büyüklükte bir delik açın. Dışarıda kalacak ucunu bir parmağınızla kapattığınız boruyu bu delikten geçirin; içteki uç bardağın içinde suyun üzerinde bulunan hava ile dolu bölüme kadar çıksın. Parmağınızı borunun ağzından çektiğinizde karton düşecektir.

Sıcak mı, Soğuk mu?

Hohladığımızda ciğerlerimizdeki hava ağzımızdan kayda değer bir genleşme olmadan çıkar. Kanımızın sıcaklığında olan bu hava genellikle ortamdaki havadan daha sıcaktır. Ellerimizin bu havayı sıcak olarak hissetmesi de bu yüzdendir. Dudaklarımızı bitiştirip üflediğimizde ise (yani

çıkış yeri dar olduğunda) ağzımızdan çıkan hava genleşir. Genleşme sırasında hava, moleküllerarası çekim kuvvetlerine karşı iş yapmak zorunda kalır. Başka bir deyişle kendi enerjisini harcar. Genleşme hızlı bir biçimde gerçekleştiğinden, havanın ortamdan enerji soğuracak zamanı olmaz. Bu durumda da sıcaklığında bir düşüş yaşanır. Bu Joule-Thomson etkisine iyi bir örnektir.

Buzlu Camın Ardından

Buzlu camın ardında bulunan bir nokta ışık kaynağı olduğunu düşünelim. Buzlu camın üzeri ışığın dalga boyundan daha büyük olan parçacıklarla kaplıdır. Bu parçacıklar ışığı her yönde, ama en yoğun bir biçimde de ileri doğru yansıtırlar. Sonuçta, nokta kaynağı yoğunluğu dışarı doğru azalan bulanık bir ışık halesiyle çevrili olarak görürüz.

Şimdi birincinin yakınına ikinci bir nokta kaynak daha yerleştirildiğini varsayalım. Buzlu camın varlığı iki kaynağın haleleri üst üste bindiğinde, kaynakların daha az belirgin olarak görünmelerine neden olur. Kaynaklar geriye doğru gittiklerinde halelerin büyüklükleri arttığından, kaynaklar camdan uzaklaştıkça buzlu cam ayrıntıları daha da bulanıklaştırır.

Anlaşılmaz Fısıltılar

Fısıldamayı oluşturan ses dalgalarının dalga boyları, normal sesinkilerden çok daha kısadır. Bu, onların başımızın arkasına dolaşma yani "kırınım" kabiliyetlerinin normal sesinkinden çok daha düşük olması sonucunu getirir. Arkadaşımızın yüzü bizden tarafa dönük olmadığında (se-

sin çarpıp yansıyabileceği yakın bir cisim yoksa), sesi sadece başının arkasına doğru kıvrılan ses dalgaları sayesinde duyulabilir. Bu durumda yüksek sayılabilecek bir fısıltının bile anlaşılmaz olarak kalması mümkündür.

Düşen Kediler

Dünya atmosferi içinde bulunan tüm cisimler, hava sürtünmesi (yüzey alanları ile orantılı) ve ağırlıkları tarafından belirlenen bir son hıza ulaşabilirler. Ağırlık ve yüzey alanı değişmediği sürece son hız da sabit kalır. Ağırlık doğal olarak değiştirilemez; ancak yüzey alanı değiştirilebilir. Paraşütle atlayanlar havada kollarını ve bacaklarını açarak hava ile temas eden alanlarını artırır ve böylece düşme hızlarını azaltırlar.

Düşmekte olan kedilerin davranışı da paraşütle atlayanlarınkine benzer. Kediler düşerken son hızlarına ulaştıklarında bacaklarını tıpkı uçan sincaplar gibi vücutlarıyla aynı hizada duracak şekilde açarlar. Bu hava direncini artırır; düşme hızlarını düşürür; yere çarpış sırasında da etki vücudun bütünü üzerinde yayılmış olur. Ayrıca sadece kedilere has bazı özellikler sonucunda da risk faktörü oldukça küçüktür. Bunların arasında çarpmanın şokunu esnek eklemlerine ve kaslarına yayan kaslı bacakları, iç kulaklarında bulunan ve süper bir jiroskopa benzeyen denge mekanizmaları sayılabilir. Bir kedi düşüşüne sırtüstü olarak başlarsa, daha bir metre bile düşmeden, dört ayağı da yere doğru bakacak biçimde döner. Oysa insanların sahip oldukları "jiroskobun" çok daha az etkin olduğu söylenebilir. İnsanlar düşerken genellikle kontrolsüzce çırpınma eğilimindedirler.

Atkıdaki Buz

Yün bir atkı kimseye yanan bir şöminenin verdiği türde bir ısı veremez. Sadece vücudumuzun sahip olduğu sıcaklığı kaybetmesini engeller. Vücudu bir ısı kaynağı olarak kabul edilebilecek sıcakkanlı ve kürklü bir hayvanın, kürksüz bir hayvandan daha zor üşümesi de bu nedenledir. Atkının içindeki buzun erimesi daha uzun zaman alır çünkü yün kötü bir ısı iletkenidir, yani ortamdan buza ısı akışına engel olmaktadır.

Şişeyi Atarken

Hareket eden bir otobüsten veya trenden, hareket yönüne doğru atlamanız daha güvenli olduğundan, şişenin de ileri doğru atılması gerektiğini düşünebilirsiniz. Ama bu durumda yanılmış olursunuz. Şişe geriye doğru atılmalıdır; çünkü böylece atma hızı, eylemsizlik hızına (otobüsün veya trenin hızı) karşıt yönlü olur ve şişe yere daha az şiddetli çarpar. İleri doğru atacak olursanız, atma hızı eylemsizlik hızına eklenecek ve şişe yere daha sert bir biçimde çarpacaktır.

Peki ya o zaman bizim hareket eden bir otobüsten ileri doğru atlayıp koşmamız niye daha güvenlidir? Çünkü ancak böyle yaparsak yere kapaklanıp kendimizi yaralanmaktan kurtarabiliriz.

Mum Alevi

Yürümeye başlandığında alevin geriye doğru eğilmesinin nedeni eylemsizlik ilkesidir. Ancak

beklenenin tersine mum alevi korunarak yürüdüğünde (sözgelimi mum bir kutunun içindeyken) de alev geriye doğru değil ileri doğru eğilir. Bunun nedeni alevden çıkan sıcak buharın, mumun etrafında hapsolmuş havadan daha hafif olmasıdır. Bir cismi hareket ettirmek üzere bir kuvvet uygulandığında, oluşan ivme cismin kütlesi ile ters orantılıdır (Newton hareket yasalarının ikincisi). Alevin etrafındaki sıcak buhar, havadan daha hafif olduğundan çevresindeki hapsolmuş havadan daha hızlı hareket eder ve ileri doğru eğilir.

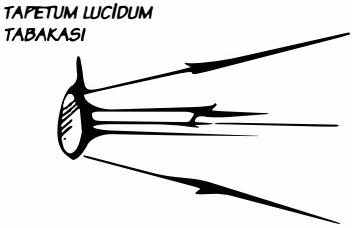
Anında Yanar

Önce bir mum yandığında neler olduğuna bakalım. İlk olarak fitil alev alır, sonra fitilin altındaki parafin eriyerek kılcallık etkisi ile fitilin en yukarısına kadar yükselir. Daha sonra bu parafin buharlaşır ve buhar alev alır. Yani mumun yanma süreci biraz zaman almaktadır. Mum söndürüldüğündeyse fitilin yakınlarındaki bölge bir süre için daha sıcak kalır ve erimiş parafinin birazı daha fitile tırmanarak buharlaşır. Elimizdeki yanan kibriti bu sırada sıcak buhara yaklaştıracak olursak, buhar hemen alev alacaktır.

Islak Fırça

Bunun nedeni fırçanın üzerinde bulunan suyun, yüzey geriliminin etkisiyle fırçanın kıllarını birbirine yapıştırmasıdır (Su yüzeyi, yüzeyindeki potansiyel enerjiyi en aza indirme amacıyla büzülme eğilimindedir).

Kaplan! Kaplan! gecenin ormanında



Kedilerin gözlerinde, insan gözlerinden farklı olarak ışığı yansıtan *Tapetum Lucidum* kristalleri bulunur. Kedilerin gözlerinin ağtabakasının arkasında bu maddeden oluşan bir katman vardır. Bu katman, üzerine düşen ışığı yansıttığından ışık ağtabakadan iki kere geçmiş olur; böylece kediler bizim için çok kötü sayılabilecek aydınlanma koşullarında bizden daha iyi görebilirler. Üstelik kedilerin ağtabakalarında çubuk hücreler, koni hücrelerden çok daha fazladır. Çubuk hücreler parlaklığa tepki gösterirken, koni hücreler renkleri seçme konusunda duyarlıdırlar. Kedilerin kısmen renk körü olmalarının nedeni de işte budur. Ancak bu sayede karanlıkta bizden çok daha iyi görebilmektedirler.

Televizyonunuza "Hım"layın!

Kişi belirli bir perdeden veya frekanstan hımladığında, göz küreleri aynı frekansta titremeye başlar. Bunun nasıl olduğunu ayrıntılı olarak inceleyen ilk kişi konu hakkındaki makalesi *Nature* dergisinin 216. cildinde (s. 1173-5) yayımlanan W. A. H. Rushton'dır. Hımlamanın beyni fizyolojik olarak nasıl etkilediğini açıklayan Rush-

ton, bu etkinin saptanmasının birçok deneyle mümkün olduğunu belirtiyordu.

Televizyonda görüntü, bir elektron demetinin ekranı yukarıdan aşağı doğru sıralanmış yatay çizgiler boyunca taramasıyla oluşur. Elektron demetinin ekranı en üstten en alta kadar tarama frekansı o kadar yüksektir ki biz tekrarlayan görüntüleri birbirinden kopuk olarak algılayamayız. Seyirci aynı frekanstan hımlayacak olursa, gözleri de aynı frekansta açılıp kapanmaya başlayacaktır. Bu da kişinin ağtabakasında ekranın stroboskobik bir görüntüsünün oluşmasına neden olacaktır. Başka bir deyişle görüntü ağtabaka üzerinde donacaktır. Kişi yüksek veya alçak bir frekanstan hımladığındaysa görüntü yukarı veya aşağı doğru kayacaktır. Bu etkinin sadece hımlayan kişiye görünmesi de son derece doğal.

Gemideki Oyun

Gemi düz bir yol üzerinde sabit bir hızla ilerliyorsa kimse avantajlı durumda değildir. Baş kısma yakın olan çocuk, top atıldıktan sonra toptan uzaklaşıyormuş veya diğeri topu karşılamak üzereyken topun üzerine doğru gidiyormuş gibi gelebilir size. Ancak biraz düşünecek olursanız bunun doğru olmadığını anlarsınız. Top da iki arkadaş gibi gemi tarafından taşınıyordur; yani hızları gemininkiyle aynıdır (eylemsizlik hızı). Dolayısıyla geminin hareketi (sabit hızla ve düz bir çizgi üzerinde olduğu sürece) ikisinden birinin diğerinden üstün olmasını sağlayamaz.

Aslında böyle bir gemide bulunan yolculara, gemi sanki olduğu yerde duruyormuş da su ile kıyı ters yönde hareket ediyormuş gibi gelir. Sa-

bit bir hızı, duruyor olmaktan ayırt etmenin hiçbir fiziksel yolu yoktur. Sabit hız kesinlikle görelidir. İşte buna "görelilik ilkesi" diyoruz.

Niye Taşmıyor?

Bu sorunun cevabı şaşırtıcı derecede basittir. Yüzen bir buz parçası, kendi ağırlığına eşit ağırlıkta suyun yer değiştirmesine neden olur. Buz parçası eridiğinde oluşan suyun kütlesi, buz parçasının kütlesine eşittir (kütlenin korunumu ilkesi) ve hacmi yüzen buz tarafından yeri değiştirilen suyun hacmiyle aynıdır. Dolayısıyla bardağın içindeki suyun miktarı, buz eridikten sonra da aynı kalır.

Kartı Yakala!

İşin aslı şöyle: Kartı siz atıp siz yakalarken elleriniz beyninizden gönderilen sinyalleri eşzamanlı olarak alır. Birine "Bırak!", diğerine ise "Yakala!" emri gönderilir. Ancak kart bir başkası tarafından bırakılıyorsa ve siz yakalayacaksanız, sizin kartın bırakıldığını görmeniz ile elinizin beyninizin kartı yakalama yönünde verdiği emre tepki vermesi arasında bir süre geçer. Kartın bir türlü yakalanamamasının nedeni de budur.

Ancak kart yeterince uzunsa her zaman yakalayabilirsiniz. Bu bize insanların tepki süreleri hakkında bir fikir verebilir. Kendi tepki sürenizi bulmak için deneyi farklı uzunlukta kartlar kullanarak tekrarlayın. Yakalayabildiğiniz en kısa kartın uzunluğunu ölçün ve saniyenin birkaçta biri kadar çıkması olası olan tepki sürenizi hesaplamak için yerçekimi ivmesi değerini kullanın.

Batıl İnanç Tutulması

Güneş tutulması sırasında güneş ışınlarında herhangi bir anormallik yoktur. Güneş'e çıplak gözle bakmak her zaman için zararlıdır; çünkü gözlerimiz ışınların enerjisini ağtabaka üzerinde bir noktada odaklayarak oradaki hücrelerin yanmasına neden olur. Bu da gözlerimizin çok ciddi bir biçimde zarar görmesi anlamına gelmektedir. Tam Güneş tutulması sırasında, ortamdaki ışık miktarı çok az olduğundan gözlerimiz düşük yoğunluklu ışığa adapte olur ve gözbebeklerimiz büyür. Kişi bu koşullar altında tutulmayı seyrederken, Güneş tutulmanın sona erişiyle birlikte birdenbire ortaya çıktığında, gözbebeklerimizin küçülme hızı bu ani değişikliğin yanında yavaş kalır. Bu durumda gözlerimize onlar için normal olandan çok daha fazla ışık enerjisi girmiş olur. İşte bu yüzden Güneş tutulması seyredilirken özel filtreler kullanılır.

Görünmeyen Gümüş Çizgi

Derecelerde cıva, çok ince bir tüpün içerisinde incecik bir çizgi olarak görünür. Bu çizginin üzerine düşen ışık ışınının neredeyse tamamı tek bir yöne doğru yansır. Bakan kişinin gözleri yansıyan ışını yakalarsa, kişi cıvanın oluşturduğu çizgiyi gümüşi beyaz renkte görür. Çizgi diğer bütün yönlerden siyah ya da koyu gri olarak görünecektir.

Hangisi Daha Ağır?

İki bardağın ağırlığı eşittir. Bunun nedeni yüzen tahta parçasının kendi ağırlığı kadar su taşırmasıdır (yani o kadar suyun yer değiştirmesi-

ne neden olur). Dolayısıyla içinde tahta parçası bulunan bardaktaki su miktarı diğerinden daha az olduğu halde, tahta parçası bu farkı kapatır. Arkhimedes ilkesi yine gündemde!

Islak Kâğıdı Yırtmak

Kâğıt yırtarken kâğıdı oluşturan selüloz liflerinin arasındaki kohezyon kuvvetini yenmemiz gerekmektedir. İşe su karıştığında, elektrostatik kaynaklı olan bu kohezyon kuvveti zayıflar. Bu durum, tuz benzeri çözünürlerin (sözgelimi sodyum klorid), artı ve eksi yüklü iyonlar arasındaki elektrostatik çekimin zayıflaması nedeniyle suda erimelerine benzer. Kâğıt söz konusu olduğunda bu etki kolayca saptanabilir; çünkü su kâğıdı ıslatır ve lifler arasındaki boşluklara girerek aralarındaki kohezyon kuvvetini zayıflatır.

Zıplayan Dama Taşı

Hareket eden bir top kendiyle aynı özelliklere sahip ama durmakta olan bir topa vurduğunda, hareket eden topun durduğu, darbe alan topun ise ileri doğru gitmeye başladığı zamanlar olur. Bu "çarpışma" esnek iki cisim arasında meydana gelir. Çarpışma bir anlık bir süre içinde gerçekleşir. Bu kısa süre içinde bütün bir süreç yaşanır. Önce iki cisim birbirlerine değme noktasında basınç uygularlar. Bu baskı iç düzeltici kuvvetleri açığa çıkarır. Baskı en üst düzeye eriştiğinde, bu iç kuvvetler cisimleri birbirinden zıt yönlere iterek tekrar eski şekillerini almalarını sağlarlar. Hareket eden top iç düzeltici kuvvetler tarafından durdurulur ve bu topun hızı diğer topa aktarılır. Yani "çarpış"ın ilk toptan ikincisine aktarıl-

dığını söyleyebiliriz. Bu durum mekaniğin iki temel yasasına bir örnektir (Enerjinin korunumu ve momentumun korunumu). Aynı şey dama taşları veya bozuk paralar için de geçerlidir. "Çarpış" ilk dama taşından sırayla sonrakilere geçer ve son dama taşının bunu aktarabileceği bir başka taş olmadığından, bu taş ileri doğru gider.

Sudaki Taş

Denge bozulmaz. Taş suyun içinde dışarıda olduğundan daha hafif olacaktır; çünkü su taşa yukarı doğru bir itme kuvveti uygular. Ayrıca taş kendi hacmi kadar suyu taşıracaktır. Bu durumda su, bardağın dibine fazladan biraz daha kuvvet uygulayacaktır ki bu da tam olarak taşın kaybettiği ağırlık kadar olacaktır. Arkhimedes ilkesine yeni bir örnek.

Saçımızı Tarayalım



Saçınızı taradığınızda veya tarağı tüylü bir kumaşa sürttüğünüzde, tarak zayıf bir biçimde elektriklenmiş olur. Tarağın akan suya yaklaştırılması su moleküllerinde zıt elektrik yükü indükler. Dolayısıyla tarak ve su birbirlerine elektrik kuvveti uygularlar. Siz tarağı sabit bir şekilde tuttuğunuz için yolundan sapan su olur. Damlaların birleşip sabit bir akıntı oluşturmasının

nedeni ise elektriklenme sonucu suyun yüzey geriliminde meydana gelen değişikliktir.

Tartılın Bakalım!

Öne doğru eğildiğinizde, bunu başarmanızı sağlayan kaslar vücudunuzun alt kısmını yukarı doğru çeker. Baskülde daha hafif çıkmanızın nedeni de budur. Bir kolunuzu kaldırdığınızda ise bunu sağlayan kaslar omzunuza baskı yapar ve baskül üzerindeki basıncın artmasına neden olurlar. Ama tabii ki aslında kütleniz hiç değişmemektedir. Burada Newton hareket yasalarının üçüncüsü işe karışmaktadır. Elinizi havaya kaldırarak yaptığınız ani devinim (daha açık bir şekilde söylemek gerekirse, elinizin kazandığı momentum), aşağı doğru bir hareket tarafından dengelenmelidir.

Kaçışan Karabiberler

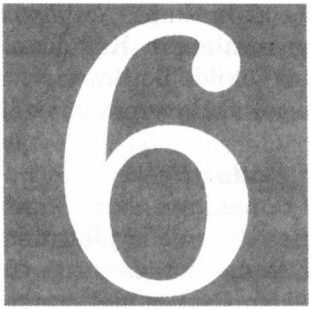
Bu sorunun cevabı suyun yüzey geriliminde yatıyor. Su yüzeyinin gergin ve esnek bir zar gibi davrandığını hatırlarsınız; böylece bazı böcekler batmadan yüzey üzerinde hareket edebilirler. İşte sabun suyun yüzeyindeki bu gerilimi düşürür. Yani su yüzeyine birazcık bulaşık deterjanı değdirdiğinizde, o bölgedeki yüzey gerilimini düşürmüş olursunuz. Bu gergin duran zar üzerinde bir delik açmaya benzer. Zedelenmiş zar büzüşür ve karabiberleri de beraberinde götürür.

Çılgın Lastik

Lastiği hızla gerdirmek "adyabatik" bir süreçtir; yani bu süreç boyunca ortam ile herhangi bir ısı alışverişi olmaz. İş bizim tarafımızdan lastiğin gerdirilmesi ile yapılmıştır. Dolayısıyla bu

süreç lastiğin iç enerjisinin artmasıyla sonuçlanır. Lastiğin sıcaklığının yükselmesi de bu yüzdendir. Diğer taraftan, bir gaz hızlı bir biçimde genleştiğinde, işi gazın kendisi moleküllerarası çekim kuvvetlerine karşı olarak yapar ve gerekli olan enerjiyi kendi iç enerjisinden alır. Bunun sonucunda da gaz soğur.

Aniden gerilen lastik bantın ısınması gibi basit bir olayın her ne kadar biraz teknik de olsa çok etkileyici bir yönü vardır. Lastik bant, karmakarışık ve düzensiz uzun molekül zincirlerinden oluşur. Gerdirme bu molekül zincirlerinin düzenli sayılabilecek bir hale gelmelerini sağlar. İstatistiksel mekanikte "entropi" genellikle bir sistemdeki düzensizliğin ölçütü olarak sayılır. Yani gerilmiş bir lastiğin entropisinin azalacağı düşünülebilir. Ancak termodinamikten bilinen bir şey daha vardır ki, "adyabatik" bir süreçte entropi değişmez. Bu paradoksun çözümü, entropi ile düzensizlik arasındaki beklenen ilişkinin, denge durumunda olmayan süreçler (sözgelimi gerdirilmiş lastik bantta olduğu gibi dengeden uzak süreçler) için geçerli olmadığını fark etmekte yatar. Bu kavram yeni yeni tam olarak anlaşılmaya başlanmış olan "denge durumunda olmayan sistemlerin termodinamiği"nin en önemli çıkış noktalarından biridir. Ilya Prigogine, bu konunun anlaşılmasına yaptığı önemli katkılar nedeniyle bir Nobel ödülü kazanmıştır.



Dan Sesi Çıkmadan

Bir silah ateşlendiğinde, kartuşun içindeki patlayıcı hızla yanar ve bu arada sıcak gazlar çıkarır. Bu yüksek basınçlı gazlar genleşerek merminin yola çıkmasını sağlar ve kendileri de hızla dışarı çıkarlar. Bu sonuncusu, "dan" sesi çıkaran şok dalgasını yaratır. Bu sesin kesilmesi için gazın hızı azaltılmalıdır. Bunu da bir susturucu ile sağlayabiliriz. Susturucu, içinde ortak eksenli olarak bir sıra boyunca yerleştirilmiş birkaç ince metal levha bulunan bir borudur. Her bir levhanın ortasında merminin geçmesine olanak veren bir delik vardır. Susturucu kullanıldığında merminin arkasından gelen gazların hızı kesilmiş olur.

Fahrenhayt 451

451°F (yaklaşık 232°C) kâğıdın tutuşma derecesidir. Yani bir kâğıt parçası, yanması için bu dereceye kadar ısıtılmalıdır. Bu sıcaklık, normal hava basıncında suyun kaynama noktasından (212°F) çok daha yüksektir. Suyun özgül ısısı da çok yüksek olduğundan, ince ama sert kâğıttan

yapılmış üstü açık bir kapta, kabı yakmadan rahatlıkla su kaynatılabilir. Kâğıdın ince olması, ısının çabuk bir şekilde iletilmesini ve dolayısıyla kâğıt kabın çok fazla ısınmamasını sağlar.

Karanlığa Kadar Bekle

Gece hiçbir zaman tam olarak karanlık olmaz; dolayısıyla gece "görme" yollarından biri, az miktarda da olsa mevcut olan ışığı yükselten bir alet kullanmaktır. Bu tür aletlere görüntü güçlendirici adı verilir. Görüntü güçlendirici monte edilmiş bir kamerayla gece karanlığında çok kaliteli görüntüler elde etmek mümkündür.

Görüntü güçlendiricilerde, üzerine düşen ışığın yoğunluğuna göre elektron salan yani "fotoemisyon" yapabilen bir maddeden yararlanılır. Bu elektronlar fosfor ekranının üzerine düşürüldüğünde, fotoemisyon yapabilen katmanın üzerine düşmüş olanlardan çok daha fazla elektron üretilmiş olur. Bu yolla genellikle askeri amaçlar için kullanılan küçük bir gece dürbününde bile milyonlarca kat güçlendirme sağlanabilir.

Oscar Kazanmış Bir Problem

Bir mendilin bir ucunu suya batıracak olursanız zaman içinde mendilin büyük bir bölümü ıslanır. Bunun nedeni kapiler etkidir. Bir mendil veya bir giysi çok sayıda kılcal borudan oluşur; bu boruların ortalarında çok ince delikler vardır. Su bu kılcal borulardan yüzey gerilimi etkisiyle yükselir (kurutma kâğıdı da bu ilke ile iş görür) ve mendilin büyük bir bölümünün ıslanmasına neden olur. Buruşuk bir giysi su yüzeyine atıldı-

ğında olan şey de tam olarak budur. Giysi su çekmeye başlayınca, giysinin suyun üzerinde bulunan ve kuru olan kısımları da ıslanır ve ağırlaşır; daha sonra yerçekimi bu kısımları aşağı doğru çekmeye başlar. Kapilarite ve yerçekiminin bu birleşik etkisi buruşuk giysinin açılmasını sağlar. Buruşturduğunuz renkli bir tuvalet kâğıdı parçasını bir kova suyun içine atarak bu etkiyi kendi gözlerinizle görebilirsiniz. Tuvalet kâğıdı parçasının renginin su içine işledikçe koyulaştığını ve ıslak kısımların su yüzeyine yayıldığını göreceksiniz.

Görünmez Adam

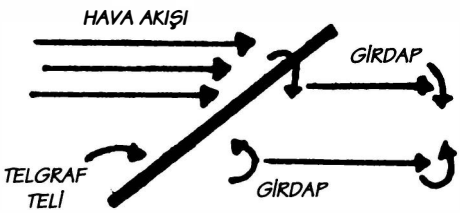
"Görünmez adam"ın görebilmesi için etrafındaki nesnelerin görüntüsünün gözünün ağtabakasına düşmesi gerekir. Bunun için de ışığın gözlerinin dış yüzeyinde kırılması gereklidir; ama görünmez adam için bu mümkün değildir. Üstelik, ışık enerjisinin bir kısmı ağtabakası tarafından soğurulmalıdır ki beyni görüntüyü yorumlamayı başarabilsin. Ancak o zaman görünmez adamın gözleri başkaları tarafından görülebilir hale gelir; dolayısıyla görünmez adam görünmez olabilmek için kör olmak zorundadır. Ancak H. G. Wells'in "görünmez adam"ı nasıl oluyorsa görüyordu. Bu bilimsel olarak olanaksızdır.

Hıçkıran Şarlo

Biz bir şey yerken veya içerken, nefes borumuzun (gırtlağımızdan akciğerlerimize giden boru) üst ucunda bulunan bir kapakçık kapanarak yediklerimizin veya içtiklerimizin nefes borumuza kaçmasını engeller. Bu kapanma biz

yutkunmak üzereyken beynimiz tarafından gönderilen bir emir sayesinde gerçekleşir. Nefes almak istediğimizde ise ikinci bir emirle kapak açılır. Aynı zamanda göğüs boşluğumuzda bulunan bir diyafram da aşağı doğru inerek, akciğerlerimize hava girmesini sağlar. Yemek yerken veya bir şey içerken aklımız başka bir şeyle meşgul olduğunda, diyaframı ve kapakçığı kontrol eden kaslara gönderilen emirler karışabilir ve çalışma sistemi tersine dönebilir. Bu durum diyaframda bir kasılmaya yol açar ve sonuçta hıçkırırız. Bu nedenle hiçbir zaman baygın birinin ağzına içecek bir şey dökülmemelidir; çünkü sıvı nefes borusuna kaçabilir ve kişinin boğulup ölmesine neden olabilir.

Uğuldayan Teller



Uğuldama sesinin telgraf tellerinin rüzgârda titreşmesiyle oluştuğunu düşünebilirsiniz. Bu titreşmeler bir miktar ses çıkarsalar da uğultu sesini oluşturan ana etken bu değildir. Çok hızlı esen rüzgâr bir telgraf teline çarptığında, hava akımı dalgalanır. Rüzgârın hızı belirli bir değerin üzerine çıktığında telgraf telinin diğer tarafında simetrik iki sabit girdap oluşmasına neden olur.

Rüzgâr daha da yüksek bir eşik değeriyle geçmeye başladığında bu girdabın dengesi bozulduğunda girdap yalpalamaya başlar ve sonunda dağılıp yok olur. Bunu eski girdapların yerine yenilerinin oluşması izler. Bu durumun bilimsel adı "hidrodinamik geribesleme" mekanizmasıdır. Sonuç olarak telgraf telinin ötesinde birbiri ardına girdaplar oluşur. Bu girdaplar ortamda hızlı basınç farklılıkları yaşanmasına neden olurlar ki bahsettiğimiz uğuldama sesinin oluşmasının nedeni de budur. Bu tür oluşumlar üzerine düzenli ilk çalışmayı Lord Rayleigh yapmıştır.

Mıknatıslanan Kılıç



Yıldırım, elektrik boşalmasıdır. Yıldırım çarpması sonucu demir bir kılıcın içinden elektrik akımının geçmesi, kılıcın etrafında manyetik kuvvet çizgileri oluşmasına neden olacaktır. Mıknatıslanma için buna ihtiyaç vardır; ancak mıknatıslanma için bu çizgilerin kılıca paralel ve boylamasına uzanıyor olması gerekir. Yıldırım çarpması sonucunda oluşan akım ne kadar güçlü olursa olsun, kılıca paralel manyetik kuvvet çizgileri oluşturmadığı sürece kılıcın mıknatıslanmasına yol açamaz. Üstelik kılıç bir şekilde mıknatıslanmış olsa bile, bu mıknatıslanma yıldırım düşmesi sonucu oluşan devasa akımın yarattığı çok yüksek ısı tarafından tamamen yok edilirdi.

Ben Hur'daki At Arabası Yarışı

Film oynatılırken saniyede 24 kare gösterilir. Bir teker hız kazanırken, tekerin sanki hareket etmiyormuş gibi göründüğü bir an yaşanır. Bu görüntü "stroboskobik durum" olarak adlandırılır. Bu durum teker belirli bir hıza eriştiğinde çubuklarının hep aynı yerlerde göründüğü kareler boyunca izlenebilir. Ancak bu durum yaşanmadan az önce tekerin hızı öyle bir seviyededir ki çubuklar bir tam tur yapamadan bir kareden diğerine geçilir. Bu da tekerin hızı arttığı halde geriye doğru dönüyormuş gibi görünmesine yol açar. Stroboskobik duruma gelindiğinde, teker bir süre için hareket etmiyor gibi görünür; daha sonra ise hız arttıkça ileri doğru hareket etmeye başlar.

Doktor Jivago

Yaz mevsiminde ağaçlara baktığınızda tek bir renk görürsünüz, o da yeşildir. Yeşilin farklı tonlarına rastlamak mümkündür tabii ama sonuçta hepsi de aynı fırçayla boyanmış gibidir. Yapraklarda klorofilden başka, ksantofil (sarı rengini veren), antosiyanin (parlak kırmızı rengini veren), karoten (portakal rengini veren) vb. bazı pigmentlerden de çok az miktarda bulunur. Ancak klorofilin baskın oluşu nedeniyle bu renkler kendilerini gösteremezler ve yapraklar çoğu zaman yeşil görünürler.

Soğuk günlerin başlaması ve kısalan günlerde güneş ışığının zayıflamasıyla birlikte birçok ağaç "üretim birimlerini" kapatır. Yapraklardaki besin, dallara ve gövdeye doğru geri çekilir. Klorofil parçalanmaya başlar ve o yok olurken diğer

pigmentler kendilerini gösterme fırsatı bulunca yapraklar kırmızı ve sarı renklere bürünürler. Son olarak da kurumuş yapraklar düşer ve ağacın dibindeki toprağa besin sağlanmış olur. İlkbaharda başlayan süreç de böylece sona erer.

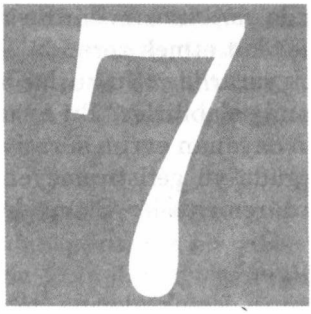
Tabii ki hep yeşil kalanlar da vardır; bu ağaçlar canlı ve yeşil görünmeye devam ederler. Bunlar yıl boyunca yaz veya kış olsun yapraklarını hiç dökmezler. Bu durum ya güneş ışığının yıl boyunca hemen hemen aynı kaldığı bölgelerde görülür ya da bu ağaçların yapraklarının biçimi diğer ağaçlardan farklıdır. Bu ikinci gruba çam ağaçlarını örnek gösterebiliriz.

Yeşil Işık

Bu durum, güneş ışığının su buharı tarafından soğurulması ile atmosfer tarafından saçılıma uğratılması ve kırılmasıyla ilgilidir. Su buharı, sarı ve portakal rengi bileşenlerin büyük bir miktarını soğururken, hava molekülleri de mor ve mavi bileşenleri saçılıma uğratırlar. Böylece geriye kırmızı ve yeşil bileşenler kalır. Atmosferin yeryüzüne yakın kısımları daha yoğun olduğundan, kırılma sonucunda kırmızı ve yeşil, farklı kırılma kabiliyetleri nedeniyle birbirinden ayrılır. Kırmızı yeşilden daha az eğrilir ve sonuçta Güneş'in biraz üstünde "yeşil ışık" olarak adlandırılan oluşum görülür. Michael Berry'nin *New Scientist* (30 Kasım 1991) dergisine yolladığı mektubunda belirttiği üzere bu oluşum "koyu yeşil parıltı" biçiminde de görülebiliyor. Ayrıca yeşil ışığa Ay'da da rastlanabildiğini söyleyen Berry, kendisinin Ay ufka yakın bir konumdayken teleskopla bu durumu gözlemlediğini belirtiyor.

"Yeşil ışık" genellikle, Güneş'in batma noktasına gelene kadar beyaz bir görüntü sergilediği zamanlarda en net biçimde görülebiliyor. Güneş'in batmadan önce kırmızı olduğu günlerde ise hiç görünmüyor. Neden böyle olduğunu tahmin edebiliyor musunuz?

The Green Flash and other Low Sun Phenomena (Yeşil Işık ve Diğer Günbatımı Oluşumları; North-Holland, 1958) adlı kitabında D. J. K. O'Connell, yeşil ışığı gösteren muhteşem fotoğraflara yer vermiştir. *Sky & Telescope* adlı dergide (12. cilt, s. 233, Haziran 1953) yayımlanan makalesinde T. S. Jacobsen, kutuplara yaklaştıkça yeşil ışığın görünme süresinin de uzadığını belirtiyor. Byrd'ün Güney Kutbu'na yaptığı seferlerden biri sırasında, Güneş uzun bir kutup gecesinden sonra doğup da ufuk boyunca ilerlerken yeşil ışık yaklaşık 35 dakika kadar görülmüştür.



Irmağın Sesi

Bu sese sıkışmış hava kabarcıklarının hacimlerinde meydana gelen değişim neden olur. Akan sudaki hava kabarcıkları titreşimli sistemler (sözgelimi ziller) gibi davranırlar ve duyulabilecek kadar yüksek ses dalgaları oluştururlar. Bu sesi evde siz de yaratabilirsiniz. Su ile yarılarına kadar doldurulmuş iki bardak alın. Birinin içindeki suyu diğerinin üzerine boşaltırken çıkan sesi dinleyin. fark ettiyseniz suda hava kabarcıkları oluşuyor.

V Uçuşu

Bir kuş kanatlarını aşağı doğru çırptığında, kanatları arkasında kalan hava yukarı doğru yükselir. Onu izleyen kuşun bu hava yükselişlerinden yararlanması mümkündür. Ancak aynı zamanda birbirlerinin yoluna çıkmamaları için de öndeki kuşun kanatlarının birinin ucu hizasında uçması gerekir. Bu bakımdan göçmen kuşlar için en avantajlı uçuş biçimi V şeklinde olandır. Böylece harcadıkları enerji miktarını en aza

indirirler. Bu da yaşamlarını sürdürmek için çok uzun mesafeler kat etmek zorunda olan göçmen kuşlar için çok yararlıdır. Bu kuşlar böyle bir şeyi nasıl öğrenmiş olabilirler? Bu sorunun cevabı doğal seçilime dayanan evrim süreci olabilir. Yani gerekli "içgüdü"yü geliştiremeyen türler yaşamlarını sürdürememişler. Siz ne dersiniz?

Işık ve Gölge

Yerde oluşan ışık noktalarına, ağacın dal ve yapraklarının arasındaki boşluklardan geçen güneş ışığının neden olduğu konusunda hiçbir şüphe yok tabii ki. Neden hepsinin de elips biçiminde olduğunu anlamak için ise basit ama öğretici bir deney yapabiliriz. Bu ışıklardan birini bir sayfa kâğıt üzerine düşürün ve kâğıdı ışınlara dik açıyla tutun. fark ettiyseniz ışık artık elips değil yuvarlak! Kâğıdı ışığı kaybetmeden yukarı doğru kaldırdığınızda noktanın küçülmeye başladığını göreceksiniz. Buradan ışık ışınlarının yerdeki beneğin tabanı oluşturduğu bir koni biçiminde ağacın tepesinden aşağı kadar indiğini anlıyoruz. Noktalar yerde elips olarak görünüyordu çünkü yer dairesel olan ışığı verev olarak kesiyordu. Bu noktaların böyle görünmeleri, Güneş'in bir nokta kaynak olmamasıyla ilgili. Ağacın üzerindeki her bir boşluk yerde Güneş'in uzamış bir görüntüsünü oluşturuyor.

Buzlu Buzul

Normal hava koşulları altında buz 0°C'de erir. Ancak buzun üzerindeki basınç artarsa daha düşük sıcaklıklarda da eriyebilir. Bir buzulun alt kısmında üstteki buzun ağırlığının yarattığı

kayda değer bir basınç vardır. Sonuç olarak alt taraftaki buz kolayca erir. Böyle olmasaydı, buz miktarının birikerek sürekli artışı buzulların kendi ağırlıkları altında göçmelerine neden olurdu.

Raman Rayleigh'e Karşı

Raman, ışığın pürüzsüz bir yüzey tarafından yansıtıldığında kutuplandığı gerçeğinden yararlanıyordu (Düzlemsel kutuplanmış ışık dalgalarının içlerindeki elektrik alanı sabit bir düzlemde titreşir). Belirli bazı açılardan gözlem yapıldığında, kutuplanma derecesi çok yükselebiliyordu. Nikol prizmasının, yalnızca bir doğrultuda titreşen ışığı geçirme gibi bir özelliği vardır. Yani prizmayı uygun olarak yöneltecek olursanız düzlemsel kutuplanmış ışık elde etmeniz mümkündür. Raman'ın yaptığı da tam olarak buydu. Denizden yansıyan ışığa o sırada yanında bulunan nikol prizmasını kullanarak bakmış ve ışığı kesmek için prizmayı çevirmişti. Ancak denizden hâlâ mavi ışık geldiğini görünce çok şaşırmıştı. Bu durumda denizin sadece gökyüzünün renginin yansıması sonucu mavi olması mümkün değildi.

Daha sonra bu konuda başka çalışmalar da yapmış olan Raman, bulgularını *Proceedings of the Royal Society (London)* (cilt 101A, s. 64, 1922) adlı dergide yayımlamıştı. Raman, ışığın sıvı molekülleri tarafından saçılıma uğratılmalarının, denizin maviliğinin açıklanmasında önemli bir etken olabileceğini de düşünmüştü. Işığın farklı sıvılardan saçılıma uğrayışı ile ilgili bir dizi deney yapmaya başlayan Raman, bu çalışmalar sırasında tamamen yeni ve hiç beklen-

medik bir etki keşfetti. Kendi adıyla anılan bu etki Raman'a 1930 yılında Nobel Ödülü'nü kazandırdı. Her şey bir geminin güvertesinde yaptığı o basit deney ile başlamıştı.

Mavi ve Yeşilin Tonları

Denizin rengini belirleyen birçok etken vardır: (a) Denize düşen ışığın bir kısmı yüzey tarafından yansıtılır. Yansıtılan bu ışık havanın açık veya kapalı oluşuyla bağlantılı olarak mavi ya da gri ağırlıklıdır. Yansıma denizin rengini belirleyen önemli bir etkendir; ancak tek etken de değildir. (b) Işığın önemli bir miktarı da su molekülleri tarafından saçılıma uğratılır ki bu da mavidir. Kum ve kil parçacıkları tarafından da bir miktar saçılım gerçekleşir; bunlar tarafından saçılıma uğratılan ışık ise esas olarak kahverengimsidir. (c) Önemli bir başka faktör de ışığın su molekülleri tarafından soğurulmasıdır. Su molekülleri renk tayfının kırmızı, portakal rengi ve sarı bileşenlerini soğururlar. Bu bakımdan deniz suyunun rengi, saçılım ve soğurma etkilerinin bileşimi sonucunda oluşur. (d) Denizin bazı bölgelerinin zaman zaman yeşil görünmesi, nedeni 1925 yılında Hintli fizikçi K. R. Ramanathan tarafından keşfedilene kadar bir muamma olarak kaldı (*Philosophical Magazine*, 46. cilt, sayfa 543). Ramanathan, belirli bazı organik maddelerin (bitki türleri), beyaz ışığın mavi ve mor bileşenlerini soğurup floresans adı verilen bir süreç sonunda yeşil ışık yaydıklarını keşfetmişti. (e) Son olarak gökyüzünün ve deniz suyunun durumlarında yaşanan değişiklikler de deniz suyunun renginin değişmesinde önemli bir yer tutar.

Gökyüzünün Mavisi



Güneş'ten çıkan ışık uzayda suya bir taş atıldığında oluşan dalgacıklara benzer biçimde yayılır. Bu dalgacıkların dalga boyları 0,00006 cm gibi oldukça küçük bir değerdir. Dalgalar kendilerinden çok daha küçük olan hava molekülleri üzerine düştüklerinde (Dünya'nın atmosferinde), kendilerine has bir biçimde saçılırlar. Saçılıma uğrayan bu dalgalar da bizim gözlerimize erişir ve böylece gökyüzünün rengi oluşmuş olur. Dalga boyu kısaldıkça saçılıma uğrayan ışığın yoğunluğunun da keskin bir biçimde artması gerektiğini teorik olarak açıklayan ilk kişi Lord Rayleigh'ti. Güneş ışığının görünür renk tayfında en kısa dalga boyu mora aittir. Bu durumda mor ışığın mavi, yeşil veya kırmızı ışıktan daha çok saçılıma uğratılması gerektiği söylenebilir. Peki ama o zaman gökyüzü niye mor değil de mavi görünür? Bunun iki önemli nedeni vardır. Birincisi, Güneş'ten gelen ışınlarda mavi ışığın mordan daha çok olmasıdır. İkincisi ise, gözlerimizin mor ışığa maviden çok daha az duyarlı olmasıdır (Evrim boyunca, insan gözü Güneş'ten gelen ışınlarda en bol olarak bulunan renge yani sarıya en duyarlı hale gelmiştir). İşte bu faktörler sonucunda gökyüzünü mavi ağırlıklı olarak algılıyoruz.

Tepelerin Tepesi

Bir dağ aşırı derecede yükselecek olursa, Dünya'nın içine doğru batmaya başlar, çünkü Dünya yüzeyini oluşturan maddeler ve alttaki kayalar (granit, kuartz veya silikondioksit) onun ağırlığını kaldıramaz hale gelirler. Katı bir maddenin, atomlarının arasındaki bağların düzenini kaybetmeleri sonucunda çökmeye başladığı bir sınır vardır. Ünlü fizikçi Victor Weisskopf'un sözlerinden alıntı yapacak olursak: "... atomlar arasındaki bağların hepsi kopmamıştır, sadece bağlar düzenlerini kaybetmişlerdir. Sıvıların akabilmesi bu yüzdendir; katılar ise akamazlar çünkü maddeyi oluşturan atomlar arasındaki bağlar sabit bir biçimde aynı konumda tutulurlar" (1967 yılında Cenevre'de CERN tarafından düzenlenen bir konferans sırasında Weisskopf'un bu sorun üzerine görüşlerini bildirdiği konuşmadan). Bağların düzenini bozmak yani kütleyi sıvı haline geçirmek için gerekli olan enerji dağ battıkça kaybedilen potansiyel enerjiden alınır. Weisskopf yaptığı nicel hesaplamalarla Dünya üzerindeki bir dağın yüksekliğinin 30 kilometreden daha fazla olamayacağı sonucuna ulaştı. Ancak yerkabuğunun altında bulunan mantonun katı olmaması nedeniyle bu yükseklik 10 kilometreye (Everest dağının yüksekliği!) kadar düşer. Dağlar plastik yapılı manto üzerinde dev aysbergler gibi yüzerler. Bu konu üzerinde birlikte çalışan jeologlar ve fizikçiler her dağın gerçekten de bir "ters dağ"ı (manto içine batmış bir bölümü) olduğu sonucuna vardılar. Bir çekülün bir dağın yanındayken dağa doğru sapma oranının, dağı oluşturan bütün

maddenin görünür hacimdekinden ibaret olması durumunda bekleneceğinden daha az çıkmasının nedeni de budur.

Bu şaşırtıcı keşif ilk başta bilim adamlarının dağların çoğunun içlerinin boş olduğundan kuşkulanmalarına neden olmuştu. Ancak daha sonra "ters dağ" durumunun keşfiyle sorun tam olarak açıklığa kavuştu.

Bir dönüm noktası sayılabilecek olan bu yükseklik, diğer gezegenlerde, kütleçekimlerinin farklılığı ve gezegenlerin kendilerinin farklı türde malzemelerden oluşması nedeniyle farklı değerler alacaktır.

Donan Göller

Buzun yoğunluğu suyunkinden azdır ve bu nedenle buz su üzerinde yüzer. Isı iletimi konusunda kötü bir iletken olan buz, aşağıdaki suyu yalıtır ve bu suyun sıcaklığının donma noktasının altında kalmasını sağlar. Aslında böyle olması işimize gelir, çünkü en üstten en alta kadar bütün su kütlesi donacak olsa, su içindeki hayat tamamen yok olurdu. Üstelik, sıcaklık 0°C'nin biraz üzerine çıktığında, buz tabakasının üst kısımları hemen erimeye başlamaz. Bunun nedeni buzun bazen erime noktasının üzerindeyken bile yarı kararlı katı halde kalabilmesidir. Bu durum buzun saflık derecesiyle ilgilidir.

Damla Damla

Bunun nedeni su damlacıklarının bulutlarda oluşmasıdır. Bu bulut, buharın toz zerrecikleri ve elektrik yüklü parçacıklar üzerinde yoğunlaşmasıyla oluşur. Bu damlacıkların çapları genellikle

1 ile 10 mikron arasındadır (1 mikron = 10^{-4} cm). Bulutlar yukarı doğru belirli bir hızla (genellikle, 1 ila 10 m/s) hareket ederlerken su damlacıklarını da doğal olarak beraberlerinde götürürler. Damlacıklar yükseldikçe yoğunluklarının artması sonucunda büyürler. İki veya daha çok damlacığın çarpışarak birleşmesiyle damlalar oluşur. Damlalar havanın artık onları yukarı doğru taşıyamayacağı kadar büyüdükleri zaman (yani damlaların ağırlıkları, yükselen hava tarafından uygulanan itme kuvvetini aştığında), yağmur olarak aşağı düşmeye başlarlar. Bu kesintisiz bir süreç olduğundan bir bulutun yağmur olup tamamen aşağı indiğini çok nadir olarak yaşanan "sağanaklar" dışında görmeyiz.

Kumdaki Ayak İzleri

Bir kumsalda kumların üst kısımları çok ıslak olmadığında, kum tanecikleri birbirlerine mümkün olduğu kadar yakın durumdadırlar. Biri üzerlerine basacak olursa, tanecikler sıkışır ve kendilerini yeni duruma göre ayarlarlar. Bu yeni düzenlemede, hacim ve dolayısıyla kum tanecikleri arasındaki gözenekler artmıştır. Sonuç olarak, su bu yeni ortaya çıkan boşlukları doldurmak için aşağı doğru akar ve ayak izinin kumun geri kalan kısımlarıyla kıyaslandığında daha kuru gibi görünmesine yol açar.

Deniz Kabuklarının Uğultusu

Deniz kabuğu, bazı müzik aletlerinin gövdelerine benzer bir biçimde bir rezonatör gibi davranır. Ancak arada bir fark vardır. Kabuk ortamda aslında normalde duyulmayacak kadar düşük

olan sesleri (sözgelimi bir sineğin vızıltısını) yükseltir. Kulaklarına tuttukları şey bir deniz kabuğu olduğundan, duydukları insanlara denizin sesiymiş gibi gelir. Halbuki kulağınıza herhangi bir bardak ve hatta kendi avcunuzu kapattığınızda da aynı sesi duyarsınız.

Göçmen Kuşlar

Göçmen kuşların uzun mesafeler boyunca yollarını nasıl olup da bulabildikleri hâlâ tam olarak anlaşılabilmiş değil. Ancak yapılan geniş çaplı deneyler sayesinde göçmen kuşlar hakkında birçok özellik keşfedildi. Gustav Kramer tarafından tasarlanmış bir deney sırasında, birkaç göçmen kuş özel olarak yapılmış karanlık bir kutunun içine konulmuştu. Kutuda pencereler ve kutunun içine giren ışığın yönünün değişmesini sağlayan aynalar bulunuyordu. Deney sonucunda kuşların Güneş'in doğduğu yönü esas alarak harekete geçtikleri saptandı. Güneş ışığının yönü değiştiğinde onlar da uçuş yönlerini değiştiriyorlardı. Ayrıca gün sona erdiğinde de bu yönü koruyabilme gibi bir kabiliyete sahiptiler.

Başka bir deneyde de göçmen kuşlar bir planetaryuma* konmuş ve gökyüzü akşamın ilk saatlerinde olduğu şekliyle gösterilmişti. Kubbe üzerinde yıldızların konumları değiştikçe, kuşlar da yönlerini buna uygun biçimde değiştiriyorlardı.

Göçmen kuşların yumurtalarının alınıp kuluçka makinesine konmasına ve yumurtalardan çıkan yavruların büyütülmesine dayanan bazı deneyler de yapıldı. Sonuçta bu yavruların da

* Gökcisimlerinin Dünya'dan göründükleri şekliyle yarı küresel bir kubbe ekran üzerinde gösterildiği geniş salon. (ç.n.)

genetik kökenlerini belli eden bazı özellikler geliştirdikleri görüldü. Uçuş rotalarıyla ilgili bilgiler genlerinde kodlanmıştı.

Ayrıca bu kuşlar göç mevsimi başlamadan önce bazı bariz fiziksel değişimler (bazı özel hormonların salgılanması, fazladan yağ biriktirilmesi gibi) geçiriyorlardı. Yerlerinde duramaz bir hale gelen kuşlar bir an önce göçe başlamak istiyorlardı. Uzmanlar bunlardan başka, Dünya'nın manyetik alanının yönü, Dünya'nın günlük dönüşü ve barometrik basınçta meydana gelen farklılıklar gibi birçok başka etkenin de bu kuşların uçuş rotalarını izlemelerine yardımcı olan bazı ipuçları sağladığını düşünüyorlar.

Beyaz Köpüklü Dalgalar

Beyaz dalgalar sayısız kabarcıktan oluşur. Bir kabarcık, içine hava hapsolmuş, ışığı yansıtan ince bir zar görüntüsündeki sudur. Bir kabarcıktaki su miktarı son derece az olduğundan, aynı büyüklükteki bir su damlacığıyla karşılaştırıldığında soğurduğu ışığın miktarı çok azdır. Yani köpüğün içindeki onbinlerce kabarcık, güneş ışığının büyük bir kısmını yansıttığından biz bu dalgaları beyaz olarak görürüz. Bu, biranın sarımtırak bir rengi olduğu halde üzerindeki köpüğün (kabarcıklardan oluşan) neden beyaz olduğu konusuna da bir açıklama getiriyor. Bira şişesi kapalıyken şişenin üst kısmında sıvıdan arta kalan kısmı kaplayan buharlaşmış gaz ile biranın içinde bulunan çözünük karbondioksit gazı dengededir. Şişe açıldığında, denge bozulur ve fazla gelen çözünük karbondioksit gazı küçük kabarcıklar biçiminde yükselerek kaçar.

İlginç olan bir şey vardır ki beyaz köpüklü dalgalar geceleri de görülebilirler. Bunun nedeni deniz suyunun fosforesan maddeler içermesidir. Peki o zaman niye sadece köpükler parlamaktadır? Herhangi bir fikriniz var mı?

Çarpan Balık

Elektrikli yılanbalığı* "seri" ve "paralel" bağlantıların bir bileşimini kullanır. El fenerinizdeki veya cep radyonuzdaki piller "seri" olarak bağlanmışlardır; yani pillerin birinin artı ucu diğerinin eksi ucuna bağlıdır. Bu şekilde elde edilen toplam voltaj yani gerilim, pillerin sahip oldukları gerilimlerin toplamına eşittir; ancak tüm devreden aynı akım geçer. Piller bütün artı uçların bir tarafta ve bütün eksi uçların diğer tarafta birleştirilmesiyle "paralel" olarak da bağlanabilirler. Bu durumda gerilim tek bir pilinkine eşittir ancak bu sefer de akımlar toplanmıştır.

Elektrikli yılan balığının vücudunda bazı özel hücreler vardır. Bu hücreler beyinden bir emir yollandığında zarlarından geçen bir akım üretirler. Bu tür birçok (binlerce) hücre "seri" olarak; bu tür serilerin birçoğu da bir araya gelerek "paralel" olarak bağlanmıştır. "Seri bağlantı" yılan balığının kafasından kuyruğuna kadar yeterince yüksek bir gerilim sağlarken, "paralel bağlantılar" da rakibini öldürmeye yetecek kadar yüksek bir akım yaratır. Bağlantıların böyle olması her bir hücre içindeki akımın dokulara zarar vermeyecek bir düzeyde kalmasını sağlar.

* Güney Amerika nehirlerinde yaşayan ve elektrik üretebilen bir çeşit iri yılan balığı kastediliyor. (ç.n.)

Şimşek

Gök gürültülü ve şimşekli bir fırtınadan önce gökyüzünde toplanan bulutlar elektrikle yüklenirler. Bu tür bir bulut (alt tarafı negatif yüklü olan) ile bulunduğu toprak arasında büyük bir potansiyel farkı vardır. Dolayısıyla bulut biriktirdiği yükünü yeryüzüne boşaltma ve fazla gelen enerjisinden kurtulma eğilimindedir. Ancak bunun gerçekleşmesi için aradaki havanın kat edilip bir köprü kurulması gerekmektedir.

Her şey yeryüzüne doğru zikzaklar izleyerek inen bir oluşum ile başlar. Küçük parlak bir nokta buluttan yola çıkarak ışık hızının altıda biri kadar hızlı bir biçimde aşağı doğru iner. 50 metre kadar indikten sonra, elli mikrosaniye kadar durur ve yeni bir adım atar, durur, yeni bir adım atar ... bu böyle devam eder.

Bu oluşum eksi yükü buluttan yeryüzüne taşıdığından, kanalın tümü eksi elektrikle doludur.

Boşalma yeryüzüne değdiği anda, ta buluta kadar çıkan iletken bir "tel" elde etmiş oluruz. Bu sayede buluttaki negatif yük boşalır ve bu sırada aşağıda oluşan artı iyonlar da aynı yolu kullanarak buluta doğru çıkarlar. Bu sırada yollarına çıkan havadaki moleküllerin de iyonlaşmasıyla, çok parlak bir ışık oluşur. Yıldırımı topraktan yukarı doğru çıkıyor olarak görmemizin nedeni de işte budur. Bu çakma (yıldırımın en parlak bölümü) dönüş çakması olarak adlandırılır. Şimşek çaktığı sırada ortaya çıkan ısı, ortamdaki havanın aniden genleşmesine neden olur; bunun sonucunda da gök gürültüsü olarak adlandırdığımız ses oluşur. Ses buluttan buluta yansıyarak tekrarlanır ve bizim kulağımıza patlamalı ve çatırdamalı bir biçimde ulaşır.

Bukalemun Ay

Ay gündüz saatlerinde beyaz olarak görünür çünkü gökyüzü tarafından saçılıma uğratılan yoğun mavi, Ay'ın kendi sarımsı ışığına eklenir. Güneş battığında, gökyüzündeki mavi ışık kademe kademe azalırken Ay da sarımsı görüntüsüne kavuşur. Bu sırada tam sarı olarak göründüğü bir an gelir. Daha sonra gece bastırdığında ise Ay tekrar beyazımsı sarı rengini alır, çünkü artık arkasındaki fondan daha parlak hale gelmiştir. Biz tamamen psikolojik nedenlerle parlak ışık kaynaklarını beyaz görme eğilimindeyizdir. Ay havanın çok açık olduğu bir gecede başucumuzda yani tam tepemizde bulunduğunda, bize tam anlamıyla beyaz olarak görünür.

Gökyüzünden Daha Aydınlık

Doğruyu söylemek gerekirse böyle bir şey mümkün değildir. Ancak bu durum parlaklığın öznelliğine bir örnek olarak kabul edilebilir. Yerdeki karı çevredeki ağaçlarla veya kasvetli bir günde gökyüzünün genellikle tepemizdeki bölümünden daha karanlık olan ufka yakın kısımları ile yani kendisinden daha koyu renkli şeylerle kıyaslarız. Yerdeki kara ve tepenizdeki gökyüzüne aynı anda bakacak olursanız (sözgelimi karın üzerine koyduğunuz bir ayna yardımıyla), aslında gökyüzünün kardan gerçekten de daha açık renkli olduğunu göreceksiniz. Buna benzer bir durum düşen kar tanelerine bakarken de yaşanır. Arkalarındaki aydınlık gökyüzü yerini koyu renkli ağaçlara bıraktığında, kar tanelerinin renkleri de siyahtan beyaza geçer.

Dumanın Rengi

Dumanı arkadaki fon aydınlık olduğunda içinden geçen ışık sayesinde görürüz. Sarımtırak kırmızı görünmesinin nedeni dumanı oluşturan parçacıkların beyaz ışığın mor, mavi ve yeşil bileşenlerini daha fazla saçılıma uğratmalarıdır; bu durumda dumanın içinden geçerek gözümüze kadar gelme başarısını da esas olarak sarı ve kırmızı bileşenler gösterir. Diğer taraftan fon karanlık olduğunda, duman bizim arkamızda bulunan Güneş'ten (veya başka bir kaynaktan) üzerine düşen ışık tarafından aydınlatılıyor demektir. Bu durumda dumanı bizim görebilmemizi sağlayan dumanın saçtığı ışınlardır. Duman parçacıkları beyaz ışığın en çok mavi bölümünü saçılıma uğrattığından, biz de dumanı mavi olarak görürüz. J. Tyndall bu durumu çok güzel bir biçimde açıklamış: "Hatırlıyorum da yıllar önce Killarney'de, havanın rüzgârsız olduğu günlerde evlerin bacalarından yükselen dumanı seyrederken de buna benzer bir görüntü yaşanırdı. Dumanların alt kısımlarının arkasında çam ağaçlarından oluşan koyu renkli bir fon, üst kısımların arkasında ise bulutların oluşturduğu aydınlık fon bulunurdu. Üst kısımlar maviydi çünkü esas olarak saçılıma uğratılan ışık sayesinde görünüyorlardı; altlar ise kırmızımsıydı çünkü içlerinden geçen ışık sayesinde görünüyorlardı."

Çiylenme Noktası

Bir yüzeyin üzerinde çiy oluşması için, sıcaklığın havanın çiylenme noktasının altına düşmesi gerekir (çiylenme noktası havanın, içinde-

ki su buharına doyduğu sıcaklıktır). Su buharı yoğunlaşmaya başlayınca, yüzey üzerinde çiy oluşur. Ancak bu sırada çiy taneciğini oluşturan su moleküllerinden bazıları hızlı hareket eder ve buharlaşarak kaçmaya başlar. Can alıcı nokta şudur ki çiy sadece kaçış oranının yoğunlaşma oranından küçük olduğu zamanlarda oluşur.

Mutlak sıfırdan yüksek sıcaklıklardaki bütün cisimler ışıma yoluyla ısı kaybederler. Havanın bulutsuz olduğu tipik bir kış gecesinde, yeryüzündeki cisimler, gökyüzünden aldıkları ısıdan daha fazlasını yayarlar ve dolayısıyla daha soğuk hale gelirler. Cismin sıcaklığı ne kadar düşük olursa, üzerinde yoğunlaşan suyun buharlaşma oranı da o denli azalır. Açık gecelerde bol miktarda çiy oluşmasının nedeni de budur.

Parlak metal yüzeylerin çoğunun ısı soğurma ve yayma oranları, aynı koşullar altında bulunan yalıtkanlarla karşılaştırıldığında daha düşüktür. Ayrıca soğurma ve yayma arasındaki farkın metal yüzeyler için düşük oluşu sonucunda bu tür yüzeyler daha az ısı kaybederler. Bu nedenle çiyin parlak metal yüzeyler üzerinde oluştuğu daha az görülür.

Kışın Peçesi

Bu sorunun cevabı "sıcaklık tersinmesi" adı verilen durumda yatıyor. Kış aylarında havayı kirleten duman ve benzeri şeyleri dağıtan kuvvetli hava akımlarına (dikey veya yatay) rastlanmaz. Ayrıca kışın toprak da pek fazla ısınmaz. Havanın bulutsuz olduğu günlerde Güneş battıktan sonra, toprak ışınım yoluyla ısı kay-

beder ve hızlı bir biçimde soğur. Sonuç olarak, oluşan soğuk hava tabakası, üzerindeki daha sıcak ve daha hafif hava ile toprak arasında, yer yüzeyine yakın bir yerde sıkışır. Bu normalde olan durumun tam tersidir (Normalde, hava sıcaklığı yükseklikle birlikte azalır). Yer yüzeyine yakın olan soğuk hava dumanı soğutur ve onu yukarıdaki daha sıcak havanın altına hapseder.

Ay'ın Hayaleti

Bunun nedeni, Dünya Güneş ile Ay'ın arasına girip de Ay'ı gölgede bıraktığında, Dünya'nın atmosferi tarafından kırınıma uğrayan güneş ışığının bir kısmının gölge alana düşüyor olmasıdır. Normal ders kitaplarında Ay tutulması konusu işlenirken bu etkiden bahsedilmez. Kırınıma uğrayan güneş ışığının mavi bileşenleri, ışığın hava molekülleri tarafından saçılıma uğratılması sonucunda yok olur (Rayleigh saçılımı). Hava molekülleri, ışığın normal dalga boyundan daha küçüktür ve mavi ışığı kırmızıya göre çok daha fazla saçarlar. Sokakların aydınlatılmasında sodyum buharlı lambaların mavi cıva buharlı lambalardan çok daha kullanışlı olmaları da bu yüzdendir. Sodyum buharlı lambaların ışığı sarımtırak olduğundan cıva lambasının mavi ışığına göre çok daha az saçılır ve havayı daha iyi delip geçebilir. Tam tutulma sırasında Ay'ın üzerine düşen ışığın soluk ve kırmızımsı olması da bu yüzdendir.

Yuvarlak Gökkuşağı

Bir gökkuşağının merkezi, Güneş arkamızda olduğunda gözlerimizle aynı hizadadır; do-

layısıyla yeryüzünde olduğumuz sürece sadece yarı-dairesel gökkuşakları görmemiz mümkün olur. Gökkuşağının alt yarısı yeryüzü tarafından kesilir. Tam bir gökkuşağı ancak kuşak Dünya'ya paralel olarak oluştuğunda görülebilir. Uçaktaki yolcu da su damlacıklarının üzerinden uçarken (ki bu sırada Güneş de tam tepedeyse) gökkuşağını tam bir daire olarak görebilir.

Ay ve Nehir

Bu sorunun özü Ay'ın Dünya'dan çok uzakta olması ama onunla karşılaştırıldığında bir uçağın yer yüzeyinden yüksekliğinin ihmal edilebilir bir uzaklık olmasındadır. Normal bir yansıma ile oluşmuş bir görüntü düşünelim, görüntünün uzaklığı cismin uzaklığına eşittir. Dolayısıyla Ay'ın nehrin üzerine düşen görüntüsü de çok uzak olacaktır. Uçağın yüksekliği bu uzaklık ile karşılaştırıldığında ihmal edilebilecek kadar az olduğundan, Ay'ın görüntüsü yerden veya uçaktan bakıldığında aynı büyüklükte görünecektir. Ancak biz yukarı çıktıkça nehrin genişliği daralacaktır. Bunun sonucunda da nehrin Ay'ın yansımasının sığamayacağı kadar daralacağı bir nokta da olacaktır hiç kuşkusuz.

Cehaletin Saadeti

Elektrik hattındaki gerilimin yüksekliği tek başına önemli değildir. Önemli olan iki nokta arasındaki *gerilim düşmesidir*. Bir yüksek gerilim hattına konmuş bir kuşun iki ayağı arasındaki gerilim düşmesi çok küçüktür. Buna kuşun



Gerilim düşmesi çok düşük

vücudunun elektrik direncinin yüksek oluşu da eklenince, kuşun içinden herhangi bir akım geçmiyor demektir. Ancak yüksek gerilim hattına konmuşken bir şekilde vücudunun bir parçası da elektrik direğine değen şanssız bir kuş olursa, elektrik hattı ile toprak arasında bir kısa devre olur ve vücudundan çok büyük bir akım geçen kuşu elektrik çarpar.

Arıların Vızıltısı

Arılar ve diğer böcekler uçarken vızıldarlar. Vızıltı sesi bu böceklerin kanatlarını çırpmaları sonucunda oluşur. Herhangi bir şey saniyede 16 kereden daha fazla titreştiğinde belirli bir perdeden bir ses çıkarır. Bilim adamları bu sesi bir müzik notasıyla eşleştirerek, o böceğin saniyede kaç kere kanat çırptığını söyleyebilirler. Normal bir karasineğin vızıltısının fa notasına denk düştüğünü biliyor muydunuz? Karasinek kanatlarını saniyede 352 kere çırpar. Bu sayı balarıları için (eğer bal ile yüklü değillerse) 440'tır. Bu sırada çıkardıkları ses la'dır. Bal taşırlarken ise ses mi'ye düşer; yani saniyede 330 kere kanat çırparlar. Görüldüğü üzere masum vızıltılar bile bize önemli bilimsel bilgiler sağlıyorlar!

Çekirgenin Ele Geçirilemezliği

Kulaklarımız bir sesin kaynağını iki şekilde belirler: (a) sesin iki kulaktan duyuluşu arasındaki şiddet farkını saptayarak, veya (b) iki kulağa erişen ses dalgalarının fazlarındaki farklılığı hissederek. Bu ikisi stereofonik duyuşun temellerini oluşturur. İnsan kulağı şiddet farklılıklarını sadece dalga boyu kısa olan seslerde yani tiz seslerde fark edebilir. Bunun nedeni dalga boyu uzun olan yani pes olan seslerin kırınıma uğrayabilmeleri ve başımızın etrafından dönerek iki kulağımıza da aynı yoğunlukta gelebilmeleridir. Pes seslerde kulaklarımız sadece faz farklılığını hissetme kabiliyetlerine güvenmek zorunda kalırlar. Ne tiz ne de pes olan seslerde ise (~4000 Hz), ki bir çekirgenin çıkardığı ses de bu gruba girebilir, kaynağın tam yerini saptamak biraz zordur; çünkü kulaklarımız sesin şiddetini mi yoksa fazlarını mı ayırt edeceği konusunda zorlanır.

Becerikli Böcekler

Su yüzeyi çok ağır olmayan nesneleri taşıyabilen ve üstelik bu nesneleri yüzeyi delmedikleri sürece ıslatmayan gergin ve ince bir zar, bir "kabuk" gibidir (yüzey gerilimi). Böceklerin bacakları, aralarına hava sıkışmış tüylerle kaplıdır, su yüzeyine basarlarken yastık işlevi gören bu tüy-



ler ıslanmazlar. Böceklerin ayakları yüzey gerilimi tarafından yaratılan "kabuk" üzerine baskı yapmaktadır. Bu zar da gergin durarak böceklerin batmasını engeller.

Su kuşlarının sözgelimi ördeklerin tüylerinin üzeri salgıladıkları yağlı bir maddeyle kaplıdır. Suyun onların tüylerini ıslatmamasının nedeni de budur.

Suyun Yükselişi



Özsuyu yapraklara kadar çıkar ve daha sonra fotosentez ürünleri ile birlikte aşağı iner. Su köklerden yukarı odunsu dokudaki ölü hücre tüplerinden geçerek çıkar. Fotosentez ürünleri ise yapraklardan aşağıya diriodunun canlı hücrelerini kullanarak inerler. Yapılan deneylerde özsuyu yükselişini sağlayan "motor"un, ağacın canlı dalları ve yapraklarında olduğu ve enerjisini güneş ışığından aldığı ortaya çıkarıldı. Yapraklar fotosentez yaparlarken, havaya bol miktarda su buharı bırakırlar; bu sürece "terleme" adı verilir. Su molekülleri yaprakların alt yüzeylerinde bulunan gözeneklerden buharlaştıkça, yüzey gerilimi kuvvetleri tarafından aşağıdan çekilen yeni moleküller onların yerlerini doldurur. Su sütunu kökçüklerden yapraklardaki kıl-

cal damarlara kadar sürekli bir biçimde çıkmaktadır. Yani bu işi başaran hava basıncı değil suyun içindeki kohezyon kuvvetleri ve su ile hücre duvarları arasındaki adhezyon kuvvetleridir. Bu kohezyon ve adhezyon kuvvetleri, su sütununda 300 atmosferlik bir gerilme oluşturur. Ancak sistem içinde oluşacak tek bir hava kabarcığı bile bu mekanizmayı bozar ve özsuyunun on metre kadar düşmesine neden olur. Bu kadar hassas bir mekanizmanın bir ağacın rüzgârda sallanan uzun dalları için bile güvenilir bir biçimde çalışması, odunun katmanlı yapısının çok ince bölümlere ayrılıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Böylece sütunlardan birinin içinde bir gaz kabarcığı oluştuğunda sadece o sütunda sorun çıkar.

Diriodun bölümünde gerçekleşen ve esas olarak aşağı doğru olan taşınım ise hâlâ tam olarak anlaşılabilmiş değildir. Bu durumdan ozmotik basınç (bir çözeltinin içindeki erir maddelerin çözeltinin her yerinde eşit derişikliğe ulaşma eğilimi) sorumlu olabilir.

Ton Farkı

Bu sorunun cevabı suyun, optik özellikleri açısından kuma havadan daha çok benzemesinde yatar. Işık kum tanecikleri tarafından saçılıma uğratılır ancak ortalama sapma açısı büyük olduğundan birkaç saçılımdan sonra çok çabuk bir biçimde tekrar ortaya çıkar. Parçacıklar arası boşluklar su ile dolduğunda (su saf bile olsa) ortalama sapma açısı küçülür ve ışık daha fazla saçılıma uğrayarak, tekrar ortaya çıkmadan önce kum içinde daha uzun bir yol kat etmek zo-

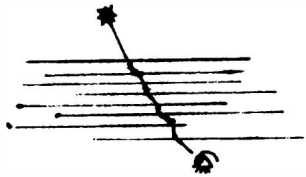
runda kalır. Yolun uzaması ve dolayısıyla saçılım merkezleri (kum tanecikleri) tarafından artan soğurma, ıslak kumun daha koyu renk görünmesine yol açar. Soğurmanın sudaki kirlilikle pek bir ilgisi yoktur. Emin olmak için, yıkanmış temiz kum ve damıtılmış su kullanın. Göreceksiniz ıslak kum yine koyu renk görünecek.

Dalgacıkların Şekli

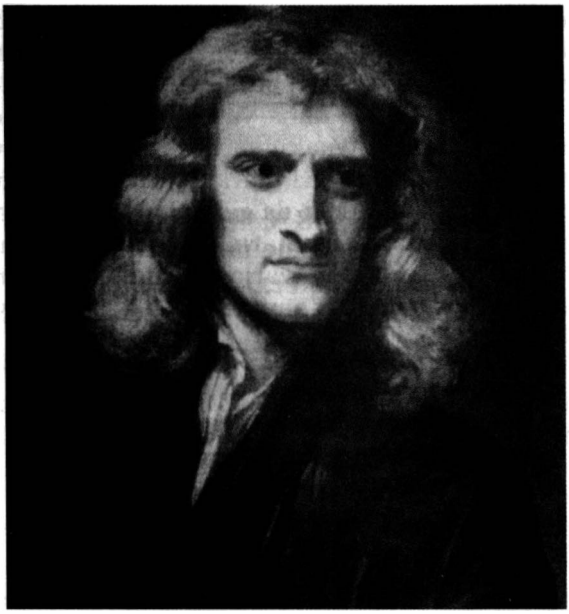
Dalgaların, uzun kenarı akış yönüne paralel uzanan elips benzeri bir şekil alacağını düşünebilirsiniz. Ama bu durumda yanılmış olursunuz. Dalgaların şekli su akıyor olsa da dairesel kalacaktır. Bunun nedeni akış sırasında suyun bir bütün olarak aşağı doğru taşınmasıdır. Bunun sonucunda dairesel dalgacıklar da herhangi bir bozuluma uğramadan taşınacaklardır.

Parıldayan Küçük Yıldız

Yıldızların parıldamasına Dünya'nın atmosferi yol açar. Sözgelimi atmosferi olmayan Ay'da olsaydınız, yıldızlara baktığınızda parıldamayacaklardı.



Yıldızlar o kadar uzaktırlar ki birer nokta kaynak olarak görünürler. Atmosferde oluşan hava akımları atmosferin yoğunluğunun düzensiz bir biçimde değişmesine neden olur. Sonuç



Isaac Newton (1642-1727), 1704 yılında yayımladığı Opticks (Optik) *adlı kitabında gökkuşağı konusunu açıklıyor ve ışığın "tanecik" (parçacık) yasasını öne sürüyor.* Mathematical Principles of Natural Philosopy (Doğa Felsefesinin Matematik İlkeleri) *adlı kitabında ise klasik mekaniğe ve kütleçekimine ait ilkelere yer vermişti.*

olarak da bir yıldızdan gelen ışık ışınları atmosferden geçerken rasgele sapmalara (kırınımlara) uğrarlar. Yoğunlukta görülen bu düzensiz değişimler zaman içinde, bir yıldızın görünen konumunda hızlı değişikliklere yol açacak kadar çok yaşanır. Ama yıldızın konumunda hissedilir hızlı oynamalara yani parıldama etkisi olarak adlandırılan duruma neyin yol açtığı tam olarak

anlaşılabilmiş değildir. Burada işin içine bizim anlaşılması güç görsel algı mekanizmamızın ince ayrıntıları giriyor olabilir.

Dünya'ya görece daha yakın olan gezegenler ise birer nokta kaynak gibi değil de küçük, yuvarlak ışık kaynakları olarak görünürler. Dünya'nın atmosferindeki dalgalanma bu yuvarlak üzerindeki bütün noktaların oynamasına yol açsa da bu oynamalar yuvarlağın içinde birbirlerinin etkisini az çok götürürler ve sonuçta ortaya sabit bir ışık etkisi çıkar.

Yüzeyindeki farklı noktalardan gelen ışık ışınları, görüntülerini gezegenin "görünür" çapının dışına kadar kaydıracak derecede büyük sapmalara uğradıklarında gezegenin parıldaması fark edilebilir bir hal alır. Bu durum havadaki karışıklık aşırı derecede olduğunda ve gezegenler (zaman zaman Venüs ve Merkür için geçerli olduğu gibi) ufka yakın konumdayken yaşanabilir.

Son olarak da tarihi bir açıklamaya göz atalım: Newton, *Opticks* (Optik) adlı kitabında (4. baskı, s. 110) yıldızların neden parıldıyor gibi göründüklerinden kısaca bahsediyor. O şöyle bir açıklama yapmış "Yıldızlarla aramızda bulunan hava sürekli bir titreme halindedir; bunu yüksek kulelerden yayılan ışığın titrek görüntüsü ve sabit bir yıldızın parıldaması gibi durumlarda fark edebilirsiniz."

Mavi Başucu

Başucunun koyulaşan maviliği, atmosferin üst tabakalarında bulunan ozon ile ilgilidir. Işığın ozon tabakası tarafından soğurulması renk

tayfının kırmızı ucunda en yüksek, mavi ucunda ise en düşüktür. Güneş battıktan hemen sonra, başucu tarafından saçılıma uğratılan güneş ışığı, ozon tabakası boyunca en fazla yolu kat etmiş durumdadır. Bu da ışığın kırmızımsı bileşenlerinden en üst düzeyde arındırılmış olduğu anlamına gelir.

Mavi Ay

Robert Wilson'un gözlemleri sonucunda vardığı karar, Güneş ile Ay'ın mavi görünüşlerinin, Alberta'daki (Kanada) orman yangınları yüzünden yükselen ve rüzgâr tarafından Atlantik üzerinden Edinburg'a kadar taşınan küçük parçacıklardan oluşan bulutlarla ilgili olduğuydu. Bu parçacıklar esas olarak, yangın sırasında ortaya çıkan yağ damlacıklarıydı. Yağ damlacıkları, ışığın ortalama dalga boyu ile karşılaştırılabilir bir büyüklükteydiler. Bu arada bildiğimiz bir şey var: Saçılıma yol açan parçacıklar ışığın dalga boyundan çok daha küçük olduklarında, mavi ışığı saçılıma uğratmayı tercih ederler (Rayleigh saçılımı). Çok daha büyük olurlarsa, bütün renkleri az çok aynı oranda saçılıma uğratırlar. Aynı sayılabilecek bir büyüklükte olurlarsa ise kırmızı ışığı maviden daha çok saçılıma uğratırlar. Kanada'daki orman yangınları sırasında oluşan ve Edinburg'a kadar taşınan yağ damlacıkları, tam da kırmızı ışığı maviden daha çok saçılıma uğratacak büyüklükteydiler. Sonuç olarak da Güneş ile Ay gözümüze mavi olarak göründüler. Bu durum etkenlerin çok nadir oluşan bir bileşimi sonucu ortaya çıkar. Diyebiliriz ki böyle bir bileşim ancak kırk yılda bir yaşanır.

Hale

Ay'ın çevresindeki hale ışığın kırınımı ve dağınımı sonucu ortaya çıkar. Gökyüzünde beyaz renkli ince bulutlar vardır; bu bulutlar öyle incedir ki Ay'ı onların ardından rahatça görebiliriz. Bu ince bulutlar küçük altıgen buz kristallerinden oluşmaktadır. Ay tarafından yansıtılan Güneş ışınları, bu kristallerin içinden geçerken (bir prizmada olduğu gibi) kırınıma uğrarlar. Kırınıma eşlik eden dağınım sonucunda renkler ortaya çıkar. Hale pembemsi bir görüntüye sahiptir çünkü pembe renk tayfının ortasında yer alır. Pembeyi rahatlıkla görürüz ancak onu çevreleyen mavi, gökyüzünün mavisi içinde kaynar. Hale, buz kristallerinin halenin merkezi etrafında eşit olarak dağıldığını gösterir biçimde daireseldir.

Olbers Paradoksu

Bugüne kadar yürütülen gökbilimi gözlemlerinde evrenin uzamsal açıdan bir sınırı olduğu yönünde bir sonuca ulaşılamadı. Ayrıca elimizde evrendeki parıldayan cisimlerin dağılımının dikkati çekecek kadar düzenli olduğu yönünde güçlü kanıtlar var. Bu durumda varsayım (a) ve (b) yanlış gibi görünmüyor. Varsayımlardan (e)'nin yanlış olduğunu düşünenler çıkabilir (ki Olbers de bu fikirdeydi); çünkü ışığın galaksilerarası madde tarafından soğurulmasının önemli bir rol oynayabileceği son derece akla yatkındı. Ancak bunun bir yararı olmaz. Soğurma, uzak bir cisimden gelen ışığı kesebilir ancak bu arada soğuran madde ısınır ve bu sefer de o ışımaya başlar.

Bu durumda kuşkulanılması gereken varsayımlar (c) ve (d) imiş gibi görünüyor. Yapılan gözlemler, evrenin durağan olmadığını gösterdi (Evren galaksilerin birbirinden uzaklaşmalarıyla genişliyor). Aslında bu varsayım Einstein'ın göreli kozmolojisinin bir sonucuydu. Einstein'ın evren modelinde ışık uzak galaksilerden bize gelirken iki biçimde azalır. İlk olarak, Dünya'da ve uzak galaksilerde geçerli olan zaman ölçekleri farklıdır. Einstein'ın genel görelilik kuramına göre, uzayın geometrisi iri bir cismin varlığından etkileniyordu ve bu da yerel zamanı etkiliyordu (Büyük galaksilerdeki atom saatleri, Dünya'daki atom saatlerine göre daha yavaş hareket ediyor gibi görüneceklerdi). Bu da büyük galaksilerden gelen görünür ışığın tayf çizgilerinin, tayfın kırmızı ucuna doğru kaymalarına neden olur. Bu durum "kütleçekimsel kırmızıya kayma" olarak adlandırılır. Ayrıca bir de genişleyen evrende uzaklaşan galaksilerden gelen ışıkta görülen "kozmolojik kırmızıya kayma" etkisi vardır (Doppler kayması). Bu iki etki, ışınımın enerjisinde bir azalmaya yol açar. Bunun nedeni ışınımın kuantum yapısından kaynaklanır (Işık fotonlardan oluşur; fotonların sahip olduğu enerji frekans ile doğru orantılıdır ve dolayısıyla "kırmızıya kayma" durumunda enerji azalır).

Şu anda bilim dünyasında genel kabul gören görüş, evrenin bir başlangıcı olduğudur. Bu da evrenin sonsuz denebilecek kadar yaşlı olmadığı anlamına gelir. Evrenin yaşına T dersek, şu anda bize ulaşmakta olan ışık en fazla cT (c, ışık hızı) kadar bir uzaklıktan geliyor demektir. Ayrıca

evrenin yaşının sonsuz olmayışı, gökyüzünün aydınlığından sorumlu kaynakların uzaklıklarında da bir sınır olduğunu ima ediyor.

Bütün bu etkiler birleşince, uzak yıldızların ve galaksilerin gece gökyüzünü aydınlatamamalarını garantiliyor. Bu etkilerin göreli önemleri, uzmanlar arasında ateşli tartışmalara konu olmayı sürdürüyor. Sonuç olarak "Olbers paradoksu"nun cevabı şöyle: Geceleri gökyüzü karanlık olur çünkü evrenin zamansal olarak geçmişte bir "sınırı" vardır ve ayrıca evren genişlemektedir.

John Gribbin *In Search of the Big Bang* (Büyük Patlamanın İzinde; Corgi, 1987) adlı kitabında "Olbers paradoksu" ile ilgili önemli tarihi açıklamalar yapıyor. Gribbin, bu paradoksun Olbers'ten çok önce Edmond Halley tarafından ortaya atıldığından bahsediyor. Halley 1721 yılında o sırada Newton'un dönem başkanlığını yaptığı *Royal Society*'ye bir rapor sunmuştu. Newton da evrenin belirli bir yaşı olduğu fikrini benimsiyor olmasına rağmen, şaşırtıcı biçimde bunun "paradoks"u (kısmen de olsa) çözebileceğini fark edememişti. Hata insana özgüdür!

Bir gün bir gökbilimci, bir fizikçi ve bir matematikçi birlikte İskoçya dağlarında yürüyüşe çıkmışlar. Bir süre sonra bir çiftliğin önünde tek başına otlayan bir koyun görmüşler. Uzaktan koyuna bakan gökbilimci "Demek ki dağlardaki koyunlar siyah" demiş.

Bunun üzerine fizikçi "Bu kadar çabuk genelleyemezsin" diyerek, konuşmasını "Örneklemin çok küçük. Ancak dağların genelinde çok sayıda koyunu titiz bir incelemeden geçirdikten sonra böyle bir önermede bulunabilirsin. Şu an için söyleyebileceğin tek şey İskoçya'da siyah koyunlar bulunduğudur" diye sürdürmüş. Sonra matematikçiye dönerek görüşünü sormuş.

Bunun üzerine matematikçi "Kusura bakmayın ama ben ikinizle de aynı fikirde değilim. Bu konuda söylenebilecek tek şey, şurada duran hayvanın bize dönük tarafının siyah olarak göründüğüdür" demiş.

Dizin

Açısal hareketin eylemsizliği, 108, 116
Açısal momentum,
korunumu, 108, 115
Adyabatik süreç, 141-142
Akram, Wasim, 80
Anafor, 122
Arabadan şişe atmak, 36, 133
Arıların vızıltısı, 57, 168
Arkhimedes ilkesi, 127, 139, 140
At arabası yarışı, 47, 148
Attenborough, Richard, 44
Ay'ın değişen rengi, 54, 163
Ay'ın halesi, 61, 176
Ayakkabı cilası, 17, 105-106

Bacon, Francis, 33, 77
Balonlar, 30, 126-127
Ben Hur, 47, 148
Bernoulli ilkesi, 114, 121, 123-125
Berry, Michael, 149
Beyaz köpükler, 53-54, 160-161
Bilardo topu, 22, 113
Bitkilerde terleme, 170
Bohr, Niels, 69-70
Born, Max, 81-82
Bozuk para yuvarlamak, 19, 107-108
Brown, William, 80-81
Buddha, Gautama, 43
Buzul, .
alttan erimesi, 51, 152-153

Canaud, R. C., 67
Casimir, H. B. G., 70

Chaplin, Charlie, 45
Chesterton, G. K., 3
Connell, D. J. K., 150

Çay yaprağı parçaları, 5, 88-90
Çaydanlık, 4, 87
Çekirgeler, 57, 169
Çikolatanın kıvrılması, 9, 94
Çiylenme noktası, 55, 164-165

Da Vinci, Leonardo, 43
Dağların mavi görünümü, 73-74
Dalgacıkların şekli, 59, 172
Dalgalanan bayrak, 28, 123
Değme açısı, 107
Delik-ton etkisi, 66-67
Denaturasyon, 91
Deniz kabuğu, 53, 158
Denizin maviliği, 51-52, 153-154
Denizin renkleri, 52, 154
Determinizm, 108
Dirac, Paul, 5, 6
Doktor Jivago, 47, 148
Dönüş çakması, 162
Duman halkaları, 30, 125-126
Düşen yapraklar, 47, 148-149

Einstein, Albert, 4-5, 11, 82, 88-89
Elektrikli yılanbalığı, 161
Eliot, T. S., 3
Entropi, 142
Esmerleşme, 91
Everest dağı, 53, 156

Fahrenhayt 451, 44, 143-144
Fermi, Enrico, 8, 94
Feynman, Richard, 50, 63, 64-65, 67-68, 79
Fısıltı galerileri, 65-66
Fizyolojik iş, 76-77
Fong Chao, Benjamin, 65
French, A. P., 70
Frost, Robert, 21

Gandhi, 44-45
Goethe, 49
Göçmen kuşlar, 51, 53, 151, 159
Gökyüzünün maviliği, 52, 155
Görelilik ilkesi, 136-137
Görünmez adam, 45, 145
Görüntü güçlendirici, 144
Grand jete, 25, 118-119
Gribbin, John, 178
Güneş tutulması, 39, 138

Halley, Edmond, 178
Hamak, 17, 104
Hıçkırık, 45, 145-146
Hidrodinamik geribesleme, 147
Hitchcock, Alfred, 44
Holmes, Sherlock, 33
Horlama, 19, 108-109

Irmağın sesi, 50-51, 151
Isı iletimi, 103
Islak kâğıt yırtmak, 40, 139
Işığa duyarlı hücreler, 103
Işık halesi, 131

İçmek, 12, 99
İkincil akış, 82, 90
İyonosfer, 109

Jacobsen, T. S., 142
Jetlerin arkalarında bıraktıkları beyaz izler, 75
Jiroskop ilkesi, 120
Jonglör, 25, 119-120
Joubert, Joseph, 21
Joule-Thomson etkisi, 131

Kart yakalama, 38-39, 137
Kaufman, L.,76
Kediler,
  düşerken, 35, 133
  gözleri, 37, 135
Kell, G. S., 77

Kelvin, Lord, 82
Kennedy, P. J., 70
Kılcal çekme, 31, 126
Kırılma indisi, 115
Kinetik enerji, 114, 116
Klorofil, 148-149
Kolalı giysiyi ütülemek, 14, 101
Kozmolojik kırmızıya kayma, 177
Kramer, Gustav, 159
Kriket topu, 22, 113-114
Kriston, K. K., 68
Kutuplanmış ışık, 153-154
Kütleçekimsel kırmızıya kayma, 177

Lean, David, 47
Lyall, G., 69

Maddox, John, 116
Magnus etkisi, 114
Mavi Ay, 60, 175
Mavi başucu, 59-60, 174
Medawar, Peter, 27
Mehta, Rabi, 80-81
Menderesler, 81-83
Mıknatıslanan kılıç, 46, 147
Mikrodalga fırınlar, 7, 93
Minnaert, M., 73
Mum alevinin eğilmesi, 36, 133-134
Mum üflerken, 13, 100

Newton, Isaac, 100, 173-174, 178

Olbers, Heinrich, 61-62, 176, 178
Olbers Paradoksu, 61-62, 176-178
Ozmotik basınç, 171
Ozon tabakası, 174-175

Özsuyu, 58, 170-171

Paket lastiğinin ısınması, 42, 141-142
Paralel bağlantı, 161
Parfümler, 20, 109-110

Parlaklığın öznelliği, 163
Pataudi, Mansur Ali Khan, 118
Pauli, Wolfgang, 70
Prigogine, Ilya, 142

Raman, C. V., 22, 51-52, 66, 113, 153-154
Ramanathan, K. R., 154
Ray, Satyacit, 45-46
Rayleigh, Lord, 51-52, 66, 147, 153-154, 155
Rayleigh saçılımı, 155, 166
Restle, F., 76
Rezonatör, 158
Rock, I., 76
Rushton, W. A. H., 135

Sabun ve kir, 12, 99-100
Sato, Y., 66
Schrödinger, Erwin, 5-6, 88
Seri bağlantı, 161
Sıcaklık tersinmesi, 165-166
Sırıkla atlama, 24, 116
Sıvıları boşaltmak, 29, 123-125
Sirag, Saul Paul, 11
Sis lambaları, 20, 110
Smith, John, 82
Soğuma yasaları, 100
Sözde kuvvetler, 126
Stereofonik duyuş, 169
Stroboskobik durum, 148
Su,
  yangın söndürücü olarak, 14, 101
Sudaki yaşam, 53, 157
Susturucu, 44, 143
Suyun özgül ısısı, 101
Sürtünme, 111, 113-114

Şimşek çakmasının nedenleri, 54, 162
Şişe, ağrı kesici, 20, 111

Tagore, Rabindranath, 27
Tanik asit, 92
Tapetum Lucidum, 135

Tarak deneyi, 41, 140-141
Tebeşir gıcırtısı, 20, 111
Tekgöz bakışı, 25, 117-118
Ters dağ, 157
Thomson, James, 82
Titreyen gökkuşağı, 73
Top kesme, 23, 114
Topaç, 69-70
Traktörler ve çiftçiler, 16, 103
Truffaut, François, 44
Tutuşma derecesi, 92, 100
Tüp, 7, 91-92
Tyndall, J., 164

Uçaklar, 28, 121-122
Uğuldayan telgraf telleri, 45-46, 146-147
Uyumlu odaklanma, 129

Verne, Jules, 47
Visko-elastikite, 95-96
Viskozite, 94, 95-96
Vittorini, Elio, 85

Weisskopf, Victor, 156
Wells, H. G., 45, 145
Wheeler, John, 67
Wilson, Robert, 60, 175
Wright, E. H., 68

Yalpalayan tabak, 65
Yanmayan kâğıt kap, 44, 143-144
Yayılma süreci, 110
Yemek molekülleri, 93
Yeşil ışık, 47-48, 149-150
Yıldızların parıldaması, 59, 172-174
Yoğunluktaki değişimler, 172-173
Younis, Waqar, 80
Yuvarlak gökkuşağı, 56, 166-167
Yüzen mantar, 71-72
Yüzey gerilimi, 96-97, 107, 128, 134, 141, 144, 169-171

Neden geceleri
gökyüzü karanlıktır?
Mikrodalga fırınlar nasıl çalışır?
Neden elektrik tellerine konan
kuşları elektrik çarpmaz?
Yapraklar sonbaharda niye sararır?
Günlük yaşamımızda
sık sık karşımıza çıkan
bu olayların içerdiği esrarı,
onlara aşinalığımız nedeniyle
farkedemeyiz.
Oysa bu tür olayların çoğu
hoş sürprizlerle ve bilmecelerle
doludur.
Gündelik Bilmeceler'le
bilimin eğlenceli
yönünü keşfedeceksiniz.



ISBN 975-403-041-3



Fiyatı: 3.750.000 TL (KDV DAHİL)

Basılı fiyatından farklı satılamaz