



Bardak parçalayan, köprü yıkan: Rezonans

Opera sanatçılarının seslerini kullanarak bardak kırdığını filmlerde görmüşsünüzdür. Uygun adım yürüyen askerlerin koca köprüleri salladığını da duymuş olabilirsiniz.

Bunlar gerçek olabilir mi?

Cevabımız evet.

Üstelik siz de her salıncak salladığımızda bu yıkıcı etkiyi oluşturan fiziksel prensibi kullanıyorsunuz.



Periyod, Frekans, Rezonans

Frekans ve periyod kelimeleri zaman zaman günlük hayatta kullanıldığı için fizik biliminde hangi manaya karşılık geldiğini bir örnekle hatırlayalım. Salıncakta sallanan bir çocuğun bir gidiş gelişi yani bir döngüyü tamamlaması için geçen süre periyod olarak adlandırılır. Birim zamanda, örneğin bir saniyede yaptığı döngü sayısı ise o hareketin frekansı olur. Bir cisme vurduğunuzda veya onu kopardığınızda, herhangi bir kuvvetle etkileşime geçtiğinde cisim titreşir, fakat bazı frekanslarda titreşmeye çok daha yatkın olur. Bu frekanslara rezonans veya doğal frekans denir. Bu frekanslarda cisme etkiyecek kuvvetler enerji olarak cisme çok daha büyük verimle aktarılır. Yeterince büyük bir enerjinin cisme aktarılması çarpıcı ve yıkıcı etkilere yol açabilir. Burada "yeterince büyük bir kuvvet uygulanırsa" demediğimize dikkatinizi çekiyoruz.

Salıncakta sallansak

Salıncak örneğimize geri dönelim. Pek çoğumuz, bir salıncığı ne kadar kuvvetle itersek itelim salıncığın daha ileriye ve yükseğe gittiğini, fakat bize geri gelme süresinin pek değişmediğini fark etmiştir (bu arada ideal sarkaçların periyodunun -küçük salınımlar için- sadece sarkacın uzunluğuna ve yerçekimi ivmesine bağlı olduğunu hatırlatalım). Bu frekans salıncığın rezonans frekansıdır. Bu frekansta uyguladığımız kuvvetin kazandırdığı enerji (sürtünmeden kaynaklanan kayıp enerjiden büyük olmak kaydıyla) ve uygulanan kuvvet küçük olsa bile, salıncığı hep daha yukarılara çıkarır. Salıncığı bu frekanstan farklı bir frekansta sallamaya çalışmanız büyük bir ihtimalle salıncığın size çarpmasıyla sonuçlanacaktır. O yüzden evde veya parkta lütfen denemeyiniz.

Bardakları sesle parçalamak

Bardağa parmağınızla vurduğunuzda çıkan tınlama sesinin frekansı, o bardağın doğal frekansı yani rezonans frekansıdır. Titreşen bardak havayı titreştirir. Kulağımızın duyma aralığında olan bu titreşimi bir tınlama sesi olarak duyarız. Bu frekanstaki bir sesi daha şiddetli olarak üretebilirsek bu ses bardağı titreştirmeye başlar. Eğer sesin şiddeti yeterince yüksekse bu titreşimlerin genliği bardağın esnekliğini aşar ve bardak kırılır. Burada sesin şiddetinden daha çok, frekansı önemlidir. <http://www.youtube.com/watch?v=17tqXgvCN0E> bağlantısında bardağın laboratuvarında hazırlanan bir düzenekle nasıl titreştiğini ve parçalandığını görebilirsiniz.



Köprüler

Köprü üzerinde periyodik adımlarla yürüyen askerlerin adımlarının frekansı, köprünün doğal frekanslarından birine denk gelirse köprüyü gerçekten sallayabilir.

1940 yılında 65 km/sa civarındaki hızla esen rüzgârın etkisiyle yıkılan Tacoma Narrows Bridge isimli köprü de çok daha şiddetli esen rüzgârlara dayanıklı olacak şekilde yapılmasına rağmen rezonans sebebiyle yıkılmıştır. Köprünün rezonans frekansında titreşmesinin sebebi yukarıdakiler kadar açık ve net olmayabilir, nitekim bu rezonansın sebebi hakkında farklı kuramlar üretilmiştir. Bu yıkım ve çöküş asma köprülerin planlanma aşamasındaki hesaplamaların tekrar gözden geçirilmesine sebep olmuştur. Ama bu köprünün dayanabileceğinin altında bir kuvvetin köprüyü rezonansa getirmesiyle yıkıldığı açıktır. <http://www.youtube.com/watch?v=3mclp9QmCGs> bağlantısında köprünün çöküş hikâyesini izleyebilirsiniz.