Brownian ratchet

Vikipedi, özgür ansiklopedi

Termal ve istatistiksel fizik felsefesinde, **Brownian ratchet** ya da **Feynman-Smoluchowski ratchet** 1912 tarihinde [Polonyalı](http://tr.wikipedia.org/wiki/Polonya) fizikçi [Marian Smoluchowski](http://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Marian_Smoluchowski&action=edit&redlink=1" \o "Marian Smoluchowski (sayfa mevcut değil)) tarafından analiz edilen ve [11 Mayıs](http://tr.wikipedia.org/wiki/11_May%C4%B1s) [1962](http://tr.wikipedia.org/wiki/1962) tarihinde, Kaliforniya teknoloji enstitüsünde, [Nobel ödülü](http://tr.wikipedia.org/wiki/Nobel_%C3%B6d%C3%BCl%C3%BC) kazanmış Amerikan fizikçi [Richard Feynman](http://tr.wikipedia.org/wiki/Richard_Feynman) tarafından bilinir hale getirilen görünür devridaim makinedir. Bu basit makine küçük kısa kürekler ve mandallı çark içerir. Maxwell’in cini olarak görülse de, termal denge sistemindeki gelişigüzel dalgalanmadan işten kazanç sağlayabilmek için kullanılır. Termodinamiğin ikinci yasası ihlali, termal denge sistemindeki gelişigüzel dalgalanmayı kapsar. Detaylar Feynman ve diğerleri tarafından analiz edilmiş ve neden bunu yapamadığını göstermişlerdir.



Schematic figure of a Brownian Ratchet

**Konu başlıkları**

  [[gizle](http://tr.wikipedia.org/wiki/Brownian_ratchet)]

* [1 Makine](http://tr.wikipedia.org/wiki/Brownian_ratchet#Makine)
* [2 Neden başarısız?](http://tr.wikipedia.org/wiki/Brownian_ratchet#Neden_ba.C5.9Far.C4.B1s.C4.B1z.3F)
* [3 Tarihçe](http://tr.wikipedia.org/wiki/Brownian_ratchet#Tarih.C3.A7e)
* [4 Tanecikli Gaz](http://tr.wikipedia.org/wiki/Brownian_ratchet#Tanecikli_Gaz)
* [5 Referanslar](http://tr.wikipedia.org/wiki/Brownian_ratchet#Referanslar)

Makine

Makine mandallı çark olarak da bilinen tek yönde serbestçe dönebilen dişli içerir. Fakat, dönüşü ters yöndeki kilit mandalı tarafından önlenmiştir. Dişli, dingille ilk derecede su moleküllerine batırılabilen mandallı çarka bağlıdır. Bu moleküller ısı tarafından belirlenen kinetik enerjiyle oluşan ısı banyosu içerir. Makine, kısa küreği çevirebilen tek molekül çarpışmasındaki impuls kadar küçük olarak düşünülebilir. Bazı çarpışmalar çubuğu döndürmeye yatkın olmasına rağmen, kilit mandalı kısa küreğin tek yönde dönmesine müsaade eder. Bunun gibi bazı çarpışmaların etkileri mandallı çarkın aynı yönde devamlı olarak dönmesi için yeterlidir. Ratchet’in hareketi başka sistemlerde iş yapmak için kullanılabilir. Örneğin, yer çekimine karşı m ağırlıklı yükü kaldırmak. Isı banyosundan gelen enerji ısı meyiline bakılmaksızın, iş yapmak için gereklidir. Bunun gibi makinelerin başarılı şekilde iş yapabilmesi için, makinelerin, ‘Devir yapan herhangi bir makinenin, su deposundan ısı alması ve bir miktar iş yapması imkansızdır.’ belirten termodinamiğin ikinci yasasını ihlal etmesi gerekir.

Neden başarısız?

Brownian rachet’in ilk izlenimi Brownian hareketinden iş açısından yarar sağlamak olmasına rağmen, Feynman eğer bütün makine aynı dereceye sahipse, mandallı çarkın devamlı olarak aynı yönde dönemeyeceğini fakat gelişigüzel ileri geri hareket edeceğini ve bu hareketten herhangi bir iş yapamayacağını kanıtlar. Bunun nedeni, kilit mandalı kısa kürekle aynı ısıya sahip olduğundan dolayı Brownian hareketine maruz kalarak, yukarı aşağı zıplayacaktır. Mandallı dişli çark, kilit mandalının üzerinden aşağı doğru serbestçe kayabildiğinden dolayı makine aralıklı olarak başarısız olacaktır. Başka bir neden ise, kilit mandalı dişlinin eğimli yüzeyindeyken, kilit mandalını döndürebilen yay dişlinin eğimli yüzeyinde duran ve mandallı çarkla ters yönde dönmeye meyilli olan kilit mandalına tek yönlü kuvvet uygular. Feynman eğer son dereceye sahip mandallı çark ve kilit mandalı ilk dereceye sahip kısa küreğe eşitse, başarısızlık oranı mandallı çarkın ileriye doğru başarısızlık oranına uzun ve yeterli periyotlardan sonra net hareket olmaması için eşit olmalıdır cümlesini kanıtlar. Bu basit kanıt, dişlinin şekline bağlı net hareketin ortaya çıkmadığı, Magnasco tarafından verilir.

Bunun yanı sıra, son sıcaklık ilk sıcaklıktan küçükse, mandallı çark gerçekten ileriye doğru hareket edecektir ve işten yarar sağlayacaktır. Bu örnekte veya düşüncede, enerji iki termal haznenin derece farkından alınır ve dışarı çıkan atık ısı, kilit mandalı tarafından düşük hazneye doğru boşaltılır. Başka bir deyişle, makine fonksiyonları termodinamiğin ikinci yasasına uyan minyatür bir ısı motorudur. Diğer taraftan, eğer ilk sıcaklık son sıcaklıktan büyükse, makine döndüğü yönün aksi yönünde dönmeye başlayacaktır.

Feynman ratchet modeli aynı konsepte sahip Brownian motors’a neden olmuştur. Isısal gürültü yerine kimyasal potansiyelden ve başka mikroskobik dengede olmayan kaynaklardan yararlı iş alabilen çok küçük makineler, termodinamiğin yasalarına uyar. Diyotlar kısa kürek ve kilit mandalının elektriksel analoglarıdır ve aynı nedenden dolayı diyotlar, aynı devredeki Johnson gürültüsünü damıtarak yararlı enerji üretemezler.

Tarihçe

Dişli mandalı ve kısa kürek ilk kez ikinci yasaya uymayan makine olarak Gabriel Lipmann tarafından 1900 yılında tartışıldı. 1912 yılında, Polonyalı fizikçi Marian Smoluchowski makinenin neden geçersiz olduğu hakkındaki ilk doğru ve etkili açıklamayı yaptı; kilit mandalının termal hareketi mandallı çark dişlisine geriye doğru kaymasına izin verir. Feynman 1962 tarihinde, Maxwell-Boltzman dağıtımını kullanarak makinenin ilk etkili analizini yaptı. Maxwell-Boltzman dağıtımı kısa küreğin ilk derecesi, mandallı çarkın son derecesinden büyük olursa, makine ısı motoru olarak görev yapar. Fakat, kısa küreğin ilk derecesi mandallı çarkın son derecesine eşit olursa, kısa kürekte hiç net hareket olmaz. 1996 tarihinde, Juan Parrondo and Pep Espeñol mandallı çarkı olmayan sadece iki adet kısa küreğe sahip olan makinenin üzerindeki çeşitliliği, dingil kısa küreğe ve dişli mandala hazneler arasında ısı üretmek için bağlı olduğunu göstermek için kullanmıştır. Feynman’ın vardığı sonuç doğru olmasına rağmen, Feynman’ın analizi duruğumsu yaklaşımı gerçekten sapan şekilde kullandığı ve verim oranı hakkında yanlış sonuçlanan formüller içerdiği için çürütüldü. 1998 tarihinde Magnasco ve Stolovitzky bu analizi bütünü mandallı çarklı makine olarak düşünmek geliştirdi ve makinenin güç randımanının Feynman tarafından iddia edilen Carnot verim oranından çok daha küçük olduğunu gösterdi. 2000 yılında Derek Abbott, Bruce R. Davis ve Juan Parrondo tarafından yazılan bir kağıtta, bu problem tekrar analiz edildi ve Parrondo’nun paradoksuyla bağlantı kurulması için çift mandallı çark içerecek şekilde genişletildi.

1950 yılında Léon Brillouin mandallı çark yerine diyot kullanılan elektriksel benzeşim fikrinden söz etti. Fikir diyotları etkileyen termal akım dalgalanmalarının düzeltilmiş olması ve iş yapabilmesi için kendiliğinden sıfıra eşit olmayan sabit voltajı dengelemesi gerekmektedir. Daha detaylı analizlerde diyotların içindeki termal dalgalanmanın damıtılmış akım dalgalanmasındaki voltajı nötrleyen elektromotor kuvvet ürettiği ortaya çıkarıldı. Bu nedenden dolayı, diyotlar sadece etkilenen akım dalgaları diyottan farklı bir dereceye sahip olduğunda sıfıra eşit olmayan voltaj üretebilirler.

Tanecikli Gaz

Twente Üniversitesi ve Yunanistan’daki Patras Üniversitesi’ndeki araştırmalar Feynman-Smoluchowski motoru; termal denge olmadığı zaman, pseudo-Brownian hareketi tanecikli gaz yoluyla işe çevrilir, sayesinde düzenlendi. Tanecikli gaz, sistemin gaz fazında olmasının verdiği enerjiyle titreyen katı parçacıkların bir araya toplanmasıdır. Düzenlenmiş motor vibro dalgalanan tanecikli gaz içinde serbestçe dönmeye izin veren dört adet çark kanatları içerir. Çünkü, mandallı çarkın dişli ve kilit mandal mekanizması, yukarda da belirtildiği gibi, dingilin yalnızca tek yönde dönmesine izin verir. Rastgele çarpışmalar ve hava kabarcıkları yel değirmeni kanadının hareket etmesine neden olur. Bu Feynman’ın hipoteziyle çelişir gibi gözükmektedir. Fakat, bu sistem mükemmel termal dengede olmadığından dolayı, enerji sabit olarak hava kabarcıklarının sıvı hareketini sürdürebilmesi için sağlanmaktadır. Makinenin üst tarafındaki etkin titreşim molekül gaz yapısına benzemektedir. İdeal gazlardan ayrı olarak, küçük parçacıklar sabit olarak hareket ederken titreşim kesilirse, titreşimin kesilmesi basitçe hava kabarcıklarının düşmesine neden olacaktır. Bu deneyde, gerekli olan dış denge çevresi böylelikle devamlı hale getirilmiştir. İş aniden bitirilmez, mandallı çark efekti sadece kritik titreşim gücü arkasından başlatılabilir. Çok güçlü titreşimler için, yel değirmeni kanadının kısa küreği gazla ısı yayımı oluşturarak etkileşime girer, ve dönme hareketini bu sayede sürdürür.