

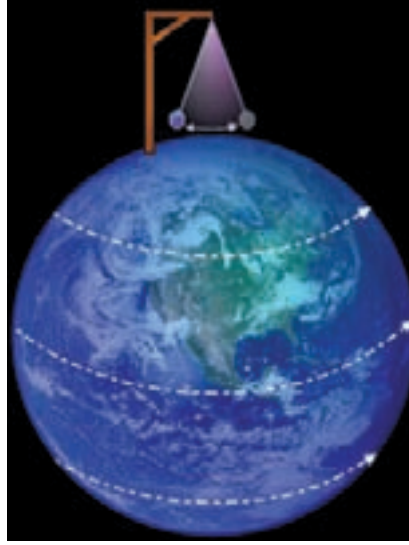


Kuzey kutbuna, dünyanın dönüş ekseninde olacak şekilde sürtünmesiz ideal bir döner sandalye koyarsak (rulman üzerine oturtulmuş bir düzlekle yer ile oturağın dönüş etkileri birbirinden koparıldığını varsayalım) 12 saat sonunda oturak 180 derece döner mi? Ayrıca kutup noktasında atmosfer hareketleri bu düzeneği nasıl etkiler?
Burak Özkalaycı

Bahsettiğin şekilde bir düzlekle Dünya'nın dönüşünü tespit etmek olanaksız, ama düzeneği biraz değiştirerek (Foucault sarkacından bahsediyoruz) bunu başarmak mümkün. Önce neden yukarıdaki önerinin işe yaramayacağını açıklayalım, sonra da Foucault sarkacına döneriz.

Sandalyeyi iki farklı konumdan gözlemleyebiliriz: Birincisi, Dünya'nın dışında, uzayda bir yerde bulunan, eylemsiz bir gözlem çerçevesinden bakabiliriz (aşağıda bu gözlemci için kısaca "uzaya göre" diyeceğim). Bir de "yere göre", yani Dünya üzerinde, yere oturan, dolayısıyla onunla beraber dönen başka bir gözlemcinin gözüyle de bakabiliriz. Dünya'daki gözlemci bir eylemsiz çerçevede bulunmadığından, olayları analiz ederken önce uzaya göre düşünmek, sonra da bunları Dünya'daki gözlemcinin nasıl göreceğini kestirmek gerekiyor.

Olası sürtünme etkileri analizimizi zorlaştıracığından atmosferin olmadığını varsayalım. Ayrıca, rulmanların sandalye-yer sürtünmesini sıfırladığını da varsayalım; yani hiç sürtünme yok. Dolayısıyla, sandalyeyi bir ilk hız vererek döndürmeye başlarsanız, sandalye aynı hızı koruyarak sonsuza kadar dönmeye devam eder. Bu, açısal momentumun korunumu yasasından elde ettiğimiz sonuç (Bunun, Newton'un eylemsizlik yasasının dönme hareketine uyarlanmış şekli olduğunu düşünebilirsiniz). Bu



sonuç aslında uzaya göre ama yere göre hızları elde ederken, Dünya'nın dönüş hızını eklemek veya çıkarmak gerektiğinden yere göre de aynı şey geçerli. Örneğin, eğer sandalyemizi uzaya göre kendi etrafında günde 5 tur atıyorsa, yere göre 4 veya 6 tur atıyordur (sandalyenin hangi yönde döndüğüne bağlı olarak). Dolayısıyla, eğer uzaya göre hız sabitse, yere göre de sabittir.

Bahsettiğin deneydeki sorun şu: (1) Deneye başlarken, Dünya'daki bir deneyci, sandalyeyi kuttuptaki yerine oturup bıraktığında, sandalyeye bir ilk hız vermiş olur (bu sıfır da olabilir). (2) Daha sonra deneyci oturup, sandalyenin hızını ölçmeye çalışır. Ama, ikinci aşamada ölçülen hız birinci aşamada verilen ilk hızla aynı. Verilen ilk hız da, deneycinin seçimi olduğu için, deneycinin buradan Dünya'nın dönüş hızını bulması olanaksız. Örneğin, deneyci deneye başlarken sandalyenin yere göre sabit durmasını sağlamışsa (ilk hız sıfır), bundan sonra da sandalyenin yere göre dönmediğini gözlemleyecektir. Buna karşın, uzaya göre bakıldı-

ğında, bütün deney boyunca sandalye Dünya'nın dönüş hızına eşit bir hızla dönmektedir.

Kısaca özetlersek, aslında sandalyenin yere göre dönüş hızı, Dünya'nın dönme hızına bir şekilde bağlı, ama deneyde sandalyeye bizim seçtiğimiz bir ilk hız vermemiz gerektiği için, bu bağımlılığı sadece yerden bakarak gözlememiz olanaksız. Atmosferi işin içine kattığımızda da bir şey elde edemeyiz, çünkü atmosfer de Dünya'yla beraber dönmekte, dolayısıyla atmosferin yere göre hızı sıfır. Hava sürtünmesi, sandalyenin havaya göre hızını azaltan bir etkiye sahip olduğu için, ilk hızı ne olursa olsun, sandalye bir süre sonra havaya ve yere göre duracaktır.

Bir sarkaç ile bu sorun ortadan kaldırılabılır. Bu aşamada sarkacın sallanmayıp döndürüldüğünü, yani ucundaki cismin yere paralel bir daire çizdiğini varsayacağım. Bu nedenle sandalyenin dönme hareketine benzer bir hareket söz konusu. Sarkacın sandalyeden farkı, dönme periyodunun sallanma periyoduyla aynı olup, sadece ipinin uzunluğuna bağlı olması. Sandalyenin dönme periyodunu deneyci belirliyordu, ama sarkacın periyodu deneycinin seçiminden bağımsız. (Deneycinin ipin ucundaki cisme vereceği bir ilk hız, çizilen dairenin çapını değiştirebilir, ama hareketin periyodunu değil.)

Uzaya göre baktığımızda, sarkaç hangi yönde döndürülürse döndürülsün, her durumda aynı periyoda sahiptir. Buna karşın, yere göre baktığımızda bu iki hız farklı olacaktır. Eğer sarkaç, batıdan doğuya doğru dönüyorsa (yani Dünya ile aynı yönde), o zaman yere göre dönme hızı (açısal hız) daha düşük olup, periyodu daha uzundur. Tersine, doğudan batıya doğru dönüyorsa, o zaman dönme hızı daha yüksek olup periyodu daha kısadır. Dolayısıyla, kuttuptaki sarkaç farklı yönlere döndürüp, iki hareketin periyodu arasındaki farkı bulursak, buradan Dünya'nın dönüş hızını belirleyebiliriz. Kısacası, sandalyede karşılaştığımız sorunu bu şekilde giderebiliriz.

Ne yazık ki, Dünya'nın dönüş hızı, pratikte kullanabileceğimiz sarkaçların dönme hızlarına göre çok küçük olduğu için (örneğin, 100 m boyundaki sarkacın periyodu 20 saniyedir), yukarıdaki deneyi anlatıldığı şekilde yapmak zor. Eğer, ilk kez 1851 yılında Fransız fizikçi Jean Foucault'nun (fuko okunur) yaptığı gibi, dönen değil de sallanan bir sarkaç kullanırsak, Dünya'nın dönmesinin etkileri daha rahat görülebilir.

Sarkacın kuttupta, yere dik bir düzlem üzerinde sallandığını varsayalım. Uzaya göre, sarkaç aynı düzlem üzerinde sallanmaya devam edecektir. Dünya döndüğü için, bu düzlem yere göre dönüyor gibi görünecektir. Yani, deneyci sarkacın sallandığı düzlemin doğudan batıya doğru yavaş yavaş döndüğünü ve bir gün sonunda 360 derece bir tam tur attığını görecektir. Halbuki, aynı düzlem uzaya göre hep sabit konumda kalıyor.

Deney, kutup yerine diğer enlemlerde yapılırsa, salınma düzleminin daha yavaş döndüğü bulunur. Örneğin, Ankara'daki bir Foucault sarkacı bir buçuk günde bir tam tur atacaktır. Buna karşın, ekvatordaki bir sarkacın salınma düzlemi dönmez. Güney yarıkürede de düzlemin dönüşü ters yöndedir.

