UE1050250 FOUCAULT SARKACI

DENEY PROSEDÜRLERİ

- Zaman fonksiyonu olarak salınımın yönünü ölçün
- Dönme hızını belirleyin.
- Deneyin yapıldığı enlemi belirleyin.

AMAÇ

Foucault sarkacıyla dünyanın ekseni etrafında dönüşünün kanıtlanması

ÖZET

Foucault sarkacı dünyanın kendi ekseni etrafında dönüşünü kanıtlamak için kullanılan, ağır bir topu olan uzun ipli bir sarkaçtır. Bu deneyde 1.2 metre yüksekliğinde bir sarkaç kullanılmıştır. Sarkacın salınımlarının yönü sarkacın gölgesi yansıtılarak doğru bir şekilde belirlenebilir. Uzun süreli gözlemler için, salınımın her sönümlenmesi ek moment sağlamak için ayarlanabilir elektromanyetik sistem yardımıyla karşılanabilir.

2

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Foucault Sarkacı (230 V, 50/60 Hz)	1000748 veya
	Foucault Sarkacı (115 V, 50/60 Hz)	1000747
1	Dijital Kronometre	1002811

TEMEL İLKELER

Foucault sarkacı dünyanın kendi ekseni etrafında dönüşünü kanıtlamak için kullanılan, ağır bir topu olan uzun ipli bir sarkaçtır. Adını 1851 yılında 2 m uzunluğundaki bir sarkacın salınım yönlerinin belli bir süre içerisinde keşfeden Jean Foucaul'nun adından almıştır. Deney daha sonraları daha ağır ve uzun sarkaçlar kullanılarak tekrarlanmıştır.

Dünya kendi ekseni etrafında döndüğünden dolayı, dünya bazlı koordinat sistemi kullanıldığında, sonrasında hareket eden sarkacın üzerinde salınım yönüne dikey doğrultuda hareket edecek olan Coriolis (dengeleyici) kuvvet artar:

(1) $$\mathbf{F} = 2 \cdot m \cdot \Omega_0 \times \mathbf{v}$$

m: sarkaç topunun kütlesi
Ω_0: Dünyanın açısal hızını tanımlayan vektör
v: Sallanan sarkacın hız vektörü

Bu durum salınım düzleminin sarkacın asıldığı enlem açısına φ bağlı olan açısal sıklıkla dönmesine sebebiyet verir:
Çünkü Foucault sarkacı yalnızca küçük açılarla α sapma yapar, sarkaç topunun yalnızca yatay düzlemde Şekil 1'de de görülebileceği gibi ve N ile gösterilen Kuzey eksen ve E ile gösterilen Doğu ekseni arasında hareket ettiği düşünülür. Gözlem sarkaç topu bir iple asılı olduğu için yalnızca yatay sapmalarla ilgilidir. Bu sebepten dolayı, vektörün yalnızca dikey bileşeni Ω_0 ilgilidir:

(2) $$\Omega(\varphi) = \Omega_0 \cdot \sin\varphi$$

Sallanan Foucault sarkacı için hareket denklemi aşağıdaki gibidir:

(3) $$\frac{d^2\alpha}{dt^2} \cdot e_p + 2 \cdot \Omega_0 \cdot \sin\varphi \cdot \frac{d\alpha}{dt} \cdot e_v + \frac{g}{L} \cdot \alpha \cdot e_p = 0$$

L: sarkacın uzunluğu
g: yerçekimine bağlı ivme
e_p: salınımın mevcut yönüne paralel olan yatay vektör
e_v: Salınımın mevcut yönüne dikey olan yatay vektör

Bunun çözümü, açısal sapma için α çözüm ve salınımın mevcut yönüne paralel olan dönme vektörü e_p için çözüm olarak ayrılabilir:

(4a) $$\alpha(t) = \cos(\omega \cdot t + \beta) \quad \text{olduğunda} \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

(4b) $$e_p(t) = e_E \cdot \cos(\psi(t)) + e_N \cdot \sin(\psi(t))$$

olduğunda $\psi(t) = \Omega_0 \cdot \sin\varphi \cdot t + \psi_0$: salınım yönü

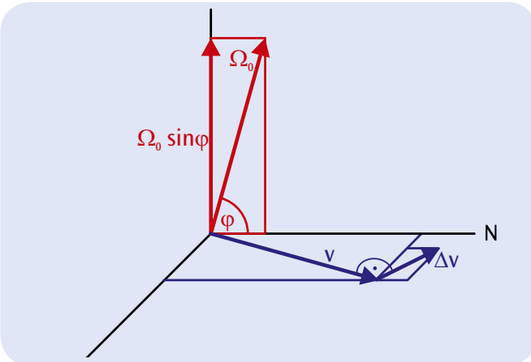
e_E: doğuya göre hizalanmış yatay vektör
e_N: kuzeye göre hizalanmış yatay vektör

Bu yüzden salınım düzlemi denklem (2)'de belirtildiği gibi frekansla zaman içerisinde dönüş yapar. Kuzey yarımkürede dönüş saat yönündeyken güney yarımkürede saat yönünün tersi yönündedir. Dönüş hızı kutuplarda maksimum iken ekvatorda dönüş hızı bulunmamaktadır.
Bu deneyde 1.2 metre uzunluğunda bir sarkaç kullanılmıştır. Salınımların eliptik olmasını engellemek adına, sarkacın ipinin her sallanışta Charon adı verilen halkayla çarpışmasına izin verilir. Salınımların yönü, ipin gölgesini açı ölçeğine yansıtarak görülebilir. Böylelikle açı oldukça net okunabilir. Bundan birkaç dakika sonra salınım düzleminin rotasyonunu gözlemlemek mümkündür. Daha uzun süreli gözlemler için salınımın her sönümlenmesi ek moment sağlamak için ayarlanabilir elektromanyetik sistem yardımıyla karşılanabilir.

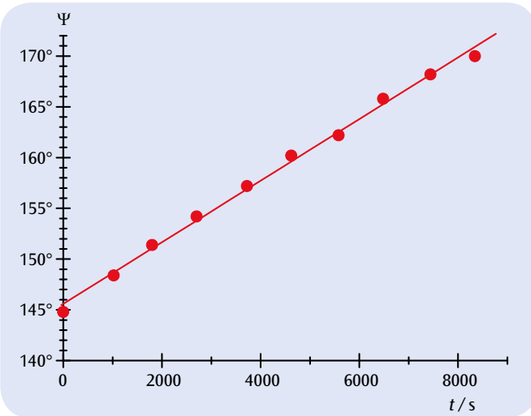
DEĞERLENDİRME

Salınım düzleminin açısı ψ zamanla lineer orantılıdır (Şekil 2).
Aradığımız değer $\Omega(\varphi)$ ölçüler boyunca düz çizgilerin (doğruların) gradyanlarıdır.
Derecelerdeki enlemler yeniden düzenleme denklemiyle hesaplanır (2):

$$\varphi = \frac{180°}{\pi} \cdot \arcsin\left(\frac{86400\ \text{s}}{360\ \text{grd}} \cdot \Omega(\varphi)\right)$$



Şekil 1: Sabit dünya bazlı koordinat sisteminde Foucault sarkacının gösterilmesi



Şekil 2: φ = 50°enleminde kaydedilen ölçüm eğrisi