

Deney 2: Kütle-Yay Sistemi

Amaçlar

1. Herhangi bir kuvvet altındaki yayın nasıl davrandığını araştırmak.
2. Seri ve paralel bağlı yaylarda Hooke yasasını gözlemlemek.

Kuramsal Bilgi

Bir yaya kuvvet uygulanması durumunda yayda gerilme veya sıkışma gerçekleşir. Yayda oluşan gerilme veya sıkışma miktarı yayın türüne ve kuvvetin büyüklüğüne bağlı olarak değişir. Örneğin, aynı kuvvet etkisinde kalan sert yay yumuşak yaya göre daha az sıkışır. Bir yayı denge uzunluğundan x kadar sıkışık tutmak için

$$F = kx \quad (1)$$

kadar bir kuvvet uygulamalıyız.

Burada k , yayın kuvvet sabiti (yay sabiti) olup, yayın sertliğinin bir ölçüsüdür ve her bir yay için farklı değere sahiptir. Yay sabiti (k) her zaman pozitifdir ve birimi, kuvvet bölü uzunluktur (N/m).

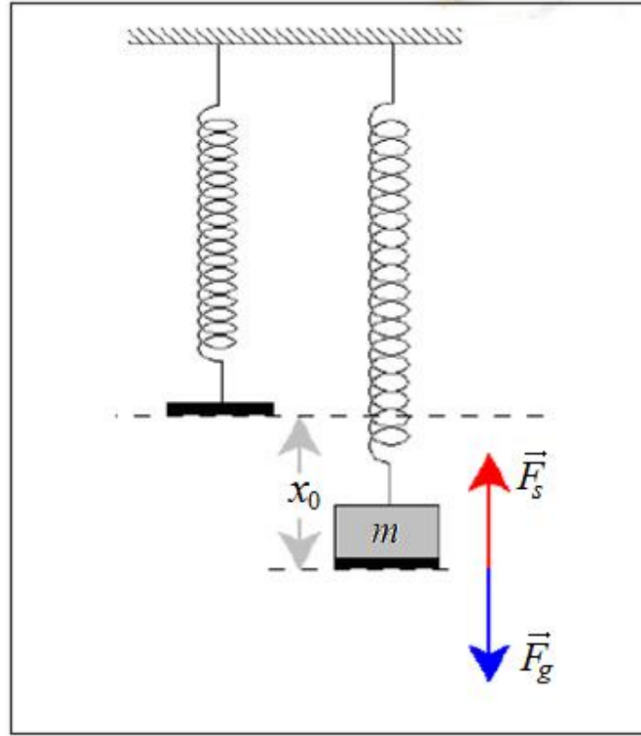
Yayın kendisi m kütleli cisme uygulanan bu kuvvete zıt yönde bir kuvvet uygular. Bu kuvvet yayın geri çağırıcı kuvveti olarak adlandırılır.

$$F = -kx \quad (\text{Hooke Yasası}) \quad (2)$$

Denklem (2), Hooke Yasası olarak bilinir ve x çok büyük olmadığı veya yayda kalıcı deformasyon meydana gelmediği sürece, bu yasa geçerlidir. Buradaki eksi işaret, yayın uyguladığı kuvvetin geri çağırıcı olduğunu temsil eder ve her zaman denge konumuna doğru olduğunu gösterir.

Deneyimizde, yaya m kütleli cisim bağlayarak esnemesini sağlayan kuvveti oluşturuyoruz. Bu yüzden yayı esnetmeye çalışan kuvvet yerkürenin m kütleli cisme uyguladığı kuvvet ($F_g = mg$) olur. Şekil 1’de gösterildiği gibi; yerçekimi kuvveti aşağıya doğrudur, yayın m kütleli cisme uyguladığı kuvvet ise yukarı doğrudur. Yay bu iki kuvvetin büyüklüğü birbirine eşit olana kadar esneyebilir.

$$kx_0 = mg \quad (3)$$



Şekil 1: Denge halindeki kütle-yay sistemi.

Kuvvetlerin büyüklükçe birbirine eşit olduğu bu nokta denge noktası (x_0) olarak adlandırılır. Kütle-yay sistemi ek bir kuvvet uygulanmadığı sürece denge konumunda kalabilir. Denklem (3)'den yararlanırsak m , g ve x_0 biliniyorken k sabitini hesaplayabiliriz.

Kütle-yay sisteminde m kütle sine etki eden yerçekimi kuvvetinin büyüklüğünün yayın geri çağırıcı kuvvetinin büyüklüğüne eşit olduğu noktayı ($x = x_0$) denge konumu olarak adlandırmıştık. Bu durum Şekil 1'de gösterilmektedir.

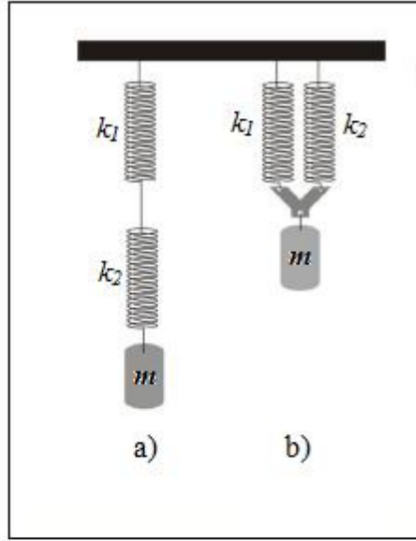
Seri bağlı yayların eşdeğer yay sabiti

Yayların uç uca eklenmesiyle yaylar seri bağlanmış olur (Şekil 2.a). Bu durumda seri bağlanan her bir yaya etki eden kuvvet aynıdır. Fakat yayların uzama ya da sıkışma miktarları tek yay olduklarındaki uzama ya da sıkışmalarından daha küçüktür. Yay sisteminin toplam uzaması ya da sıkışması tek tek yayların uzama ya da sıkışmalarına bağlıdır. Yay sistemine F kuvveti etki ediyorsa, her bir yaya aynı kuvvet etki edecektir.

$$x_1 + x_2 = x_T \quad (4)$$

$$\frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_2} = \frac{F}{k_T} \quad (5)$$

$$\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} = \frac{1}{k_T} \quad (6)$$



Şekil 2: Yayların seri ve paralel bağlanması.

Paralel bağlı yayların eşdeğer yay sabiti

Yayların yan yana bağlanması halinde paralel bağlanmış olur (Şekil 2.b). Bu durumda her bir yaya etki eden kuvvetlerin toplamı sisteme etki eden kuvvete eşittir ve yayların uzama ya da sıkışma miktarları birbirine eşittir.

$$F_T = F_1 + F_2 \quad (7)$$

$$x_T = x_1 = x_2 \quad (8)$$

$$k_T x_T = k_1 x_1 + k_2 x_2 \quad (9)$$

$$k_T = k_1 + k_2 \quad (10)$$

Araçlar ve Gereçler

- Farklı yay sabitine sahip yaylar
- Farklı kütleler
- Cetvel

Deneyin Yapılışı

Birinci Kısım: Yay Sabitinin Bulunması

1. Kütle-yay sistemini kurmak için yayı sabit bir noktaya asınız. Sistemin denge konumunu belirleyiniz.
2. Yaya 10 g'lık bir ağırlık yerleştiriniz ve bu yeni kütle-yay sisteminin denge konumunu belirleyiniz. Buradan yayın ne kadar gerildiğini ölçüp, bu değeri Tablo 1'e kaydediniz.
3. Basamak 2'deki işlemleri 20 g, 30 g, 40 g ve 50 g için tekrar edip Tablo 1'e kaydediniz.
4. Farklı yay sabitine sahip başka bir yay ile aynı işlemleri tekrarlayınız.

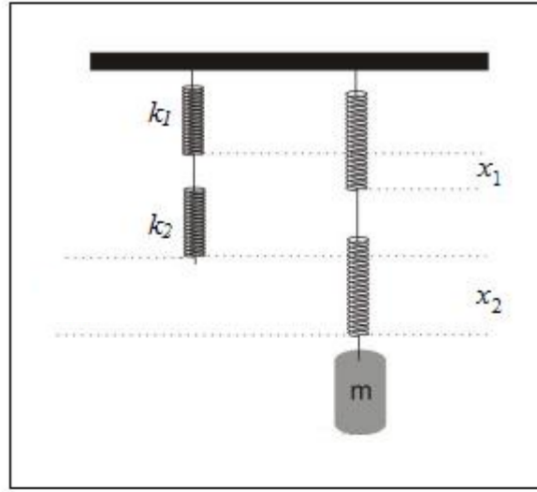
Tablo 1: Beş farklı kütle için farklı yay sabitine sahip iki yayın uzama miktarı

m (kg)	x (m)	
	1. Yay	2. Yay

$k_1 = \dots\dots\dots N/m$	$k_2 = \dots\dots\dots N/m$
-----------------------------	-----------------------------

İkinci Kısım: Yayların Seri Bağlanması

1. Birinci kısımdaki yay sabitleri belirlenmiş iki adet yayı birbirine Şekil 3'deki gibi bağlayınız ve yay sistemini sabit bir noktaya asınız.
2. Yay sisteminin ucuna m kütleli cismi asmadan önce her iki yayında denge noktalarını kaydediniz.
3. Yay sisteminin ucuna 10 g'lık ağırlık asınız.
4. 1. ve 2. yayların denge noktasından olan uzaklaşmalarını (x_1 ve x_2) ve toplam yerdeğiştirmeyi (x_T) Tablo 2'ye kaydediniz.
5. Basamak 3'teki işlemleri 20 g, 30 g, 40 g ve 50 g için tekrar edip Tablo 2'ye kaydediniz.



Şekil 3: Yayların seri bağlanması.

Tablo 2: Yayların seri bağlanması.

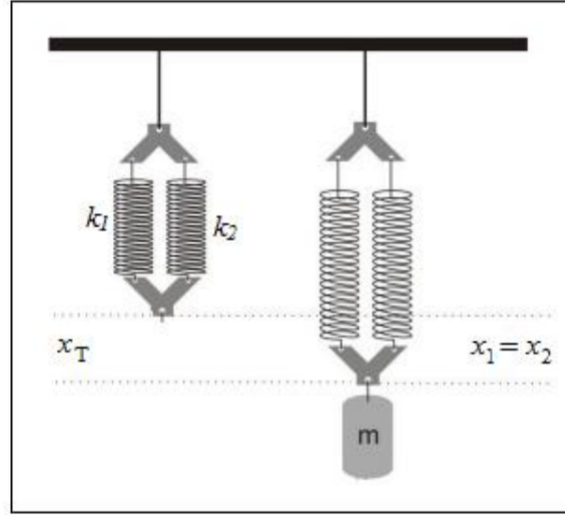
m (kg)	F (N)	1. Yay	2. Yay	Yay Sistemi
		x_1 (m)	x_2 (m)	x_T (m)

Ölçülen eşdeğer yay sabiti = $(k_T)_{ölçülen} = \dots\dots\dots N/m$

Hesaplanan eşdeğer yay sabiti = $(k_T)_{hesaplanan} = \dots\dots\dots N/m$

3. Kısım: Yayların Paralel Bağlanması

1. Yay sabitini bilinen iki adet yayı birbirine Şekil 4'deki gibi bağlayınız ve yay sistemini sabit bir noktaya asınız.



Şekil 4: Yayların paralel bağlanması.

2. Yay sisteminin ucuna ağırlık asmadan önce her iki yayında denge noktalarını kaydediniz.
3. Yay sisteminin ucuna 10 g'lık ağırlık asınız.
4. 1. ve 2. yayların denge noktasından olan uzaklaşmalarını ($x_1 = x_2$), bir başka deyişle, toplam yerdeğiştirmeyi (x_T) Tablo 3'e kaydediniz.
5. İşlemleri 20 g, 30 g, 40 g ve 50 g için tekrar edip Tablo 3'e kaydediniz.

Tablo 3: Yayların paralel bağlanması.

m (kg)	F (N)	1. Yay	2. Yay	Yay Sistemi
		x_1 (m)	x_2 (m)	x_T (m)

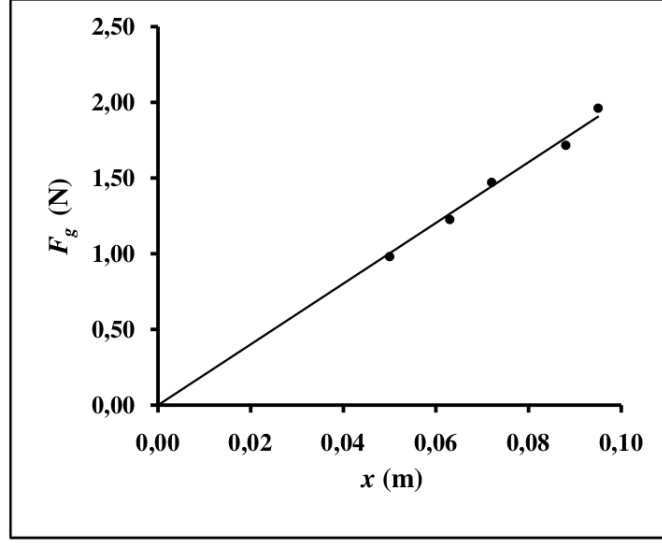
Ölçülen eşdeğer yay sabiti = $(k_T)_{ölçülen} = \dots\dots\dots N/m$

Hesaplanan eşdeğer yay sabiti = $(k_T)_{hesaplanan} = \dots\dots\dots N/m$

Analiz:

1.Kısım: Yay sabitinin bulunması

1. Tablo 1'deki verilerden faydalanarak her bir yay için F_g-x grafiklerini çiziniz. Grafiklerinizin Şekil 5'deki gibi doğrusal çıkması gerekmektedir. Bu doğruların eğiminden yay sabitlerini (k) hesaplayınız..



Şekil 5: Yaya uygulanan kuvvetin yer değiştirmeye karşı grafiği.

2. Kısım: Yayların Seri Bağlanması

1. Tablo 2'yi göz önüne alarak 1. ve 2. yaylardaki gerilmenin toplamının, toplam yer değiştirmeye eşit olup olmadığına bakınız ve sonucu yorumlayınız.
2. Uygulanan kuvvetin toplam yerdeğiştirmeye karşı grafiğini çiziniz.
3. Grafiklerin eğiminden yay sisteminin yay sabitini bulunuz.
4. Bulduğunuz değeri Denklem 6'dan bulacağımız toplam yay sabiti ile karşılaştırmamız ve %hata'yı hesaplayınız.

$$\%hata = \frac{|k_{deneyssel} - k_{teorik}|}{k_{teorik}} \times 100 \quad (11)$$

3. Kısım: Yayların Paralel Bağlanması

1. Uygulanan kuvvetin toplam yerdeğiştirmeye karşı grafiğini Tablo 3 yardımıyla çiziniz.
2. Çizdiđiniz grafiklerin eğiminden yay sisteminin yay sabitini bulunuz.
3. Grafiklerin eğiminden yay sisteminin yay sabitini bulunuz.
4. Bulduğunuz değeri Denklem 10'dan bulacağınız toplam yay sabiti ile karşılaştırınız ve %hata'yı Denklem 11'in yardımıyla hesaplayınız.

