

BÖLÜM 4. BİR PARÇACIĞIN DENGESİ

4.1. Bir Parçacığın Denge Koşulu

Bir parçacık, başlangıçta hareketsizse hareketsiz kalıyorsa veya başlangıçta hareketliyse sabit bir hızda ise denge halindedir. Ancak çoğu zaman, terim "denge" veya daha spesifik olarak "statik denge" terimi, bir nesnenin hareketsiz olduğunu tanımlamak için kullanılır. Dengeyi sürdürmek için, bir parçacık üzerinde etki eden bileşke kuvvetin sıfıra eşit olması gereken Newton'un hareketin ilk yasasını karşılamak gerekir. Bu koşul, denge denkleminde ifade edilir,

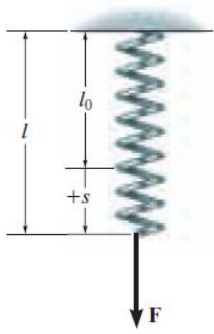
$$\sum \vec{F} = 0$$

burada F , parçacık üzerinde etki eden tüm kuvvetlerin vektör toplamıdır.

4.2. Serbest Cisim Diyagramı

Uygulamada, mühendislik mekaniği problemleri genellikle gerçek bir fiziksel durumdan türetilir. Problemin fiziksel koşullarını gösteren bir taslak, bir uzay diyagramı olarak bilinir. Ancak birçok gerçek yapıları içeren sorun, bir veya daha fazla önemli parçacığı seçerek parçacıkların denge sorunlarına indirgenebilir. Denge denkleminin uygulanması için, parçacık üzerinde etki eden tüm bilinen ve bilinmeyen kuvvetleri ($\sum \vec{F}$) hesaba katmamız gerekir. Bunun en iyi yolu, parçacığı çevresinden izole ve "özgür" düşündürmektir. Parçacığı üzerinde etki eden tüm kuvvetleri gösteren bir çizim, bir serbest-cisim diyagramı (SCD) olarak adlandırılır.

i. Yaylar.

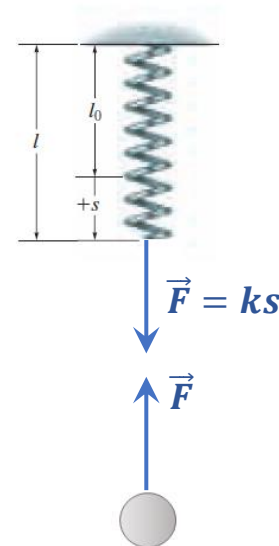
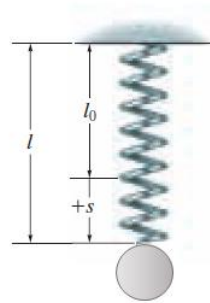


Eğer bir doğrusal elastik yay (veya kordon), deformasyona uğramamış uzunluğu l_0 olan bir parçayı desteklemek için kullanılıyorsa, yayın uzunluğu üzerinde etki eden kuvvet $\vec{F}$ ile doğru orantılı olarak değişecektir. Bir yayın "esnekliğini" tanımlayan bir özellik, yay sabiti veya sertliği olan k 'dir. Deformasyona uğramış (uzatılmış veya sıkıştırılmış) bir doğrusal elastik yay üzerinde etki eden kuvvetin büyüklüğü, boşta duran konumundan ölçülen $s = l - l_0$ mesafedeki bir yayın sertliği k 'ye sahip olduğunda

$$F = ks$$

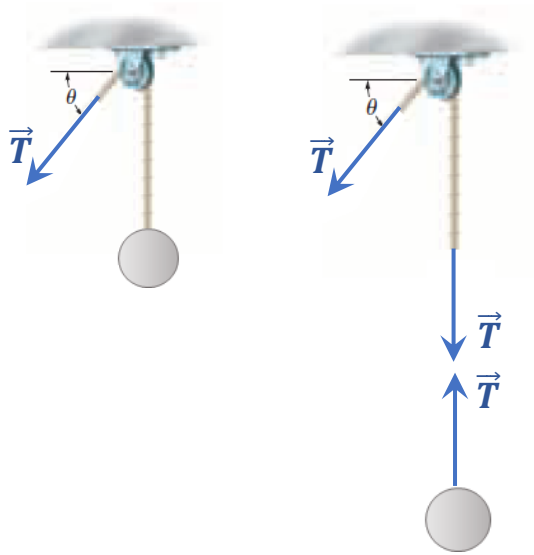
şeklinde ifade edilir. Eğer s pozitifse, uzatma oluşturuyorsa, F yayı çeker; ancak eğer s negatifse, kısaltma oluşturuyorsa, F ona doğru itme yapar. Bir yayın ucuna bağlı bir cisim (parçacık) düşünün, eğer $s > 0$ ise yay cisimi çekmeye çalışır, $s < 0$ ise yay parçacığı itmeye çalışır. Bir yay her zaman orijinal boyutuna, l_0 'a dönmek ister.

Bir cismin (parçacığın) bir yayın ucuna bağlı olduğunu düşünün, eğer $s > 0$ ise yay cisimi çekmeye çalışır, ancak eğer $s < 0$ ise yay parçacığı itmeye çalışır. Bir yay her zaman orijinal boyutuna, l_0 'ye dönmek ister.



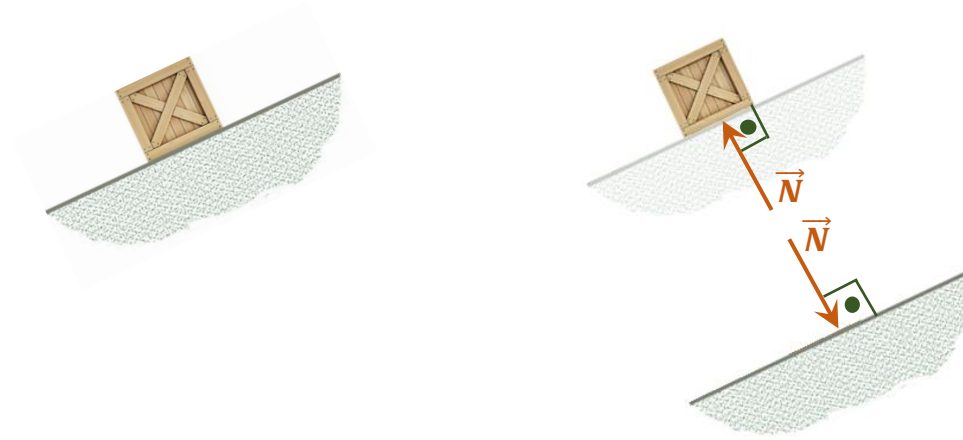
ii. Kablolar.

Başka bir ifade kullanılmadıkça, tüm kabloların (veya kordonların) ihmal edilebilir ağırlığa sahip olduğu ve gerilemeyeceği varsayılır. Ayrıca, bir kablo sadece bir gerilme veya 'çekme' kuvvetini destekleyebilir, ve bu kuvvet her zaman kablonun yönünde hareket eder. Bir kabloda sürtünme yoksa, kablo boyunca T gerilme kuvveti sabittir (aynı kablo aynı kuvveti taşır).



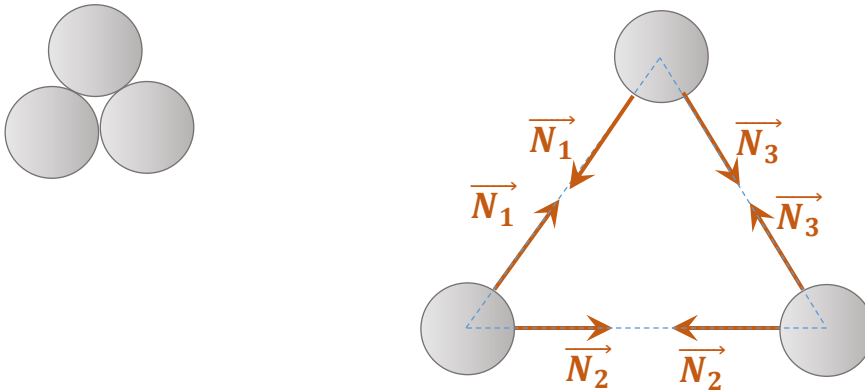
iii. Pürüzsüz Temas Yüzeyleri

Eğer bir nesne pürüzsüz bir yüzeyde dinleniyorsa, o zaman yüzey, temas noktasında yüzeye dik bir kuvvet uygular.



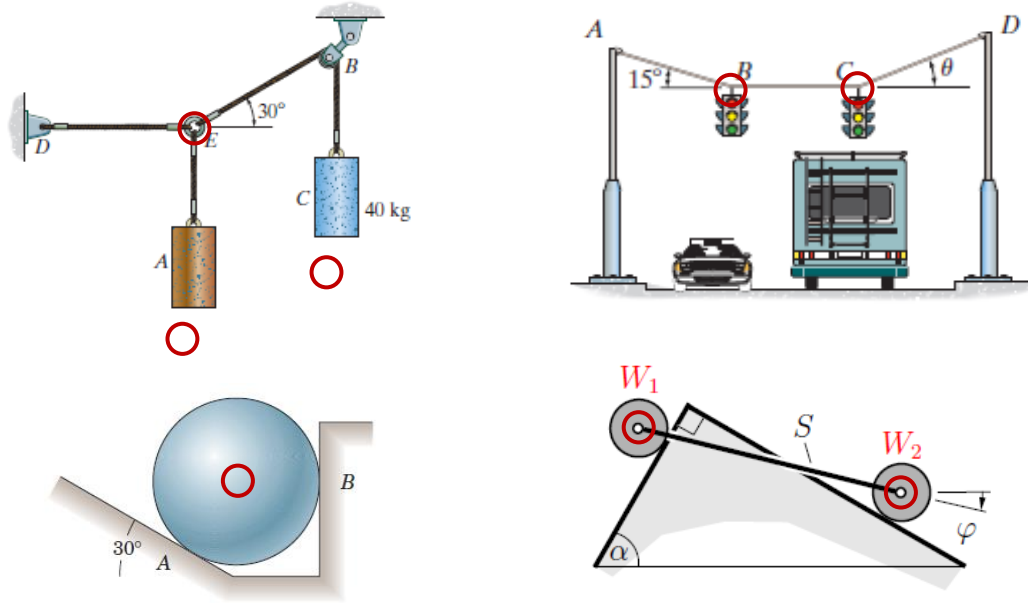
iv. Pürüzsüz Cisim Temasları

Eğer iki veya daha fazla cisim birbirine temas halindeyse, o zaman her biri temas yüzeyine dik eşit kuvvetler uygular. Dairesel cisimlerin durumunda, kuvvetler bir yer çekimi merkezinden diğerine doğrudur.



SCD Prosedürleri

i. Sistemin dengeye indirgenebilmesi için yeterli sayıda önemli nokta (parçacık veya cisim) seçin. Bu önemli noktalar, sistemdeki kuvvetlerin etki hatlarının kesişim noktalarıdır ve genellikle rijit cisimlerin ağırlık merkezleri veya kabloların ve yayların bağlantı noktalarıdır.



ii. Parçacığı(ları), çevresinden izole edilmiş veya 'serbest' bırakılmış gibi düşünün. Bu, tüm destekleri (yay, kablo, yüzey veya başka bir cisim) kaldırmayı ve parçacığı(ları) tek başına çizmeyi gerektirir. Eğer birden fazla parçacık varsa, her biri ayrı ayrı çizilmelidir.

iii. Çizim üzerinde, parçacık üzerine etki eden tüm kuvvetleri gösterin (sisteme uygulanan dış kuvvetler veya destekleri kaldırmadan kaynaklanan kuvvetler). Kuvvetler, uygun büyüklükleri ve yönleriyle çizilmelidir.

4.3. Düzlemsel Kuvvetler

Eğer bir parçacık aynı düzlemde bulunan, örneğin xy düzleminde bulunan bir kuvvet sistemine maruz kalıyorsa, her kuvvet kendi dik bileşenlerine ayrılabilir. Denge için, bu kuvvetlerin toplamının sıfır bir bileşke kuvveti üretmesi gerekir.

$$\vec{R} = \sum \vec{F} = \mathbf{0}$$

Örneğin, xy düzleminde bulunan bir kuvvet sistemi için,

$$\sum \vec{F} = \mathbf{0}$$

$$\sum F_x \vec{i} + \sum F_y \vec{j} = \mathbf{0}$$

Bu vektör denkleminin sağlanabilmesi için, bileşke kuvvetlerin her ikisi de sıfıra eşit olmalıdır. Bu nedenle,

$$\overset{+}{\longrightarrow} \sum F_x = 0 \quad (3.1)$$

$$\overset{+}{\uparrow} \sum F_y = 0 \quad (3.2)$$

Eşitlikler (3.1 ve 3.2), kuvvetlerin büyüklüklerinin (skalarlar) toplamını temsil ettiği için, bu skalarların cebirsel işaretleri seçilen yöne göre seçilmelidir. Eğer bir vektörün ok başı seçilen yöne doğru ise, pozitif büyüklüğe sahiptir, eğer ok başı seçilen yöne karşı ise, negatif büyüklüğe sahiptir. Bu iki denklem genellikle parçacığın serbest Cisim diyagramında gösterilen kuvvetlerin açıları ve büyüklükleri olarak temsil edilen en fazla iki bilinmeyen için çözülebilir.

Önemli bir not, bir kuvvetin bilinmeyen bir büyüklüğü varsa, o zaman kuvvetin serbest cisim diyagramındaki ok başı yönü varsayılabilir. Ardından, çözüm negatif bir skalar üretirse, bu, kuvvetin yönünün varsayılanın tersine olduğunu gösterir.

Problem Türleri

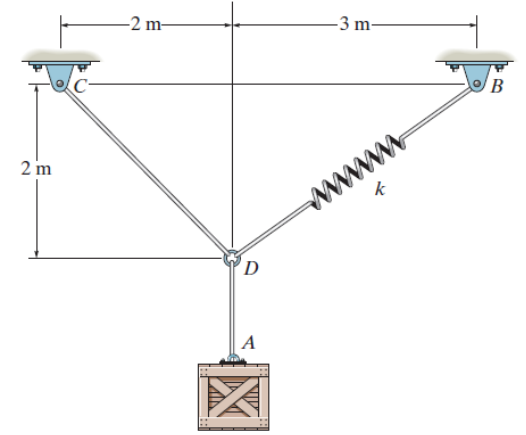
- Denge kontrolü. Sistemdeki tüm kuvvetler bilinir ve denge kontrolü istenir.
- Bilinmeyen(ler)in bulunması. Sistemde bazı büyüklüklerin bilinmeyen(ler)i vardır, örneğin bir kuvvetin büyüklüğü, bir kuvvetin yönü, bir cismin kütlesi, bir yayın sertliği ve bulunması istenen kablo kuvveti gibi.
- Bir büyüklüğün maksimum değerinin bulunması. Eğer sistemde bir büyüklüğün maksimum değeri varsa, genellikle bir kuvvetin büyüklüğü veya bir cismin kütlesi gibi başka büyüklüklerin maksimum değeri sorulur.

Çözüm Prosedürü:

- Eğer problemin verisinde belirtilmemişse, x ve y eksenini uygun bir yönde belirleriz. İyi bir yönlendirme seçmek, çözümü daha basit hale getirir.
- Problemin önemli noktalarını (parçacıklar veya cisimler) belirleyin.
- Her bir noktanın Serbest Cisim Diyagramını (SCD) çizin. Tüm kuvvetlerin (harici veya destek) uygun büyüklük ve yönde çizilmesi gerektiğine dikkat edilmelidir. Eğer bir noktada bilinmeyen bir büyüklüğe sahip bir kuvvet varsa, kuvvetin yönü varsayılabilir.
- Her bir nokta için denge denklemleri, $\sum F_x=0$ ve $\sum F_y=0$, uygulanır. Kolaylık sağlamak için her denklem yanına pozitif yönlere oklar yazılabilir. Bileşenler, pozitif bir yöne doğru yönlendirilmişse pozitif ve negatif bir yöne doğru yönlendirilmişse negatiftir.
- Bir kuvvetin büyüklüğü her zaman pozitif bir miktar olduğundan, bir kuvvetin çözümü negatif bir sonuç verirse, bu, kuvvetin serbest Cisim diyagramında gösterilenin tersine olduğunu gösterir.

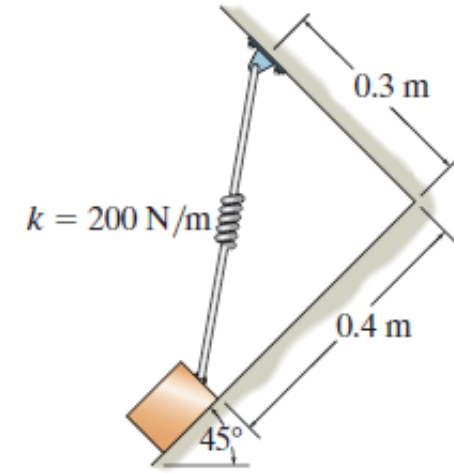
Örnek 1.

40 kg 'lık A kutusu şekilde verildiği gibi dengede olduğuna göre DB yayının uzama miktarını ve ilk boyunu bulunuz.



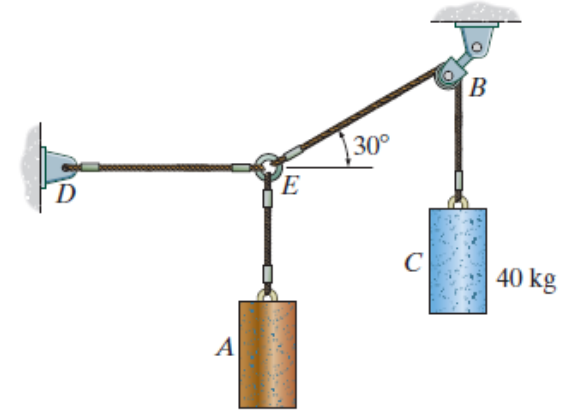
Örnek 2.

5 kg ağırlığındaki blok şekildeki gibi dengede ise yaydaki uzama miktarını bulunuz.



Örnek 3.

Eğer C silindirinin kütlesi 40 kg ise, sistemi gösterilen konumda dengede tutabilmek için A silindirinin kütlesini belirleyin.



Örnek 4.

$m_A=10\text{ kg}$ ve $m_B=20\text{ kg}$ kütleli A ve B küreleri şekildeki gibi F kuvveti ile dengelenmiştir. F kuvvetinin ve yüzeylerde oluşan tepki kuvvetlerinin şiddetlerini bulunuz. (Tüm yüzeyler sürtünmesizdir)

