

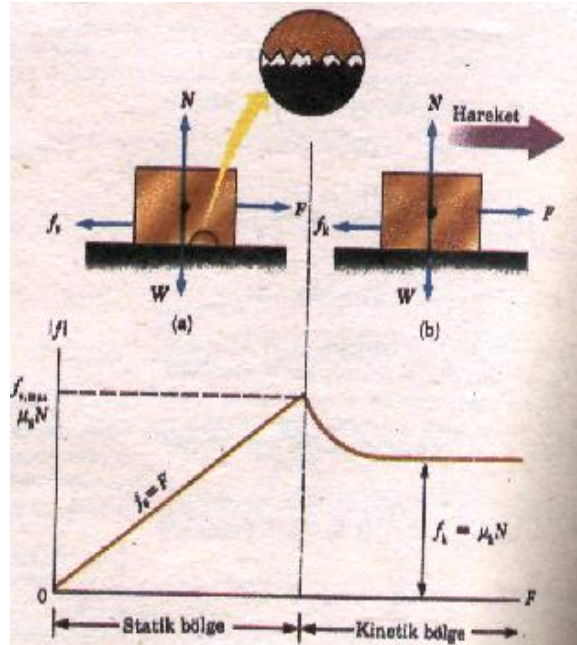
DENEY 2. STATİK SÜRTÜNME KATSAYISININ BELİRLENMESİ

Amaç:

- 1) “Sürtünme kuvveti” kavramının anlaşılması.
- 2) Statik ve kinetik sürtünme kuvvetleri arasındaki ilişkinin anlaşılması.
- 3) Statik sürtünme katsayısının eğik düzlem kullanılarak belirlenmesi.

Kuramsal Bilgi:

Herhangi bir cisim; katı bir yüzeyde, havada veya suda hareket halinde olduğu durumda, hareketi esnasında temas ettiği yüzeyler ve çevresi ile etkileşiminde olur. Bu esnada, hareketine karşı bir direnme oluşur ve bu direnme kuvveti “sürtünme kuvveti” olarak adlandırılır. Sürtünme kuvveti, bir cismin hareketine başlayabilmesi ve mevcut hareketini sonlandırabilmesi için son derece önemlidir. Bir cisim, bir yüzeye temas ederek hareket ettiği sırada, dışarıdan bir kuvvet etki etmediği takdirde bir süre sonra yavaşlayarak duracaktır. Hareket eden bu cismin durmasını sağlayan kuvvet, cismin hareketine ters yönde olan sürtünme kuvvetidir. Hareket olmasa dahi, cismin yüzeye değen alanı ile yüzey arasında bir sürtünme kuvvetinin olduğunu unutmamak gerekir. Cismin harekete başlayabilmesi için bu kuvveti yenmesi gerekmektedir. Sürtünme kuvveti ve bu kuvvetin bir cismin hareketi üzerine etkilerini incelemek için Şekil 1. incelenebilir.



Şekil 1. Sürtünme kuvveti ve bu kuvvetin bir cismin hareketine etkileri

Şekil 1.'de yatay bir düzlemde bulunan blok ile bu bloğa etkiyen F kuvveti gösterilmiştir. Uygulanan bu kuvvetin büyüklüğü yeterli olmaz ise, blok hareket etmeyecektir. Bloğun hareketini önleyen, sola doğru etki eden kuvvet ise f ile gösterilir ve “sürtünme kuvveti” olarak adlandırılır. Blok dengede olduğu sürece $f=F$ 'dir. Blok kararlı olduğundan, bu durumdaki sürtünme kuvveti f_s ile gösterilir ve statik sürtünme kuvveti olarak adlandırılır. Eğer bloğa etki eden F kuvvetinin büyüklüğü arttırılırsa, blok sonunda hareket etmeye başlayacaktır. Blok, tam kayma sınırında iken f_s statik sürtünme kuvveti maksimum değere sahip olur. F kuvveti bu değeri aştığı zaman blok, sağa doğru hareket edecek ve F kuvveti uygulanmaya devam ettikçe ivmeleneyecektir. Bloğun hareketi süresince sürtünme kuvveti f_k ile gösterilir ve bu kuvvet kinetik sürtünme kuvveti olarak adlandırılır. Yatay düzlem boyunda dengelenmiş olan $F-f_k$ ile ifade edilebilecek net kuvvet F_{net} sayesinde şeklin sağına doğru (aksi belirtilmedikçe pozitif x eksenidir) ivmeli bir hareket gözlenecektir. $F=f_k$ olduğu durumda ise, blok sağ tarafa doğru sabit hızlı hareket yapacaktır. Eğer blok üzerine uygulanan kuvvet kaldırılırsa, blok üzerine etki eden tek kuvvet olan sola doğru etkiyen sürtünme kuvveti nedeniyle blok bir süre sonra duracaktır.

Sürtünme kuvveti, blok üzerine etkiyen normal kuvvetle orantılıdır. Sürtünme kuvveti ile alakalı gözlemlerin ve hesaplamaların sonuçları aşağıda belirtilen sürtünme yasaları ile özetlenebilir:

1. Birbiriyle temas halinde olan iki yüzey arasındaki sürtünme kuvveti, uygulanan kuvvetle zıt yönlüdür ve aşağıda verilen değere sahip olabilir:

$$f_s \leq \mu_s N \quad (1)$$

Burada μ_s ile gösterilen boyutsuz katsayı **statik sürtünme katsayısı**, N de normal kuvvettir. Bu denklemde eşitlik olması, blok tam kayma sınırında olduğunda gerçekleşirken, eşitsizlik olma hali ise uygulanan kuvvetin $\mu_s N$ değerinden küçük olduğu zaman geçerlidir.

2. Hareket eden bir cisme etki eden kinetik sürtünme kuvveti, daima cismin hareketinin zıt yönünde doğar ve aşağıda verilen değere sahip olur

$$F_k \leq \mu_k N \quad (2)$$

Burada μ_k kinetik sürtünme katsayısıdır.

3. μ_s ile μ_k değerleri yüzey özelliklerine bağlıdır fakat μ_k, μ_s 'den küçüktür.

Hazırlık Soruları:

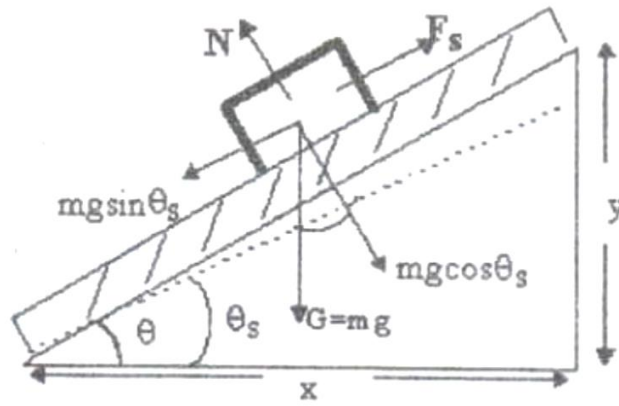
- 1) Sürtünme kuvvetinin varlığının hangi durumlarda istendiği ve hangi durumlarda istenmediğini nedenleriyle birlikte analiz ediniz.
- 2) Sürtünme kuvvetinin nelere bağlı olduğunu tartışınız.
- 3) Sürtünme katsayılarının birimleri nedir?

Araç ve Gereçler:

- Eğik düzlem sistemi
- Farklı yüzeylere sahip bloklar
- Cetvel ve metre

Deneyin Yapılışı:

Eğik düzlem, iki yüzey arasındaki sürtünme katsayısını bulmak için kullanılan yöntemlerden biridir. Eğik düzlem üzerindeki bir cisme etki eden kuvvetler düşünüldüğünde eğik düzlemin üzerine konan cismin harekete başladığı ya da sabit hızla hareket ettiği konumda eğik düzlemin yatayla yaptığı açının tanjantı bize statik sürtünme katsayısını verir. Deney ile ilgili görsel Şekil 2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Eğik düzlem kullanarak statik sürtünme katsayısının belirlenmesi

Deney esnasında takip edilmesi gereken adımlar şunlardır:

1. Eğik düzleme temas ettikleri yüzeyleri değişik maddelerle kaplanmış tahta blokları eğik düzlem yatay konumdayken üzerine koyunuz.

2. Eğik düzlem üzerine cisim koyduktan sonra, cisim kaymaya başlayıncaya kadar düzlemin yatayla yaptığı açığı arttırınız.
3. Hareketin başladığı andaki açığı hesaplayabilmek için, tam o andaki x ve y değerlerini kaydediniz.
4. Bu işlemi en az beş defa tekrarlayarak ortalama x ve y değerlerini hesaplayınız.
5. Bulunan x ve y değerlerini kullanarak $\tan(\theta)$ 'yi bulunuz ve hareket denklemlerini kullanarak statik sürtünme katsayısı olan μ_s 'yi hesaplayınız.
6. İlk beş maddeyi sırası ile farklı bir yüzey için tekrarlayarak yüzeyin statik sürtünme katsayısı ile ilgili tahmininizin doğru olup olmadığını kontrol ediniz.

Analiz Soruları:

- 1) Sürtünme kuvvetinin etkisi azaltılabilir mi?
- 2) Yatay ve eğik düzlemdeki sürtünmeli hareket için ivme ifadesini elde ediniz.

Kaynaklar:

1. TOBB ETÜ, Makine Mühendisliği Bölümü, Fiz101L Deney Kılavuzu, www.mak.etu.edu.tr/dersler/fiz101l/fiz101L-deney%20kılavuzu.doc, 2010.
2. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Genel Fizik Laboratuvarı - I Deney Kılavuzu, http://egitim.cbu.edu.tr/db_images/site_104/file/FNA%201113_Genel%20Fizik%201%20Laboratuvar%20F%C3%B6y%C3%BC.pdf, 2016.