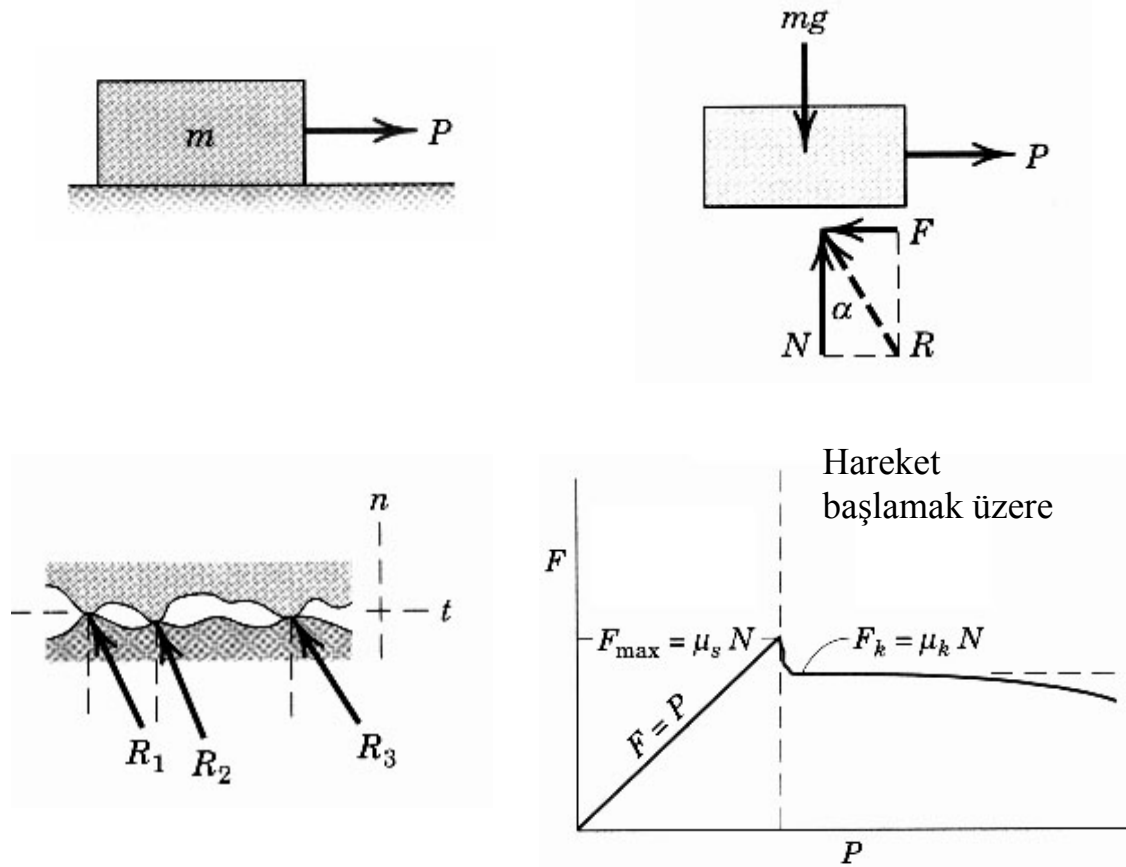


## SÜRTÜNME (FRICTION)

### Sürtünme Çeşitleri

- Kuru Sürtünme (Dry Friction)
- Akışkan Sürtünmesi (Fluid Friction)
- İç Sürtünme (Internal Friction)

Kuru Sürtünme: iki katı cismin temasından ortaya çıkar.



Maksimum Statik Sürtünme katsayısı

$$F_{\max} = \mu_s N$$

,  $\mu_s$  statik sürtünme katsayısı

Denge Halinde:

$$F < \mu_s N$$

Hareket Halinde  $F = \mu_d N$  ,  $\mu_d$  Dinamik Sürtünme Katsayısı

$$\tan \phi_s = \mu_s$$

$$\tan \phi_k = \mu_k$$

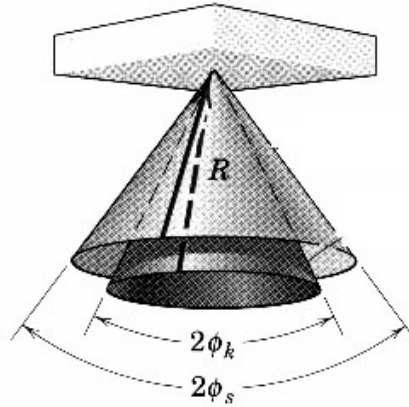
$$\tan \alpha = \frac{F}{N} = \frac{\mu_d N}{N} =$$

$$\tan \alpha = \tan \phi_d = \mu_d$$

$$\tan \phi_s = \frac{F_{\max}}{N}$$

$$\tan \phi_s = \frac{\mu_s N}{N}$$

$$\tan \phi = \mu$$



$$F < (F_{\max} = \mu_s N) \quad \text{Dengede fakat hareket etmek üzere}$$

Hareket var:

$$F = (F_{\max} = \mu_s N)$$

$$F > (F_{\max} = \mu_s N) \quad \text{Dengede Olamaz}$$

### Sürtünmeli Problem Tipleri

1-) Hareketin başlamak üzere olduğu bilinen hal: Cisim dengededir ve kaymanın sınırındadır. Sürtünme kuvveti limit statik sürtünmeye eşittir.

$F_{\text{mak}} = \mu_s N$  dir. Denge denklemleri geçerlidir.

2-) Hareketin ve kaymanın olup olmadığının bilinmediği hal: Önce statik dengenin var olduğunu varsayarak denge için gerekli  $F$  sürtünme kuvvetinin elde ederiz.

a)  $F < (F_{\text{mak}} = \mu_s N)$  ise cisim dengededir.

b)  $F = (F_{\text{mak}} = \mu_s N)$  ise 1. hal geçerlidir.

c)  $F > (F_{\text{mak}} = \mu_s N)$  ise denge olamaz. Zira yüzeyler  $\mu_s N$  den daha büyük kuvvetleri taşıyamazlar. Hareket vardır. Sürtünme kuvveti  $F = \mu_d N$  dir.

3-) Yüzeyler birbirlerine göre hareketli iseler (bağlı hareket)  $\mu = \mu_d$  geçerlidir.

$F = \mu_d N$  alınır.

Bütün bu haller temas eden yüzeyler için geçerlidir. Hareketli yüzeylere ve kısmen yağlama yapılan yüzeylere de genelleştirilebilir.

Bazı tipik sürtünme katsayıları; referans kitabının 509 uncu sayfasında D/1 tablosunda verilmiştir.

## UYGULAMA

### Problem 6/3

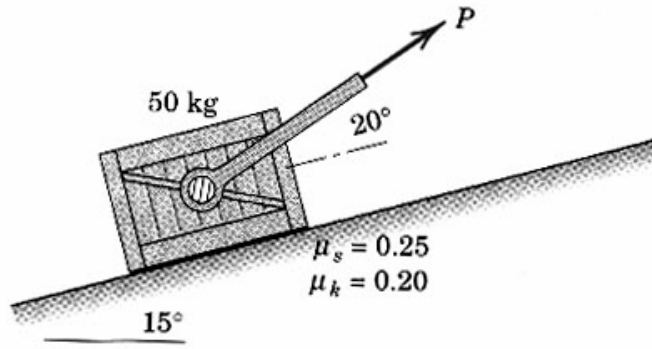
Şekildeki 50 kg lık sandık eğik düzlemde dururken P kuvveti uygulanıyor. Sandığın alt yüzünde oluşan sürtünme kuvvetinin yönünü ve değerini;

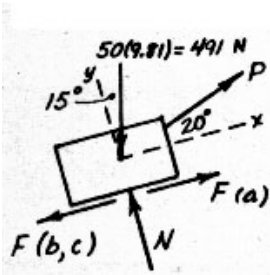
a-)  $P = 0$

b-)  $P = 200 \text{ N}$

c-)  $P = 250 \text{ N}$

d-) Sandığı yukarı doğru harekete geçirecek P değerini, bulunuz. Statik ve kinematik sürtünme katsayıları,  $\mu_s = 0.25$ ,  $\mu_k = 0.20$





(a)  $P = 0$

$$\sum F_y = 0: N - 491 \cos 15^\circ = 0, N = 474 \text{ N}$$

Assume equilibrium:

$$\sum F_x = 0: F - 491 \sin 15^\circ = 0, F = 127.0 \text{ N}$$

$$F_{\max} = \mu_s N = 0.25(474) = 118.4 \text{ N} < F;$$

assumption invalid and

$$F = F_k = \mu_k N = 0.2(474) = \underline{94.8 \text{ N}}$$

b)  $P = 200 \text{ N};$

$$\sum F_y = 0: N - 491 \cos 15^\circ + 200 \sin 20^\circ = 0, N = 405 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0: 200 \cos 20^\circ - 491 \sin 15^\circ - F = 0, F = \underline{61.0 \text{ N}}$$

$$F_{\max} = \mu_s N = 0.25(405) = 101.3 \text{ N} > 61.0 \text{ N}$$

c)  $P = 250 \text{ N};$

$$\sum F_y = 0: N - 491 \cos 15^\circ + 250 \sin 20^\circ = 0, N = 388 \text{ N}$$

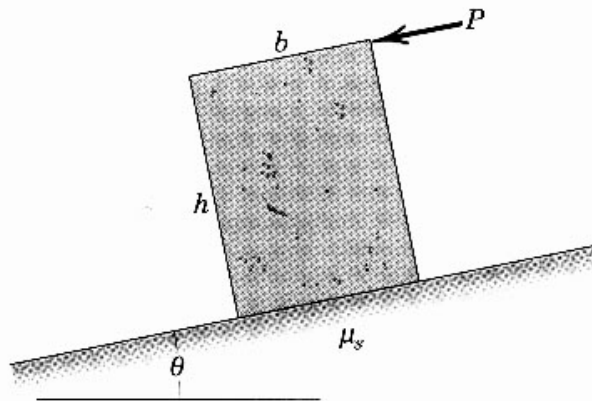
$$\sum F_x = 0: 250 \cos 20^\circ - 491 \sin 15^\circ - F = 0, F = 108.0 \text{ N}$$

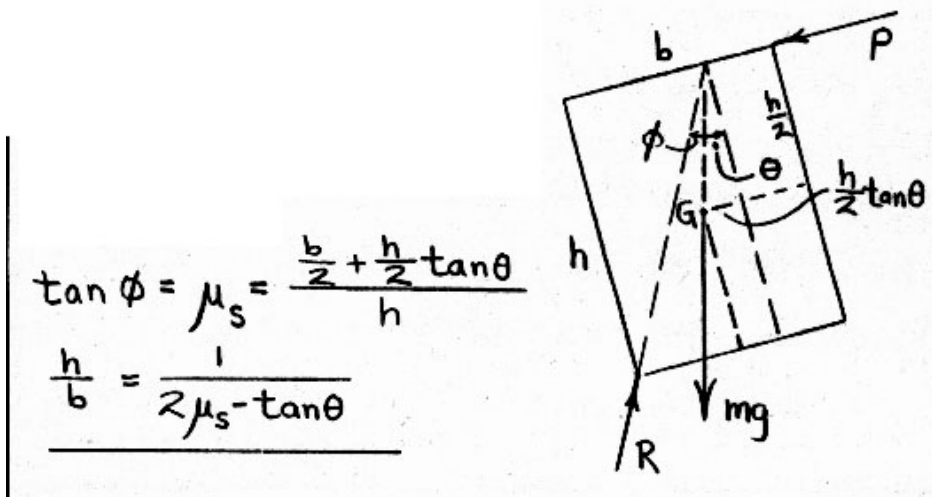
$$F_{\max} = \mu_s N = 0.25(388) = 97.1 \text{ N} < F;$$

$$F = \mu_k N = 0.2(388) = \underline{77.7 \text{ N}}$$

### Problem 6/5

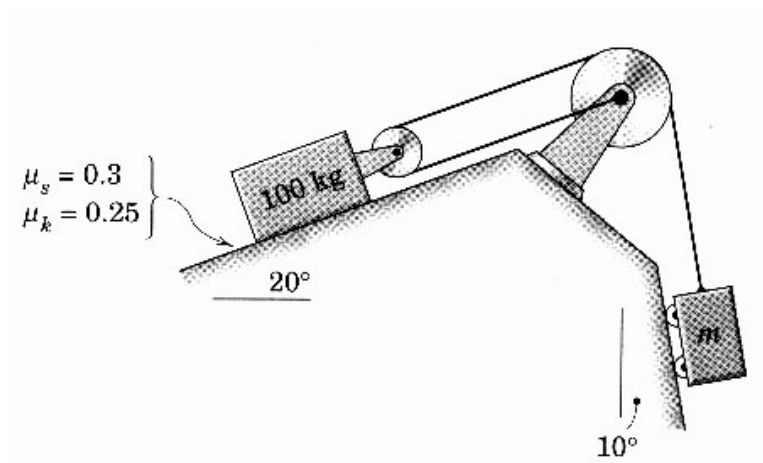
Şekildeki homojen blokun,  $P$  kuvvetinin etkisinde, devrilmeden kayabilmesi için  $h/b$  oranı ne olmalıdır.





**Problem 6/16**

Şekildeki sistemde 100 kg lık bloğun dengede kalması için m kütlesinin hangi değer aralığında olması gerektiğini bulunuz. Bütün tekerlek ve makaralarda sürtünme ihmal edilebilir.



$\Sigma F_y = 0: T - W \cos 10^\circ = 0$   
 $T = W \cos 10^\circ$

100-kg  
 $\Sigma F_y = 0: N - 981 \cos 20^\circ = 0$   
 $N = 922 \text{ N}$

(a)  
 $\Sigma F_x = 0: 2T - 981 \sin 20^\circ + F_{\max} = 0$   
 $F_{\max} = \mu_s N = 0.3(922) = 277 \text{ N},$   
 $2T = 336 - 277 = 59.0 \text{ N}, T = 29.5 \text{ N}$   
 $m = \frac{29.5}{9.81 \cos 10^\circ} = 3.05 \text{ kg}$

(b)  
 $\Sigma F_x = 0: 2T - 981 \sin 20^\circ - F_{\max} = 0$   
 $m = 31.7 \text{ kg}$

$3.05 \text{ kg} \leq m \leq 31.7 \text{ kg}$

