

# Fizik 101: Ders 21

## Gündem

- Yer çekimi nedeninden dolayı tork
- Rotasyon (özet)
- Statik
  - Bayırda bir araba
  - Statik denge denklemleri
  - Örnekler
    - Asılı tahterevalli
    - Asılı lamba
    - Merdiven

# Ders 21, Soru 1

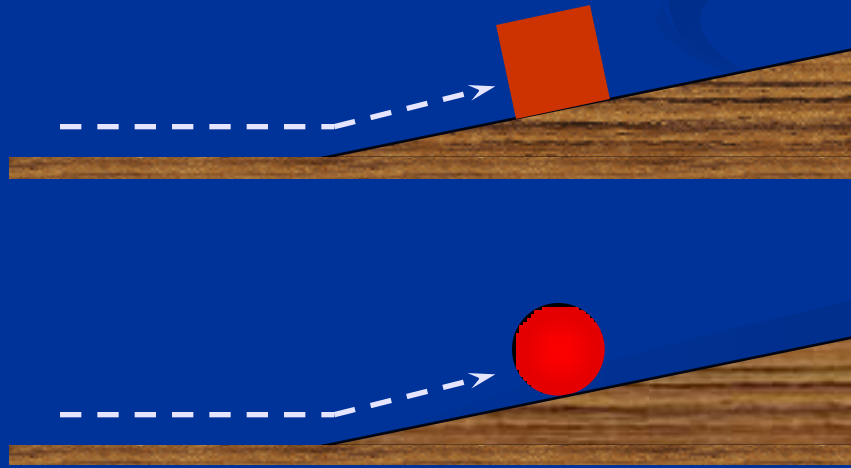
## Rotasyon

- Kütleleri aynı bir kutu ve top yatay bir düzlemde aynı hızla hareket etmektedir. Top kaymadan yuvarlanmakta ve kutu sürtünmesiz olarak kaymaktadır. İkiside yukarı doğru eğik düzleme giriyor. Durmadan önce hangisi bayır yukarı daha fazla gider?

(a) top

(b) kutu

(c) aynı



# Ders 21, Soru 1

## Çözüm

- Top ve kutu başlangıçtaki kinetik enerjileri gravitasyonal potansiyel enerjiye dönüştüğünde duracaktır. ( $mgH$ ).

➤ Kutunun kinetik enerjisi

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

➤ Topun kinetik enerjisi

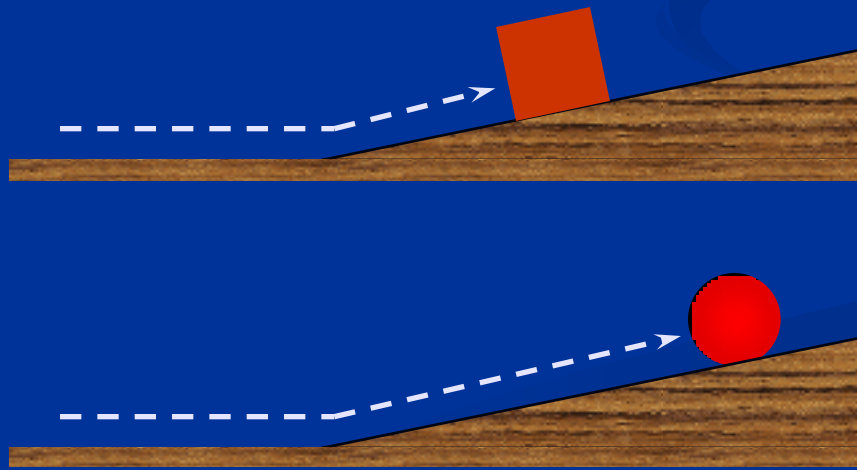
$$K = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \quad \text{daha büyük}$$



# Ders 21, Soru 1

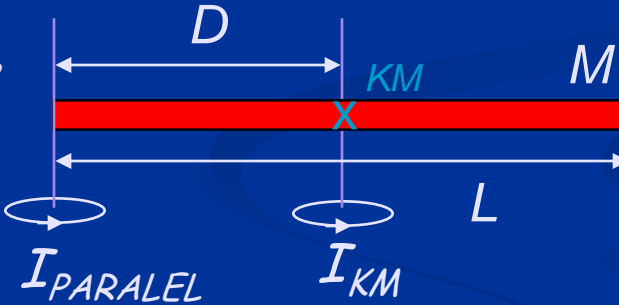
## Çözüm

- Başlangıçta top'un kinetik enerjisi daha fazla olduğundan daha yükseğe çıkar!



# Rotasyonun Özeti:

- Sabit bir dönme eksenini etrafında her zaman  $\tau = I\alpha$  yazabiliriz, burada  $\tau$  tork,  $I$  eylemsizlik momenti, ve  $\alpha$  açısal ivmeyi temsil eder.
- Ayırık parçacıklar için,  $I = \sum m_i r_i^2$
- Paralel eksen teoremi, eğer KM'nden geçen eksene göre  $I_{KM}$  biliniyorsa, ona paralel bir eksen etrafında eylemsizlik momentini bulmamızı sağlar:

$$I_{PARALEL} = I_{KM} + MD^2$$


- Eğer cisim ivmelenmekteyse hala  $\tau = I\alpha$  denklemini kullanarak KM etrafındaki dönmeyi tasvir ederiz.

# Tork ve Gravitasyon

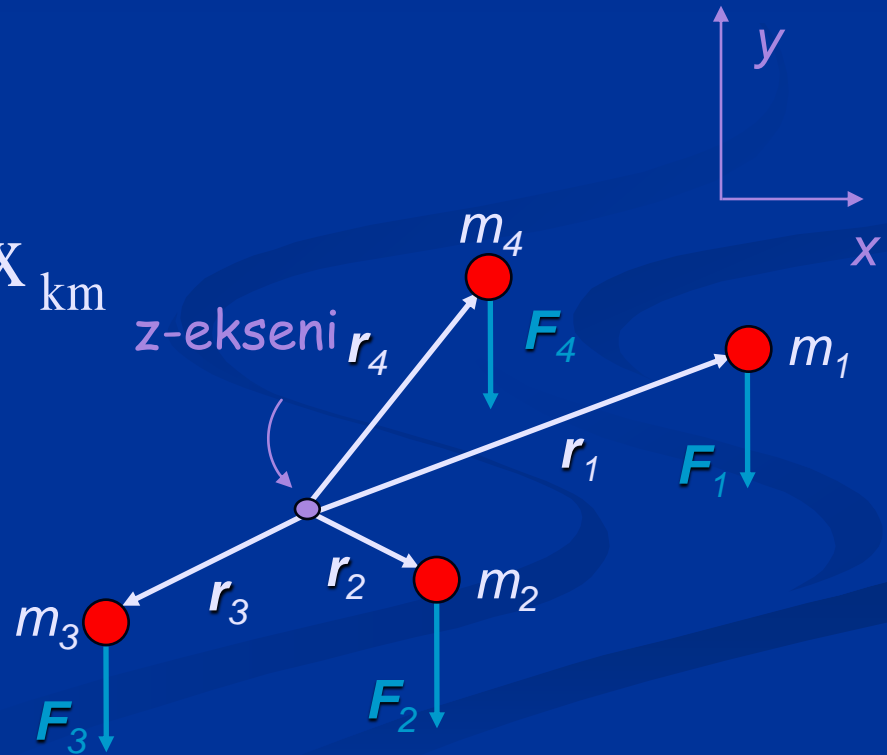
- Bildiğimiz gibi  $\sum_i \tau_i = I\alpha$  burada  $\tau_i = \mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_i$
- Rotasyon eksenini z eksenini olarak alarak:

$$\begin{aligned}\tau_i &= \tau_{z,i} = r_{x,i} F_{y,i} - F_{x,i} r_{y,i} \\ &= x_i (-m_i g) - 0\end{aligned}$$

$$\sum_i \tau_i = -g \sum_i m_i x_i = -g M x_{\text{cm}}$$

$$\rightarrow \tau = -M g x_{\text{cm}}$$

$$\text{Burada: } M = \sum_i m_i$$

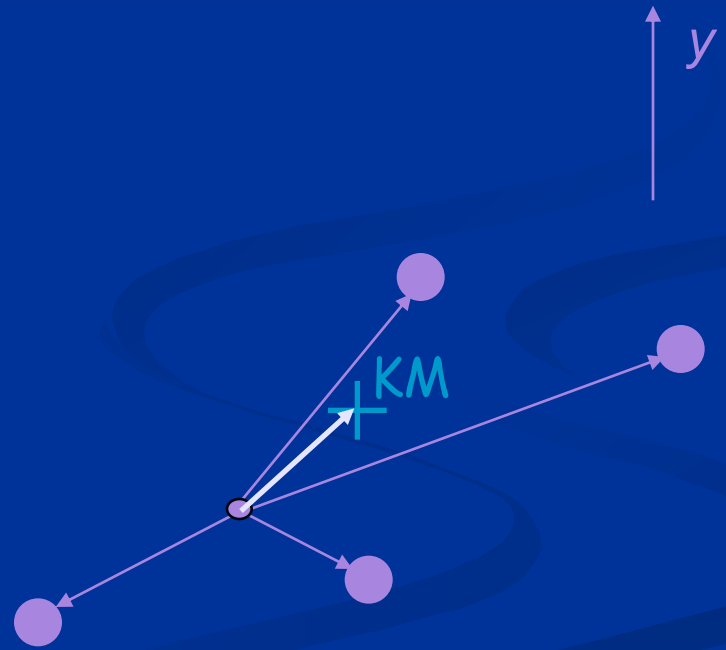


# Tork ve Gravitasyon...

- KMni bulsaydik aynı terimleri bulurduk...

$$\tau_{NET} = -Mgx_{cm}$$

$$M = \sum_i m_i$$

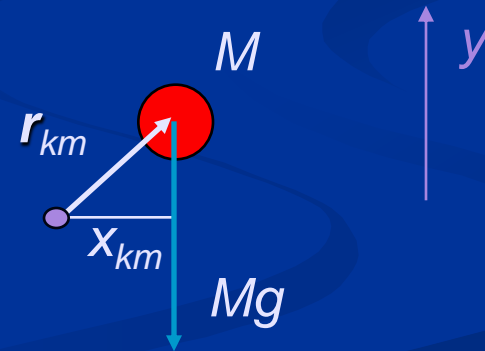


# Tork ve Gravitasyon...

- ...ve bütün kütlelerin KMinde bulunduğunu kabul ederek!
- Gravitasyon nedeniyle torku hesap ederiz...

$$\tau_{NET} = -Mgx_{cm}$$

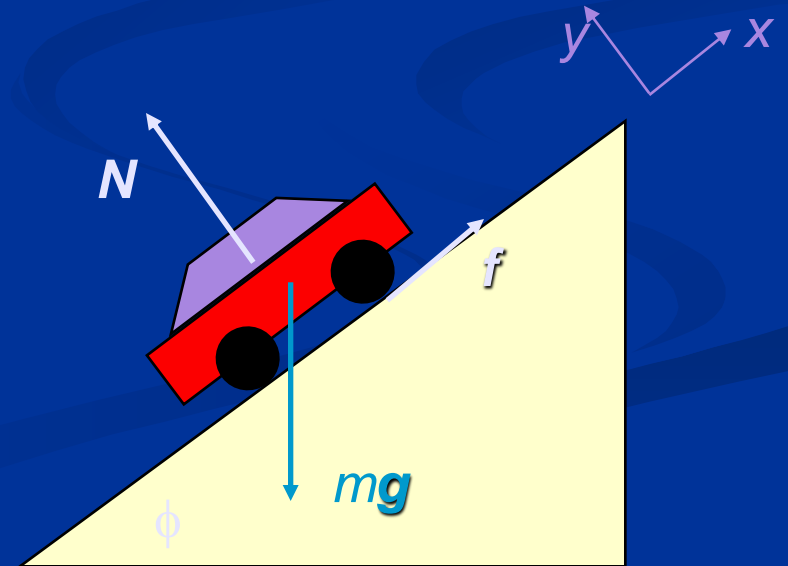
$$M = \sum_i m_i$$





# Yeni Bölüm - Statik:

- İsimden anlaşılacağı üzere "statik" hareketsiz sistemin çalışmasıdır.
  - Merdivenler, binalar, köprüler, vs...
- Örnek: Yokuşta park eden bir arabaya etki eden kuvvetler nelerdir?



# Yokuştaki Araba:

- Newton'un 2. yasası:  $F_{NET} = MA_{KM} = 0$
- Bunu  $x$  ve  $y$  bileşenlerine göre yazarsak:



$$\sum F = 0$$

$$x: f - mg \sin \phi = 0$$

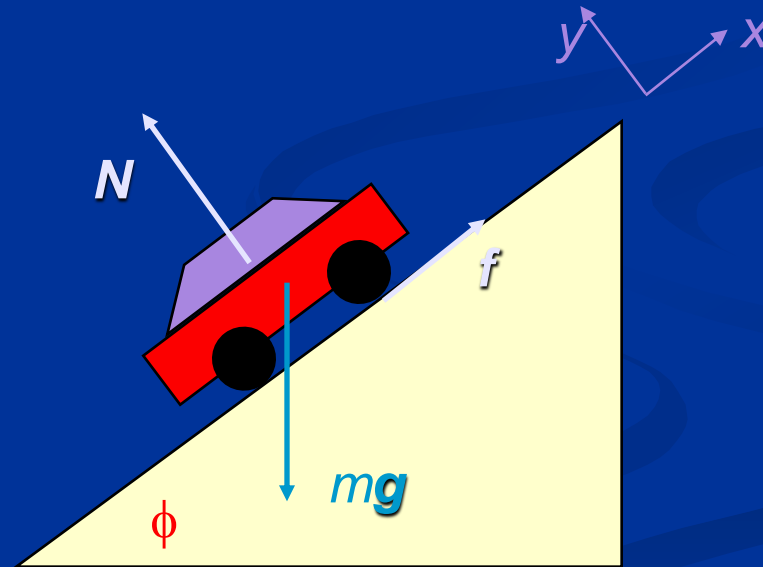


$$f = mg \sin \phi$$

$$y: N - mg \cos \phi = 0$$

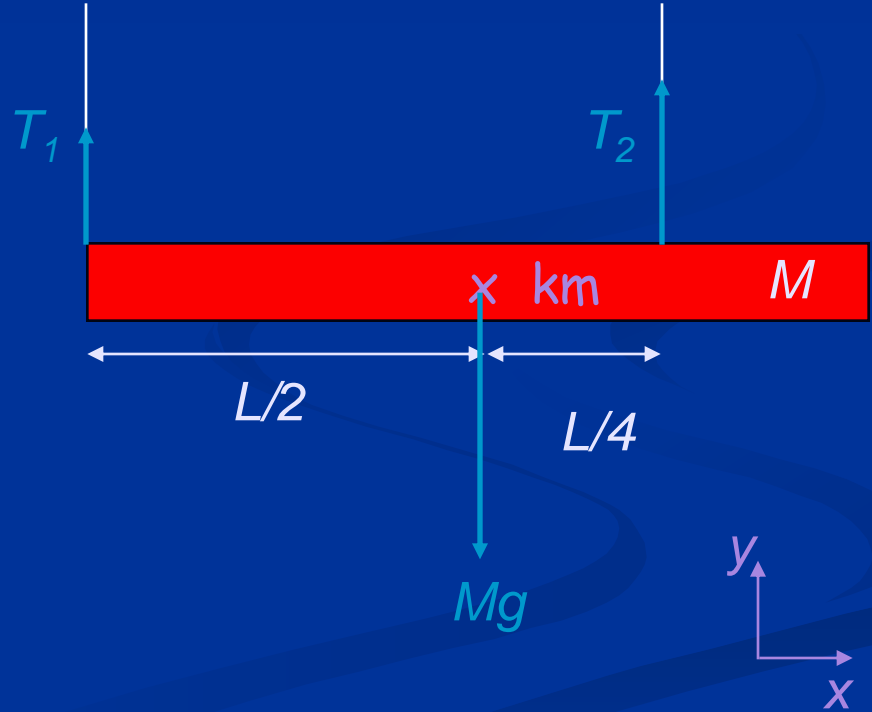


$$N = mg \cos \phi$$

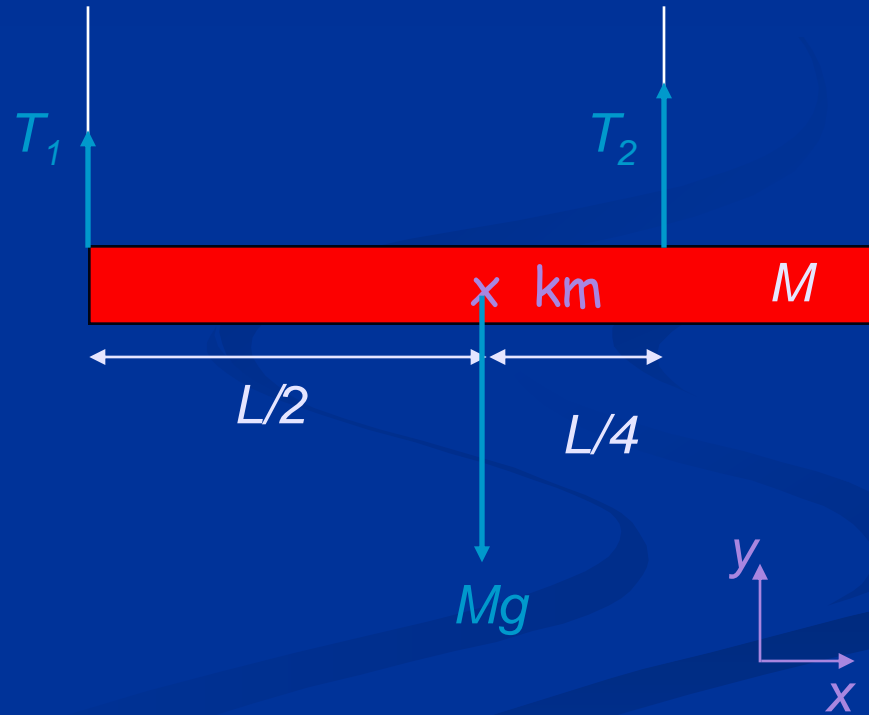


# Tork'u Kullanarak:

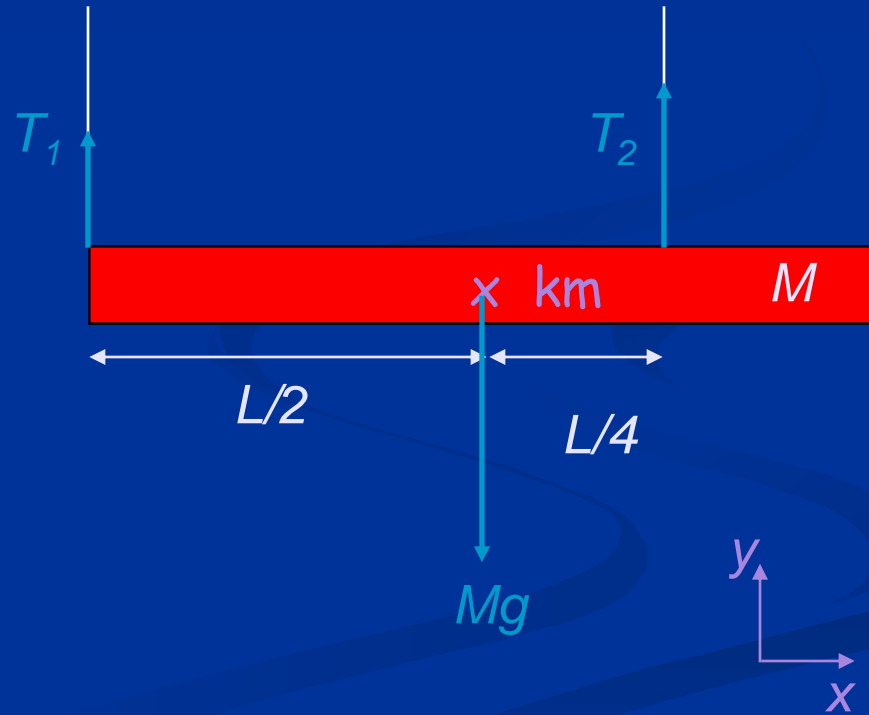
- Kütlesi  $M$  olan şekildeki gibi 2 ipe asılmış bir kalas parçasını dikkate alalım. Her bir ipteki gerilim nedir?



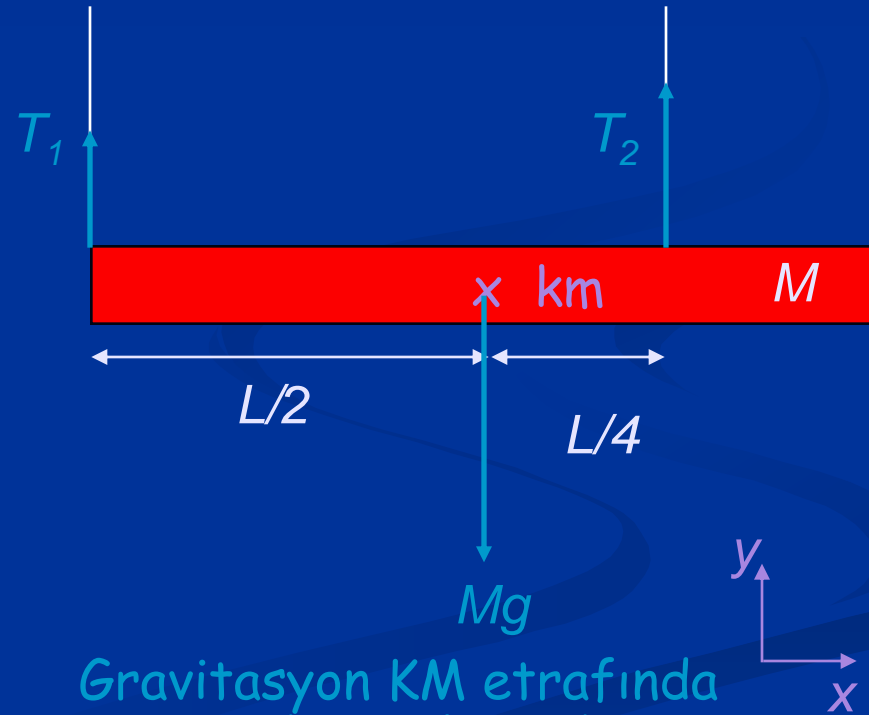
# Tork'u Kullanarak...



# Tork'u Kullanarak...



# Tork'u Kullanarak...



Gravitasyon KM etrafında  
tork uygulamaz!

# Tahterevalli



# Statik:

- Genel olarak 2 denklem kullanırız:

$$\sum F = 0$$

$$\sum \tau = 0$$

statik problemi çözmek için!

- Tork hesap ettiğimiz eksenini seçerken zekice seçimler yaparak problemi kolaylaştırabiliriz...



# Ders 21, Soru 2

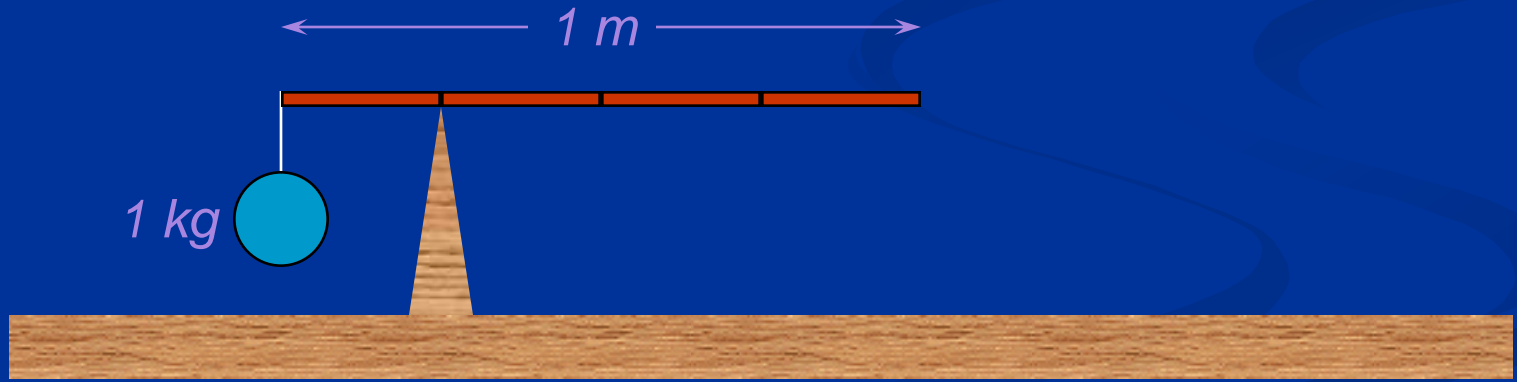
## Statik

- Kütlesi 1 kg olan bir top, bir çubuğun ucuna takılıp sistem toptan 25 cm uzaklıkta dengede durabilmektedir.
  - Çubuğun kütlesi nedir?

(a) 0.5 kg

(b) 1 kg

(c) 2 kg

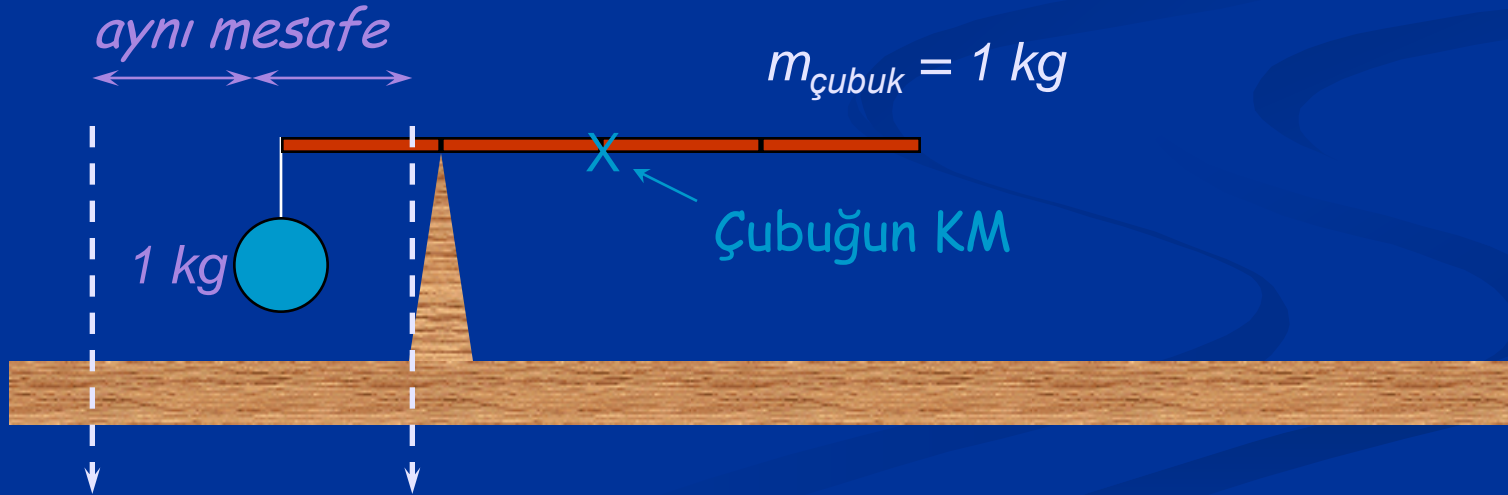


# Ders 21, Soru 2

## Çözüm A

- Dönme eksenine göre toplam tork 0 olmalıdır.
- Çubuğun KM, merkezinde olup, dönme ekseninin  $0.25\text{ m}$  sağındadır.

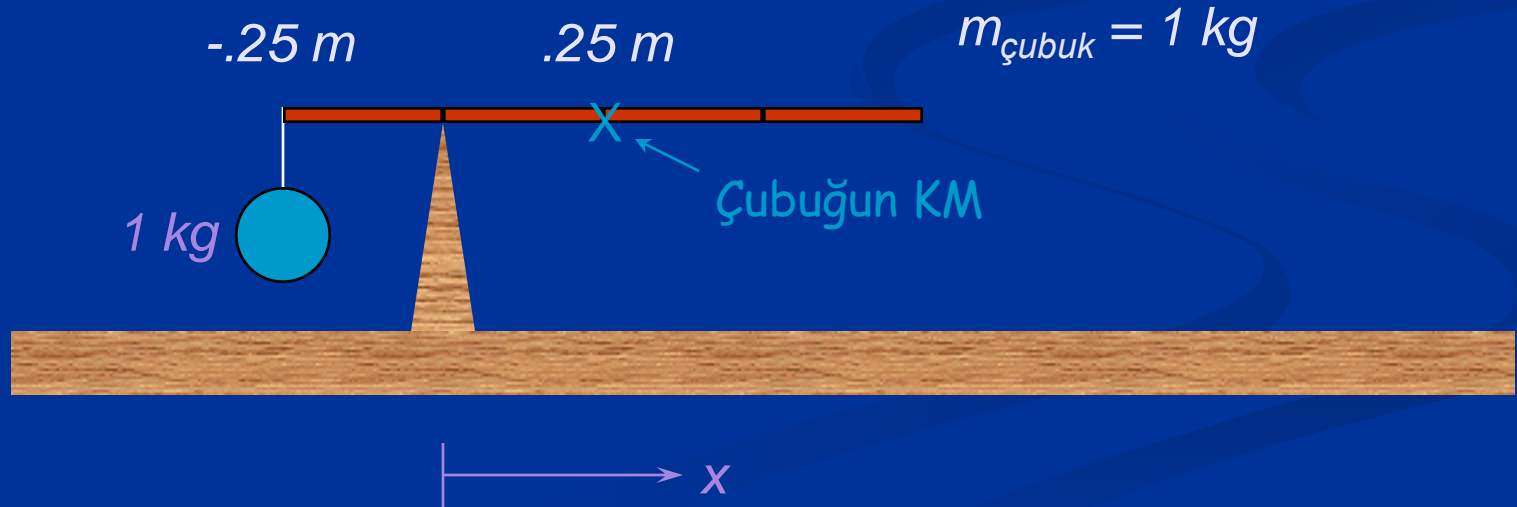
➤ KM topu dengelemek zorundadır. Top dönme ekseninden  $0.25\text{ m}$  sağında ve çubuğun KM dönme eksenine aynı uzaklıkta olduğundan kütleler aynıdır!



# Ders 21, Soru 2

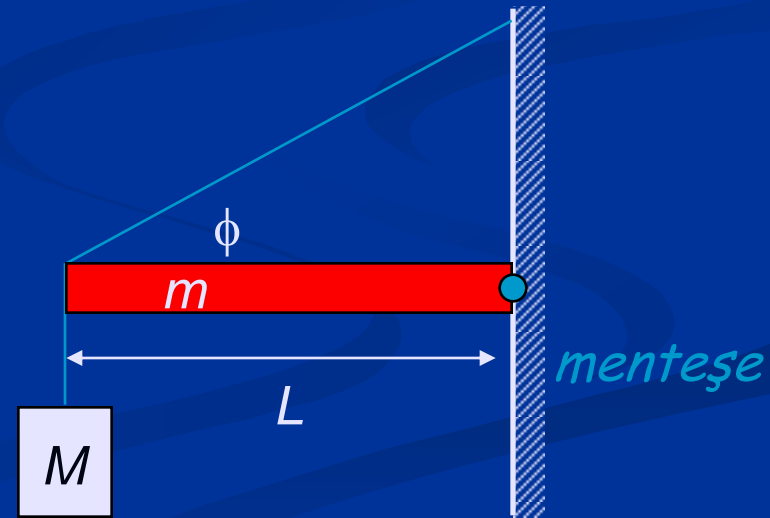
## Çözüm B

- Sistem dönmediğinden sistemin KMnin  $x$  koordinatı dönme eksenini ile aynı olmalıdır.
  - Çubuğun KM merkezindedir ve dönme ekseninin  $0.25\text{ m}$  sağındadır.
  - Topun KM dönme ekseninin  $0.25\text{ m}$  solunda olduğundan, çubuğun kütlesi  $1\text{ kg}$  olmalıdır ki  $x_{KM} = 0$  olsun!

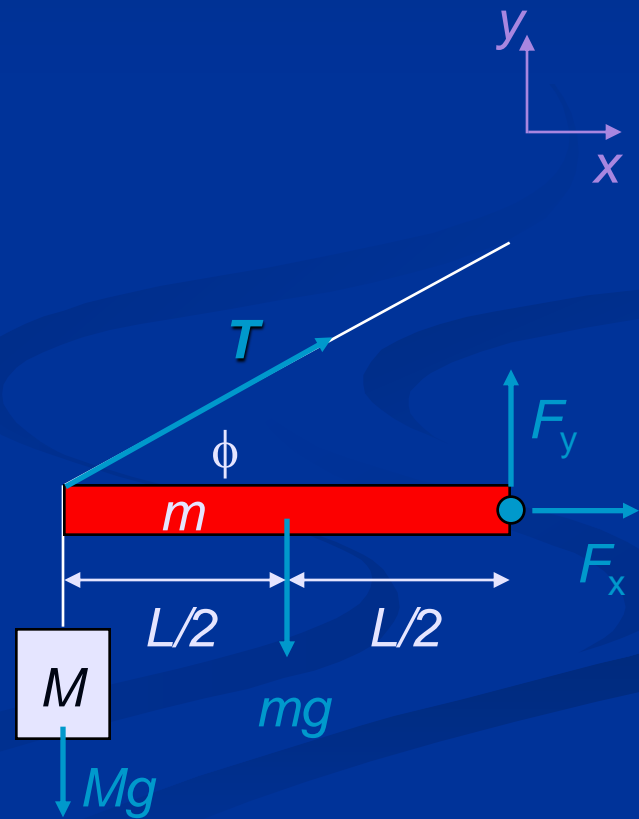


# Örnek: Asılı Lamba

- $M$  kütleli bir lamba  $m$  kütleli ve  $L$  uzunluğunda bir tahtanın kenarında asılıdır. Tahtanın lambaya bağlı ucu, tahta ile  $\phi$  açısı yapan kütsüz bir ipe duvara bağlı iken, diğer köşesi duvara bir menteşe ile tutuludur. ( Ağacı tutmak için menteşe kuvvet uygular)
  - İpteki gerilim nedir?
  - Menteşenin tahtaya uyguladığı kuvvetler nedir?

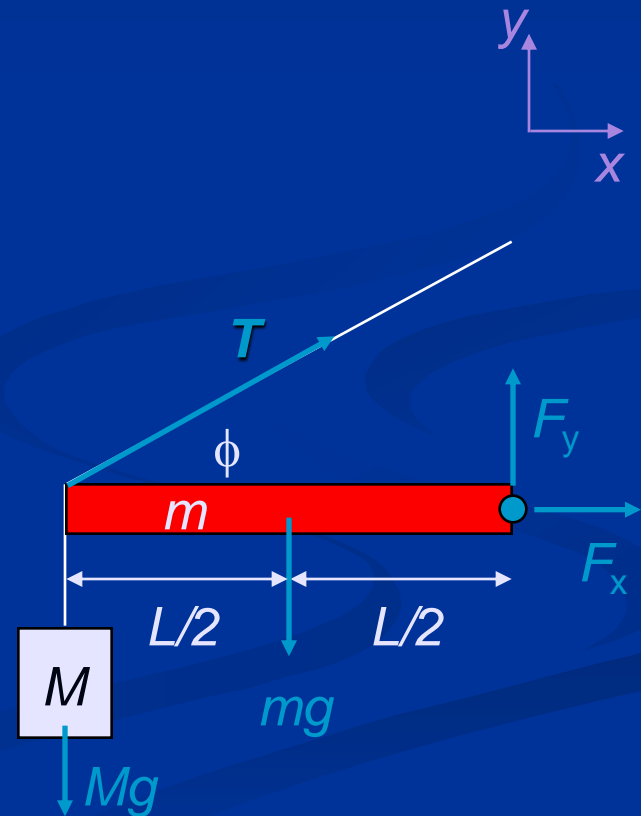


# Örnek: Asılı Lamba...



# Örnek: Asılı Lamba...

$$T = \frac{(M + m/2)g}{\sin \phi}$$
$$F_x = \frac{-(M + m/2)g}{\tan \phi}$$
$$F_y = \frac{1}{2}mg$$



# Ders 21, Soru 3

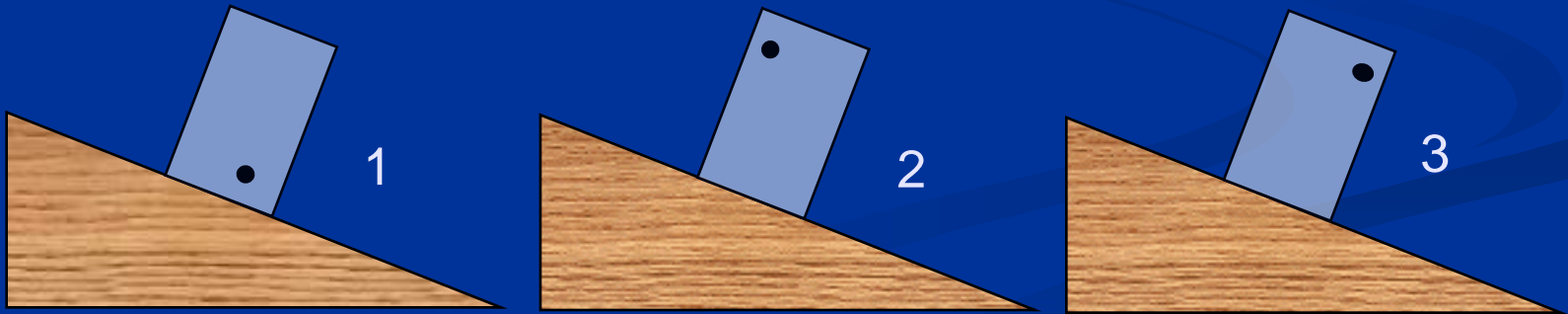
## Statik

- Aşağıdaki şekillerde gösterildiği gibi bir kutu eğik düzlemde değişik konumlara konmuştur. Kayma sürtünmeden dolayı önlenmektedir. Kutunun KM her birinde nokta ile gösterilmiştir.
  - Hangisinde kutu devrilir?

(a) hepsi

(b) 2 & 3

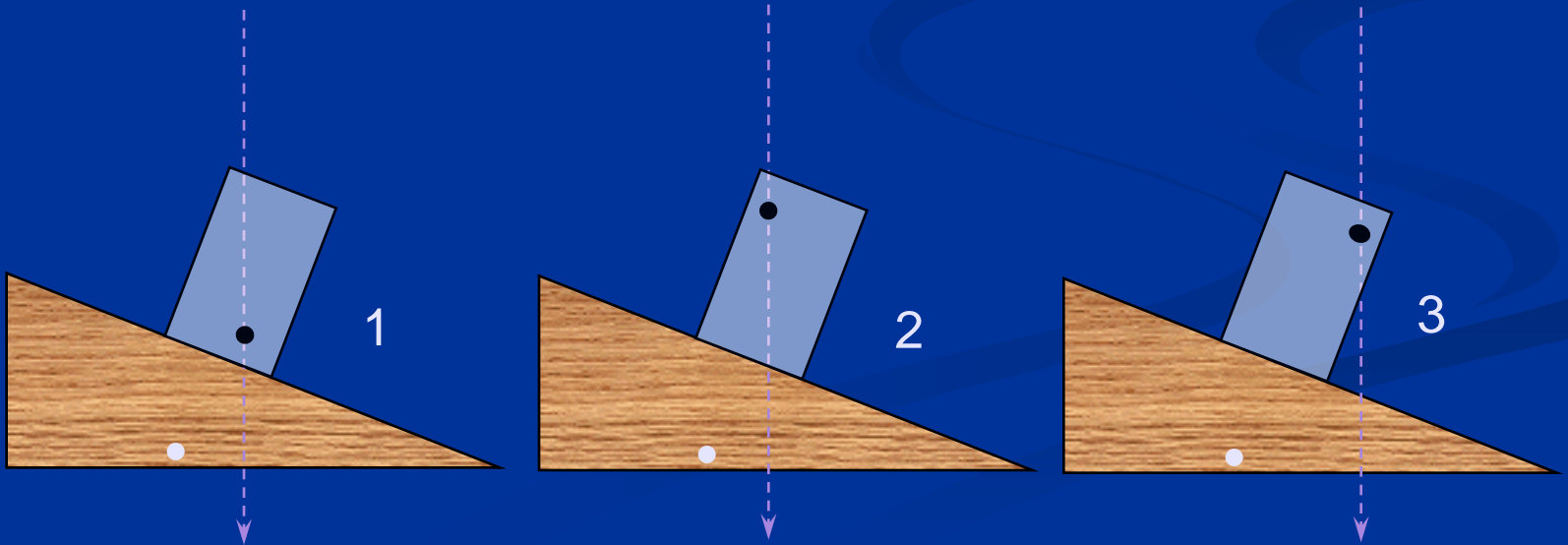
(c) sadece 3



# Ders 21, Soru 3

## Çözüm

- Gördüğümüz gibi gravitasyondan dolayı etki eden tork, cismin kütlesi bütün kütle KMnde konsantre olmuş gibi etki eder.
  - Sağ alt köşeyi dönme eksenini olarak dikkate alalım.
  - Kutu dönebilirse KM aşağı düşer

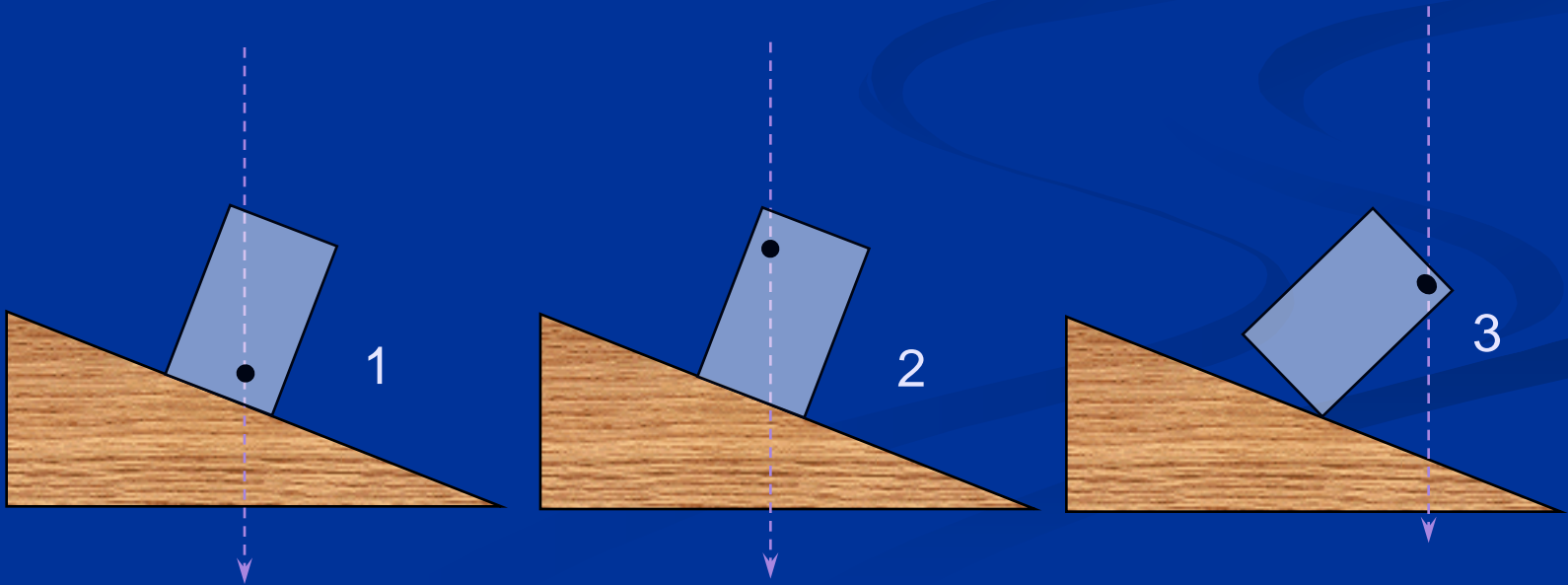




# Ders 21, Soru 3

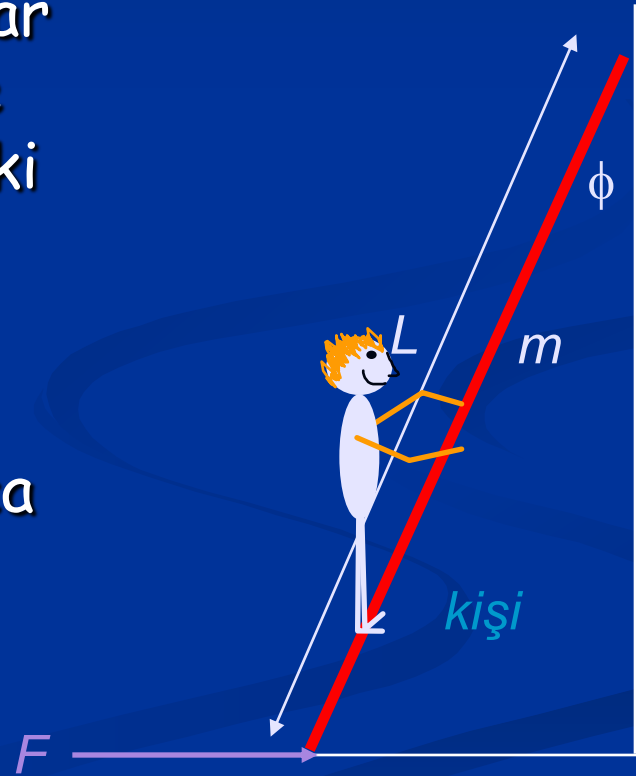
## Çözüm

- Gördüğümüz gibi gravitasyondan dolayı etki eden tork, cismin kütlesi bütün kütle KMnde konsantre olmuş gibi etki eder.
  - Sağ alt köşeyi dönme eksenini olarak dikkate alalım.
  - Kutu dönebilirse KM aşağı düşer!!



# Örnek: Duvara Yaslanan Merdiven

- $L$  uzunluğunda ve  $m$  kütleinde duvara yaslı bir merdivene kütlesi  $M$  olan bir kişi tırmanıyor. (duvar ile merdiven arasında sürtünme yok). Yer ve merdiven arasındaki sürtünme kuvveti  $F$  merdivenin kaymasını önler. Merdivenle duvar arasındaki açı  $\phi$ .
- Kişi merdivenden yukarı çıktıkça kuvvetin büyüklüğü  $F$  nedir?





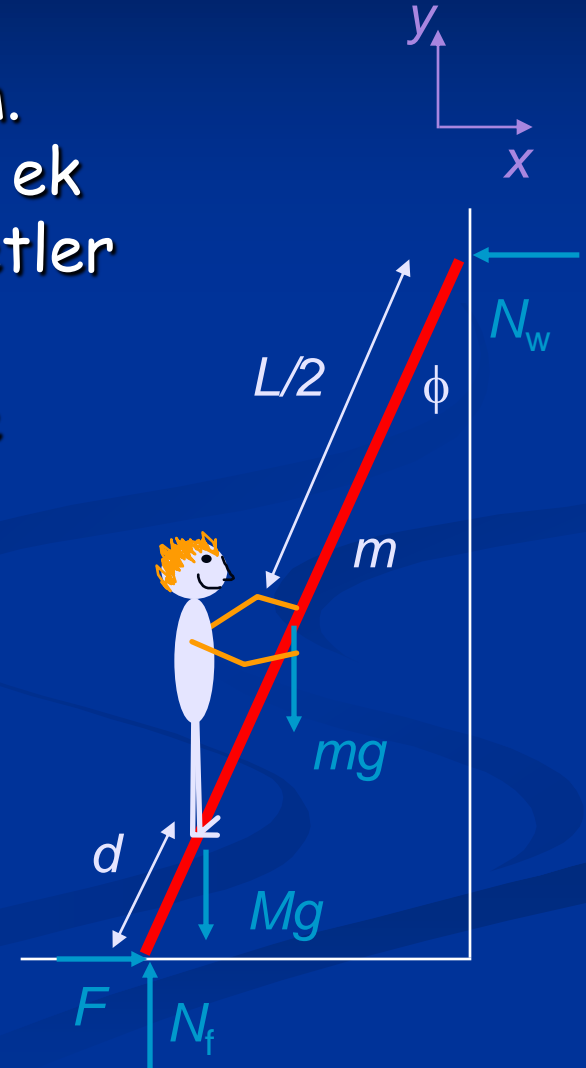
# Örnek: Duvara Yaslanan Merdiven

- Etki eden bütün kuvvetlere bakalım. Gravitasyon ve sürtünme kuvvetine ek olarak yer ve duvarda normal kuvvetler  $N_f$  ve  $N_w$  vardır.
- Statik denge koşulu x ve y yönünde

$$F_{NET} = 0$$

x:  $N_w = F$

y:  $N_f = Mg + mg$



# Örnek: Duvara Yaslanan Merdiven

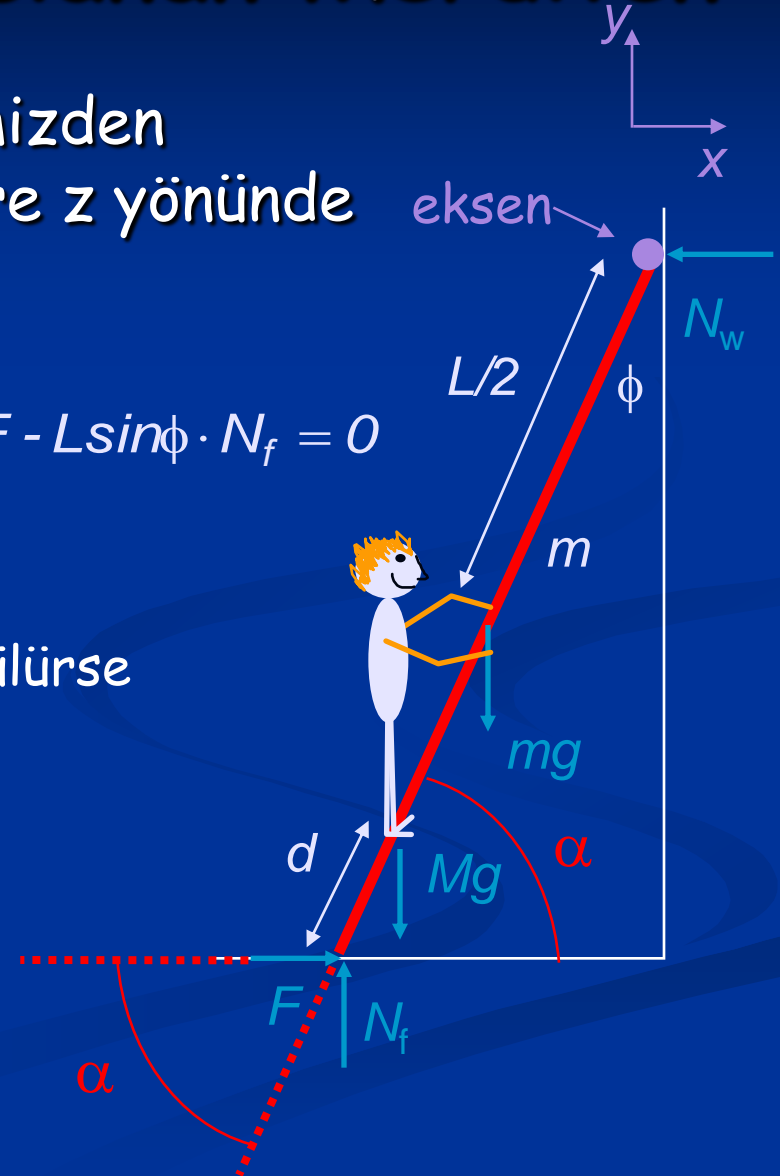
- $N_w$  kuvvetiyle ilgilenmediğimizden merdivenin üst noktasına göre z yönünde torku hesaplayalım.

$$\frac{L}{2} \sin\phi mg + (L-d) \sin\phi \cdot Mg + L \sin\alpha F - L \sin\phi \cdot N_f = 0$$

$\parallel$   
 $\cos\phi$

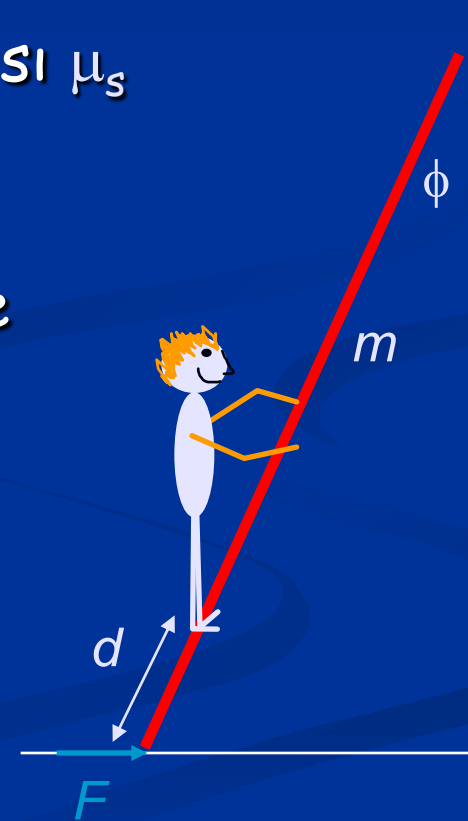
- $N_f = Mg + mg$  koyar ve  $F$  çözülürse

$$F = Mg \tan\phi \left( \frac{d}{L} + \frac{m}{2M} \right)$$



# Örnek: Duvara Yaslanan Merdiven

- Hesapladığımız kuvvet:  $F = Mg \tan \phi \left( \frac{d}{L} + \frac{m}{2M} \right)$
- Verilen bir statik sürtünme katsayısı  $\mu_s$  için  $\mu_s N_f = \mu_s g(M + m)$  ile sağlanan maksimum sürtünme kuvveti  $F$ .
- Eğer  $F$  sürtünme kuvvetini geçerse merdiven kayar.
- Sabitlemek için:
  - Merdivenin alt ucunu bağlayın!
  - $\phi$  yi büyük almayın !



# Katıların esneklik özellikleri

- Young Modülü: Uzunlukta esneklik

$$Y = \frac{\text{gerilme zoru}}{\text{gerilme zorlaması}} = \frac{F/A}{\Delta L/L_i}$$

- Kesme Modülü: Şeklin Esnekliği

$$S = \frac{\text{kesme zoru}}{\text{kesme zorlaması}} = \frac{F/A}{\Delta x/h}$$

- Bulk Modülü: Hacim Esnekliği

$$B = \frac{\text{hacim zoru}}{\text{hacim zorlaması}} = \frac{F/A}{\Delta V/V_i} = \frac{\Delta P}{\Delta V/V_i}$$

# Özet

- Yer çekimi nedeninden dolayı tork
- Rotasyon (özet)
- **Statik**
- Bayırda bir araba
- Statik denge denklemleri
- Örnekler
  - Asılı tahterevalli
  - Asılı lamba
  - Merdiven
- Katıların esneklik özellikleri