

Fizik 101-Fizik I

2013-2014

Dairesel Hareket ve Newton Kanunlarının Diğer Uygulamaları

Nurdan Demirci Sankır
Ofis: 325, Tel:4331

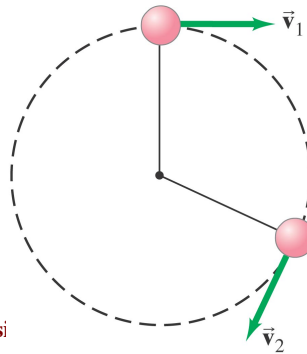
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Newton'nun İkinci Yasasının Düzgün Dairesel Harekete Uygulanması

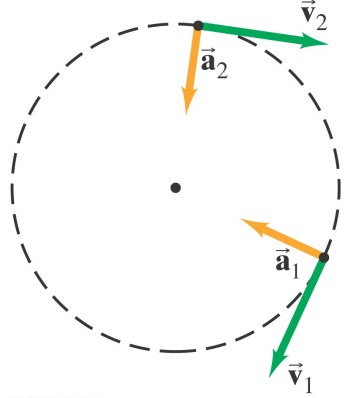
- Sabit hızla dairesel bir yörüngede hareket eden cisim düzgün dairesel hareket eder
- Hızın büyüklüğü sabit olmasına rağmen sürekli yön değiştirdiği için hareketin ivmesi vardır

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



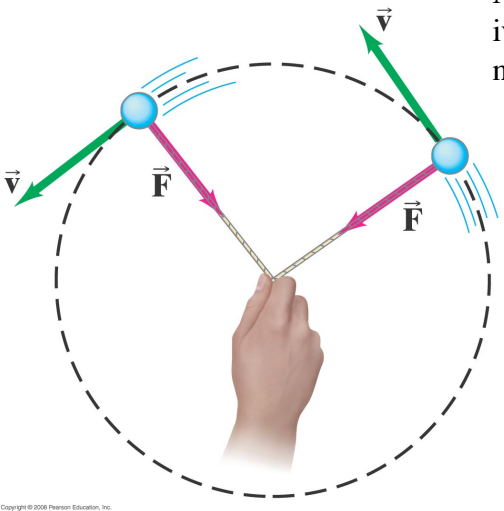


The diagram shows a dashed circle representing a path. Two points on the circle are marked. At each point, a green vector represents the velocity (\vec{v}_1 and \vec{v}_2) and an orange vector represents the acceleration (\vec{a}_1 and \vec{a}_2). The acceleration vectors point radially inward toward the center of the circle.

Düzgün dairesel harekette, ivme dairenin merkezine doğru yönelir ve büyüklüğü v^2/r dir!

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

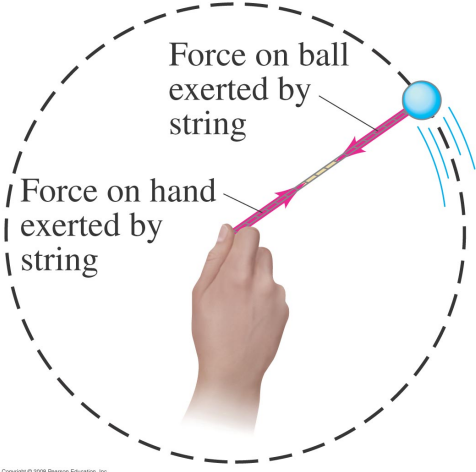


The diagram shows a hand holding a string attached to a ball. The ball is moving in a circular path, indicated by a dashed circle. The velocity vector (\vec{v}) is shown as a green arrow tangent to the path. The force vector (\vec{F}) is shown as a pink arrow pointing radially inward toward the hand. The path is also marked with blue motion lines.

Newton'nun ikinci kanuna göre ivmelenen her cisim üzerine net bir kuvvet uygulanır.

$$\Sigma F_r = ma_r = m \frac{v^2}{r}$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Force on ball exerted by string

Force on hand exerted by string


Merkezcil kuvvet ayrı bir kuvvet değildir! Bildiğimiz kuvvetlerin bir dairesel harekete sebep olacak şekilde uygulanmasıdır.

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

- People have adopted the pop-culture use of “centrifugal force” but it really results from reference frames.
- It is fictional and results from a car turning while a person continues in straight-line motion (for example).

(a) Correct free-body diagram

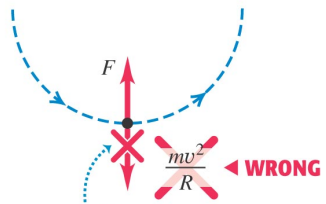


▼ RIGHT!

F a_{rad}

If you include the acceleration, draw it to one side of the body to show that it's not a force.

(b) Incorrect free-body diagram

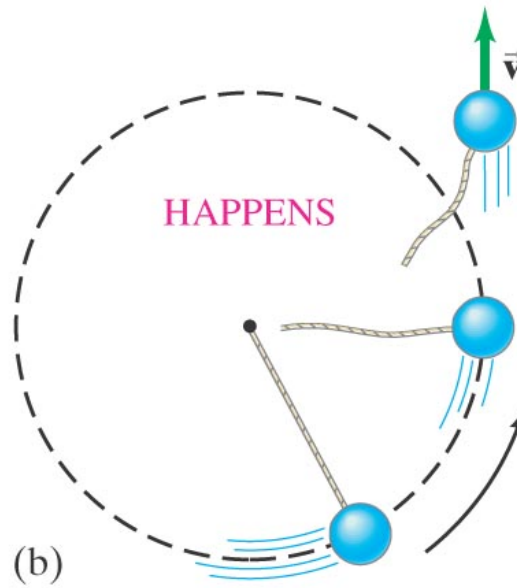


F $\frac{mv^2}{R}$ ◀ WRONG

The quantity mv^2/R is not a force—it doesn't belong in a free-body diagram.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

Figure 5.16b



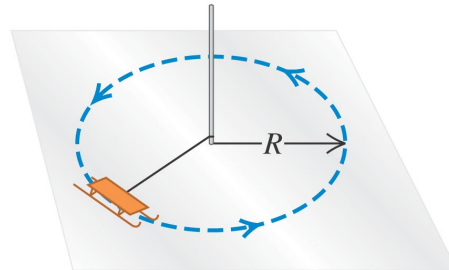
Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

25 kg kütleli bir kızak yatay ve sürtünmesiz bir buz tabakasının üzerinde durmaktadır. Kızak 5m'lik bir ip ile buzun içine dikilmiş bir direğe bağlıdır. Kızağa ilk itme verildikten sonra kızak direğin etrafında bir düzgün dairesel yörüngede döner. Eğer kızak dakikada beş tam dönüş yapabiliyorsa, ipin kızağa uyguladığı F kuvvetini bulunuz.

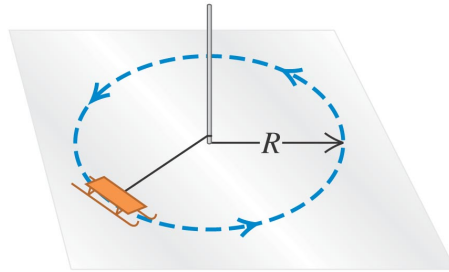


Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



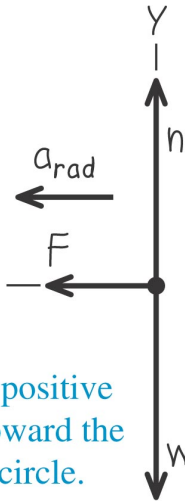
Örnek



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

$$\begin{aligned} m &= 25.0 \text{ kg} \\ R &= 5.00 \text{ m} \\ T &= 1 \text{ dakika} / 5 \text{ devir} \end{aligned}$$

We point the positive x -direction toward the center of the circle.



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

$$\begin{aligned} m &= 25.0 \text{ kg} \\ R &= 5.00 \text{ m} \\ T &= 1 \text{ dakika} / 5 \text{ devir} \end{aligned}$$

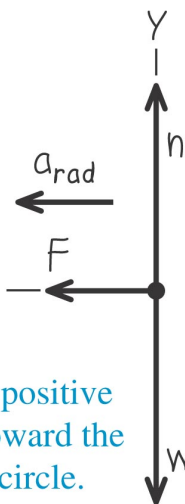
$$\Sigma F_x = F = ma_r$$

$$T = \frac{1 \text{ dk}}{5 \text{ dev}} \frac{60.0 \text{ s}}{1 \text{ dk}} = 12.0 \text{ s}$$

$$a_r = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = \frac{4\pi^2 (5.00 \text{ m})}{(12.0)^2} = 1.37 \text{ m/s}^2$$

$$F = ma_r = (25.0 \text{ kg})(1.37 \text{ m/s}^2) = 34.3 \text{ N}$$

We point the positive x -direction toward the center of the circle.



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

m kütleli bir cisim l uzunluğundaki ipele tavana asılmıştır. Bu cisim r yarıçaplı yatay dairesel bir yörünge üzerinde sabit v hızıyla dönmektedir. Sarkacın periyodunu bulunuz.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



$$\sum F_x = F_T \sin \theta = m a_{rad}$$

$$\sum F_y = F_T \cos \theta + (-mg) = 0$$

$$\tan \theta = \frac{a_{rad}}{g}$$

$$a_{rad} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{4\pi^2 l \sin \theta}{T^2}$$

$$\tan \theta = \frac{a_{rad}}{g} \Rightarrow \tan \theta = \frac{4\pi^2 l \sin \theta}{g T^2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L \cos \theta}{g}}$$

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

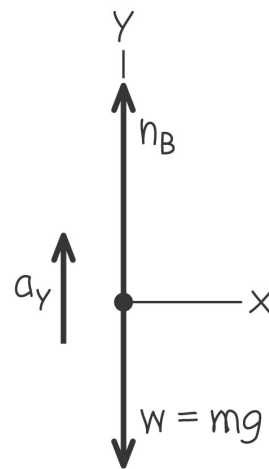
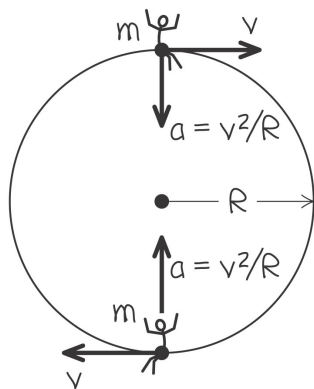
Örnek

Lunaparktaki dönme dolaptaki arabaya binen bir kişi R yarıçaplı düşey çembersel yörüngede sabit v hızıyla dönüyor. Koltuk tüm hareket boyunca diktir. Çembersel yörüngenin alt ve üst noktalarında koltuğun yolcuya etkidiği kuvvetleri hesaplayın.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

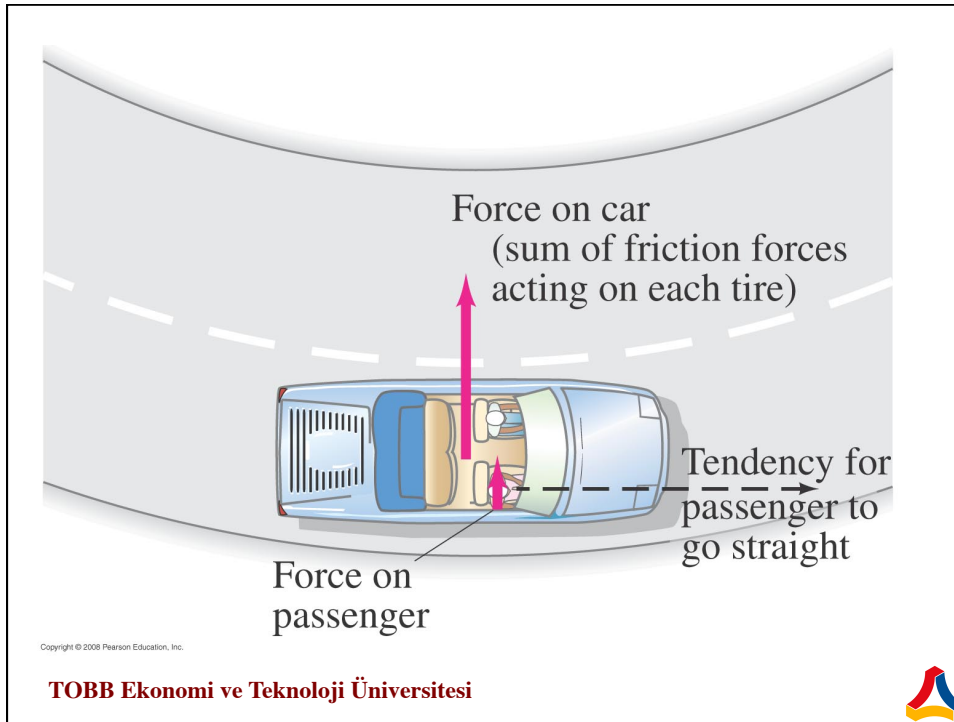


(c) Free-body diagram for passenger at bottom



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

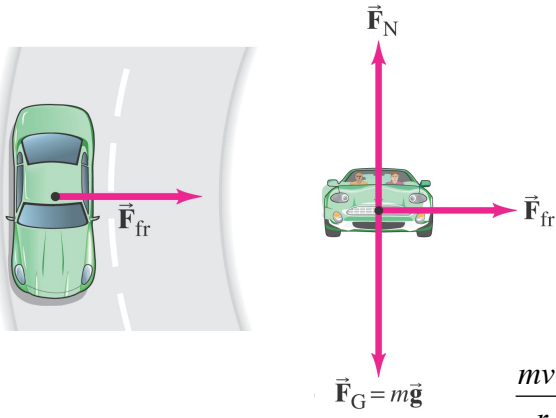




Örnek

1500 kg kütleli bir araba düz bir yolda, 35m yarıçaplı bir virajda hareket etmektedir. Yol ile tekerlekler arasındaki statik sürtünme katsayısı kuru zemin için 0,50 ise, arabanın emniyetli olarak dönebileceği maksimum hızı bulunuz.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



The diagram shows a green car on a curved road. A top-down view on the left shows the car moving to the right with a friction force vector \vec{F}_{fr} pointing to the right. A side view on the right shows the car with four force vectors: a normal force vector \vec{F}_N pointing up, a gravitational force vector $\vec{F}_G = m\vec{g}$ pointing down, and a friction force vector \vec{F}_{fr} pointing to the right.

$$F_N = mg$$


$$f = \frac{mv^2}{r} = \mu F_N$$

$$\frac{mv^2}{r} = \mu mg$$

$$v = \sqrt{\mu gr} = \sqrt{0.5 \times 9.80 \times 35}$$

$$v = 13.1 \text{ m/s}$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

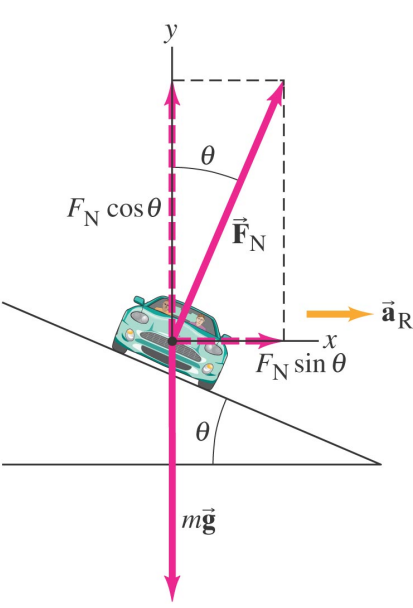


Örnek

Bir mühendis, arabaların sürtünmeye güvenmeksizin savrulmadan dönebilecekleri eğimli bir otoyol virajı yapmak istiyor. Başka bir deyişle, yol buzlu olsa bile araba belirlenen hızla kaymadan virajı dönebilmektedir. Bir arabanın böyle bir virajı 30 mil/saat (13,4 m/s) lik hızla dönebileceğini varsayınız. Virajın yarıçapı da 50m olsun. Yolun eğimi kaç derece olmalıdır?

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi





$$F_N \cos \theta = mg$$

$$F_N = \frac{mg}{\cos \theta}$$

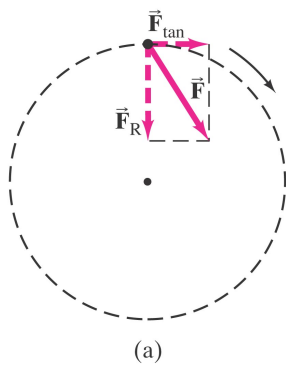
$$F_N \sin \theta = \frac{mv^2}{r}$$

$$\Rightarrow \tan \theta = \frac{v^2}{gr}$$

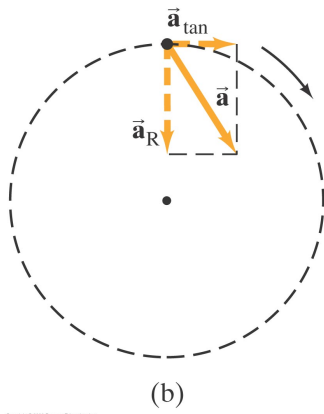
$$\theta = \arctan \left(\frac{13.4^2}{9.8 \times 50} \right) = 20^\circ$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

Düzgün Olmayan Dairesel Hareket



- Dairesel harekette cisim üzerine etki eden net kuvvet merkeze doğru yönelmişse cismin hızı sabit kalır.
- Eğer net kuvvet merkeze doğru yönelmemişse, kuvvet teğetsel ve radyal bileşenlere ayrılır.



- Radyal kuvvet cismi dairesel yörüngede tutarken teğetsel kuvvet cismin hızlanmasına veya yavaşlamasına sebep olur.
- Dolayısıyla ivmenin de teğetsel ve radyal bileşenleri vardır.

$$a_{\text{tan}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad a_r = \frac{v^2}{r}$$

$$\vec{a} = \vec{a}_{\text{tan}} + \vec{a}_r$$

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Eylemli/Eylemsiz Sistemler

- Daha önceki konumuzda Newton'nun hareket yasalarının eylemsiz referans sistemlerinde geçerli olduğunu gördük
- Eylemli sistemlerde ise hareketi açıklayabilmek için ivmeli referans sistemleri içinde yalancı (merkezkaç) kuvvetler tanımlanır.

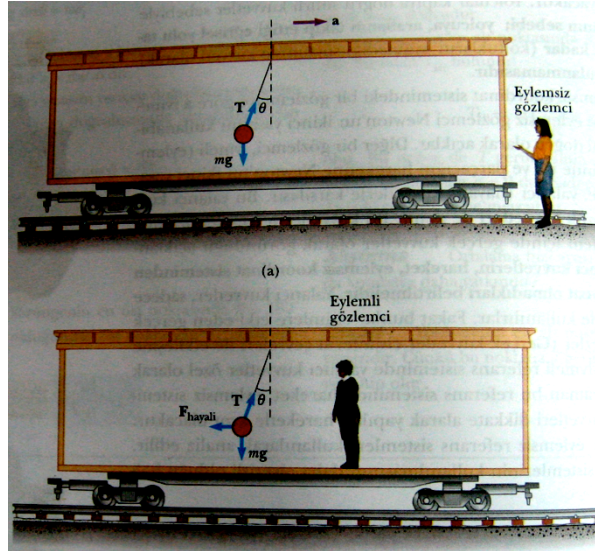


Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Doğrusal Harekette Hayali Kuvvetler

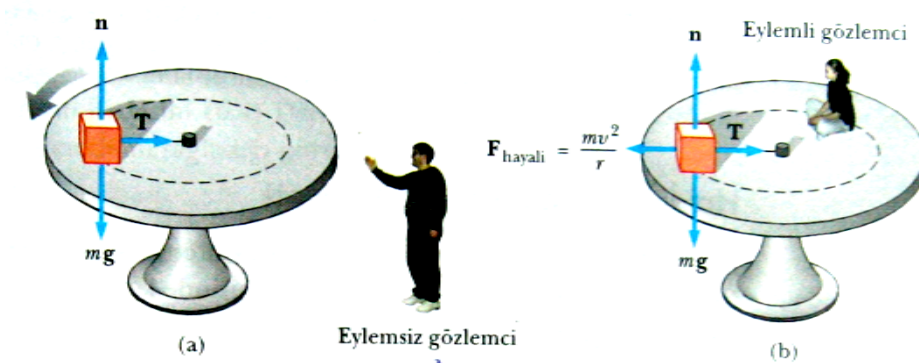


Ref. Serway&Beichner, Fen ve Mühendislik için Fizik, Palme Yayıncılık

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Dönen Sistemde Yalancı Kuvvetler



Ref. Serway&Beichner, Fen ve Mühendislik için Fizik, Palme Yayıncılık

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

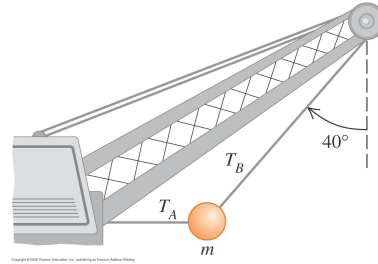


Örnek

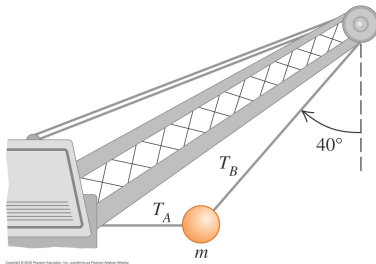
Büyük bir yıkım güllesi, hafif iki çelik kablo yardımıyla tutulmaktadır.

Eğer yıkım güllesinin kütlesi $m=4090$ kg ise

- düşeyle 40° açı yapan kablodaki T_B gerilmesi ve
- yatay duran kablodaki T_A gerilmesi nedir?



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



$$\sum F_y = ma_y$$

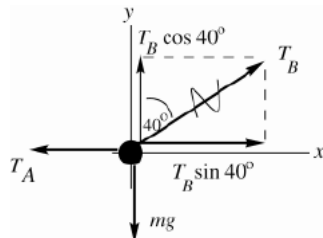
$$T_B \cos 40^\circ - mg = 0$$

$$T_B = \frac{mg}{\cos 40^\circ} = \frac{(4090 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)}{\cos 40^\circ} = 5.23 \times 10^4 \text{ N}$$

$$\sum F_x = ma_x$$

$$T_B \sin 40^\circ - T_A = 0$$

$$T_A = T_B \sin 40^\circ = 3.36 \times 10^4 \text{ N}$$



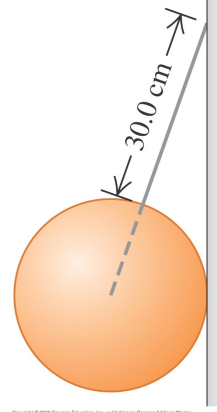
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

Kütlesi 45.0 kg olan, 32.0 cm çapa sahip katı ve kütlesi düzgün dağılmış top, düşey ve sürtünmesiz bir duvara şekildeki gibi 30.0 cm uzunluğundaki kütlesi ihmal edilebilir ince bir telle tutturuluyor.

a) Top için serbest cisim diyagramını çizerek bunu teldeki gerilmeyi bulmak için kullanınız. b) Topun duvara uyguladığı baskı nedir?



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



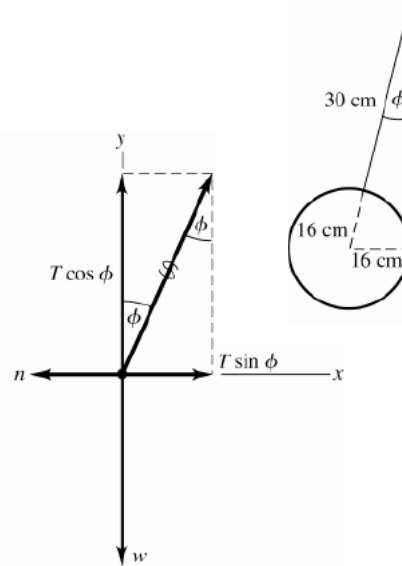
$$\sin \phi = \frac{16.0 \text{ cm}}{46.0 \text{ cm}} \quad \phi = 20.35^\circ$$

$$\sum F_y = 0 \quad T \cos \phi - w = 0$$

$$T = \frac{w}{\cos \phi} = \frac{(45.0 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)}{\cos 20.35^\circ} = 470 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0 \quad T \sin \phi - n = 0$$

$$n = (470 \text{ N}) \sin 20.35^\circ = 163 \text{ N}$$

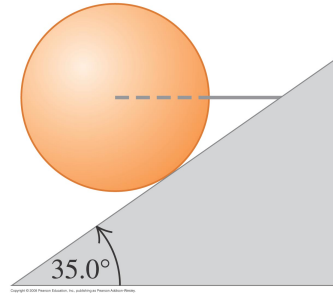


TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

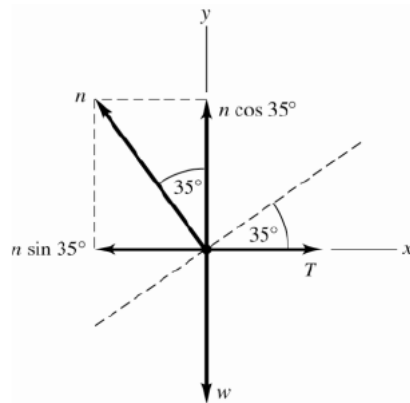


Örnek

Yataydan yukarı doğru 35° açı ile yükselen eğimli bir rampa üzerindeki m kütleli katı ve kütlesi düzgün dağılmış bir top, yatay bir tel tarafından tutulmaktadır. Bu rampanın yüzeyi mükemmel derecede pürüzsüzdür ve yatay tel topun merkezine doğru yönelmiştir. a) Topun serbest cisim diyagramını çizin b) Rampa yüzeyinin topa uyguladığı baskı nedir? c) Teldeki gerilme nedir?



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



$$\sum F_y = 0 \quad n \cos 35.0^\circ - w = 0$$

$$n = \frac{mg}{\cos 35.0^\circ} = 1.22mg$$

$$\sum F_x = 0 :$$

$$T - n \sin 35.0^\circ = 0$$

$$T = (1.22mg) \sin 35.0^\circ = 0.700mg$$

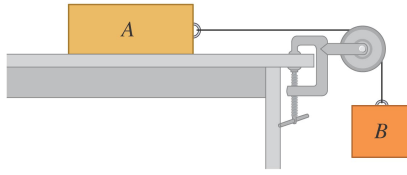
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Örnek

Şekilde görülen sistemi göz önüne alalım. A bloğu 45.0N B bloğu ise 25.0N ağırlığındadır. B bloğu aşağı yönlü hareketine başladığında sabit bir hızla düşüyor.

- a) Masanın üst yüzeyi ile A bloğu arasındaki kinetik sürtünme katsayısını hesaplayın
 b) A bloğunun üzerinde yine ağırlığı 45.0N olan bir kedi uyuya kalmıştır. Eğer bu durumda B bloğu aşağı yönlü hareketine başlarsa, ivmesi ne olur?



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi



Sabit hızla hareket ediyorsa $a=0$ olur.

$$m_B g - T = 0 \quad T = 25.0 \text{ N} \quad \sum F_x = m a_x \quad a_x = 0$$

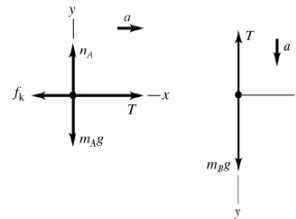
$$T - f_k = 0 \quad f_k = 25.0 \text{ N} \quad n_A = m_A g = 45.0 \text{ N} \quad \mu_k = \frac{f_k}{n_A} = \frac{25.0 \text{ N}}{45.0 \text{ N}} = 0.556$$

$$m_A = 9.18 \text{ kg} \quad n_A = 90.0 \text{ N} \quad f_k = \mu_k n = (0.556)(90.0 \text{ N}) = 50.0 \text{ N}$$

$$\sum F_x = m a_x \quad T - f_k = m_A a_x \quad \sum F_y = m a_y \quad m_B g - T = m_B a_y$$

$$m_B g - f_k = (m_A + m_B) a_y$$

$$a_y = \frac{m_B g - f_k}{m_A + m_B} = \frac{25.0 \text{ N} - 50.0 \text{ N}}{9.18 \text{ kg} + 2.55 \text{ kg}} = -2.13 \text{ m/s}^2$$



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

