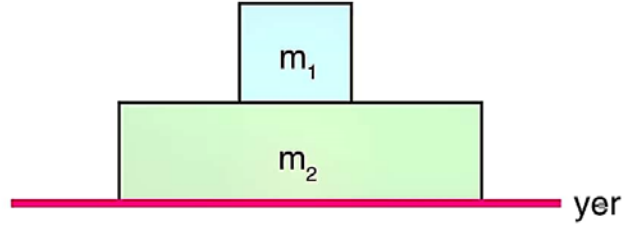


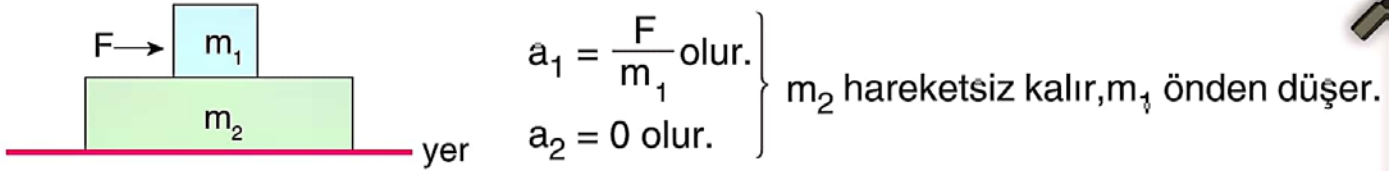
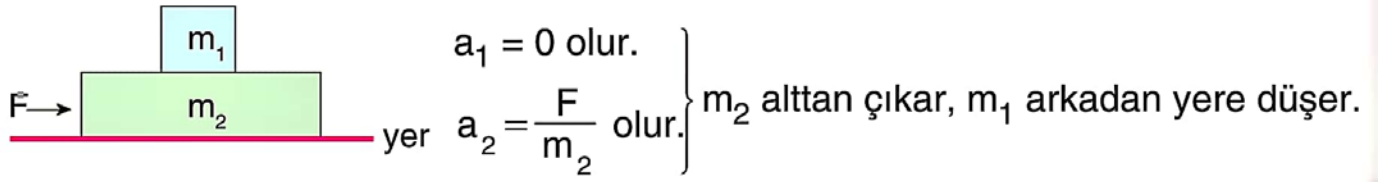
Üst üste duran cisimler için;

m_1 ile m_2 arasındaki sürtünme katsayısı $\rightarrow k_1$

m_2 ile yer arasındaki sürtünme katsayısı $\rightarrow k_2$

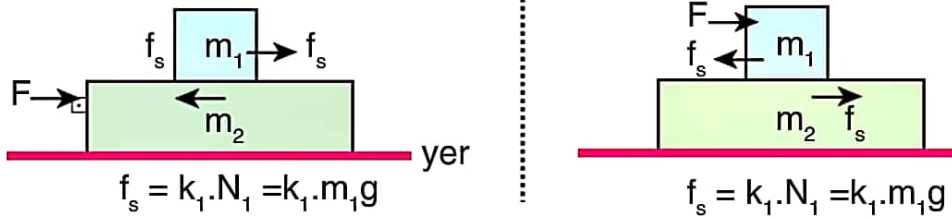


a) Sürtünme yoksa; ($k_1 = k_2 = 0$) . Yere göre ivmeleri



b) Sürtünme varsa; ($k_1 \neq 0, k_2 = 0$) . Yere göre ivmeleri

- Aradaki sürtünme kuvveti iki cisim için zıt yönlü olarak devreye girer. Biri için engelleyici iken diğeri için çekici – itici görev yapar.



- F değeri f_s 'nin formül değerinden küçük veya ona eşit ise birlikte hareket gerçekleşir. ($F \leq f_s$)

$$a_1 = a_2 = a_{\text{ortak}} = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

- F değeri f_s 'nin formül değerinden büyük ise;

$$a_1 = \frac{f_s}{m_1}, a_2 = \frac{F - f_s}{m_2} \text{ olur.}$$

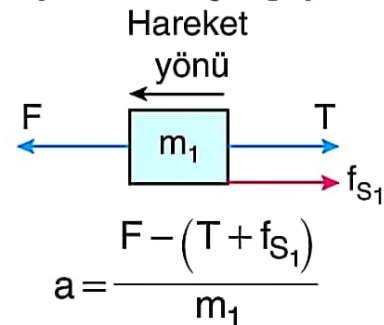
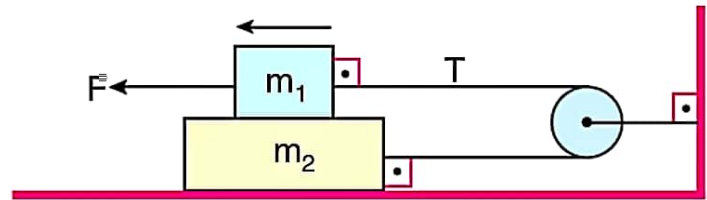
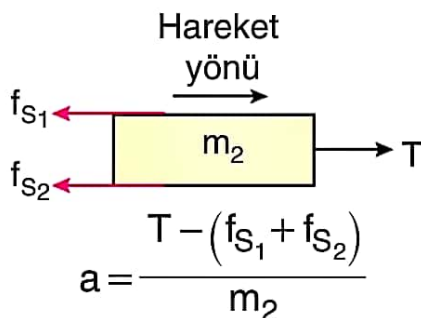
1 $\rightarrow a_2 > a_1$ ise bulunan değerler cevaptır.

2 $\rightarrow a_2 \leq a_1$ ise birlikte hareket ederler.

$$a_1 = a_2 = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

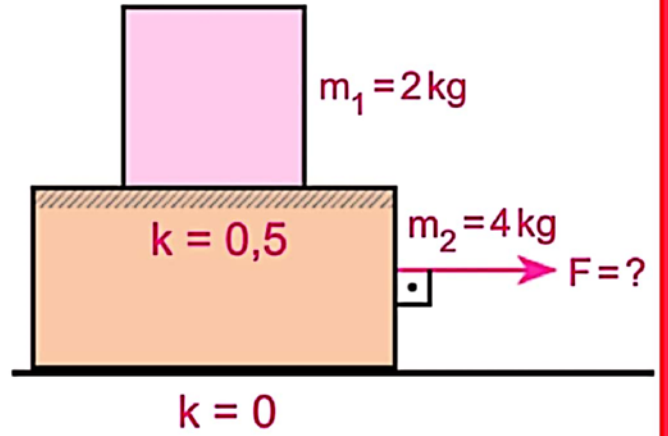
Kütleleri m_1 ve m_2 olan cisimlerle kurulan şekildeki sistem F kuvveti etkisinde hareket ediyor olsun. Bu durumda cisimlerin ivmeleri aynı büyüklüktedir.

Cisimlere etki eden kuvvetler dikkate alınarak ayrı ayrı ivme eşitliği yazılabilir.



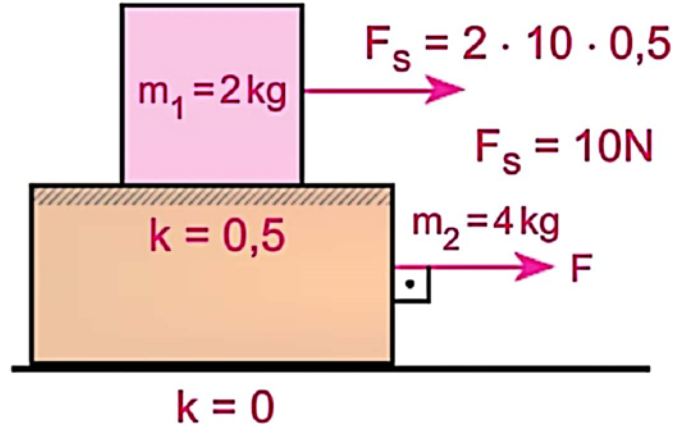
DİNAMİK ÖZEL

Sürtünmesiz yüzeyde üst üste yerleştirilen $m = 2 \text{ kg}$ ve $m = 4 \text{ kg}$ kütleli cisimler şekildeki F kuvvetinin etkisi ile hareket ettiriliyor.



Cisimler arası, sürtünme katsayısı $k = 0,5$ olduğuna göre cisimlerin birlikte hareket etmesini sağlayan en büyük F kuvveti kaç N'dur? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Cisimlerin birlikte hareket edebilmesinin nedeni aralarındaki sürtünme kuvvetinin bu iki cismi bitişik tutmaya



çalışmasıdır. Sürtünme olmasaydı üstteki cisim eylemsizliğinden kaynaklı hareket durumunu koruyarak olduğu yerde duracaktı.

İki cismin birlikte hareket etmesi için sistemin ivmesi veya cisimlerin ivmeleri birbirine eşit olmalıdır.

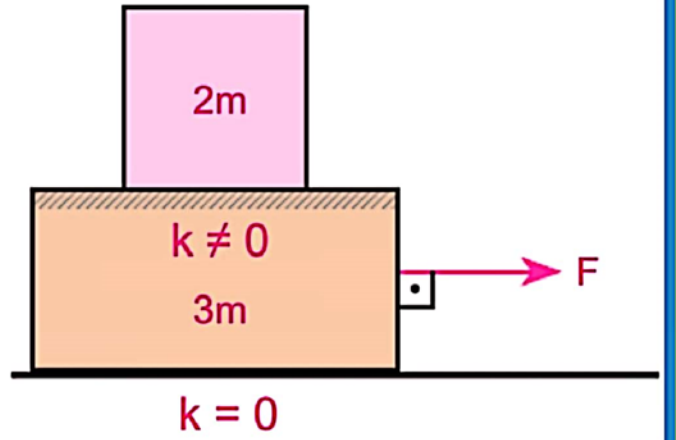
$$a_{\text{sis}} = a_1 = a_2$$

$$\frac{F}{2+4} = \frac{10}{2} \text{ ise } F = 30 \text{ Newton}$$

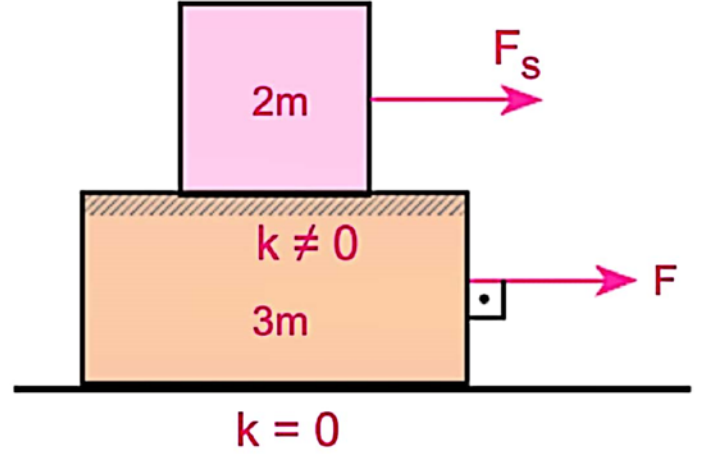
Kuvvet 30 Newtondan daha büyük olur ise alttaki cismin ivmesi üsttekenden daha büyük olur ve cisimler bir süre sonra ayrılır.

DİNAMİK ÖZEL

Şekilde sürtünmesiz yüzey üzerindeki 3m ve 2m kütleli cisimler arasındaki yüzey sürtünmelidir. Cisimler, F kuvveti uygulandığında birlikte hareket ettiğine göre **cisimler arası sürtünme kuvveti en az kaç F olmalıdır?**



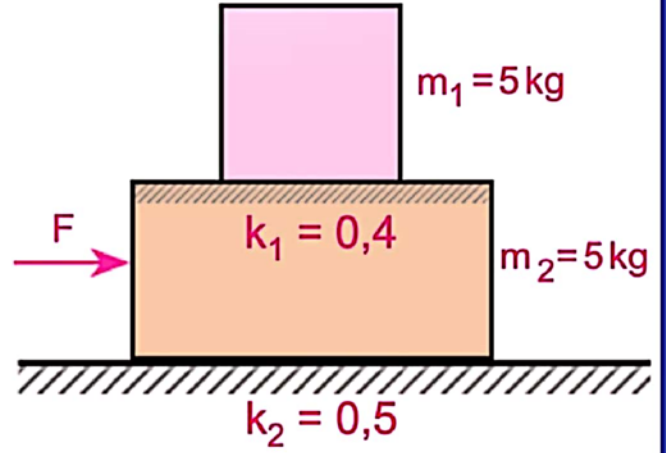
Cisimlerin birlikte hareket edebilmeleri için ayrı ayrı ivmeleri ve sistemin ivmesi birbirine eşit olmalıdır. Üstteki cismi alttakine bitişik tutan kuvvet cisimler arasındaki sürtünme kuvvetidir.



$$\frac{F}{3m + 2m} = \frac{f_s}{2m} \text{ ise } f_s = \frac{2F}{5} \text{ olarak hesaplanır.}$$

DİNAMİK ÖZEL

Şekildeki sistemde cisimlerin birlikte hareket edebilmesi için uygulanması gereken kuvvetin değeri en fazla kaç N olmalıdır? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)



Cisimlerin birlikte hareket edebilmesi için

$$F_{ey} = F_{s1}$$

$$m_1 a = k m_1 g$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

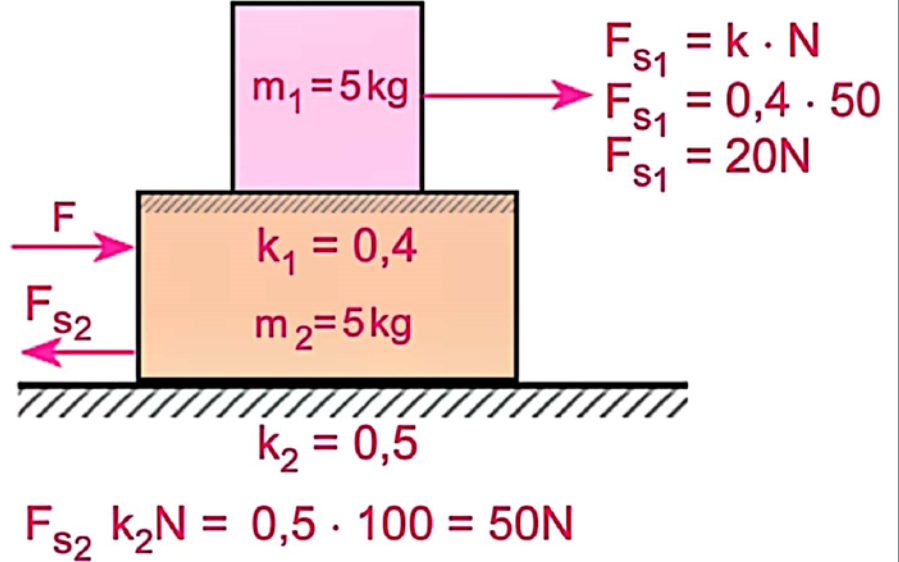
Cisimlerin hareket ivmesi $a = 4 \text{ m/s}^2$ olmalıdır.

$$F_{\text{Net}} = m_T \cdot a$$

$$(F - F_{s2}) = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$F - 50 = (5 + 5) \cdot 4$$

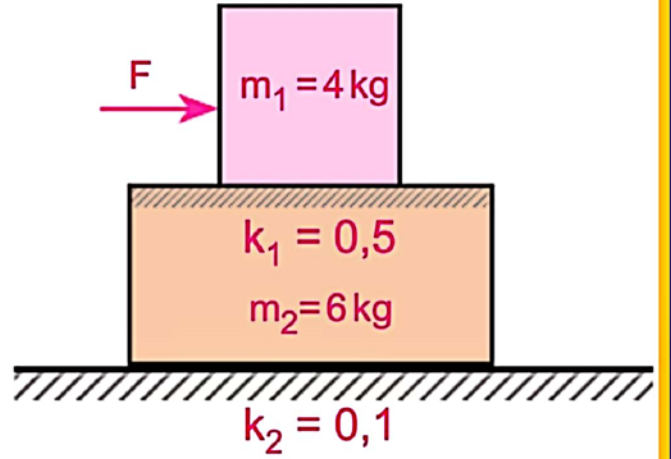
$$F = 90 \text{ N olmalıdır.}$$



DİNAMİK ÖZEL

Şekildeki sistemde cisimlerin birlikte hareket etmesini sağlayan F kuvvetinin en büyük değeri kaç N'dur?

($g = 10 \text{ m/s}^2$)



m_2 kütleli cismin

hareketini

sağlayan kuvvet

F_{S_1} 'dir. m_2

kütleli cismin

ivmesi

bulunurken

$$F_{\text{Net}} = m \cdot a$$

$$(F_{S_1} - F_{S_2}) = m_2 \cdot a$$

$$(20 - 10) = 6a$$

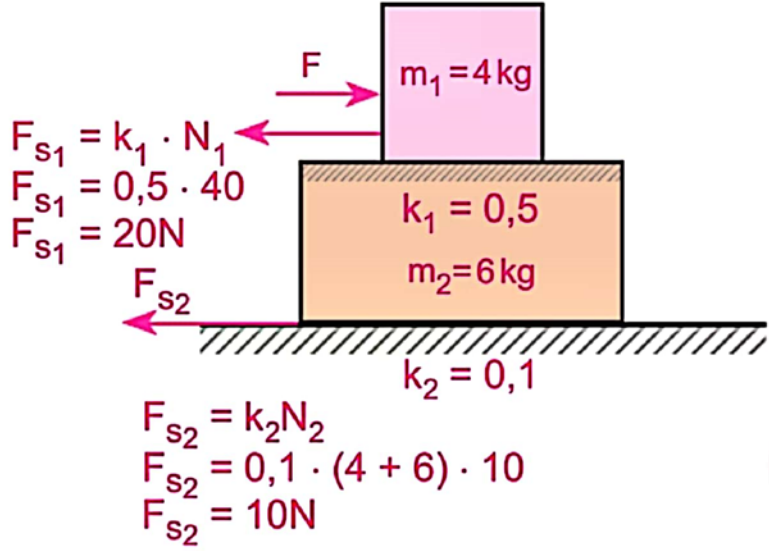
$$a = \frac{5}{3} \text{ olur.}$$

Cisimler $\frac{5}{3} \text{ m/s}^2$ 'lik ivme ile hareket ettiğine göre

$$F_{\text{Net}} = m \cdot a$$

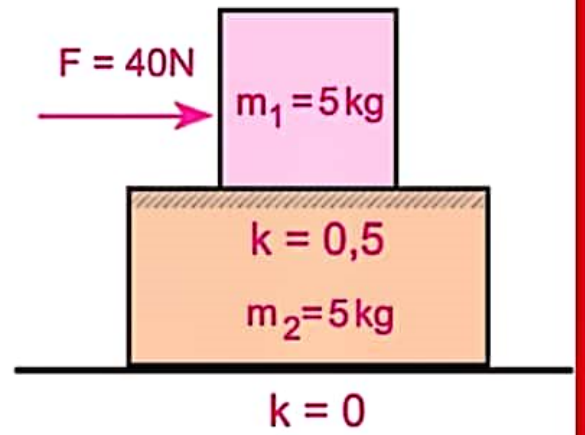
$$(F - F_{S_2}) = (m_1 + m_2) \cdot a$$

$$(F - 10) = (4 + 6) \frac{5}{3} \Rightarrow F = \frac{80}{3} \text{ N olmalıdır.}$$



DİNAMİK ÖZEL

Şekildeki sistemde 40N büyüklüğündeki kuvvetin etkisi ile harekete geçirilen m_1 ve m_2 kütlelerinin yere göre ivmelerinin büyüklükleri a_1 ve a_2 kaç m/s^2 'dir?
($g = 10 \text{ m/s}^2$)



m_2 kütleli cismin hareketini sağlayan kuvvet sürtünme kuvvetidir.

m_2 kütleli cismin hareket ivmesi;

$$F_{\text{Net}} = m_T \cdot a$$

$$25 = m_2 \cdot a_2$$

$$25 = 5 \cdot a_2 \Rightarrow a_2 = 5 \text{ m/s}^2 \text{ olur.}$$

m_1 kütleli cismin hareket ivmesi;

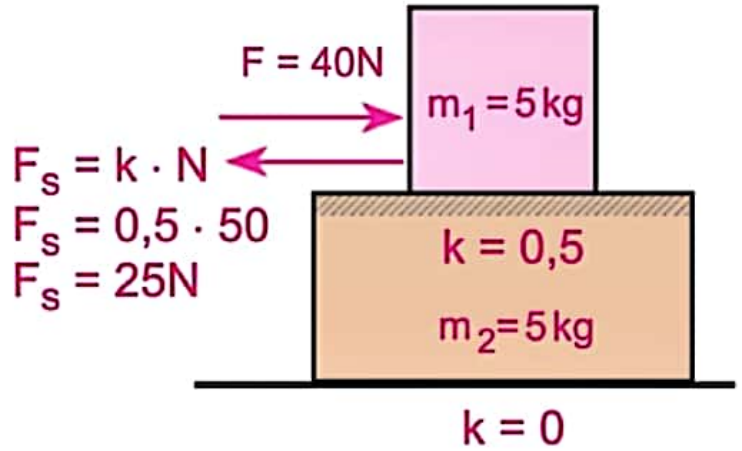
$$F_{\text{Net}} = m_T \cdot a$$

$$40 - F_s = m_1 \cdot a_1$$

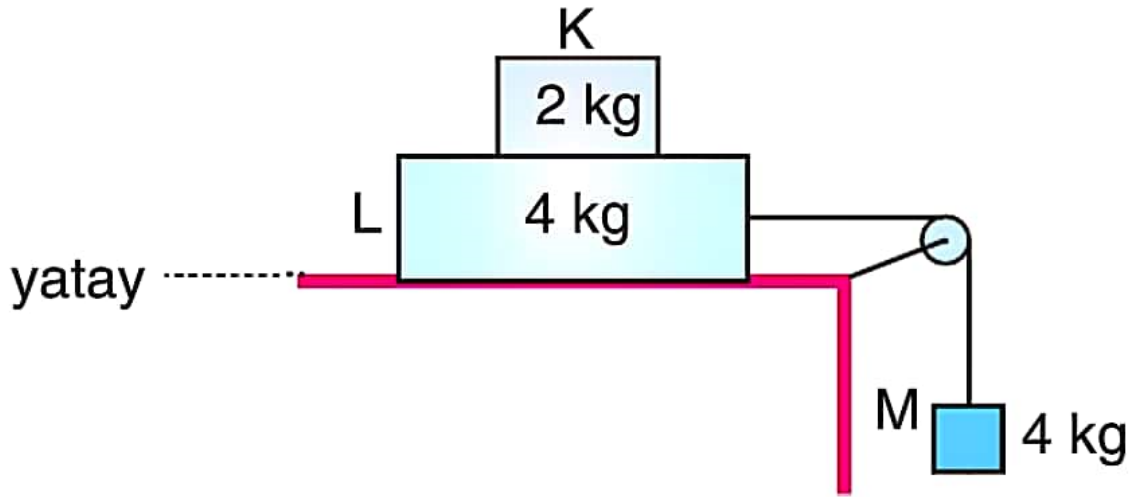
$$40 - 25 = 5 \cdot a_1 \Rightarrow a_1 = 3 \text{ m/s}^2 \text{ olur.}$$

Üstteki cismin ivmesi alttakinden küçük olamayacağı için cisimlerin birlikte hareket ettiği anlaşılır. Bu durumda ortak ivmesi

$$F_{\text{Net}} = m_T \cdot a \Rightarrow 40 = 10 \cdot a \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$



K, L, M cisimleri ile şekildeki düzenek hazırlanmıştır.



K cisminin L cisminin üzerinden kaymadan birlikte hareket edebilmesi için cisimler arasındaki sürtünme katsayısı en az kaç olmalıdır?

($g = 10 \text{ m/s}^2$, yatay düzlem sürtünmesiz)

- A) 0,5 B) 0,4 C) 0,3 D) 0,2 E) 0,1

Birlikte hareket ettiklerine göre,

$$F_{\text{net}} = ma$$

$$40 = (4 + 4 + 2) \cdot a$$

$$40 = 10 \cdot a \text{ ise } a = 4 \text{ m/s}^2$$

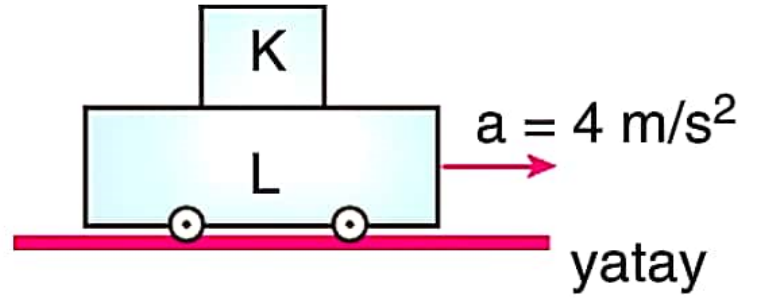
K cismi için

$$f_s = ma$$

$$k \cdot mg = m \cdot a$$

$$k \cdot 10 = 4 \Rightarrow k = 0,4$$

28 kg lık araç sürtünmesiz yatay düzlemde 4 m/s^2 ivme ile harekete başladığında,



4 kg kütleli K cismi ile araç arasındaki sürtünme katsayısının en küçük değeri nedir?

$(g = 10 \text{ m/s}^2)$

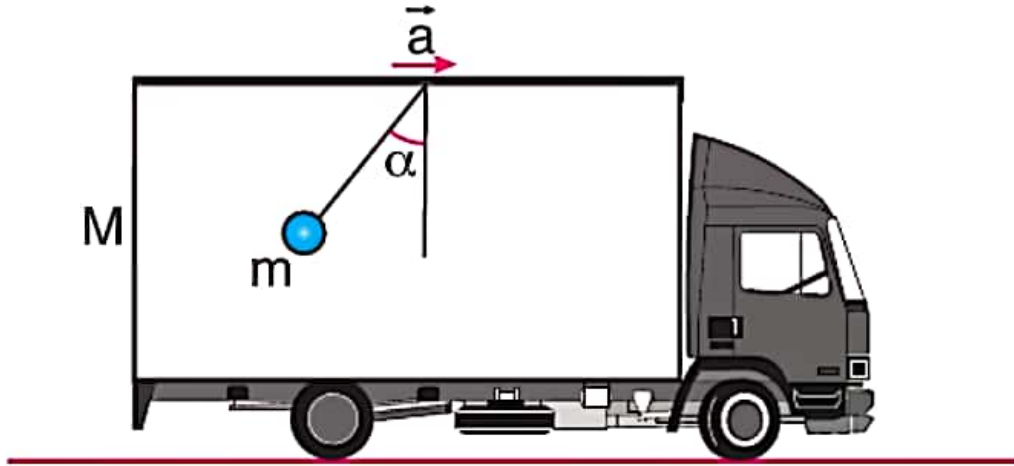
- A) 0,1 B) 0,2 C) 0,3 D) 0,4 E) 0,5

4 kg kütlesi için

$$f_s = m \cdot a$$

$$k \cdot mg = m \cdot a$$

$$k \cdot 10 = 4 \Rightarrow k = 0,4$$

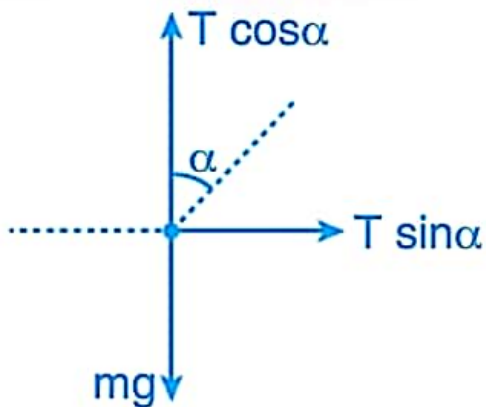


Şekildeki M kütleli araç belirtilen yönde sabit $\vec{a}$ ivmesiyle hızlanıyor.

Buna göre α açısı,

- I. a , aracın ivmesinin büyüklüğü
- II. m , cismin kütlesi
- III. g , yerçekim ivmesi
- IV. M , aracın kütlesi

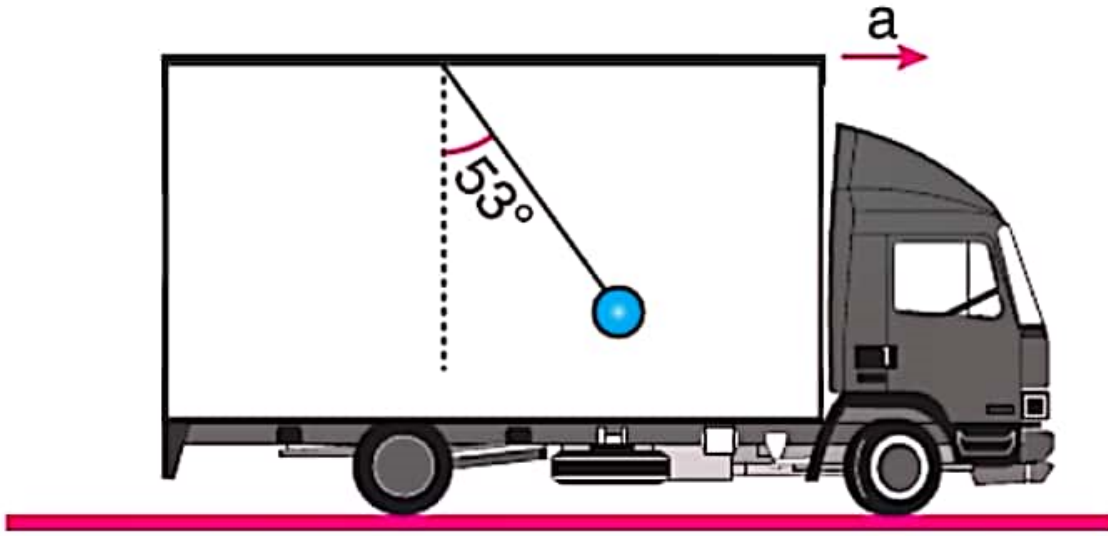
niceliklerinden hangilerine bağlıdır?



$$\tan \alpha = \frac{T \sin \alpha}{T \cos \alpha} = \frac{ma}{mg}$$

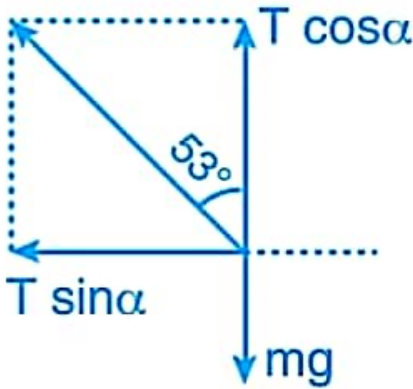
$$\tan \alpha = \frac{a}{g} \text{ olur.}$$

Cevap I ve III



Yatay doğrultuda ok yönünde hareket eden bir araç sabit a ivmesi ile yavaşlıyor.

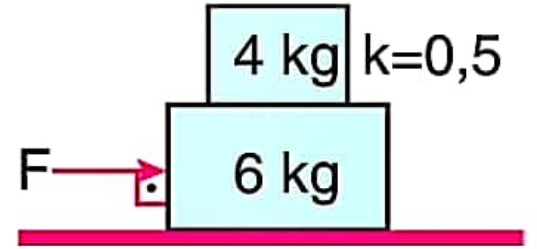
Araç içerisindeki cisim şekildeki gibi dengede olduğuna göre, aracın ivmesi kaç m/s^2 dir?
($g = 10 m/s^2$ $\sin 53 = 0,8$, $\cos 53 = 0,6$).



$$\tan 53^\circ = \frac{T \sin 53^\circ}{T \cos 53^\circ} = \frac{ma}{mg}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{a}{g} \text{ ise } a = \frac{40}{3} m/s^2 \text{ dir.}$$

Yatay sürtünmesiz düzlemde üst üste bulunan 6 kg ve 4 kg kütleli cisimlere şekildeki gibi kuvvet uygulanıyor.



Cisimlerin birlikte hareket etmesi için uygulanabilecek maksimum kuvvet kaç N dur?

Üstteki cisme uygulanan sürtünme kuvveti

$$f_{\text{sür}} = kN$$

$$f_{\text{sür}} = 0,5 \cdot 40$$

$$f_{\text{sür}} = 20 \text{ N dur.}$$

Eylemsizlik kuvveti sürtünme kuvvetine eşit olmalı.

$$F_{\text{ey}} = 20 \text{ N}$$

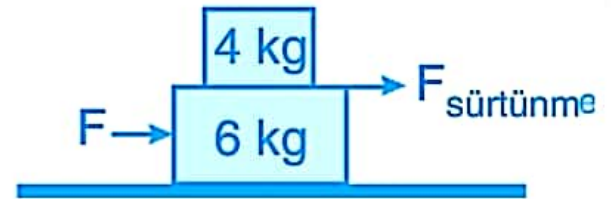
$$m_1 a = 20 \text{ ise } 4a_1 = 20$$

$$a_1 = 5 \text{ m/s}^2 \text{ dir.}$$

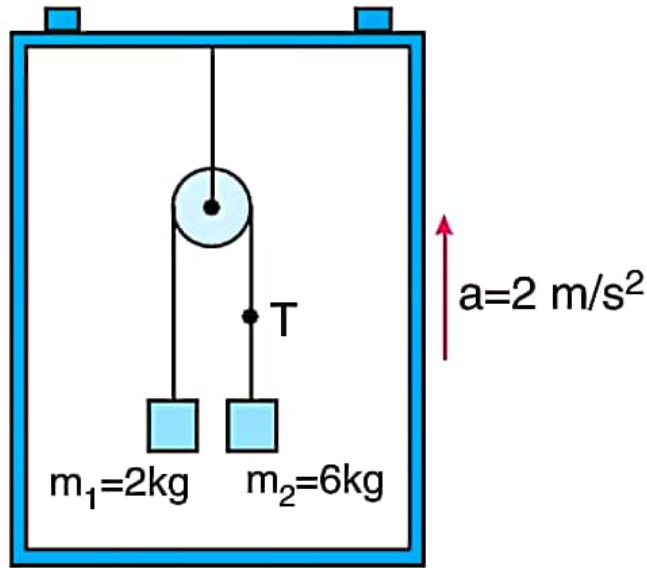
Sistemin ivmesi,

$$F_{\text{net}} = ma$$

$$F = (6 + 4) \cdot 5 = 50 \text{ N bulunur.}$$



Yukarı yönde 2 m/s^2 ivme ile hızlanan asansör içindeki $m_1 = 2 \text{ kg}$, $m_2 = 6 \text{ kg}$ kütleli cisimlerle kurulan sistem serbest bırakılıyor.



Buna göre, ipteki gerilme kuvveti kaç Newton olur? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Asansör yukarı hızlandığı için cisimlere uygulanan eylemsizlik kuvveti aşağı yönlüdür.

$$F_{ey1} = m_1 a = 2 \cdot 2 = 4 \text{ N}$$

$$F_{ey2} = m_2 a = 6 \cdot 2 = 12 \text{ N} \Rightarrow F_{net} = m \cdot a$$

$$(60 + F_{ey2}) - (F_{ey1} + 20) = (6 + 2) \cdot a$$

$$(60 + 12) - (4 + 20) = 8a$$

$$48 = 8a$$

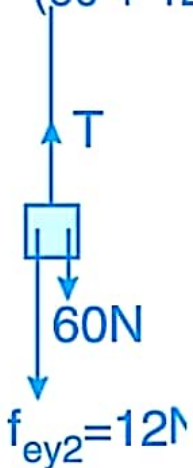
$$a = 6 \text{ m/s}^2$$

$$F_{net} = m \cdot a$$

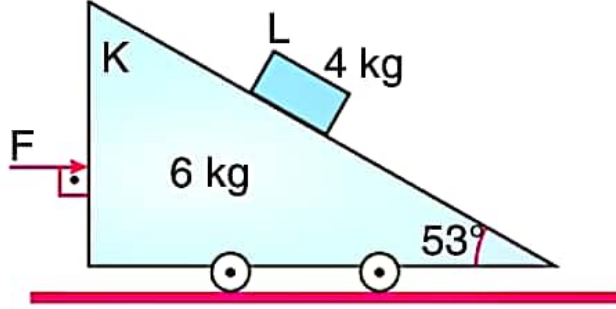
$$(60 + 12) - T = 6 \cdot 6$$

$$72 - T = 36$$

$$T = 36 \text{ N bulunur.}$$

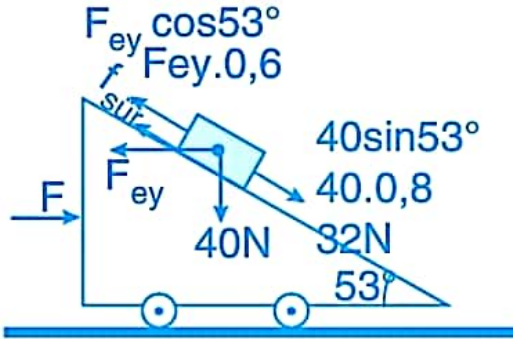


Yatay sürtünmesiz yolda a ivmesi ile hareket eden araç üzerinde, L cismi şekildeki gibi dengede kalıyor.



Bu durumda L cismi ile K cismi arasındaki sürtünme kuvveti 10 N olduğuna göre, uygulanan F kuvveti en az kaç N dur?

($\sin 53^\circ = 0,8$, $\cos 53^\circ = 0,6$)



Sistem dengede kaldığına göre,

$$F_{ey} \cdot 0,6 + f_{sür} = 32$$

olmalı

$$F_{ey} \cdot 0,6 + 10 = 32$$

$$F_{ey} \frac{6}{10} = 22 \text{ ise } F_{ey} = \frac{220}{6} \text{ bulunur.}$$

Sistemin ivmesi a olduğundan, L cisminde uygulanan eylemsizlik kuvveti, $F_{ey} = m_L \cdot a$

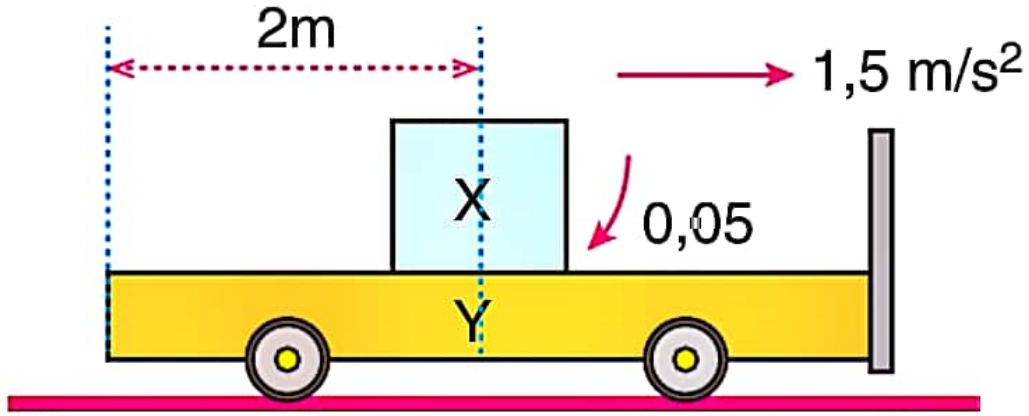
$$\frac{220}{6} = 4 \cdot a \text{ ise } a = \frac{55}{6} \text{ m/s}^2 \text{ dir.}$$

Sisteme uygulanan kuvvet F

$$F = m \cdot a$$

$$F = (6 + 4) \cdot \frac{55}{6} \Rightarrow F = \frac{275}{3} \text{ Newton bulunur.}$$

Kadir Bey kamyonuna yüklediği bu kutuyu geri dönüşüm merkezine götürmektedir. Kırmızı ışıkta durmakta olan Kadir Bey, yeşil ışık yandığında $1,5 \text{ m/s}^2$ lik ivme ile hızlanıyor. Kutu ile yüzey arasındaki sürtünme katsayısı 0,05 dir.



Kadir Bey, arabaya ivmeli hareketi verdikten kaç saniye sonra kutu kamyonundan düşer?

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A) 0,2 B) 0,8 C) 1,5 D) 2 E) 2,4

$$F_{EY} - \mu \cdot mg = ma \Rightarrow a = 1,5 - 0,05 \cdot 10 = 1 \text{ m/s}^2$$

$$t^2 = \frac{2x}{a} = \frac{4}{1} \Rightarrow t = 2\text{s}$$

Aklında Olsun



Kuvvetin uygulandığı cismin ivmesi diğerininkinden küçük olamaz.