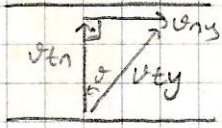


Ör 2 Kuzeye giden bir tekne görsü bir nehrin suya göre 10 km/s 'lik bir hızla koldan koldığı geçmektedir. Nehirden su doğuya doğru yere göre 5 km/s doğu bir hızla sahiptir. Teknenin kıyılarından birine duren gözlemciye göre hızını bulunuz.

$$v_{ty} = ?$$

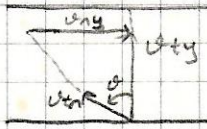
$$\vec{v}_{ty} = \vec{v}_{tn} + \vec{v}_{ny}$$



$$v_{ty} = \sqrt{10^2 + 5^2} = 11.2 \text{ km/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{v_{ny}}{v_{tn}} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{5}{10} \right) = 26.6^\circ$$

Ör 2 Bir önceki örnekte tekne nehrin suya göre 10 km/s 'lik hızla atılıyor. Şimdiye göre kuzeye gitmek isterse baş tarafını nereye çevirmelidir?



$$v_{ty} = \sqrt{v_{tn}^2 - v_{ny}^2} = \sqrt{10^2 - 5^2} = 8.66 \text{ km/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{v_{ny}}{v_{ty}} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{5}{8.66} \right) = 30^\circ$$

Hareket Kavramları

Kuvvet = Dura cisim hareket ettiren, Hareket eden cisim durduran, cismin hızını değiştiren, cisimde şekil değişikliğine sebep olan etki, etki.

Dinamometre → Newton (N)

Vektördür.

Kütle $\square \rightarrow F_1, F_2$

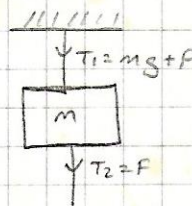
$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = m \quad \text{Kütle}$$

Harekete engel

$m \uparrow$ eylemsizlik $\uparrow$

Kütle eylemsizliğin ölçüsüdür.

$m \rightarrow$ kilogram $\rightarrow$ kg



Newton'un 2. Yasası = Bir cismin ivmesi ona etki eden bütün kuvvetlerle doğru orantılı, kütlesi ile ters orantılıdır.

$$a = \frac{\sum \vec{F}}{m} = \frac{\vec{F}_{net}}{m} \quad \vec{F}_{net} = \sum \vec{F}$$

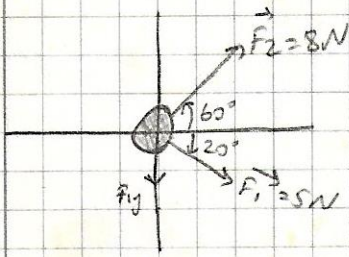
$$\vec{F}_{net} = \sum_{i=1}^N \vec{F}_i = \sum \vec{F}_{ix} \hat{i} + \sum \vec{F}_{iy} \hat{j} + \sum \vec{F}_{iz} \hat{k}$$

$$a_x = \frac{\vec{F}_{net,x}}{m}, \quad a_y = \frac{\vec{F}_{net,y}}{m}, \quad a_z = \frac{\vec{F}_{net,z}}{m}$$

$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{net,x}}{m} \hat{i} + \frac{\vec{F}_{net,y}}{m} \hat{j} + \frac{\vec{F}_{net,z}}{m} \hat{k}$$

Örnek: 0,3 kg kütleli bir hokey diski sürtünmesiz bir buz düzlem üzerinde kaymaktadır. Diskin ivmesinin büyüklüğü ve yönü?



$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} = F_1 \cos 20^\circ + F_2 \cos 60^\circ = 8,7 \text{ N}$$

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} = -F_1 \sin 20^\circ + F_2 \sin 60^\circ = 5,2 \text{ N}$$

$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{8,7}{0,3} = 29 \text{ m/s}^2$$

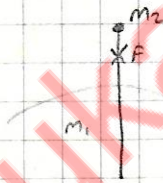
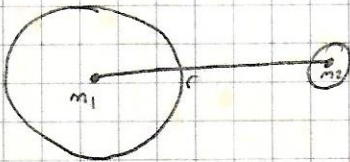
$$\vec{a} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} = 29 \hat{i} + 17 \hat{j}$$

$$a_y = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{5,2}{0,3} = 17 \text{ m/s}^2$$

$$|\vec{a}| = \sqrt{29^2 + 17^2} = 34 \text{ m/s}^2$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{a_y}{a_x} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{17}{29} \right) = 30^\circ$$

Ağırlık ve Çekim Kuvveti



$$F = ma \rightarrow g + g_{\text{yer}}$$

$$G = mg \rightarrow \text{yerçekimsel ivme}$$

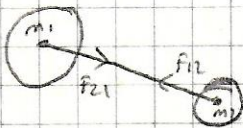
yerçekimsel kuvvet
ağırlık kuvveti

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = m_2 g$$

$$g = G \frac{M}{r^2} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Newton'un 3. Yasası

Etkelenen 2 cisim olsun. 2. cismin 1. cisme uyguladığı kuvvet $\vec{F}_{21}$ ise, 1. cismin 2. cisme uyguladığı kuvvet $\vec{F}_{12}$



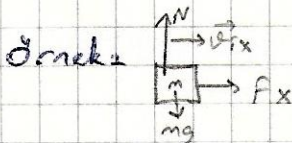
$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \quad |\vec{F}_{12}| = |-\vec{F}_{21}|$$

$$\vec{F}_{12} + \vec{F}_{21} = 0$$

Not: Bir cisme etki eden kuvvetlerin bileşkəsi (net kuvvet) sıfır ise;

0 cisim duruyor ise durmaya devam eder.

bir ilk hızı varsa $\Rightarrow$ hızı ile devam eder. Hızında değişme olmaz. (sbt hızla devam eder).



$$F_x = m a_x \Rightarrow a_x = \frac{F_x}{m}$$

$$v_{sx} = v_{ix} + a_x t$$

$$v_{sx} = v_{ix} + \left(\frac{F_x}{m} \right) t$$

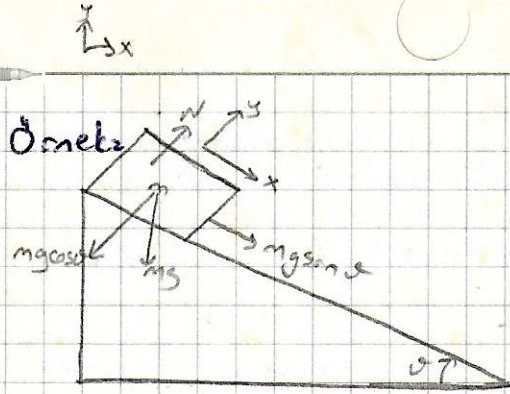
$$N - mg = m a_y = 0$$

$$N = mg$$

$$1) v_s = v_i + v_{ix} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$$2) v_s^2 = v_i^2 + v_{ix} t + \frac{1}{2} \left(\frac{F_x}{m} \right) t^2$$

(*)



a) $a = ?$

x:

$$\sum F_x = mg \sin \theta = m a_x$$

y:

$$\sum F_y = N - mg \cos \theta = m a_y = 0$$

$$N = mg \cos \theta$$

b) $t = ?$
 $v = ?$

$$x_s - x_i = v_i t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

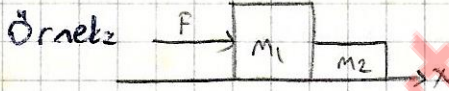
$$d = 0t + \frac{1}{2} (g \sin \theta) t^2$$

$$d = \frac{1}{2} g \sin \theta t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}}$$

$$v_s = v_i + a_x t$$

$$v_s = (g \sin \theta) \sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}}$$

$$v_s = \sqrt{2g \sin \theta d}$$

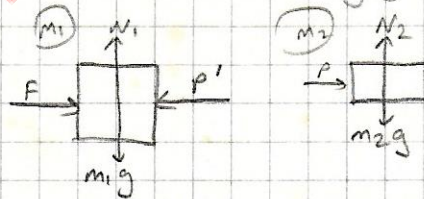


a) $a_x = ?$

$$a_x = \frac{F}{m_1 + m_2}$$

b) 2 blok arası temas kuvvetini bulunuz.

Serbest cisim diyagramını çizelim.



Newton'un hareket denk. $\Rightarrow m_1: \sum F_x = F - P' = m_1 a_x$

$$m_2: \sum F_x = P = m_2 a_x$$

$$P = m_2 \left(\frac{F}{m_1 + m_2} \right) = F \left(\frac{m_2}{m_1 + m_2} \right)$$

$$\sum F_y = N_2 - m_2 g = 0$$

$$N_2 = m_2 g$$

$$P' = F - m_1 a_x = F - m_1 \left(\frac{F}{m_1 + m_2} \right)$$

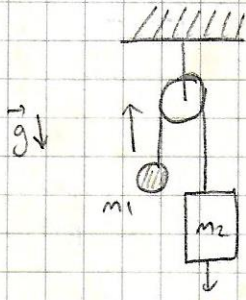
$$P' = F \left(1 - \frac{m_1}{m_1 + m_2} \right) = F \left(\frac{m_1 + m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right)$$

$$P' = F \left(\frac{m_2}{m_1 + m_2} \right)$$

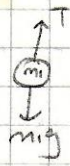
$$\sum F_y = N_1 - m_1 g = m_1 a_y = 0$$

$$N_1 = m_1 g$$

Örnek Atwood Aleti $\rightarrow$ hareketin simetrisi: $T_1 = T_2$



Serbest cisim düşüyor



$$m_1: \sum F_y = T - m_1g = m_1a \quad (1)$$

$$m_2: \sum F_y = m_2g - T = m_2a \quad (2)$$

$$(1) \rightarrow T = m_1a + m_1g$$

$$(2) \rightarrow T = m_2g - m_2a$$

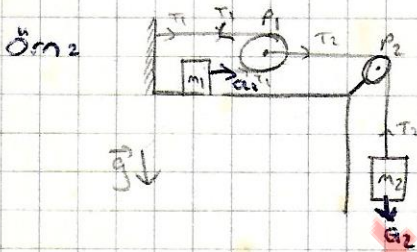
$$(3) \rightarrow (1)$$

$$(1) = (2)$$

$$a = g \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) \quad (3)$$

$$T = m_1 \left[g \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) \right] + m_1g$$

$$T = \frac{2m_1m_2g}{m_1 + m_2}$$



a) m_1 kütlesinin ivmesi a_1 , m_2 kütlesinin ivmesi a_2 ise bu ivmeler arasındaki bağlantı nedir?

b) iplerdeki gerilmeler nedir?

c) a_1 ve a_2 ivmelerini m_1, m_2 ve g cinsinden bulunuz.

$$a) \boxed{a_1 = 2a_2}$$

$$m_1: \sum F = T_1 = m_1a_1 = m_1(2a_2) \quad (1) \quad \text{(Newton hareket)} \\ m_2: \sum F = m_2g - T_2 = m_2a_2 \quad (2) \quad \text{(denklemler)}$$

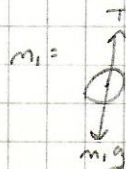
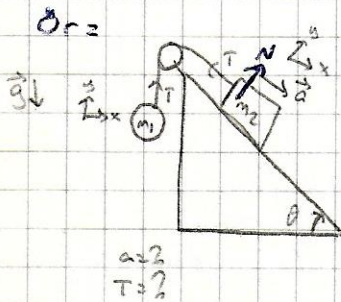
$$T_2 - 2T_1 = 0 \quad T_2 = 2T_1 \quad (3)$$

$$(3) \rightarrow (2) \quad m_2g - 2T_1 = m_2a_2 \quad (4)$$

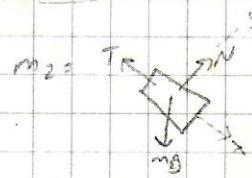
$$(1) \rightarrow (4) \quad m_2g - 2(m_1a_2) = m_2a_2$$

$$a_2 = g \left(\frac{m_2}{4m_1 + m_2} \right) \Rightarrow a_1 = 2a_2 = 2g \left(\frac{m_2}{4m_1 + m_2} \right)$$

$$T_1 = m_1a_1 = 2g \left(\frac{m_1m_2}{4m_1 + m_2} \right) \quad T_2 = 2T_1$$



$$\sum F_y = T - m_1g = m_1a \\ \sum F_x = 0$$

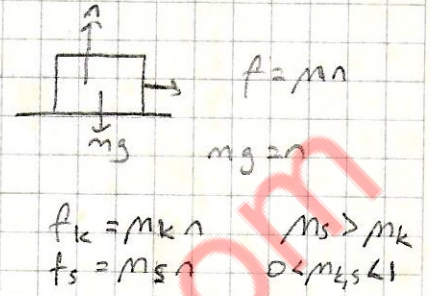
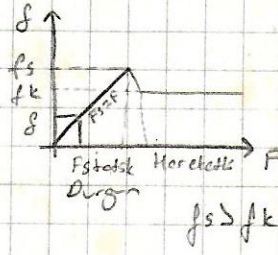
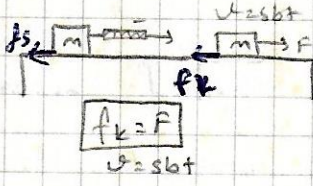


$$\sum F_x = m_2g \sin \theta - T = m_2a \\ \sum F_y = N - m_2g \cos \theta = m_2a_y = 0$$

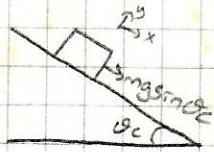
$$a = \frac{g(m_2 \sin \theta - m_1)}{m_1 + m_2}$$

$$T = \frac{m_1m_2g(\sin \theta + 1)}{m_1 + m_2}$$

Sürtünme Kuvvetleri



Örnek: Küçük bir cisim sekilde gösterildiği gibi bir eğik düzlem üzerine yerleştiriliyor. Eğik düzlemin eğim açısı $\theta = 0$ 'dan başlayıp cisim kaymaya başlayınca kadar artırılıyor. Cisim tam kaymaya başladığı anda θ_c kritik açı olarak μ_s bulunuyor.

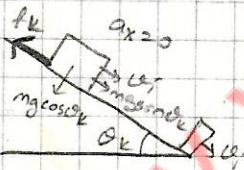


$$\sum F_x = mg \sin \theta_c - f_s = 0 \rightarrow f_s = mg \sin \theta_c \rightarrow mg = \frac{f_s}{\sin \theta_c} \quad (1)$$

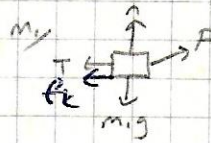
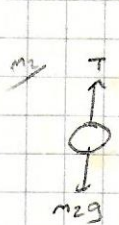
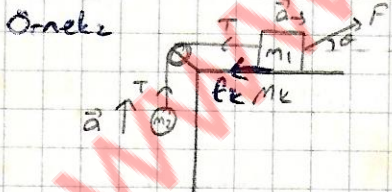
$$\sum F_y = N - mg \cos \theta_c = 0 \rightarrow mg \cos \theta_c = N \rightarrow mg = \frac{N}{\cos \theta_c} \quad (2)$$

$$(1) - (2) \quad \frac{N}{\cos \theta_c} = \frac{f_s}{\sin \theta_c} \rightarrow f_s = N \cdot \tan \theta_c \quad \mu_s = \frac{f_s}{N}$$

$$\mu_s \cdot N = N \cdot \tan \theta_c \rightarrow \boxed{\mu_s = \tan \theta_c}$$



$$\sum F_x = mg \sin \theta_c - f_k = 0 \rightarrow f_k = mg \sin \theta_c \quad \mu_k = \tan \theta_c$$



$$\sum F_y = T - m_2 g = m_2 a \quad (1) \quad \sum F_x = F \cos \theta - T - f_k = m_1 a \quad (2)$$

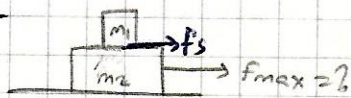
$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = N - m_1 g + F \sin \theta = m_1 a_y = 0 \quad (3)$$

$$f_k = \mu_k \cdot N$$

$$f_k = \mu_k (m_1 g - F \sin \theta) \quad (4)$$

$$a = \frac{F(\cos \theta + \mu_k \sin \theta) - g(m_2 + \mu_k m_1)}{m_1 + m_2}$$

Örnek:



m_1 kaymadan göçebilmesi için

$$a = \frac{F_{max}}{m_1 + m_2}$$

$$f_s = m_1 a$$

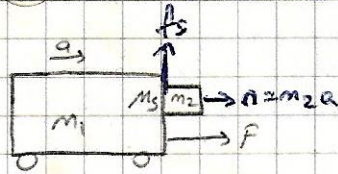
$$f_s = \mu_s N = \mu_s m_1 g$$

$$\mu_s m_1 g \geq m_1 a$$

$$\boxed{a = \mu_s g}$$

$$F_{max} = (m_1 + m_2) \mu_s g$$

Örnek =



$$f_s = m_2 g$$

$$f_s = m_2 n \Rightarrow f_s = m_2 m_2 a$$

$$n = m_2 a$$

$$a = \frac{F}{(m_1 + m_2)}$$

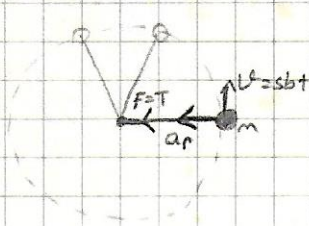
$$m_2 m_2 a = m_2 g$$

$$g = m_2 a$$

$$a = \frac{g}{m_2}$$

$$F = \frac{g}{m_2} (m_1 + m_2)$$

Dairesel Hareket ve Newton Kanunlarının Diğer Uygulamaları



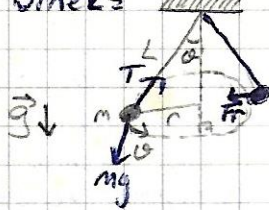
$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

$$F = m a_r$$

$$F_c = m a_r$$

$$F_c = m \frac{v^2}{r}$$

Örnek =



Konik Sarkaç

ç yarıçaplı yatay dairesel bir yörünge üzerinde sbr v hızı ile dönmektedir. v hızını L, g, θ cinsinden bulunuz.

F_c = merkezci kuvvet

$$F_c = T \sin \theta$$

$$T \sin \theta = m \frac{v^2}{r}$$

$$F_c = m \frac{v^2}{r}$$

$$T \cos \theta = mg$$

$$T \cos \theta = mg$$

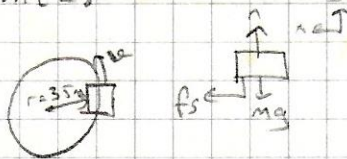
$$F = m a_r$$

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

$$\tan \theta = \frac{v^2}{r g} \Rightarrow v = \sqrt{r g \tan \theta}$$

$$v = \sqrt{(L \sin \theta) g (\tan \theta)}$$

Örnek: 1500 kg kütleli bir araba düz bir yolda sekilde gösterildiği gibi 35 m yarıçaplı bir virajda hareket etmektedir. Yol ile tekerlekler arası sürtünme katsayısı $\mu_s = 0,5$ ise aracın en yüksek hızla virajı dönebileceği max hız = ?



$$\sum F_y = n - mg = 0 \rightarrow n = mg$$

$$\sum F_x = f_s = m \frac{v^2}{r}$$

$$f_s = \mu_s n$$

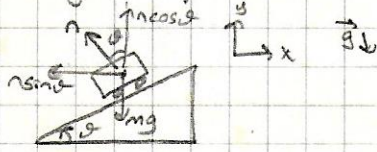
$$f_s = \mu_s m g$$

$$\mu_s m g = m \frac{v^2}{r}$$

$$v_{max} = \sqrt{\mu_s r g} = \sqrt{(0,5)(35)(9,8)}$$

$$= 13,1 \text{ m/s}$$

Ör2 Bir mühendis sırttanmeze güvenmek için savrulmadan dönebilecekleri eğimli bir otayal virajı yapmak istiyor. Başka bir ifade ile yol bu-
 lsa bile, araba beklenen hızla kaymadan virajı dönebilecektir. Bir
 arabanın böyle bir virajı 13,4 m/s hızla dönebileceğini varsayınız.
 Virajın yarıçapı 50 m ise yolun eğimi kaç derece olmalıdır?



$$n \cos \theta - mg = 0$$

$$n \cos \theta = mg$$

$$f_r = n \sin \theta$$

$$\text{materiaal kuvvet} = \frac{mv^2}{r}$$

$$\frac{n \sin \theta = \frac{mv^2}{r}}{n \cos \theta = mg} \rightarrow \tan \theta = \frac{v^2}{gr}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{v^2}{gr} \right) = 20,1^\circ$$

Ör2



$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

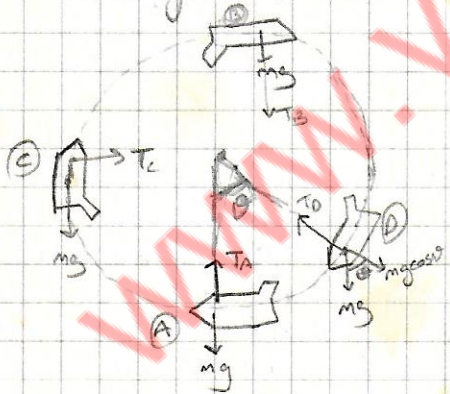
$$F_r = m \frac{v^2}{r}$$

$$F = F_r \quad G \frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

Ör2 m kütleli bir pilot şekilde görüldüğü gibi bir uçağa döşey okatende
 semer etrafında dönmektedir. Gember yarıçapının yarıçapı 2,7 km olup
 uçak bu yarıçapta 225 m/s sabit hızla hareket etmektedir.

Koltuğun pilota uyguladığı kuvveti şekilde verilen noktalar
 için yazınız.



A) $T_A - mg = F_{\text{merk}}$

$$F_{\text{merk}} = \frac{mv^2}{r}$$

$$T_A - mg = \frac{mv^2}{r}$$

$$T_A = \frac{mv^2}{r} + mg$$

B) $T_B + mg = \frac{mv^2}{r}$

$$T_B = \frac{mv^2}{r} - mg$$

C) $T_C = F_{\text{merk}}$
 $T_C = \frac{mv^2}{r}$

D) $T_D - mg \cos \theta = \frac{mv^2}{r}$

$$T_D = mg \cos \theta + \frac{mv^2}{r}$$