

STATİK (6. Hafta)

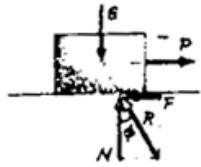
SÜRTÜNME

Sürünmenin günlük yaşamda hem faydalarını hemde zararlarını görmekteyiz. Sürtünme olmasaydı insanlar yürüyemez, araçlar hareket edemez, cisimler ayakta duramazdı. Fakat makinelerdeki sürtünme kuvveti mekanik enerjinin ısı enerjisine dönüşmesine neden olduğu içinde istenmez.

Yüzey üzerinde duran bir cismin yere uyguladığı kuvvete tepki olarak da yerin normali doğrultusunda bir kuvvet uygular. Yüzey üzerinde cismin kaymasıyla da yüzeye teğet yönde bir sürtünme kuvveti ortaya çıkar. Sürtünme kuvveti harekete zıt yönde oluşur.

Yerin cisme uyguladığı tepki kuvveti olan Normal kuvvet ile sürtünme kuvveti arasında aşağıdaki bağıntı vardır.

$$F_s = \mu \cdot N$$



Sürtünme Kuvveti

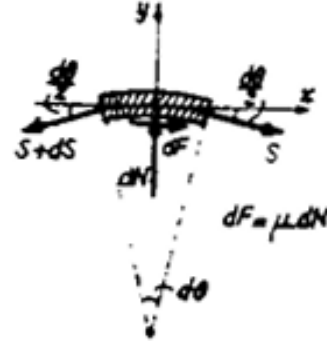
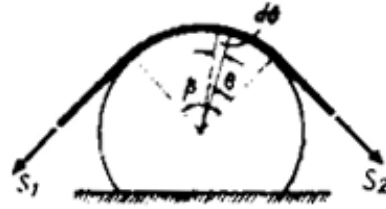
Bir cismin diğer cisim üzerinde kaymaya başladığı ana kadar ki sürtünmeye **statik sürtünme** denir. Bir cismin diğer cisim üzerinde hareket halinde iken söz konusu olan sürtünmeye ise **kinetik sürtünme** denir.

İlk kez 1781 yılında Coulomb tarafından yapılan, daha sonra başkaları tarafından geliştirilen sürtünme deneylerinden aşağıdaki kanunlar saptanmıştır.

- Sürtünme katsayısı normal kuvvetten bağımsız, fakat sürtünme kuvveti normal kuvvetle doğru orantılıdır.
- Sürtünme katsayısının değeri sadece yüzeylerin tabanına bağlıdır. Dayanma yüzeyinin biçim ve büyüklüğünden bağımsızdır.
- Kinetik sürtünme katsayısı statik sürtünme katsayısından küçüktür.
- Küçük hızlarda sürtünme hıza bağlı değildir fakat yüksek hızlarda sürtünme azalır.

Kayış ve Halatlarda Sürtünme

Sabit bir silindirik tanburun üzerinden geçen bir kayışa etki eden kuvvetler şekilde gösterilmiştir. S1 kuvveti S2 kuvvetinden büyük kabul edilirse dönme yönü sola doğru olurken, oluşan sürtünme kuvvetlerinin yönü sağa doğrudur. Kayıştan çıkarılan ve $d\theta$ açısı ile belirlenen küçük bir elemanın seçilen x,y eksenlerine göre dengesi ifade edilirse;



$$\sum X = 0 \rightarrow \mu dN - dS \cdot \cos \frac{d\theta}{2} = 0$$

$$\sum Y = 0 \rightarrow dN - 2S \cdot \sin \frac{d\theta}{2} - dS \cdot \sin \frac{d\theta}{2} = 0$$

denklemleri elde edilir. $d\theta$ açısı ile dS elemanın çok küçük oldukları dikkate alınırsa, bu denklemlerden

$$\frac{dS}{S} = \mu d\theta$$

bağıntısına gelinir. Bu bağıntının iki y ve S_1 sınırları arasında integre edilerek

$$\ln \frac{S_1}{S_2} = \mu \cdot \beta$$

veya

$$S_1 = S_2 \cdot e^{\mu \beta}$$

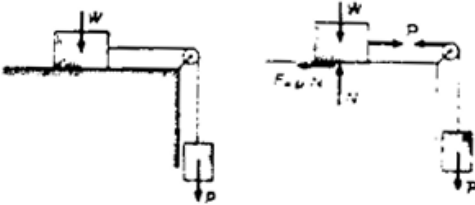
bulunur. Burada S_1 daima S_2 den büyük ve S_1 kayış ya da halatın çekilmesi mındaki kuvveti, S_2 ise karşı koyan b daki kuvveti gösterir. Daima radyan cini ifade edilmesi gereken β açısı 2π den da yük olabilir. Örneğin halat n defa sar

$$\beta = 2\pi n$$

olur.

ÇÖZÜMLÜ ÖRNEKLER

Prob. 6.1. Ağırlığı $W=250$ kg olan bir cisim şekilde görüldüğü gibi yatay bir masa üzerine konmuştur. Bu cisim sürtünmesiz bir makaradan geçen bir ip ile $P=50$ kg ağırlığındaki diğer bir cisme bağlı bulunmaktadır. Sistemin dengede olabilmesi için cisim ile masa arasındaki sürtünme katsayısı ne olmalıdır?



ÇÖZÜM:

W cismine ait serbest cisim diyagramı şekilde verilmiştir. Makarada sürtünme olmadığı için P kuvveti cisme aynen etki eder.

Cisimle masa arasındaki sürtünme katsayısı μ ise, $\Sigma X=0$ denge şartından :

$$\Sigma X=0 \quad (+) \quad P - \mu W = 0$$

$$\mu = \frac{P}{W} \quad (1)$$

olarak elde edilir.

$W=250$ kg, $P=50$ değerleri (1) de yerine yazılırsa :

$$\mu = 0,20$$

bulunur.

Prob. 6.2. Yatay bir masa üzerinde duran $W=400$ kg ağırlığındaki bir cisim iki tarafına şekilde görüldüğü gibi sürtünmesiz makaralardan geçen birer ip ile biri su içinde diğeri havada P ağırlığında iki cisim asılmıştır. P

cisminin hacmi 60 dm^3 , suyun yoğunluğu 1.05 kg/dm^3 olduğuna göre sistemin dengede kalabilmesi için masa ile W cismi arasındaki sürtünme katsayısı ne olmalıdır.

ÇÖZÜM:

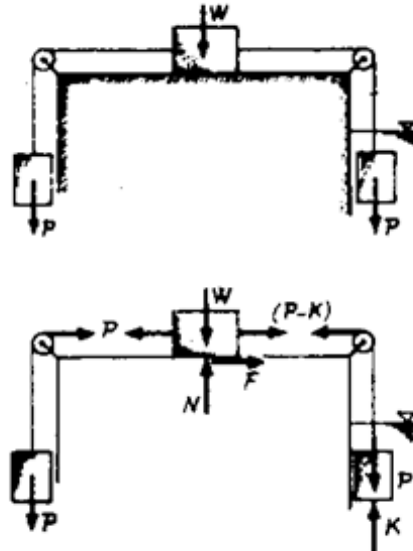
Suyun P cismine yapacağı kaldırma kuvveti dengeyi bozmak isteyecektir. Diğer yandan cisimle masa arasındaki sürtünme kuvveti dengeyi korumaya çalışacaktır.

Sisteme etkiyen kuvvetler şekilde gösterilmiştir. W cismi için yatay ve dikey denge denklemleri yazılırsa,

$$\Sigma X=0 \quad (+) \quad (P-K) - P + \mu N = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma Y=0 \quad (+) \quad N - W = 0 \quad (2)$$

olur. Buradan



$$\mu = \frac{K}{W} \quad (3)$$

bulunur. Burada K suyun kaldırma kuvvetidir.

$$K = 60 \times 1,05 = 63 \text{ kg}$$

olduğuna göre (3) den

$$\mu = \frac{63}{400} = 0,1575$$

olur.

Prob. 6.3. W ağırlığında bir blok yatayla 30° lik açı yapan eğik bir düzlem üzerinde durmaktadır. Bloğu yukarı doğru harekete başlatacak P kuvvetinin minimum değeri ne olmalıdır? ($W=80 \text{ kg}$ ve $\mu=0,30$ dur.)



ÇÖZÜM:

Bloğun serbest cisim diyagramı şekilde gösterilmiştir. Eğik düzleme dik ve paralel doğrultuda denge denklemleri ve sürtünme bağıntısı yazılırsa :

$$N - W \cos \alpha - P \sin \alpha = 0$$

$$N = W \cos \alpha + P \sin \alpha \quad (1)$$

$$W \sin \alpha - P \cos \alpha + F = 0$$

$$F = P \cos \alpha - W \sin \alpha \quad (2)$$

$$F = \mu \cdot N \quad (3)$$

elde edilir.

(1), (2) ve (3) den P kuvveti :

$$P = \frac{\mu + \tan \alpha}{1 - \mu \tan \alpha} \cdot W \quad (4)$$

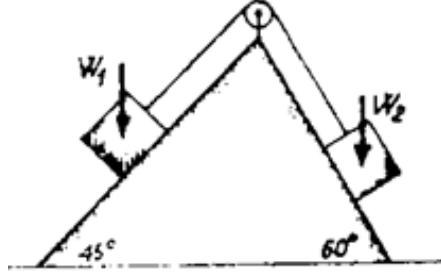
bulunur.

$W=80 \text{ kg}$, $\mu=0,30$ ve $\alpha=30^\circ$ için

$$P = 84,8 \text{ kg} \quad (5)$$

olur.

Prob. 6.4. Taban açıları 45° ve 60° olan üçgen bir blok üzerinde ağırlıkları W_1 ve W_2 olan cisimler şekilde gösterildiği gibi sürtünmesiz bir makaradan geçen bir iple birbirlerine bağlanmışlardır. Her iki cisimle üçgen bloğun yüzleri arasındaki sürtünme katsayısı $\mu=0,20$ dir. Sistemin dengede kalabilmesi için W_1 ile W_2 arasındaki oran ne olmalıdır?



ÇÖZÜM:

Denge için iki sınır durum söz konusudur :

a) W_1 cisminin eğik düzlem üzerinde aşağıya doğru kayması durumu :

Bu durumda F_1 ve F_2 şekildeki yönlerde etkir. Sürtünme bağıntıları :

$$F_1 = \mu \cdot W_1 \cdot \cos 45^\circ \quad (1)$$

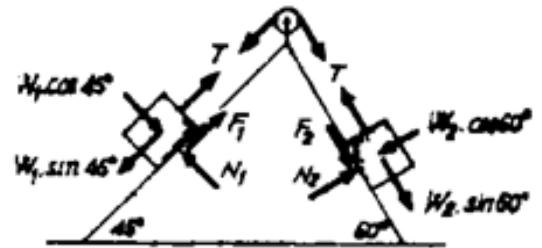
$$F_2 = \mu \cdot W_2 \cdot \cos 60^\circ \quad (2)$$

Her iki cisim için, eğik düzlemler doğrultusunda denge denklemleri :

$$T + F_1 - W_1 \sin 45^\circ = 0 \quad (3)$$

$$-T + F_2 + W_2 \sin 30^\circ = 0 \quad (4)$$

Burada T ipten oluşan çekme kuvvetidir. (3) ve (4) ifadeleri (1) ve (2) dikkate alınarak taraf tarafa toplanırsa :



$$W_1 (\mu \cos 45^\circ - \sin 45^\circ) + W_2 (\mu \cos 60^\circ + \sin 60^\circ) = 0$$

ve

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{\sin 60^\circ + \mu \cos 60^\circ}{\sin 45^\circ - \mu \cos 45^\circ} \quad (5)$$

elde edilir.

$\mu=0,2$ için (5) oranı :

$$\frac{W_1}{W_2} = 1.71$$

olur.

b) Hareketin ters yönde olması halinde F_1 ve F_2 sürtünme kuvvetleri yön değiştireceklerdir. Bu durumda (3) ve (4) denge denklemleri,

$$T - F_1 - W_1 \sin 45^\circ = 0 \quad (6)$$

$$-T - F_2 + W_2 \sin 30^\circ = 0 \quad (7)$$

olur. Benzer işlemler (1), (2), (6) ve (7) arasında yapılırsa :

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{\sin 60^\circ - \mu \cos 60^\circ}{\sin 45^\circ + \mu \cos 45^\circ} \quad (8)$$

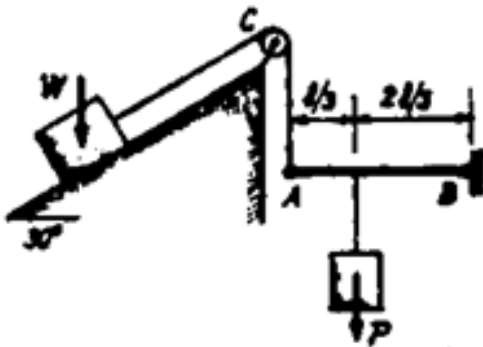
şeklini alır.

Burada $\mu=0,20$ konursa :

$$\frac{W_1}{W_2} = 0,90 \quad (9)$$

olur.

Prob. 6.5. Yatayla 30° lik açı yapan bir eğik düzlemde $W=320$ kg ağırlığındaki bir cisim sürtünmesiz makaradan geçen bir ip ile şekilde gösterildiği gibi B noktasında duvara mafsallı bir AB çubuğunun A ucuna bağlanmıştır. W bloğunu yukarı doğru harekete başlatacak olan P kuvvetinin değerini bulunuz. Cisim ile eğik düzlem arasındaki sürtünme katsayısı $\mu=0,15$ dir.



ÇÖZÜM:

Sisteme etki eden kuvvetler şekilde gösterilmiştir.

W cismine ait eğik düzlem üzerinde seçilen eksen takımına göre denge şartları yazılırsa :

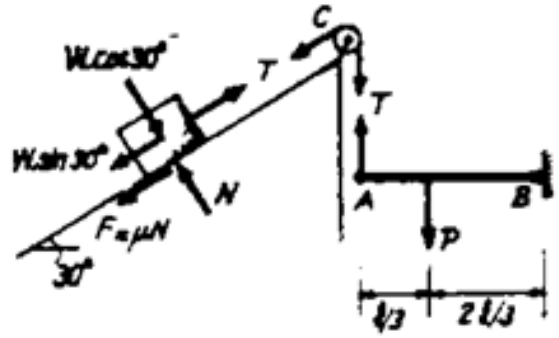
$$\Sigma X = 0 \quad (+) \quad T - \mu N - W \sin 30^\circ = 0 \quad (1)$$

$$T = \mu N + W \sin 30^\circ$$

$$\Sigma Y = 0 \quad (+) \quad N - W \cos 30^\circ = 0 \quad (2)$$

$$N = W \cos 30^\circ$$

elde edilir.



Diğer taraftan AB çubuğunun yatay denge konumu için B noktasına göre moment denge şartı yazılırsa :

$$\Sigma M_B = 0 \quad - \frac{2}{5} l \cdot P + T \cdot l = 0$$

den

$$P = \frac{3}{2} T = 1,5 T \quad (3)$$

olur. T ve N kuvvetleri yerine, yukarıda (1) ve (2) ifadelerinde elde edilen değerleri yazılırsa

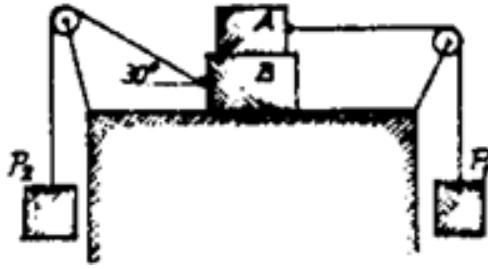
$$P = 1,5 (\cos 30^\circ \mu + \sin 30^\circ) W \quad (4)$$

bulunur.

Sayısal uygulama : $W=320$ kg ve $\mu=0,15$

için $P=302,4$ kg (5)
olur.

Prob. 6.6. Ağırlıkları $3W$ ve $4W$ olan ve yatay bir masa üzerinde üst üste konmuş A ve B blokları şekilde gösterildiği gibi sürtünmesiz makaralardan geçen iplerle P_1 ve P_2 ağırlıklı cisimlere bağlanmıştır. $W=200$ kg dir. Blokların birbirleri ve masa arasındaki sürtünme katsayıları $\mu=0,15$ olduğuna göre sistemin dengede kalabilmesi için P_1 ve P_2 ağırlıkları ne olmalıdır?



ÇÖZÜM:

Sistemi oluşturan her bir parçaya ait serbest cisim diyagramları şekilde verilmiştir. A ve B bloklarına ait denge denklemleri ve sürtünme bağıntıları yazılırsa.

$$\Sigma X = 0 \left(\begin{array}{c} + \\ \rightarrow \end{array} \right) P_1 - F_1 = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma Y = 0 \left(\begin{array}{c} + \\ \uparrow \end{array} \right) N_1 - 3W = 0 \quad (2)$$

$$F_1 = \mu \cdot N_1 \quad (3)$$

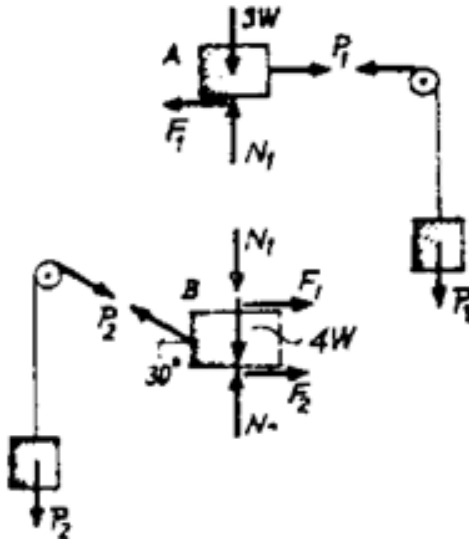
$$(1), (2) \text{ ve } (3) \rightarrow P_1 = 3W\mu \quad (4)$$

$$\Sigma X = 0 \left(\begin{array}{c} + \\ \rightarrow \end{array} \right) F_1 + F_2 - P_2 \cdot \cos 30^\circ = 0 \quad (5)$$

$$\Sigma Y = 0 \left(\begin{array}{c} + \\ \uparrow \end{array} \right) N_2 - 3W - 4W = 0$$

$$N_2 = 7W \quad (6)$$

$$F_2 = \mu N_2 \quad (7)$$



$$(5), (6) \text{ ve } (7) \rightarrow P_2 = \frac{10 W \mu}{\cos 30^\circ} \quad (8)$$

bulunur.

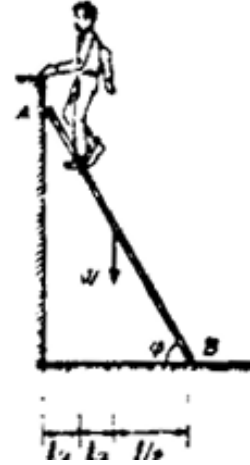
Sayısal değerler için (4) ve (8) eşitliklerinden :

$$P_1 = 90 \text{ kg}$$

$$P_2 = 346,4 \text{ kg}$$

elde edilir.

Prob. 6.7. $P=80$ kg ağırlığında bir kimse yatayla φ açısı yapan ve düşey bir duvara dayanan bir merdivenin dörtte üçünde durmaktadır. Merdivenin denge konumunu belirten en küçük φ açısını bulunuz. $\mu_a=0,20$; $\mu_b=0,30$; $W=25$ kg ve $l=1,5$ m dir.



Sisteme etkiyen kuvvetler şekilde gösterilmiştir. Denge denklemleri yazılırsa :

$$\Sigma X = 0 \left(\begin{array}{c} + \\ \rightarrow \end{array} \right) N_a - F_b = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma Y = 0 \left(\begin{array}{c} + \\ \uparrow \end{array} \right) F_a + N_b - P - W = 0 \quad (2)$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad \frac{l}{4} \cdot P + \frac{l}{2} \cdot W + h \cdot F_b - l \cdot N_b = 0 \quad (3)$$

bulunur. Sürtünme kanununa göre :

$$F_a = \mu_a \cdot N_a \text{ ve } F_b = \mu_b \cdot N_b \quad (4), (5)$$

dir. Böylece, sürtünme kuvvetlerinin (4) ve (5) de yazılan değerleri (1) ve (2) ifadelerinde yerine konursa :

$$N_a = 29,7 \text{ kg} \quad (6)$$

$$N_b = 3,33 \cdot N_a = 99,0 \text{ kg} \quad (7)$$

elde edilir.

Merdivenin denge konumunu belirten φ açısı (3), (5) ve (7) eşitliklerinden :

$$\tan \varphi = \frac{h}{l} = 2,25 \rightarrow \varphi \cong 66^\circ \quad (8)$$

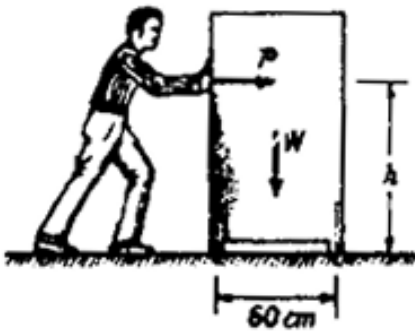
bulunur.



Prob. 6.11. Şekilde gösterilen $W=120$ kg ağırlığındaki dolabın ayakları ile döşeme arasındaki sürtünme katsayısı $\mu=0,25$ dir.

a) Dolabı sağ tarafa doğru harekete başlatacak P kuvvetini bulunuz.

b) Dolabın devrilmemesi için h yüksekliği en fazla ne olabilir? Hesaplayınız.



ÇÖZÜM:

Sisteme etki eden kuvvetler şekilde gösterilmiştir. Denge denklemleri ve sürtünme bağıntısı gözönüne alınırsa :

$$\Sigma X = 0 \quad (+ \rightarrow) \quad P - F_1 - F_2 = 0 \quad (1)$$

$$P = F_1 + F_2$$

$$\Sigma Y = 0 \quad (\uparrow +) \quad N_1 + N_2 - W = 0 \quad (2)$$

$$W = N_1 + N_2$$

$$F_1 = \mu N_1 \quad (3)$$

$$F_2 = \mu N_2 \quad (4)$$

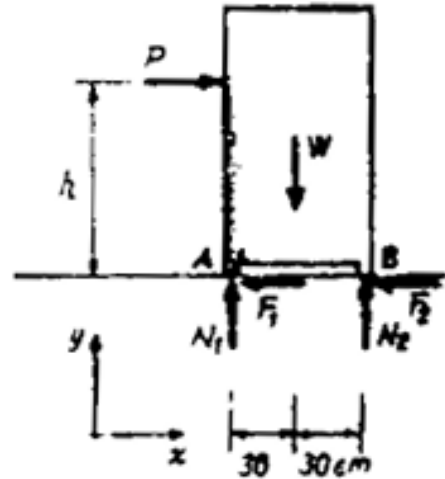
yazılır. Bu denklemlerden

$$P = \mu W \quad (5)$$

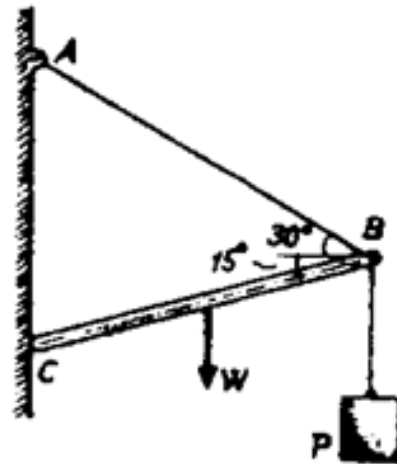
veya

$$P = 0,25 \times 120 = 30 \text{ kg} \quad (6)$$

bulunur.

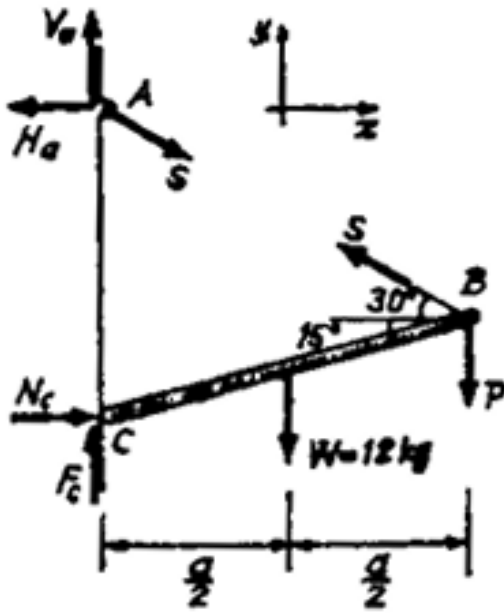


Prob. 6.14. W ağırlığındaki BC çubuğunun B uç noktası AB ipi ile A noktasına bağlanmış ve B ucuna bir P yükü asılmıştır. Çubuğun C ucunda duvarla çubuk arasındaki sürtünme kat sayısı 0,40 olduğuna göre dengeyi bozacak en büyük P yükü ne kadardır? ($W=12$ kg dir.)



ÇÖZÜM:

Sisteme etki eden kuvvetler şekilde gösterilmiştir. Problemden beş bilinmeyen mevcuttur. Sistemin tümüne ait 3 denge denklemine ilâve olarak bir sürtünme bağıntısı ve bir de A noktasındaki V_A, H_A tepki kuvvetleri bileşkesinin AB doğrultusunda olması gerektiği yazılırsa beş bilinmiyene karşılık beş denklem elde edilmiş olur :



$$\Sigma X = 0 \left(\begin{matrix} + \\ \rightarrow \end{matrix} \right) N_s - H_s = 0$$

$$N_s = H_s \quad (1)$$

$$\Sigma Y = 0 \left(\begin{matrix} + \\ \uparrow \end{matrix} \right) V_s + F_c - W - P = 0$$

$$V_s + F_c = W + P \quad (2)$$

$$\Sigma M_C = 0 \quad \frac{a}{2} \cdot W + a \cdot P - H_s \cdot (tg 30^\circ + tg 15^\circ) \cdot a = 0$$

$$H_s = \frac{W + 2P}{2(tg 30^\circ + tg 15^\circ)} \quad (3)$$

$$\mu = \frac{F_s}{N_s} \quad (4)$$

$$tg 30^\circ = \frac{V_s}{H_s} \quad (5)$$

Bu denklem takımı yardımı ile bütün bilinmeyenler hesaplanabilir.

(1), (2) ve (5) den

$$(tg 30^\circ + \mu) \cdot H_s = W + P$$

$$H_s = \frac{W + P}{tg 30^\circ + \mu} \quad (6)$$

(3) ve (6) dan

$$\frac{W + 2P}{2(tg 30^\circ + tg 15^\circ)} = \frac{W + P}{tg 30^\circ + \mu}$$

$W = 12 \text{ kg}$, $tg 30^\circ = 0,576$; $tg 15^\circ = 0,268$ ve $\mu = 0,40$ değerleri yerlerine yazılırsa,

$$P = 32,4 \text{ kg} \quad (7)$$

bulunur.

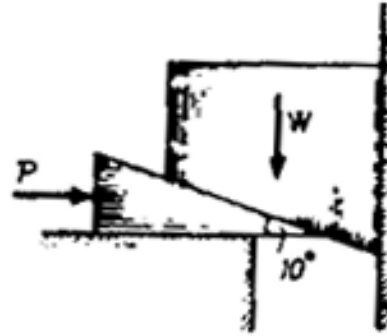
$$0,70 \cdot \frac{4,0}{\mu} + 4,0 = 0,5 \times 16$$

$$\mu = 0,70 \quad (7)$$

elde edilir.

Prob. 6.18. Ağırlığı W olan bir blok şekilde gösterildiği gibi ağırlığı ihmal edilebilen bir kama ile kaldırılmak istenmektedir. Temasta olan yüzeyler arasındaki sürtünme katsayısı $\mu = 0,30$ olduğuna göre kamaya uygulanması gereken P kuvvetini bulunuz.

Sayısal uygulama : $W = 800 \text{ kg}$, $\theta = 10^\circ$



ÇÖZÜM:

Serbest cisim diyagramları yani bloğa ve kamaya etki eden kuvvetler şekillerde gösterilmiştir. Böylece problemde 7 bilinmeyen mevcuttur. Sistemin tümü için denge denklemleri :

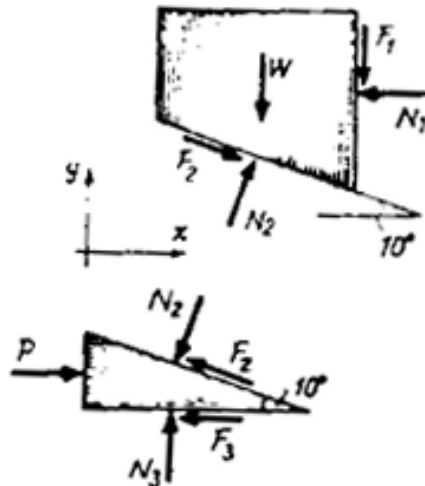
$$\Sigma X = 0 \left(\begin{matrix} + \\ \rightarrow \end{matrix} \right) P - F_3 - N_1 = 0 \quad (1)$$

$$\Sigma Y = 0 \left(\begin{matrix} + \\ \uparrow \end{matrix} \right) N_3 - W - F_1 = 0 \quad (2)$$

Kama için denge denklemleri :

$$\Sigma X = 0 \left(\begin{matrix} + \\ \rightarrow \end{matrix} \right) P - N_2 \sin 10^\circ - F_2 \cos 10^\circ - F_3 = 0 \quad (3)$$

$$\Sigma Y = 0 \left(\begin{matrix} + \\ \uparrow \end{matrix} \right) N_3 + F_2 \sin 10^\circ - N_2 \cos 10^\circ = 0 \quad (4)$$



Sürtünme bağıntıları :

$$F_1 = \mu N_1 \quad (5)$$

$$F_2 = \mu N_2 \quad (6)$$

$$F_3 = \mu N_3 \quad (7)$$

olur.

Elde edilen bu yedi bilinmeyenli denklem takımı çözülürse :

$$N_1 = \frac{(\sin 10^\circ + \mu \cos 10^\circ) \cdot W}{(1 - \mu^2) \cos 10^\circ - 2\mu \sin 10^\circ} \quad (8)$$

$$N_2 = \frac{W}{(1 - \mu^2) \cos 10^\circ - 2\mu \sin 10^\circ} \quad (9)$$

$$N_3 = \frac{(\cos 10^\circ - \mu \sin 10^\circ) \cdot W}{(1 - \mu^2) \cos 10^\circ - 2\mu \sin 10^\circ} \quad (10)$$

bulunur.

(1) ve (7) eşitliklerinden :

$$P = N_1 + \mu N_3 \quad (11)$$

dir.

N_1 ve N_3 ün (8) ve (9) da bulunan değerleri (11) denkleminde yazılırsa :

$$P = \frac{(1 - \mu^2) \tan 10^\circ + 2\mu}{1 - \mu^2 - 2\mu \tan 10^\circ} \cdot W \quad (12)$$

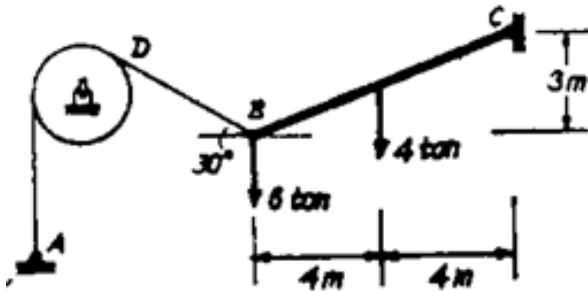
elde edilir.

$W = 800$ kg ve $\mu = 0,30$ için :

$$P = 755 \text{ kg} \quad (13)$$

bulunur.

Prob. 6.22. Şekildeki sistemde tambur ile halat arasındaki sürtünme katsayısı $\mu = 0,2$ dir. B deki halat kuvveti ile A ve C mesnetlerindeki tepki kuvvetlerini hesaplayınız.



ÇÖZÜM:

BC çubuğuna ait serbest cisim diyagramı şekilde verilmiştir. Buna ait denge şartları yazılırsa :

$$\Sigma M_C = 0$$

$$h_c \cdot S_b - 8,0 \times 6 - 4,0 \times 4 = 0$$

burada $h_c = 8,0 \cdot \sin 30^\circ + 3,0 \cdot \cos 30^\circ = 6,60$ m olduğundan $S_b = 9,70$ ton bulunur. (1)

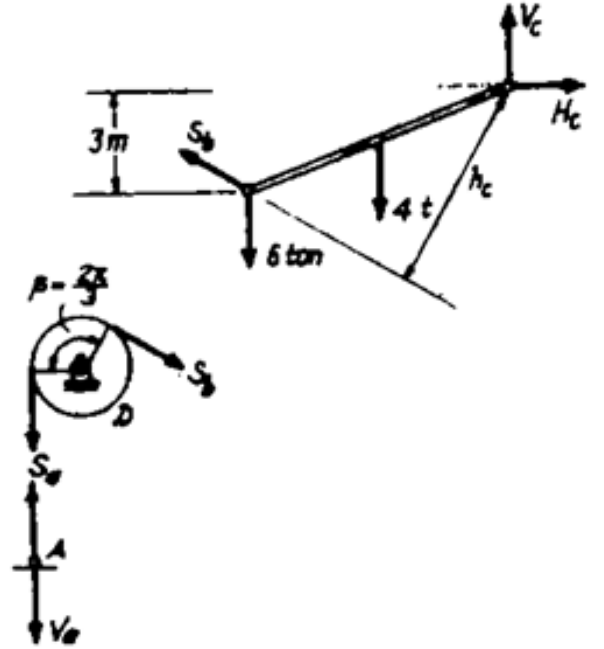
$$\Sigma X = 0 \left(\begin{matrix} + \\ \rightarrow \end{matrix} \right) - 9,70 \cdot \cos 30^\circ + H_c = 0$$

$$H_c = 8,40 \text{ ton} \quad (2)$$

$$\Sigma Y = 0 \left(\begin{matrix} \uparrow + \end{matrix} \right) H_c - 6 - 4 + 9,70 \cdot \sin 30^\circ = 0$$

$$V_c = 5,15 \text{ ton} \quad (3)$$

elde edilir.



D makarasında sürtünme olduğundan

$$\frac{S_b}{S_a} = e^{\mu \alpha}$$

bağıntısı mevcuttur.

$$\alpha = \frac{2\pi}{3} = 2,09 \text{ ve } \mu = 0,2$$

yerlerine yazılırsa :

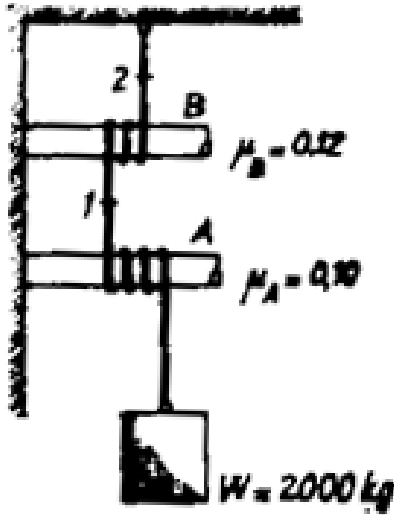
$$S_a = S_b / (e^{0,2 \times 2,09}) = 5,24 \text{ ton} \quad (4)$$

Dolayısıyla :

$$V_a = 5,24 \text{ ton}$$

olur.

Prob. 6.23. Şekildeki sistemde (1) ve (2) ile işaretli halat kesitlerinde oluşan çekme kuvvetlerini hesaplayınız. Halat A tanburu etrafında üç, B tanburu etrafında iki kez sarılıdır ve $\mu_A = 0,10$; $\mu_B = 0,12$ dir.



ÇÖZÜM:

Halat A tanburunda 3 kez, B tanburunda 2 kez sarıldığından :

$$\beta_A = 3 \times 2\pi = 6\pi \text{ radyan} \quad (1)$$

$$\beta_B = 2 \times 2\pi = 4\pi \text{ radyan} \quad (2)$$

dır.

Böylece, S_1 kuvveti :

$$\frac{W}{S_1} = e^{\mu_B \beta_B} = e^{0.1 \times 6\pi} = 6,59$$

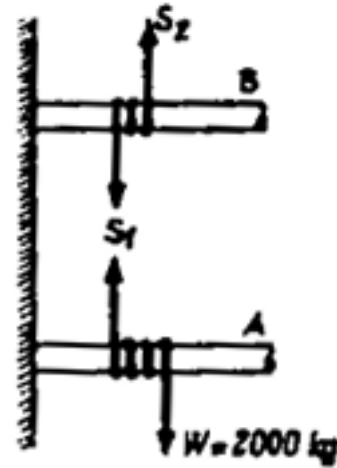
$$S_1 = \frac{2000}{6,59} = 304 \text{ kg} \quad (3)$$

ve S_2 kuvveti :

$$\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu_A \beta_A} = e^{0.12 \times 4\pi} = 4,53$$

$$S_2 = \frac{304}{4,53} = 67 \text{ kg} \quad (4)$$

elde edilir.

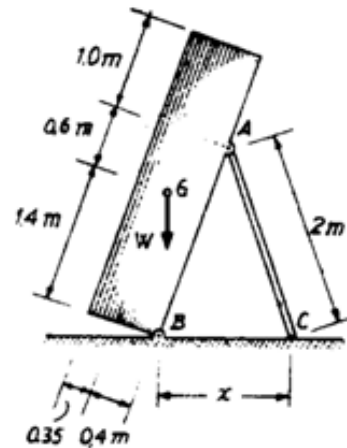


Cevaplı Örnekler

Prob. 6.39. A ve B de mafsallı, $W = 320 \text{ kg}$ ağırlığındaki bir cisim, ağırlığı ihmal edilebilen bir AC çubuğu ile şekildedeki gibi dengede tutulmaktadır. Çubukla yüzey arasındaki sürtünme katsayısı 0,3 olduğuna göre x 'in alabileceği en büyük değeri bulunuz.

Cevap :

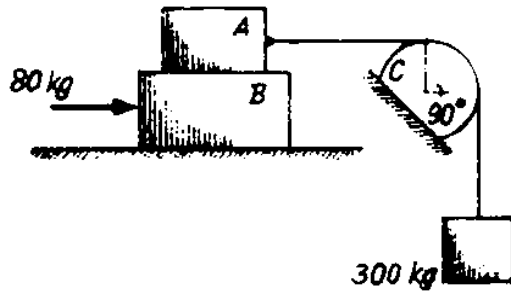
($x = 1,15 \text{ metre}$)



Prob. 6.40. Şekilde verilen sistemde B cisminin ağırlığı 500 kg dır. Sürtünme katsayıları; A ile B arasında 0,4; B ile yatay düzlem arasında 0,3 ve ip ile sabit C makarası arasında 0,4 dür. Sistemin dengede olması için A cisminin ağırlığı en az ne kadar olmalıdır?

Cevap :

($W = 400 \text{ kg}$)



Prob. 6.41. Şekilde görülen halat is-
kele babasının etrafında iki kez sarılmış-
tır. Halattaki çekme kuvveti 850 kg. ha-
latla baba arasındaki sürtünme katsayı-
sı 0,30 olduğuna göre, baba etrafına sar-
dığı halatın kaymasını önlemeğe çalışan

