

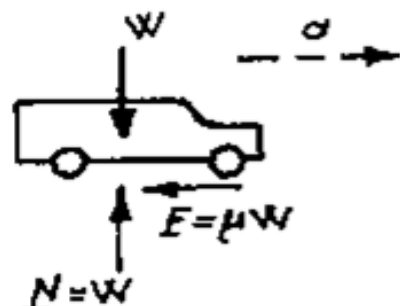
# Dinamik Uygulama

Ders: 4

Öğr. Gör. Doğan SAĞLAM

**2.6.** (a) 95 km/saat hızı ile giden bir otomobilin, lastikler ile yol kaplaması arasındaki sürtünme katsayısı 0,80 olan kuru bir yol üzerinde durabileceği en kısa aralığı hesaplayınız. (b) Yol buzlu olup sürtünme katsayısı  $\mu = 0,08$  ise, aynı uzaklıkta durabilmesi için otomobilin hızı en fazla ne olmalıdır?

$$(a) \quad \mu = 0,80$$



$$\rightarrow \Sigma F_x = ma$$

$$-\mu W = \frac{W}{g} a$$

$$a = -\mu \frac{W}{W} \cdot g \quad a = -\mu g$$

$$a = -0,80 (9,81) = -7,848 \text{ m/san}^2$$

$$v_0 = 95 \text{ km/saat} = 26,39 \text{ m/san}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$0 = (26,39)^2 + 2(-7,848)s \quad s = 44,37 \text{ m}$$

$$(b) \quad \mu = 0,08 \text{ ise}$$

$$a = -\mu g = -0,08 (9,81) = -0,7848 \text{ m/san}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$0 = v_0^2 + 2(-0,7848)(44,37) \quad v^2 = 69,64$$

$$v_0 = 8,345 \quad v_0 = 8,35 \text{ m/san} = 30,0 \text{ km/saat}$$

Başka bir çözüm  $v_0^2$  değeri  $a$  ile orantılı olduğundan  $v_0^2$  aynı zamanda  $\mu$  ile de orantılı olur.

$$\mu = 0,80 \text{ için} \quad v_0^2 = 95 \text{ km/saat}$$

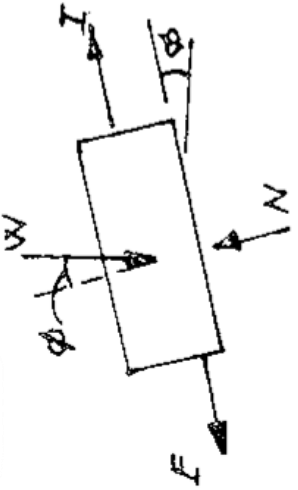
$$\mu = 0,08 \text{ için} \quad v_0^2 = \frac{1}{10} (95)^2 \quad v_0 = \frac{95}{\sqrt{10}} = \frac{95}{3,162} = 30,0 \quad v_0 = 30,0 \text{ km/saat}$$



**2.7.** Bir kamyon, yüzde üç eğimli bir yolda yukarı doğru sabit 50 km/saat hızı ile çıkıyor. Şoför gaz durumunu veya vitesi değiştirmedikçe göre, kamyon yolun düz kısmına geldikten sonra ne kadar ivme kazanır?

Yukarı Tırmanırken

$I =$  Kamyon motorunun etkili sine eşdeğer kuvvet



$F =$  Direnç, sürtünme vb ye eşdeğer kuvvet

$$\dot{v}me=0$$

$$+\circlearrowleft \Sigma F=0 : T-F-W\sin\phi=0$$

$$T=F+W\sin\phi$$

$$\text{Oysa eğim} = 0,03 \quad \sin\phi \approx \tan\phi = \frac{3}{100}$$

$$T=F+\frac{3}{100}W$$

Yolun düz kısmında

$\cos\phi = \cos\left(\frac{3}{100}\right) \approx 1.0$  ve başlangıç hızı  $50 \text{ km/saat}$  olduğuna göre  $E$  kuvvetinin değişmediğini kabul edebiliriz. Gaz durumu ve vites değişmediğine göre  $T$  kuvveti ( $a$ ) şıkkındaki gibi aynı olur.

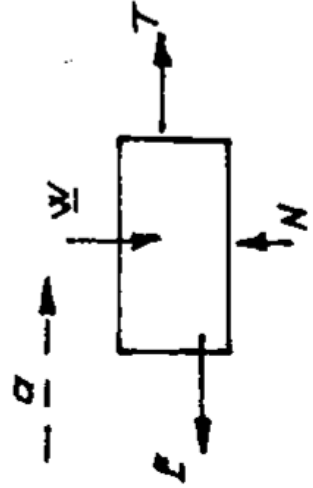
$$T=F+\frac{3}{100}W$$

$$+\rightarrow \Sigma F=ma$$

$$T-F=\frac{W}{g}a$$

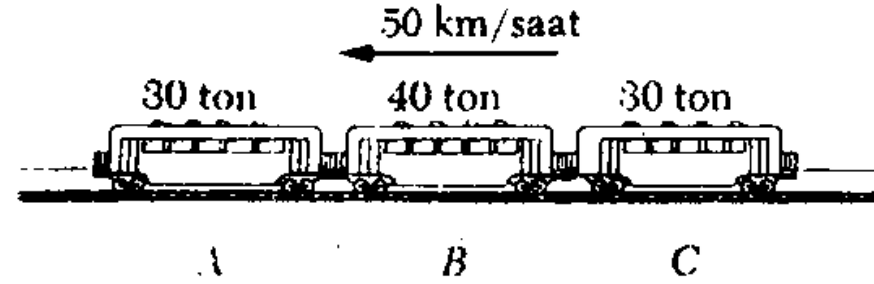
$$\left(F+\frac{3}{100}W\right)-F=\frac{W}{g}a$$

$$\frac{3}{100}W=\frac{W}{g}a$$



$$a=\frac{3}{100}g=\frac{3}{100}(9,81)=0,294$$

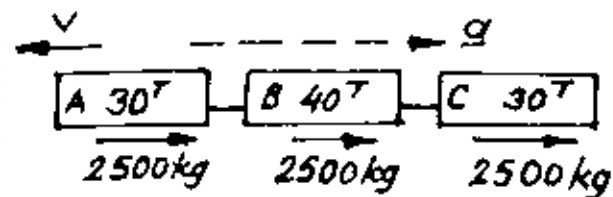
$$\underline{a}=0,294 \text{ m/san}^2$$



**Şek. P 2.15**

**2.15.** Şekilde görülen yeraltı treni 50 km/saat hızı ile yol almaktadır. Fren yapıldığı anda vagonların birbirlerine bağlandığı her ek yerine gelen kuvveti hesaplayınız. Vagon başına gelen fren kuvveti 2500 kg dır.

### Bütün tren



$$W = 30 + 40 + 30 = 100 \text{ ton}$$

$$W = 100\,000 \text{ Kg}$$

$$\rightarrow \Sigma F_x = ma$$

$$3(2500) = \frac{100\,000}{9.81} a$$

$$a = \frac{7500g}{100\,000}$$

$$W_A = 30 \text{ Ton} = 30\,000 \text{ Kg}$$

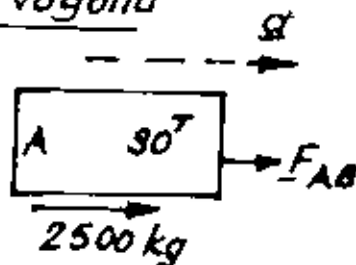
$$\rightarrow \Sigma F_x = ma$$

$$2500 + F_{AB} = \frac{30\,000}{g} \left( \frac{7500g}{100\,000} \right)$$

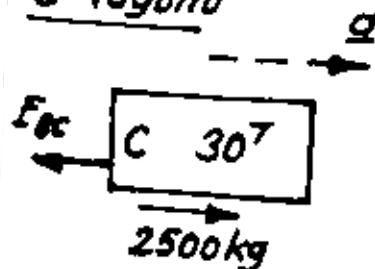
$$2500 + F_{AB} = 2250$$

$$F_{AB} = -250 \text{ Kg basınç}$$

### A Vagonu



### C Vagonu



$$W_C = 30\,000 \text{ Kg}$$

$$\rightarrow \Sigma F_x = ma$$

$$2500 - F_{BC} = \frac{30\,000}{g} \left( \frac{7500g}{100\,000} \right)$$

$$F_{BC} = 250 \text{ kg}$$

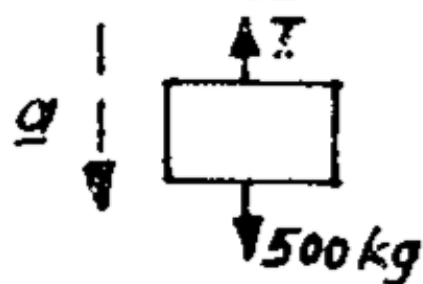
**2.19.** Örnek Prob. 2.2 de  $A$  bloku ile yatay düzlem arasında sürtünme olduğu kabul ediliyor.  $B$  bloku harekete başladıktan 2 saniye sonra 10 m yol aldığına göre  $A$  bloku ile yatay düzlem arasındaki sürtünme katsayısı ne olur?

## Düzgün Değişen Hareket

Blok 2 saniyede 10m yol aldığına göre

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \quad 10 = \frac{1}{2} (a) (2)^2 \quad a = 5 \text{ m/s}^2$$

B Bloku

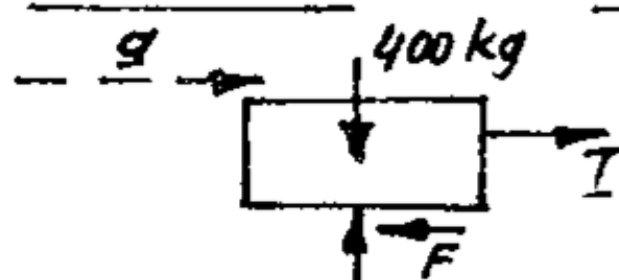


$$+\downarrow \Sigma F_y = ma : 500 - T = \frac{500}{g} (5) = \frac{500}{9,81} (5)$$

$$500 - T = 254,84$$

$$T = 245,16 \text{ Kg}$$

A Bloku



$$N = 400 \text{ kg}$$

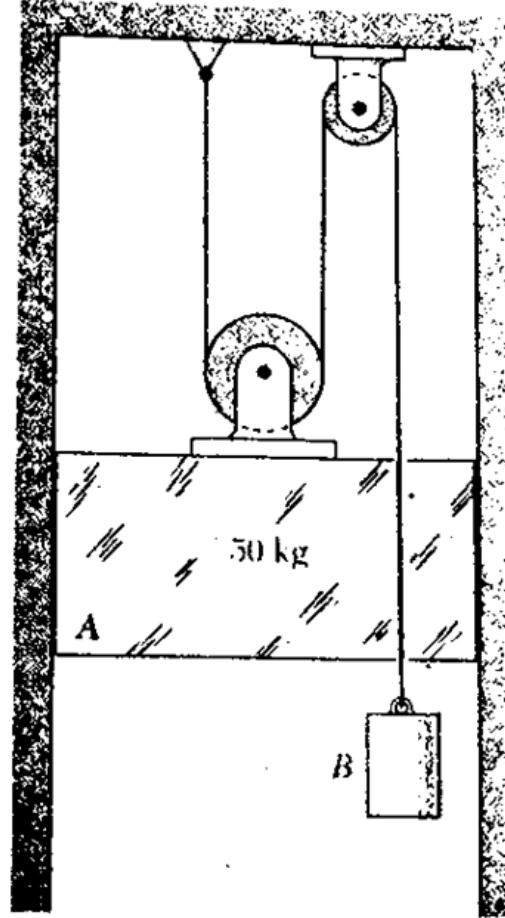
$$+\rightarrow \Sigma F = ma : T - F = \frac{400}{g} (5)$$

$$245,16 - F = \frac{2000}{g}$$

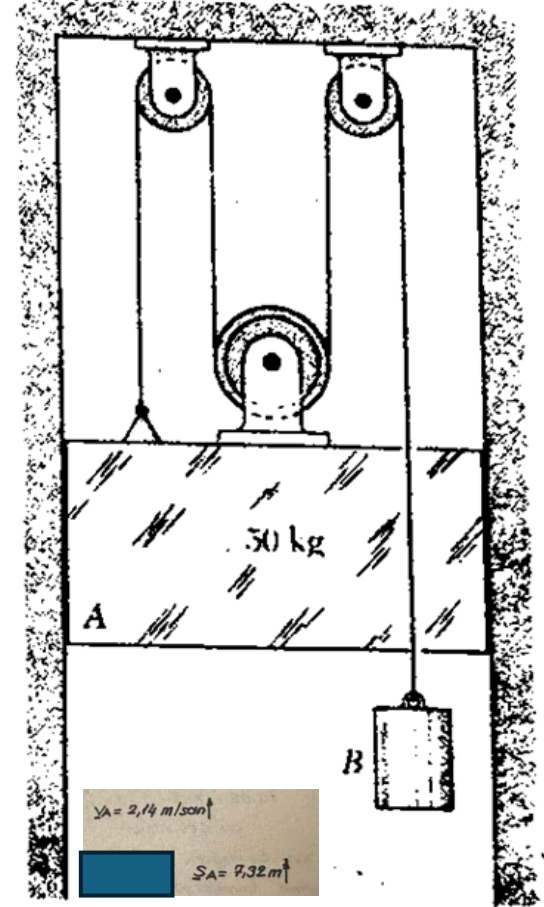
$$F = 245,16 - 203,87 = 41,29$$

$$\mu = \frac{F}{N} = \frac{41,29}{400} = 0,10$$

**2.21 ve 2.22.** Ağırlığı  $50 \text{ kg}$  olan kayan bir  $A$  bloku, bir kablo aracı ile, şekilde görüldüğü gibi  $20 \text{ N}$  ağırlığındaki başka bir  $B$  blokuna bağlanmıştır. Sistem hareketsiz durumda iken serbest bırakılırsa, sürtünme ihmal edildiğine göre, (a) 5 san sonra  $A$  blokunun hızı, (b) hızı  $2.5 \text{ m/san}$  olana kadar  $A$  blokunun alacağı yol ne olur?



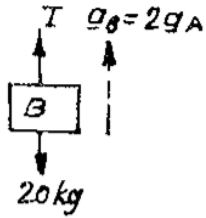
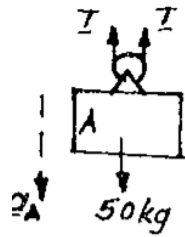
Şek. P 2.21 ve P 2.23



Şek. P 2.22 ve P 2.24

2.21

Sistem dengede olsaydı B blokundan  $T=20\text{ kg}$  bulunacaktı. Fakat A'daki net kuvvet aşağı doğru olduğundan A bloku aşağı doğru hareket edecekti



$$\text{A Bloku} \quad + \downarrow \Sigma F_y = m_A a_A$$

$$50 - 2T = \frac{50}{g} a_A \quad (1)$$

$$\text{B Bloku} \quad + \uparrow \Sigma F_y = m_B a_B$$

$$T - 20 = \frac{20}{g} (2a_A)$$

$$T = \frac{20}{g} (2a_A) + 20 \quad (2)$$

T'nin bu değeri (1) de yerine konulursa

$$50 - 2 \left[ \frac{20}{g} (2a_A) + 20 \right] = \frac{50}{g} a_A \quad 10 = \frac{130}{g} a_A$$

$$a_A = \frac{98,1}{130} = 0,75 \text{ m/san}^2 \quad a_A = 0,75 \text{ m/san}^2$$

(a)  $t = 5 \text{ san}$  ise

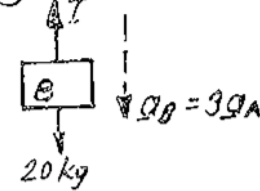
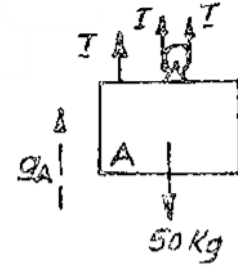
$$v_A = a_A t = 0,75(5) = 3,75 \text{ m/san} \quad v_A = 3,75 \text{ m/san} \downarrow$$

(b)  $v_A = 2,5 \text{ m/san}$  ise

$$v_A^2 = 2a_A s_A \quad (2,5)^2 = 2(0,75) s_A \quad s_A = 4,17 \text{ m} \downarrow$$

2.22

Sistem dengede olsaydı B blokundan  $T=20\text{ kg}$  bulunacaktı. Fakat A'daki net kuvvet aşağı doğru olduğundan A bloku yukarı doğru hareket edecekti



$$\text{A Bloku} \quad + \uparrow \Sigma F_y = m_A a_A$$

$$3T - 50 = \frac{50}{g} a_A \quad (1)$$

$$\text{B Bloku} \quad + \downarrow \Sigma F_y = m_B a_B$$

$$20 - T = \frac{20}{g} (3a_A) \quad T = 20 - \frac{20}{g} (3a_A) \quad (2)$$

T'nin bu değeri (1) de yerine konulursa

$$3 \left[ 20 - \frac{20}{g} (3a_A) \right] - 50 = \frac{50}{g} a_A$$

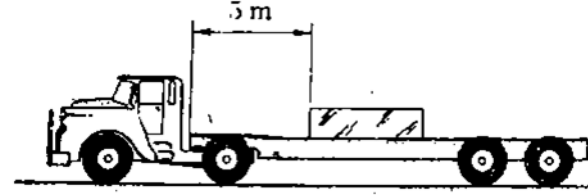
$$10 = \frac{230}{g} a_A \quad a_A = \frac{98,1}{230} = 0,427 \text{ m/san}^2$$

(a)  $t = 5 \text{ san}$  ise

$$v_A = a_A t = (0,427)(5) \quad v_A = 2,14 \text{ m/san} \uparrow$$

(b)  $v_A = 2,5 \text{ m/san}$  ise

$$v_A^2 = 2a_A s_A \quad (2,5)^2 = 2(0,427) s_A \quad s_A = 7,32 \text{ m} \uparrow$$

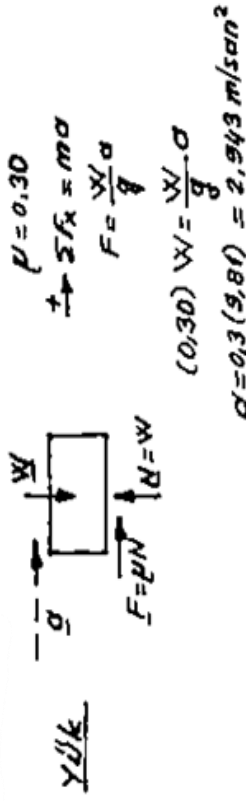


Şek. P 2.29 ve P 2.30

**2.29.** Bir treyler üzerine, treylerin ön kenarından 5 m geriye şekilde görüldüğü gibi bir yük konulmuştur. Treyler ile yük arasındaki sürtünme katsayısı 0,30 dur. Taşıtın ilerleme hızı 50 km/saat olduğuna göre, frenleme anında yükün aynı yerde kalması için taşıtın en kısa durma uzaklığı ne olmalıdır?

Taşıt 100 km/saat hızla giderken şoför birdenbire fren yapıyor ve taşıt 83 m sonra duruyor. Yükün, treylerin ön kenarına eriştiği anda treylere göre bağıl hızı ne olur?

2.29



Bu  $a$  için en büyük değer olup  $F \leq \mu N$  dir ve yük

kaymaz  $v = 50 \text{ km/saat} = 13.89 \text{ m/s}$

$$v^2 = 2as \quad (13.89)^2 = 2(2.943)s \quad s = 32.78 \text{ m}$$

2.30 TREYLER  $v_0 = 100 \text{ km/saat} = 27.78 \text{ m/s}$ ,  $s = 83 \text{ m}$   
 $v^2 = 2as \quad (27.78)^2 = 2a(83) \quad a_T = 4.65 \text{ m/s}^2$

Yükün treyler üzerinde kaydığını farzedelim

$$\therefore F = \mu N = \mu W = 0.3 W$$

$$\rightarrow \Sigma F = ma_y : \quad F = \frac{W}{g} a_y$$

$$0.30 W = \frac{W}{g} a_y \quad a_y = 2.94 \text{ m/s}^2$$

$a_y$  nin maksimum değeri  $a_T$  den küçük olduğundan yük treyler üzerinde kayar

Yükün Treylere göre bağlı hareketi

$$a_y = a_T + a_{y/T}$$

$$a_{y/T} = a_y - a_T = 2.94 - 4.65 = -1.71 \text{ m/s}^2$$

Yük treylerin ön kenarına erişince  $s_{y/T} = -5 \text{ m}$

$$v_{y/T}^2 = 2 a_{y/T} s_{y/T}$$

$$v_{y/T}^2 = 2(-1.71)(-5) = 17.1 \quad v_{y/T} = 4.13 \text{ m/s}$$

Yukarıdaki çözümde Treylerin ve yükün ivmelerinin aynı olduğu kabul edilmiştir. Yükün, treylerin ön kenarına, treyler durmadan önce erişmesi şartıyla bu kabul geçerli olur.

Treylerin durması için gerekli zaman

$$t_T = \frac{v_0}{a_T} = \frac{27.78}{4.65} = 5.97 \text{ sn}$$

Yükün treylerin kenarına erişmesi için gerekli zaman

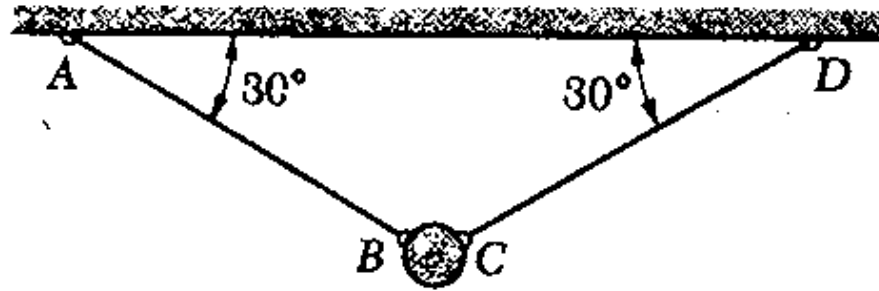
$$t_{y/T} = \frac{v_{y/T}}{a_{y/T}} = \frac{4.13}{1.71} = 2.41$$

$t_{y/T} < t_T$  olduğundan çözüm doğrudur. \*

Yükün, treylerin ön kenarına, treyler durduktan sonra erişmesi halinin çözümünü için Prob. 2.31'e bkz.

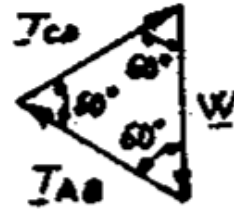
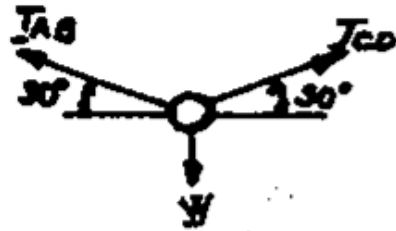
\* Gerçekte çözüm, yükün kütlelerinin, treylerin tüm kütlelerine göre küçük olması halinde tam olarak geçerlidir. Aksi halde yükün treyler kabini içine çarpması halinde, treylerin hızı değişir ve treylerin hareketi durma uzaklığı olan 83 m içerisinde düzgün değişen bir hareket olmaktan çıkar.

**2.54.**  $W$  ağırlığında ufak bir küre,  $AB$  ve  $CD$  telleri ile tavana bağlanmıştır.  $AB$  teli birden kesiliyor. (a)  $AB$  kesilmeden önce  $CD$  telindeki çekme kuvvetini, (b)  $AB$  kesildikten hemen sonra  $CD$  telindeki çekme kuvvetini ve kürenin ivmesini hesaplayınız.



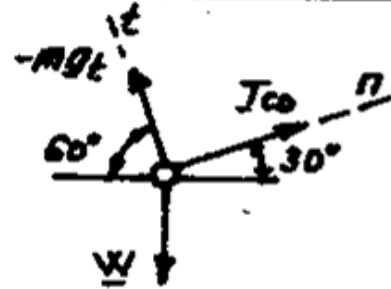
**Şek. P 2.54**

2.54

(a) Statik Denge

Eşkenar üçgenden

$$T_{CD} = W$$

(b) Dinamik Denge

Küre harekete terk edildiği anda

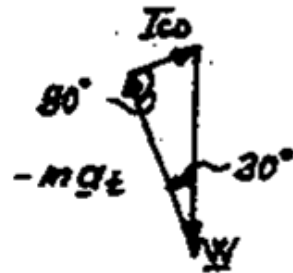
$$v=0 \text{ ve } a_n=0$$

Dik üçgenden

$$T_{CD} = W \sin 30^\circ$$

$$= W(0,50)$$

$$T_{CD} = \frac{1}{2} W$$



$$m a_t = W \cos 30^\circ$$

$$\frac{W}{g} a_t = W(0,866)$$

$$a_t = 0,866 g$$



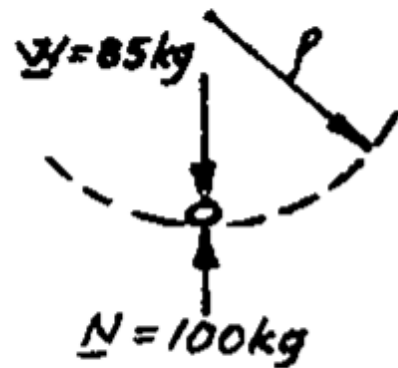
**Düşey düzlemde bulunan bir yol kıvrımının dibinde, 85 kg ağırlığında bir şoför 100 kg olarak ölçülmüştür.**

**(a) Arabanın hızı 75 km/saat olduğuna göre, kıvrımın yarıçapını belirleyiniz.**

**(b) Arabanın hızı 100 km/saat olsaydı, şoförün ağırlığı ne olurdu?**

2.56

(a)  $v = 75 \text{ km/saat} = 20,83 \text{ m/san}$   $a_n = \frac{v^2}{\rho}$

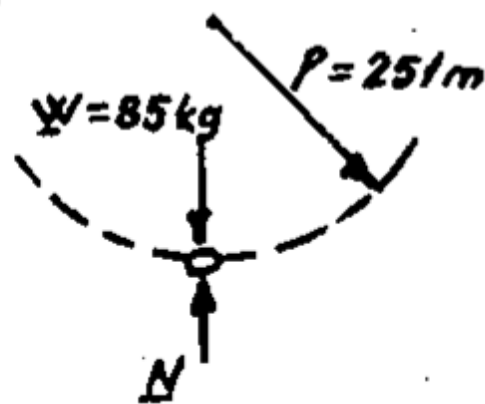


$$+\uparrow \Sigma F_n = m a_n$$

$$100 - 85 = \frac{85}{g} \frac{(20,83)^2}{\rho}$$

$$\rho = \frac{85 (20,83)^2}{15 (9,81)} \quad \rho = 251 \text{ m}$$

(b)



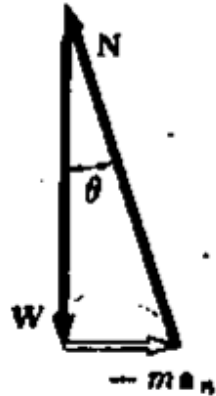
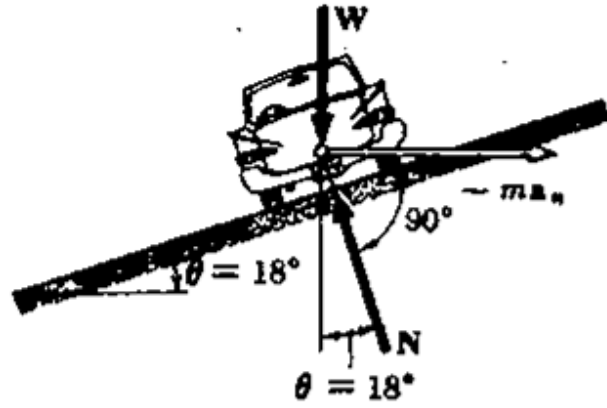
$$v = 100 \text{ km/saat} = 27,78 \text{ m/san}$$

$$+\uparrow \Sigma F_n = m a_n ;$$

$$N - 85 = \frac{85}{g} \frac{(27,78)^2}{251}$$

$$N - 85 = 26,64 \quad N = 111,64 \text{ Kg}$$

Yarıçapı  $\rho = 100$  m olan  $18^\circ$  deverli bir yol kurbasında, emniyetli hızı bulunuz. Deverli bir yol kurbasında emniyetli hız diye, arabanın tekerleklerine yanal bir sürtünme kuvveti gelmeden gidebileceği hıza denir.



**Çözüm.** Araba  $\rho$  yarıçaplı yatay bir dairesel yörünge üzerinde gitmektedir. İvmenin  $a_n$  normal bileşeni, yörüngenin merkezine doğrudur; arabanın hızı m/san olarak  $v$  olduğuna göre, normal ivmenin şiddeti  $a_n = v^2/\rho$  dur. Arabanın ağırlığı  $W$  ise kütlesi  $m = W/g$  dir. Arabaya yanal sürtünme kuvveti gelmeyeceğine göre yolun reaksiyonu,  $N$  normal bileşenine indirgenmiş olur.

Araba, kendi  $W$  ağırlığı, yoldan gelen  $N$  kuvveti ve  $-ma_n$  atalet vektörünün etkisi altında *dinamik dengededir*.  $-ma_n$  vektörü,  $a_n$  nin aksi yönde, yani yörüngenin merkezinden dışarı doğrudur. Şekildeki üçgenden atalet vektörünün şiddetini çözerek

$$ma_n = W \operatorname{tg} \theta \quad (1)$$

buluruz.  $a_n = v^2/\rho$  yu (1) de yerine koyarak

$$\frac{W}{g} \frac{v^2}{\rho} = W \operatorname{tg} \theta \quad v^2 = g\rho \operatorname{tg} \theta$$

Verilen  $\rho = 100$  m,  $\theta = 18^\circ$  bu denklemde yerine konursa

$$v^2 = (9,81)(100)\operatorname{tg} 18^\circ$$

$$v = 17,9 \text{ m/san} \quad v = 64,4 \text{ km/saat} \blacktriangleleft$$

**2.76.** Bir maddesel noktanın iki boyutlu bir hareketi  $r = 10(1 + \cos \frac{1}{2}\pi t)$  ve  $\theta = \frac{1}{2}\pi t$  denklemleri ile veriliyor; burada  $r$  metre,  $t$  saniye ve  $\theta$  radyan cinsinden ölçülmektedir. Ağırlığı 1 kg olan maddesel nokta, yatay bir düzlemde hareket ederse, (a)  $t = 0$ , (b)  $t = 1$  san için, nokta üzerine etkiyen kuvvetin radyal ve radyale dik bileşenleri ne olur?

2.76 | Prob. 1.130 a b k z k=10 m

(a)  $t=0$  ise:  $a_r = -\frac{\pi^2}{4}(10)(1+1) = -74,0 \text{ m/san}^2$   $a_\theta = 0$

$$F_r = m a_r = \left(\frac{1}{9,81}\right)(-74,0) = -7,54 \text{ kg} \quad F_\theta = m a_\theta = 0$$

(b)  $t=1 \text{ san}$  ise:

$$a_r = -\frac{\pi^2}{4}10 = -24,7 \text{ m/san}^2$$

$$F_r = m a_r = \frac{1}{9,81}(-24,7)$$

$$F_r = -2,52 \text{ kg}$$

$$a_\theta = -\frac{\pi^2}{4}(20) = -49,4 \text{ m/san}^2$$

$$F_\theta = m a_\theta = \frac{1}{9,81}(-49,4)$$

$$F_\theta = -5,03 \text{ kg}$$