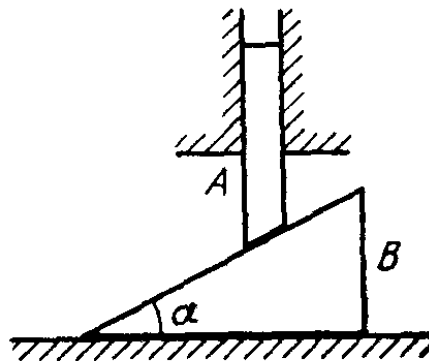


Übungen zur Klassischen Theoretischen Physik I WS 19/20

Prof. Dr. A. Shnirman
PD Dr. B. NarozhnyBlatt 0
Lösungsvorschlag

1. Newton'sche Dynamik I:



Der Körper A bewegt sich nach unten

$$\mathbf{a}_A = -a_A \mathbf{e}_y,$$

wobei die y-Achse nach oben gerichtet wird.

Der Körper B bewegt sich nach rechts

$$\mathbf{a}_B = a_B \mathbf{e}_x,$$

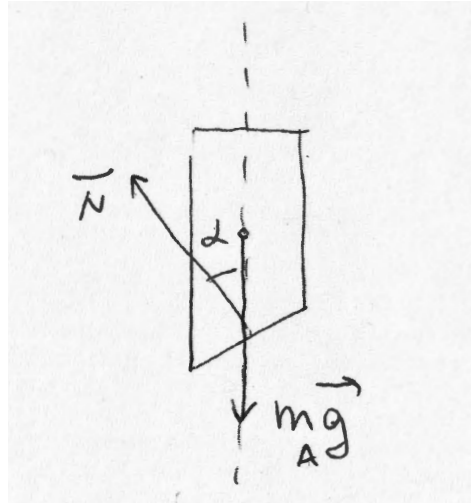
wobei die x-Achse nach rechts gerichtet wird.

Die Bewegung der zwei Körper ist verbunden: die vertikale Verschiebung des Körpers A ist bezieht sich auf die horizontale Verschiebung des Körpers B als

$$\delta y_A = \delta x_B \tan \alpha.$$

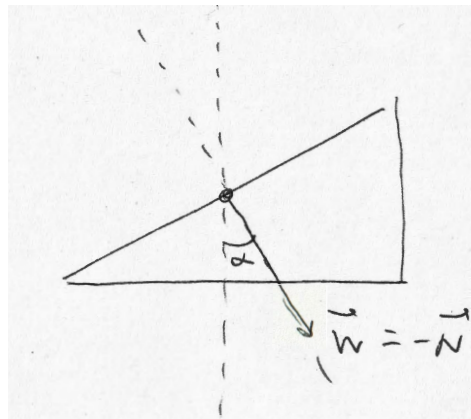
Deswegen finden wir die Beziehung zwischen die zwei Beschleunigungen

$$a_A = a_B \tan \alpha.$$



Von allen Kräfte, die auf den Körper A wirken, haben nur zwei eine nicht verschwindende y-Komponente: die Gravitationskraft $m_A g$ und die Normalkraft $\mathbf{N}$ die senkrecht auf der Auflagefläche steht. Die Newton'sche Gleichung (y-Komponente) ist dann

$$m_A a_A = m_A g - N \cos \alpha.$$



Von allen Kräfte, die auf den Körper B wirken, hat nur eine einzelne Kraft eine nicht verschwindende x-Komponente: das Gewicht des Körpers A $\mathbf{W}_A = -\mathbf{N}$. Diese Kraft steht senkrecht auf der Auflagefläche. Die Newton'sche Gleichung (x-Komponente) ist dann

$$m_B a_B = N \sin \alpha.$$

Von der drei Gleichungen finden wir

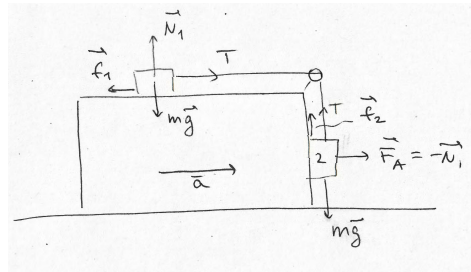
$$a_A = \frac{g}{1 + \eta \cot^2 \alpha}, \quad \eta = \frac{m_B}{m_A},$$

und

$$a_B = \frac{g \cot \alpha}{1 + \eta \cot^2 \alpha} = \frac{g}{\tan \alpha + \eta \cot \alpha}.$$

2. Newton'sche Dynamik II:

Nehmen wir an, dass der Körper A sich nach rechts bewegt.



Folgende Kräfte wirken auf den Körper 1: die Gravitationskraft $m\mathbf{g}$ (nach unten), die Normalkraft $\mathbf{N}_1$ (nach oben), die Spannkraft $\mathbf{T}$ (nach rechts), und die Reibungskraft $\mathbf{f}_1$, $f_1 = \mu N_1$ (nach links).

Die Newton'sche Gleichung (y-Komponente) ist

$$N_1 - mg = 0 \quad \Rightarrow \quad N_1 = mg.$$

Die Newton'sche Gleichung (x-Komponente) ist dann

$$ma = T - \mu mg \quad \Rightarrow \quad T = m(a + \mu g).$$

Folgende Kräfte wirken auf den Körper 2: die Gravitationskraft $m\mathbf{g}$ (nach unten), die Bewegungskraft $\mathbf{F}_A = -\mathbf{N}_2$ (nach rechts), die Spannkraft $\mathbf{T}$ (nach oben), und die Reibungskraft $\mathbf{f}_2$, $f_2 = \mu N_2$ (nach oben).

Die Newton'sche Gleichung (x-Komponente) ist dann

$$ma = F_A.$$

Die Newton'sche Gleichung (y-Komponente) ist

$$T + \mu F_A - mg = 0.$$

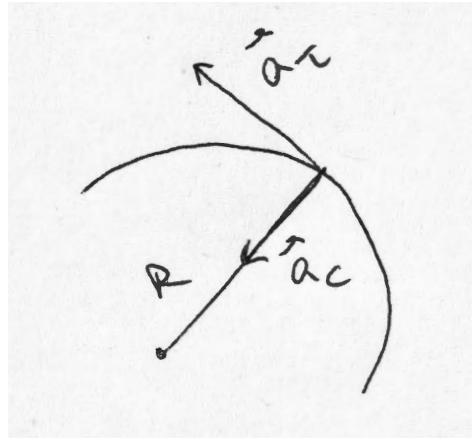
Setzen wir die Werte von T und F_A ein

$$m(a + \mu g) + \mu ma - mg = 0.$$

Davon finden wir

$$a = g \frac{1 - \mu}{1 + \mu}$$

3. Schleuderndes Auto:



Das Auto bewegt sich aufgrund der Wirkung der Reibungskraft. Zum letzten Zeitpunkt bevor das Auto schleudert, erreicht die Reibungskraft ihren maximalen Wert. Zum diesen Zeitpunkt schreiben wir die Newton'sche Gleichung als

$$m\mathbf{a} = \mathbf{f}, \quad f = \mu mg.$$

Die Beschleunigung hat zwei Komponente

$$\mathbf{a} = a_\tau \mathbf{e}_\tau + a_c \mathbf{e}_c, \quad \Rightarrow \quad a = \sqrt{a_\tau^2 + a_c^2}.$$

Von Kinematik folgt

$$a_c = \frac{v^2}{R}.$$

Deswegen schreiben wir die Newton'sche Gleichung als

$$m\sqrt{a_\tau^2 + a_c^2} = \mu mg \quad \Rightarrow \quad v^4 = R^2 (\mu^2 g^2 - a_\tau^2).$$

Von der Definition (oder Kinematik):

$$v = a_\tau t, \quad s = \frac{1}{2} a_\tau t^2 \quad \Rightarrow \quad s = \frac{v^2}{2a_\tau}.$$

Setzen wir jetzt den Wert der Geschwindigkeit ein

$$s = \frac{1}{2} R \sqrt{(\mu g / a_\tau)^2 - 1} = 60 \text{ m.}$$