

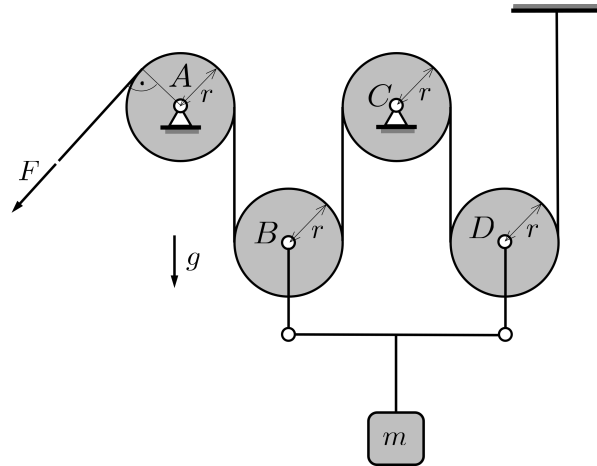
Technische Mechanik  
151-0223-10

**- Übung 9 -**

Dr. Paolo Tiso

28. November 2023

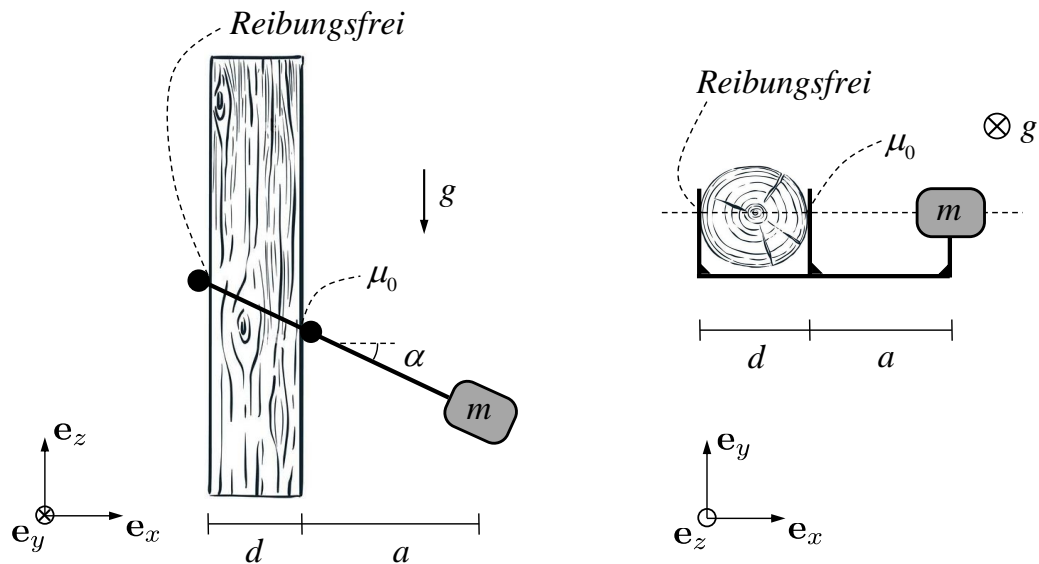
1. Betrachten Sie das dargestellte System, das aus 4 masselosen Rollen mit gleichem Radius  $r$  besteht. Die Rollen sind durch ein undehnbares Seil verbunden, das um die Rollen gewickelt ist und nicht rutscht. Die 2 oberen Rollen sind in ihren Mittelpunkten  $A$  und  $C$  gelenkig gelagert, während ein Ende des Seils im Punkt  $E$  an der Decke befestigt ist. Ein Körper der Masse  $m$  ist durch masselose Stäbe mit den unteren Rollen verbunden. Die Erdbeschleunigung  $g$  wirkt nach unten.



Wie gross ist der Betrag der Kraft  $\mathbf{F}$ , die auf das Seil ausgeübt werden muss, um ein statisches Gleichgewicht zu erreichen?

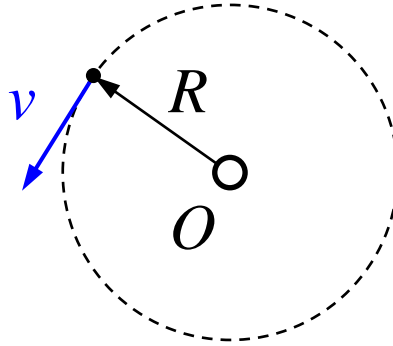
- (a)  $F = 0$
- (b)  $F = \frac{mg}{4}$
- (c)  $F = \frac{mg}{3}$
- (d)  $F = \frac{mg}{2}$
- (e)  $F = mg$

2. Man betrachtet einen Holzstrommast. Um Wartungsarbeiten durchzuführen, klettert das Fachpersonal mit speziellen Schuhen auf den Holzmast. Diese Schuhe klemmen sich durch das Gewicht des Benutzers an den Mast. Eine schematische Darstellung eines Schuhs ist in der folgenden Skizze zu sehen. Der Einfachheit halber sind die Schuhe durch eine Stabkonstruktion ersetzt worden. Die Vorderseite des Schuhs hat den Reibungswert  $\mu_0$  und die Rückseite ist reibungsfrei. Alle erforderlichen Abmessungen und Richtungen sind in der Skizze angegeben.



1. Wie gross muss der Abstand  $a$  des Schuhs vom Mast gewählt werden, damit ein Mitarbeiter mit Masse  $m$  sicher auf den Mast klettern kann?
2. Welche Änderungen müssen an den Schuhen vorgenommen werden, wenn ein doppelt so schwerer Mitarbeiter ( $2m$ ) die Schuhe benutzt?

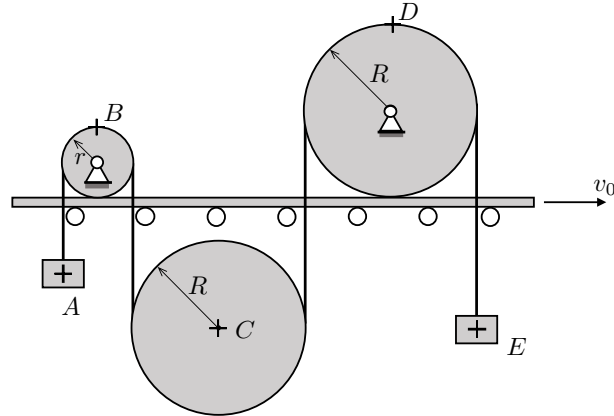
3. Ein Teilchen bewegt sich auf einer Kreisbahn mit dem Radius  $R$  (siehe Skizze). Die Geschwindigkeit des Teilchens ist gegeben als  $|\mathbf{v}| = at$ , wobei  $a$  eine Konstante ist.



Was ist die Beschleunigung des Teilchens in Polarkoordinaten?

- (a)  $\mathbf{a} = -\frac{a^2 t^2}{R} \mathbf{e}_\rho + a \mathbf{e}_\varphi$
- (b)  $\mathbf{a} = \frac{at}{R} \mathbf{e}_\rho - at \mathbf{e}_\varphi$
- (c)  $\mathbf{a} = \frac{a^2 t^2}{R} \mathbf{e}_\rho$
- (d)  $\mathbf{a} = -a^2 t^2 \mathbf{e}_\rho + at \mathbf{e}_\varphi$
- (e)  $\mathbf{a} = a \mathbf{e}_\varphi$

4. Zwei kreisförmige Scheiben mit den Radien  $r$  und  $R$  rollen ohne zu gleiten auf einem starren Band, das sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v_0$  bewegt. Um die beiden Scheiben und um eine dritte Scheibe mit Mittelpunkt  $C$  und Radius  $R$ , ist ein undehnbares Seil gewickelt. Diese dritte Scheibe ist freitragend und frei beweglich. Jedes Ende des Seils ist, wie gezeigt, mit einer Masse verbunden.

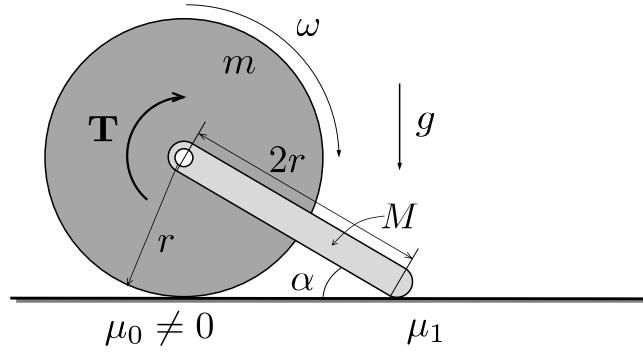


Welche Aussage über die Schnelligkeiten der Punkte  $A$  bis  $E$  ist richtig?

- (a)  $v_D = 2v_C$  und  $v_B > v_D$
- (b)  $v_A = v_B = v_C = v_D = v_E$
- (c)  $v_A = v_B = v_D = v_E$  und  $v_C = 0$
- (d)  $v_B > v_C > v_A$  und  $v_A = v_D$
- (e)  $v_A = v_E$  und  $v_B = v_D = v_C$

*Hinweis: Die Bedingung des Rollens ohne Gleiten setzt voraus, dass die Geschwindigkeiten der Körper in den jeweiligen Berührungspunkten gleich sein müssen.*

5. Ein Rad mit Masse  $m$  und Radius  $r$ , auf das ein Moment  $\mathbf{T} = -T\mathbf{e}_z$  wirkt, rollt ohne zu gleiten auf dem Boden mit gegebener Rotationsgeschwindigkeit  $\omega$ . Der Mittelpunkt des Rades ist durch ein Gelenk mit einem Stab mit homogener Masse  $M$  und Länge  $L = 2r$  verbunden, der auf dem Boden gleitet und mit diesem einen Winkel  $\alpha = \pi/6$  einschliesst. Der Boden ist rau mit Haftreibungskoeffizient  $\mu_0 \neq 0$  und Gleitreibungskoeffizient  $\mu_1$ . Die Schwerebeschleunigung  $\mathbf{g}$  wirkt nach unten.



1. Wie gross muss der Gleitreibungskoeffizient  $\mu_1$  sein, damit sich das System mit einer konstanten Geschwindigkeit bewegt?

(a)  $\mu_1 = \frac{T}{\frac{Mgr}{2} + \frac{T}{\sqrt{3}}}$

(b)  $\mu_1 = \frac{\sqrt{3}T}{\frac{Mgr}{2} + T}$

(c)  $\mu_1 = \frac{\sqrt{3}Tr}{\frac{Mg}{2} - \frac{T}{2\sqrt{3}r}}$

(d)  $\mu_1 = \frac{2T}{\frac{Mgr}{2} - \frac{Tr}{\sqrt{3}}}$

(e)  $\mu_1 = \frac{T}{T - \frac{Mgr}{2}}$

2. Was ist der minimale Wert von  $\mu_0$ , damit das Rad nicht gleitet?

(a)  $\mu_{0,min} = \frac{\sqrt{3}T}{(M - m)gr}$

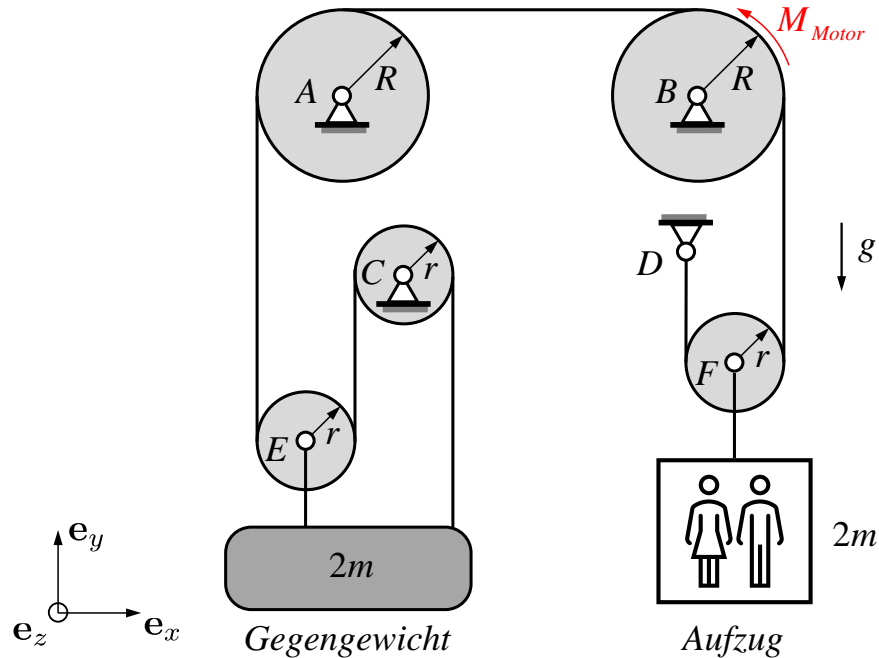
(b)  $\mu_{0,min} = \frac{T}{(\frac{M}{2} + m)gr - \frac{T}{\sqrt{3}}}$

(c)  $\mu_{0,min} = \frac{\sqrt{3}T}{(\frac{M}{2} + m)g}$

(d)  $\mu_{0,min} = \frac{2T}{(\frac{M}{2} - m)gr}$

(e)  $\mu_{0,min} = \frac{2T}{(M + m)gr - T\sqrt{3}}$

6. In der folgenden Skizze ist ein Aufzug und das dazugehörige Rollensystem eingezeichnet. Das Tragseil ist am Punkt  $D$  befestigt, durchläuft das gesamte Rollensystem und ist im Gegengewicht verankert (siehe Skizze). Der Motor für den Aufzug ist in der Rolle  $B$  eingebaut und wird durch das Kräftepaar  $M_{Motor}$  beschrieben. Das Tragseil rutscht nicht auf den Rollen und alle Rollen (ausser der Motorrolle  $B$ ) können sich frei drehen.

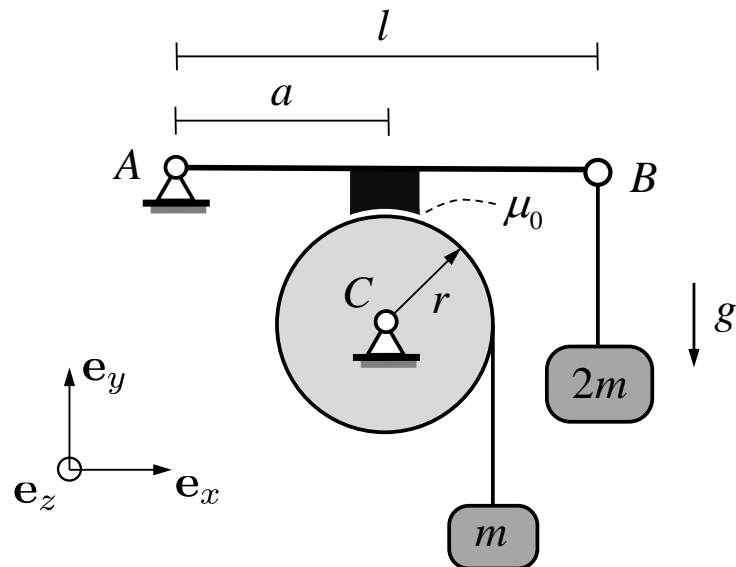


Welches Kräftepaar  $M_{Motor}$  muss der Motor liefern, um das System in Ruhe zu halten?

- (a)  $M_{Motor} = -\frac{2}{3}mgR$
- (b)  $M_{Motor} = 0$
- (c)  $M_{Motor} = \frac{1}{3}mgR$
- (d)  $M_{Motor} = \frac{2}{3}mgR$
- (e)  $M_{Motor} = mg$

*Hinweis: Am Gegengewicht muss kein Momentengleichgewicht berechnet werden. Es genügt die Summe der Kräfte in  $\mathbf{e}_y$ -Richtung.*

7. Eine Masse  $m$  ist an einer Seiltrommel  $C$  aufgehängt, die durch einen Bremsklotz gebremst wird (siehe Skizze). Der Bremsklotz hat einen Haftreibungswert von  $\mu_0 = \frac{1}{6}$  und ist in einem Abstand  $a$  vom Punkt  $A$  an dem Stab  $AB$  befestigt. Der Stab ist im Punkt  $A$  gelenkig gelagert und im Punkt  $B$  ist ein Klotz der Masse  $2m$  aufgehängt.



Wie gross soll der Abstand  $a$  gewählt werden, damit das System in Ruhe bleibt?

- (a)  $a \geq 0$
- (b)  $a \leq \frac{1}{3}l$
- (c)  $a \leq \frac{1}{2}l$
- (d)  $a \geq \frac{1}{2}l$
- (e)  $a \leq \frac{2}{3}l$

*Hinweis: Nehmen Sie an, dass die Kräfte des Bremsklotzes auf der Höhe des Stabes  $AB$  wirken.*