

Technische Mechanik 3
Prof. Dr. W. Kröber

Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

Erlaubte Hilfsmittel:
alle Unterlagen, außer internetfähigen
Geräten, kein Internet

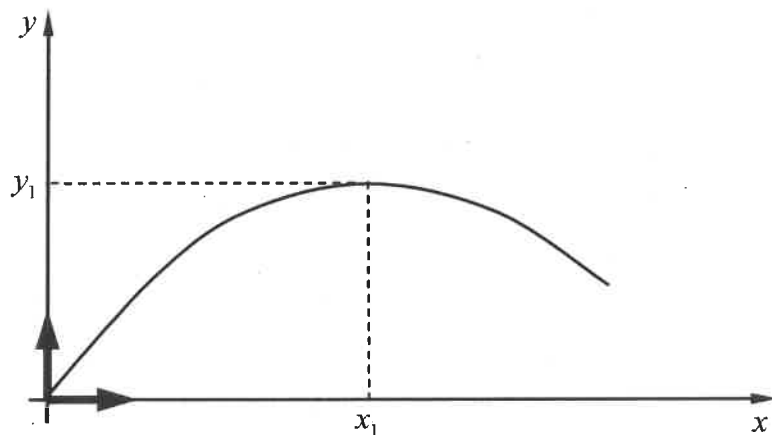
Bearbeitungszeit : 90 min

Note : _____

Aufgabe	erreichte Punkte
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
Summe	

Aufgabe 1 (15P)

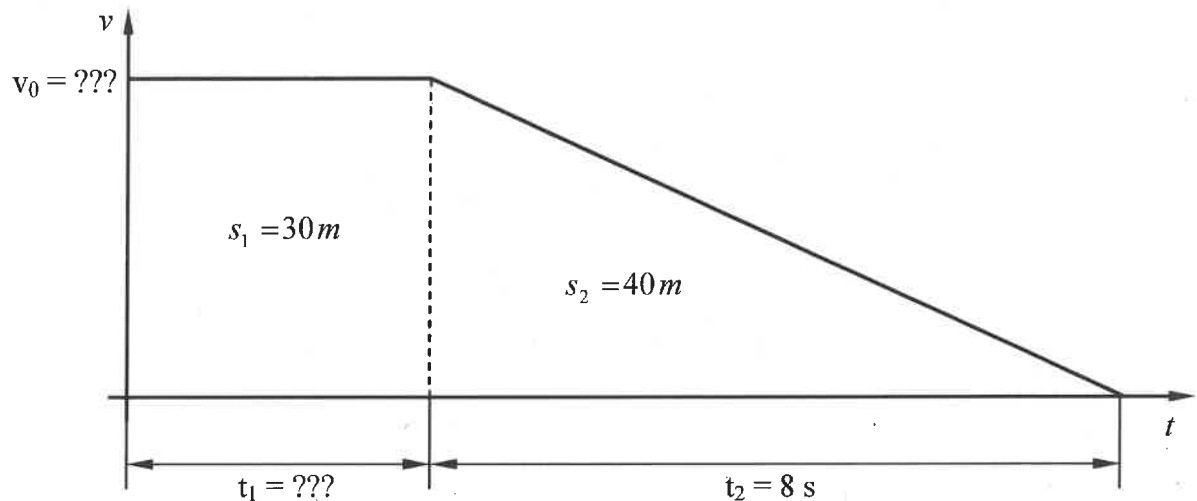
Ein punktförmiger Körper mit den Anfangsgeschwindigkeitskomponenten $v_{0x} = v_{0y} = 20 \text{ m/s}$ durchfliegt eine sogenannte Flugparabel (siehe Abbildung). Der Luftwiderstand wird vernachlässigt. Die Erdbeschleunigung beträgt $9,81 \text{ m/s}^2$.



- Wie groß ist die maximale Flughöhe y_1 ?
- Wie groß ist der Wert x_1 (x-Koordinate, an der die maximale Flughöhe erreicht wird)?
- Wie groß ist der Krümmungsradius am Hochpunkt der Bahn?

Aufgabe 2 (10P)

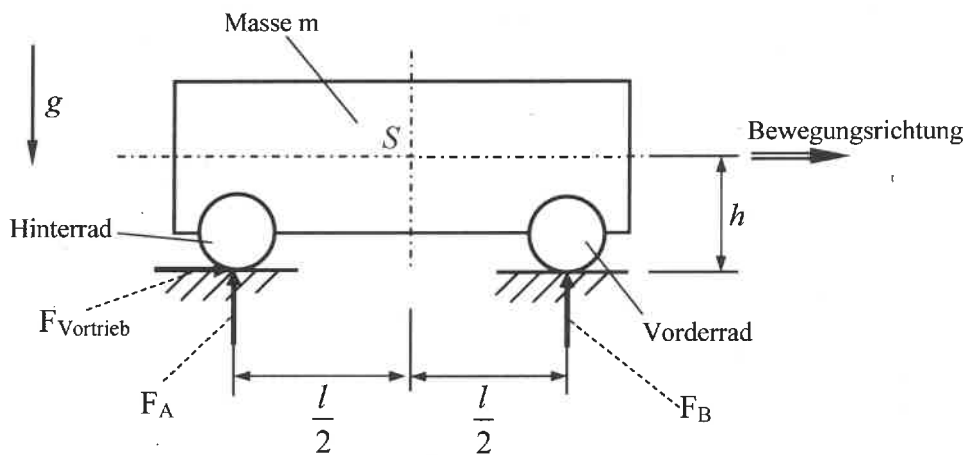
Eine Bewegung erfolgt zunächst mit konstanter Geschwindigkeit. Dann wird mit einer konstanten Verzögerung abgebremst. Bestimmen Sie die beiden fehlenden Größen v_0 und t_1 !



Aufgabe 3 (13P)

Das idealisiert abgebildete Fahrzeug (Hinterradantrieb) soll aus dem Stand nach rechts mit der Beschleunigung a beschleunigen. Die Massenwirkung der Räder wird vernachlässigt. Der Hebelarm der Rollreibung sei gleich Null, der Haftreibungskoeffizient sei hinreichend groß.

Geg.: m , g , h , l , a



Bestimmen Sie F_A , F_B und F_{Vortrieb} in Abhängigkeit der gegebenen Größen!

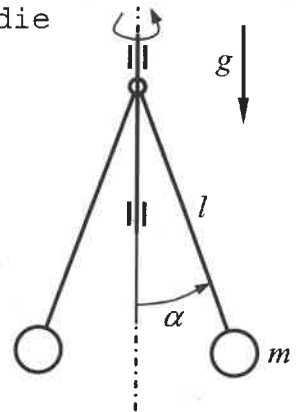
Aufgabe 4 (12P)

Das abgebildete System dreht um die vertikale Achse. Wenn das System eine hinreichend lange Zeit in Drehung versetzt wird, stellt sich bei einer bestimmten Drehzahl eine bestimmte Winkelauslenkung ein. Die Anordnung kann man dazu verwenden, um aus einer gemessenen Winkelauslenkung auf die Drehzahl n [1/min] bzw. auf die Winkelgeschwindigkeit ω [1/s] zu schließen.

Annahme: Die Gestängeanteile seien masselos.

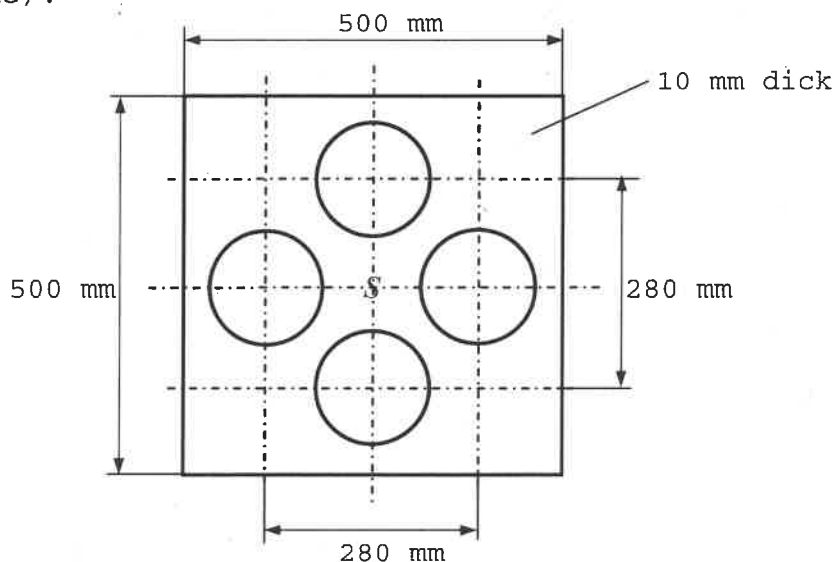
Ermitteln Sie einen Zusammenhang zwischen g, l, ω und α !

Bringen Sie das Ergebnis auf die Form $\cos \alpha = f(g, l, \omega)$!



Aufgabe 5 (14P)

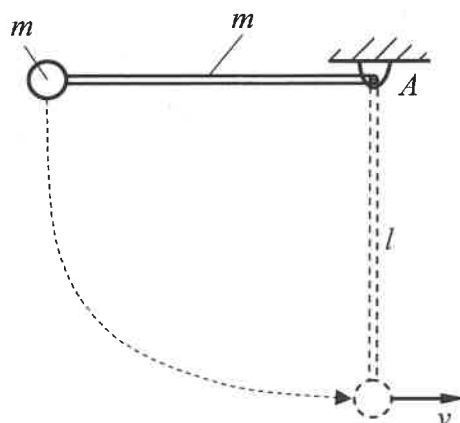
Die Abbildung zeigt ein Blech mit vier Bohrungen. Jede Bohrung hat einen Durchmesser vom 150 mm. Die Dichte des Bleches beträgt 7850 kg/m^3 . Bestimmen Sie das Massenträgheitsmoment J_s (Drehachse senkrecht zur Zeichenebene)!



Aufgabe 6 (11P)

Das abgebildete System besteht aus einem dünnen starren Stab mit der Masse m und einer daran befestigten Punktmasse, ebenfalls mit der Masse m . Es wird wie in der Abbildung aus der Horizontalen losgelassen. Welche Geschwindigkeit v hat die Punktmasse in dem Augenblick, wenn sie die tiefste Position erreicht hat?

Ges.: $v = f(g, l, (m)) = ???$

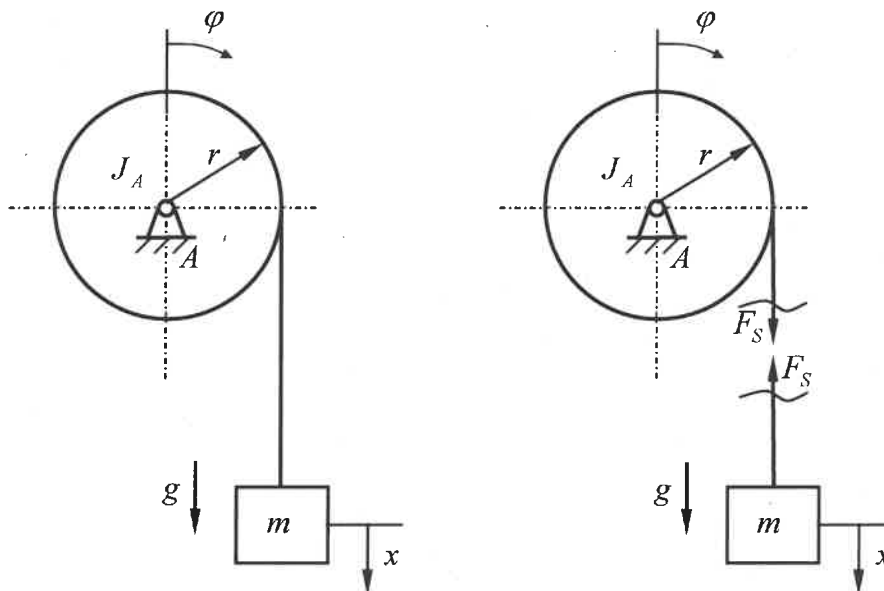


Aufgabe 7 (14P)

Das zu untersuchende System besteht aus einer drehbaren Rolle und einer Masse, die an einem dehnstarrten Seil befestigt ist. Gegeben sind die Größen J_A , r , m und g .

Für den Fall, dass das System losgelassen wird, sind zu bestimmen:

- die Winkelbeschleunigung der drehbaren Rolle
(in Abhängigkeit J_A , r , m , g)
- die Translationsbeschleunigung der Masse m
(in Abhängigkeit J_A , r , m , g)
- die Seilkraft (in Abhängigkeit J_A , r , m , g)

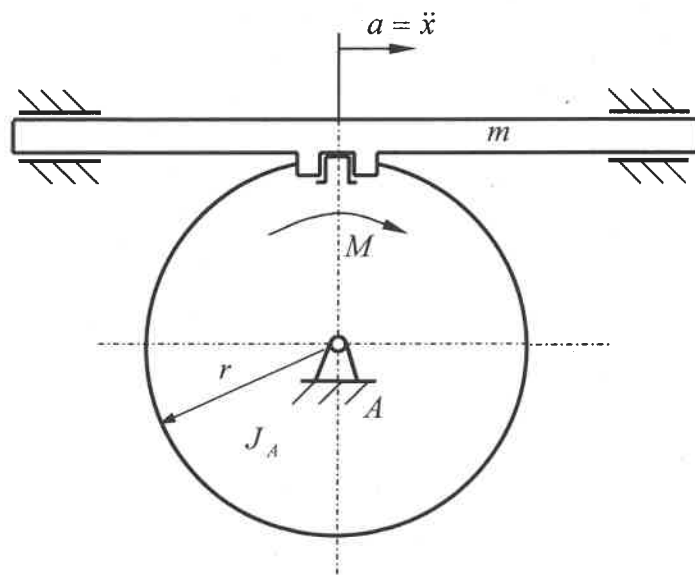


Aufgabe 8 (11P)

Die horizontal angeordnete Zahnstange soll eine Beschleunigung $a = \ddot{x}$ erfahren. Bei der dargestellten Verzahnung wird eine Rechteckverzahnung angenommen, d.h. die Kraft an der Verzahnung wirkt stets horizontal. Reibungseinflüsse bleiben generell unberücksichtigt. Wie groß muss dazu das an dem Zahnrad angreifende Moment M sein?

Ferner gegeben: m , J_A , r

Ges.: $M = f(m, J_A, r, a) = ?$



$$m1) v^2 = 2 \cdot a \cdot s \\ s = y_1 = h = \frac{v^2}{2a} = \frac{20^2}{2 \cdot 9,81} \text{ m} = 20,387 \text{ m}$$

$$b) v = a \cdot t \rightarrow t = \frac{v}{a} = \frac{20}{9,81} \text{ s} = 2,0387 \text{ s}$$

$$x_1 = v_x \cdot t = 20 \cdot 2,0387 \text{ m} = 40,774 \text{ m}$$

$$c) a_n = \frac{v^2}{s} \Rightarrow s = \frac{v^2}{a_n} = \frac{20^2}{9,81} \text{ m} = 40,774 \text{ m}$$

$$m2) S = \frac{1}{2} v \cdot t \Rightarrow v = v_0 = \frac{2s}{t} = \frac{2 \cdot 40}{8} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = v_0 = \frac{s_1}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{s_1}{v_0} = \frac{30 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 3 \text{ s}$$

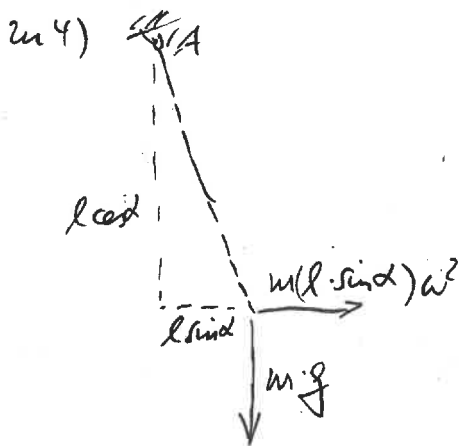
$$m3) \sum F_x = 0: \text{Frotttrieb} = m \cdot a$$

$$\sum M_A = 0: F_B \cdot l + m \cdot a \cdot l - m \cdot g \cdot \frac{l}{2} = 0$$

$$F_B = \frac{m \cdot g \cdot \frac{l}{2} - m \cdot a \cdot l}{l} = \frac{m \cdot g}{2} - m \cdot a \frac{l}{l}$$

$$\sum F_y = 0: F_A + F_B - m \cdot g = 0$$

$$F_A = m \cdot g - F_B = m \cdot g - \left(\frac{m \cdot g}{2} - m \cdot a \frac{l}{l} \right) = \frac{m \cdot g}{2} + m \cdot a \frac{l}{l}$$



Momentenbilanz um A:

$$m \cdot g \cdot l \cdot \sin \alpha = m(l \sin \alpha) \omega^2 \cdot l \cdot \cos \alpha$$

$$g = l \omega^2 \cos \alpha$$

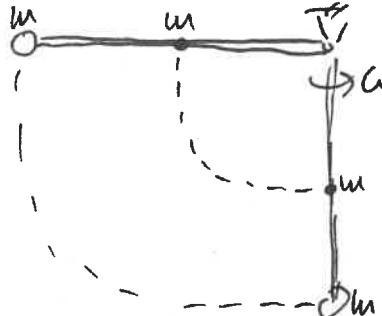
$$\cos \alpha = \frac{g}{l \omega^2}$$

$$m5) m_0 = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,01 \cdot 7850 \text{ kg} = 19,625 \text{ kg}$$

$$m_0 = 0,15^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,01 \cdot 7850 \text{ kg} = 1,3872 \text{ kg}$$

$$J_z = \underbrace{19,625 \left(\frac{0,5^2}{12} + \frac{0,5^2}{12} \right)}_{m_0} - 4 \left[\underbrace{1,3872 \cdot \frac{0,075^2}{2}}_{m_0} + \underbrace{1,3872 \cdot 0,1^2}_{m_0} \right] = 9,6935 \text{ kgm}^2$$

2u6)



$$m \cdot g \cdot l + m \cdot \cancel{g \cdot l} = \underbrace{\frac{1}{2} m g l}_{\text{Epot vorher}} + \underbrace{\frac{1}{2} m v^2}_{\text{Ekin nachher}} + \underbrace{\frac{1}{2} J_{\text{rot}} \omega^2}_{\frac{1}{8} m l^2}$$

$$\frac{3}{2} m g \cdot l = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} m l^2 \omega^2$$

$$\left(\frac{m}{2} + \frac{m}{6} \right) v^2 = \frac{3}{2} m v^2$$

$$v^2 = \frac{\frac{3}{2} m g \cdot l}{\frac{2}{3} m} \Rightarrow v^2 = \frac{9}{4} g l \Rightarrow v = \sqrt{\frac{9}{4} g l} = \frac{3}{2} \sqrt{g l}$$

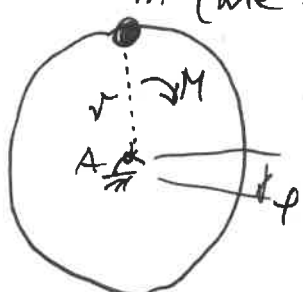
2u7)

$$\left. \begin{aligned} J_A \ddot{\varphi} &= F_S \cdot r \\ m \ddot{x} &= m \cdot g - F_S \\ \ddot{x} &= \ddot{\varphi} \cdot r \end{aligned} \right\} \begin{aligned} m \ddot{\varphi} r &= m g - \frac{J_A \ddot{\varphi}}{r} \\ \ddot{\varphi} \left(m r + \frac{J_A}{r} \right) &= m g \Rightarrow \ddot{\varphi} = \frac{m \cdot g}{\frac{J_A}{r} + m r} \end{aligned}$$

$$\ddot{x} = \ddot{\varphi} \cdot r = \frac{m \cdot g}{\frac{J_A}{r} + m r} \cdot r = \frac{m \cdot g \cdot r}{\frac{J_A}{r} + m r}$$

$$F_S = \frac{J_A \cdot \ddot{\varphi}}{r} = \frac{J_A}{r} \cdot \frac{m \cdot g}{\frac{J_A}{r} + m r} = m \cdot g \cdot \frac{J_A}{J_A + m r^2}$$

2u8)



m (wie Punktmass)

$$(J_A + m r^2) \ddot{\varphi} = M \cdot g \cdot r ; \quad \ddot{x} = r \cdot \ddot{\varphi}$$

$$(J_A + m r^2) \frac{\ddot{x}}{r} = M \cdot g \cdot r$$

$$M = \frac{g}{r} (J_A + m r^2)$$