

Musiklois

Name:		Matr.Nr.:	
Fachhochschule Dortmund FB Maschinenbau		Prof. Dr.-Ing. Stefan Gössner Modulprüfung Dynamik	
		24. Sep. 2009 Seite 1	

Aufgabe	Stichwort	max.Punkte	Punkte
1.	Fahrzeugbewegung	25	
2.	Bowlingkugel	30	
3.	Masse-Rollen-Seil	25	
Σ		80	

Bearbeitungszeit: 80 min erlaubte Hilfsmittel: Formelsammlung, Rechner

Bitte verwenden Sie keinen Rotstift. Lassen Sie die Blätter zusammengeheftet und geben Sie nur diese ab. Schreiben Sie die Lösungen in den jeweils dafür vorgesehenen Bereich. *Viel Erfolg !*

1. Ein Fahrzeug mit einer maximalen konstanten Beschleunigung von a_I und einer maximalen konstanten Verzögerung von a_{II} soll aus dem Stand auf seine Höchstgeschwindigkeit v_{max} beschleunigt und anschließend sofort wieder auf Stillstand abgebremst werden.

Geg: $a_I = 2 \text{ m/s}^2$, $a_{II} = -4 \text{ m/s}^2$, $v_{max} = 180 \text{ km/h}$

- Welche Beschleunigungszeit t_I und Verzögerungszeit t_{II} wird benötigt.
- Ermitteln Sie den Gesamtweg s_{ges} .
- Zeichnen qualitativ Sie das a/t , v/t und s/t -Diagramm.

a) Abschnitt I

$$v_I = v_{I0} + a_I \cdot t_I$$

$$s_I = v_{I0} \cdot t_I + \frac{1}{2} a_I t_I^2$$

Abschnitt II

$$v_{II} = v_{II0} + a_{II} t_{II}$$

$$s_{II} = v_{II0} t_{II} + \frac{1}{2} a_{II} t_{II}^2$$

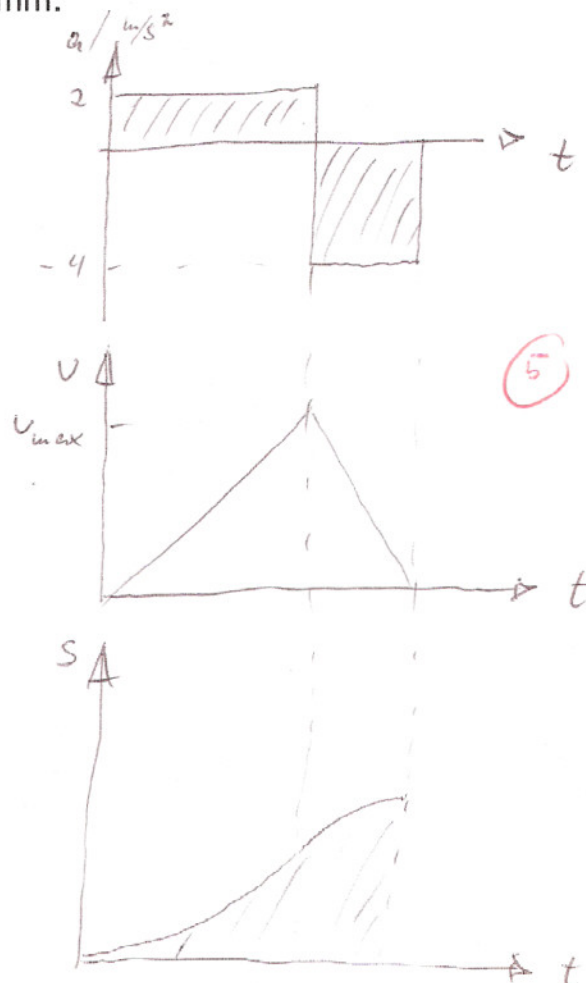
$$t_I = \frac{v_{max}}{a_I} = \frac{180 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{3.6 \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 25 \text{ s}$$

$$t_{II} = -\frac{v_{max}}{a_{II}} = -\frac{180}{3.6 \cdot (-4)} \text{ s} = 12.5 \text{ s}$$

$$b) s_{ges} = s_I + s_{II} = \frac{1}{2} \frac{v_{max}^2}{a_I} - \frac{1}{2} \frac{v_{max}^2}{a_{II}}$$

$$= \frac{v_{max}^2}{2} \left(\frac{1}{a_I} - \frac{1}{a_{II}} \right) = \frac{180^2}{3.6^2 \cdot 2} \cdot \frac{3}{4} \text{ m}$$

$$s_{ges} = 937.5 \text{ m}$$

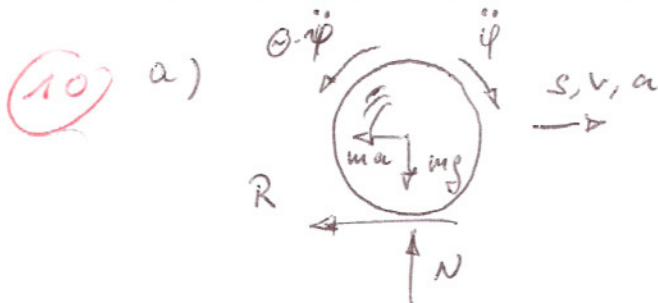


2. Eine Bowling-Kugel (Masse m , Radius r) wird ohne Rotation mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 horizontal auf die Bahn geworfen. Zwischen Kugel und Bahn herrscht der Reibungskoeffizient μ . Zunächst gleitet die Kugel und geht irgendwann in eine reine Rollbewegung über.

Geg: $m = 8 \text{ kg}$, $r = 12 \text{ cm}$, $v_0 = 3 \text{ m/s}$, $\mu = 0.15$

- Schneiden Sie die Kugel frei und tragen alle Kräfte an.
- Ermitteln Sie die Gleichungen für Beschleunigung und Winkelbeschleunigung.
- Nach welchem Weg beginnt die Kugel mit der reinen Rollbewegung?

Hinweis: Nehmen Sie alle Bewegungsgrößen der Kugel nach rechts an.



Kinematik:

$$a = r \cdot \ddot{\psi} \quad (\text{Rollen})$$

Kugel:

$$\Theta = \frac{2}{5} m r^2$$

10 b)

$$\begin{aligned} \sum F_x &\equiv -ma - R = 0 \\ \sum F_y &\equiv N - mg = 0 \\ \sum M_A &\equiv \Theta \cdot \ddot{\psi} - R \cdot r = 0 \end{aligned}$$

Coulomb: $R = \mu \cdot N$

$$-a = \mu g$$

$$\frac{2}{5} m r^2 \cdot \ddot{\psi} = \mu m g r$$

$$a = -\mu g = 1.47 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\ddot{\psi} = \frac{5}{2} \frac{\mu g}{r} = 30.7 \frac{1}{\text{s}^2}$$

10 c)

$$\begin{aligned} v(t) &= v_0 - \mu g t \\ s(t) &= v_0 t - \frac{1}{2} \mu g t^2 \\ \dot{\psi}(t) &= \frac{5}{2} \mu g \frac{1}{r} t \end{aligned}$$

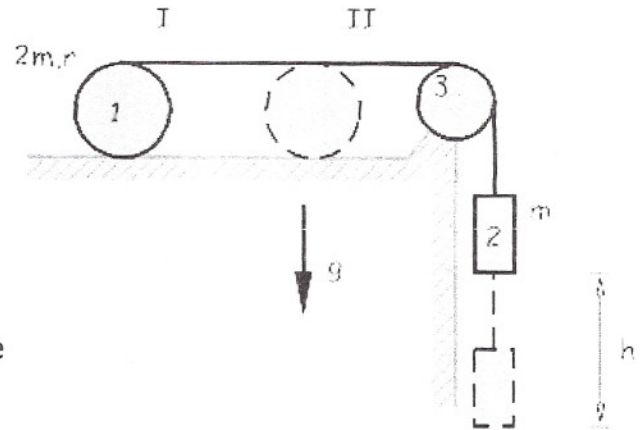
Rollbedingung: $v(t) \stackrel{!}{=} \dot{\psi}(t) \cdot r$

$$v_0 - \mu g t = \frac{5}{2} \mu g t$$

$$\Rightarrow t = \frac{2 \cdot v_0}{7 g \mu}$$

$$s = \frac{2 \cdot v_0^2}{7 \mu g} - \frac{2 v_0^2}{49 \mu g} = \frac{12 v_0^2}{49 \mu g} = \underline{\underline{1.5 \text{ m}}}$$

3. Die zylindrische Seiltrommel 1 ist mittels eines Seiles, das über eine masselose Umlenkrolle 3 läuft, mit einer Masse 2 verbunden. Aus der Ruhelage I heraus durchläuft das Körpersystem die Stellung II, in der die Seiltrommel 1 genau eine Umdrehung vollführt hat.



- Welche Absenkung h erfährt die Masse 2?
- Welche Geschwindigkeit v_1 und Winkelgeschwindigkeit ω_1 hat die Seiltrommel in der Stellung II?

Geg: $m = 500 \text{ g}$, $r = 10 \text{ cm}$; $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

a) Weg v. Rollenmittelpunkt

$$s_1 = 2\pi r$$

$$s_2 = 2s_1 = 4\pi r \Rightarrow \underline{h = 1.26 \text{ m}}$$

b) Energieerhaltung

$$mgh = \frac{1}{2}(2m)v_1^2 + \frac{1}{2}\Theta_1\omega_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\text{mit } v_2 = 2v_1$$

$$\text{und } \Theta_1 = \frac{1}{2}(2m)r^2 = mr^2$$

$$\text{bzw. } \omega_1 = \frac{v_1}{r}$$

$$\begin{aligned} mgh &= mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}m(2v_1)^2 \\ &= \frac{7}{2}mv_1^2 \end{aligned}$$

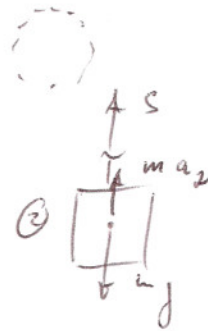
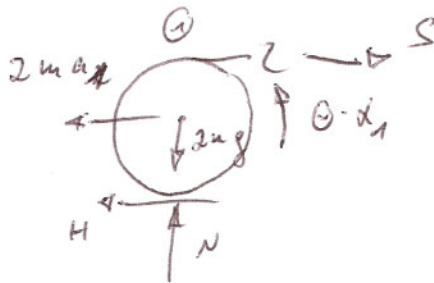
$$v_1 = \sqrt{\frac{2}{7}gh} = \dots = 0.53 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\omega_1 = \frac{v_1}{r} = \dots = 5.29 \frac{1}{\text{s}}$$

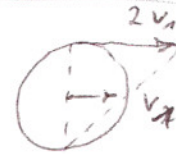
4

16

Kräfte & sate



Kinematik (Rollen)



$$v_2 = 2v_1$$

$$a_2 = 2a_1$$

$$a_1 = r \cdot \alpha_1$$

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad \sum \vec{F}_x &\equiv S - 2ma_1 - H = 0 \\ \sum \vec{F}_y &\equiv N - 2mg \\ \sum M_o &\equiv -S \cdot r - H \cdot r + \Theta \cdot \Delta_1 = 0 \end{aligned}$$

$$\textcircled{2} \quad \sum \vec{F}_y \equiv S + ma_2 - mg = 0$$

$$2S = 3ma_1$$

$$\text{mit } H = -S + ma_1$$

$$S = mg - ma_2$$

$$\frac{3}{2}ma_1 = mg - 2ma_1$$

$$\underline{a_1 = \frac{2}{5}g}$$

$$v_1 = a_1 \cdot t$$

$$s_1 = \frac{1}{2}a_1 t^2 = \frac{1}{2}h$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{h}{a_1}}$$

$$\underline{v_1 = \sqrt{h a_1} = \sqrt{\frac{2}{5}gh}}$$