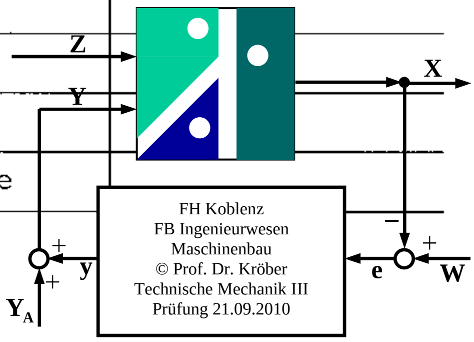
Fachhochschule Koblenz Blatt 1 von 3
Fachbereich Ingenieurwesen
Fachrichtung Maschinenbau SS 10

Name ______________________________

Matr.-Nr. ________________________

Technische Mechanik III
Prof. Dr. W. Kröber

| Aufgabe | erreichte Punkte |
|---|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| Summe | |




Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

Bearbeitungszeit : 120 min

Note : ______________________________

Erlaubte Hilfsmittel:
- Schreib- und Zeichengerät
- Taschenrechner
- Formelsammlung Technische Mechanik III ( 5 Blätter )
- Formelsammlungsblatt "Massenträgheitsmomente: ..."

## Aufgabe 1 ( 17P )

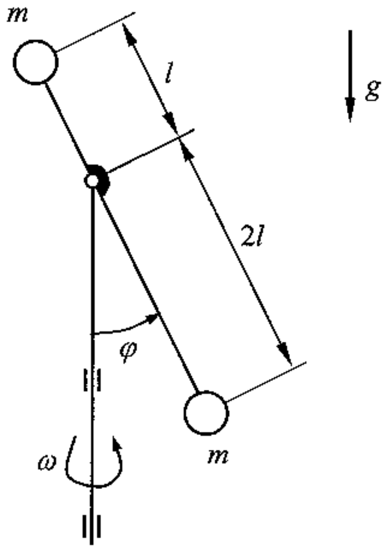
Die Abbildung zeigt ein abgewandeltes sogenanntes Fliehkraftpendel. Das System dreht mit der Winkelgeschwindigkeit $\omega$ um die vertikale Achse. Betrachtet werden die Wirkungen der beiden Punktmassen m. Das Verbindungsgestänge zwischen den beiden Punktmassen ist starr. Die Massenwirkung des Verbindungsgestänges wird vernachlässigt.

Ermitteln Sie eine Gleichung zur Bestimmung der Winkelgeschwindigkeit $\omega$ in Abhängigkeit der Größen m, l, g und $\varphi$!

Die folgende Erläuterung dient nur dazu die Skizze besser zu verstehen:

Wäre nur die untere Masse m vorhanden, dann würde infolge der Fliehkraft im Zusammenspiel mit der Gewichtskraft der Winkel $\varphi$ mit wachsender Winkelgeschwindigkeit steigen.

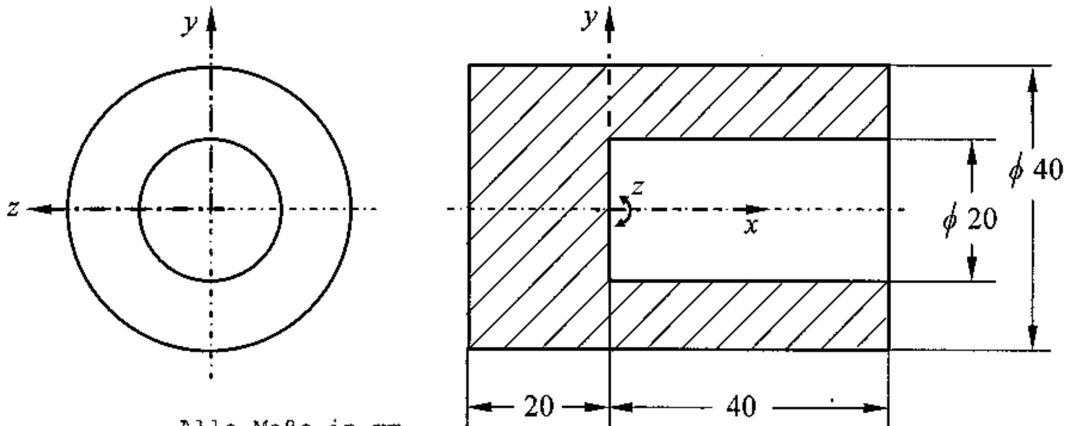
Hier ist noch eine obere Masse hinzugefügt. Diese "stört" das ansonsten stabile Gleichgewicht des Systems.



## Aufgabe 2 ( 20P )

Bestimmen Sie das Massenträgheitsmoment des abgebildeten Bauteils bezüglich der z-Achse. Die Dichte des Materials sei $\rho$=7850 kg/m³.

Hinweis: Die z-Achse steht in der rechts abgebildeten Seitenansicht senkrecht zur Zeichenebene.



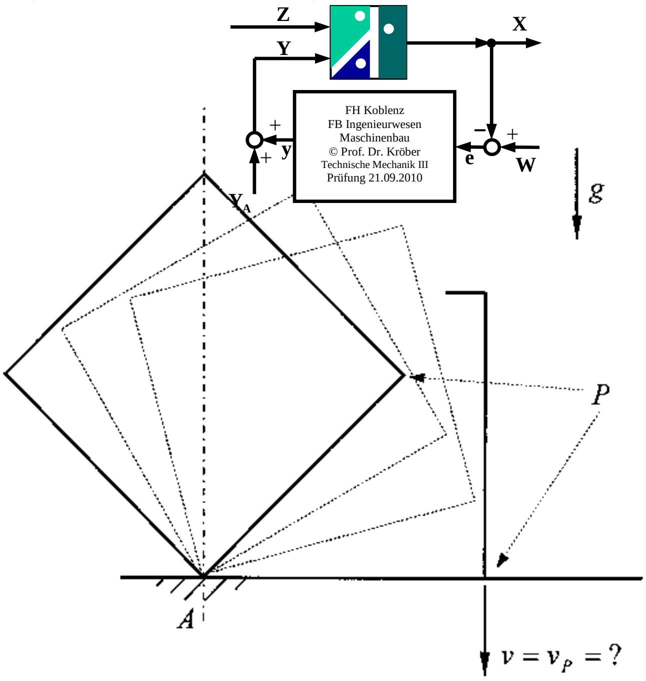

Alle Maße in mm

## Aufgabe 3 ( 15P )

Ein Würfel (Vollmaterial) mit der Kantenlänge a steht zu Beginn der Betrachtung auf einer Kante (siehe Skizze). Dann kippt er um. Dabei dreht er um 45 Grad um den Punkt A. Es soll angenommen werden, dass der Würfel während des Vorganges nicht rutscht. Dazu könnte man sich vorstellen, dass am Punkt A ein Gelenk vorhanden ist. Der Würfel hat die Kantenlänge a und besitzt "scharfe" Kanten.

Mit welcher Geschwindigkeit trifft die äußere Kante (Punkt P) auf die Unterlage?

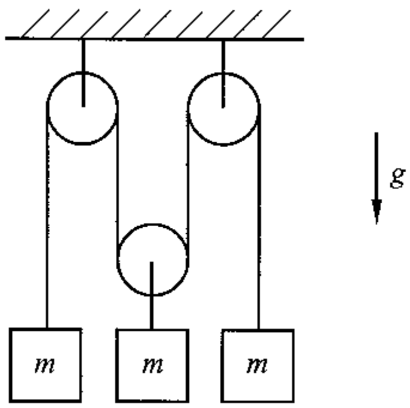
Geg.: a, $\rho$, g




## Aufgabe 4 ( 10P )

Bei dem abgebildeten Rollensystem sind die Umlenkrollen und das Seil masselos. Wie groß ist die Beschleunigung der mittleren Masse?

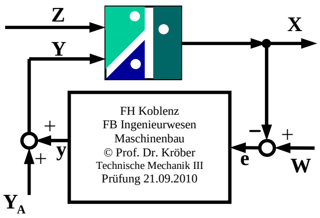
Hinweis:
Versuchen Sie (unbedingt), die Symmetrie des Systems auszunutzen!

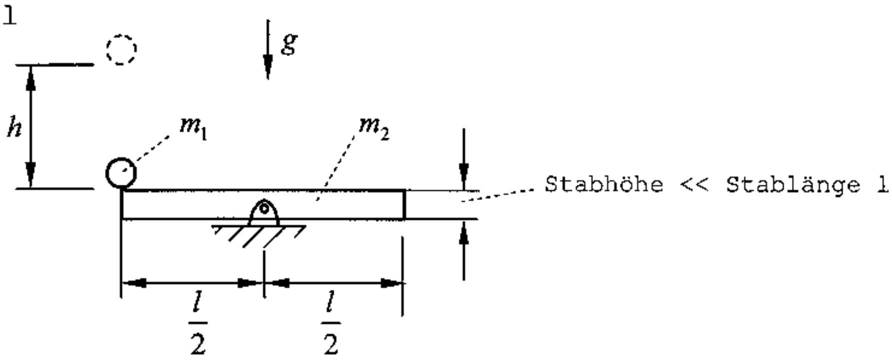


## Aufgabe 5 ( 12P )

Eine Masse $m_1$ (Anfangsgeschwindigkeit gleich Null) fällt aus einer Höhe h und trifft auf einen horizontal angeordneten starren Stab. Es erfolgt ein plastischer Stoß, d.h. die Punktmasse $m_1$ und der Stab (Masse $m_2$) sind nach dem Aufeinandertreffen ein "gemeinsamer" Körper. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit $\omega$ des Systems unmittelbar nach dem Aufeinandertreffen?

Geg.: $m_1$, h, g, $m_2$, l




Hinweise:

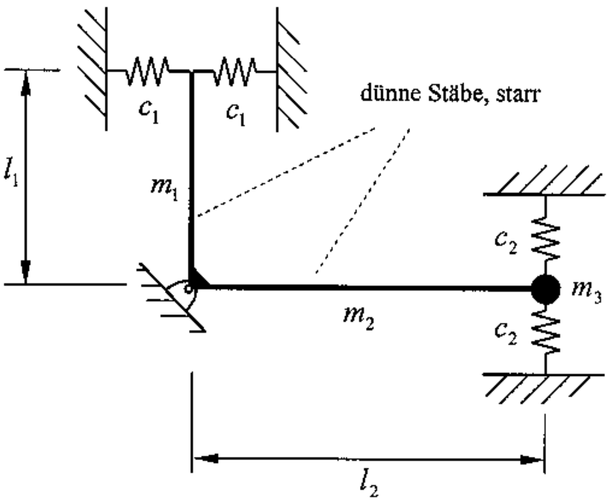
Drall einer Punktmasse: $\vec{L} = \vec{r} \times (m \cdot \vec{v})$ skalar: $L = r \cdot m \cdot v$ ; auch $L = J \cdot \omega$

## Aufgabe 6 ( 12P )

Das abgebildete Schwingungssystem besteht aus zwei starren Stäben und einer Punktmasse $m_3$. An den Enden ist das Stabsystem federzentriert. Bestimmen Sie die Eigenfrequenz $f_0$ in Abhängigkeit der gegebenen Größen. Ein möglicher Einfluss der Erdbeschleunigung wird nicht berücksichtigt.

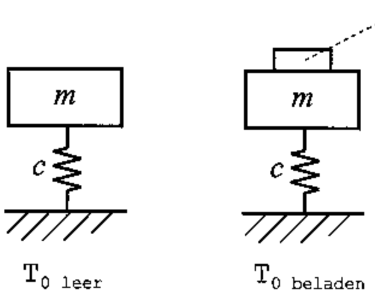
Bem.: kleine Auslenkungen

Geg.: $m_1$, $l_1$, $c_1$, $m_2$, $l_2$, $c_2$, $m_3$




## Aufgabe 7 ( 14P )

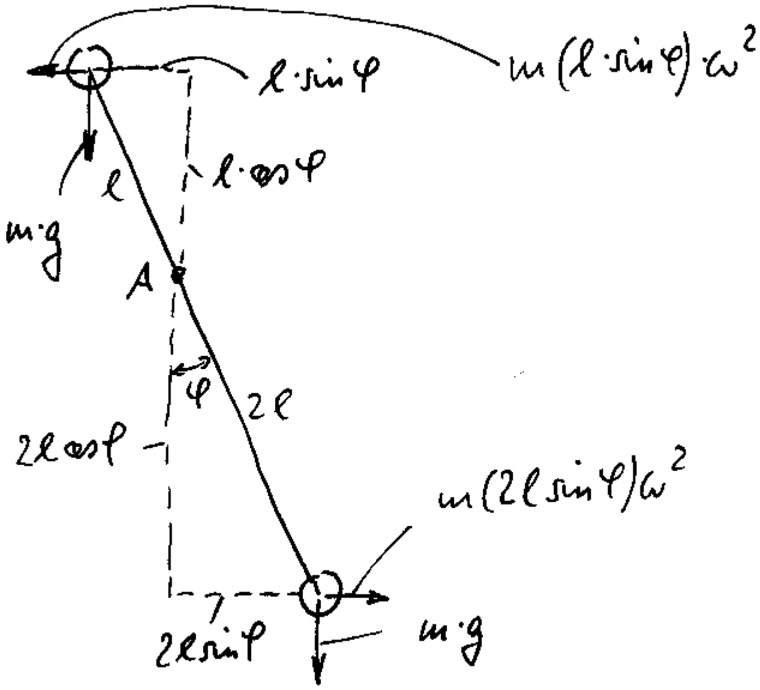
Ein PKW kann für Vertikalschwingungen als ein System mit einem Freiheitsgrad aufgefasst werden. Ist der PKW leer, wird bei kleinen vertikalen Auslenkungen eine Schwingungsdauer von $T_{0\ \text{leer}} = 0{,}7$ s gemessen. Nach erfolgter Zuladung um $\Delta m = 300$ kg beträgt die Schwingungsdauer $T_{0\ \text{beladen}} = 0{,}8$ s. Wie groß ist die leere Masse m des PKW's?



# Lösungen Prüfung Techn.-Mechanik III 21.09.10 Blatt 1

FH Koblenz
FB Ingenieurwesen
Maschinenbau
© Prof. Dr. Kröber
Technische Mechanik III
Prüfung 21.09.2010

zu 1)




Momentenbilanz um A:

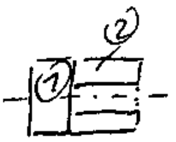
$$\cancel{m}\cdot g\,(2\cancel{l}\sin\varphi) = \cancel{m}(2\cancel{l}\sin\varphi)\cdot\omega^2\cdot(2l\cos\varphi) + \cancel{m}(\cancel{l}\sin\varphi)\omega^2(l\cos\varphi) + \cancel{m}\cdot g(\cancel{l}\cdot\sin\varphi)$$

$$2g\cancel{\sin\varphi} - g\cancel{\sin\varphi} = \omega^2\left[2\cancel{\sin\varphi}\cdot 2l\cos\varphi + \cancel{\sin\varphi}\cdot\cos\varphi\right] \quad \langle\text{Bei } \varphi\neq 0\rangle$$

$$g = \omega^2\left[4l\cos\varphi + l\cos\varphi\right]$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{5\cdot l\cdot\cos\varphi}}$$

zu 2)




← Aufteilung

Steiner

Steiner

$$J_z = \underbrace{\frac{0{,}04^2\cdot\pi}{4}\cdot 0{,}02\cdot 7850}_{m_1}\left[\frac{0{,}02^2}{4} + \frac{0{,}02^2}{12} + 0{,}01^2\right]\text{kgm}^2$$

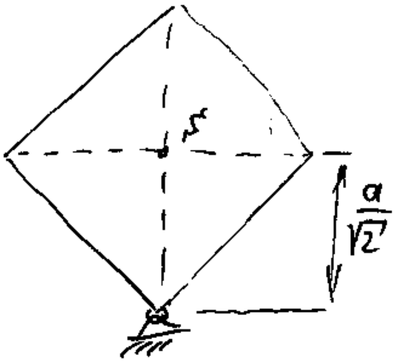
$$+ \underbrace{\frac{(0{,}04^2-0{,}02^2)\pi}{4}\cdot 0{,}04\cdot 7850}_{m_2}\left[\frac{0{,}02^2+0{,}01^2}{4} + \frac{0{,}04^2}{12} + 0{,}02^2\right]\text{kgm}^2$$

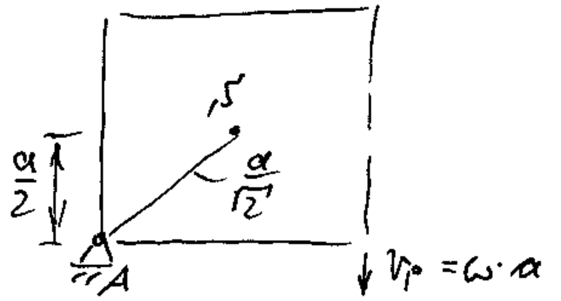
$$= (46{,}0348 + 194{,}82605)\cdot 10^{-6}\ \text{kgm}^2$$

$$= 2{,}4086\cdot 10^{-4}\ \text{kgm}^2$$

# Lösungen Prüfung Techn.-Mechanik III 21.09.10 Blatt 2

zu 3)




$$m \cdot g \left[\frac{a}{\sqrt{2}} - \frac{a}{2}\right] = \frac{1}{2} J_A \omega^2 \quad ; \quad J_A = m\,\frac{a^2+a^2}{12} + m\left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)^2$$

$$= \frac{1}{6} m a^2 + \frac{1}{2} m a^2 = \frac{2}{3} m a^2$$

$$\cancel{m} \cdot g \left[\frac{a}{\sqrt{2}} - \frac{a}{2}\right] = \frac{1}{\cancel{2}} \cdot \frac{\cancel{2}}{3} \cancel{m} \underbrace{a^2 \omega^2}_{v_P^2}$$

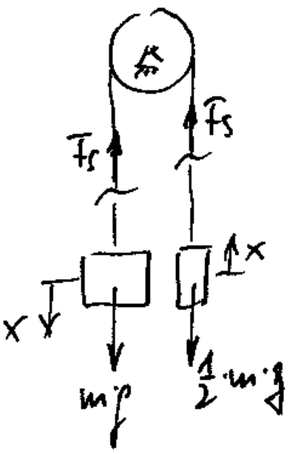
$$g \cdot a \left[\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2}\right] = \frac{1}{3} v_P^2$$

$$\underline{\underline{v_P = \sqrt{3 \cdot g \cdot a \left[\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2}\right]}}}$$

FH Koblenz
FB Ingenieurwesen
Maschinenbau
© Prof. Dr. Kröber
Technische Mechanik III
Prüfung 21.09.2010

zu 4) Vorbemerkung: mittlere Rolle dreht sich nicht, halbe Masse linkes Seil, halbe Masse rechtes Seil

Betrachtung linkes Teilsystem:




$$m \ddot{x} = m \cdot g - F_S \quad ; \quad \frac{m}{2} \ddot{x} = F_S - \frac{1}{2} m g$$

$$F_S = \frac{m}{2} \ddot{x} + \frac{1}{2} m g$$

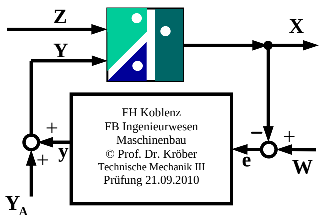
$$\cancel{m} \ddot{x} = \cancel{m} g - \frac{\cancel{m}}{2} \ddot{x} - \frac{1}{2} \cancel{m} g$$

$$\ddot{x}\left(1 + \frac{1}{2}\right) = g - \frac{1}{2} g$$

$$\frac{3}{\cancel{2}} \ddot{x} = \frac{1}{\cancel{2}} g$$

$$\underline{\underline{\ddot{x} = \frac{1}{3} g}}$$

# Lösungen Prüfung Techn.-Mechanik III 21.09.10 Blatt 3




m5) $L_{vorher} = L_{nachher}$

$$\frac{l}{2}\cdot m_1\cdot v = \left[\frac{1}{12} m_2 l^2 + m_1\left(\frac{l}{2}\right)^2\right]\cdot\omega \quad ; \quad v = \sqrt{2\cdot g\cdot h}$$

$$\omega = \frac{\frac{\cancel{l}}{2}\cdot m_1 \sqrt{2\cdot g\cdot h}}{\left(\frac{1}{12} m_2 + \frac{1}{4} m_1\right) l^{\cancel{2}}} = \frac{m_1\sqrt{2\cdot g\cdot h}}{\left(\frac{m_2}{6} + \frac{m_1}{2}\right) l}\cdot\frac{6}{6}$$

$$\omega = \frac{6\cdot m_1\cdot\sqrt{2\cdot g\cdot h}}{(3m_1 + m_2)\cdot l}$$

m6) $$\omega_0^2 = \frac{\Sigma c_D}{\Sigma J} = \frac{2\cdot c_1\cdot l_1^2 + 2\cdot c_2\cdot l_2^2}{\frac{1}{3} m_1 l_1^2 + \frac{1}{3} m_2 l_2^2 + m_3 l_2^2} = (2\cdot\pi\cdot f_0)^2$$

$$f_0 = \frac{1}{2\cdot\pi}\sqrt{\frac{6\left(c_1 l_1^2 + c_2 l_2^2\right)}{m_1 l_1^2 + (m_2 + 3m_3) l_2^2}}$$

m7)


$$\omega_{0leer}^2 = \frac{c}{m} = \left(\frac{2\cdot\pi}{T_{0leer}}\right)^2 \qquad \omega_{0bel}^2 = \frac{c}{m+\Delta m} = \left(\frac{2\pi}{T_{0bel}}\right)^2$$

c gleichsetzen:

$$m\left(\frac{\cancel{2\cdot\pi}}{T_{0leer}}\right)^2 = (m+\Delta m)\left(\frac{\cancel{2\pi}}{T_{0bel}}\right)^2 \quad \Big|\cdot T_{0leer}^2$$

$$m = m\left(\frac{T_{0leer}}{T_{0bel}}\right)^2 + \Delta m\left(\frac{T_{0leer}}{T_{0bel}}\right)^2$$

$$m = \frac{\left(T_{0leer}/T_{0bel}\right)^2}{1-\left(\frac{T_{0leer}}{T_{0bel}}\right)^2}\cdot\Delta m = \frac{(0{,}7/0{,}8)^2}{1-\left(\frac{0{,}7}{0{,}8}\right)^2}\cdot 300\,kg$$

$$= 980\,kg$$