

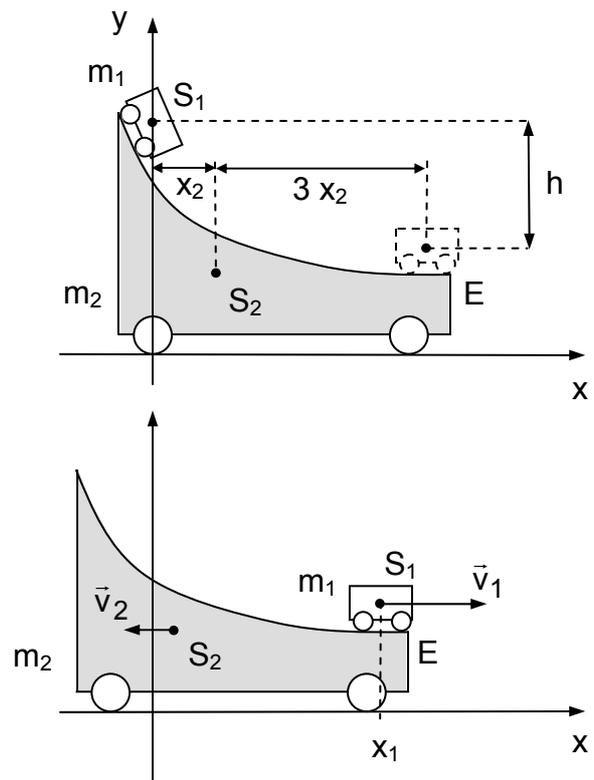
FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

| | |
|--|----------------------|
| Sommersemester 2000 | Zahl der Blätter: |
| Studiengänge: ET; FZ – FA&FK; MB - EK&PO ; VT | Semester: 2 |
| Hilfsmittel: Literatur, Manuskript, Taschenrechner | Zeit: 90/120 Minuten |

Aufgabe 1: (17 Punkte)

Am oberen Ende einer ruhenden Rampe der Masse $m_2 = 10 \text{ kg}$ wird ein kleiner Wagen der Masse $m_1 = 2 \text{ kg}$ festgehalten (siehe Skizze 1). Der kleine Wagen wird nun plötzlich losgelassen und hat nach durchlaufen der Höhe $h = 20 \text{ cm}$ eine horizontale Geschwindigkeit v_1 relativ zum ruhenden x,y -Koordinatensystem (siehe Skizze 2). Jegliche Reibung und die Masse aller Räder soll vernachlässigt werden.

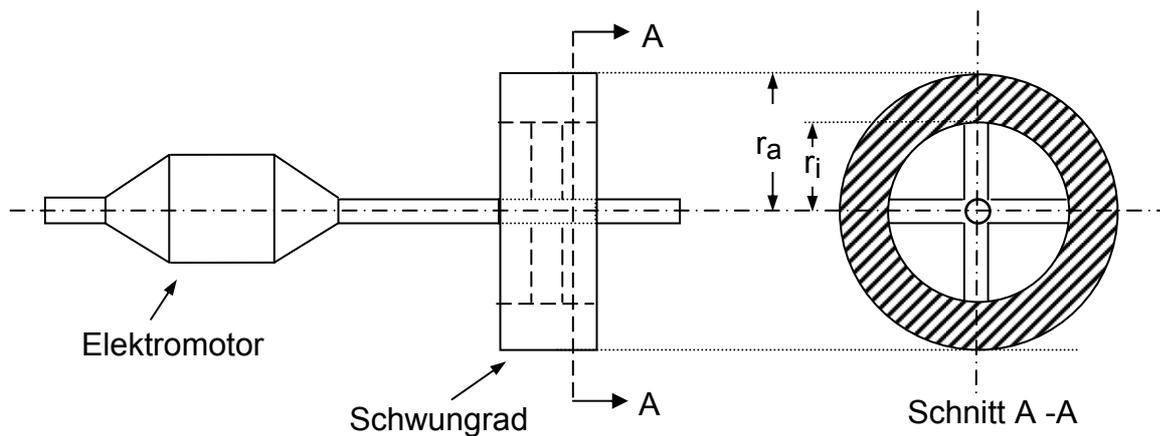
- Warum gilt der Impulserhaltungssatz für das System der beiden Massen m_1 und m_2 in x - aber nicht in y -Richtung? (Begründung!)
- Mit welcher Geschwindigkeit v_1 verlässt die Masse m_1 die Rampe? Wie groß ist dann die Relativgeschwindigkeit v_{rel} zur Rampe?
- An welchem Ort x_1 befindet sich der Schwerpunkt S_1 des kleinen Wagens beim Verlassen der Rampe, wenn $x_2 = 12 \text{ cm}$ ist?



| | |
|---|-------------|
| Sommersemester 2000 | |
| Studiengänge ET; FZ – FA&FK; MB – EK&PO; VT | Semester: 2 |

Aufgabe 2: (15 Punkte)

Ein Schwungrad soll als mechanischer Energiespeicher eingesetzt werden. Das ringförmige zylindrische Rad (siehe Skizze) hat einen Innenradius von $r_i = 1$ m und einen Außenradius von $r_a = 1,3$ m; seine Masse ohne Speichen beträgt $m = 6,5$ t. Auf der Radachse sitzt ein Elektromotor, der auch als Stromgenerator geschaltet werden kann.



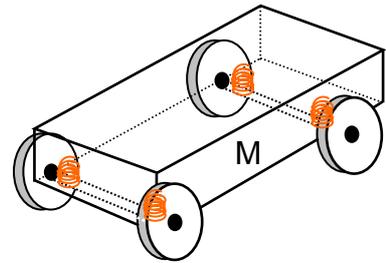
- Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment des rotierenden System J_S , wenn zu dem Massenträgheitsmoment J_R des Schwungrades noch 10% für den Beitrag der Speichen, der Welle und des Rotors des Elektromotors zugeschlagen werden müssen.
- Um Energie zu speichern, wird das System von null auf die maximale Drehfrequenz $n_{\max} = 500$ U/min beschleunigt. Wieviel Energie (E_{\max}) kann maximal gespeichert werden (in Joule und in kWh)?
- Die Enddrehfrequenz n_0 wird in $t = 10$ s erreicht. Berechnen Sie die als konstant angenommene Winkelbeschleunigung α und das vom Motor aufgebraachte Drehmoment M . Wie groß ist die maximale Leistung P_{\max} des Motors am Ende des Beschleunigungsvorgangs?
- Der Speicher kann elektrische Energie abgeben, wenn der Motor als Generator geschaltet wird. Berechnen Sie die abgegebene Energie, wenn die Drehfrequenz auf $1/4$ der maximalen Drehfrequenz n_{\max} abnimmt.

| | |
|---|-------------|
| Sommersemester 2000 | |
| Studiengänge ET; FZ – FA&FK; MB – EK&PO; VT | Semester: 2 |

Aufgabe 3: (16 Punkte)

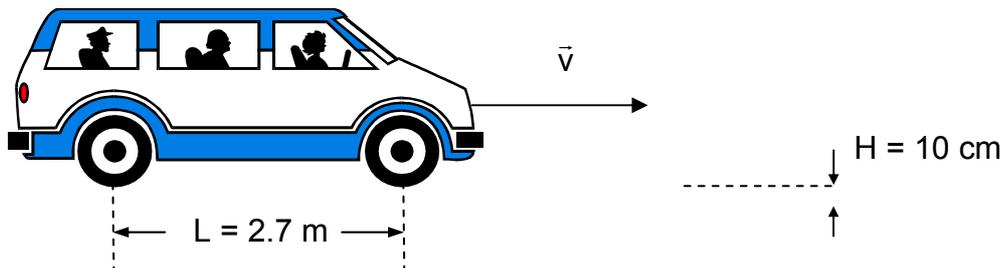
Das Schwingverhalten eines PKW's soll mit Hilfe eines vereinfachten Modells untersucht werden. Die Aufbaumasse des Fahrzeugs ohne Insassen beträgt $M = 1400 \text{ kg}$ (Siehe Skizze 1).

Bei symmetrischer Belastung der vier Federn mit gleicher Federkonstante c_i durch 4 Personen ($m = 70 \text{ kg}$ pro Person) senkt sich der Schwerpunkt des Wagens um $\Delta y = 3 \text{ cm}$.



- Berechnen Sie die resultierende Federkonstante c und den Wert c_i einer einzelnen Feder.
- Mit welcher Frequenz f schwingt das belastete Modell?

Der Wagen (einschliesslich Insassen) fährt jetzt über eine wellige Strasse, so dass er zu vertikalen Schwingungen angeregt wird. Die Wellenberge der Strasse haben jeweils den Abstand $L = 2.7 \text{ m}$ und der maximale Höhenunterschied ist $H = 10 \text{ cm}$ (siehe Skizze 2).

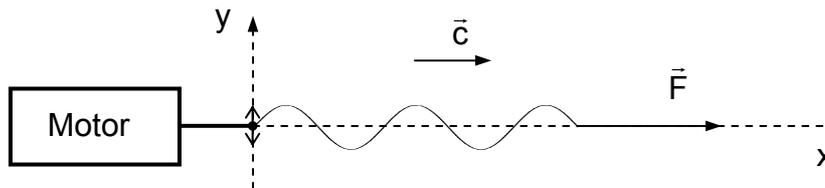


- Berechnen Sie die Resonanzfrequenz f_{res} bei der sich die maximale Schwingungsamplitude einstellt (Die Stossdämpfer haben einen mittleren Dämpfungsgrad von $D = 0.4$).
- Bei welcher Geschwindigkeit v tritt diese Resonanz auf und wie groß ist die Resonanzamplitude?

| | |
|---|-------------|
| Sommersemester 2000 | |
| Studiengänge ET; FZ – FA&FK; MB – EK&PO; VT | Semester: 2 |

Aufgabe 4: (12 Punkte)

Ein langes Seil mit einer Massenbelegung von $\mu = 0.1 \text{ kg/m}$ stehe unter einer konstanten Spannung, die eine Zugkraft von $F = 60 \text{ N}$ bewirkt. Ein Motor führe dem Seil an der Stelle $x = 0$ durch eine harmonische Auslenkung mit der Amplitude $\hat{y} = 1 \text{ cm}$ Energie zu (siehe Skizze).

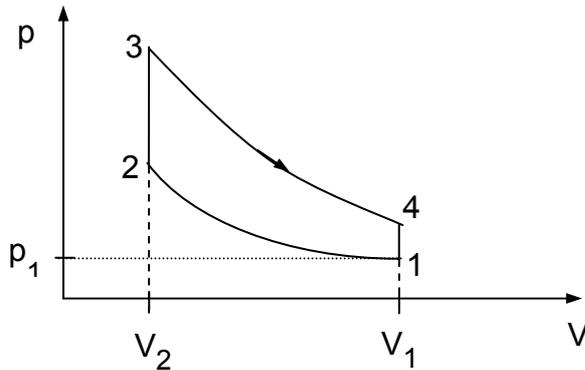


- Wie groß ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit c der fortschreitenden Welle?
- Wie groß ist die Erregerfrequenz f_E des Motors, wenn die abgegebene Leistung $P = 100 \text{ W}$ beträgt?
- Berechnen Sie die Wellenlänge λ ?
- Geben Sie die Maximalwerte für die größte transversale Geschwindigkeit und die größte transversale Beschleunigung an.

| | |
|---|-------------|
| Sommersemester 2000 | |
| Studiengänge ET; FZ – FA&FK; MB – EK&PO; VT | Semester: 2 |

Aufgabe 5: (20 Punkte)

Bei einer Wärmekraftmaschine soll folgender idealisierter Kreisprozess durchlaufen werden:



- 1 \Rightarrow 2 isentrope Kompression
- 2 \Rightarrow 3 isochore Druckerhöhung
- 3 \Rightarrow 4 isentrope Expansion
- 4 \Rightarrow 1 isochore Druckerniedrigung

Im Zustand 1 hat das Arbeitsgas Luft, das als ideales Gas mit 2-atomigen Molekülen betrachtet werden soll, das Volumen $V_1 = 1,5 \text{ dm}^3$, den Druck $p_1 = 1,0 \text{ bar}$ und die Temperatur $T_1 = 300 \text{ K}$.

- a) Welcher Druck p_2 und welche Temperatur T_2 gehört zum Zustand 2, wenn das Kompressionsverhältnis $\varepsilon = V_1/V_2 = 8$ beträgt ?
- b) Von Zustand 2 nach 3 steigt der Druck auf $p_3 = 40 \text{ bar}$. Welche Temperatur T_3 ergibt sich und welche Wärmeenergie Q_{23} wird mit der Umgebung ausgetauscht (mit Vorzeichen !)?
- c) Welcher Druck p_4 und welche Temperatur T_4 gehört zum Zustand 4 ?
- d) Berechnen Sie die mit der Umgebung ausgetauschte Wärmeenergie Q_{41} (mit Vorzeichen !) für die Zustandsänderung $4 \Rightarrow 1$.
- e) Welche Nutzarbeit W_t gibt die Maschine ab ?
- f) Wie groß ist der thermodynamische Wirkungsgrad η_{th} der Wärmekraftmaschine?
- g) Wie groß wäre der thermodynamische Wirkungsgrad η_{th} einer Carnot-Maschine, die zwischen der Maximaltemperatur und der Minimaltemperatur des Kreisprozesses arbeiten würde ?