

# FACHHOCHSCHULE ESSLINGEN - HOCHSCHULE FÜR TECHNIK

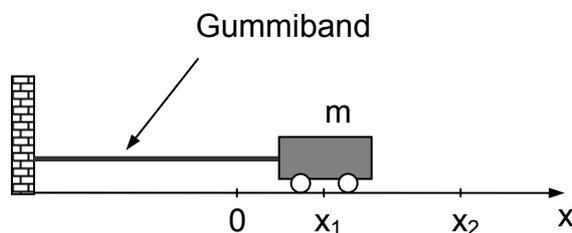
Wintersemester 2003	Zahl der Blätter: 4 Blatt 1
Studiengang: MB - EK & PO	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: EK 2022
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 90 min.

## **Aufgabe 1: (13 Punkte)**

Untersucht man ein Gummiband, so stellt man fest, dass das Hookesche Federgesetz nicht gültig ist. Für ein bestimmtes Gummiband kann die „Federkraft“  $F$  näherungsweise durch die Funktion

$$F(x) = -c_1x + c_2x^2$$

beschrieben werden, wobei  $c_1 = 1 \times 10^3 \text{ N/m}$  und  $c_2 = 7 \times 10^3 \text{ N/m}^2$  ist. Nun wird das Gummiband an einer Wand befestigt und am anderen Ende ein Wagen angehängt. Dann wird der Wagen nach Position  $x_1$  gebracht und dort festgehalten (s. Skizze).



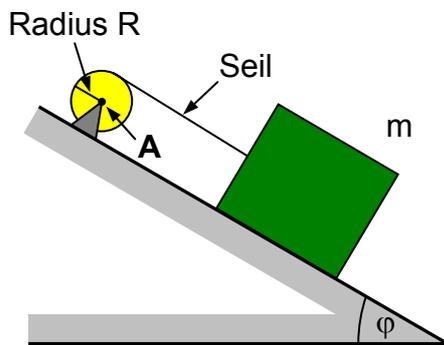
Angaben:  
 $x_1 = 2 \text{ cm}$   
 $x_2 = 5 \text{ cm}$   
 $m = 120 \text{ g}$

- Skizzieren Sie den Betrag der Funktion  $F(x)$  für  $0 \leq x \leq 5 \text{ cm}$ .  
(Hinweis: Drei Punkte reichen)
- Welche Arbeit  $W$  ist notwendig, um den Wagen nun von  $x_1$  nach  $x_2$  zu verschieben?
- Wie lässt sich die Arbeit  $W$  im Diagramm von Teilaufgabe a) einzeichnen?
- Der Wagen wird nun aus der Ruhelage am Ort  $x_2$  losgelassen. Welche Geschwindigkeit  $v_1$  hat er, wenn er wieder am Ort  $x_1$  ist?

Wintersemester 2003	Blatt 2
Studiengang: MB - EK & PO	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: EK 2022

**Aufgabe 2: (17 Punkte)**

Ein Zylinder mit Radius  $R$  sei reibungsfrei um den Drehpunkt  $A$  gelagert. Ein Seil (mit vernachlässigbarer Masse) sei um den Zylinder gewickelt und mit der Masse  $m$  verbunden, die sich auf der reibungsfreien schiefen Ebene mit der Neigung  $\varphi$  befindet (siehe. Abb.)



**Block:**

Masse:  $m = 12 \text{ kg}$   
Winkel:  $\varphi = 25^\circ$

**Zylinder:**

Massenträgheitsmoment:  $J_Z = 0.09 \text{ kg m}^2$   
Radius:  $R = 15 \text{ cm}$

Das System werde aus der Ruhe losgelassen.

Bestimmen Sie

- die Beschleunigung  $a$  des Blocks und die Winkelbeschleunigung  $\alpha$  des Zylinders.
- den Drehimpuls  $L_1$  der Scheibe nach  $\Delta t = 0.5 \text{ s}$ .
- den Drehimpuls  $L_2$  des Blocks bezüglich  $A$  nach  $\Delta t = 0.5 \text{ s}$ .

Zeigen Sie nun (anhand von Zahlenwerten)

- dass die Summe aller äußeren Drehmomente  $M_{\text{ext}}$  bezüglich  $A$  (auf das System aus Zylinder und Masse) der Drehimpulsänderung des Systems  $\Delta L_{\text{ges}}$  pro

Zeiteinheit während  $\Delta t$  entspricht, dass also  $M_{\text{ext}} = \frac{\Delta L_{\text{ges}}}{\Delta t}$  gilt.

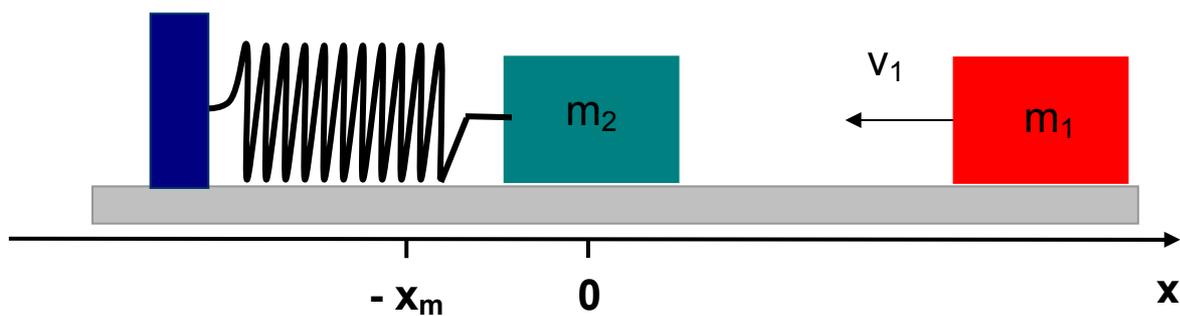
(Hinweis: Die äußere Kraft, die notwendig ist um den Zylinder festzuhalten geht durch  $A$ ).

Wintersemester 2003	Blatt 3
Studiengang: MB - EK & PO	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: EK 2022

**Aufgabe 3: (17 Punkte)**

Ein Körper der Masse  $m_1 = 0,5 \text{ kg}$  hat die Geschwindigkeit  $v_1 = 6 \text{ m/s}$  und stößt mit einem ruhenden Körper  $m_2 = 2 \text{ kg}$ . Der Körper  $m_2$  ist anfangs mit einer entspannten Feder (vernachlässigbare Masse) verbunden und liegt auf einer waagerechten Unterlage.

Annahme: Alle Bewegungen seien zunächst reibungsfrei und während der sehr kurzen Stoßzeit bewegt sich der Körper  $m_2$  praktisch noch nicht.



- a) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Körpers  $m_2$  unmittelbar nach dem Stoß, wenn Sie annehmen, der Stoß sei elastisch gewesen?

Unmittelbar nach dem Stoß ( $t = 0$ ) erwarten Sie, dass die Masse  $m_2$  anfängt zu schwingen. Das Weg-Zeit-Gesetz für eine ungedämpfte harmonische Schwingung lautet allgemein

$$x(t) = x_m \cos(\omega_0 t + \phi).$$

- b) Geben Sie zunächst die allgemeinen Gleichungen für die Geschwindigkeit  $v(t)$  und die Beschleunigung  $a(t)$  an.
- c) Berechnen Sie den Nullphasenwinkel  $\phi$  aus der Anfangsbedingung  $x_0 = x(0)$ .
- d) Bestimmen Sie nun die Amplitude  $x_m$  und die Kreisfrequenz  $\omega_0$  aus der Anfangsbedingung  $v_0 = v(0)$  und dem Maximalwert der Beschleunigung  $a_m$ , wenn im Umkehrpunkt  $x = -x_m$  die Federkraft  $F_m = 165 \text{ N}$  beträgt.

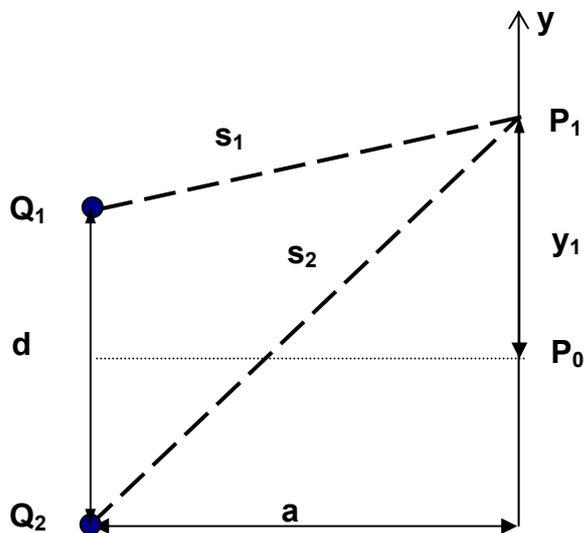
Nun beobachten Sie aber, dass die Maximalauslenkung der Feder nach 4 Schwingungsperioden auf  $2/3$  abgefallen ist.

- e) Wie groß ist die Abklingkonstante  $\delta$ ? Handelt es sich um eine schwache oder um eine starke Dämpfung? Begründen Sie Ihre Entscheidung.

Wintersemester 2003	Blatt 4
Studiengang: MB - EK & PO	Semester 2
Prüfungsfach: Physik	Fachnummer: EK 2022

**Aufgabe 4: (13 Punkte)**

Zwei im Abstand  $d$  voneinander angeordnete Lautsprecher  $Q_1$  und  $Q_2$  strahlen im Freien phasengleich bei gleicher Schallleistung (jeweils  $P = 10 \text{ W}$ ) einen Messton ab, den ein Beobachter bei  $P_0$  wahrnimmt. Der Beobachter steht zunächst bei  $P_0$  genau gleichweit entfernt von beiden Schallquellen im Abstand  $a$  von der Verbindungslinie zwischen  $Q_1$  und  $Q_2$  (s. Skizze).



Weitere Angaben:

$$d = 2,5 \text{ m}$$

$$a = 3,50 \text{ m}$$

$$y_1 = 1,55 \text{ m}$$

Schallgeschwindigkeit:

$$c = 345 \text{ m/s}$$

Referenz Schallintensitätspegel:

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

- a) Welchen Schallintensitätspegel  $L$  (in dB) misst der Beobachter bei  $P_0$  unter der Annahme, dass es sich bei den abgestrahlten Wellen um Kugelwellen handelt?

Nun läuft er in  $y$ -Richtung und stellt fest, dass der Ton leiser wird. Im Punkt  $P_1$  nach einer Strecke  $y_1$  hat die Lautstärke zum ersten Mal ein Minimum.

- b) Berechnen sie die Wegdifferenz  $s_2 - s_1$  zwischen einer Welle, die von  $Q_1$  und einer Welle, die von der Schallquelle  $Q_2$  abgestrahlt wird, am Ort  $P_1$ .
- c) Welche Frequenz  $f$  hat der abgestrahlte Ton?