

Wintersemester	2010/11	Blatt 1 (von 2)
Studiengang:	MB3 A / B / C	Semester 3
Prüfungsfach:	TM2, <b>Teil 2: Schwingungslehre</b> (Bitte Teil 2 separat austeilen)	Fachnummer: 3011
Hilfsmittel:	Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 50 Minuten

**Gesamtpunktzahl: 50**

**Aufgabe 1: Metronom**

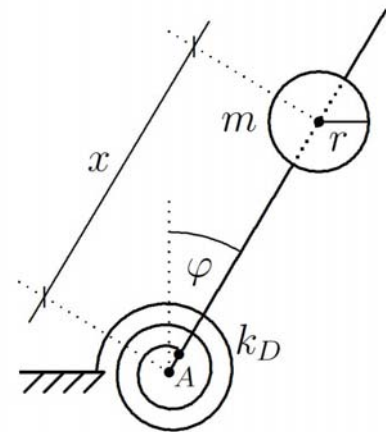
**(33 Punkte)**

Ein Metronom besteht aus einer Zylinderscheibe mit Masse  $m$ , die entlang eines masselosen Stabes verschoben werden kann; der Abstand des Massenmittelpunktes der Scheibe von der horizontalen Drehachse durch A wird mit  $x$  bezeichnet. Weiter ist am Stab eine Torsionsfeder mit Federkonstante  $k_D$  angebracht; die stabile Gleichgewichtslage befindet sich beim Auslenkwinkel  $\varphi = 0^\circ$ ; d.h. wenn der Stab senkrecht steht.

Massenträgheitsmoment um die Zylinderachse für einen Vollzylinder mit Masse  $m$  und Zylinderradius  $r$ :

$$J_S = \frac{1}{2} m r^2$$

Zahlenwerte:  $m = 4 \text{ g}$ ,  $r = 6 \text{ mm}$ ,  $k_D = 0.7 \text{ Ncm/rad}$  und  $x = 15 \text{ cm}$ .



- (a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung für die ungedämpften Schwingungen des Metronoms auf und linearisieren Sie sie für kleine Auslenkungswinkel  $|\varphi|$ .
- (b) Wie oft schlägt das Metronom pro Minute?  
Hinweis: Pro Schwingungsperiode schlägt das Metronom *zweimal*.
- (c) Durch Stokes'sche Reibung ist das System schwach gedämpft (Dämpfungsgrad  $D = 0.02$ ). Wie groß ist der prozentuale Energieverlust  $p$  des gedämpften Systems pro Periode?
- (d) Bestimmen Sie den Energieverlust während der ersten Periode, wenn das Metronom zum Zeitpunkt  $t = 0$  bei der Maximalauslenkung  $\varphi = 10^\circ$  aus der Ruhe heraus losgelassen wird. Schätzen Sie mit Hilfe dieses Wertes ab, welche mittlere Leistung ein Antrieb liefern müsste, um die Dämpfung auszugleichen. Annahme:  $f_e = f_0$
- (e) Um welchen Prozentsatz nimmt die Amplitude der Schwingung ab, wenn die Erregerfrequenz  $f_e$  der äußeren Anregung um 10% im Vergleich zu Teilaufgabe (d) reduziert wird?

Wintersemester	2010/11	Blatt 2 (von 2)
Studiengang:	MB3 A, B & C	Semester 3
Prüfungsfach:	TM2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummer: 3011

## Aufgabe 2: Seilwelle (6 Punkte)

Auf einem dünnen Seil mit der Massenbelegung  $\mu=100\text{g/m}$  breitet sich eine harmonische Transversalwelle in positiver x-Richtung aus. Die Spannkraft im Seil beträgt  $F=14,4\text{N}$ .

a) Berechnen Sie die Phasengeschwindigkeit  $c$  und Frequenz  $f$  der Welle. Die Wellenlänge wurde gemessen mit  $\lambda=3,0\text{ m}$ .

b) Wie groß ist die Leistung  $P$ , die über das Seil transportiert wird? Die Amplitude der Welle beträgt  $0,2\text{ m}$ .

## Aufgabe 3: Doppler-Effekt (11 Punkte)

Zur Demonstration des Doppler-Effekts wird ein kleiner Summer am Rand eines Drehtellers mit dem Radius  $r=18\text{cm}$  montiert. Die Frequenz des Summers  $S$  ist  $f_0=750\text{Hz}$ . In einiger Entfernung, in der Tellerebene, befindet sich ein Empfänger, der die Schallwellen des rotierenden Summers  $S$  misst (s. Skizze). Die Schallgeschwindigkeit in Luft ist  $c=340\text{m/s}$ .

Mit welcher Drehfrequenz  $n$  muss sich der Teller drehen, wenn der Empfänger eine periodische Tonhöenschwankung von einem Halbton misst? Bei einem Halbtonschritt beträgt das Frequenzverhältnis der beiden Töne  $f_2/f_1=2^{1/12}=1,0595$ .

