

# HOCHSCHULE ESSLINGEN

Sommersemester 2013	Blatt 1 von 3
Studiengänge: MBB, MAP	Sem. 3 und Wiederholer
Prüfungsfach: TM2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummern: 3011, 3012
Hilfsmittel: Literatur, Manuskript, Taschenrechner	Zeit: 50 min
<b>Bitte beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!</b>	

**Gesamtpunktzahl: 50**

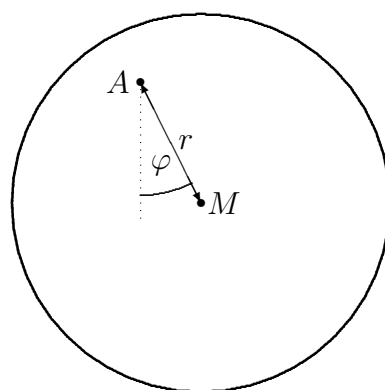
## Aufgabe 1 (Physikalisches Pendel – 18 Punkte):

Bei einem physikalischen Pendel ist eine zylindrische Scheibe mit Masse  $m$  und Radius  $R$  im Abstand  $r$  vom Scheibenmittelpunkt  $M$  an einer horizontalen Achse  $A$  drehbar aufgehängt, vgl. nebenstehende Abbildung.

Die Differentialgleichung für die freie ungedämpfte Schwingung lautet nach Linearisierung

$$\left(\frac{R^2}{2} + r^2\right)\ddot{\varphi} + gr\varphi = 0;$$

darin ist  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  die Erdbeschleunigung und  $\varphi$  der Auslenkwinkel.



### (a) Freie Schwingung ohne Dämpfung:

1. Berechnen Sie die Schwingungsperioden  $T$  für  $r = R/2$  und  $r = R$ .
2. Wie muß man  $r$  wählen, damit die Schwingungsperiode minimal wird? Wie groß ist diese minimale Schwingungsperiode  $T_{min}$ ?
3. Skizzieren Sie die Funktion  $f(r) = T(r)/T_{min}$  der auf  $T_{min}$  normierten Schwingungsperiode.

### (b) Freie gedämpfte Schwingung:

Durch viskose Reibung in den Lagern der Drehachse ist die entstehende Schwingung gedämpft. Auf welchen Bruchteil der Anfangsamplitude darf die Amplitude nach 5 Schwingungen höchstens zurückgegangen sein, damit für Berechnungen die Näherung der sehr schwachen Dämpfung (Dämpfungsgrad  $\vartheta \leq 0.1$ ) angewendet werden kann?

Sommersemester 2013	Blatt 2 von 3
Studiengänge: MBB, MAP	Sem. 3 und Wiederholer
Prüfungsfach: TM 2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummern: 3011, 3012
<b>Bitte beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!</b>	

### Aufgabe 2 (Mathematisches Pendel – 18 Punkte):

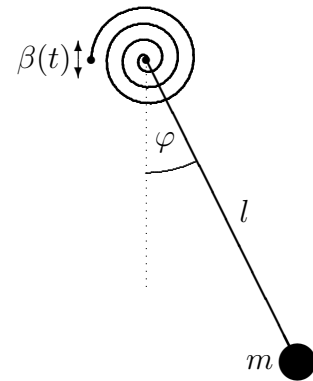
Das nebenstehend dargestellte mathematische Pendel mit Pendellänge  $l$  und Masse  $m$  wird über eine Torsionsfeder mit Drehfederkonstante  $k_D$  zu erzwungenen Schwingungen angeregt, indem am Federfußpunkt der Winkelausschlag

$$\beta(t) = \hat{\beta} \cos(\Omega t)$$

vorgegeben wird. Die Schwingungen sind aufgrund der Lagerreibung gedämpft; das Reibmoment beträgt

$$M_R = -d \cdot \dot{\varphi},$$

wobei  $d$  die Dämpferkonstante und  $\dot{\varphi}$  die Winkelgeschwindigkeit des Pendels bezeichnen.



- (a) Stellen Sie die Differentialgleichung für die erzwungenen Schwingungen auf. Linearisieren Sie die Differentialgleichung für kleine Winkelausschläge des Pendels und normieren Sie sie.
- (b) Geben Sie die Formeln für die Kreisfrequenzen der ungedämpften und gedämpften Schwingung an.
- (c) Die Vergrößerungsfunktion beträgt hier ( $\vartheta$  ist der Dämpfungsgrad und  $u = \Omega/\omega_0$  die normierte Erregerfrequenz)

$$V(u) = \frac{1}{\sqrt{(1-u^2)^2 + (2\vartheta u)^2}} \cdot \frac{k_D}{k_D + mgl}.$$

1. Woher kommt der Faktor  $k_D/(k_D + mgl)$  (in der Vorlesung hatten wir diesen Faktor nicht)?
  2. Wie groß muß das Verhältnis  $k_D/(mgl)$  sein, damit beim Dämpfungsgrad  $\vartheta = 0.05$  und Erregung mit  $\Omega = \omega_0$  die Amplitude der Schwingung gleich der Erregeramplitude ist?
- (d) Worauf muß man bei der Berechnung der erzwungenen Schwingung insbesondere in der Nähe der Resonanzfrequenz achten?

Sommersemester 2013	Blatt 3 von 3
Studiengänge: MBB, MAP	Sem. 3 und Wiederholer
Prüfungsfach: TM 2, Teil 2: Schwingungslehre	Fachnummern: 3011, 3012
<b>Bitte beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt!</b>	

**Aufgabe 3 (Wellenausbreitung – 14 Punkte):**

Eine Überlandleitung besitzt die Querschnittsfläche  $A = 2 \text{ cm}^2$ , die Dichte des Leitungsmaterials beträgt  $\rho = 4000 \text{ kg/m}^3$ ; der Abstand benachbarter Masten beträgt  $l = 100 \text{ m}$ .

- (a) Beim Stoß gegen einen Masten breitet sich auf der Leitung eine Welle aus. Sie benötigt  $t = 2 \text{ s}$ , um die benachbarten Masten zu erreichen.
1. Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit der Welle?
  2. Wie groß ist die Spannkraft des Seils?
- (b) Welche Leistung transportiert eine auf der Leitung laufende harmonische Welle, wenn der Scheitelwert der Schnelle  $\hat{v} = 1 \text{ m/s}$  beträgt?
- (c) Nun wird die Leitung durch den Wind zu Transversalschwingungen angeregt.
1. Mit welcher Frequenz und mit welcher Kreisfrequenz muss man anregen, damit die Grundschiwingung / die erste Oberschiwingung entsteht?
  2. Wie groß sind die Wellenzahlen der Grundschiwingung / der ersten Oberschiwingung?