

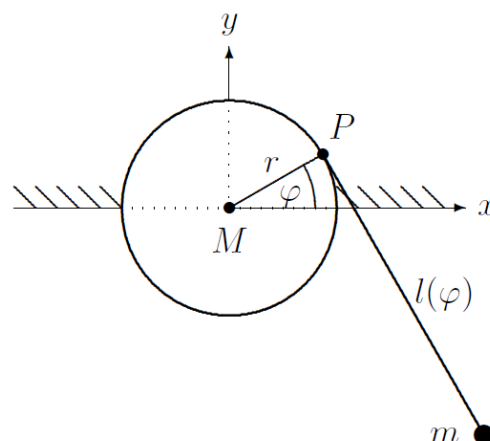
Wintersemester 2017/18	Blatt 1 (von 2)
Studiengang: MBB, MAP	Semester 3
Prüfungsfach: TM2, Teil: Technische Physik 1	Fachnummer: 1173001, 3012
Hilfsmittel: Manuskript, Literatur, Taschenrechner	Zeit: 50 Minuten

**Gesamtpunktzahl: 50**

**Aufgabe 1: Fadenpendel**

**(24 Punkte)**

Eine punktförmige Masse  $m$  hängt an einem Faden, der auf eine **unbewegliche** Rolle (Radius  $r$ ) gewickelt ist.  $\varphi$  bezeichnet den Winkel zwischen der Horizontalen und dem Radius  $\overline{MP}$ , wobei  $P$  der Berührungspunkt des Fadens mit der Rolle ist. In der Gleichgewichtslage des Pendels ( $\varphi = 0$ ) besitzt der senkrecht verlaufende Faden die Länge  $l_0$ .



- Wie groß ist der Abstand der Masse von  $P$ , wenn die Masse  $m$  um  $\varphi$  ausgelenkt ist?
- Wie lauten die Koordinaten  $(x_P, y_P)$  des Berührungspunkts  $P$  und  $(x, y)$  der Masse in Abhängigkeit von  $\varphi$ ?
- Berechnen Sie die Bahngeschwindigkeit  $v(t) = \sqrt{\dot{x}(t)^2 + \dot{y}(t)^2}$  der schwingenden Masse.
- Berechnen Sie die potenzielle und kinetische Energie der schwingenden Masse.
- Leiten Sie die Bewegungsgleichung für die Schwingungen her.  
*Hinweis: Hier empfiehlt sich der Lösungsweg über den Energieerhaltungssatz.*
- Welches einfachere System könnte man heranziehen, um das Ergebnis des vorigen Aufgabenteils zu kontrollieren?
- Unter welchen Bedingungen ist die Schwingung näherungsweise harmonisch?

**Aufgabe 2: Überlagerung von Schwingungen**

**(10 Punkte)**

- Eine Schwebung mit einer Frequenz von 440 Hz und einer Schwebungsdauer von 0,5 s soll erzeugt werden. Welche zwei Frequenzen müssen dafür überlagert werden?
- Durch Überlagerung harmonischer Schwingungen mit den nebenstehend angegebenen Frequenzen und Amplituden soll ein Klang erzeugt werden.

Zeichnen Sie das Amplitudenspektrum der entstehenden Schwingung. Geben Sie zusätzlich an, was die Grundfrequenz ist und welche Amplitude die dritte und vierte Oberschwingung haben.

$f / \text{Hz}$	$A / \text{mV}$
400	50
800	30
1600	10
2000	5

Wintersemester 2017/18	Blatt 2 (von 2)
Studiengang: MBB, MAP	Semester 3
Prüfungsfach: TM2, Teil: Technische Physik 1	Fachnummer: 1173001, 3012

- c) Nun sollen zwei Schwingungen gleicher Frequenz überlagert werden. Ermitteln Sie die Amplitude und Phase der Schwingung, die entsteht, wenn man folgende Schwingungen überlagert:

$$y_1(t) = \hat{y}_1 \cos(\omega t + \varphi_1); \hat{y}_1 = 50 \text{ mm}; \varphi_1 = 0^\circ$$

$$y_2(t) = \hat{y}_2 \cos(\omega t + \varphi_2); \hat{y}_2 = 100 \text{ mm}; \varphi_2 = 30^\circ$$

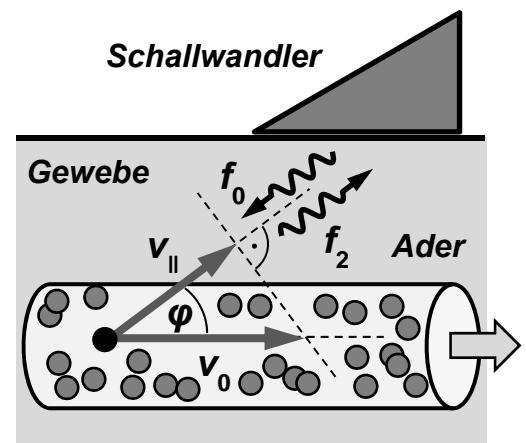
**Aufgabe 3: Dopplersonografie**

(16 Punkte)

Die Messung der Fließgeschwindigkeit  $v_0$  von Blut in Adern kann über den Dopplereffekt erfolgen. Dazu wird Ultraschall der Frequenz  $f_0$  unter dem Winkel  $\varphi$  eingestrahlt und die Frequenz  $f_2$  des von den im Blut mitbewegten Teilchen reflektierten Schalls gemessen (Skizze). Für die Differenz  $\Delta f$  gilt:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{f_2 - f_0}{f_0} = 2 \frac{v_0}{c} \cos \varphi$$

*Hinweis: Die Schallgeschwindigkeit  $c$  in Blut und umgebendem Gewebe sei gleich, Ultraschall breite sich als ebene harmonische Welle aus. Die Teilaufgaben d) bis f) sind unabhängig von a), b) und c) lösbar.*



- Für welche Werte von  $\varphi$  ist das Verfahren gut geeignet (Antwort bitte begründen)?
  - Wie hängt die  $\Delta f$  bestimmende Geschwindigkeitskomponente  $v_{||}$  von  $v_0$  ab?
  - Leiten Sie den Ausdruck für  $\Delta f / f_0$  her. Unter welcher Voraussetzung gilt die dabei gemachte Näherung?
- Mit der Methode soll der Blutfluss in einer Arterie überprüft werden. Messparameter: Winkel  $\varphi = 50^\circ$ ; Schallgeschwindigkeit  $c = 1540 \text{ m/s}$ , Ultraschallfrequenz  $f_0 = 5 \text{ MHz}$ .
- Welchen Wert haben Wellenzahl und Wellenlänge der eingestrahlteten Schallwelle?
  - Welche Frequenzverschiebung  $\Delta f$  ergibt sich für  $v_0 = 0,12 \text{ m/s}$ ?
  - Zur Messung wird Ultraschall der Intensität  $I_{\text{eff}} = 100 \text{ mW/cm}^2$  eingestrahlt. Wie groß ist die Schalldruckamplitude  $p_{\text{eff}}$  in dem die Ader umgebenden Gewebe der Dichte  $\rho_g = 0,95 \text{ g/cm}^3$ ?