

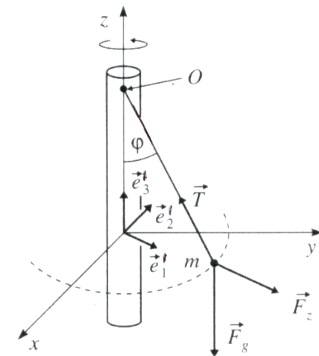
Prof. Dr. Harald Engel  
 Kilian Kuhla, Judith Lehnert, Benjamin Lingnau, Alejandro Torres Orjuela, Maximilian Schmitt,  
 Dr. Katrin Wolff, Maria Zeitz, Alexander Ziepeke

**3. Übungsblatt – Theoretische Physik I: Mechanik**

**Abgabe: Fr. 7.11.2014 bis 13:00 Uhr, Briefkasten ER-Gebäude**

**M Aufgabe 7:** *Kette an einem rotierenden Stab*

Ein vertikaler Stab rotiert mit konstanter Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ . Eine leichte, nicht dehnbare Kette der Länge  $l$  ist mit einem Ende am Punkt  $O$  des Stabes befestigt, während am anderen Ende die Masse  $m$  hängt. Auf die Masse  $m$  wirken die Schwerkraft  $\mathbf{F}_s$ , die Zentrifugalkraft  $\mathbf{F}_z$  und die Spannkraft  $\mathbf{T}$  der Kette.  $\mathbf{e}'_1, \mathbf{e}'_2, \mathbf{e}'_3$  sind die Einheitsvektoren eines mit dem Stab mitrotierenden rechtwinkligen Koordinatensystems.



- (a) Stellen Sie  $\mathbf{F}_z(\varphi)$  und  $\mathbf{T}(\varphi)$  im mitbewegten Koordinatensystem  $\Sigma'$  dar, wobei  $\varphi$  der Winkel zwischen Stab und Kette sei. Der Betrag  $T$  von  $\mathbf{T}$  bleibt dabei vorerst unbestimmt.
- (b) Welche Bedingung muss für die Summe der Kräfte im Gleichgewichtszustand gelten? Berechnen Sie mit Hilfe dieser Bedingung den Winkel  $\varphi_G$ , der sich im Gleichgewichtszustand zwischen Stab und Kette bildet. Welchen Betrag hat die Spannkraft im Gleichgewichtsfall?

**S Aufgabe 8 (7 Punkte):** *Freier Fall auf der rotierenden Erde (1+2+2.5+1.5=7 Punkte)*

Ein Massenpunkt bewegt sich auf der Nordhalbkugel bei der geographischen Breite  $\alpha$  nahe der Erdoberfläche. Die Winkelgeschwindigkeit der Erde sei  $\omega \underline{e}_z$ , der Erdradius sei  $R$ . Auf der Erdoberfläche wird ein kartesisches Koordinatensystem  $(x', y', z')$  angebracht, wobei die  $x'$ -Achse nach Osten, die  $y'$ -Achse nach Norden und die  $z'$ -Achse radial nach außen zeigen soll.

- (a) Drücken Sie  $\underline{e}_z$  mit Hilfe der geographischen Breite  $\alpha$  (oder des Polarwinkels  $\theta = \frac{\pi}{2} - \alpha$ ) und den Richtungen  $(\underline{e}'_x, \underline{e}'_y, \underline{e}'_z)$  aus.
- (b) Verwenden Sie Ihr Ergebnis aus (a), um die Bewegungsgleichungen für die Komponenten  $x', y'$  und  $z'$  aufzustellen. Vernachlässigen Sie dabei Terme der Ordnung  $\mathcal{O}(\omega^2)$ .
- (c) Ein zunächst ruhender Körper werde aus der Höhe  $h_0$  frei fallen gelassen. Lösen Sie die Bewegungsgleichungen unter der Voraussetzung, dass  $\dot{x}'(t)$  und  $\dot{y}'(t)$  während der Fallzeit klein bleiben. Das Ergebnis ist eine Ostabweichung (also in Richtung der  $x'$ -Achse), was scheinbar paradox ist, da die Erde sich bekanntlicherweise in Richtung Osten dreht. Erklären Sie dieses scheinbare Paradoxon (einige, wenige kurze Sätze genügen). Was würde beim Wurf nach oben passieren?
- (d) Berechnen Sie die Fallzeit  $t_F$  und die von der Erdrotation bewirkte Ostabweichung. Wo (in Äquatornähe oder in Polnähe) ist die Abweichung am größten?

3. Übung TPI WS 14

**S Aufgabe 9 (3 Punkte): Coriolisbeschleunigung**

Ein Fluss der Breite  $D$  fließt auf der Nordhalbkugel bei der geographischen Breite  $\alpha$  nach Norden. (Gehen Sie davon aus, dass  $D$  auf der Wasseroberfläche und nicht etwa auf dem Flussgrund gemessen wird.) Die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses beträgt  $v_0$ . Wieviel liegt das rechte Flussufer höher als das linke? Welche Höhe ergibt sich für  $D = 2\text{km}$ ,  $v_0 = 5\text{km/h}$  und  $\alpha = 45^\circ$ ? Bedenken Sie, dass sich die Wasserfläche senkrecht zur einwirkenden Kraft ausrichtet. Vernachlässigen Sie Terme der Ordnung  $\mathcal{O}(\omega^2)$ , wobei  $\omega = 7,2710^{-5}\text{s}^{-1}$  die Winkelgeschwindigkeit der Erde ist.

	Mo	Di	Mi	Do	Fr
08-10		EW 202 HE	EW 202 HE		
10-12		EW 731 MZ HL 102 AZ EW 733 JL		H 3013 KW	EW 731 MS
12-14			EW 731 KK		
14-16	EW 114 AZ	H 2033 ATO		HL 102 BL	
16-18		EW 229 ATO	EW 229 KK		

Sprechstunden			
HE	Prof. Dr. Harald Engel	Mi 14:30-16	EW 738
ATO	Alejandro Torres Orjuela	Di 12-13	EW 060
AZ	Alexander Ziepke	Fr 11-12	EW 060
BL	Benjamin Lingnau	Di 14-15	EW 629
JL	Judith Lehnert	Mo 15-16	ER 246
KK	Kilian Kuhla	Mi 14:46-15:45	EW 060
KW	Dr. Katrin Wolff	Mi 10-11	EW 277B
MS	Max Schmitt	Mo 12-13	EW 708
MZ	Maria Zeitz	Do 14-15	EW 702