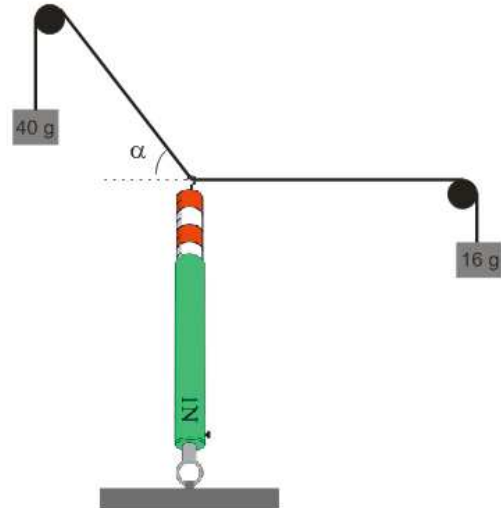


4. Übungsblatt zur VL
Einführung in die Klassische Mechanik und Wärmelehre
Modul P1a, 1. FS BPh
3. November 2009

Aufgabe 4.1: Statistisches Gleichgewicht

Wie im Bild rechts zu sehen, sind in einem Experiment zwei Gewichte mit (masselosen) Seilen über Rollen und eine am Boden verankerte Federwaage verbunden. Die rechte Rolle wird derart auf einer Höhe gehalten, dass im Gleichgewicht das rechte Seil waagrecht ausgerichtet ist.



- a) Berechnen sie den Winkel α für den Fall dass diese Anordnung sich im Gleichgewicht befindet.
- b) Welche Kraft wird dann von der Federwaage angezeigt?

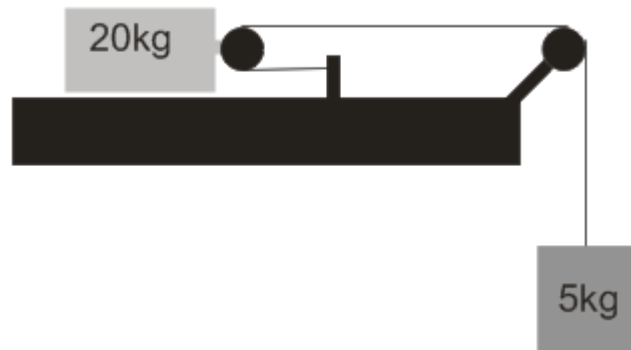
Aufgabe 4.2: Laborzentrifuge

Bei Ihrer Arbeit im Labor bekommen Sie die Aufgabe gestellt, eine wässrige Dispersion in einem Zentrifugalröhrchen zu sedimentieren. Ihre Verfahrensvorschrift hierzu gibt an, dass Sie die Dispersion einer Beschleunigung von $20g$ aussetzen müssen ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$). Auf Ihrer Laborzentrifuge befindet sich am Regelknopf für die Drehzahl lediglich eine Skalenangabe in Umdrehungen pro Minute. Glücklicherweise wissen Sie, dass sich der Massenschwerpunkt der $0,010 \text{ kg}$ schweren Probe in einem Abstand von 10 cm von der Drehachse Ihrer Zentrifuge befindet.

- a) Welche Winkelgeschwindigkeit benötigen Sie?
- b) Welche Drehzahl in Umdrehungen pro Minute müssen Sie auf der Laborzentrifuge einstellen?

Aufgabe 4.3: Flaschenzug

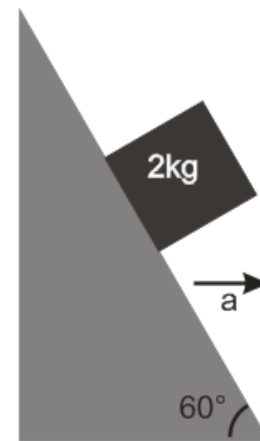
Ein 20-kg -Gewicht mit Flaschenzug ist reibungslos auf einer horizontalen Schiene angebracht. Es ist über ein masseloses Seil mit einem 5-kg -Gewicht verbunden. Berechnen Sie die Beschleunigung der beiden Gewichte.



Aufgabe 4.4: Beschleunigter Keil

Ein 2-kg-Gewicht liegt reibungslos auf einem sich bewegenden Keil. Der Keil hat eine Steigung von 60° . Er wird nach rechts beschleunigt und zwar derart, dass sich das Gewicht relativ zum Keil nicht bewegt.

- Berechnen sie die dazu nötige Beschleunigung a .
- Was passiert wenn man den Keil stärker beschleunigen würde?



Aufgabe 4.5: Schifahrer

Ein Schifahrer mit einer Masse von 40 kg fährt in gerader Linie eine reibungsfreie Piste hinunter, die einen Winkel von 10° mit der Horizontalen bildet, während ein starker Wind parallel zum Hang bläst. Bestimmen Sie den Betrag und die Richtung der Kraft, die der Wind auf den Schifahrer ausübt,

- wenn der Geschwindigkeitsbetrag des Schifahrers konstant ist, bzw.,
- wenn der Geschwindigkeitsbetrag des Schifahrers mit einer Rate von $1,0 \text{ m/s}^2$ zunimmt, und
- wenn der Geschwindigkeitsbetrag des Schifahrers mit einer Rate von $2,0 \text{ m/s}^2$ zunimmt.

Aufgabe 4.6: Affe und Bananenkiste

Ein Affe der Masse 10 kg klettert ein masseloses Seil hinauf, das reibungsfrei über den Ast eines Baumes läuft und am anderen Ende an einer auf dem Boden stehenden Kiste der Masse 15 kg befestigt ist.

- Wie groß muss der Betrag der Beschleunigung des Affen mindestens sein, damit er die Kiste vom Boden anheben kann?
- Nachdem er die Kiste angehoben hat, hört der Affe auf zu klettern und hält sich am Seil fest. Wie lauten dann der Betrag und die Richtung der Beschleunigung des Affen?
- Wie groß ist in b) die Zugspannung im Seil?

Aufgabe 4.7:

Stellen Sie die Gleichung für eine Gerade auf, die durch den Punkt P_0 geht mit dem Ortsvektor

$$\mathbf{r}_0 = x_0 \mathbf{e}_1 + y_0 \mathbf{e}_2 + z_0 \mathbf{e}_3$$

und zum Vektor

$$\mathbf{f} = a \mathbf{e}_1 + b \mathbf{e}_2 + c \mathbf{e}_3$$

parallel ist.

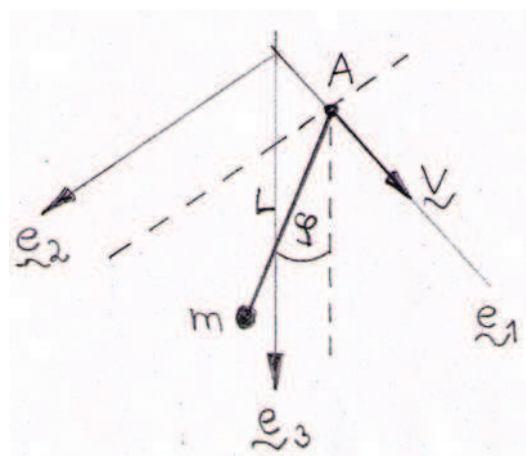
Aufgabe 4.8:

Berechnen Sie für die Bahnkurve

$$\mathbf{r}(t) = \ln(1+t^2) \mathbf{e}_1 + e^{-\sin t} \mathbf{e}_2 + \frac{1}{\cot t} \mathbf{e}_3$$

die Ausdrücke:

- $|\mathbf{r}(t)|$,
- $\dot{\mathbf{r}}(t)$; $|\dot{\mathbf{r}}(t)|$; $\frac{d}{dt}|\mathbf{r}(t)|$
- $\ddot{\mathbf{r}}(t)$; $|\ddot{\mathbf{r}}(t)|$; $\frac{d}{dt}|\dot{\mathbf{r}}(t)|$

Aufgabe 4.9:

Ein Massenpunkt m pendelt an einem Faden der Länge L , wobei sich der Aufhänger A mit konstanter Geschwindigkeit v (geradlinig gleichförmig) in \mathbf{e}_1 -Richtung bewegt. Das Pendel wurde senkrecht zur Bewegungsrichtung angestoßen, schwingt also in der $(\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3)$ -Ebene. Die momentane Auslenkung ist durch $\varphi(t) = \omega \cdot t$ ($\omega = \text{const}$) gegeben. Dabei befand sich der Aufhänger A zur Zeit $t = 0$ im Koordinatenursprung.

- Geben Sie die Bahnkurve $\mathbf{r}(t)$ des Massenpunktes an!
- Berechnen Sie die Bogenlänge $s(t)$, wobei $s(t=0) = 0$ sein soll!
- Bestimmen Sie den Tangenteneinheitsvektor $\hat{\mathbf{t}}(s)$!
- Berechnen Sie die Krümmung κ bzw. den Krümmungsradius ρ !
- Berechnen Sie den Normaleneinheitsvektor $\hat{\mathbf{n}}$.

Aufgabe 4.10:

Bei der Bewegung eines abstürzenden Erdsatelliten, der der Gravitationskraft und einer Reibungskraft unterliegt, ergebe sich die folgende ortsabhängige Beschleunigung:

$$\mathbf{a} = -\frac{\gamma}{r^2} \mathbf{e}_r - \alpha(r) \dot{\mathbf{r}} \quad ; \quad \alpha > 0$$

r : Abstand vom Erdmittelpunkt

- Welche Bestimmungsgleichungen erfüllen die Komponenten $a_r, a_\vartheta, a_\varphi$ der Beschleunigung in Kugelkoordinaten?
- Wie müssen $\alpha(r)$ und β gewählt werden, damit

$$\begin{aligned} r(t) &= r_0 (1 - \beta t)^{2/3} \\ \vartheta(t) &= -\vartheta_0 \ln(1 - \beta t)^{2/3} \quad ; \quad \vartheta_0 > 0 \\ \varphi(t) &\equiv \text{const} \end{aligned}$$

die Bestimmungsgleichungen lösen. Berechnen Sie die Bahnkurve $r = r(\vartheta)$.

- Berechnen Sie den Betrag $|\mathbf{v}|$ der Geschwindigkeit!

Aufgabe 4.11:

Ein physikalisches System rotiere um eine Achse durch den Koordinatenursprung mit der Winkelgeschwindigkeit

$$\boldsymbol{\omega} = (1, 2, 3)$$

- Welche Geschwindigkeit hat der Massenpunkt am Ort

$$\mathbf{r} = (3, 2, 1)?$$

- Wie ändert sich die Geschwindigkeit, wenn die Drehachse so parallel verschoben wird, dass der Nullpunkt nach $\mathbf{a} = (1, 1, 1)$ kommt?