Experimentalphysik I:

Abgabe am 19.11.2013

5. Übung

5.1 (8 Punkte)

Die Abbildung zeigt eine neu entwickelte Designerwanduhr. Allerdings sind sich die Designer nicht sicher, ob sie schon marktreif ist - eventuell könnte sie in einem labilen Gleichgewicht sein. Dies soll anhand der potentiellen Energie und der Gleichgewichtsbedingungen untersucht werden. Die Uhr mit der Masse m_U wird von zwei dünnen Drähten gehalten, die jeweils über eine reibungsfreie Rolle mit vernachlässigbarem Durchmesser laufen und jeweils mit einem Gegengewicht der Masse m_G verbunden sind.

a) Ermitteln Sie die potentielle Energie des Systems in Abhängigkeit von der Strecke y.

b) Geben Sie einen Ausdruck für die Strecke y an, bei der die potentielle Energie des Systems minimal ist.

c) Wenn die potentielle Energie des Systems minimal ist, dann ist das System im Gleichgewicht, d.h. die Summe aller Kräfte ist null. Beweisen Sie mit Hilfe des zweiten Newton'schen Axioms, dass dies für die in Teilaufgabe b) ermittelte Stecke y tatsächlich der Fall ist.

d) Schließlich die entscheidende Frage: Handelt es sich dabei um ein stabiles oder ein labiles Gleichgewicht?

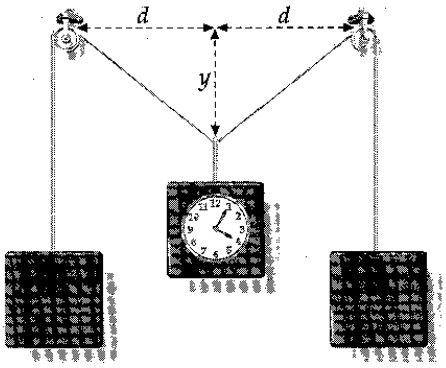

Abbildung 1: Aufgabe 5.1

5.2 (10 Punkte)

Ein Keil der Masse m_K liegt auf einer horizontalen, reibungsfreien Oberfläche. Auf die ebenfalls reibungsfreie geneigte Ebene des Keils wird ein kleiner Block der Masse m gelegt (siehe Abbildung 2). Während der Block von seiner Ausgangsposition bis zur horizontalen Ebene hinabgleitet, bewegt sich sein Massenmittelpunkt um die Strecke h nach unten.

a) Welche Geschwindigkeiten haben der Block und der Keil, sobald sie sich nicht mehr berühren?

b) Überprüfen Sie die Plausibilität Ihrer Berechnung anhand des Grenzfalls $m_\mathrm{K} \gg m$.

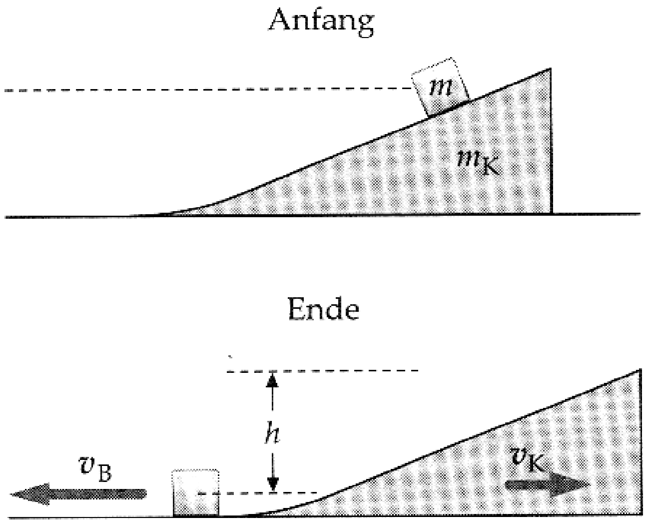

Abbildung 2: Aufgabe 5.2

5.3 **(7 Punkte)**

Ein Teilchen der Masse $m = 3\,\mathrm{kg}$ bewegt sich entlang einer Geraden $y = y_0 = 5\,\mathrm{m}$. Es hat eine Geschwindigkeit $v_0 = 10\,\mathrm{m/s}$. Bei $t = t_0$ befindet sich das Teilchen bei $(0,\, y_0)$. Berechnen Sie den Drehimpuls des Teilchens (als Vektor)

a) um den Ursprung,

b) um den Punkt $(0,\, y_1)$, wobei $y_1 = 20\,\mathrm{m}$.

c) Welches Drehmoment um den Ursprung wirkt auf das Teilchen?

d) Welches Drehmoment um den Ursprung würde wirken, wenn das Teilchen zwischen $x_0 = 0$ und $x_1 = 10\,\mathrm{m}$ eine konstante Verzögerung erfahren würde, derart, dass es bei x_1 zum Stehen kommt?

5.4 **(10 Punkte)**

Ein Erdsatellit bewegt sich auf einer Kreisbahn in der Höhe H über der Oberfläche der Erdkugel ($R_E = 6378\,\mathrm{km}$; $g = 9{,}81\,\mathrm{m/s^2}$).

a) Leiten Sie eine Formel für die Masse der Erde her!

b) Berechen Sie unter Verwendung dieser Angaben Umlaufdauer und Bahngeschwindigkeit des Satelliten für $H = 0\,\mathrm{km}$; $\mathrm{H = R_E}$ und $H = 10R_E$

c) Eine in $H = 0{,}05R_E$ Höhe fliegende Erdaußenstation verliert pro Tag 0,2 s von ihrer ursprünglichen Umlaufdauer. Berechnen Sie daraus die Höhenänderung der Station pro Flugtag. Verwenden Sie dazu z.B. die folgende Näherung: $(1 \pm x)^\alpha \approx 1 \pm \alpha x$. Der Abstieg erfolgt so langsam, dass wir in jedem Abstand von einer Kreisbahn ausgehen.