
2. Probeklausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. R. Kienberger

Wintersemester 2017/18

23. Januar 2018

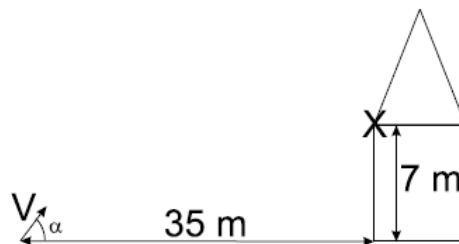
Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

Aufgabe 1 (4 Punkte)

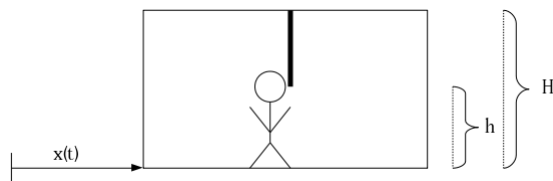
Im Januar diesen Jahres flog in Limbach-Oberfrohna ein Auto ins Dach der Stadtkirche. Der Fahrer war mit überhöhter Geschwindigkeit von der Straße abgekommen und eine Böschung hinaufgefahren. Wie schnell war das Auto im Moment des Abhebens, wenn man annimmt, dass es durch die Böschung einen Abflugwinkel $\alpha = 45^\circ$ erhielt? Das Auto steckte in 7 m Höhe über dem Erdboden (oberer Punkt der Böschung) im Kirchendach. Die Wand der Kirche ist 35 m vom Abhelepunkt des Autos an der Böschung entfernt. Der Luftwiderstand sei zu vernachlässigen und das Auto als Massepunkt zu betrachten.



Aufgabe 2 (15 Punkte)

Ein Mann der Masse $m = 80$ kg und der Höhe $h = 1,80$ m steht in einer Gondel ($H = 3$ m), an deren Decke ein Seil aufgehängt ist. Der Mensch hält sich nun an dem Seil fest und die Gondel setzt sich in x-Richtung in Bewegung. Die Bewegungsgleichung für die Gondel lautet $x(t) = x_0 + \frac{1}{2}a_S t^2$ mit $x_0 = 20$ m, $a_S = \frac{1}{5}g$.

- Wie groß ist der Auslenkwinkel des Seils gegenüber der Senkrechten, falls keine Reibung zwischen Boden und Füßen vorhanden ist? Erstellen Sie eine Zeichnung der wirkenden Kräfte und zeichnen Sie den Auslenkwinkel ein. Achten Sie auch auf die Länge der Kräfte.
- Nun soll die Reibung der Person mit dem Boden mitberücksichtigt werden. Der Mann bleibt am Ursprungsort stehen und zieht mit der Kraft $F_1 = g \cdot 5$ kg am Seil. Wie groß muss der



Reibungskoeffizient μ sein, damit er stehen bleiben kann? Fertigen Sie auch wieder eine Zeichnung der wirkenden Kräfte an.

(*Hinweis:* Die Scheinkraft greift am Schwerpunkt bei $h/2$ an, die Reibung an den Füßen des Mannes).

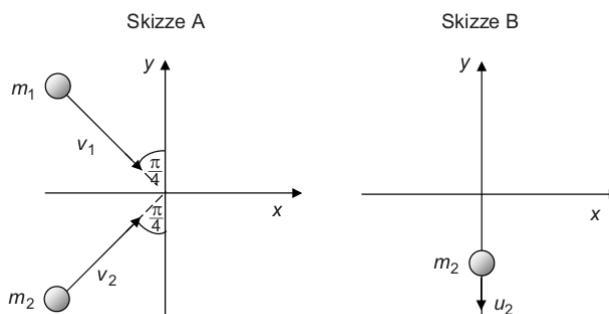
Aufgabe 3 (8 Punkte)

Ein zylindrisches Gefäß ist bis zur Höhe H mit Wasser gefüllt ($H = 2$ m). Es hat in der Höhe $h_1 = 40$ cm über dem Boden eine Öffnung, aus der waagrecht ein Wasserstrahl austritt.

- Welche Strecke s liegt der Auftreffpunkt P auf dem Boden vom Gefäß entfernt?
- In welcher Höhe h_2 muss man eine zweite Öffnung anbringen, damit sich beide Wasserstrahlen im Punkt P treffen?

Aufgabe 4 (16 Punkte)

Zwei Körper '1' und '2' gleicher Masse ($m_1 = m_2 = m$) stoßen in der gezeichneten Geometrie nach Skizze A zusammen. Vor dem Stoß sind die Beträge ihrer Geschwindigkeiten mit $v_1 = v_2 = v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ebenfalls gleich. Nach dem Stoßvorgang bewegt sich Körper '2' mit der Geschwindigkeit $u_2 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in der in Skizze B gezeichneten Richtung.



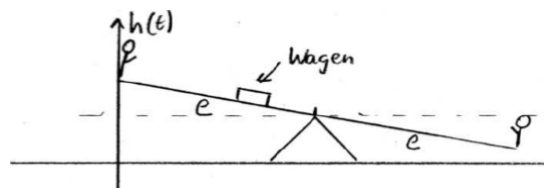
- Bestimmen Sie die Geschwindigkeit (Betrag und Richtung) u_1 des Körpers '1' nach dem Stoß.
- Wie ist der Stoßvorgang zu klassifizieren? Bestimmen Sie dazu die kinetischen Energien vor und nach dem Stoß. Wurden kinetische Energien in nicht-mechanische Energieformen umgesetzt oder wurde bei diesem Stoßprozess Energie zugeführt?

Aufgabe 5 (7 Punkte)

Ein Schwungrad, dessen Trägheitsmoment $\Theta = 200 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ beträgt, rotiert anfänglich mit 20 Umdrehungen pro Sekunde. Eine Minute nach Abschalten des Antriebs bleibt es stehen. Berechnen Sie das konstante bremsende Drehmoment. Wie groß ist die Winkelbeschleunigung während des Bremsvorgangs? Berechnen sie außerdem die Anzahl der Umdrehungen des Schwungrads, die es vom Moment des Abschaltens bis zu seinem Stillstand ausführt.

Aufgabe 6 (3 Punkte)

Ein Wagen fährt reibungsfrei auf dem Balken einer Wippe, auf der zwei Kinder sitzen. Wenn die Kinder wippen, fährt der Wagen hin und her. (*Hinweis: $h(t) = h_0 \sin \omega_0 \cdot t$ für das linke Kind*)



- (a) Geben Sie die Bewegungsgleichung des Wagens an.

Hinweis: Der Rest der Aufgabe geht nicht in die Bewertung ein, da hier eine Zentrifugalkraft wirkt und damit das Problem nicht sinnvoll lösbar ist.

- (b) Wo befindet sich der Wagen, wenn die Wippe gerade am Umkehrpunkt ist (eines der Kinder ist ganz oben)?
- (c) Nun wippen die Kinder gerade so, dass der Wagen den ganzen Wippbalken (Länge: $2l$) entlang fährt, ohne an eines der Kinder anzustoßen. Wie lautet der Zusammenhang zwischen der Wippfrequenz ω und der Wippamplitude h_0 ?

Mathematische Ergänzungen (11 Punkte)

Betrachten Sie einen homogenen Kreiskegel mit Radius R , Höhe h und Masse M .

- (a) Für jede Koordinate x_i des Schwerpunkts gilt mit dem Volumen des Kegels $V = \frac{1}{3}\pi R^2 h$

$$x_i = \frac{1}{V} \int z \, d^3x$$

Berechnen Sie die Koordinaten des Schwerpunkts, wenn der Kegel mit der Spitze im Ursprung senkrecht auf der x - y -Ebene liegt.

Hinweis: Benutzen Sie die Symmetrie, um das Problem zu vereinfachen.

- (b) Berechnen Sie explizit durch Integration in Zylinderkoordinaten das Trägheitsmoment des Kegels bezüglich einer Achse parallel zur Kreisfläche durch die Kegelspitze.

Zur Kontrolle: das Trägheitsmoment ist $I_K = \frac{3}{20} M(4h^2 + R^2)$.

- (c) Wie lautet das Trägheitsmoment des Kegels bezüglich einer Achse durch den Schwerpunkt bei $z = \frac{3}{4}h$ parallel zu der Kreisfläche?