
Nachklausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. R. Kienberger

Wintersemester 2017/18

27. März 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 (8 Punkte)

Ein Ball trifft mit der Geschwindigkeit \vec{v} (Betrag: $|v| = 35 \frac{\text{m}}{\text{s}}$) unter einem Winkel von $\alpha = -15^\circ$ auf dem Boden auf und wird ohne Energieverlust reflektiert.

- Welche Höhe Δz über den Boden erreicht der Ball maximal?
- Welche Strecke Δx parallel zum Erdboden legt der Ball zurück, bevor er das nächste Mal auf den Boden auftrifft?
- Unter welchem Winkel relativ zum Erdboden trifft er das nächste Mal auf?

Aufgabe 2 (8 Punkte)

Ein Karussell dreht sich mit 0,5 Umdrehungen pro Sekunde um eine Achse, die um $\alpha = 45^\circ$ gegenüber der Horizontalen geneigt ist. Die Fahrgäste befinden sich in einem Abstand von $R = 5 \text{ m}$ zur Drehachse.

- Berechnen Sie nur den Betrag der Zentrifugalkraft $|\vec{F}_Z|$, die auf einen Menschen der Masse $m = 65 \text{ kg}$ wirkt.
- Bestimmen Sie den gesamten Kraftvektor \vec{F}_{Ges} einschließlich der Gewichtskraft, der auf diesen Menschen in seinem Bezugssystem am höchsten Punkt der Drehbewegung wirkt. Wählen Sie hierzu ein rechtwinkliges Koordinatensystem, dessen z -Achse senkrecht zum Erdboden und y -Achse senkrecht zu \vec{F}_Z steht.
- An welcher Stelle der Drehbewegung ist $|\vec{F}_{Ges}|$ maximal? Fertigen Sie hierzu eine Skizze an.

Aufgabe 3 (6 Punkte)

Ein Schlitten fährt eine geneigte Ebene der Höhe H und dem Neigungswinkel α hinunter und gleitet dann weiter auf einer horizontalen Ebene. Der Gleitreibungskoeffizient habe auf der gesamten Strecke den konstanten Wert μ . Bestimmen Sie die Strecke s , die der Schlitten, in Abhängigkeit der Variablen, bis zum vollständigen Stillstand auf der horizontalen Ebene zurücklegt.

Aufgabe 4 (11 Punkte)

Ein übermütiger Cowboy möchte sich eine Saloontür mit einem Revolverschuss öffnen. Die Schwingtür (Masse M , Breite b) werde ganz am Rand, d.h. im Abstand b vom Scharnier, getroffen und die Kugel (Masse m , Geschwindigkeit v) bleibe stecken.

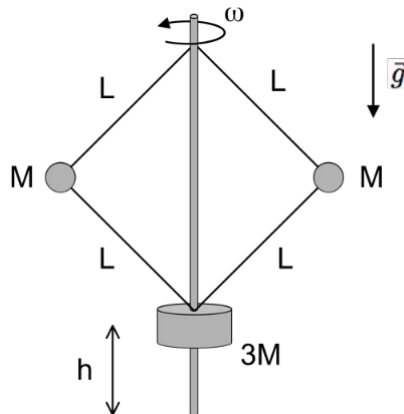
- (a) Bestimmen Sie das Trägheitsmoment der Tür (homogener Quader) bezüglich der Drehachse (Ergebnis: $\frac{Mb^2}{3}$).
- (b) Leiten Sie einen Ausdruck für die Winkelgeschwindigkeit ω her, mit der die Tür unmittelbar nach dem Einschlag aufschwingt.
- (c) Um wie viel Grad öffnet sich die Tür maximal bei einer Winkelrichtgröße D^* (Rotationsfederkonstante) der Scharnierfeder?

Zahlenwerte: $M = 10 \text{ kg}$, $b = 0,6 \text{ m}$, $m = 10 \text{ g}$, $v = 500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $D^* = 1,2 \text{ Nm}$

Aufgabe 5 (12 Punkte)

Ein Fliehkraftregler ist ein Bauteil, das häufig in Dampfmaschinen zur Regulierung der Drehzahl verwendet wird. Ein Fliehkraftregler besteht aus einer rotierenden Achse, die über masselose Stangen der Länge L mit zwei Scharnieren der Masse M verbunden ist (siehe Abbildung). Am unteren Ende der Achse sind die Stangen mit einem Block der Masse $3M$ verbunden. Dieser Block kann auf der Achse nach oben und unten gleiten. Die Achse rotiere mit einer konstanten Winkelgeschwindigkeit ω .

Bestimmen Sie die Höhe des Blocks über seiner Ruheposition (die Position, die er besitzt, falls der Regler nicht rotiert) in Abhängigkeit der Rotationsgeschwindigkeit ω . Machen Sie dazu drei Zeichnungen der Käfte, die auf die drei Massen wirken. Stellen Sie danach Bewegungsgleichungen für die Massen auf. Beachten Sie die Symmetrie der Situation. Die Scharniere können sich in zwei Dimensionen bewegen.



Aufgabe 6 (8 Punkte)

Das Wrack eines (luftgefüllten) U-Bootes mit Volumen $V = 40 \text{ m}^3$ und Gesamtmasse $m = 60000 \text{ kg}$ soll vom Grund des Meeres (Wassertiefe: 80 m) hochgehoben werden. Dazu werden zwei Stahlseile jeweils mit Länge $L = 90 \text{ m}$ und Radius $r = 2 \text{ cm}$ (entspannter Zustand) am U-Boot befestigt, die dann von zwei Kränen langsam nach oben gezogen werden.

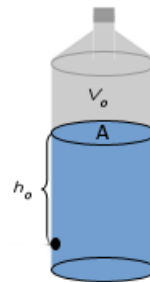
- (a) Welche Zugspannung σ muss mind. auf ein Stahlseil wirken, während es das U-Boot hochhebt?
- (b) Wie groß ist die Dehnung der Stahlseile während des Hochhebens?
- (c) Welchen Radius hat ein Stahlseil während des Hochhebens? Die Länge und der Radius des Seils sind mit einer Genauigkeit von 10^{-5} angegeben.

Stahl: E-modul $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$, Poissonzahl: $\mu = 0,3$, Dichte von Wasser: $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Aufgabe 7 (8 Punkte)

Eine Flasche mit Querschnittsfläche $A = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ enthält Wasser unter Atmosphärendruck (1 atm). Die Flasche wird luftdicht versiegelt, wobei ein Luftvolumen von $V_0 = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ eingeschlossen wird. Nun wird die Flasche auf die Zugspitze gebracht, wo der Luftdruck nur noch $0,88 \text{ atm}$ beträgt. In die Seite der Flasche wird dort im Abstand $h_0 = 10 \text{ cm}$ unter der Wasseroberfläche ein Loch gebort. *Hinweis:* $1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

- (a) Wie hoch ist die Ausströmgeschwindigkeit des Wassers durch das Loch unmittelbar nachdem das Loch in die Flasche gebohrt wurde?
- (b) Wie hoch ist der Luftdruck in der Flasche? Geben Sie das Ergebnis als Funktion der Höhe h des Wasserspiegels über dem Loch an. Hinweis: Für ein ideales Gas gilt: $p \cdot V = \text{konst.}$
- (c) Wie hoch ist die Ausströmgeschwindigkeit des Wassers durch das Loch als Funktion der Höhe h des Wasserspiegels über dem Loch?



Mathematische Ergänzung (12 Punkte)

Ein waagrecht fliegendes Projektil mit Masse m dringe mit Geschwindigkeit v_0 in ein mit Flüssigkeit gefülltes Gefäß ein, in dem eine Reibungskraft wirkt, die entweder proportional zum Betrag der Geschwindigkeit v ist (Stokes-Reibung) oder proportional zum Quadrat der Geschwindigkeit v^2 ist (Newton-Reibung).

- (a) Stellen Sie in beiden Fällen die Bewegungsgleichung auf und bestimmen daraus eine Differentialgleichung für v .
- (b) Lösen Sie jeweils die Differentialgleichung für v .
- (c) Wie weit dringt das Projektil jeweils maximal in das Gefäß ein?