Nachklausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. R. Kienberger
Wintersemester 2018/19
17. April 2019

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)

Bei der Vierschanzentournee gleitet ein Skispringer (Masse 70 kg) reibungsfrei die Anlaufspur der Sprungschanze hinunter, wobei sich sein Startpunkt 30 m über der Absprungkante befindet.

(a) Wie groß ist seine Absprunggeschwindigkeit an der Absprungkante?

(b) Der 5 m hohe Schanzentisch hat eine horizontale Absprungfläche. Der Springer landet schließlich auf dem geneigten Absprunghügel der Schanze an einem Punkt, der 25 m vertikal tiefer liegt als der Fußpunkt des Schanzentisches. Fertigen Sie eine Skizze der Bewegungssituation an.
Wie lange ist der Springer in der Luft und wie groß ist die horizontale Sprungweite?

(c) Nach der Landung habe der Springer noch eine Geschwindigkeit von konstanten 36 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, mit der er den restlichen Aufsprunghügel hinunterfährt. Dabei übersieht er einen Fotoreporter (Masse 110 kg), der im Weg steht und mit dem er vollständig inelastisch zusammenstößt. Mit welcher Geschwindigkeit bewegen sich Springer und Reporter nach dem Zusammenstoß weiter?

Aufgabe 2 (12 Punkte)

In Garching wird eine Kugel auf 100 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ beschleunigt und unter einem Winkel von $\alpha = 30°$ zur Horizontalen nach oben abgeschossen.

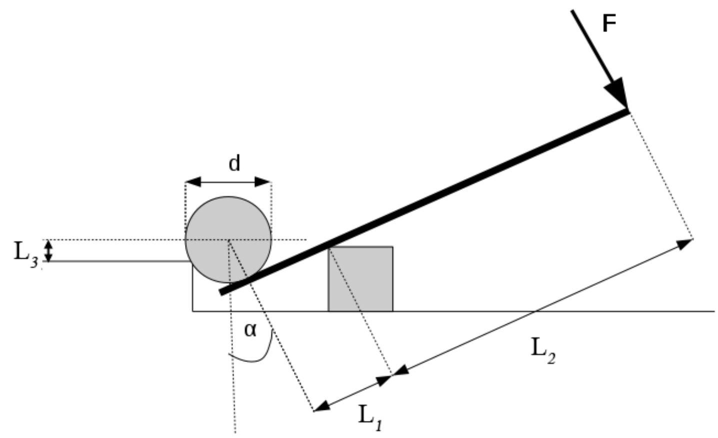
(a) Stellen sie eine mathematische Beschreibung der Bewegung auf.

(b) Berechnen Sie welche maximale Höhe, Flugweite und Flugzeit die Kugel hat?

(c) Die Kugel fliege anfangs genau nach Norden. Verwenden Sie als Geschwindigkeit $\bar{v}$ die horizontale Komponente der Geschwindigkeit aus Teil a) (Ersatzwert $\bar{v}$: 90 m/s).
Um welchen Versatz weicht der Aufschlagpunkt von der geraden Linie nach Norden ab? (Garching befindet sich auf $48,3°$ nördlicher Breite)

Aufgabe 3 (12 Punkte)

Zwei Arbeiter heben mit einer Brechstange einen Zylinder auf einen Absatz hinauf. Die Gewichtskraft des Zylinders beträgt 3,6 kN, die Abstände $L_1 = 110$ mm, $L_2 = 1340$ mm, $L_3 = 30$ mm, $d = 120$ mm und der Winkel $\alpha = 30°$. Ermitteln Sie für die gezeichnete Stellung



(a) die Kraft F_A, mit der sich der Zylinder an der Absatzkante abstützt,

(b) die Kraft F_B, mit der der Zylinder auf die Brechstange drückt,

(c) die Kraft F, die der Arbeiter am Ende der Brechstange aufbringen muss, (Ersatzwert: $F_B = 3$kN)

(d) die Kraft F_C an der Auflagestelle der Stange auf der Kante des untergelegten Balkens,

(e) die Komponenten der Kraft $F_{C,x}$ (waagrecht) und $F_{C,y}$ (rechtwinklig) der Kraft F_C.

Aufgabe 4 (5 Punkte)

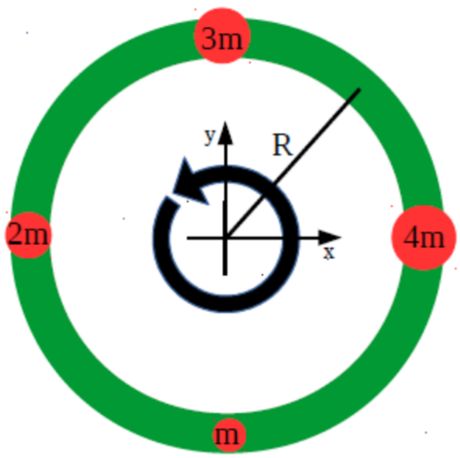
Wir schreiben das Jahr 2020. Die erste bemannte Marssonde befindet sich im Landeanflug. Aufgrund eines Missverständnises landet die Besatzung nicht auf dem Mars selbst, sondern auf dem Marsmond Deimos. Die Gravitation auf Deimos ist ziemlich schwach, denn die Masse beträgt nur $2 \cdot 10^{14}$ kg bei einem Durchmesser von $d = 13$ km. Mit den Worten „Dies ist ein großer Schritt für die Menschheit...“springt der erste Astronaut horizontal aus dem Raumschiff. Zu seiner großen Überraschung landet er nicht auf dem Boden, sondern beginnt eine Umrundung des Marsmondes.

(a) Wie lange dauert es, bis der Astronaut den Mond Deimos umrundet hat und zum Raumschiff zurückkehrt? Nehmen Sie an, dass der Astronaut auf einer Kreisbahn wenige Meter über der Mondoberfläche bewegt und Deimos kugelförmig ist. Beim Absprung habe er lediglich eine Horizontalgeschwindigkeit.

(b) Welche Horizontalgeschwindigkeit hatte der Astronaut? Geben Sie das Ergebnis in $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ an.

Aufgabe 5 (9 Punkte)

Auf einem masselosen Adventskranz (Radius R) seien 4 punktförmige Kerzen der Massen $m, 2m, 3m$ und $4m$ (für die passende Brenndauer) gemäß der Abbildung befestigt.



(a) Der Kranz befindet sich in Ruhe. Wo befindet sich der Schwerpunkt des Massensystems?

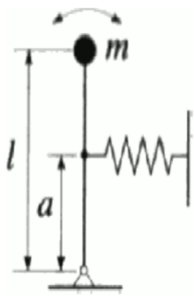
(b) Welches Trägheitsmoment ergibt sich für eine Drehung um den Kranzmittelpunkt mit Drehachse senkrecht zur Kranzebene?

(c) Welches Trägheitsmoment hat der Kranz bei einer Drehung um seinen Schwerpunkt?

(d) Vergleichen Sie die Ergebnisse von Aufgabe b) und c) mit Hilfe des Satz von Steiner.

Aufgabe 6 (7 Punkte)

Betrachten Sie das Pendel im unten stehenden Bild. Ein senkrecht stehender drehbar gelagerter Stab (Länge $l = 16$ cm, sehr dünn) mit der Punktmasse $m = 200$ g am oberen Stabende wird im Abstand a vom Drehpunkt von einer Feder (Federkonstante $k = 100\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$) gehalten. Es wirkt die Schwerkraft.



(a) Stellen Sie die Bewegungsgleichung für den Auslenkwinkel φ des Stabes auf (ohne sie zu lösen). Betrachten Sie kleine Auslenkungen, d.h. verwenden Sie $\sin\varphi \approx \varphi$.

(b) Wie groß muss a mindestens sein, damit der Stab (bei kleiner Auslenkung) eine harmonische Schwingung ausführt?

Aufgabe 7 (8 Punkte)

In der Antarktis gibt es einen Antarktis-Park, ein beliebter Zeitvertreib für Pinguine. Eine besondere Attraktion ist eine scheibenförmige Eisscholle (Fläche A, Eisdicke D, Eisdichte ρ_E), die im Meer schwimmt (Wasserdichte ρ_W).

(a) Welcher Anteil der Eisdicke D befindet sich oberhalb der Wasseroberfläche?

(b) Mit größtem Vergnügen springen Pinguine auf der Eischolle so auf und ab, dass die Scholle anfängt zu schwingen. Mit welcher Periode T müssten die Pinguine springen, um die Scholle in der Resonanzfrequenz anzuregen (Masse der Pinguine und Reibung werden vernachlässigt)?

(c) Wie groß müsste die Gesamtmasse der Pinguine auf der Eisscholle sein, damit ihr Gewicht die Scholle völlig untertaucht? (Wir nehmen an, dass sie nicht mehr springen.)

(d) Aufgrund der globalen Erwärmung schmilzt die Eisscholle vollständig. Wie ändert sich dadurch der Wasserspiegel des Meeres? Begründen Sie Ihre Antwort durch Rechnung. Die Temperatur des Meerwassers wird als unverändert angenommen. Die Pinguine werden für diesen Teil der Aufgabe nicht berücksichtigt. Sie haben sich längst aus dem Staub (aus dem Schnee?) gemacht.

Aufgabe 8 (11 Punkte)

Betrachten Sie ein Teilchen mit einem Korrekturterm dritter Ordnung.

$$m\gamma\dddot{x} + m\ddot{x} - \kappa x = 0$$

Betrachten Sie den Fall $\gamma = \frac{1}{\omega}$, wobei $\omega^2 = \frac{\kappa}{2m}$ ist.

(a) Zeigen Sie, dass die Differentialgleichung auf die Form

$$\dddot{x} + \omega\ddot{x} - 2\omega^3 x = 0$$

gebracht werden kann

(b) Bestimmen Sie die allgemeine Lösung der Differentialgleichung und begründen Sie an Hand der allgemeinen Lösung, welches Verhalten für große Zeiten erwartet wird.

(c) Lösen Sie die Differentalgleichung für die Anfangswerte $x(0) = x_0$, $\dot{x}(0) = -x_0\omega$ und $\ddot{x}(0) = 0$.