1. Probeklausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. C. Back
Wintersemester 2021/22
30. November 2021

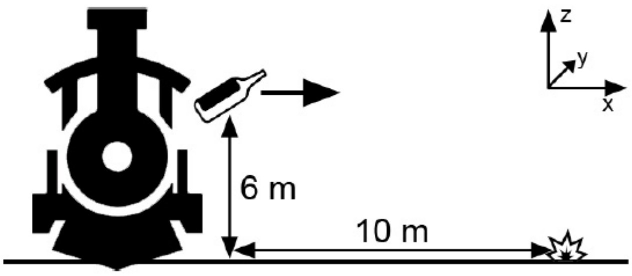
Zugelassene Hilfsmittel:

- 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 (7 Punkte)

Nach einem Fußballspiel fährt ein angetrunkener Fan mit dem Zug nach Hause. Er wirft seine Bierflasche rechtwinklig und horizontal aus dem fahrenden Zug. Die Flasche fällt auf eine 6m tiefer gelegene Wiese. Sie schlägt 24m vom Abwurfpunkt (in der x-y-Ebene), sowie 10m von den Gleisen entfernt auf. *Hinweis:* Der Zug fährt in y-Richtung, der Boden ist die x-y-Ebene, die Höhe ist die z-Richtung.



(a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit des fahrenden Zuges v_y (Ersatzlösung: 80 km/h).

(b) die Abwurfgeschwindigkeit mit der der Fan die Flasche aus dem Fenster wirft (Ersatzösung: 10 m/s)

(c) den Gesamtbetrag der Auftreffgeschwindigkeit der Flasche am Boden

Aufgabe 2 (13 Punkte)

Die Fußballspielerin Andrea Abseits ist im Strafraum gefoult worden und darf einen Elfmeter schießen. Sie möchte den Ball genau ins linke obere Eck platzieren.Dabei befindet sie sich in 11m Entferung mittig vor dem Tor, welches die Maße $2,44\,\mathrm{m}$ auf $7,32\,\mathrm{m}$ hat.
Unter der Annahme, dass der Ball den **höchsten Punkt** seiner Bahn genau an der Ecke des Tores erreicht:

(a) Wie lang hat der Torwart Zeit zu reagieren, wenn er 0,2s braucht, um sich in Position zu bringen?

(b) Mit welcher absoluten Geschwindigkeit muss der Ball gespielt werden (Ersatzergebnis: $v_0 = 20\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$)?

(c) Unter welchen Winkeln (horizontal und vertikal) muss der Ball gespielt werden?

(d) Mit welcher Geschwindigkeit und unter welchem Anstiegswinkel muss der Ball gespielt werden, damit der Torwart nur 0,3s Zeit hat zu reagieren. Der Ball treffe wieder ins Eck, braucht aber dort nicht den höchsten Bahnpunkt erreichen.

Aufgabe 3 (15 Punkte)

Ein Stein der Masse $m = 0,2$kg wird an einer $0,5$m langen Schnur mit 2 Umdrehungen pro Sekunde in $h = 2$m Höhe (Aufhängungspunkt) in einer horizontalen Kreisbahn herumgeschleudert. Die **Schwerkraft** ist zu vernachlässigen.

(a) Wie groß ist die kinetische Energie des Steins?

(b) Welche Kraft muss man aufbringen, um den Stein an der Schnur zu halten?

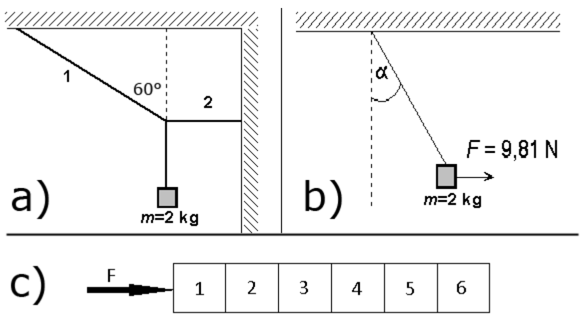
(c) Bei welcher Umdrehungsfrequenz würde die Schnur reißen, wenn sie 100N aushält bevor sie reißt?

(d) Wie weit würde er dann fliegen?

(e) Wie ändern sich die Ergebnisse der ersten vier Teilaufgaben bei Berücksichtigung der Schwerkraft? (8 Punkte)

Hinweis zu (e): Bestimmen Sie die Änderung des Radius der Kreisbahn.

Aufgabe 4 (11 Punkte)



(a) Eine Masse m=2 kg wird durch 3 Seilstücke gehalten (Bild a). Wie groß ist die Spannung im Seilstück 2?

(b) Ein Körper der Masse m=2kg hängt an einem masselosen Seil an der Decke. Eine horizontale Kraft von 9,81N zieht ihn in eine Gleichgewichtslage (Bild b). Wie groß ist der Winkel α zwischen Seil und der Senkrechten, wenn sich die Anordnung auf dem Mars befindet? [Marsdurchmesser: $d = 6772,4$ km, Dichte: 3,933 $\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{s}^2}$]

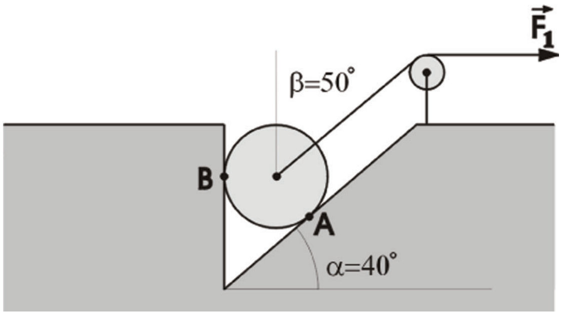
(c) Sechs gleiche Würfel mit der Masse 1kg liegen auf einem ebenen glatten Tisch. Eine konstante Kraft F=1N wirkt auf den ersten Würfel in Richtung des eingezeichneten Vektors (Bild c). Geben sie die Größe der resultierenden Kraft F_i an, die jeweils auf einen Würfel wirkt. Welche Kraft $F_{4,5}$ übt außerdem der Würfel 4 auf Würfel 5 aus?

Aufgabe 5 (7 Punkte)

Eine Walze mit der Masse 500 kg liegt in einem Graben zwischen einer senkrechten Wand und einer schrägen Böschung. An der Walze ist ein Seil befestigt, über das über eine Führungsrolle die Zugkraft $\vec{F}_1$ angreift.

(a) Zeichnen sie ein Kräftediagramm mit der auf die Walze wirkenden Kräfte und beschriften Sie ihr Diagramm.

(b) Berechnen Sie wie groß die Normalkräfte an den Punkten A und B sind, wenn $F_1 = 1000$ N ist? ($\alpha = 40°$, $\beta = 50°$)



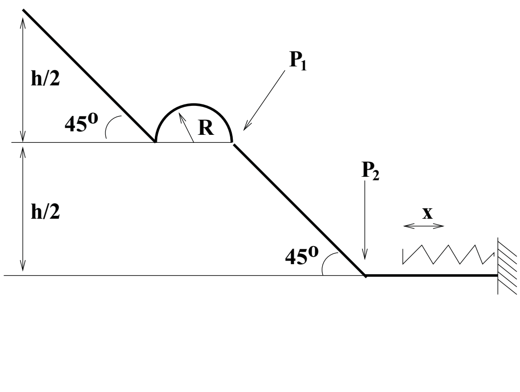
Aufgabe 6 (7 Punkte)

Ein punktförmiger Schlitten mit Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 0$m/s und totaler Masse $m_1 = 1000$kg gleitet reibungsfrei einen Hang der Steigung $\phi = 45°$ hinunter. Auf halber Höhe $\frac{h}{2}$ fährt er über eine halbkreisförmige Bodenwelle mit Radius $R = 10$m.

(a) Der Schlitten startet in der Höhe h. Es stellt sich heraus, dass er am höchsten Punkt der Bodenwelle den Bodenkontakt gerade nicht verliert. Berechnen Sie daraus die Starthöhe h (Ersatzergebnis: $h = 35$m).

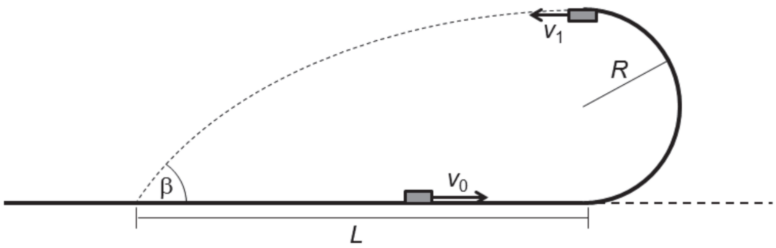
(b) Am Ende des Hügels befindet sich auf horizontaler Ebene eine ideale Feder mit Federkonstanten $k = 6000$N/m. Um welche Strecke x wird die Feder maximal zusammengedrückt, wenn der Schlitten in der Höhe h gestartet ist?

(c) Welche maximale Höhe h_1 erreicht der Schlitten, wenn er von der Feder zurückkatapultiert wird?



Aufgabe 7 (10 Punkte)

Ein Schlitten tritt in einen halben Looping mit Radius $R = 10$ m ein, worin er reibungslos gleitet.



(a) Wie groß muss die Anfangsgeschwindigkeit v_0 mindestens sein, damit der Wagen den obersten Punkt des Loopings überhaupt erreichen kann, ohne vorher abzustürzen?

(b) Mit welcher Geschwindigkeit v_1 tritt der Wagen aus dem halben Looping aus, wenn die Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 25$ m/s beträgt?

(c) In welcher Entfernung L trifft der nach dem Austritt aus dem Looping frei fallende Schlitten für die unter (b) gegebenen Anfangsgeschwindigkeit 25 m/s auf dem Boden auf?

(d) Unter welchem Winkel β trifft der fallende Schlitten für die unter (b) gegebenen Anfangsgeschwindigkeit v_0 auf dem Boden auf?

Aufgabe 8 (6 Punkte)

Betrachten Sie den harmonischen Oszillator mit $V(x) = \frac{1}{2}kx^2$, der entlang der x-Achse zwischen x_{min} und x_{max} schwingt.

Die Schwingungsdauer eines beliebigen Oszillators der Masse m im Potenzial $V(x)$ ist durch das folgende Integral gegeben:

$$T = 2\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \frac{1}{\sqrt{\frac{2}{m}(E - V(x))}}\,\mathrm{d}x,$$

wobei E die Gesamtenergie und ist $x_{\min}$ und $x_{\max}$ die minimale und maximale Auslenkung sind.

(a) Bestimmen Sie die Grenzen der Integration aus $E = V(x_{\min}) = V(x_{\max})$.

(b) Bestätigen Sie durch explizite Integration, dass $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.