Klausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. C. Back

Wintersemester 2021/22

16. Februar 2022

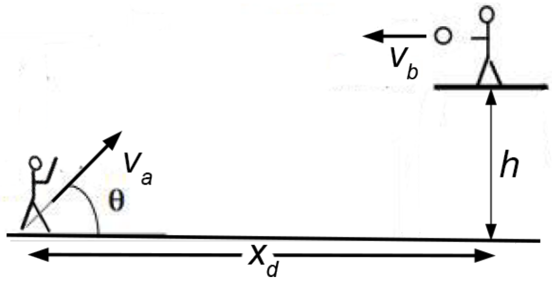
Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Die Bearbeitungszeit beträgt 120 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

Aufgabe 1 (10 Punkte)

Eine Zirkusakrobatin wird mit der Geschwindigkeit $|v_a| = 15\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ in einem Winkel von $\theta = 40°$ nach oben geschossen. In einem horizontalen Abstand von $x_d = 20\,\text{m}$ steht ihr Partner auf einer Plattform der Höhe h. Genau in dem Moment, in dem die Akrobatin nach oben geschossen wird, wirft ihr Partner einen Ball horizontal mit einer Geschwindigkeit von $|v_b| = 5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ in ihre Richtung.



(a) Schreiben Sie die Gleichungen für die Positionen der Akrobatin und des Balls als Funktion der Zeit auf. Seien Sie dabei konsistent in Ihrer Wahl des Ursprungs.

(b) Bestimmen Sie den Zeitpunkt, an dem die Akrobatin und der Ball dieselbe horizontale Position haben.

(c) Bestimmen Sie die Höhe h die die Plattform haben muss damit das Kunststück funktioniert. Nehmen Sie hierfür an, dass die Akrobatin und der Ball sich auf der selben Höhe befinden müssen.

(d) Bestimmen Sie die den Betrag der Relativgeschwindigkeit von Ball und Akrobatin in dem Moment, in dem sie den Ball fängt.

Aufgabe 2 (12 Punkte)

Eine 3 kg schwere Masse ist mit einer Feder verbunden. Die Schwingungsdauer T beträgt 0.4 s. Zum Zeitpunkt $t = 0$ besitzt die Masse eine Geschwindigkeit von $v_0 = 3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ in Richtung ihrer Gleichgewichtsposition und ihre Auslenkung gegenüber der Gleichgewichtsposition ist $x_0 = 0.1\,\text{m}$.

(a) Stellen Sie die Lösung der Bewegungsleichung $x(t)$ auf und bestimmen Sie alle Konstanten.

(b) Wann wird die Masse zum ersten Mal ihre Gleichgewichtsposition durchkreuzen? Bestimmten Sie an diesem Zeitpunkt die

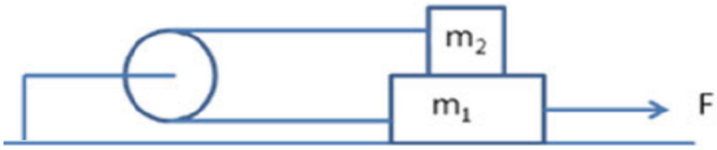
- Geschwindigkeit
- Beschleunigung
- kinetische Energie
- potentielle Energie

Aufgabe 3 (9 Punkte)

Zwei Blöcke mit den Massen m_1 und m_2 sind durch ein Seil verbunden, das um eine reibungslose Rolle läuft. Es wirkt die Gravitation. Der Reibungskoeffizient μ wirkt zwischen den beiden Blöcken **und** zwischen dem unteren Block und dem Boden. An m_1 greife eine horizontal wirkende Kraft F an.

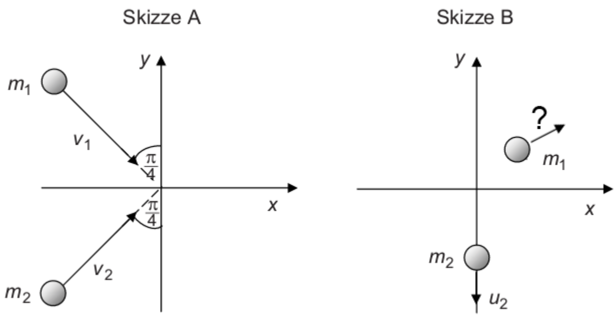
(a) Fertigen Sie zwei Zeichnungen (für jede Masse eine) mit den auf die Massen wirkenden Kräften an.

(b) Stellen Sie die Bewegungsgleichungen für beide Massen auf. Bestimmen Sie die Beschleunigung a von m_1 (in Abhängigkeit von F, μ und den Massen).



Aufgabe 4 (8 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 $v_1 = v_2 = v = 10\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ ebenfalls gleich. Nach dem Stoßvorgang bewegt sich Körper '2' mit der Geschwindigkeit $u_2 = 5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ in der in Skizze B gezeichneten Richtung. Bestimmen Sie die Geschwindigkeit (Betrag



und Richtung) u_1 des Körpers '1' nach dem Stoß.

Aufgabe 5 (9 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?

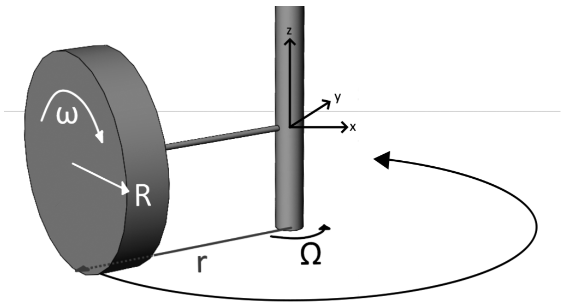
(b) Wie groß müsste die Gesamtmasse der Pinguine auf der Eisscholle sein, damit ihr Gewicht die Scholle völlig untertaucht?

(c) 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?

(d) Aufgrund der globalen Erwärmung schmilzt die Eisscholle. Wie ändert sich dadurch der Wasserspiegel des Meeres? Begründen Sie Ihre Antwort. 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 6 (10 Punkte)

Ein Mühlstein (Scheibe, Masse M, Radius R) rollt in einer Ebene an einer Stange der Länge r auf einer Kreisbahn. Der Stein durchläuft eine gesamte Kreisbahn in der Zeit T.



(a) Berechnen Sie die Kreisfrequenz ω, mit der der Mühlstein um seinen Schwerpunkt rotiert. Zeigen Sie, dass gilt: $\omega = \frac{2\pi}{T}\frac{r}{R}$.

(b) Welchen Drehimpuls hat der Mühlstein (Θ_{para} wenn Drehachse $\parallel$ Symmetrieachse $\frac{1}{2}MR^2$, Θ_{quer} wenn Drehachse $\perp$ Symmetrieachse $\frac{1}{4}MR^2$) bei seiner Bewegung auf der Kreisbahn? Nehmen Sie im ersten Fall an, dass der Mühlstein nur mit Ω rotiert, aber **nicht** mit ω. Geben Sie den Betrag und die Richtung an.

(c) Berechnen Sie jetzt den Drehimpuls, wenn sich der Mühlstein mit Ω und ω dreht. Geben Sie diesen vektoriell an, in Abhängigkeit der in der Aufgabenstellung gegebenen Größen sowie der Position des Rades.

Aufgabe 7 (9 Punkte)

Jemand springt in ein Wasserbecken und erzeugt zur Zeit $t = 0\,\text{s}$ kreisförmige, periodische Wasserwellen. $10\,\text{m}$ vom Eintauchpunkt des Springers entfernt messen Sie zur Zeit $t = 5\,\text{s}$ den ersten Wellenberg mit der Amplitude $A = 0.15\,\text{m}$.

Für die Geschwindigkeit v von Wasserwellen der Wellenlänge λ in Wasser gilt:

$$v = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$$

(a) Welche Wellenlänge λ hat diese Welle?

(b) Mit welcher Frequenz f schwingt die entsprechende Welle?

(c) Mit welcher Proportionalität verhält sich die Energie der Welle zur Amplitude der Welle? Begründen Sie kurz.

(d) Nehmen Sie an, dass die Energie der Kreiswelle während der Ausbreitung erhalten ist. Wie groß war die Amplitude dieser Welle als sie noch einen Radius von $l = 0.2\,\text{m}$ hatte?

Aufgabe 8 (7 Punkte)

Ein Schwingkreis wird durch folgende Differentialgleichung beschrieben.

$$L\ddot{Q} + R\dot{Q} + \frac{1}{C}Q = 0$$

Die Ladung $Q(t)$ befindet sich auf einem Kondensator der Kapazität C. Dieser ist in Reihe geschaltet mit einer Spule der Induktivität L und einem Widerstand $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$.

Bestimmen Sie die allgemeine Lösung der Differentialgleichung und geben Sie die spezielle Lösung mit der Anfangsbedingung $Q(0) = Q_0$ und $\dot{Q}(0) = 0$ an.

Hinweis: Beachten Sie, dass eine Differentielgleichung zweiter Ordnung zwei linear unabhängige Lösungen hat. Falls Sie nur eine Lösung finden, arbeiten Sie mit dieser Lösung weiter.