

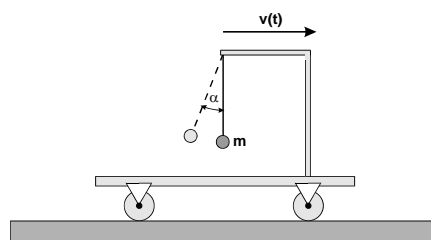
1. Der Pilot eines **Sportflugzeuges**, das mit der Geschwindigkeit $v_F = 140 \text{ kmh}^{-1}$ relativ zur umgebenden Luft fliegt, hält den Kompaßkurs $\alpha = 58^\circ$. Der Kurs wird von der Nordrichtung aus im Uhrzeigersinn gemessen. Der Wind kommt aus der Richtung $\beta = 195^\circ$ (fast ein Südwind) mit der Geschwindigkeit $v_W = 54 \text{ kmh}^{-1}$.

- a) Welche Grundgeschwindigkeit v_G gegenüber der ruhenden Bodenstation hat das Flugzeug?
 (*Lösung:* 183 kmh^{-1})
- b) Welchen tatsächlichen Kurs (Winkel γ zwischen Nordrichtung und v_G) fliegt die Maschine?
 (*Lösung:* $46,4^\circ$)

2. **Bestimmung der Gravitationskonstante G.** Mit einer Drehwaage nach **Cavendish** soll experimentell die Gravitationskonstante **G** ermittelt werden. Dazu wird der Einschwingvorgang der beiden kleineren Massenstücke m betrachtet, die sich nach dem Umlegen der beiden größeren Massen $M = 1,5 \text{ kg}$ in deren Gravitationsfeld wie im freien Fall bewegen. Die Strecke $y(t)$, die die beiden kleinen Massen m dabei in Richtung der großen Massen M zurücklegen, wird mit einem Laserstrahl über einen Spiegel auf einen in der Entfernung L befindlichen Schirm übertragen und dort als Strecke $x(t)$ stark vergrößert dargestellt, was die Längenmessung deutlich vereinfacht.

- a) Skizzieren sie die Versuchsanordnung und benennen Sie darin alle für die Berechnung von **G** nötigen Größen.
- b) Leiten Sie nun eine allgemeine Formel für die Berechnung des Zahlenwertes für die Gravitationskonstante **G** her.
- c) Nehmen Sie an, Sie hätten das Experiment selbst durchgeführt und $x(t = 50 \text{ s}) = 4,7 \text{ cm}$ gemessen. Die größeren Massen seien jeweils $M = 1 \text{ kg}$, der Abstand der kleineren Massen m von der Drehachse $d = 4 \text{ cm}$, der Zentralabstand zwischen m und M vor dem Umlegen der größeren Massen $r = 5 \text{ cm}$ und der Abstand zwischen Spiegel und Schirm $L = 15 \text{ m}$ gewesen. Welchen Wert für **G** erhalten Sie?
- d) Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem Literaturwert. Wie stark (in %) weicht Ihr Ergebnis davon ab? Warum?

3. Eine Masse m ist an einem Seil am Ende eines fixen Auslegers auf einem Wagen montiert (siehe Skizze).



- a) Um welchen Winkel α gegen die **Vertikale** wird die Masse ausgelenkt, wenn sich der Wagen mit der gleichförmigen Geschwindigkeit v bewegt? (*Lösung:* $\alpha = 0^\circ$)
- b) Um welchen Winkel α gegen die **Vertikale** wird die Masse ausgelenkt, wenn der Wagen seine Geschwindigkeit mit einer **gleichmäßigen Beschleunigung a ändert**? (*Lösung:* $\tan \alpha = (a/g)$)
- c) Wie stark muss der Wagen beschleunigen, damit eine Masse von **1 kg** um 45° ausgelenkt wird?
 (*Lösung:* $a = g$)

Bitte Seite wenden!

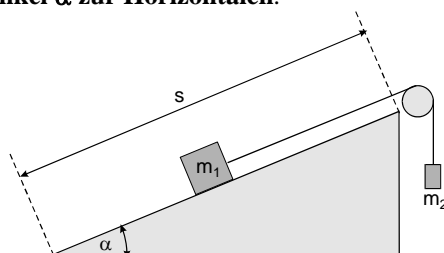
4. Ein Körper wird aus der **Höhe H** unter einem beliebigen Winkel α mit einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 nach unten abgeschossen. Er trifft die **Erdoberfläche** mit einer Geschwindigkeit v_{IMP} .

→ Man zeige die Gültigkeit der Beziehung $v_0 = \sqrt{|\vec{v}_{\text{IMP}}|^2 - 2gH}$

- a) mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes
- b) mittels der Fallgesetze.

Hinweis: Der Luftwiderstand wird vernachlässigt.

5. **Bewegung auf einer schiefen Ebene.** Eine Masse m_1 ist über eine Umlenkrolle und ein masseloses Seil mit einem Gewicht der Masse m_2 verbunden (siehe Skizze). m_1 gleitet reibungsfrei auf einer schiefen Ebene mit dem Neigungswinkel α zur Horizontalen.



→ In welcher Zeit t durchläuft die anfangs ruhende Masse **die Strecke s** auf der schiefen Ebene?

(Lösung: $t = \sqrt{\frac{2s(m_1 + m_2)}{g(m_2 - m_1 \sin \alpha)}}$)

6. **Der Gradientenoperator.** Man berechne:

a) $\vec{\nabla}f(x, y, z)$ für $f(x, y, z) = 2x + \frac{y}{2} + \frac{3z}{4}$

b) $\vec{\nabla}R^2$ für $R^2 = x^2 + y^2 + z^2$

c) $\vec{\nabla} \cdot \vec{R}$ für $\vec{R} = 4x \cdot \vec{e}_x + 3y \cdot \vec{e}_y + 3z \cdot \vec{e}_z$

d) $\vec{\nabla} \left(\frac{1}{R} \right)$ für $R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$