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

a) Welche Grundgeschwindigkeit $\boldsymbol{v_G}$ gegenüber der ruhenden Bodenstation hat das Flugzeug?
(<u>Lösung</u>: 183 kmh^{-1}*)*

b) Welchen tatsächlichen Kurs (Winkel γ zwischen Nordrichtung und $\boldsymbol{v_G}$) fliegt die Maschine?
(<u>Lösung</u>: 46,4°*)*

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 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.

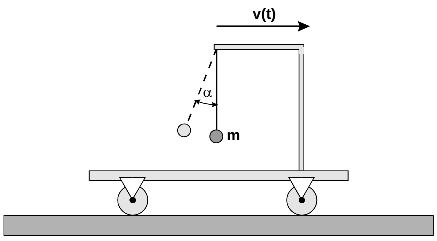
a) Skizzieren sie die Versuchsanordnung und benennen Sie darin alle für die Berechnung von **G** nötigen Größen.

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 s) = 4,7 cm** gemessen. Die größeren Massen seien jeweils ***M*** **= 1 kg**, der Abstand der kleineren Massen ***m*** von der Drehachse ***d*** **= 4 cm**, der Zentralabstand zwischen ***m*** und ***M*** vor dem Umlegen der größeren Massen ***r*** **= 5 cm** und der Abstand zwischen Spiegel und Schirm ***L*** **= 15 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? *(<u>Lösung</u>:* α = 0°*)*

b) Um welchen Winkel α **gegen die Vertikale** wird die Masse ausgelenkt, wenn der Wagen seine Geschwindigkeit mit einer **gleichmäßigen Beschleunigung *a* ändert**? *(<u>Lösung</u>:* tan α = (*a*/*g*)*)*

c) Wie stark muss der Wagen beschleunigen, damit eine Masse von **1 kg** um **45°** ausgelenkt wird? *(<u>Lösung</u>: a = g)*

<u>Bitte Seite wenden!</u>

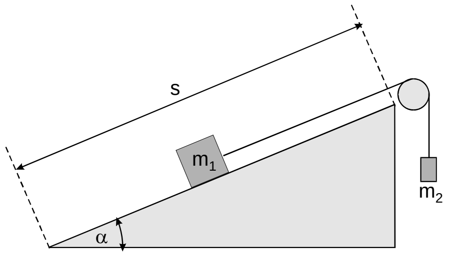
4. Ein Körper wird aus der **Höhe *H*** unter einem beliebigen Winkel α mit einer Anfangsgeschwindigkeit $\boldsymbol{v_0}$ nach unten abgeschossen. Er trifft die **Erdoberfläche** mit einer Geschwindigkeit $\boldsymbol{v_{IMP}}$.

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

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

<u>Hinweis</u>: 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). $\boldsymbol{m_1}$ 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?

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

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 $R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$