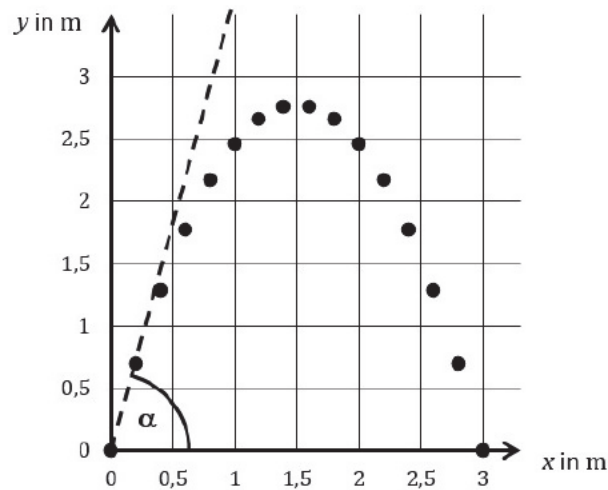
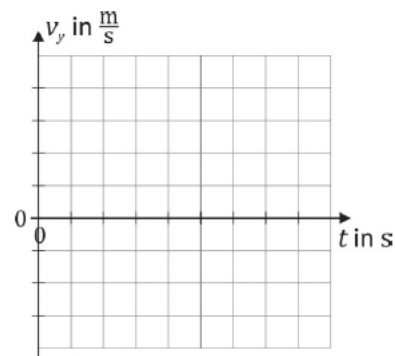
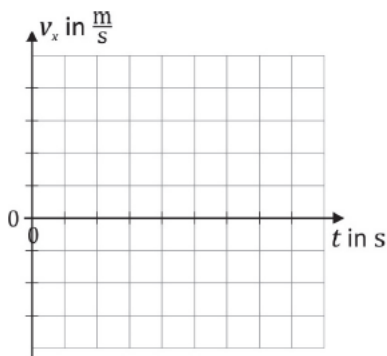


- 1.0 Die folgende Darstellung zeigt das Stroboskopbild des schiefen Wurfs einer Kugel. Die Zeitdauer zwischen zwei Aufnahmen beträgt $\Delta t = 0,10$ s. Für weitere Betrachtungen wurde ein Koordinatensystem festgelegt und in das Stroboskopbild eingezeichnet. Die Kugel verlässt den Abwurfpunkt $O(0|0)$ zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ unter dem Winkel $\alpha = 75^\circ$ zur Horizontalen und landet im Punkt $P(3,0 \text{ m}|0)$. Die Kugel kann als Massenpunkt angesehen werden und weist keine Eigenrotation auf.

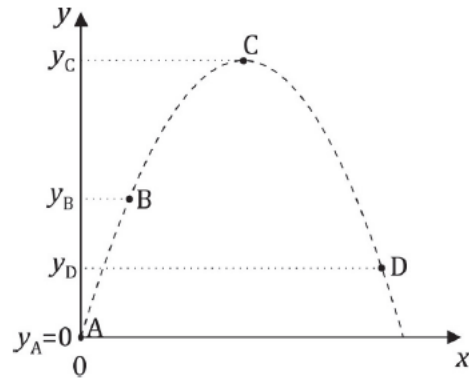


- 4 1.1 Bestimmen Sie mithilfe des Diagramms die gesamte Flugdauer Δt_{ges} sowie die x - und die y -Komponente $v_{0,x}$ und $v_{0,y}$ der Geschwindigkeit \vec{v}_0 , mit der die Kugel abgeworfen wurde.
[mögliches Teilergebnis: $v_{0,y} = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$]
- 5 1.2 (G) Stellen Sie in den folgenden beiden Koordinatensystemen den zeitlichen Verlauf der Koordinaten v_x bzw. v_y der Geschwindigkeit \vec{v} für $0 \leq t \leq 1,5$ s grafisch dar. Wählen Sie jeweils geeignete Skalierungen.



4 1.3 (G) Die Bahn des schiefen Wurfes aus 1.0 ist qualitativ in nebenstehender Skizze dargestellt.

Betrachtet werden die Punkte A, B, C und D der Flugbahn. Dabei bezeichnet A den Abwurfpunkt mit der Höhe $y_A = 0$, C den höchsten Punkt der Wurfbahn mit der Höhe y_C , B einen Punkt auf halber Höhe von C ($y_B = \frac{1}{2} y_C$) und D einen Punkt mit der Höhe $y_D = \frac{1}{4} y_C$ (siehe Skizze).



Für die potentielle Energie der Kugel im Punkt A gilt: $E_{\text{pot,A}} = 0$.

Kreuzen Sie an, in welchen Punkten der Wurfbahn die folgenden Aussagen jeweils zutreffen bzw. ob sie für keinen der vier Punkte wahr sind.

Hinweis: Setzen Sie Ihr Kreuz nur bei denjenigen Aussagen, bei denen Sie sicher sind. Jedes falsch gesetzte Kreuz geht mit -0,5 BE und jedes richtig gesetzte Kreuz mit +1 BE ein. Im ungünstigsten Fall wird die Aufgabe mit 0 BE gewertet.

	A	B	C	D	Die Aussage trifft für keinen Punkt zu.
Die kinetische Energie der Kugel ist maximal.					
Die potentielle Energie der Kugel ist maximal.					
Die Summe aus potentieller und kinetischer Energie der Kugel ist Null.					
Die kinetische und die potentielle Energie der Kugel stimmen überein.					

1.0 Ein Körper, der sich mit einer Geschwindigkeit \vec{v} relativ zum Medium Luft bewegt, erfährt eine Luftwiderstandskraft \vec{F}_W . Der Betrag F_W der Kraft \vec{F}_W ist u. a. vom Betrag v dieser Geschwindigkeit \vec{v} abhängig. Die weiteren Größen, die einen Einfluss auf den Betrag der Luftwiderstandskraft haben, sollen in den folgenden Aufgaben als konstant betrachtet werden.

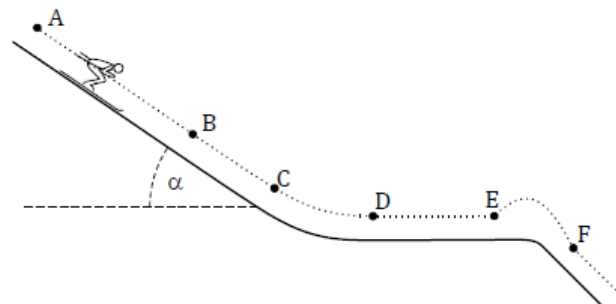
1.1.0 In einem Windkanal wird für einen Skifahrer untersucht, wie der Betrag F_W der Luftwiderstandskraft vom Betrag v der Relativgeschwindigkeit abhängt. Bei der Durchführung des Versuchs erhält man folgende Messergebnisse:

v in $\frac{\text{m}}{\text{s}}$	5,0	9,2	12,0	15,0
F_W in N	8,0	27,0	46,0	72,0

5 **1.1.1** Weisen Sie durch grafische Auswertung der Messreihe nach, dass $F_W = k \cdot v^2$ gilt, wobei k konstant, d. h. unabhängig von v ist.

3 **1.1.2** Bestimmen Sie den Wert der Konstante k mithilfe des Diagramms aus 1.1.1.

1.2.0 Mit folgender Situation soll die Berechnung der Reibungszahl μ für die Gleitreibung zwischen Ski und Schnee vorbereitet werden.



Dabei fährt ein Sportler bei Windstille auf Skiern ohne Stockeinsatz einen Hang hinab (siehe Skizze). Die gepunktete Linie beschreibt die Bahn des Schwerpunktes des Skifahrers. Der Skifahrer startet im Punkt A aus der Ruhe heraus und fährt von A nach C entlang eines Hanges, der um den Winkel α gegen die Horizontale geneigt ist. Bei der Bewegung von A nach E ist die Gleitreibungszahl μ für die Reibung zwischen den Skiern und der Unterlage konstant. Der Skifahrer erreicht Geschwindigkeiten, bei denen die Luftwiderstandskraft nicht mehr vernachlässigt werden kann. Der Skifahrer hat zusammen mit den Skiern die Masse m .

3 **1.2.1** Erstellen Sie einen Kräfteplan, der alle Kräfte enthält, die während der Bewegung von A nach C auf den Skifahrer wirken.

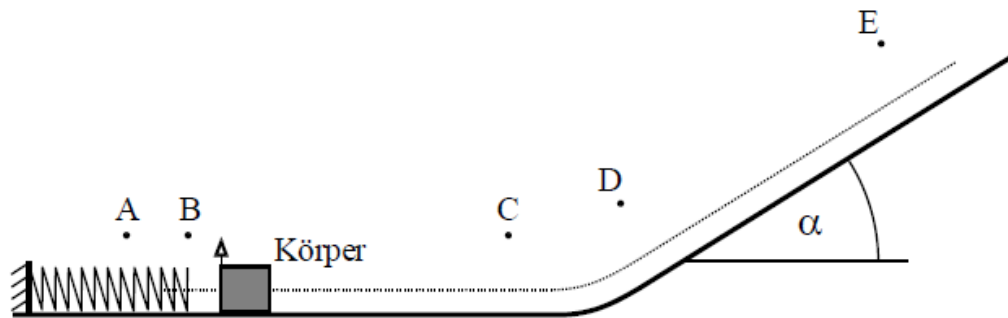
- 3 **1.2.2** Während der Fahrt von A nach B wächst der Betrag v der Geschwindigkeit des Skifahrers an. Weisen Sie mithilfe des Kräfteplans von Teilaufgabe 1.2.1 und des Ergebnisses von 1.1.1 nach, dass für den Betrag a der Beschleunigung, die der Skifahrer bei seiner Bewegung von A nach B erfährt, gilt:
- $$a = g \cdot \sin(\alpha) - \mu \cdot g \cdot \cos(\alpha) - \frac{k}{m} \cdot v^2$$
- 1.3.0** Für die folgenden Teilaufgaben gilt: $m = 71 \text{ kg}$, $\alpha = 8,0^\circ$ und $k = 0,32 \frac{\text{Ns}^2}{\text{m}^2}$.
Bei der Bewegung entlang der Strecke \overline{BC} bleibt die Geschwindigkeit des Skifahrers konstant und hat den Betrag $v_B = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- 4 **1.3.1** Berechnen Sie mithilfe der Daten aus 1.3.0 und des Ergebnisses von Teilaufgabe 1.2.2 die Reibungszahl μ .
[Ergebnis: $\mu = 0,050$]
- 2 **1.3.2** Berechnen Sie den Betrag a_0 der Anfangsbeschleunigung \vec{a}_0 , die der Skifahrer zu Beginn der Abfahrt erfährt.
- 6 **1.3.3** Der Skifahrer fährt im Punkt A zum Zeitpunkt $t_A = 0$ los und passiert die Punkte B und C zu den Zeitpunkten t_B und t_C . $v(t)$ ist der Betrag der Geschwindigkeit $\vec{v}(t)$ des Skifahrers zu einem Zeitpunkt t mit $0 \leq t \leq t_C$.
Skizzieren Sie für $0 \leq t \leq t_C$ qualitativ das t - v -Diagramm für die Fahrt des Skifahrers und erläutern Sie den Verlauf des vorliegenden Graphen.
- 4 **1.4** Die Strecke \overline{DE} verläuft horizontal. Der Skifahrer erreicht den Punkt E mit der Geschwindigkeit \vec{v}_E vom Betrag $v_E = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Um einen drohenden weiten Sprung an der „Geländekante“ zwischen E und F zu vermeiden, hat der Skifahrer vor, sich im Punkt E mit der Geschwindigkeit \vec{v}_0 senkrecht nach oben abzustößeln, sodass er bereits $\Delta t = 1,0 \text{ s}$ später wieder im Punkt F auf dem Hang landet. Der Punkt F liegt in vertikaler Richtung geschätzt 3 m tiefer als der Punkt E.
Luftwiderstandskräfte sollen hierbei vernachlässigt werden.
Der Schwerpunkt bewegt sich dann näherungsweise auf einer Parabelbahn (siehe Skizze in 1.2.0).
Berechnen Sie den Betrag v_0 der Geschwindigkeit \vec{v}_0 .

BE

2.0 Ein Körper der Masse $m = 1,3 \text{ kg}$ befindet sich vor einer gespannten Feder auf einer zunächst horizontalen Ebene. Der Positionsanzeiger an der linken Kante des Körpers zeigt dann auf den Punkt A. Die Feder, für die das Hook'sche Gesetz gilt, besitzt die Federhärte D^* . Die Masse der Feder kann vernachlässigt werden. Die Oberflächenbeschaffenheit des Untergrundes ist im gesamten Bewegungsbereich des Körpers einheitlich.

Lässt man den Körper los, entspannt sich die Feder und beschleunigt dadurch den Körper. Befindet sich der Positionsanzeiger am Punkt B, so ist die Feder gerade entspannt und der Körper löst sich von der Feder. An dieser Position besitzt der Körper die Geschwindigkeit \vec{v}_B . Anschließend bewegt sich der Schwerpunkt des Körpers entlang der gepunkteten Linie, wobei der Positionsanzeiger die Punkte C, D und E passiert (siehe Skizze).

Auf dem Weg von A nach E wirkt die Reibungskraft \vec{F}_R auf den Körper. Für die zugehörige Reibungszahl gilt $\mu = 0,25$. Der Luftwiderstand ist zu vernachlässigen.



- 5 2.1 Geben Sie an, wie sich der Betrag der Federkraft und der Betrag der Reibungskraft während der Beschleunigungsphase des Körpers zwischen den Punkten A und B in Abhängigkeit des zurückgelegten Weges ändern. Begründen Sie, warum der Körper bereits seine maximale Geschwindigkeit erreicht, bevor der Positionszeiger den Punkt B anzeigt.
- 5 2.2 Für den Betrag der Geschwindigkeit \vec{v}_B des Körpers gilt $v_B = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. In der Position C hat die Geschwindigkeit \vec{v}_C den Betrag $v_C = 6,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Berechnen Sie die Länge Δs_{BC} der Strecke von B nach C.
- 6 2.3 Zwischen den Positionen D und E gleitet der Körper auf einer geneigten Ebene mit dem Neigungswinkel $\alpha = 20^\circ$ nach oben. Zeichnen Sie einen Kräfteplan, der alle auf den Körper einwirkenden Kräfte enthält und berechnen Sie den Betrag a der hierbei vorliegenden Beschleunigung \vec{a} .