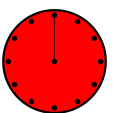
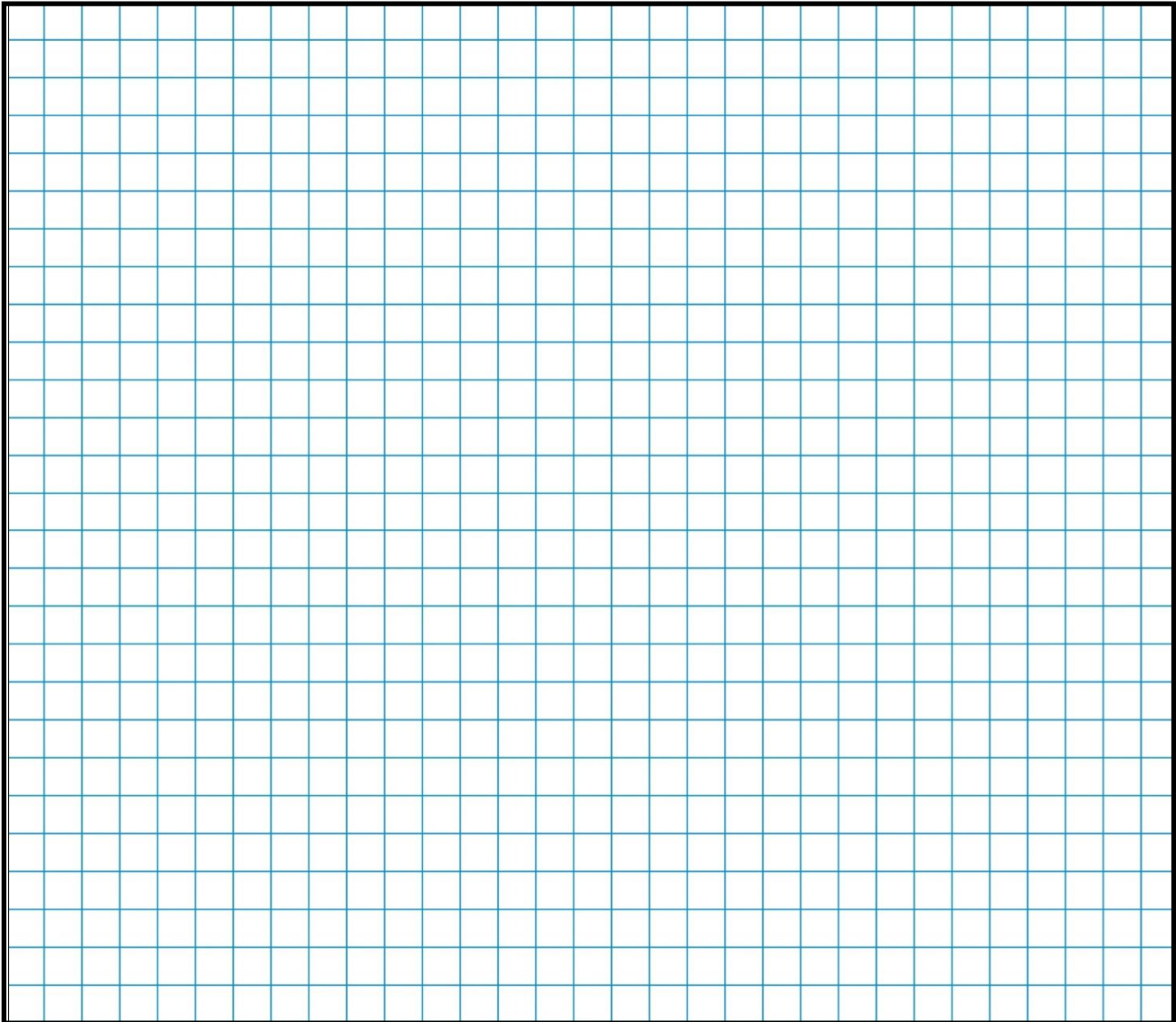
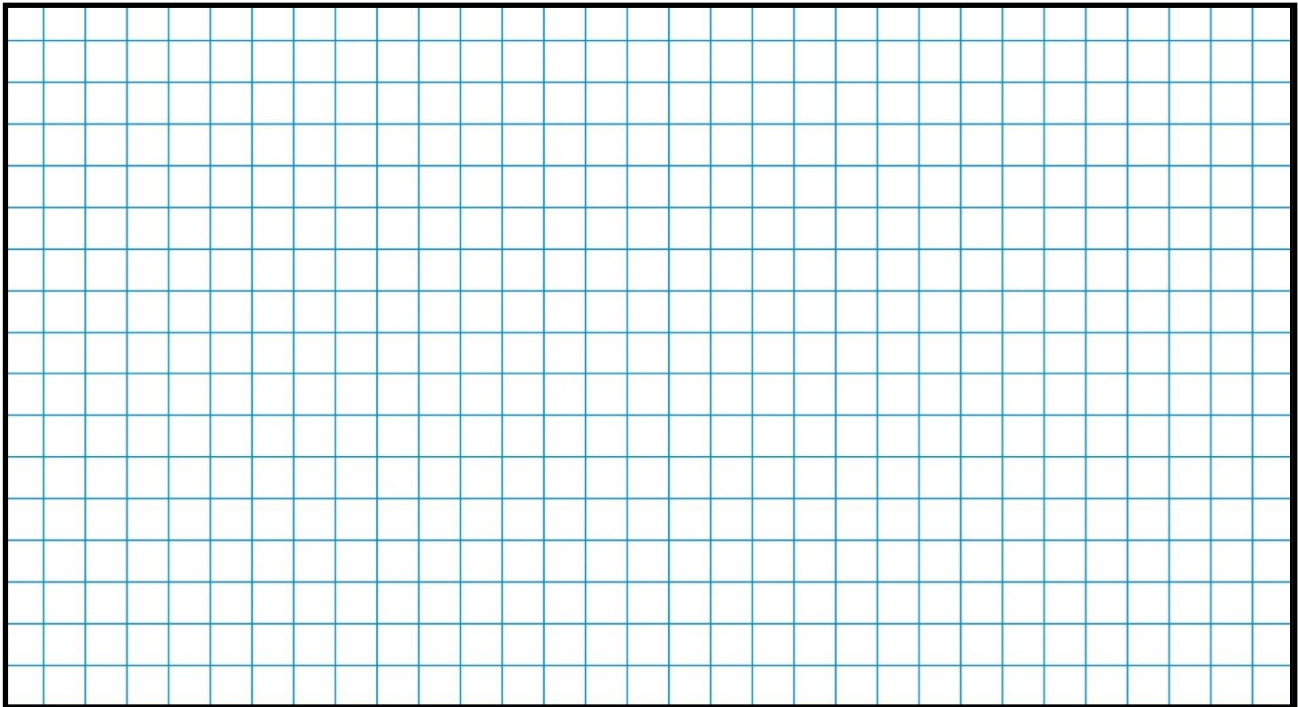


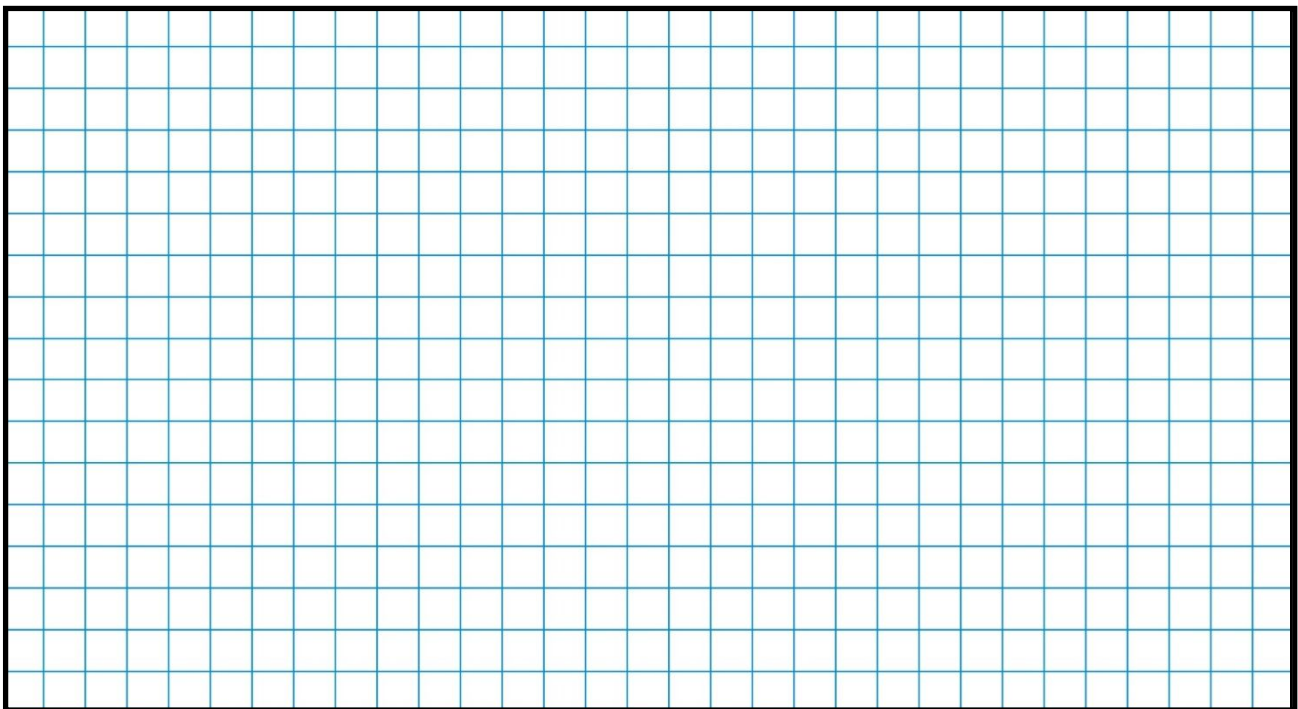
- 1.0** Zwei Körper der Massen $m_1 = 1,0 \text{ kg}$ (Körper 1) und $m_2 = 1,5 \text{ kg}$ (Körper 2) sowie den Geschwindigkeitsbeträgen $v_1 = 5,0 \text{ m/s}$ und $v_2 = 4,0 \text{ m/s}$ prallen unter einem Winkel des Betrages 75° unelastisch aufeinander. Beide Körper rutschen danach auf Glatteis (Reibungszahl $\mu=0,01$) über eine horizontal ausgerichtete Strecke von $5,0 \text{ m}$, stürzen anschließend am Brückenrand eine Brücke herab und fallen schließlich $5,0 \text{ m}$ tief.
- 1.1** Berechnen Sie, mit welchem Geschwindigkeitsbetrag sich beide Körper unmittelbar nach dem Stoß bewegen.



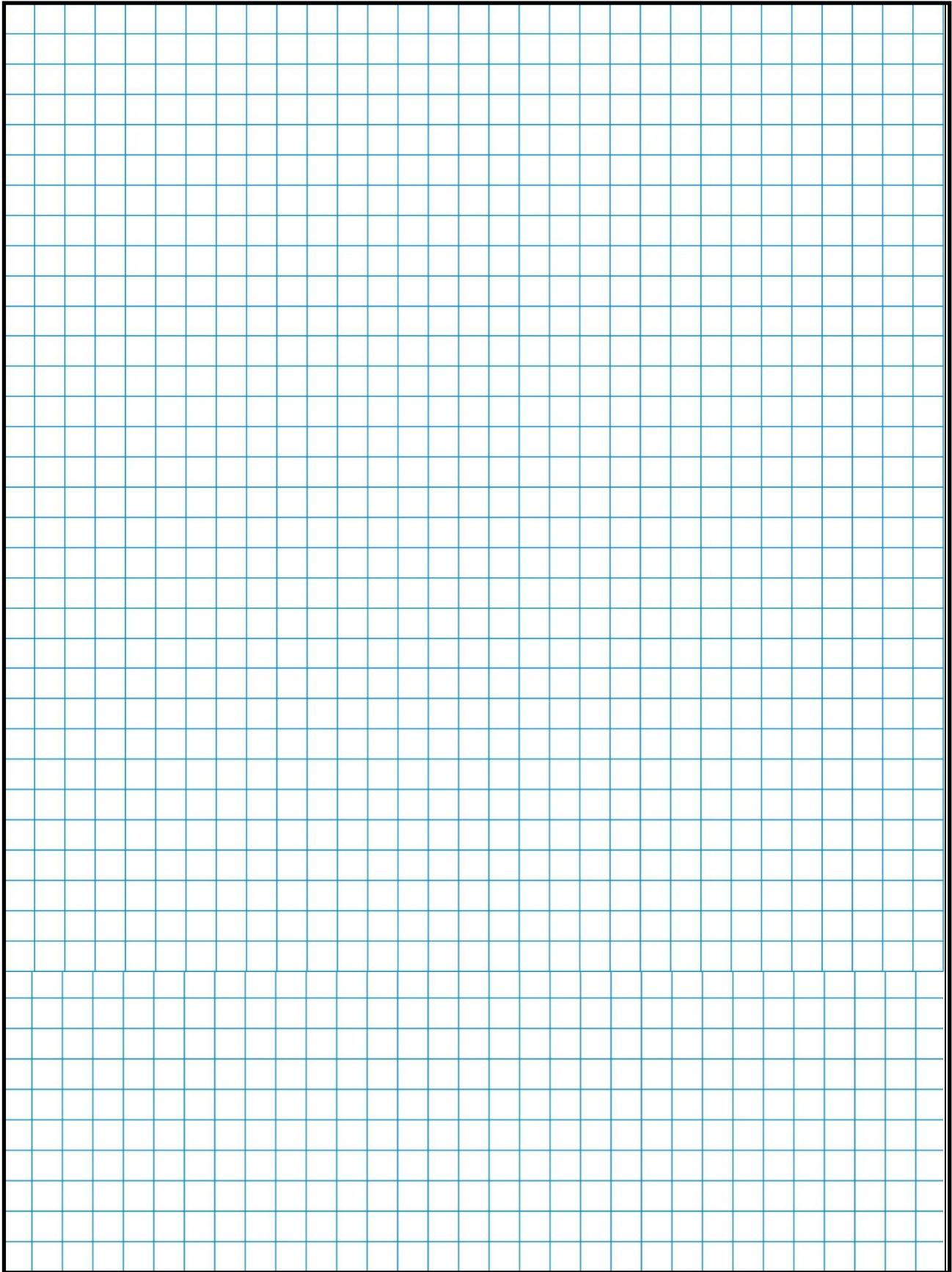
- 1.2** Berechnen Sie den Betrag des Winkels (Winkelabstand) zwischen den Bewegungsrichtungen von Körper 1 vor und nach dem Stoß.



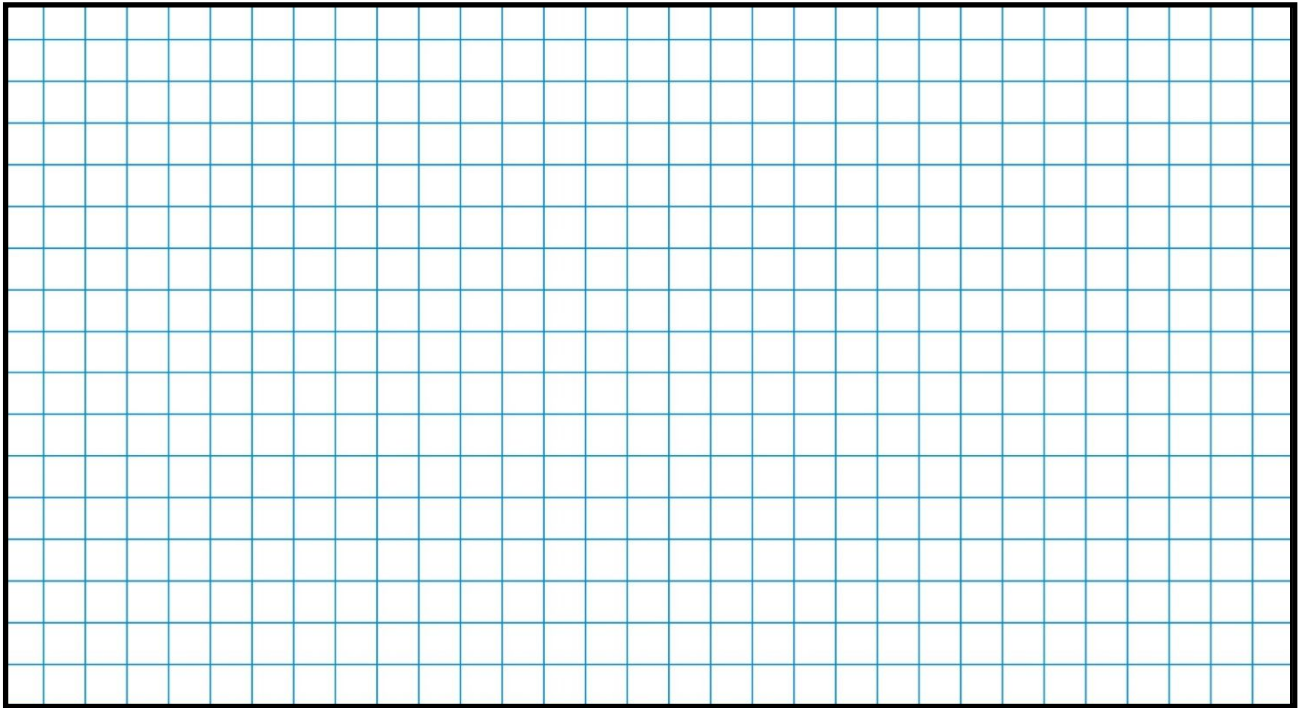
- 1.3** Berechnen Sie den Betrag der Geschwindigkeit, mit der beide Körper den Brückenrand erreichen.



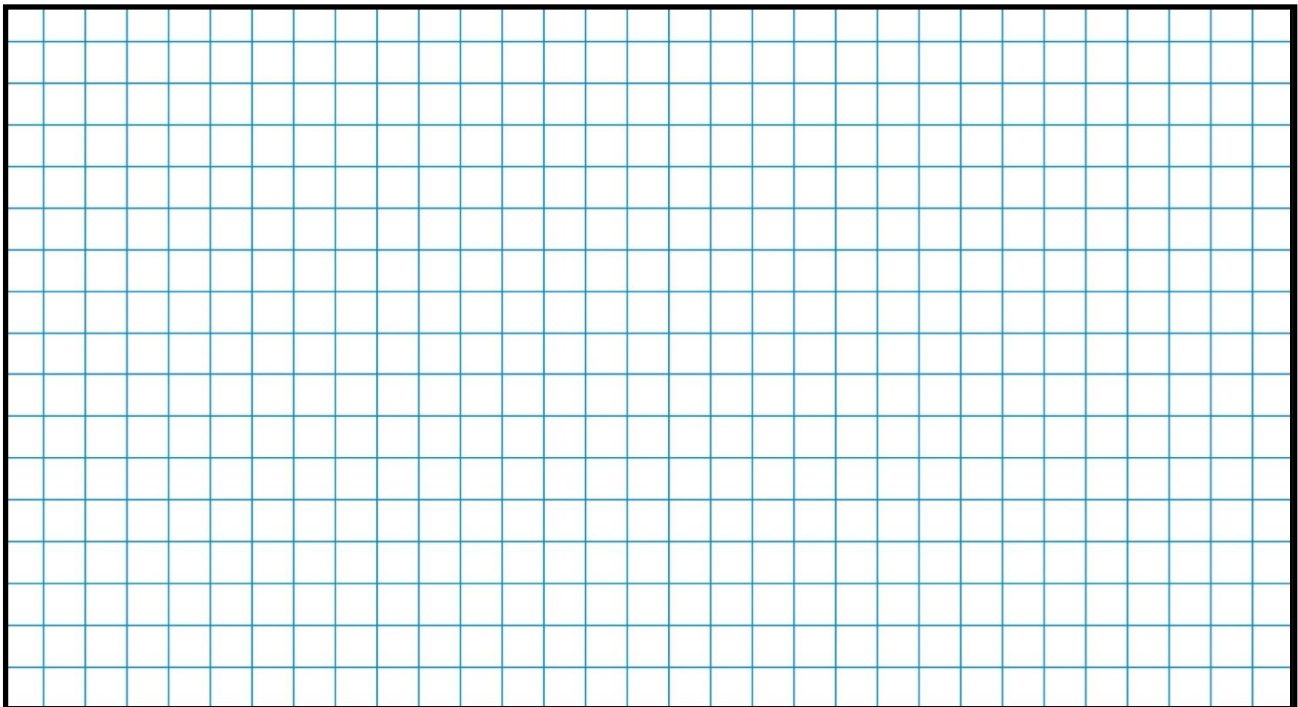
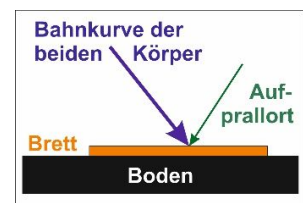
1.4 Berechnen Sie den horizontalen Abstand zwischen Brückenrand und Aufprallort.



1.5 Berechnen Sie den Betrag des Aufprallwinkels.



1.6 Die beiden Körper prallen auf ein auf dem Boden liegendes, horizontal ausgerichtetes Brett der Masse $m_B = 1,0 \text{ kg}$ (siehe Abbildung rechts; Abbildung nicht maßstabsgetreu), das durch den Aufprall einen Kraftstoß in horizontale Richtung erfährt. **Berechnen Sie** den Betrag dieses Kraftstoßes.



Musterlösung

1.0 Zwei Körper der Massen $m_1 = 1,0 \text{ kg}$ (Körper 1) und $m_2 = 1,5 \text{ kg}$ (Körper 2) sowie den Geschwindigkeitsbeträgen $v_1 = 5,0 \text{ m/s}$ und $v_2 = 4,0 \text{ m/s}$ prallen unter einem Winkel des Betrages 75° unelastisch aufeinander. Beide Körper rutschen danach auf Glatteis (Reibungszahl $\mu=0,01$) über eine horizontal ausgerichtete Strecke von $5,0 \text{ m}$, stürzen anschließend am Brückenrand eine Brücke herab und fallen schließlich $5,0 \text{ m}$ tief.

1.1 Berechnen Sie, mit welchem Geschwindigkeitsbetrag sich beide Körper unmittelbar nach dem Stoß bewegen.

geg.: $m_1 = 1,0 \text{ kg}$ $v_1 = 5,0 \text{ m/s}$ $a_1 = 0^\circ$ $\mu = 0,01$ $\Delta s = 5,0 \text{ m}$
 $m_2 = 1,5 \text{ kg}$ $v_2 = 4,0 \text{ m/s}$ $a_2 = 75^\circ$ $h = 5,0 \text{ m}$
 unelastischer Stoß

ges.: u

Ansatz: $\vec{p}_1 = m_1 v_1 \begin{pmatrix} \cos(0^\circ) \\ \sin(0^\circ) \end{pmatrix} =$
 $\begin{pmatrix} 5,0 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$\vec{p}_2 = m_2 v_2 \begin{pmatrix} \cos(75^\circ) \\ \sin(75^\circ) \end{pmatrix} =$$

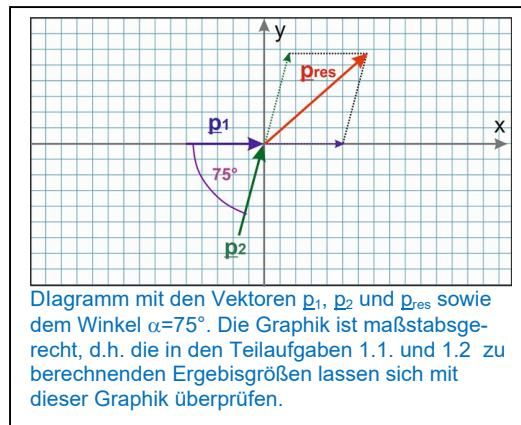
$$\begin{pmatrix} 1,553 \\ 5,796 \end{pmatrix} \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\vec{p}_{\text{ges}} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \begin{pmatrix} 5,0 + 1,553 \\ 0 + 5,796 \end{pmatrix} \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}} = \begin{pmatrix} 6,553 \\ 5,796 \end{pmatrix} \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow$$

$$p_{\text{ges}} = |\vec{p}_{\text{ges}}| = \sqrt{(6,553 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 + (5,796 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} = 8,7481 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow$$

$$u = \frac{p_{\text{ges}}}{m_{\text{ges}}} = \frac{p_{\text{ges}}}{m_1 + m_2} = \frac{8,7481 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,5 \text{ kg}} = 3,49924 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

Antwort: Unmittelbar nach dem Stoß bewegen sich beide Körper mit der gleichen Geschwindigkeit des Betrages $3,5 \text{ m/s}$.



Achten Sie darauf:

geg.:
ges.:
Ansatz:
Antwort:

Elne graphische Darstellung wie links wiedergege- ben (zumindest als **Skizze**), kann dabei helfen, den gesuch- ten Lösungsweg zu finden – auch wenn sie nicht ausdrück- lich gefragt ist.

Achten Sie auf eine sinnvolle Rundung des Ergebnisses.

1.2 Berechnen Sie den Betrag des Winkels (Winkelabstand) zwischen den Bewegungsrichtungen von Körper 1 vor und nach dem Stoß.

ges.: $\alpha(\vec{p}_1, \vec{p}_{res})$

Ansatz: $\alpha(\vec{p}_1, \vec{p}_{res}) =$

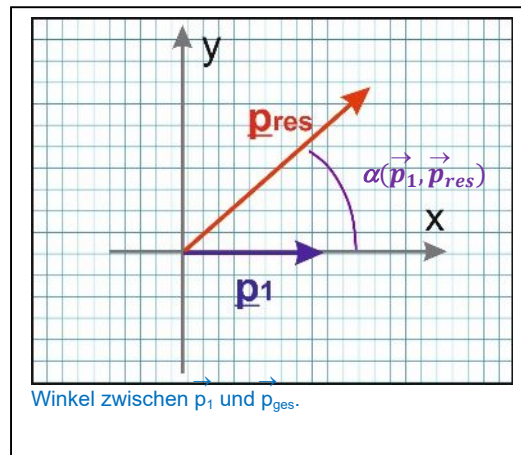
(mit $\vec{p}_{res} = (6,553 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}})$)

$\text{ArcTan}[\frac{5,796 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6,553 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}}] =$

$\text{ArcTan}[0,8844] =$

$41,4903^\circ \rightarrow$

$\alpha(\vec{p}_1, \vec{p}_{res}) = \underline{\underline{41,5^\circ}}$



Hier ist der Winkel im **Gradmaß** [Winkeleinheit: **°** (degree)] gefragt: Achten Sie auf die **korrekte Einstellung des Taschenrechners** !

Unterstreichen Sie das gesuchte **Endergebnis**!

Antwortsatz nicht vergessen !

Antwort: Körper 1 wird durch den Stoß um $41,5^\circ$ abgelenkt.

1.3 Berechnen Sie den Betrag der Geschwindigkeit, mit der beide Körper den Brückenrand erreichen.

ges.: v

Ansatz: $2 a (x-x_0) = v^2 - v_0^2$

mit $a = -\mu g$

Verzögerung: $a < 0$

Hier: $\begin{matrix} x-x_0 & = & \Delta s \\ v_0 & = & u \end{matrix}$

$2 a \Delta s = v^2 - u^2$

$v = \sqrt{-2 \mu g \Delta s + u^2} = \sqrt{-2 \cdot 0,01 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5,0 \text{ m} + (3,5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2} =$

$3,3569 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{\underline{3,36 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$

Antwort: Die beiden Körper erreichen den Rand der Brücke mit einer Geschwindigkeit des Betrages $v = 3,36 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

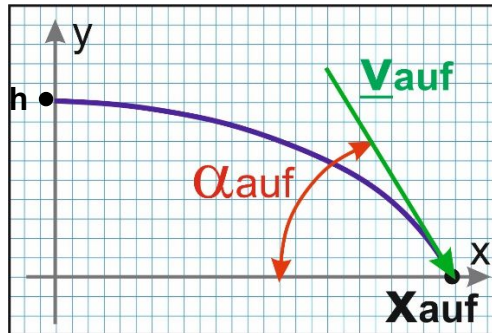
Verwenden Sie im Ansatz die Gleichung, die Sie –sofern geschehen – der **Formelsammlung** entnommen haben (hier: $2 a (x-x_0) = v^2 - v_0^2$). Setzen Sie erst dann die Symbole aus der Aufgabe in diesen Ansatz (hier: $a = -\mu g$, $x-x_0 = \Delta s$ und $v_0 = u$)

1.4 Berechnen Sie den horizontalen Abstand zwischen Brückenrand und Aufprallort.

Waagrechter Wurf – Zum Zeitpunkt $t=0$ beginnt der waagrechte Wurf

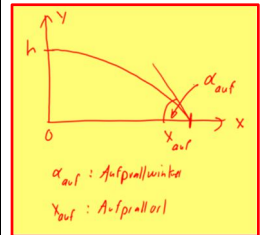
ges.: x_{auf}

Graphische Darstellung der parabelförmigen Ortskurve bei einem waagrechten Wurf.
h: Abwurfhöhe
 x_{auf} : Aufprallort
 v_{auf} : Aufprallgeschwindigkeit (vektoriell)
 α_{auf} : Aufprallwinkel



Den **waagrechten Wurf** haben Sie bereits im Physik-Unterricht kennengelernt.

Eine Graphik ist **nicht** gefragt. Sinnvoll ist aber eine **Skizze z.B. auf dem Konzeptpapier** (siehe zum Beispiel Abbildung unten).



Ansatz: $x = v t$ (1) (Ortsgleichung in der Horizontalen)

$y = h - \frac{1}{2} g t^2$ (2) (Ortsgleichung in der Vertikalen)

Aufprall zum Zeitpunkt t_{auf} : $y = 0 \rightarrow$

(2) $t_{\text{auf}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ (3) Zeitpunkt des Aufpralles

(3) in (1)

$$x_{\text{auf}} = v \sqrt{\frac{2h}{g}} = 3,36 \frac{\text{m}}{\text{s}} \sqrt{\frac{2 \cdot 5,0 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 3,39238 \text{ m} = \underline{\underline{3,39 \text{ m}}}.$$

Antwort: Die beiden Körper prallen nach 3,39 m auf den Boden.

1.5 Berechnen Sie den Betrag des Aufprallwinkels.

Der Aufprallwinkel ist gleich dem Betrag des kleinsten Winkels zwischen Geschwindigkeitsvektor und x-Achse am Aufprallpunkt.

ges.: a_{auf}

Ansatz: $v_x(t) = v = 3,36 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v_{x,\text{auf}} = 3,36 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow$

$$v_{x,\text{auf}} = 3,36 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

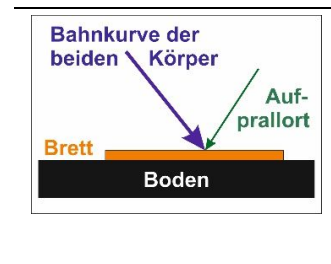
$$v_y(t) = g t \quad v_{y,\text{auf}} = g \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2 g h} \rightarrow$$

$$v_{y,\text{auf}} = 9,905 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow$$

$$= \text{ArcTan}\left[\frac{9,905 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3,36 \frac{\text{m}}{\text{s}}}\right] = 71,2619^\circ = \underline{71,3^\circ}$$

Antwort: Die Körper prallen unter einem Winkel des Betrages $71,3^\circ$ auf dem Boden auf.

1.6 Die beiden Körper prallen auf ein auf dem Boden liegendes, horizontal ausgerichtetes Brett der Masse $m_B = 1,0 \text{ kg}$ (siehe Abbildung rechts; Abbildung nicht maßstabsgetreu), das durch den Aufprall einen Kraftstoß in horizontale Richtung erfährt. **Berechnen Sie** den Betrag dieses Kraftstoßes.



ges.: $k_{\text{Brett},x}$

Ansatz: $v_{\text{aus}} = \begin{pmatrix} 3,36 \\ 9,905 \end{pmatrix} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \begin{pmatrix} \text{Geschwindigkeit in } x\text{-Richtung} \\ \text{Geschwindigkeit in } y\text{-Richtung} \end{pmatrix}$

$$k_{\text{Brett},x} = p_{\text{Brett},x} = m_{\text{ges}} \cdot v_{\text{aus}} = 2,5 \text{ kg} \cdot 3,36 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underline{8,40 \text{ N s}}$$

Antwort: Das Brett erfährt durch die aufprallenden Körper einen Kraftstoß von $8,4 \text{ N s}$ in horizontaler Richtung.

Achtung – Falle:
Die Masse m_B ist
hier **nicht** wichtig !