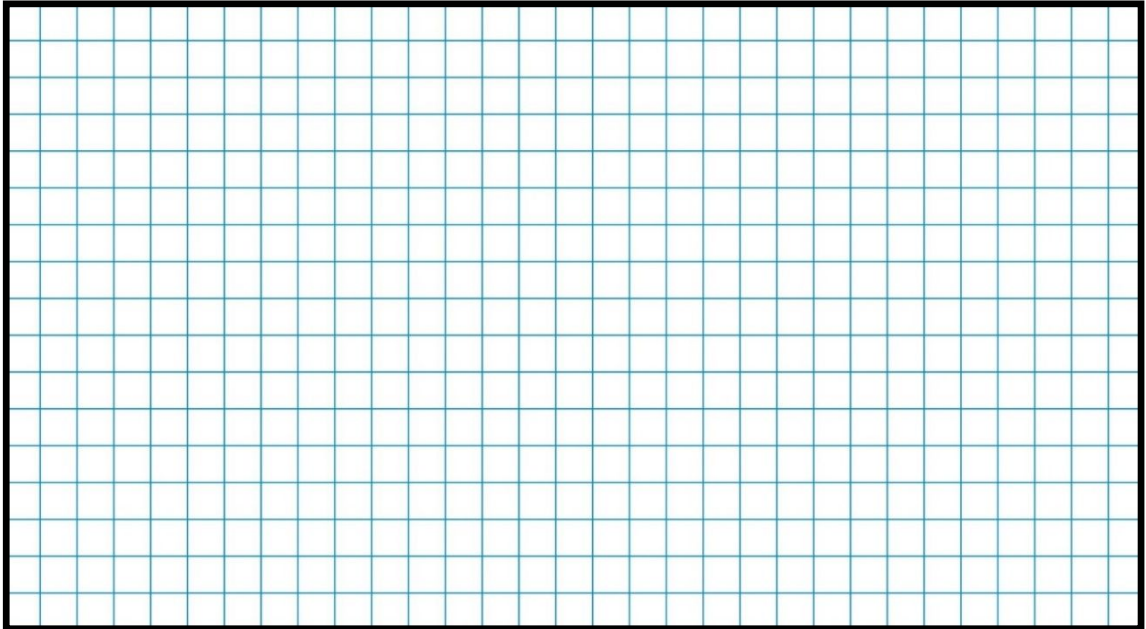
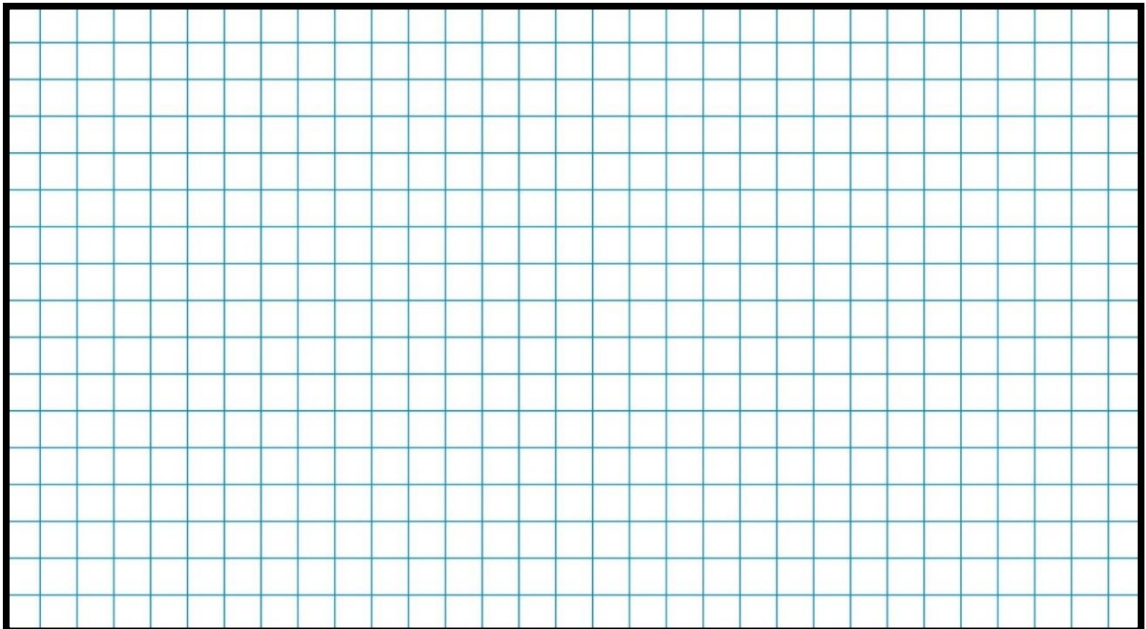


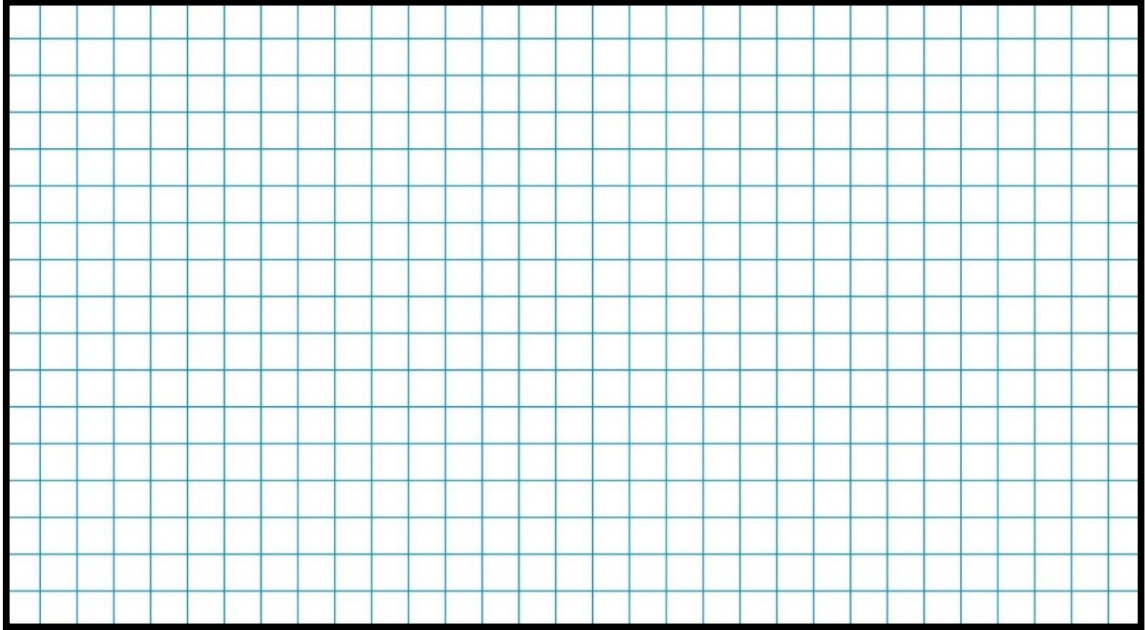
- 1.0** Beim Sprung von einem Boot ($m_B = 100 \text{ kg}$) ins Wasser befindet sich der Bootsrand des ruhenden Bootes 50 cm über der Wasseroberfläche. Der Absprung erfolgt so, dass der Springer ($m_{sp} = 75 \text{ kg}$) bezüglich des Bootes die relative Geschwindigkeit des Betrages $v_{rel} = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in horizontaler Richtung besitzt.
- 1.1** Berechnen Sie die Beträge der Geschwindigkeiten \vec{v}_{sp} von Springer und \vec{v}_B Boot im Moment des Absprunges. Geben Sie für v_B und v_{sp} jeweils eine allgemeine Lösung an.



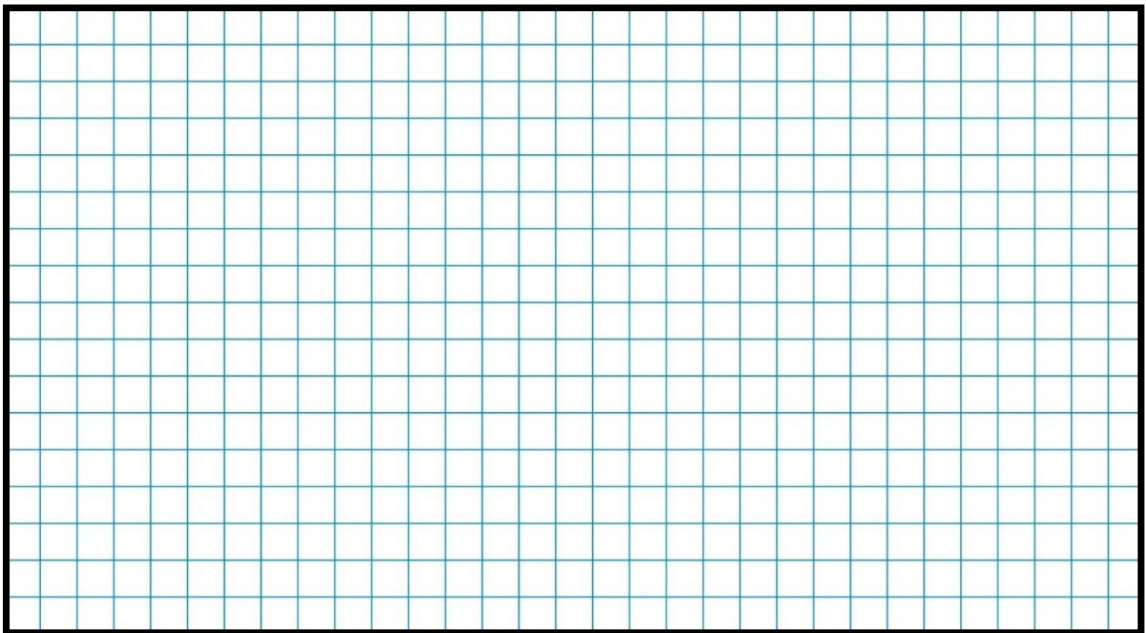
- 1.2** Überlegen Sie sich, wie Sie die Ergebnisse aus Teilaufgabe 1.1 für $|\vec{v}_{sp}|$ und $|\vec{v}_B|$ auf Richtigkeit überprüfen können und führen Sie diese Kontrolle durch.



- 1.3** Interpretieren Sie die numerischen Ergebnisse aus Teilaufgabe 1.1 im Aufgaben-Kontext (ganze Sätze, hinreichend kurz; unterstützen Sie Ihre Interpretation durch ein geeignetes Diagramm).



- 1.4** Berechnen Sie die Entfernung zwischen dem Boot und dem Springer, wenn der Springer ins Wasser eintaucht.



Musterlösung

1.0 Beim Sprung von einem Boot ($m_B = 100 \text{ kg}$) ins Wasser befindet sich der Bootsrand des ruhenden Bootes 50 cm über der Wasseroberfläche. Der Absprung erfolgt so, dass der Springer ($m_{Sp} = 75 \text{ kg}$) bezüglich des Bootes die **relative Geschwindigkeit** des Betrages $v_{rel} = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ in horizontaler Richtung besitzt.

↑ Siehe Randbemerkung ↑

1.1 Berechnen Sie die Beträge der Geschwindigkeiten \vec{v}_{Sp} von Springer und \vec{v}_B Boot im Moment des Absprungs. Geben Sie für v_B und v_{Sp} jeweils eine allgemeine Lösung an.

Relative Geschwindigkeit:

Geschwindigkeit \vec{v}_1 eines bewegten Körpers aus Sicht eines anderen bewegten Körpers mit der Geschwindigkeit \vec{v}_2 . Es gilt: $\vec{v}_{rel} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$

Geg.: $m_B = 100 \text{ kg}$ $m_{Sp} = 75 \text{ kg}$ $h = 0,50 \text{ m}$ $v_{rel} = 4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$p_{vor} = p_{nach} \quad (1)$$

$$p_{vor} = (m_{Sp} + m_B) v_{vor} = (m_{Sp} + m_B) 0 = 0 \quad (2)$$

$$v_{rel} = v_{Sp} - v_B \rightarrow v_B = v_{Sp} - v_{rel} \quad (3)$$

$$p_{nach} = m_{Sp} v_{Sp} + m_B v_B \quad (4)$$

$$(3) \text{ in } (4) \rightarrow$$

$$p_{nach} = m_{Sp} v_{Sp} + m_B (v_{Sp} - v_{rel}) \quad (5)$$

$$(2) \text{ und } (5) \text{ in } (1) \rightarrow$$

$$0 = m_{Sp} v_{Sp} + m_B (v_{Sp} - v_{rel}) \rightarrow v_{Sp} = \frac{m_B v_{rel}}{m_B + m_{Sp}} = 2,286 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow v_{Sp} = 2,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_B = v_{Sp} - v_{rel} = -\frac{m_{Sp} v_{rel}}{m_B + m_{Sp}} = -1,714 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow v_B = -1,7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1.2 Überlegen Sie sich, wie Sie die Ergebnisse aus Teilaufgabe 1.1 für $|\vec{v}_{Sp}|$ und $|\vec{v}_B|$ auf Richtigkeit überprüfen können und führen Sie diese Kontrolle durch.

$p_{vor} = p_{nach} = 0$ Impulserhaltung

$$0 = |\vec{p}_{Sp}| + |\vec{p}_B| = p_{Sp} + p_B$$

$$p_{Sp} + p_B = v_{Sp} m_{Sp} + v_B m_B = 0 \quad (6)$$

Aus Teilaufgabe 1.1:

$$p_{Sp} = v_{Sp} m_{Sp} = \frac{m_B v_{rel}}{m_B + m_{Sp}} m_{Sp} = \frac{m_{Sp} m_B v_{rel}}{m_B + m_{Sp}} \quad (7)$$

$$p_B = v_B m_B = -\frac{m_{Sp} v_{rel}}{m_B + m_{Sp}} m_B = -\frac{m_B m_{Sp} v_{rel}}{m_B + m_{Sp}} \quad (8)$$

$$(7) \text{ und } (8) \text{ in } (6)$$

$$\frac{m_B m_{Sp} v_{rel}}{m_B + m_{Sp}} - \frac{m_B m_{Sp} v_{rel}}{m_B + m_{Sp}} = 0 \quad \text{Ergebnisse allgemein bestätigt}$$

$$p_{Sp} + p_B = 100 \text{ kg} \left(-1,714 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) + 75 \text{ kg} 2,286 \frac{\text{m}}{\text{s}} =$$

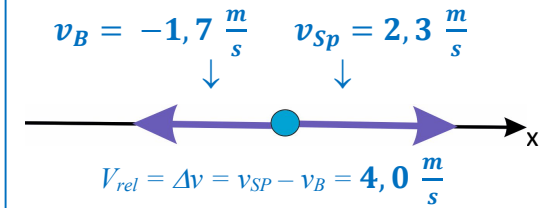
$$171,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} - 171,4 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 0 \quad \text{Ergebnisse numerisch bestätigt}$$

1.3

Interpretieren Sie die numerischen Ergebnisse aus Teilaufgabe 1.1 im Aufgaben-Kontext (ganze Sätze, hinreichend kurz; unterstützen Sie Ihre Interpretation durch ein geeignetes Diagramm).

Vor dem Absprung:

Das Boot einschließlich dem Springer (●) **ruht** d.h. auf der Rechts dargestellten x -Koordinate.



Nach dem Absprung:

Der Springer springt nach rechts ab ($v_{Sp} > 0$), das Boot bewegt sich nach links ($v_B < 0$).

Das Boot bewegt sich mit einem geringeren Geschwindigkeitsbetrag als der Springer, da es schwerer ist.

1.4

Berechnen Sie die Entfernung zwischen dem Boot und dem Springer, wenn der Springer ins Wasser eintaucht.

Gesucht ist die Entfernung zwischen dem Boot und den Springer, wenn letzterer auf dem Wasser auftrifft.

Der Springer springt horizontal ab → waagrechter Wurf!

$$\frac{1}{2} g t^2 = h \Rightarrow t = t_{Fall} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \text{Falldauer} \quad (9)$$

$$x_{auf} = v_x t_{Fall} \quad \text{Ansatz für zurückgelegte Strecke} \quad (10)$$

$$v_x = v_{rel} \quad v_{rel}: \text{Geschwindigkeit, mit der sich der Springer vom Boot entfernt} \quad (11)$$

(10) und (11) in (9) →

$$x_{auf} = v_{rel} \sqrt{\frac{2h}{g}} = 4,0 \frac{m}{s} \sqrt{\frac{2 \cdot 0,50 m}{9,81 \frac{m}{s^2}}} = 1,277 m = \mathbf{1,3 m}$$

Nur das positive Vorzeichen ergibt physikalisch einen Sinn!