**Name:** **Datum:**

**Waagerechter Wurf - Sprengladung aus einem Flugzeug**

Im Winter 1981/82 warf ein mit der Geschwindigkeit $720\frac{\text{km}}{\text{h}}$ horizontal fliegendes Flugzeug aus einer Höhe von $125\text{m}$ eine Sprengladung in die gefrorene Weichsel, um dort das Eis aufzubrechen.

Bei den folgenden Aufgaben soll der Luftwiderstand nicht berücksichtigt werden, der Wert für die Erdbeschleunigung sei $g = 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

☞ **Arbeitsaufträge:**

**a)** Zeige, dass die Sprengladung nach $5{,}05\text{s}$ auf dem Eis aufschlug. Wenn dir der Nachweis nicht gelingt, darfst du diesen Wert im Folgenden verwenden.

**b)** Berechne den horizontalen Abstand vor dem Ziel, an dem die Sprengladung abgeworfen werden musste.

**c)** Berechne die Geschwindigkeit, mit der die Sprengladung auf das Eis aufschlug.

**d)** Berechne die Weite a des Winkels, unter dem die Sprengladung auf das Eis aufschlug.

**e)** Bestimme die Gleichung der Bahnkurve der Sprengladung.

**f)** Nenne das Unabhängigkeitsprinzip und erläutere es am Beispiel dieser Aufgabe.

**Name:** **Datum:**

**Waagerechter Wurf - Sprengladung aus einem Flugzeug**

**Lösung:**

Es sei t die Zeit nach dem Abwurf der Sprengladung und
(x|y) die Koordinaten der Sprengladung bezogen auf die Projektion der Position des Flugzeugs auf die Erdoberfläche zum Zeitpunkt des Abwurfs der Sprengladung.

**a)** Setzt man in $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0$ die gegebenen Werte ein, so ergibt sich $0\text{m} = -4{,}905\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 + 125\text{m}$. Auflösen nach t ergibt $t = 5{,}05\text{s}$.

**b)** Setzt man in $x(t) = v_0 \cdot t$ die gegebenen Werte ein, so ergibt sich $x(5{,}05\text{s}) = 200\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 5{,}05\text{s}$. Ausrechnen ergibt $x(5{,}05\text{s}) = 1010\text{m}$.

**c)** Setzt man in $v_x(t) = v_0$ und in $v_y(t) = -gt$ die gegebenen Werte ein, so ergibt sich $v_x(5{,}05\text{s}) = 200\frac{\text{m}}{\text{s}}$ und $v_y(5{,}05\text{s}) = -48{,}03\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Der Betrag der Geschwindigkeit ergibt sich nach dem Satz des PYTHAGORAS durch $v(t) = \sqrt{v_x(t)^2 + v_y(t)^2}$ zu $v(5{,}05\text{s}) = 205{,}69\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

**d)** Mit den Ergebnissen aus **c)** ergibt sich nach $\tan(\alpha(t)) = \frac{v_y(t)}{v_x(t)}$ der gesuchte Winkel zu $\alpha(5{,}05\text{s}) = -13{,}50°$.

**e)** Auflösen von $x(t) = v_0 \cdot t$ nach t und Einsetzen in $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + y_0$ ergibt $y(x) = -\frac{\frac{1}{2}g}{v_0^2}x^2 + y_0$ und hier $y(x) = -0{,}000123\frac{1}{\text{m}}x^2 + 125\text{m}$.

**f)** klar.