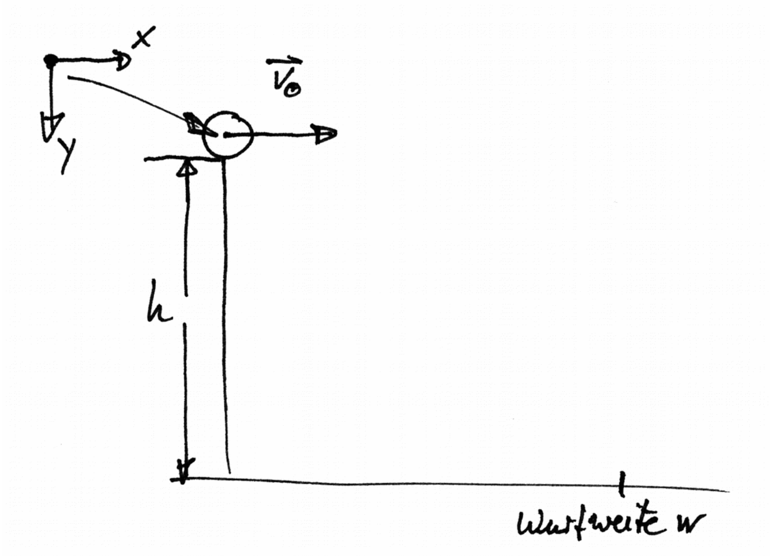

Abbildung 1: Die Höhe h beträgt 2,4 m

Basisaufgabe zum waagerechten Wurf

Werte: $v_0 = 4\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$; $h = 2{,}4\,\text{m}$

a Berechnen Sie, wo sich das Objekt nach 0,5 s befindet.

Der waagerechte Wurf lässt sich als Überlagerung einer horizontalen gleichförmigen Bewegung und eine senkrechten gleichmäßig beschleunigten Bewegung – dem Freien Fall – beschreiben. Daher können zur Ermittlung des Ortes des Objekts im gegebenen Koordidantensystem die Formeln für die Bewegungsarten unabhängigvoneinander angewendet werden:

$v_x = \frac{x}{t} \Leftrightarrow x = v_x \cdot t = v_0 \cdot t$ nummerische Rechung: $x = 4\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0{,}5\,\text{s} = 2\,\text{m}$

$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ nummerische Rechnung: $y = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0{,}5\,\text{s})^2 = 1{,}23\,\text{m}$

Antwort: Im gegebenen Koordiantensystem befindet sich das Objekt im Punkt (2 m | 1,23 m).

b Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Objektes 0,5 s nach Überqueren der Tischkante.

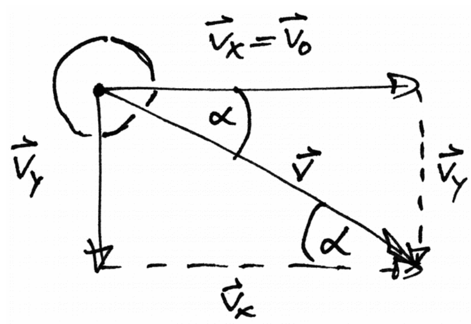

Abbildung 2

Die Geschwindigkeit setzt sich zusammen aus der Geschwindigkeit in x-Richtung und der in y-Richtung. Es gelten für die Einzelgeschwindigkeiten die Gesetzmäßigkeiten von oben erwähnter gleichförmiger Bewegung und dem Freien Fall:

$v_x = v_0$ und $v_y = g \cdot t$

Die Gesamtgeschwindigkeit setzt sich nach Pythagoras zusammen:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_x^2 + g^2 \cdot t^2}$$

nummerische Rechnung: $v = \sqrt{\left(4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2 + \left(9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right)^2 \cdot (0{,}5\,\mathrm{s})^2} = \sqrt{40{,}059\,\frac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}} = 6{,}33\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

c Berechnen Sie, um wie viel Grad die Flugrichtung aus der Horizontalen nach unten geneigt ist. (vgl. Abb. 2)

$$\tan(\alpha) = \frac{\mathrm{GK}}{\mathrm{AK}} = \frac{v_y}{v_x} = \frac{g\,t}{v_0} \Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{g\,t}{v_0}\right) \quad \text{numm. Rechnung: } \alpha = \arctan\left(\frac{9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0{,}5\,s}{4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}\right) = \arctan(1{,}23) = 50{,}8^\circ$$

d Berechnen Sie die Flugdauer bis zum Auftreffen auf dem Boden.

Die Zeit bis zum Auftreffen auf dem Boden ist die Zeit, die beim Freien Fall bis zur Falltiefe von y = 2,4 m vergeht:

$$y = \frac{1}{2} \cdot g\,t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2\,y}{g}} \quad \text{numm. Rech.: } t = \sqrt{\frac{2 \cdot 2{,}4\,\mathrm{m}}{9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} = 0{,}699\,\mathrm{s} \approx 0{,}7\,\mathrm{s}$$

e Berechnen Sie, wie tief die Kugel bei einer horizontalen Entfernung von 1 m von der Kante gefallen ist.

$$y = \frac{1}{2} g\,t^2 \text{ und } v_0 = \frac{x}{t} \Leftrightarrow t = \frac{x}{v_0} \quad \text{Damit folgt: } y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2} \quad \text{numm. Rech.: } y = \frac{1}{2} \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot \frac{1\,m^2}{\left(4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)^2} = 30{,}66\,\mathrm{cm}$$

f Berechnen Sie die Wurfweite.

Beim Auftreffen auf dem Boden gilt: y = 2,4 m. Mit der Formel aus der vorherigen Aufgabe folgt

$$y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2} \Leftrightarrow x^2 = \frac{2 y v_0^2}{g} \cdot \Rightarrow x = \sqrt{\frac{2y}{g}} \cdot v_0 \quad \text{numm. Rech. mit } y = 2{,}4\,\mathrm{m}: \; x = \sqrt{\frac{2 \cdot 2{,}4\,\mathrm{m}}{9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}} \cdot 4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 2{,}80\,\mathrm{m}$$

g Berechnen Sie den Auftreffwinkel.

Die Aufgabe ist wie Aufgabe c) zu lösen, wobei die Formel für *t* aus der Aufgabe d) genommen wird.

$$\tan(\alpha) = \frac{\mathrm{GK}}{\mathrm{AK}} = \frac{v_y}{v_x} = \frac{g\,t}{v_0} \Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{g\,t}{v_0}\right) = \arctan\left(\frac{g \cdot \sqrt{\frac{2y}{g}}}{v_0}\right) = \arctan\left(\frac{\sqrt{2gy}}{v_0}\right)$$

numm. Rechnung: $\alpha = \arctan\left(\frac{\sqrt{2 \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 2{,}4\,\mathrm{m}}}{4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}\right) = \arctan(1{,}72) = 59{,}76^\circ$