

**Name:**

**Datum:**

### **Waagerechter Wurf - Bierflasche aus einem Zug**

Eine in sträflichem Leichtsinn rechtwinklig und horizontal aus einem fahrenden Zug geschleuderte Bierflasche fällt auf eine 4m unter dem Abwurfpunkt gelegene Wiese und schlägt in Fahrtrichtung gemessen 20m vom Abwurfpunkt und 8m vom Bahnkörper entfernt auf.

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) Berechne die Geschwindigkeit  $v_Z$ , mit der der Zug fährt.
- b) Berechne die Geschwindigkeit  $v_F$ , mit der die Flasche aus dem Fenster abgeworfen wurde.
- c) Berechne die Geschwindigkeit  $v_R$ , mit der die Flasche vom Abwurfort fortfliegt.
- d) Berechne die Geschwindigkeit  $v$ , mit der die Flasche auf dem Erdboden aufkommt.
- e) Nenne das Unabhängigkeitsprinzip und erlautere es am Beispiel dieser Aufgabe.

Name:

Datum:

### Waagerechter Wurf - Bierflasche aus einem Zug

#### Lösung:

Es sei  $t$  die Zeit nach dem Abwurf der Flasche und

$(x|y|z)$  die Koordinaten der Flasche bezogen auf die Position des Werfers zum Zeitpunkt des Abwurfs.

- a) Setzt man in  $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + z_0$  die gegebenen Werte ein, so ergibt sich  $0\text{m} = -4,905 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2 + 4\text{m}$ . Auflösen nach  $t$  ergibt  $t = 0,903\text{s}$ . Setzt man in  $x(t) = v_{x0} \cdot t$  die gegebenen Werte ein, so ergibt sich  $20\text{m} = v_{x0} \cdot 0,903\text{s}$ . Auflösen nach  $v_{x0}$  ergibt  $v_{x0} = 22,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .
- b) Setzt man in  $y(t) = v_{y0} \cdot t$  die gegebenen Werte ein, so ergibt sich  $8\text{m} = v_{y0} \cdot 0,903\text{s}$ . Auflösen nach  $v_{y0}$  ergibt  $v_{y0} = 8,86 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .
- c) Der Betrag der gesuchten Geschwindigkeit ergibt sich nach dem Satz des PYTHAGORAS durch  $v_{xy0} = \sqrt{v_{x0}^2 + v_{y0}^2}$  zu  $v_{xy0} = 23,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .
- d) Setzt man in  $v_{xy}(t) = v_{xy0}$  und in  $v_z(t) = -gt$  die gegebenen Werte ein, so ergibt sich  $v_{xy}(0,903\text{s}) = 23,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  und  $v_z(0,903\text{s}) = -8,86 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Der Betrag der Geschwindigkeit ergibt sich nach dem Satz des PYTHAGORAS durch  $v(t) = \sqrt{v_{xy}(t)^2 + v_z(t)^2}$  zu  $v(0,903\text{s}) = 25,44 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .
- e) klar.