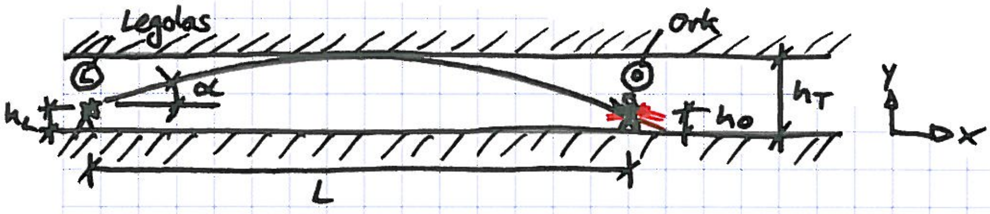

L: Länge, nach der der Ork im Tunnel noch getroffen wird

h_L: Abschußhöhe von Legolas' Bogen

h_O: Höhe der Trefferzone des Orks

h_T: Deckenhöhe des Tunnels

Voraussetzungen:

- sin, cos, $\sin^{-1}$ bzw. arcsin (RAD, DEG: Grundverständnis)
- Physik: - gleichmäßige Bewegung
  - gleichmäßig beschleunigte Bewegung
- Parabelfunktionen
- Räumliches Vorstellungsvermögen: Grundverständnis

Frage: Wie weit kann Legolas mit seinem Bogen in einem 4 m hohen Tunnel auf einen Ork schießen?

Ges.: α, t_m, $t_E = 2\cdot t_m$, $\underline{x_{max}}$

Geg: y_{max}, ~~x_{max}~~, $g\downarrow$

$t_E = 2\cdot t_m$

$y_{max} = y(t_m)$

$y(t) = \int_0 v_y$

$v_{y(t)} = v_{0y} - g\cdot t \quad \Big| \int_0^t$

$y(t) = v_{0y}\cdot t - \frac{1}{2} g t^2 = \int_0^t v_y(t)$

Ansatz: im Maximum der Wurfparabel:

$v_y = 0 = v_{0y} - g\cdot t \Rightarrow v_{0y} = \sin\alpha\cdot v_0 = g\cdot t_m$

$t_m = \sin\alpha\cdot\frac{v_0}{g} = \frac{v_{0y}}{g}$

$y(t) = y_{max} = \frac{v_{0y}^2}{g} - \frac{1}{2}\frac{v_{0y}^2}{g}$

$y_{max} = \frac{1}{2}\frac{v_{0y}^2}{g} = \frac{1}{2g}\cdot(\sin^2\alpha\cdot v_0)^2$

$\sin\alpha\cdot v_0 = \sqrt{2\cdot g\cdot y_{max}} = v_{0y} \Rightarrow t_m = \frac{v_{0y}}{g}$

$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{2\cdot g\cdot y_{max}}}{v_0}\right)$

$\Rightarrow v_{0x} = \cos\alpha\cdot v_0$

$x_{max} = v_{0x}\cdot t_E = v_{0x}\cdot 2t_m$

TÜV NORD

Beispiel:

$v_0 = 60\,m/s \; (= 216\,km/h)$

$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot y_{max}}}{v_0}\right) \quad \Big| \; g = 9{,}81\,\frac{m}{s^2}$

$y_{max} = h_T - h_L = 4m - 1{,}5m = 2{,}5m$

$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{2 \cdot 9{,}81\,m/s^2 \cdot 2{,}5m}}{60\,m/s}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 2{,}5} \cdot \sqrt{m^2/s^2}}{60\,m/s}\right)$

$\alpha = \sin^{-1}(0{,}1167) = 6{,}7°$

$v_{0y} = \sqrt{2 \cdot g \cdot y_{max}} = \sqrt{2 \cdot 9{,}81\,\frac{m}{s^2} \cdot 2{,}5m} = \sqrt{49{,}05\left(\frac{m}{s}\right)^2}$

$v_{0y} = 7{,}0036\,\frac{m}{s} \approx 7\,m/s$

$t_m = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{7\,m/s}{9{,}81\,m/s^2} = 0{,}714\,s$

$t_E = 2 \cdot t_m = 1{,}428\,s$

$v_{0x} = \cos(\alpha) \cdot v_0 = \cos(6{,}7°) \cdot 60\,\frac{m}{s} = 59{,}6\,\frac{m}{s}$

$\underline{\underline{L}} = v_{0x} \cdot t_E = 59{,}6\,\frac{m}{s} \cdot 1{,}428\,s = \underline{\underline{85\,m}}$

www.tuev-nord.de

30519 Hannover
Am TÜV 1
Tel.: 0511 986-0
Fax: 0511 986-1237
hannover@tuev-nord.de

45141 Essen
Langemarckstraße 28
Tel.: 0201 825-5000
Fax: 0201 825-4000
essen@tuev-nord.de

22525 Hamburg
Große Bahnstraße 31
Tel.: 040 8557-0
Fax: 040 8557-2295
hamburg@tuev-nord.de