

## 1. Aufgabe: Energiebetrachtung zum schiefen Wurf

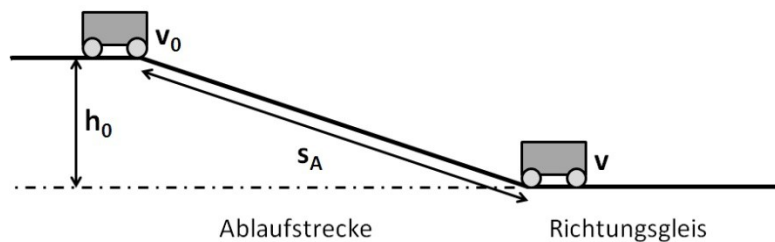
Beim schiefen Wurf beträgt die Anfangsenergie  $\frac{1}{2} m v_0^2$ . Zeigen Sie, dass für jeden Punkt der Bahn die Gesamtenergie gleich diesem Wert ist.

## 2. Aufgabe: Rammblock

Ein Körper der Masse 1000 kg fällt 10 m tief auf einen Metallzylinder und treibt diesen 1,0 cm weiter senkrecht in die Erde. Berechnen Sie die mittlere Reibungskraft auf den Metallzylinder.

## 3. Aufgabe: Ablaufberg im Rangierbahnhof

Zur Zusammenstellung von Güterzügen werden die Waggons von einer Rangierlokomotive auf einen Ablaufberg hinaufgefahren und am höchsten Punkt entkuppelt. Sie rollen dann eigenständig das Gefälle hinab und gelangen nach Bestimmungsbahnhöfen geordnet auf die sogenannten Richtungsgleise. Im Folgenden soll der Ablaufberg (Höhendifferenz  $h_0 = 1,10$  m, Länge der Ablaufstrecke bis zum Beginn der horizontalen Richtungsgleise  $s_A = 62,0$  m) vereinfacht als schiefe Ebene betrachtet werden. Ein mit Kohlen randvoll beladener, 2-achsiger Güterwagen der Gesamtmasse  $m = 42,0$  t wird von der Rangierlokomotive mit der konstanten Geschwindigkeit  $v_0 = 0,56$  m/s über den Ablaufpunkt geschoben.



- Berechnen Sie zunächst unter Vernachlässigung aller Reibungseffekte die Geschwindigkeit  $v$  des Güterwagens am Anfang des Richtungsgleises.
- Berücksichtigen Sie nun den Fahrwiderstand (Rollreibung und Lagerreibung) mit der Fahrwiderstandszahl  $\mu = 0,008$ . Zeigen Sie rechnerisch, dass die Geschwindigkeit des Güterwagens am Anfang des Richtungsgleises  $v = 3,49$  m/s beträgt und berechnen Sie die Länge der Strecke  $s$ , die der Güterwagen auf dem horizontalen Richtungsgleis zurücklegt, bevor er, durch Reibung abgebremst, zum Stillstand kommt.
- Zeigen Sie durch Rechnung, dass die Rotationsenergie der Wagenräder in Relation zur Translationsenergie des Güterwagens stets vernachlässigbar ist. Nehmen Sie dazu ein Rad als Vollzylinderscheibe mit dem Durchmesser  $2r = 840$  mm, der Dicke  $d = 72,0$  mm und der Masse  $m_R = 450$  kg an und vernachlässigen Sie die Radachse.
- Der durch die Reibung gebremste Güterwagen (vgl. Teilaufgabe b) prallt nun 20,0 m nach Beginn des Richtungsgleises auf 2 stehende, baugleiche, identisch beladene und zusammengekuppelte Güterwagen und kuppelt selbst an diese an. Geben Sie die Geschwindigkeit  $v'$  der verbundenen Güterwagen nach dem Zusammenprall an. Berechnen Sie den Anteil der kinetischen Energie des auftreffenden Wagens, der durch das Kuppeln verloren geht.
- Ein Güterwagen fahre durch eine Kurve ohne Kurvenüberhöhung. Er habe die in der Skizze angegebenen Maße (Abstand zwischen den Auflagepunkten der Räder  $d_s = 1400$  mm, Höhe des Schwerpunkts über der Gleisebene  $h_{CM} = 2300$  mm). Der minimale Kurvenradius für diesen Güterwagen ist mit  $R_{min} = 35$  m angegeben. Skizzieren Sie die Kräfte, die auf den Wagen wirken und berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit  $v_{max}$ , mit der eine Kurve vom Radius  $R_{min}$  durchfahren werden kann, ohne dass der Wagen kippt.