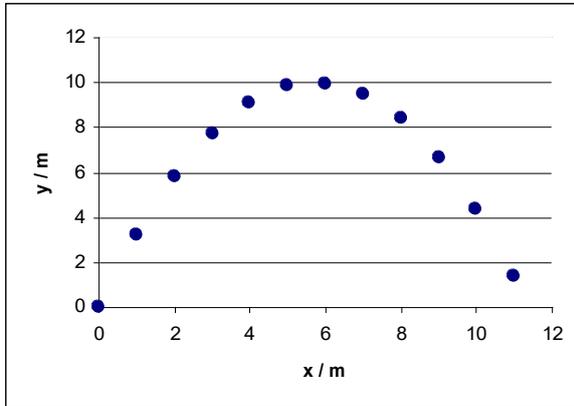


Physik

Notwendige Vorkenntnisse für die Einführungsphase	<p>Grundlagen der Bewegungslehre (aus Jg. 10): Geradlinig gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegungen (aus dem Stand)</p> <p>Physikalische Größengleichungen anwenden (z.B. nach einer gesuchten Größe umformen können)</p> <p>Umgang mit physikalischen Einheiten in Größengleichungen, einfache Dimensionsanalysen beherrschen</p> <p>Graphische Darstellung und Auswertung von Zusammenhängen zwischen physikalischen Größen</p> <p>Grundlagen der Elektrizitätslehre</p>
Methodik, Arbeitstechnik	<p>Grundfertigkeiten, die in der E-Phase vertieft werden!</p> <p>Eigenständige Arbeit beherrschen</p> <p>angemessene Ausarbeitung und Dokumentation von Arbeitsaufträgen</p> <p>Eigenständiger Umgang mit dem Lehrbuch</p> <p>Mündliche und schriftliche Präsentationen beherrschen</p> <p>Angemessener Gebrauch der Fachsprache</p> <p>Angemessene Rechtschreibung und Grammatik der deutschen Sprache</p>
Fachkenntnisse am Ende der Einführungsphase und notwendige Voraussetzungen für die Qualifikationsphase	<p>Allgemeine gleichmäßig beschleunigte Bewegungen</p> <p>Waagerechter Wurf als Beispiel einer mehrdimensionalen Bewegung (Überlagerung von Bewegungen)</p> <p>Newton'sche Axiome (insbesondere das dynamische Grundgesetz) und der systematische Aufbau der Mechanik</p> <p>Grundlagen der gleichförmigen Kreisbewegung: Beschreibung der Bewegung durch passende Größen, Bedeutung und Berechnung der Zentralkraft, Unterschied zwischen Zentralkraft und Fliehkraft.</p> <p>Vertiefte Energiebetrachtungen in der Mechanik (Analyse von mechanischen Prozessen mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes)</p>

Beispielaufgabe 1

In dieser Aufgabe wird der schräge Wurf eines Gegenstandes mit Hilfe des Energieerhaltungssatzes untersucht.



Ein Handball wird schräg nach oben geworfen (s. Abb.). Effekte, die auf den Luftwiderstand zurückzuführen sind, sollen vernachlässigt werden.

Der Handball wird vom Boden mit einer Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 14,57 \text{ m/s}$ schräg nach oben geworfen. In seiner größten Höhe von 10 m über dem Erdboden fliegt er mit einer horizontalen Geschwindigkeit v_x . Berechne diese Geschwindigkeit v_x mit Hilfe des Energiesatzes.

Lösung

Der Energieerhaltungssatz wird für diesen Fall aufgestellt und nach der gesuchten Größe v_x aufgelöst:

$$\frac{m}{2} \cdot v_0^2 = m \cdot g \cdot h + \frac{m}{2} \cdot v_x^2 \Rightarrow$$

$$v_x = \sqrt{v_0^2 - 2 \cdot g \cdot h}$$

Einsetzen der vorgegebenen Größen liefert:

$$v_x = \sqrt{\left(14,57 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - 2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10\text{m}} \approx 4,01 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Der Handball fliegt in 10 m Höhe mit ca. 4 m/s.

Beispielaufgabe 2

Eine Gewehrkugel ($m = 0,01\text{kg}$) wird mit $v = 400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ zentral in einen an einem 0,5m langen Faden hängenden Holzklötz ($M = 4,2\text{kg}$) geschossen. Der Holzklötz mit dem darin steckenden Geschoss wird unmittelbar nach dem Einschuss um einen bestimmten Winkel α ausgelenkt.

- Berechne den Auslenkwinkel α .
- Wie viel der anfänglichen Energie wird bei dem Vorgang in Wärme umgewandelt?

Hilfe 1: Es handelt sich um einen *unelastischen Stoß*, d.h. nach dem Einschuss bewegt sich der Holzklötz zusammen mit der Kugel weiter. Dabei gilt: $m \cdot v = (M + m) \cdot w$; w ist die Geschwindigkeit, mit der sich unmittelbar nach dem Treffer Holzklötz und Kugel zusammen bewegen.

Hilfe 2: Berechne erst w . Man kann dann die kinetische Energie unmittelbar nach dem Einschuss berechnen.

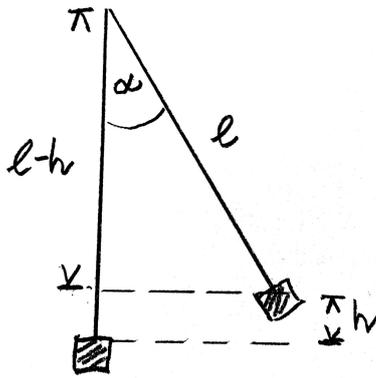
Lösung

- Um den Auslenkungswinkel zu berechnen, wird zunächst die Geschwindigkeit w (s.o.) unmittelbar nach dem Einschuss bestimmt (Verwendung der Hilfestellung 1):

$$w = \frac{m}{m + M} \cdot v \approx 0,95 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Die zugehörige kinetische Energie (Holzklotz plus Geschoss bewegen sich mit der Geschwindigkeit w) ist:

$$E_{kin} = \frac{m + M}{2} \cdot w^2 = \frac{4,2kg + 0,01kg}{2} \cdot \left(0,95 \frac{m}{s}\right)^2 \approx 1,9J$$



Gemäß dem Energieerhaltungssatz und bei Vernachlässigung von Reibungsverlusten wird diese Energie vollständig in potentielle Energie im höchsten Auslenkungspunkt (Höhe h über dem tiefsten Punkt) umgewandelt. Es gilt somit:

$$E_{kin} = E_{pot}$$

$$\frac{m + M}{2} \cdot w^2 = (m + M) \cdot g \cdot h \Rightarrow$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot \frac{w^2}{g} \approx \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(0,95 \frac{m}{s}\right)^2}{9,81 \frac{m}{s^2}} \approx 0,046m$$

Der Auslenkungswinkel α berechnet sich gemäß (vgl. obige Abbildung)

$$\cos(\alpha) = \frac{l-h}{l} \Rightarrow$$

$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{l-h}{l}\right) \approx 24,8^\circ$$

Der Holzklotz wird um ca. 25° aus seiner Ruhelage ausgelenkt.

- (b) Den fragten Energieverlust berechnet man als die Energiedifferenz aus der kinetischen Energie vor dem Einschuss und der kinetischen Energie unmittelbar nach dem Einschuss:

$$\Delta E = \frac{m}{2} \cdot v^2 - \frac{m + M}{2} \cdot w^2 = \frac{0,01kg}{2} \cdot \left(400 \frac{m}{s}\right)^2 - \frac{4,2kg + 0,01kg}{2} \cdot \left(0,95 \frac{m}{s}\right)^2 \approx 798,1J$$

Der Energieverlust (Reibungswärme) beträgt ca. 798J. Dies entspricht in etwa 99,8% der anfänglichen kinetischen Energie des Geschosses.