

Potenzielle und kinetische Energie



Abb. 1: „Fang den Ball“ als Beispiel für die Umwandlung von potenzieller in kinetische Energie.

Geräteliste:

Fang den Ball mit Kugeln unterschiedlicher Masse, Erbsenpistole mit Plastik und Stahlkugeln, Fallgerät, Netzteil, Oszilloskop → Experiment freier Fall

Versuchsbeschreibung:

Die Spielzeuge Fang den Ball und Erbsenpistole wandeln potenzielle in kinetische Energie um. Eine Feder wird gespannt und Kugeln mit unterschiedlichen Massen damit geschleudert. Die Kugeln größerer Masse fliegen weniger weit.



Abb. 3: Erbsenpistole mit unterschiedlichen Kugeln.

Durch Vergleich der Fallzeit mit der berechneten potenziellen Energie einer Kugel kann die Energieerhaltung/Umwandlung $E_{pot} \leftrightarrow E_{kin}$ erläutert werden.

Bemerkungen:

Die Feder bei den Spielzeugen wird schlagartig entspannt und die gespeicherte Energie

$$E_{Feder} = \frac{1}{2} k x^2$$

wird einer Kugel „gegeben“ die sich mit einer Anfangsgeschwindigkeit von der Anordnung entfernt. Sie besitzt nun kinetische Energie:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m v^2$$

Die Kinetische Energie hat den Betrag der vorher in der Feder gespeicherten potenziellen Energie. Bei größeren Massen muss die Anfangsgeschwindigkeit demnach kleiner sein.

Messungen der Ballhöhe (einfache Messung die Sprunghöhe streut um mehr als 10%)

Ball 1: Masse $m_1 = 1,5g$, Sprunghöhe $h \approx 0,8m$ $\rightarrow E_{pot} \approx 0,01 Nm$

Ball 2: Masse $m_2 = 8,6g$, Sprunghöhe $h \approx 0,1m$ $\rightarrow E_{pot} \approx 0,008 Nm$

führen auf ein „über dem Daumen“ richtige Ergebnis.

Quantitativer Vergleich von E_{pot} und E_{kin} mit der Anordnung zur Messung

der Fallgeschwindigkeit

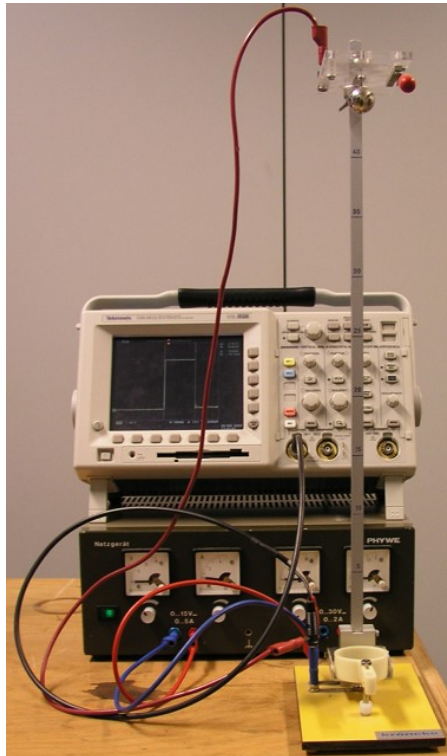


Abb. 4: Messung der Fallgeschwindigkeit

Für die Bewegungsgleichung beim freien Fall gilt bei einer Ausgangshöhe h_z und der Anfangsgeschwindigkeit $v_0 = 0$ die Gleichung

$$z(t) = -(1/2) g t^2 + h_z .$$

Für die Fallanordnung mit $h_z = 0,46 \text{ m}$ und dem Wert $z(t) = 0$ führt die Rechnung mit

$$t = \sqrt{2 \cdot \frac{h_z}{g}} \quad \text{und} \quad g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

auf die Endgeschwindigkeit

$$v = g \cdot t = 3,00 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

bzw. mit einem Messwert aus der Vorlesung ($t_m = 308 \text{ ms}$) auf die Endgeschwindigkeit

$$v_m = 3,02 \frac{\text{m}}{\text{s}} .$$

Die Masse der Kugel sei als Beispiel $m_k = 0,1 \text{ kg}$, dann ergibt sich rechnerisch eine potenzielle Energie von

$$E_{\text{pot}} = m_k \cdot g \cdot h_z = 451 \text{ mJ}$$

und mit der gemessenen Geschwindigkeit die kinetische Energie

$$E_{kin} = \frac{m_k}{2} \cdot v_{tm}^2 = 456 \text{ mJ} \quad .$$

Der Messfehler liegt bei ca. 1%.