Energie bleibt erhalten

Physik 10 · Kapitel 2 · Stunde 23 · Skript

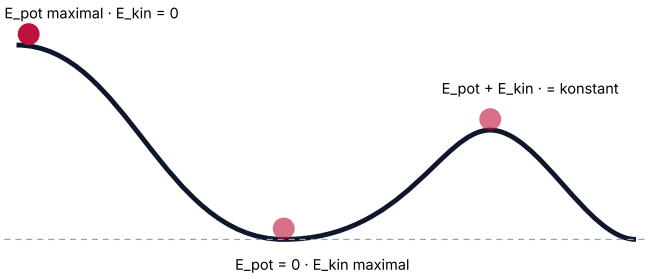
Name: Klasse: Datum:

Kapitel-Fall „Energiedetektive“ Eine Pumpe bringt Regenwasser in einen Tank auf dem 12 m hohen Schuldach (Beispielwert). Wie schnell wäre das Wasser unten, wenn es frei herunterfällt? Welche Energiekette entsteht? (erfundener Fall)

1 Mechanische Energieerhaltung

Ein Achterbahnwagen wird auf den ersten Hügel gezogen. Oben hat er viel **potenzielle Energie** und kaum Geschwindigkeit. Beim Hinunterrollen wird die potenzielle Energie in **kinetische Energie** umgewandelt: Der Wagen wird schneller. Fährt er den nächsten Hügel hinauf, wird kinetische Energie wieder zu potenzieller Energie. Die Summe beider heißt **mechanische Energie**.

Ohne Reibung gilt: $\mathbf{E_{pot} + E_{kin} = konstant}$. Daraus folgt: Ohne Antrieb kann der Wagen nie höher kommen als bis zur Starthöhe. Wie die Bahn dazwischen aussieht, spielt keine Rolle – es kommt nur auf die Höhen an.



WORTSPEICHER

mechanische Energie: Summe aus potenzieller und kinetischer Energie eines Körpers

mechanische Energieerhaltung: Ohne Reibung bleibt die mechanische Energie konstant: E_pot + E_kin = konstant

Reibung: wandelt mechanische Energie in thermische Energie um; die Gesamtenergie bleibt trotzdem erhalten

Energiebilanz: Aufstellung, die zeigt, wie sich eine Energie auf die einzelnen Formen verteilt: Anfangsenergie = Endenergie

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

2 Geschwindigkeit aus der Höhe

Fällt oder rollt ein Körper reibungsfrei die Höhe h hinunter, wird die gesamte potenzielle Energie zu kinetischer Energie. Setzt man beide gleich, kürzt sich die Masse heraus:

$$E_{pot} + E_{kin} = \text{konstant} \quad m \cdot g \cdot h = \tfrac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad v = \sqrt{(2 \cdot g \cdot h)}$$

E_{pot}, E_{kin}	potenzielle und kinetische Energie in J
m	Masse in kg (kürzt sich heraus)
g	Ortsfaktor, 9,81 N/kg
h	Höhenunterschied in m
v	Geschwindigkeit in m/s

Ein schwerer und ein leichter Körper sind deshalb unten gleich schnell. Doppelte Höhe ergibt nicht doppelte, sondern nur etwa 1,4-fache (√2-fache) Geschwindigkeit. Umgekehrt erreicht ein Körper mit der Geschwindigkeit v höchstens die Höhe h = v² : (2 · g). Für einen Punkt in der Höhe h_1 zählt nur der **Höhenunterschied** zum Start: v = √(2 · g · (h_o – h_1)).

Anleitung: 1. Gegeben und gesucht notieren. 2. Energiebilanz für Anfang und Ende aufschreiben. 3. Gleichsetzen und umstellen. 4. Einsetzen mit Einheiten. 5. Antwortsatz.

Musterbeispiel: Wasser fällt vom Schuldach.

Schritt	Rechnung
1. Gegeben, gesucht	h = 12 m (Schuldach, Beispielwert), g = 9,81 N/kg; gesucht v unten
2. Energiebilanz	oben: E_{pot} = m · g · h, E_{kin} = 0 · unten: E_{pot} = 0, E_{kin} = ½ · m · v²
3. Gleichsetzen	m · g · h = ½ · m · v² → Masse kürzen → v = √(2 · g · h)
4. Einsetzen	v = √(2 · 9,81 N/kg · 12 m) = √235,4 m²/s²
5. Ergebnis	v ≈ 15,3 m/s ≈ 55 km/h (ohne Luftwiderstand)

TIPP
Masse kürzt sich!

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

3 Und die Reibung?

In Wirklichkeit gibt es immer **Reibung** und Luftwiderstand. Sie wandeln einen Teil der mechanischen Energie in **thermische Energie** um. Die mechanische Energie nimmt ab, die Gesamtenergie bleibt aber erhalten. Die Energiebilanz lautet dann: **$E_{Anfang} = E_{Ende}$ + thermische Energie**. Deshalb muss bei einer echten Achterbahn jeder Hügel niedriger sein als der Starthügel.

In der Simulation „Achterbahn“ wird die Reibung mit einem einfachen Modell berechnet: Auf jedem Meter Strecke wird pro Kilogramm Wagenmasse etwa 0,2 J in thermische Energie umgewandelt (Beispielwert). Auf 100 m sind das etwa 19,6 J pro kg – so viel Energie, wie 2 m Höhe entsprechen. Deshalb braucht man mit Reibung etwa 2 m mehr Starthöhe, um dieselbe Endgeschwindigkeit zu erreichen.

Merke: Ohne Reibung: $E_{pot} + E_{kin}$ = konstant. Mit Reibung: $E_{Anfang} = E_{Ende}$ + thermische Energie. Die Gesamtenergie bleibt immer erhalten.

TIPP

E_Anfang = E_Ende + Wärme

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

4 Aufgaben

Deine Stufe: Jede Aufgabe ist gekennzeichnet. G Grundlage · S Standard · E Experte.
Grundlage: Aufgaben 1, 2 und 4 · **Standard:** Aufgaben 1 bis 5 · **Experte:** Aufgaben 1 bis 6. In der interaktiven Übung stellst du dieselbe Stufe oben über die Schalter „Grundlage – Standard – Experte“ ein.

Aufgabe 1 G · Beschreibe die Energieumwandlungen bei einer Fahrt über den ersten Hügel bis ins Tal und auf den zweiten Hügel. *(Hilfe: Abschnitt 1)*

Aufgabe 2 G · Ein Ball (2 kg) fällt aus 5 m Höhe (ohne Luftwiderstand). *(Hilfe: Abschnitte 1 und 2)*
a) Kinetische Energie kurz vor dem Boden: _____
b) Kinetische Energie auf halber Höhe: _____

Aufgabe 3 S · *(Hilfe: Abschnitt 2, Musterbeispiel)*
a) Ein Stein fällt reibungsfrei 20 m tief. Berechne seine Geschwindigkeit. _____
b) Ein Skater fährt mit 10 m/s auf eine Rampe zu. Wie hoch kommt er höchstens? _____

Aufgabe 4 G · Sag es physikalisch! *„Der schwere Ball fällt schneller, weil er mehr Energie hat.“ (Hilfe: Abschnitt 2)*

TIPP
Bei jeder Aufgabe steht, welcher Abschnitt hilft.

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.

Aufgabe 5 S · Energiedetektive: Berechne die Geschwindigkeit des Wassers, das reibungsfrei vom 12 m hohen Schuldach fällt, in m/s und km/h. Wie schnell wäre es bei einem doppelt so hohen Gebäude? *(Hilfe: Abschnitt 2)*

Aufgabe 6 E · Eine Achterbahn (Wagen 300 kg) startet in 45 m Höhe aus der Ruhe. *(Hilfe: Abschnitte 2 und 3)*

a) Berechne ohne Reibung die Geschwindigkeit auf einem Hügel in 25 m Höhe.

b) Eine zweite Bahn startet in 30 m Höhe; der Wagen kommt unten mit 20 m/s an. Stelle eine Energiebilanz auf und berechne, wie viel Energie durch Reibung in thermische Energie umgewandelt wurde. Wie viel Prozent sind das?

★ **Vertiefung** Ein Pendel wird ausgelenkt und losgelassen. Begründe mit der Energieerhaltung, warum es auf der anderen Seite fast wieder dieselbe Höhe erreicht – und warum es mit der Zeit trotzdem stehen bleibt.

HAUSAUFGABE

Aufgabe 4 und eine weitere Aufgabe deiner Stufe.

Konzept und Design: www.so-macht-lernen-spass.de – Bei der technischen Umsetzung hat eine künstliche Intelligenz (KI) unterstützt.