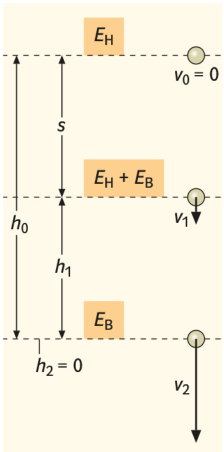
3.2 Anwendung des Energiekonzepts

Für viele Problemstellungen in der Physik gibt es verschiedene Lösungsansätze. Hier sollen die Anwendung des Energiekonzepts und sein Nutzen vorgestellt werden.



B1 Energieterme für den freien Fall

Energie beim freien Fall

Aus den Bewegungsgleichungen $s = ½g \cdot t^2$ und $v = g \cdot t$ für den frei fallenden Körper können Ort s und Geschwindigkeit v berechnet werden, wobei

$v = g \cdot \sqrt{2\frac{s}{g}} = \sqrt{2g \cdot s}$ gilt.

Eine Betrachtung der Energieüberführungen des frei fallenden Körpers mit der Masse m im System „Erde – Körper" zeigt (→**B1**): Zu Beginn in der Höhe h_0 ist

$E_H = m \cdot g \cdot h_0$ und $E_B = 0$.

Im freien Fall bis zur Höhe h_1 folgt nach den Bewegungsgleichungen

$v_1 = \sqrt{2g \cdot s} = \sqrt{2g \cdot (h_0 - h_1)}$.

Da $E_H = m \cdot g \cdot h_1$ und $E_B = ½m \cdot v_1^2$ ist, beträgt ihre Summe in der Höhe h_1:

$m \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} m \cdot 2g \cdot (h_0 - h_1) = m \cdot g \cdot h_0$

Am Boden bei $h_2 = 0$ angelangt, ist die Geschwindigkeit

$v_2 = \sqrt{2g \cdot h_0}$ und es ist wiederum

$E_H + E_B = 0 + \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 = m \cdot g \cdot h_0$

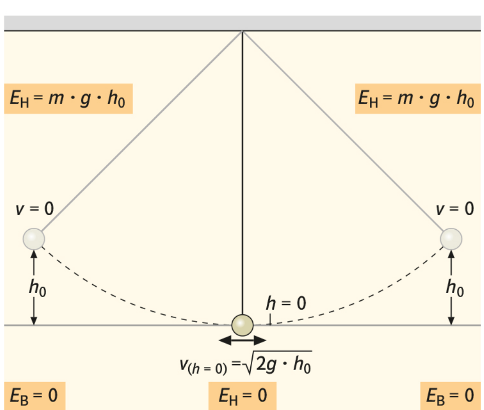
Die Bewegung des fallenden Körpers wird also mit den Termen korrekt erfasst. Die konstante Summe aus Höhenenergie und Bewegungsenergie legt jeden Zustand des Systems fest. Diese konstante Gesamtenergie beträgt:

$E = E_H + E_B = m \cdot g \cdot h_{(v=0)} = \frac{1}{2} m \cdot v_{(h=0)}^2$

Energie beim Fadenpendel

Ein aus seiner Ruhelage bis zur Höhe h_0 ausgelenktes Fadenpendel erreicht nach Passieren der Ruhelage wieder die Höhe h_0 (→**B2**). Die Bahnkurve der Bewegung ist ein Kreisbogen. Die Geschwindigkeit ist bei h_0 null und beim Durchgang durch die Ruhelage am größten. Die Bewegungsgesetze aufzustellen, ist hier schwierig. Einfacher ist eine Energiebetrachtung: Man wählt die niedrigste Lage als Bezugshöhe. Dies ergibt im höchsten Punkt h_0 nur Höhenenergie $E_H = m \cdot g \cdot h_0$ und im tiefsten Punkt nur Bewegungsenergie $E_B = ½m \cdot v_{(h=0)}^2$. Wir betrachten das System als abgeschlossen. Dann ist die Energie für die beiden Lagen gleich groß:

$m \cdot g \cdot h_0 = \frac{1}{2} m \cdot v_{(h=0)}^2 \Rightarrow v_{(h=0)} = \sqrt{2g \cdot h_0}$



B2 Energieterme beim Fadenpendel

Dieses Ergebnis stimmt mit dem aus den Bewegungsgleichungen beim freien Fall gewonnenen überein. Bei der energetischen Betrachtung ist aber nicht die Kenntnis der gesamten Bahnkurve erforderlich, es genügt die Kenntnis der Energieterme an zwei Bahnpunkten.

Energie beim senkrechten Wurf

Ein Körper wird mit der Geschwindigkeit $v_0 > 0$ vom Anfangsniveau h_0 aus senkrecht nach oben geworfen. Die maximale Steighöhe h_{max}, in der $v = 0$ ist, soll berechnet werden. Eine Energiebetrachtung zeigt:

Am Anfang bei $h_0 = 0$ ist

$E_H = 0$ und $E_B = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2$

Am Gipfel in der Höhe h_{max} ist dagegen

$E_H = m \cdot g \cdot h_{max}$ und $E_B = 0$, da $v = 0$ ist.

Die Bewegungsenergie wurde vollständig in Höhenenergie überführt:

$\frac{1}{2} m \cdot v_0^2 = m \cdot g \cdot h_{max} \Rightarrow h_{max} = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_0^2}{g}$

Das Erreichen einer Höhe h_{max} erfordert – unabhängig von der Masse des Körpers – eine bestimmte Anfangsgeschwindigkeit v_0. Erhält er diese durch Entspannen einer Feder, so führt der Ansatz konstanter Gesamtenergie zu

$E_B = E_S$ und $\frac{1}{2} m \cdot v_0^2 = \frac{1}{2} D \cdot s^2$,

falls die Änderung der Höhenenergie während des Entspannens vernachlässigt wird.

A1 ◒ Ein Wagen rollt eine schiefe Ebene hinab. Begründen Sie, warum seine Endgeschwindigkeit nur von der Starthöhe, nicht aber von der Masse des Wagens abhängt.