

Potentielle Energie

In einem konservativen Kraftfeld kann einem Körper an jedem Raumpunkt eine potentielle Energie zugeordnet werden. Diese wird über die Arbeit definiert, die am Körper verrichtet werden muss, um ihn von einem Referenzpunkt zu einem Raumpunkt zu verschieben.

Konservative Felder

Es gibt drei äquivalente Definitionen für konservative Kraftfelder:

- a) Ein Kraftfeld ist konservativ, wenn die verrichtete Arbeit unabhängig vom Verlauf des Weges zwischen zwei beliebigen Punkten \vec{r}_1 und \vec{r}_2 ist.

$$W = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

- b) Ein Kraftfeld ist konservativ, wenn die verrichtete Arbeit entlang jeder geschlossenen Kurve gleich Null ist.

$$W = \oint_{\text{Weg}} \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

- c) Ein Kraftfeld ist konservativ, wenn in jedem Punkt die Wirbelstärke $\text{rot } \vec{F}$ gleich Null ist.

Definition der potentiellen Energie

Erfährt ein Körper in einem konservativen Kraftfeld die ortsabhängige Kraft \vec{F} dann wird die potentielle Energie des Körpers am Ort \vec{r} bezüglich des Referenzpunktes \vec{r}_{ref} definiert als

$$E_{\text{pot}}(\vec{r}) = - \int_{\vec{r}_{\text{ref}}}^{\vec{r}} \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

Die potentielle Energie wird dem Körper an diesem Raumpunkt zugeordnet. Sie hängt von der willkürlichen Wahl des Bezugspunktes ab.

Wichtige Anwendung

Die Arbeit, die ein Feld bei der Verschiebung eines Körpers in einem konservativen Kraftfeld von Punkt \vec{r}_1 zu Punkt \vec{r}_2 am Körper verrichtet wird, ist gegeben durch die Differenz der potentiellen Energien an den beiden Punkten

$$W = E_{\text{pot}}(\vec{r}_2) - E_{\text{pot}}(\vec{r}_1)$$

Wichtige Beispiele

Die potentielle Energie eines Körpers der Masse m_1 im Feld einer Punktmasse der Masse m_2 bezogen auf einen Referenzpunkt im Unendlichen ist gegeben durch

$$E_{\text{pot}}(\vec{r}) = -\gamma \frac{m_1 m_2}{|\vec{r}|}$$

Dabei ist \vec{r} der Vektor von der felderzeugenden Masse m_2 zum Ort des Körpers m_1 .

Die potentielle Energie eines Körpers der Masse m im homogenen Gravitationsfeld (z.B. an der Erdoberfläche) bezogen auf einen Referenzpunkt in der Höhe Null ist gegeben durch

$$E_{\text{pot}} = mgh$$

Dabei ist h die Höhe über dem Niveau des Referenzpunktes und $g = |\vec{g}|$ die Gravitationsfeldstärke, die an der Erdoberfläche $9,81\text{m/s}^2$ beträgt.