

Physik Lernzettel

Energie

- Energie kann man messen
- Energie kann umgewandelt werden
- Energie kann weder erstellt noch zerstört werden
- Es gibt verschiedene Formen von Energie
- $E = mc^2$
- 1 Joule = 100g 1m nach oben
- 1 Kalorie = 1ml Wasser um 1°C erwärmen
- $E = \text{Kraft} \cdot \text{Weg}$
- $\Delta E = \text{Kraft} \cdot \Delta s$
- $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$

Formeln

$$F_g = G(6.67 \times 10^{-11}) \cdot \frac{m_1(\text{kg}) \cdot m_2(\text{kg})}{r^2(\text{m})}$$

$$\frac{v^2}{r} = g$$

$$E_{\text{pot}} = m(\text{kg}) \cdot g(9.81) \cdot h(\text{m})$$

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m(\text{kg}) \cdot v^2(\text{m/s})$$

$$E_{\text{spann}} = \frac{1}{2} D \cdot s^2$$

$$\omega = \frac{\Delta \varphi(\text{rad})}{\Delta t(\text{s})}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T(\text{s})} = 2\pi \cdot f(1/\text{s})$$

$$f(1/\text{s}) = \frac{1}{T} \mid T(\text{s}) = \frac{1}{f}$$

$$v(\text{m/s}) = \frac{2\pi \cdot r(\text{m})}{T(\text{s})} = \omega \cdot r(\text{m})$$

$$F_Z = m(\text{kg}) \cdot \frac{v^2(\text{m/s})}{r(\text{m})}$$

Die 3 Newton-Gesetze

1. Körper, auf die keine andere Kraft wirkt, verharrt in ihrem Bewegungszustand:

Körper sind Träge

Werden sie schneller oder langsamer oder ändern sie ihre Bewegungsrichtung, so müssen äußere Kräfte walten.

2. Für alle Kräfte gilt das Wechselwirkungsgesetz:

$$\text{actio} = \text{reactio}$$

Übt ein Körper A eine Kraft auf B aus, so übt ein Körper B auf Körper A gleichzeitig eine Kraft auf B aus, so übt ein Körper B auf Körper A gleichzeitig eine Kraft auf A aus. Beide Kräfte sind entgegengesetzt, ihre Beträge sind gleich. *actio* und *reactio* greifen an verschiedenen Körper an, sind also nicht im Gleichgewicht! Beim Kräftegleichgewicht greifen die Kräfte am selben Körper an und sind an diesem in Gleichgewicht.

3. Beschleunigte Kraft = Masse · Beschleunigung:

$$F = m \cdot a$$
$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Die beim Beschleunigen auftretende Geschwindigkeitsveränderung wirkt in Richtung der beschleunigenden Kraft. Dies drückt man durch Vektorpfeile über \vec{F} aus. (u ist ein Skalar, kein Vektor.)

Die 3 Mechanische Energieformen

1. Potenzielle Energie

Die potenzielle Energie eines Körpers hängt nur von seiner Masse, dem Ortsfaktor g und der Höhe h über dem Bezugsniveau ab. Es gilt:

$$\Delta E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

2. Kinetische Energie

$$F = m \cdot a$$

$$S = \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

$$\begin{aligned} \Delta E &= F \cdot \Delta s = m \cdot a \cdot \frac{1}{2} a \cdot t^2 \\ &= m \cdot \frac{1}{2} (a \cdot t)^2 \end{aligned}$$

Mit $v = a \cdot t$ folgt:

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

Die kinetische Energie eines Körpers hängt nur von seiner Masse m und seiner Geschwindigkeit v ab.

3. Spannenergie

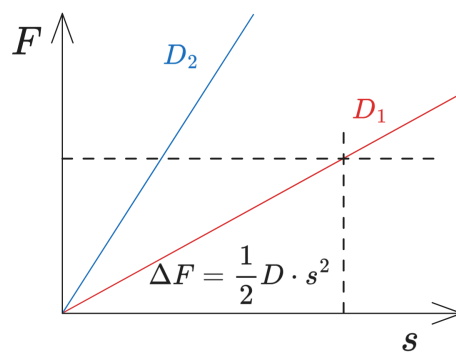
$$\Delta E = \frac{1}{2} F \cdot s$$

Hooksches Gesetz: $F = D \cdot s$

$$\Delta E_{\text{spann}} = \frac{1}{2} D \cdot s^2$$

Die Spannenergie einer Feder hängt nur von der Strecke s ab, um die sie verformt wird, und von der Art der Feder, die durch die Federkonstante D berücksichtigt wird.

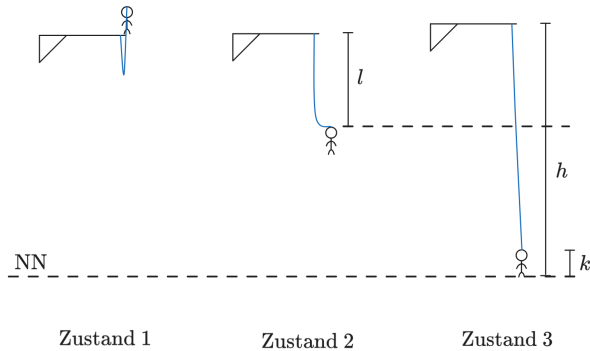
D = Federkonstante = Federhärte



Energieerhaltung

In einem energetisch abgeschlossenen System bleibt bei reibungsfreien Vorgängen die Summe der mechanischen Energien erhalten. Die Gesamtenergie E_{ges} bleibt konstant und es gibt folgende Energiebilanz:

$$E_{\text{ges}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}} + E_{\text{spann}}$$



Zustand 1:

$$E_{\text{ges}} = E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

Zustand 3:

$$E_{\text{ges}} = E_{\text{spann}} = \frac{1}{2} D \cdot s^2$$

$$s = \sqrt{\frac{2E_{\text{ges}}}{D}}$$

$$h = s + l + k$$

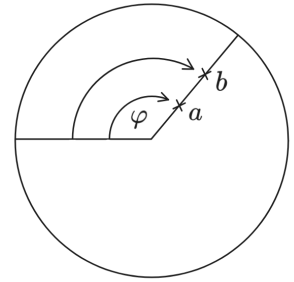
$$l = h - s - k$$

Kreisbewegungen

Situation: Zwei Punkte a und b liegen auf einer sich drehenden Scheibe. Obwohl b schneller als a ist, bewegen sie sich gleichartig.
Idee: Beide legen in gleicher Zeit den gleichen Winkel φ zurück.

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Winkelgeschwindigkeit = $\frac{\text{Winkeländerung}}{\text{Zeit}}$



Die **Winkelgeschwindigkeit** ω (Omega) beschreibt den zurückgelegten Winkel pro Zeit.
Während der **Periodendauer** T wird der Winkel von 360° oder 2π überstrichen.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot f$$

Die **Frequenz** f (Einheit $1s^{-1}$) ist der Kehrwert der Periodendauer T und gibt die Anzahl der Umdrehungen pro Zeit an. Die **Bahngeschwindigkeit** v beschreibt die zurückgelegte Strecke pro Zeit an (Einheit $\frac{m}{s}$).

$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T} = \omega \cdot r$$

Zentripetalkraft

$$g = a_Z$$

$$a_Z = \frac{v^2}{r}$$

$$F_Z = m \cdot a_Z$$

$$F_Z = m \cdot g$$

$$v^2 = g \cdot r$$

$$F_Z = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

Beispiele

Eine Trampolinspringerin

Eine Trampolinspringerin ($m_1 = 50 \text{ kg}$) hat in jeder Hand eine Hantel ($m_2 = 5 \text{ kg}$). Die Trampolinspringerin springt aus einer Höhe von 2 m auf das Sprungtuch. In dem Augenblick, in dem sie den tiefsten Punkt erreicht hat, lässt sie die Hanteln fallen.

Berechne die maximale Sprunghöhe der Springerin, wenn man von Reibung und Luftwiderstand absieht.

geg: $m_1 = 50 \text{ kg}$, $m_2 = 5 \text{ kg}$, $h = 2 \text{ m}$

ges: Höhe nach oben

$$E_{\text{ges}} = E_{\text{pot}} = 2 \cdot 5 \text{ kg} + 50 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m} \cdot 9.81 = 1177.2 \text{ N}$$

$$\frac{1177.2 \text{ N}}{9.81 \cdot 50 \text{ kg}} = 2.4 \text{ m}$$

Sie springt 2.4 m hoch.

Ein Auto

Ein Auto fährt mit Tempo 100. Seine Reifen haben einen Radius von 28 cm.

geg: $v_{\text{Auto}} = 100 \text{ km/h}$, $r = 28 \text{ cm} = 0.28 \text{ m}$

a) Wie groß ist der Betrag der Geschwindigkeit, mit der sich das Reifenprofil bewegt?

ges: v_{Profil}

$$v_{\text{Profil}} = v_{\text{Auto}} = 100 \text{ km/h}$$

$$\frac{100 \text{ km/h}}{3.6} = 27.78 \text{ m/s}$$

b) Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit des Rades?

ges: Winkelgeschwindigkeit ω

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{27.78}{0.28} \approx 99.21$$

c) Wie oft dreht sich das Rad pro Sekunde?

ges: Frequenz f

$$\omega = 2\pi \cdot f \quad | : 2\pi$$

$$\frac{\omega}{2\pi} = f$$

$$\frac{99.21}{2\pi} \approx 15.80 \text{ Hz}$$

d) Wie lange dauern 10 Umdrehungen des Rades?

ges: $10 \cdot T$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$T = \frac{1}{15.58 \text{ Hz}} \approx 0.0633 \text{ s}$$

$$T \cdot 10 = 0.633 \text{ s}$$

Irdische Geschwindigkeiten

Die Erde rotiert in 24 h einmal um ihre Drehachse. ($r_E = 6370 \text{ km}$) Wie groß ist die Geschwindigkeit eines Menschen am Äquator, wie groß hier in Deutschland (51° Breitengrad)?

geg: $r_E = 6370 \text{ km} = 6370000 \text{ m}$, $T = 24 \text{ h}$, Deutschland: 51°

ges: $v_{\text{Äquator}}$, $v_{\text{Deutschland}}$

$$\omega_E = \frac{2\pi}{24 \text{ h}} = \frac{2\pi}{86400 \text{ s}} \approx 7.27 \times 10^{-5}$$

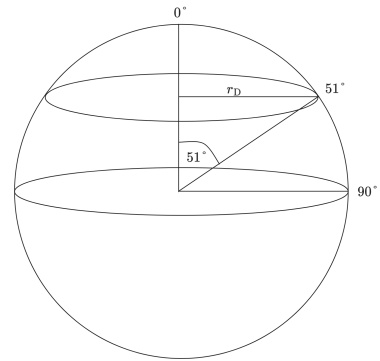
Geschwindigkeit am Äquator:

$$v_{\text{Ä}} = \omega_E \cdot r_E = 7.27 \times 10^{-5} \cdot 6370000 \text{ m} \approx 463.4 \text{ m/s}$$

Geschwindigkeit in Deutschland:

$$r_D = r_E \cdot \cos(51^\circ) = 6370000 \text{ m} \cdot 0.6293 \approx 4015000 \text{ m}$$

$$v_D = \omega_E \cdot r_D = 7.27 \times 10^{-5} \cdot 4015000 \approx 291.8 \text{ m/s}$$



Physikarbeit Nr. 2 (10b)

1. Waschmaschine

Eine Waschmaschine schleudert mit 800 Umdrehungen pro Minute die Wäsche in einer Trommel vom Radius 26 cm.

$$\text{geg: } f = \frac{800}{\text{min}} = \frac{800}{60 \text{ s}}, r = 26 \text{ cm} = 0.26 \text{ m}, m = 1 \text{ g} = 0.001 \text{ kg}$$

a) Berechne, mit welcher Kraft dabei ein Wassertropfen der Masse 1 g nach außen gedrückt wird.

$$\text{ges: } F_Z = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{60}{800} = 0.075 \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \approx 83.776$$

$$v = \omega \cdot r = 83.776 \cdot 0.26 \text{ m} = 21.782 \text{ m/s}$$

$$F_Z = m \cdot \frac{v^2}{r} = 0.001 \text{ kg} \cdot \frac{21.782^2}{0.26} \approx 1.824 \text{ N}$$

b) Berechne, welche Masse dieselbe Gewichtskraft besitzt.

ges: m

$$F = m \cdot g \mid m = \frac{F}{g}$$

$$\frac{1.824 \cancel{\text{N}}}{9.81 \cancel{\text{N}}_{\text{kg}}} \approx 0.185 \text{ kg}$$

2. Ein Junge

Ein Junge gibt einem Ball mit der Masse 0,5 kg in der Zeit von 0,2 s aus der Ruhe eine Geschwindigkeit von 8 m/s.

$$\text{geg: } m = 0.5 \text{ kg}, t = 0.2 \text{ s}, v = 8 \text{ m/s}$$

a) Berechne, welche Kraft er auf den Ball ausübt.

ges: F

$$F = m \cdot a$$

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{8}{0.2} = 40 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot a = 0.5 \cdot 40 = 20 \text{ N}$$

b) Bestimme, mit welcher Geschwindigkeit der Ball wegfiegt, wenn der Junge durch zähes Training seine Schusskraft verdoppelt hat.

$$\text{geg: } F = 40 \text{ N}$$

ges: v

$$F = m \cdot a$$

$$40 = 0.5 \cdot a \mid : 2$$

$$80 = a$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

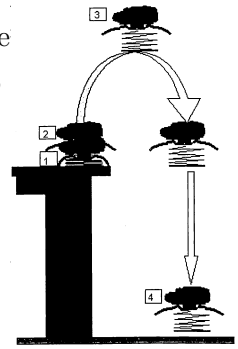
$$80 = \frac{v}{0.2} \mid : 5$$

$$16 \text{ m/s} = v$$

3. Spielzeugfrosch

Ein Spielzeugfrosch ($m = 20.0 \text{ g}$) wird mit einem Saugnapf unter Spannung einer Feder an einer Tischkante befestigt. Nach kurzer Zeit springt er in die Höhe, weil der Saugnapf nicht mehr hält. Seine Flugbahn ist etwas seitlich, so dass er beim Herabfallen die Tischkante verfehlt und bis zum Boden fällt. Die Feder ($D = 5,00 \text{ N/cm}$) wird vor dem Start um $3,00 \text{ cm}$ eingedrückt.

geg: $m = 20 \text{ g} = 0.02 \text{ kg}$, $s = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$, $D = 5 \text{ N/cm} = 500 \text{ N/m}$



a) Beschreibe allgemein die auftretenden Energieumwandlungen.

1. Die Feder ist eingedrückt und der Saugnapf ist immer noch befestigt. E_{spann} ist maximal.
2. Der Saugnapf hält nicht mehr, die Feder ist entspannt und berührt gerade noch den Tisch. E_{kin} und die Geschwindigkeit sind maximal,
3. Der Frosch erreicht die maximale Höhe. E_{pot} ist maximal, $E_{\text{kin}} = 0$
4. Der Frosch landet auf dem Boden. Er gibt seine Energie in Form von Wärme an den Boden ab.

b) Berechne die Spannenergie.

ges: $E_{\text{spann}} = \frac{1}{2} D \cdot s^2$

$$E_{\text{spann}} = \frac{1}{2} \cdot 500 \cdot 0.03^2 = 0.225 \text{ J}$$

c) Berechne die Geschwindigkeit des Frosches in der Situation 2 (Beginn des Abhebens).

ges: v ($E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$)

$$E_{\text{kin}} = E_{\text{spann}} = 0.225 \text{ J}$$

$$0.225 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 0.02 \text{ kg} \cdot v^2$$

$$0.225 \text{ J} = 0.01 \text{ kg} \cdot v^2 \quad | : 0.01$$

$$\frac{0.225 \text{ J}}{0.01 \text{ kg}} = v^2$$

$$22.5 = v^2 \quad | \sqrt{}$$

$$4.74 \text{ m/s} \approx v$$

d) Berechne die Höhe, die der Frosch über dem Tisch erreicht.

ges: h ($E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$)

$$E_{\text{pot}} = E_{\text{spann}} = 0.225 \text{ J}$$

$$0.225 \text{ J} = 0.02 \text{ kg} \cdot 9.81 \cdot h$$

$$0.225 \text{ J} = 0.1962 \cdot h \quad | : 0.1962$$

$$\frac{0.225}{0.1962} = h$$

$$1.147 \approx h$$