7.3. Impuls, Kraft und kinetische Energie (Bewegungsenergie)

7.3.1. Impuls (Bewegungsgröße)

Unter dem Impuls eines Körpers versteht man das Produkt aus seiner Masse und seiner Geschwindigkeit.

Der Impuls ist eine vektorielle Größe. Er hat die Richtung der Geschwindigkeit.

Wenn

p Impuls des Körpers,

m Masse des Körpers,

v Geschwindigkeit des Körpers,

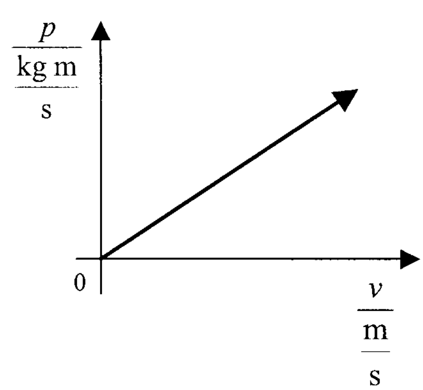
dann gilt:

$$\boxed{p = m \cdot v}$$

	p	m	v
SI	$\frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}}$	kg	$\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

7.3.2. Impulsänderung und Kraft

Der Impuls einer Masse m wird berechnet $p = m\,v$. Betrachtet man m als konstant, ist diese Gleichung eine lineare Funktion, die in einem Geschwindigkeits-Impuls- Diagramm (p-v-Diagramm) dargestellt werden kann.



Die Geschwindigkeitsänderung Δv und die damit verbundene Impulsänderung Δp erfolgt im zugehörigen Zeitintervall Δt.

Wenn

F beschleunigende konstante Kraft,

Δp Impulsänderung des Körpers,

Δt Dauer der Krafteinwirkung,

dann gilt:

$$\boxed{F = \frac{\Delta p}{\Delta t}}$$

	F	p	t
SI	$\frac{\frac{\mathrm{kg\,m}}{\mathrm{s}}}{\mathrm{s}} = \frac{\mathrm{kg\,m}}{\mathrm{s^2}} = \mathrm{N}$	$\frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}}$	s

7.3.3 Impulsänderung, Kraft und Gewicht

In 7.3.2 wird die Kraft definiert als das Verhältnis der Impulsänderung Quotient der Impulsänderung und der Zeit, in der die Impulsänderung erfolgt:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Ersetzen wir in dieser Definitionsformel den Zähler $\Delta p = p_1 - p_0$, wobei p_1 der Impuls des Körpers zum Zeitpunkt t_1 und p_0 der Impuls des Körpers zum Zeitpunkt t_0 sei, können wir die Formel auch wie folgt schreiben ($t_1 > t_0$):

$$F = \frac{m_1 v_1 - m_0 v_0}{\Delta t}$$

Wir betrachten diese Formel unter der

7.3.3.1 Annahme $m_1 = m_0$ und $v_1 \neq v_2$

$$F = \frac{m_1 v_1 - m_0 v_0}{\Delta t}$$

Wir setzen $m_1 = m_2 =: m$ und erhalten:

$$\begin{aligned} F &= \frac{m v_1 - m v_0}{\Delta t} \\ &= \frac{m(v_1 - v_0)}{\Delta t} \\ &= m \frac{\Delta v}{\Delta t} \end{aligned}$$

Im Falle einer gleichmäßigen Geschwindigkeitsänderung ergibt der Quotient $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ die konstante Beschleunigung a und wir erhalten das

Grundgesetz der Dynamik: $\boxed{F = m\,a}$

7.3.3.2 Freier Fall und Gewichtskraft (Gewicht)

Lassen wir Körper verschiedener Massen frei fallen, so ergibt sich für sie unabhängig von ihrer Masse dieselbe Beschleunigung. Diese Fallbeschleunigung beträgt in Erdnähe ca. 9,81 m/s² und wird mit dem Formelzeichen g dargestellt.

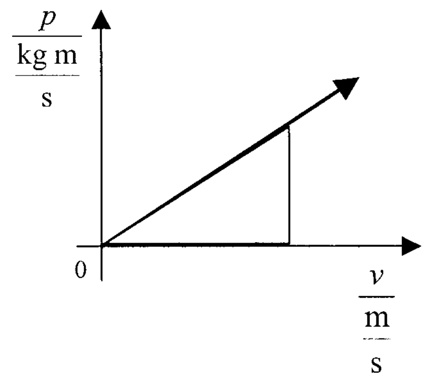
Die Gewichtskraft einer Masse – oft auch nur Gewicht genannt – ist damit

Gewichtskraft: $\boxed{F_G = m\,g}$

7.3.4 Impuls und Bewegungsenergie (kinetische Energie)

In einem Impuls-Geschwindigkeits-Diagramm ergibt die Formel $p = m\,v$ für eine konstante Masse m eine durch den Koordinatenursprung laufende ansteigende Gerade.

Wählen wir auf dieser Geraden einen beliebigen Punkt (p, v) und zeichnen von diesem Punkt eine Senkrechte auf die v-Achse, erhalten wir eine Dreicheckslfläche.



Der „Flächeninhalt" dieses Dreiecks ergibt $\frac{p \cdot v}{2}$ und eine zugehörige Einheitengleichung

$$\frac{[p]\cdot[v]}{1}$$
$$= [p]\cdot[v]$$
$$= \frac{\text{kg m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = \text{N m} = \text{J}$$

Die Fläche im p-v-Diagramm stellt die Bewegungsenergie der mit der Geschwindigkeit v fahrenden Masse m dar. In der Praxis ist es üblich, den Impuls p mit dem Produkt $p = m\,v$ einzusetzen.

Wenn

E_{kin}	kinetische Energie,
p	Impuls,
m	Masse,
v	Geschwindigkeit

dann gilt

$$\boxed{\begin{aligned} E_{kin} &= \frac{p \cdot v}{2} \\ E_{kin} &= \frac{m \cdot v^2}{2} \end{aligned}}$$

**Energie ist gespeicherte Arbeit oder Arbeitsfähigkeit, d. h.
Energie ist eine Zustandsgröße.**

Arbeit bewirkt immer die Änderung von Energie, wobei Energie nie verloren gehen kann, sondern immer nur von einer Energie in eine andere umgewandelt wird.

Arbeit ist eine „Prozessgröße", die Energie umwandelt.