

0.0.1 Der Impuls

Kugelexperiment:

Verbunden: $E_{\text{ges}} = E_F = \frac{1}{2}Ds^2;$

Gelöst: $E_{\text{ges}} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2;$

$$\frac{1}{2}Ds^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2;$$

⇒ Eine Gleichung für zwei Unbekannte.

⇒ Energieerhaltung genügt nicht zur Beschreibung der Bewegung.

Betrachte die Kräfte:

3. NEWTONsches Gesetz: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2;$

$$\Rightarrow m_1a_1 = -m_2a_2; \Rightarrow m_1\frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} = -m_2\frac{\Delta v_2}{\Delta t_2}; \Rightarrow m_1\Delta v_1 = -m_2\Delta v_2; \Rightarrow m_1v_1 = -m_2v_2;$$

Beide Gleichungen beschreiben die Bewegung vollständig.

Definition: Unter dem Impuls p verstehen wir das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit $[p] = [m \cdot v] = 1 \frac{\text{kgm}}{\text{s}} = 1\text{Ns};$

$$m_1v'_1 + m_2v'_2 = 0 = p_{\text{ges}};$$

Vor dem Lösen der Verbindung: $v_1 = v_2 = 0; \Rightarrow p_1 = p_2 = 0; \Rightarrow p_{\text{ges}} = p_1 + p_2 = 0;$

0.0.2 Der Impulserhaltungssatz

Ist der Gesamtimpuls eine Erhaltungsgröße?

Betrachte Stoß zwischen Wagen (m_1 und m_2) mit den Anfangsgeschwindigkeiten v_1 und v_2 :

$$p_{\text{ges}} = p_1 + p_2 = m_1v_1 + m_2v_2;$$

Nach dem Stoß:

- $v'_1 = v_1 + \Delta v_1;$
- $v'_2 = v_2 + \Delta v_2;$

$\Delta v_1, \Delta v_2$: Geschwindigkeitsänderungen beim Stoß.

$$p'_{\text{ges}} = p'_1 + p'_2 = m_1(v_1 + \Delta v_1) + m_2(v_2 + \Delta v_2);$$

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2; \Rightarrow m_1 \frac{\Delta v_1}{\Delta t} = -m_2 \frac{\Delta v_2}{\Delta t}; \Rightarrow m_1 v_1 = -m_2 v_2;$$

$$p'_{\text{ges}} = m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_1 \Delta v_1 + m_2 \Delta v_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2;$$

$$\Rightarrow p'_{\text{ges}} = p_{\text{ges}};$$

Impulserhaltungssatz: In einem reibungsfreien, abgeschlossenen System ist der Gesamtimpuls konstant.

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