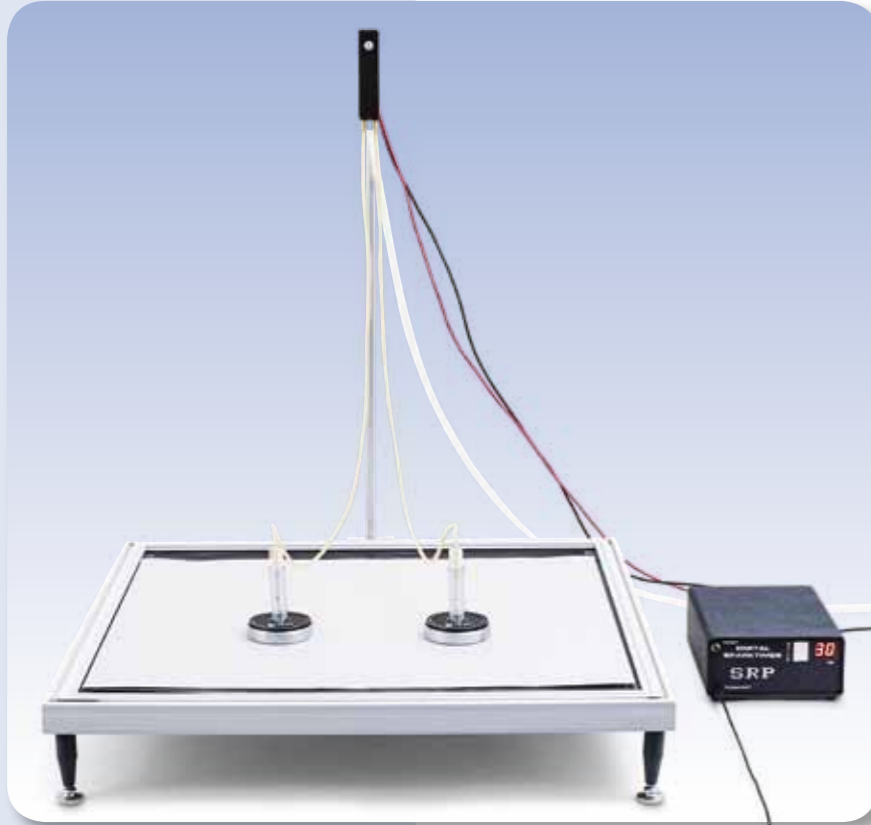


ZIEL

Untersuchung elastischer und inelastischer Stöße zweier Körper in der Ebene.

ZUSAMMENFASSUNG

Beim Stoß zweier Körper unterliegen die Stoßpartner der Energie- und Impulserhaltung. Mit Hilfe dieser Erhaltungsgrößen ist es möglich die Bewegung der Körper nach dem Stoß zu beschreiben. Im ebenen Fall müssen die Geschwindigkeiten und Impulse der stoßenden Körper vektoriell beschrieben werden. Eine besonders einfache Beschreibung ermöglicht der Wechsel ins Schwerpunktsystem. Im Experiment werden zwei Massenscheiben auf einem Luftkissentisch zur Kollision gebracht und die Geschwindigkeiten unter Zuhilfenahme eines Funkengenerators aufgezeichnet.


AUFGABEN:

- Bestimmung der Geschwindigkeiten vor und nach einem Stoß.
- Bestätigung der Impulserhaltung bei elastischen und inelastischen Stößen.
- Bestätigung der Energieerhaltung bei elastischen und inelastischen Stößen.
- Untersuchung der Schwerpunktbewegung des Systems.

BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Luftkissentisch (230 V, 50/60 Hz)	1013210 oder
	Luftkissentisch (115 V, 50/60 Hz)	1012569
1	Paar Magnetpucks	1003364
Zusätzlich empfohlen:		
1	Laborwaage 610	1003419
1	Lineal, 50 cm	***
1	Winkelmesser	***

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Ein Stoß beschreibt eine kurzzeitige Wechselwirkung zweier Körper. Hierbei wird angenommen, dass die Wechselwirkung nur über einen konkreten und kurzen Zeitraum stattfindet und die Körper sich sonst nicht beeinflussen. Bei Abwesenheit zusätzlicher Kräfte bewegen sich beide Körper vor und nach dem Stoß mit konstanter Geschwindigkeit. Da die zwei Körper als geschlossenes System betrachtet werden können, unterliegt der Vorgang der Impuls- und Energieerhaltung.

Die Geschwindigkeiten der Körper 1 und 2 vor dem Stoß werden mit den Vektoren v_1 bzw. v_2 beschrieben; nach dem Stoß mit v'_1 bzw. v'_2 . Die Impulse entsprechend mit p_1 und p'_1 ($i = 1, 2$). Die Massen sind zeitlich konstant und werden mit m_1 und m_2 bezeichnet.

Auf Grund der Impulserhaltung gilt

$$(1) \quad m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

1

Weiter bleibt bei elastischen Stößen die gesamte kinetische Energie des Systems erhalten:

$$(2) \quad \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2^2 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_1'^2 + \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot v_2'^2$$

Sei nun Körper 2 vor dem Stoß in Ruhe, dann kann man ohne Beschränkung der Allgemeinheit das Koordinatensystem derart wählen, dass sich Körper 1 entlang der x-Achse bewegt ($v_{1y} = 0$).

Wir betrachten zunächst einen zentralen Stoß mit $d = 0$, siehe Abb. 1. Hier bewegen sich die Körper entlang der x-Achse und für die Geschwindigkeiten nach dem Stoß gilt

$$(3) \quad v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_1$$

und

$$(4) \quad v'_2 = \frac{2m}{m_1 + m_2} \cdot v_1$$

Bei gleichen Massen $m_1 = m_2$ ergibt sich

$$(5) \quad v'_1 = 0$$

und

$$(6) \quad v'_2 = v_1$$

Bei nicht zentralen Stößen gilt im Falle gleicher Massen, dass die Körper im 90°-Winkel auseinander laufen; also

$$(7) \quad \theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$$

Zusätzlich folgt aus (1) mit $v_{1y} = 0$ und $m_1 = m_2$

$$(8) \quad v'_{1y} = -v'_{2y}$$

Der Ortsvektor des Schwerpunktes ist

$$(9) \quad r_s = \frac{m_1 \cdot r_1 + m_2 \cdot r_2}{m_1 + m_2}$$

Da der Gesamtimpuls erhalten bleibt, ist die Schwerpunktschwindigkeit

$$(10) \quad v_s = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}$$

konstant. Der Gesamtimpuls entspricht dem Impuls einer Masse $m_s = m_1 + m_2$, die sich mit der Schwerpunktschwindigkeit fortbewegt.

Oft ist es sinnvoll, in das Schwerpunktsystem zu transformieren: Dort bewegen sich die beiden Massen vor dem Stoß so aufeinander zu, dass der Gesamtimpuls Null ist. Nach einem elastischen Stoß bewegen sie sich so voneinander weg, dass der Gesamtimpuls Null bleibt, und nach einem vollkommen inelastischen Stoß rotieren sie aneinander haftend um den Schwerpunkt. Hierbei bleibt die kinetische Energie des Systems erhalten.

Im Experiment werden zwei Massenscheiben auf einem Luftkissentisch zur Kollision gebracht und ihre Bewegung unter Zuhilfenahme eines Funkengenerators aufgezeichnet.

AUSWERTUNG

Eine Auswertung der kinetischen Energie weist Verluste aus, die auf die Erzeugung der Schallwelle beim Stoß, auf minimale Deformationen beim Stoß, nicht registrierte Eigenrotation der Massenscheiben und Bewegung der Luftzufuhrschläuche zurückzuführen ist.

Der Betrag der Geschwindigkeit berechnet sich aus

$$v = \Delta \cdot f$$

Δ Abstand zwischen zwei Punkten,

f : Frequenz des Funkengenerators

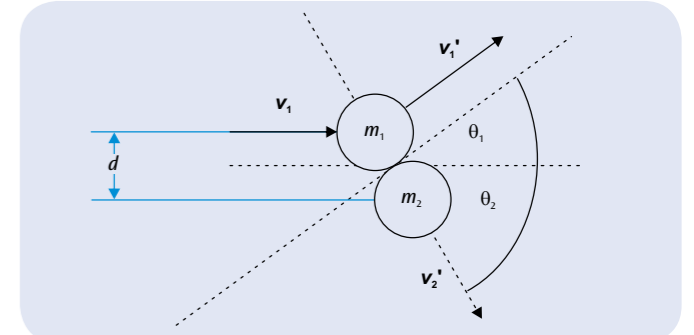


Abb. 1: Schematische Darstellung des nicht zentralen Stoßes zweier Massen

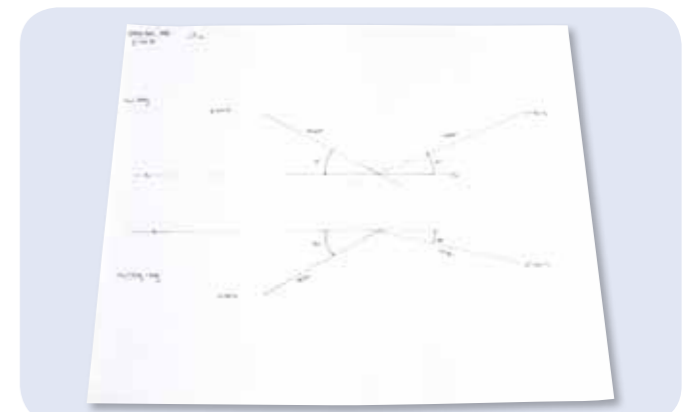
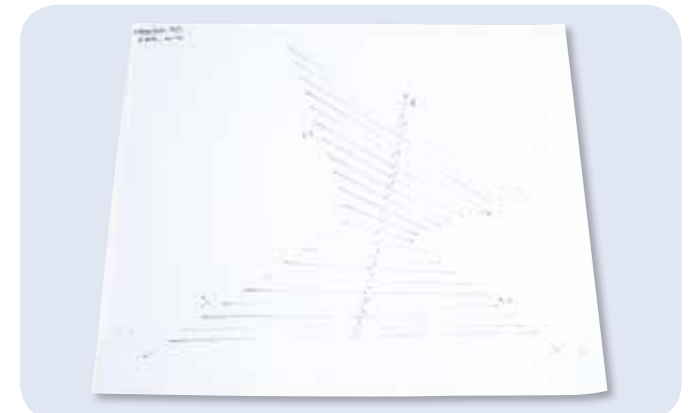

 Abb. 2: Aufzeichnung und Auswertung eines nicht zentralen Stoßes zweier ungleicher Massen mit Anfangsgeschwindigkeiten $v_1 \neq 0$ und $v_2 \neq 0$


Abb. 3: Lage des Massenschwerpunktes S

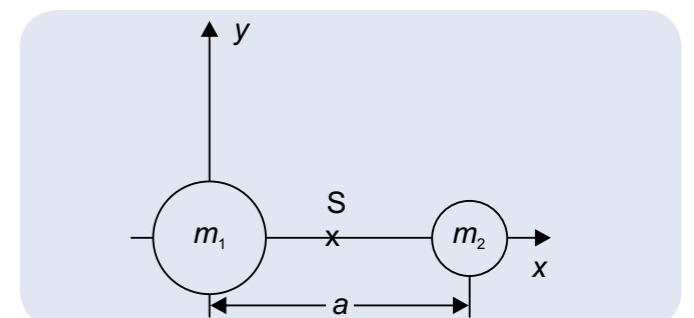


Abb. 4: Bewegung des Massenschwerpunktes S vor und nach dem Stoß