

Frage

Woher wissen die Kugeln am Ende einer Newton-Wiege wie viele Kugeln am Anfang aufgeprallt sind?

Antwort

Nur wenn genau so viele Kugeln abgestoßen werden wie aufprallen, ist der Impuls- und der Energieerhaltungssatz erfüllt.

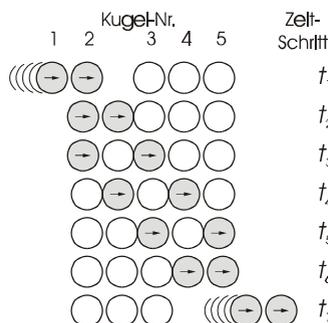
Aufbau der Newton-Wiege Eine Newton-Wiege besteht aus mehreren gleich großen Stahlkugeln, die in einer Reihe so aufgehängt sind, dass sie nur in einer Ebene schwingen können.



Physik Bei der Newton-Wiege liegt der elastische Stoß gleicher Kugeln (= gleicher Massen) zu Grunde. Stößt eine Kugel zentral auf eine andere Ruhende, so gibt sie ihre Bewegungsenergie vollständig ab und bleibt stehen, während sich die Gestoßene mit der Geschwindigkeit der Stoßenden weiter bewegt. In der Realität ist der Energieübertrag nicht vollständig, da die Aufhängungs- und Luftreibung, sowie die Verformungsarbeit in den Kugeln einen kleinen Teil der Energie aufnehmen.

Anschauliche Erklärung Unsere Newton-Wiege besteht aus fünf Kugeln, von denen zwei Bewegte auf drei Ruhende stoßen. Das Bild rechts veranschaulicht, wie der Stoß zweier Kugeln wiederum zwei Kugeln abstößt.

Wenn wir uns vorstellen, dass zwischen den Kugeln ein winziger Spalt besteht, so reduziert sich das Problem auf den elastischen Stoß zweier gleicher Kugeln. Das Bild zeigt den Ablauf in sieben Zeitschritten: Kugel 2 stößt in Schritt t_2 auf die erste ruhende Kugel und gibt in Schritt t_3 ihre Energie vollständig an diese ab. Sofort darauf gibt Kugel 1 ihre Energie an die jetzt ruhende Kugel 2 ab (Schritt t_4). Gleichzeitig hat sich die Energie der zuerst aufgeprallten Kugel um eine Stelle weiter verschoben. In t_5 hat sich die Energie noch eine Stelle weiter nach rechts fortgepflanzt. In t_6 wird die erste und in t_7 schließlich die zweite der beiden Kugeln abgestoßen. Für eine, drei oder vier stoßende Kugeln gilt die Erklärung analog.



Anschauliche Erklärung einer Newton-Wiege bei zwei ausgelenkten Kugeln

Heinrich Hertz hat errechnet, dass beim zentralen Stoß zweier Stahlkugeln mit 5 cm Durchmesser und gleichen Geschwindigkeiten von $v_1 = v_2 = 1$ cm/s die Berührung 0,38 ms dauert und dass der Berührungskreis einen Durchmesser von einem viertel Millimeter hat. Bei zwei Stahlkugeln von der Größe der Erde, die mit der gleichen Geschwindigkeit aufeinander stießen würde die Stoßdauer 27 Stunden betragen, während der Durchmesser der Berührungsfläche 64 km wäre.