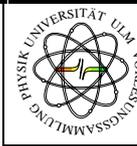


Stoß ungleicher Massen



M - 121

Verschieden große Superbälle übereinander

Mechanik

Folie Dia Film Video PC-Programm Sonstiges Anz. Blätter: 1 Datum: 05.03.99

Karte nur zur Benutzung in den Räumen der Universität Ulm, Vorlesungssammlung Physik Bearbeiter: *Dollhopf W.*

Stichworte: Stoß ungleicher Massen: verschieden große Superbälle; elastischer Stoß: verschieden große Superbälle; Superbälle: elastischer Stoß

Zweck: Verblüffender Versuch zur Energieerhaltung beim Stoß von Körpern verschiedener Massen. Der Effekt wird durch Mehrfachstöße hervorgerufen.

Zubehör: drei verschiedene Superbälle mit Stab als Starthilfe {34-3}

Aufbau: Siehe Bild.

Durchführung: Zwei oder drei Bälle zusammen fallen lassen und Rücksprunghöhe beobachten. Der Stab als Starthilfe hat sich gut bewährt, besonders, wenn er vor dem Fall leicht zwischen Finger und Daumen gedreht wird.

Bild:

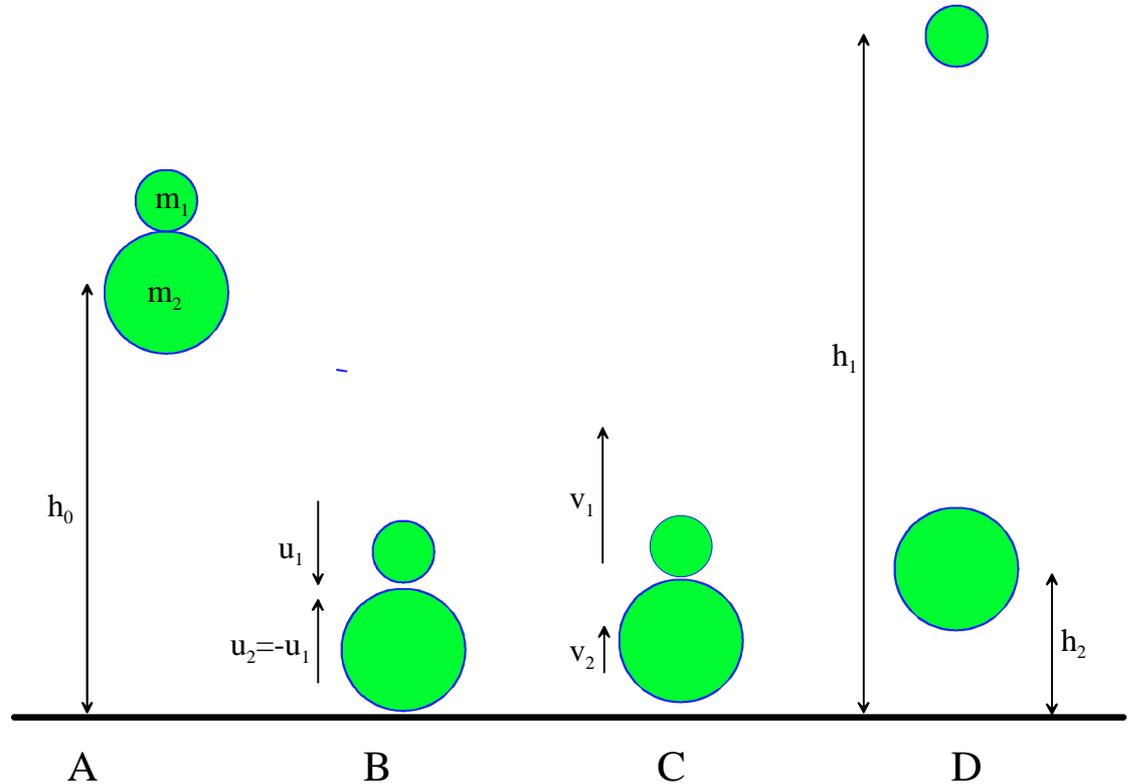


Ablauf:

Die Kontaktzeit mit dem Boden beträgt ca. 2 ms (siehe Versuch PO-5), aber die Durchlaufzeit der Stoßwelle durch den Ball beträgt viel weniger als 1 ms. Das bedeutet, daß der erste Ball schon wieder nach oben fliegt, wenn der zweite auf ihn trifft. Dann findet ein als elastisch angenommener Stoß statt. Die Berechnung befindet sich auf dem Extrablatt. Eine Skizze der relativen Rücksprunghöhe liegt ebenfalls bei. Bei drei Bällen müßte man den Stoß zwischen dem zweiten Ball von oben mit dem dritten Ball, der sich noch nach unten bewegt, betrachten. Die Massenverhältnisse sind für die in der unten stehenden Tabelle mit * gekennzeichneten Bälle:

$$m_1/m_2 = 4 \quad \text{und} \quad m_2/m_3 = 4,2$$

Skizze:



Theorie:

A: Anfangszustand

B: Zustand, nachdem der untere Ball bereits am Boden reflektiert wurde

C: Jetzt hat der Stoß zwischen den beiden Bällen stattgefunden.

D: Endzustand mit den jeweils größten wieder erreichten Höhen der beiden Bälle.

Annahme: alle Stöße sind elastisch

Massenverhältnis: $m_2/m_1 = a$

h_0 : Ausgangshöhe, h_1 : Endhöhe des kleinen Balls, h_2 : Endhöhe des großen Balls

Aus Impuls- und Energieerhaltungssatz folgt

$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} u_2 \quad \text{und} \quad v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} u_2 .$$

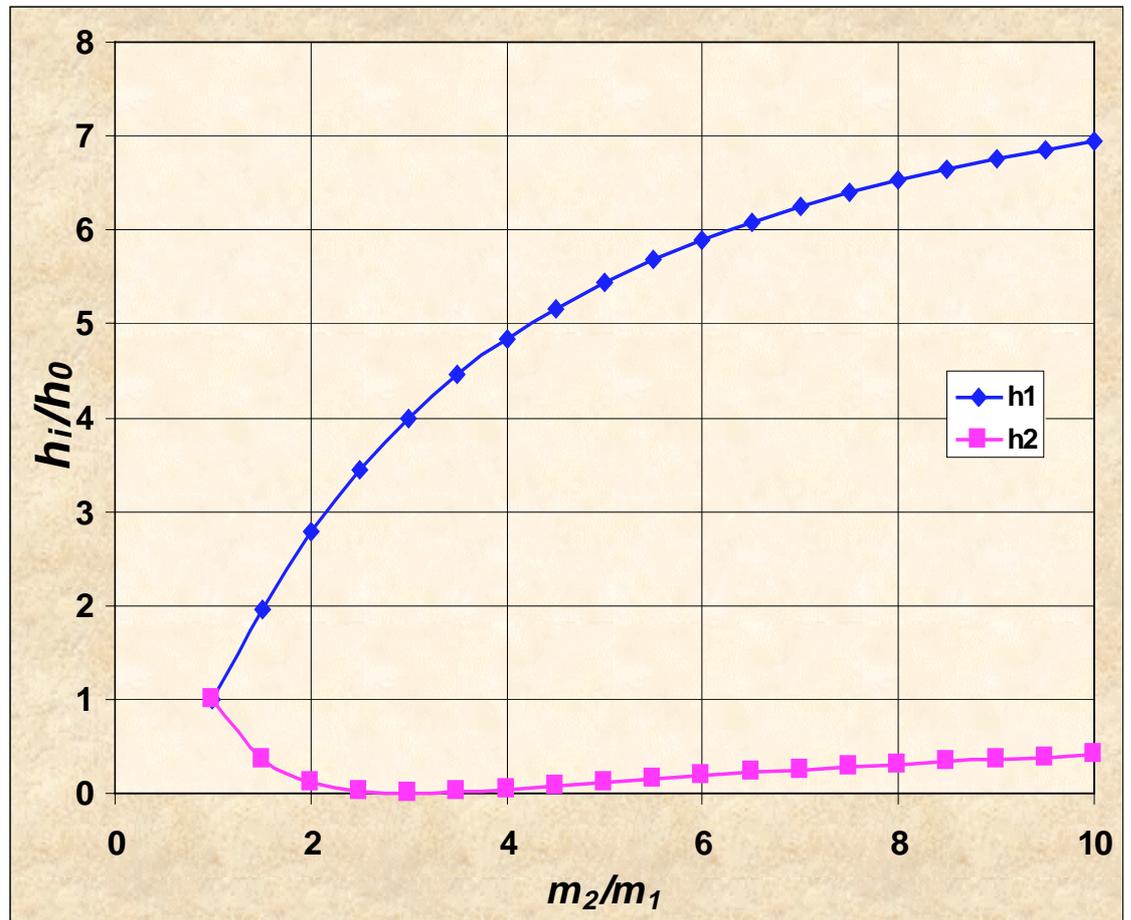
Mit $m_2 = am_1$ ergibt sich daraus

$$v_1 = \frac{1-3a}{1+a} u_1 \quad \text{und} \quad v_2 = \frac{3-a}{1+a} u_1 .$$

Aus dem Energieerhaltungssatz der Mechanik folgt für die Rücksprunghöhen der Bälle 1 und 2:

$$\frac{h_1}{h_0} = \left(\frac{1-3a}{1+a} \right)^2 \quad \text{und} \quad \frac{h_2}{h_0} = \left(\frac{3-a}{1+a} \right)^2$$

Diagramm:



Bälle:

D /mm		m /g	Farbe
22		5	rosa, blau, gelb, klar/wolkig
26	*	8,5	gelb/orange
30		15	blaurot/wolkig
34		21	weiß/rot/grün/wolkig
36		24	klar/wolkig
37		26	rosa/gelb/orange
42	*	36	blau/rot mit Loch
44		40	rosa, pink, grün, gelb (mit Gesichtern)
48		53	grün durchscheinend, mehrfarbig/wolkig
58		90	gelb/orange/durchscheinend
60		105	orange/gelb/pink
63	*	146	Jonglierball hellpink (mit Stab)

* diese Bälle sind auf dem Stab aufgereiht

Folien:

1. Diagramm der Sprunghöhen als Funktion von a (mit Excel)
2. Skizze und Theorie