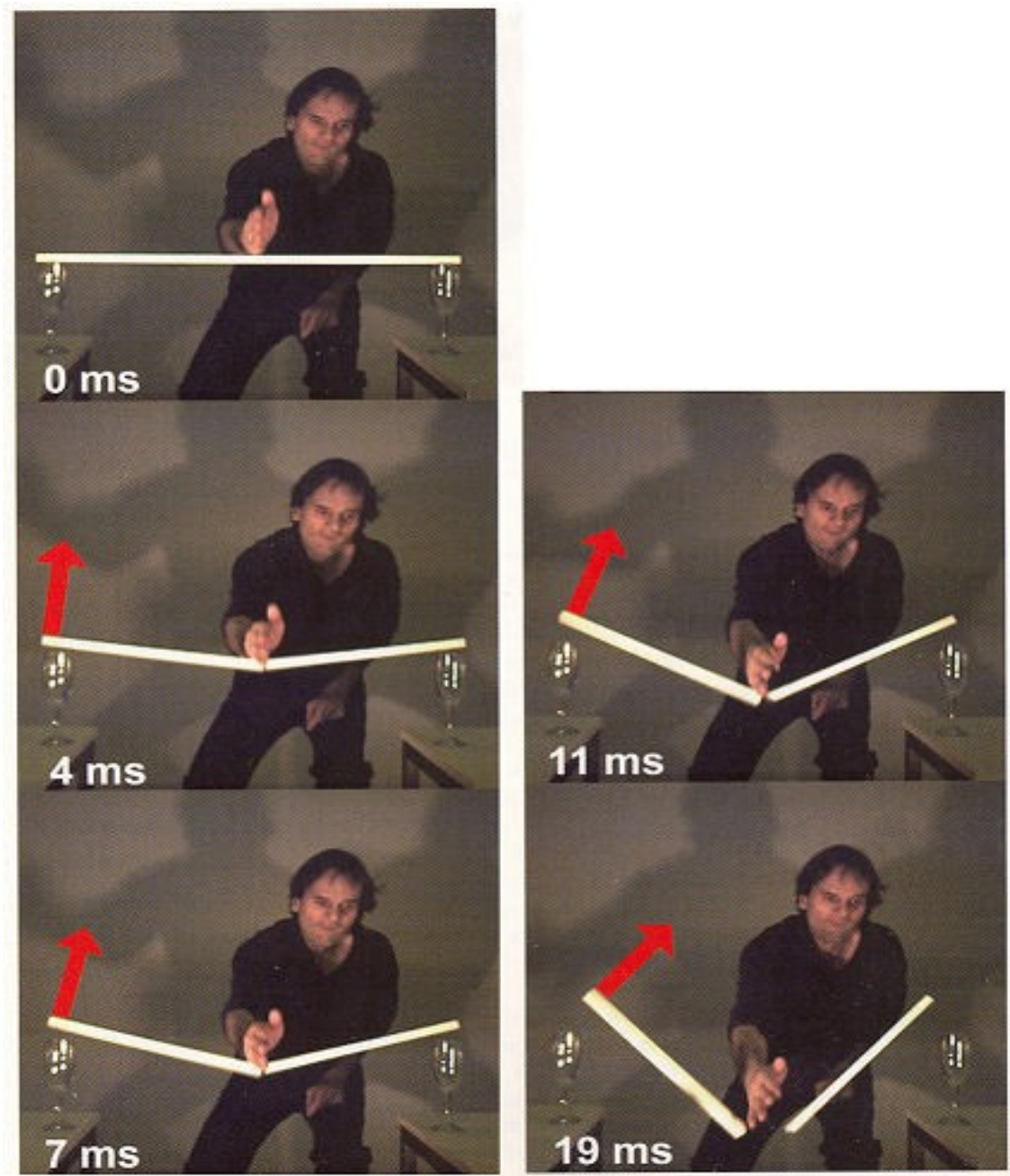


Brechender Holzstab

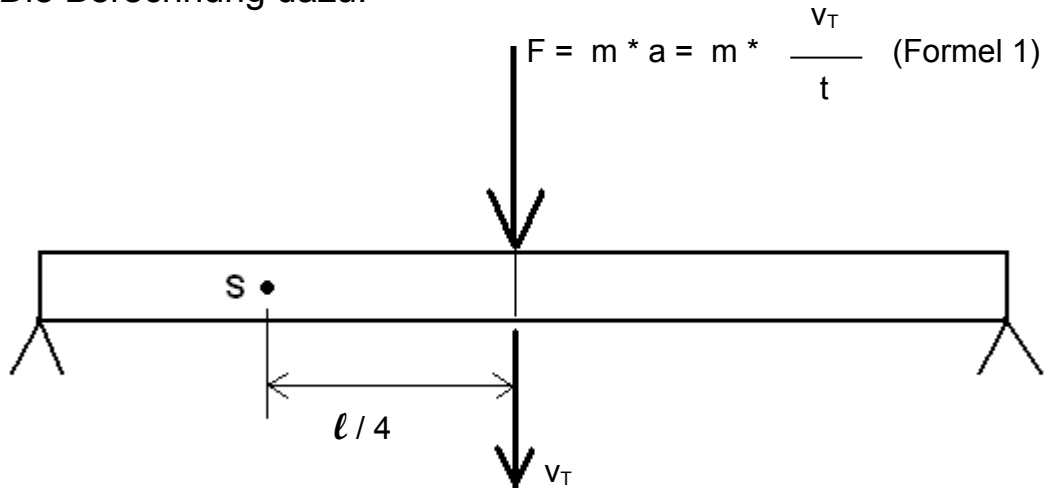
Ein Holzstab liegt seitlich auf zwei Gläsern auf und wird mit einem Handkantenschlag durchschlagen.



Quelle: Physik in unserer Zeit, Heft 6 / 2011, Verlag Wiley-VCH Weinheim

Die Bilder zeigen, dass die Gläser dabei heil bleiben. Man kann den Versuch auch mit zwei Eiern als Auflage durchführen.

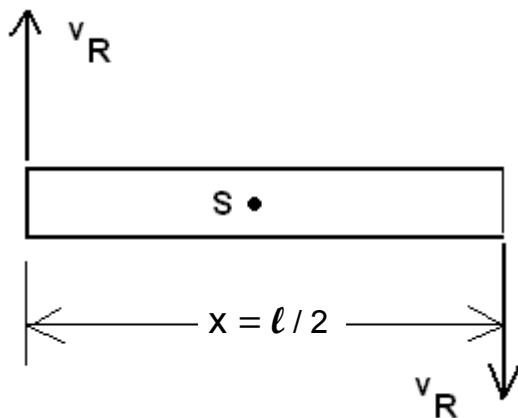
Die Berechnung dazu:



F ... Die Schlagkraft der Hand

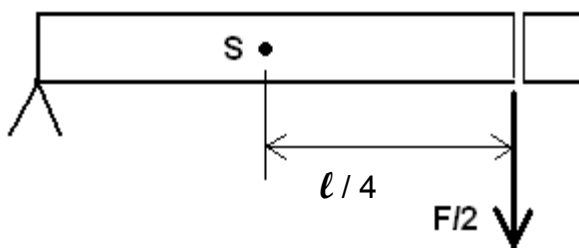
v_T ... Die Translationsgeschwindigkeit die der Stab durch den Schlag erhält

Gleichzeitig werden die Halbstäbe durch den Schlag um ihren Schwerpunkt in Rotation versetzt.



v_R ... Rotationsgeschwindigkeit der Enden der Halbstäbe

Wir berechnen jetzt das Drehmoment auf die Halbstäbe, wobei auf jeden Halbstab nur die halbe Schlagkraft wirkt.



$$M = F/2 \cdot l/4 = \frac{F \cdot l}{8}$$

Für die Kraft setzen wird jetzt Formel 1 ein

$$M = \frac{F \cdot \ell}{8} = \frac{m \cdot v_T \cdot \ell}{8 \cdot t} \quad (\text{Formel 2})$$

Andererseits gilt die Formel:

$$M = I \cdot \alpha$$

I ... Trägheitsmoment des Halbstabes

α .. Winkelbeschleunigung

Wir nehmen eine gleichförmige Drehung an und erhalten damit

$$M = I \cdot \frac{\omega}{t} \quad (\text{Formel 3})$$

ω .. Winkelgeschwindigkeit

Das Trägheitsmoment eines Stabs welcher sich um den Schwerpunkt dreht beträgt

$$I = m_{\text{Stab}} \cdot \frac{x^2}{12}$$

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Stabmasse hier vom Halbstab zu nehmen ist also

$$m_{\text{Stab}} = m/2$$

m ... Masse des ganzen Stabes

Weiters beträgt x die halbe Länge des ganzen Stabes $x = \ell / 2$

Damit erhalten wir:

$$I = \frac{m}{2} \cdot \frac{(\ell / 2)^2}{12} = \frac{m \ell^2}{96}$$

Weiters gilt für die Rotation:

$$v_R = \omega \cdot r = \omega \cdot \ell / 4$$

$$\text{und damit } \omega = \frac{4 \cdot v_R}{\ell}$$

Dies alles setzen wir jetzt in Formel 3 ein

$$M = I \cdot \frac{\omega}{t} = \frac{m \ell^2}{96} \frac{4 v_R}{\ell t} = \frac{m \ell v_R}{24 t}$$

Dies setzen wir nun der Formel 2 gleich:

$$M = \frac{m v_T \ell}{8 t} = \frac{m \ell v_R}{24 t}$$

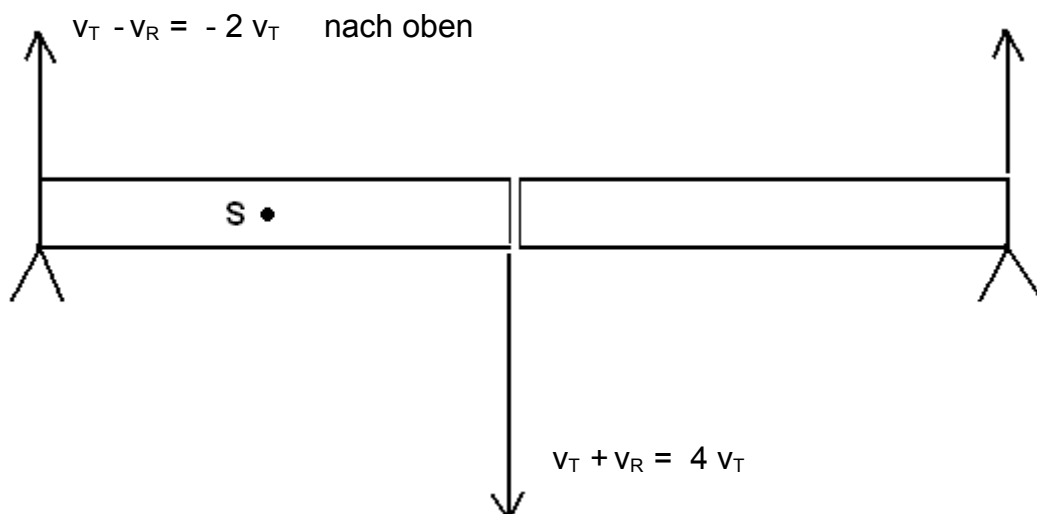
Daraus ergibt sich:

$$v_T = 1/3 \cdot v_R$$

oder

$$v_R = 3 \cdot v_T$$

Damit ergeben sich in Summe folgende Geschwindigkeiten



Damit bewegen sich durch die Drehung die Enden nach oben und die Auflagen werden nicht belastet.

