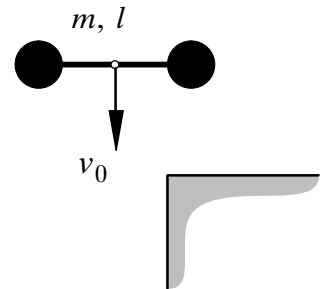


## 12 Stoßprobleme

### Aufgabe 1

Eine Hantel, die durch zwei Massenpunkte (Masse  $m$ ) im Abstand  $l$  modelliert wird, fällt waagrecht und ohne sich zu drehen mit der Geschwindigkeit  $v_0$  auf eine Kante (Stoßzahl  $\varepsilon = 1$ ).

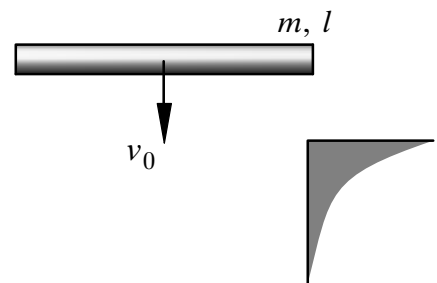
- Klassifizieren Sie den Stoß.
- Welche Winkelgeschwindigkeit besitzt die Hantel nach dem Stoß?



### Aufgabe 2

Ein horizontaler, homogener Stab (Masse  $m$ , Länge  $l$ ) fällt mit der Geschwindigkeit  $v_0$  und stößt mit einem Ende elastisch gegen eine Tischkante.

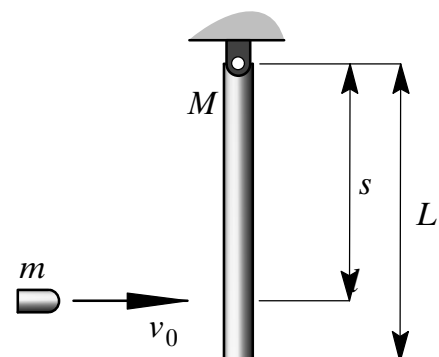
- Bestimmen Sie den Geschwindigkeitszustand des Stabes unmittelbar nach dem Stoß.
- Wie groß ist der Kraftstoß auf den Tisch?
- Welcher Punkt des Stabs ist unmittelbar nach dem Stoß in Ruhe?



### Aufgabe 3

Bei einer ballistischen Untersuchung wird eine Kugel (Masse  $m = 30 \text{ g}$ ) mit der Geschwindigkeit  $v_0 = 350 \text{ m/s}$  auf einen gelenkig gelagerten, homogenen Stab (Länge  $L = 0.8 \text{ m}$ , Masse  $M = 3 \text{ kg}$ ) im Abstand  $s = 0.5 \text{ m}$  vom oberen Gelenklager geschossen. Die Kugel bleibt dabei im Stab stecken.

- Bestimmen Sie die Winkelgeschwindigkeit des Stabes unmittelbar nach dem Einschuss.
- Wie hoch ist der prozentuale Energieverlust?
- Um welchen Winkel  $\varphi$  schwingt der Stab anschließend aus?

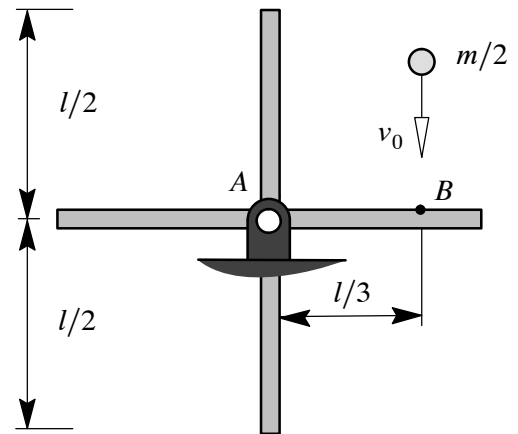




#### Aufgabe 4

Zwei homogene Stäbe (jeweils Masse  $m$ , Länge  $l$ ) sind zu einem Kreuz zusammengesetzt, das im Punkt  $A$  drehbar gelagert ist. Das System befindet sich anfänglich in Ruhe, bis eine Kugel (Masse  $m/2$ ) im Punkt  $B$  vertikal auf das Kreuz trifft (elastischer Stoß). Die Geschwindigkeit der Kugel unmittelbar vor dem Stoß ist  $v_0$ .

Berechnen Sie die Winkelgeschwindigkeit des Drehkreuzes und die Geschwindigkeit der Kugel nach dem Stoß.

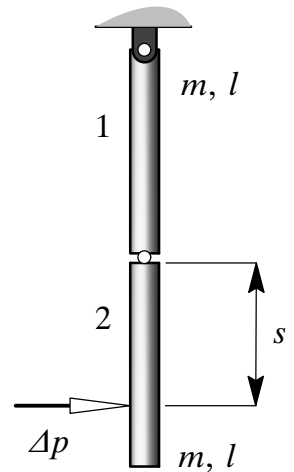


#### Aufgabe 5

Auf ein ruhendes Doppelpendel aus identischen homogenen Stäben (Masse  $m$ , Länge  $l$ ) wird durch einen Hammerschlag ein Kraftstoß  $\Delta p$  eingeleitet.

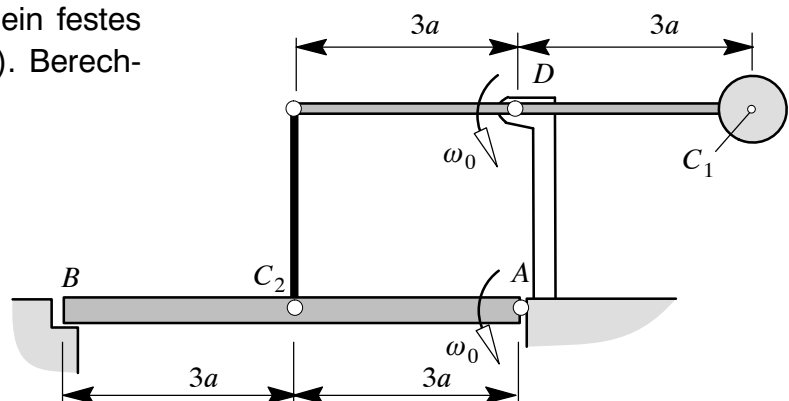
In welchem Abstand  $s$  vom mittleren Lager muss der Schlag erfolgen, damit sich unmittelbar nach dem Stoß

- Stab 1 nicht bewegt?
- Stab 1 und 2 mit gleicher Winkelgeschwindigkeit bewegen?



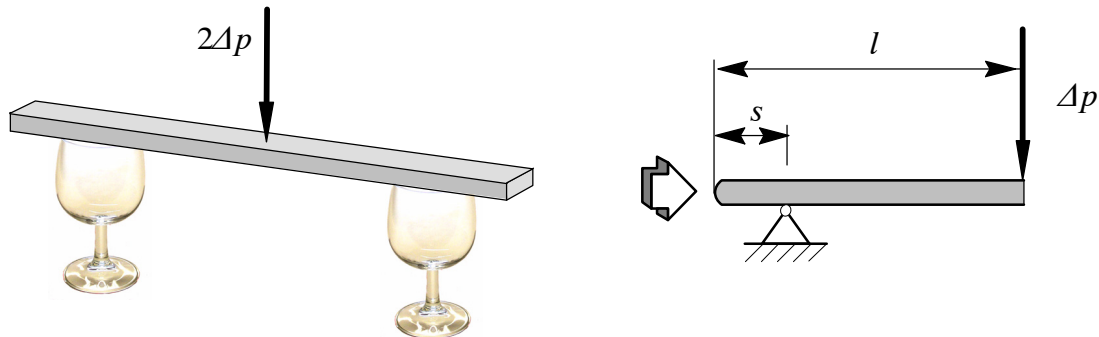
#### Aufgabe 6

Das Schließen einer Hubbrücke soll als Stoßvorgang untersucht werden. Der obere Hubarm (Masse  $m$ , Trägheitsmoment  $ma^2$ ) ist im Punkt  $D$  drehbar gelagert und durch einen masselosen Stab mit dem Brückenausleger (homogener Balken, Masse  $m$ , Länge  $6a$ ) verbunden. Kurz vor dem Schließen der Brücke bewegen sich beide Körper mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega_0$  bis sich der Brückenausleger im Punkt  $B$  auf ein festes Widerlager legt (plastischer Stoß). Berechnen Sie den Lagerstoß in  $B$ .



### Aufgabe 7

Ein Holzstab wird auf zwei Gläser gelegt. Durch einen gezielten Schlag auf die Stabmitte soll der Stab zerbrechen, ohne dass die Gläser zu Bruch gehen. Die Frage nach der optimalen Position der Gläser führt auf Grund der Schnelligkeit des Vorgangs unter Vernachlässigung des endlichen Bruchmoments auf einen Stoßvorgang. Dazu genügt die Betrachtung des Stoßes auf eine gelagerte Balkenhälfte (Masse  $m$ , Länge  $l$ ).

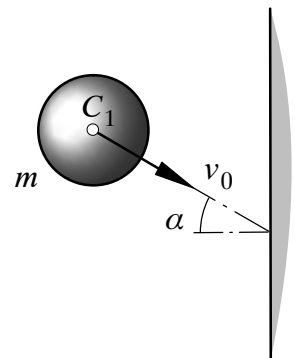


- Berechnen Sie den Lagerstoß. Für welches  $s$  verschwindet der Lagerstoß?
- Die Auflage auf den Gläsern ist eine einseitige Bindung, die nur Druckkräfte übertragen kann. In welchem Bereich kann  $s$  gewählt werden, damit kein Stoß auf die Gläser erfolgt?

### Aufgabe 8

Ein homogener Ball (Masse  $m$ , Kugelradius  $r$ ) trifft ohne Eigendrehung mit der Geschwindigkeit  $v_0$  unter dem Winkel  $\alpha = 30^\circ$  auf eine Wand auf. Der Stoß in Normalenrichtung sei teilplastisch (Stoßzahl  $\varepsilon = 0.8$ ).

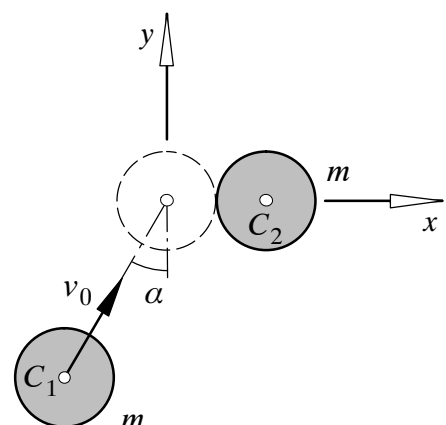
- Unter welchem Winkel wird der Ball zurückgeworfen, wenn der Stoß glatt ist?
- Wie groß ist der Reflexionswinkel bei einem rauen Stoß, d.h. es tritt kein Gleiten tangential zur Wand auf?



### Aufgabe 9

Beim Eisstockschießen stößt ein Stein mit der Geschwindigkeit  $v_0$  unter dem Winkel  $\alpha$  gegen einen zweiten ruhenden Stein. Die Steine können als Zylinderscheiben der Masse  $m$  mit glattem Rand betrachtet werden, in Normalenrichtung erfolgt der Stoß mit der Stoßzahl  $\varepsilon$ .

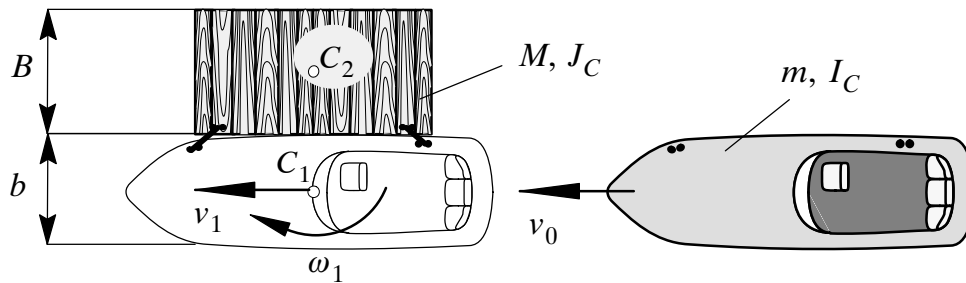
- Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten der beiden Steine nach dem Stoß.
- Wie groß muss die Stoßzahl sein, damit der stoßende Stein nach dem Stoß in  $y$ -Richtung weiterrutscht?





### Aufgabe 10

Ein Schiff (Masse  $m = 20$  t, Breite  $b = 3$  m, Trägheitsmoment  $I_C = 200$  t m<sup>2</sup>) nähert sich nach Abstellen des Motors mit einer Restgeschwindigkeit  $v_0 = 0.3$  m/s einem ruhenden Prahm (freischwimmende Plattform, Masse  $M = 10$  t, Breite  $B = 4$  m, Trägheitsmoment  $J_C = 40$  t m<sup>2</sup>) und wird dort nach Erreichen festgebunden. Die Reaktionen zwischen Prahm und Schiff können in eine tangentielle Bremskraft und ein Moment zerlegt werden.



Wie groß ist der Momentenstoß zwischen Schiff und Prahm? Wie groß müsste die Breite des Prahms bei gleichem Trägheitsmoment  $J_C$  sein, damit kein Momentenstoß auftritt?