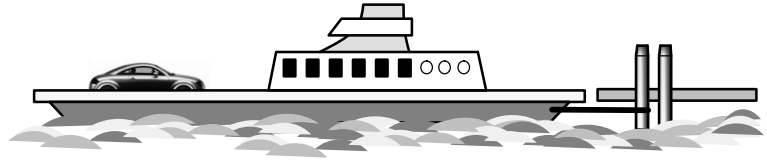


10 Kinetik allgemeiner Systeme

Aufgabe 1

Auf einer Fähre (Masse $M = 150$ t), die an der Anlegestelle vertäut ist, steht ein Auto (Masse $m = 1500$ kg).



- Beim Entladen beschleunigt das Auto in $T = 4$ s auf die Geschwindigkeit $v_0 = 72$ km/h. Wie groß ist der Kraftstoß, der im Tau zu übertragen ist? Welche mittlere Seilkraft ergibt sich daraus?
- Bei $T = 4$ s reißt das Tau, worauf der Fahrer sofort wieder auf Stillstand relativ zur Fähre abbremst. Mit welcher Geschwindigkeit rammt die Fähre den Anlegesteg? (Hinweis: der Wasserwiderstand kann vernachlässigt werden).

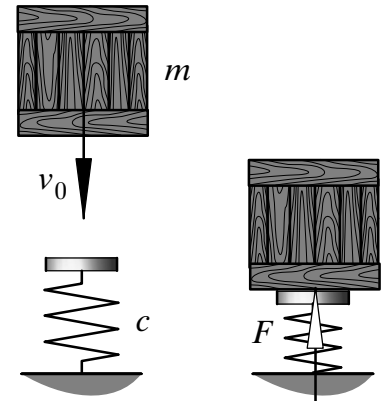
Aufgabe 2

Eine Kiste (Masse m) fällt mit der Geschwindigkeit v_0 und wird durch eine elastische Feder (Federsteifigkeit c) mit gleicher Geschwindigkeit zurückgestoßen. Bei genügend großer Federsteifigkeit können statische Effekte vernachlässigt werden, und die dabei auftretende Kraft lässt sich durch

$$F(t) = v_0 \sqrt{cm} \sin \sqrt{\frac{c}{m}} t, \quad t \in \left\{ 0, \pi \sqrt{\frac{m}{c}} \right\}$$

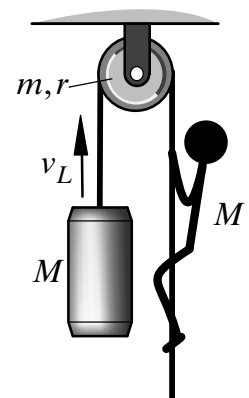
beschreiben.

- Berechnen Sie den zugehörigen Kraftstoß und das Verhältnis von mittlerer Kraft zu Maximalkraft.
- Vergleichen Sie den Kraftstoß mit dem Ergebnis, das man aus einer Impulsbilanz erhalten würde.



Aufgabe 3

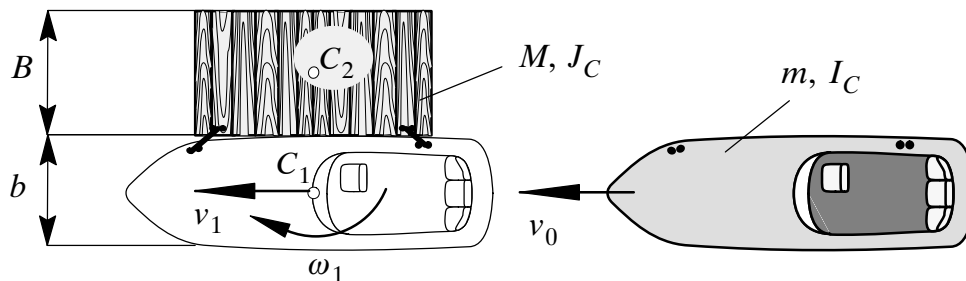
Über eine homogene, zylindrische Rolle (Masse m , Radius r) läuft ein masseloses Seil. Ein Mann (Masse M) klettert mit der Relativgeschwindigkeit v_{rel} gegenüber dem Seil auf einer Seite des Seils hoch, auf der anderen Seite hängt eine Last gleicher Masse. Mit welcher Geschwindigkeit v_L bewegt sich die Last, wenn die Anordnung zu Beginn in Ruhe ist?





Aufgabe 4

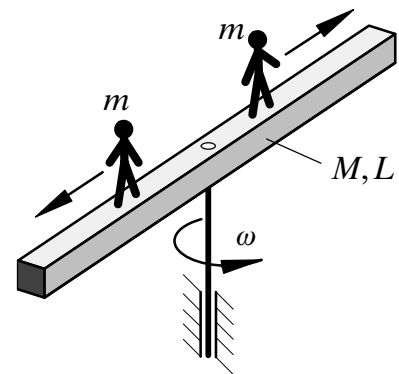
Ein Schiff (Masse $m = 20$ t, Breite $b = 3$ m, Trägheitsmoment $I_C = 200$ t m²) nähert sich nach Abstellen des Motors mit einer Restgeschwindigkeit $v_0 = 0.3$ m/s einem ruhenden Prahm (freischwimmende Plattform, Masse $M = 10$ t, Breite $B = 4$ m, Trägheitsmoment $J_C = 40$ t m²) und wird dort nach Erreichen festgebunden. Die Reaktionen zwischen Prahm und Schiff können in eine tangentielle Bremskraft und ein Moment zerlegt werden.



- Bestimmen Sie den Geschwindigkeitszustand nach dem Anlegen.
- Wie groß ist die mittlere Bremskraft, wenn der Anlegevorgang $\Delta t = 0.5$ s dauert?
- Wie groß ist das mittlere Moment zwischen Schiff und Prahm?

Aufgabe 5

Ein homogener Stab (Masse M , Länge L) dreht sich mit der Winkelgeschwindigkeit ω_0 reibungsfrei um seinen Mittelpunkt. Dort stehen zwei Personen (Einzelmassen m) und beginnen nach außen zu laufen. Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit, wenn beide an den Stabenden angekommen sind?

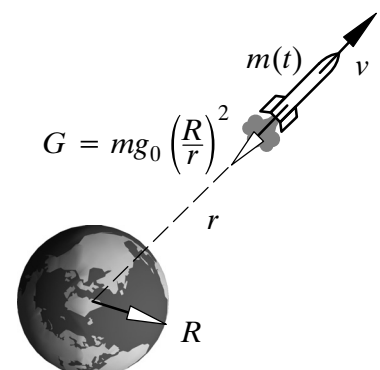


Aufgabe 6

Eine Rakete (Startmasse m_0) soll im Schwerfeld der Erde (Radius R , Erdbeschleunigung $g_0 = 9.81$ m/s²) mit konstanter Beschleunigung $\dot{v} = a$ radial aufsteigen. Der Luftwiderstand wird vernachlässigt, die Treibgase sollen mit konstanter relativer Geschwindigkeit v_{rel} austreten. Wie muss sich die Raketenmasse $m(t)$ ändern?

Hinweis:

$$\int \frac{dx}{(1+x^2)^2} = \frac{x}{2(1+x^2)} + \frac{1}{2} \arctan x$$

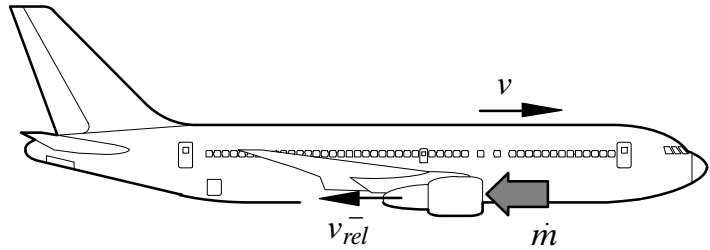


Aufgabe 7

Eine Rakete (Startmasse m_0) steigt in einem homogenen Schwerfeld ($g = \text{const.}$) mit konstanter Beschleunigung $\dot{v} = 3g$ auf. Die relative Ausströmungsgeschwindigkeit der Gase ist $v_{rel}^- = 2000 \text{ m/s}$. Nach welcher Zeit ist die Masse der Rakete auf die Hälfte ihres Startgewichts gesunken?

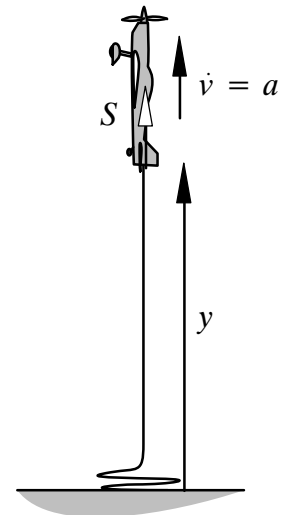
Aufgabe 8

Ein Flugzeug mit Strahltriebwerken fliegt mit konstanter Geschwindigkeit $v = 900 \text{ km/h}$. Der Luftmassenstrom beträgt $\dot{m} = 1200 \text{ kg/s}$, der Brennstoffmassenstrom soll vernachlässigt werden. Wie groß muss die relative Austrittsgeschwindigkeit v_{rel}^- sein, wenn die resultierende Schubkraft $S_{res} = 360 \text{ kN}$ beträgt?



Aufgabe 9

Ein Flugmodell startet vom Boden und steigt mit konstanter Beschleunigung a senkrecht auf. Dabei zieht es ein Lenkseil (Seilgewicht $p = 0.5 \text{ N/m}$) hinter sich her, das lose am Boden liegt. In einer Höhe von $y = 200 \text{ m}$ misst man die Seilzugkraft $S = 200 \text{ N}$. Mit welcher Beschleunigung ist das Flugzeug aufgestiegen?



Aufgabe 10

Eine Kette (Masse M , Länge L) hängt zum Teil an einem Haken (Höhe y mit $0 < y < L$, Gewicht vernachlässigbar), zum Teil liegt sie lose am Boden.

- Wie groß ist die Kraft $S(y)$, wenn die Kette statisch am Haken hängt ($v = 0$) ?
- Wie groß ist die Kraft $S(y)$, wenn die Kette mit konstanter Geschwindigkeit nach oben gezogen wird ($v = \text{const.} > 0$) ?
- Wie groß ist die Kraft $S(y)$, wenn die Kette mit konstanter Geschwindigkeit nach unten abgesenkt wird ($v = \text{const.} < 0$) ?

