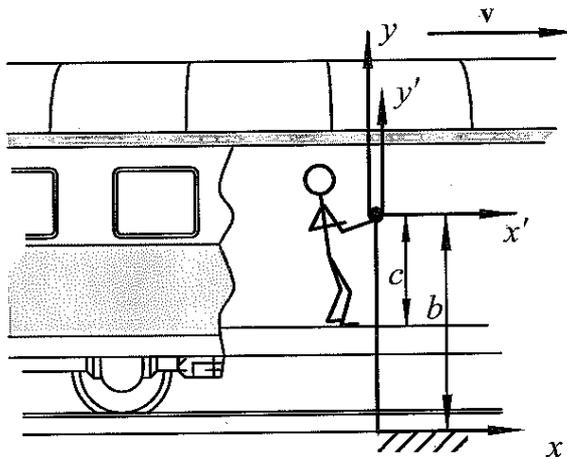


Aufgabe 1:



Ein vielbeschäftigter Jongleur probt in einem Intercity-Zug einen Trick. Er wirft dazu einen Ball (Masse m) mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 senkrecht nach oben. Der Zug fährt zum Abwurfzeitpunkt ($t = 0$) mit der Geschwindigkeit v , wird aber leider mit der konstanten Verzögerung a abgebremst.

a) Wie lautet der Impulssatz für den Ball im raumfesten x, y -Koordinatensystem?

$$m \begin{bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -mg \end{bmatrix}$$

b) Wie lautet der Impulssatz für den Ball im mitbewegten x', y' -Koordinatensystem?

(x', y' -Koordinatensystem ist zugfest)

$$m \begin{bmatrix} \ddot{x}' \\ \ddot{y}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ma \\ -mg \end{bmatrix}$$

c) Welche Flugbahn beobachten die Fahrgäste?

$$x'(t) = \frac{1}{2} a t^2$$

$$y'(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t$$

$$y'(x') = -\frac{g}{a} x' + v_0 \sqrt{\frac{2x'}{a}}$$



d) Welche Flugbahn sieht ein Bahnwärter an der Strecke?

$$x(t) = vt$$

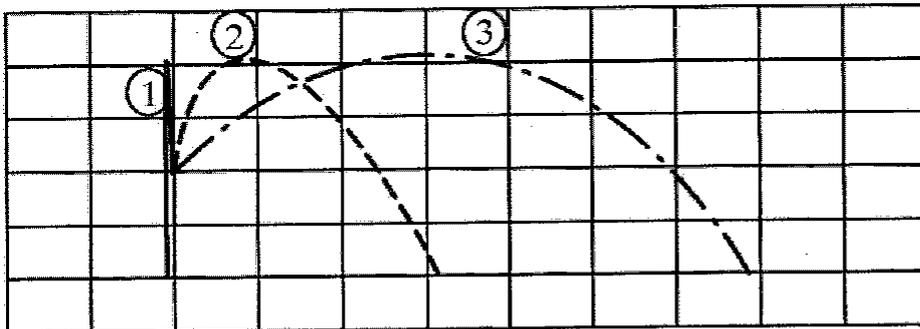
$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t + b$$

$$y(x) = -\frac{g}{2v^2}x^2 + \frac{v_0}{v}x + b$$

e) Der Trick misslingt, der Ball fällt zu Boden. Berechnen Sie den Auftreffpunkt.

$$x' = \frac{av_0^2}{g^2} \left(1 + \frac{ag}{v_0^2} + \sqrt{1 + \frac{2ag}{v_0^2}} \right)$$

In der folgenden Skizze sind 3 Flugbahnen qualitativ dargestellt.



f) Ordnen Sie diese Flugbahnen den Beobachtern zu.

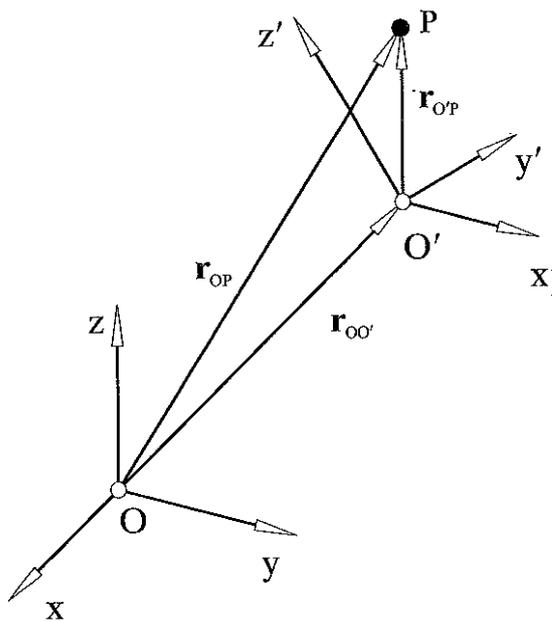
Flugbahn	1	2	3
Beobachter	1	2	3
Fahrgäste		X	
Bahnwärter			X

g) Welche Flugbahnen werden beobachtet, falls der Zug nicht abgebremst wird?

Flugbahn	(1)	(2)	(3)
Beobachter			
Fahrgäste	X		
Bahnwärter			X

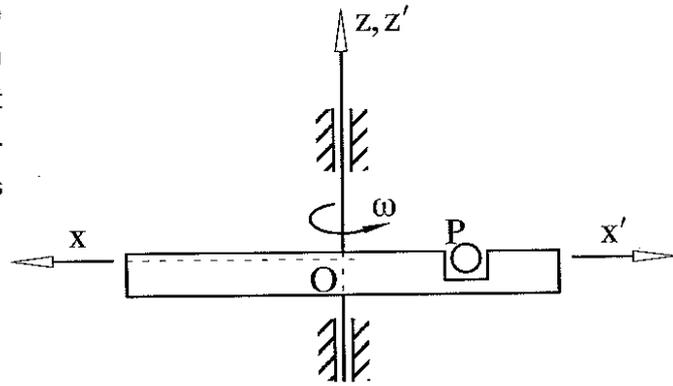
Aufgabe 2:

Welche der folgenden Terme gehören zu den Relativkräften?



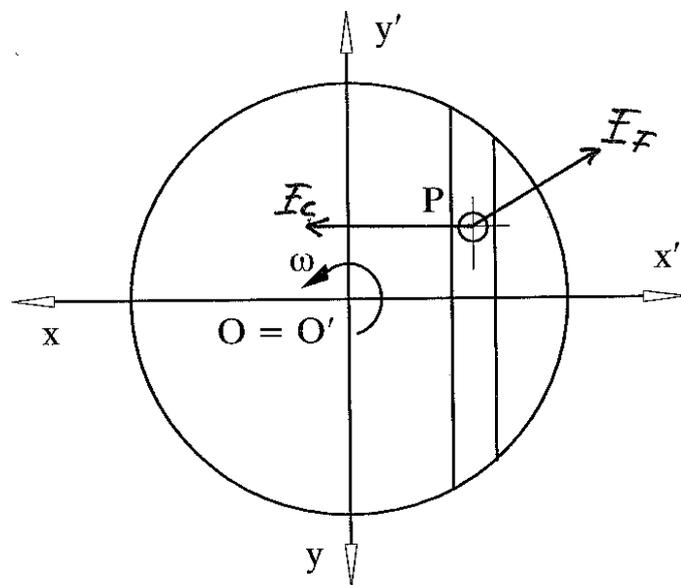
- $m\ddot{\mathbf{r}}_{OP}$
- $-m\ddot{\mathbf{r}}_{OO'}$
- $-m\boldsymbol{\omega}_{KK'} \times (\boldsymbol{\omega}_{KK'} \times \mathbf{r}_{O'P})$
- $-m(\dot{\boldsymbol{\omega}}_{KK'} \times \mathbf{r}_{O'P})$
- $-m(\dot{\mathbf{r}}_{O'P} \times \boldsymbol{\omega}_{KK'})$

Aufgabe 3: In eine Kreisscheibe ist eine gerade Nut eingefräst, in der sich ein Massepunkt P bewegt. Die Scheibe dreht sich mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω um die vertikale z -Achse des Inertialsystems $\{O, x, y, z\}$.



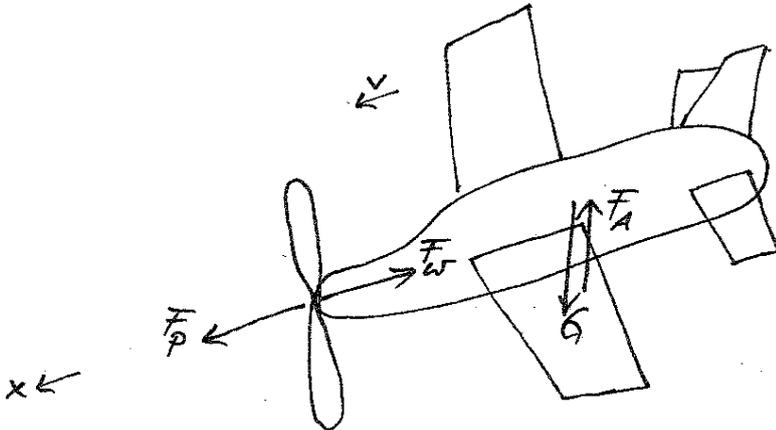
Zeichnen Sie für das gegebene, fest in der Scheibe liegende Beobachtungssystem $\{O', x', y', z'\}$ die Relativkräfte F_F und F_C nach Richtung und Richtungssinn ein.

Der Punkt P bewege sich in Richtung der negativen y' -Achse.



Aufgabe 8*: Der Luftwiderstand eines Flugzuges beträgt $1/12$ seines Gewichtes $G = 15000 \text{ N}$. Wie groß ist die Fluggeschwindigkeit, wenn der Motor 221 kW effektiv leistet und der Propeller einen Wirkungsgrad von 81% besitzt?

- Skizze
- Impulssatz horizontal



Kinematik: gerade, gleichförmige Bewegung

Kinetik: äußere Kräfte

• Luftwiderstand $F_w = \frac{1}{12} G$ (1)

• Vortriebskraft des Propellers

Leistung (Def.) $P = F_p v$

$$P = \eta P_M$$

/ Motorleistung
Wirkungsgrad

$$\hookrightarrow F_p = \frac{P}{v} = \frac{\eta P_M}{v} \quad (2)$$

(• F_A, G)

Impulssatz horizontal:

$$\frac{G}{g} \dot{v} = F_p - F_w \quad \Rightarrow \quad F_p = F_w$$

$= 0$, da $v = \text{const.}$

mit (1) und (2)

$$\frac{\eta P_M}{v} = \frac{G}{12}$$

$$v = 12 \frac{\eta P_M}{G} = 12 \frac{0,81 \cdot 221 \text{ kW}}{15000 \text{ N}} = 143,2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 515,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$