



# Schnellübung 11

Mechanik 1 – Kinematik und Statik

Mark Fischer

HS 2025

# Einführung Schnellübung 11

## Schwerpunkt:

Körper mit konstanter Dichte (Volumenintegrale):

$$x_s = \frac{\int_K x dV}{V} \quad y_s = \frac{\int_K y dV}{V} \quad z_s = \frac{\int_K z dV}{V}$$

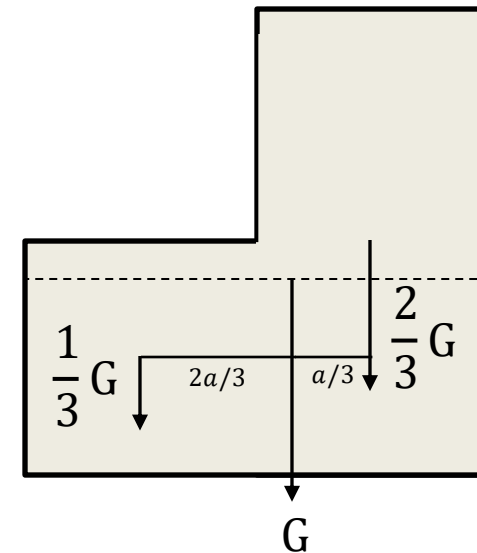
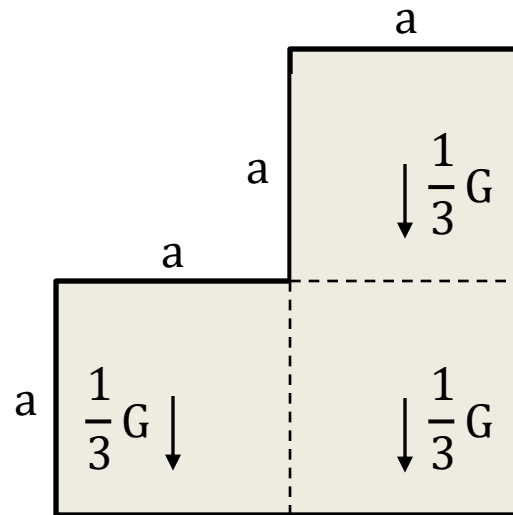
Schwerpunkte von mehreren Teilkörpern zusammenfassen:

$$x_s = \frac{\sum m_i x_{s,i}}{m_{ges}} \quad y_s = \frac{\sum m_i y_{s,i}}{m_{ges}} \quad z_s = \frac{\sum m_i z_{s,i}}{m_{ges}}$$

(mit  $x_{s,i}$ ,  $y_{s,i}$ ,  $z_{s,i}$  als Teilschwerpunkte;  $m_i$  als Teilmassen)

# Einführung Schnellübung 11

Schwerpunkt eines homogenen Körpers mit Gewicht  $G$



# Einführung Schnellübung 11

## Reibung

In reellen Systemen tritt in der Berührungsfläche zwischen zwei Körpern immer Reibung auf. Man unterscheidet zwischen **Haft-** und **Gleitreibung**:

### Haftreibung:

$$|\underline{F}_R| < \mu_0 |\underline{N}|$$

mit Haftreibungszahl  $\mu_0$

**Achtung:** Ungleichung kann nicht zum Berechnen der Kräfte am System verwendet werden.

### Gleitreibung:

$$|\underline{F}_R| = \mu_1 |\underline{N}|$$

mit Gleitreibungszahl  $\mu_1$

Eine zusätzliche Gleichung für die Lösung des Systems.

Die Gleichgewichtsbedingungen gelten auch für einen Körper im homogenen Bewegungszustand.



# Einführung Schnellübung 11

## Prozedere Reibung

1. Systemabgrenzung
2. Berührungsfläche identifizieren und Reibungskraft entgegen (voraussichtlicher) Bewegung einführen. Unbekannte:  $\underline{N}$ ,  $\underline{F}_R$  und  $e$
3. GGB
4. In Haftreibungsgesetz zur Diskussion einsetzen oder
5. Gleitreibungsgesetz für zusätzliche Gleichung

# Tipps Schnellübung 11

## Aufgabe 1

- Normalkraft:
  - Einführen der Normalkraft innerhalb der Standfläche  $(x_N, y_N)$
- Schwerpunkt:
  - y und z Komponenten sehr einfach
  - Teilkörper betrachten

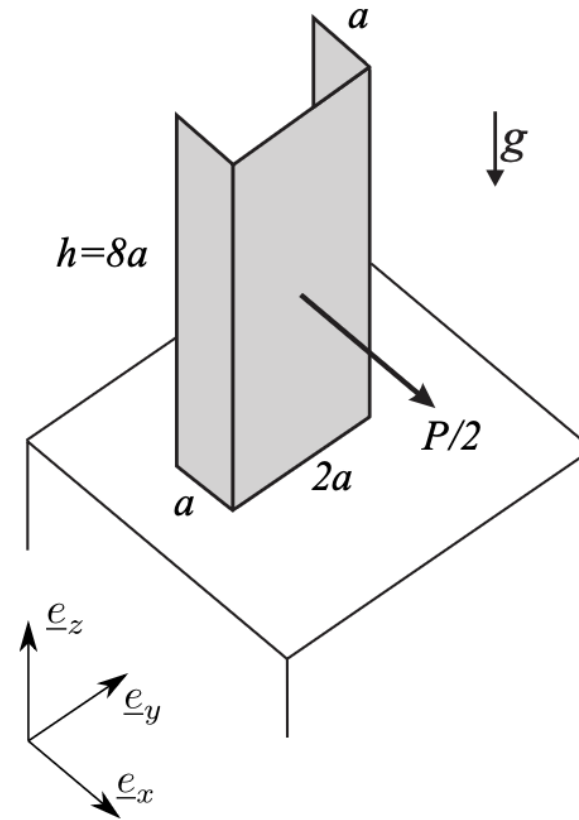


# Schnellübung 11

## Aufgabe 1

Ein zweimal um  $90^\circ$  abgewinkeltes dünnes Blech mit dem gegebenen Gewicht  $G$  steht gemäss Abbildung senkrecht auf einer horizontalen rauhen Ebene mit der Haftreibungszahl  $\mu_0 = 0.15$ . An ihm greift im Schwerpunkt des mittleren Rechtecks eine horizontale Kraft  $\frac{P}{2}\underline{e}_x$  an.

Für welche Werte von  $P$  setzt sich das Blech in Bewegung ohne zu Kippen?



# Tipps Schnellübung 11

## Aufgabe 2

a) Richtung der Normalkräfte?

Für Momenten-GGW: Gewichtskraft  $\underline{G}$  in Komponenten entlang Würfelkanten zerlegen

b) Richtungssinn der Reibungskräfte?

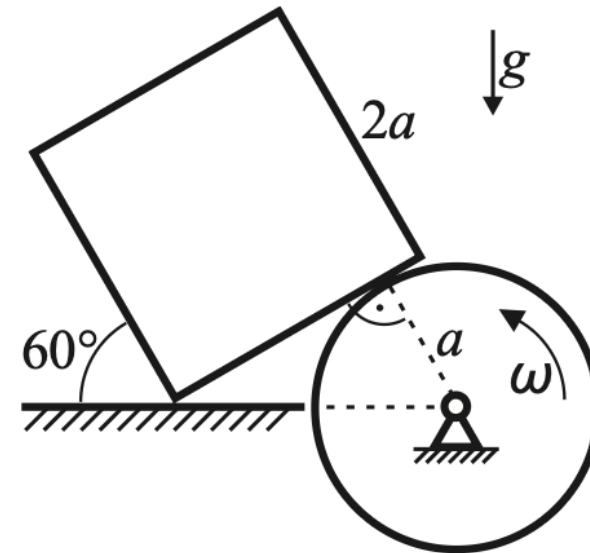


# Schnellübung 11

## Aufgabe 2

Ein Würfel (Kantenlänge  $2a$ , Gewicht  $G$ ) ist auf einer Horizontalebene abgestützt und an einen Drehzylinder (Radius  $a$ ) gelehnt. Der Drehzylinder wird von einem externen Motor angetrieben, sodass er sich mit der konstanten Rotationsschnelligkeit  $\omega$  um die Zylinderachse dreht. Der Haftreibungskoeffizient zwischen Würfel und Horizontalebene beträgt  $\mu_0 = \sqrt{3}/9$  und die Gleitreibungszahl zwischen Würfel und Zylinder sei  $\mu_1 < 1$ .

- Unter der Voraussetzung, dass der Würfel in Ruhe bleibt, bestimmen Sie die an ihm angreifenden Kräfte.
- Welchen Wert darf  $\mu_1$  höchstens haben, damit der Würfel überhaupt in Ruhe sein kann?



# Tipps Schnellübung 11

## Aufgabe 3

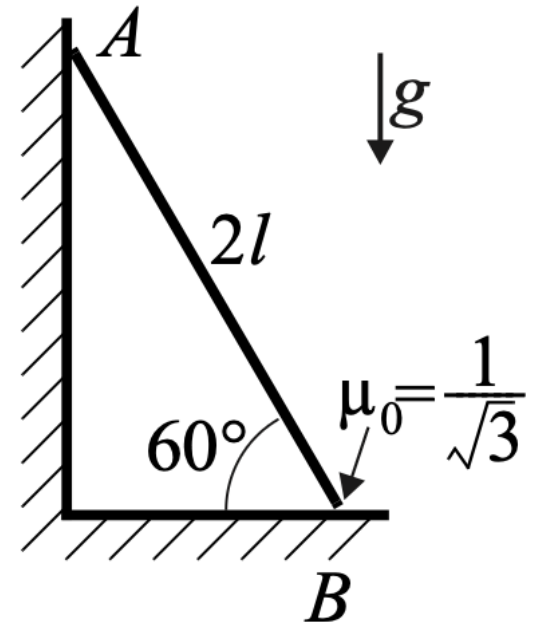
- Richtung der Normalkräfte?
- Richtungssinn der Reibungskraft?



# Schnellübung 11

## Aufgabe 3

Ein Stab mit der Länge  $2l$  und Gewicht  $G$  lehnt an einer glatten Wand, d.h. die Berührung im Punkt  $A$  ist reibungsfrei. Zwischen Stab und Boden ist der Reibungskoeffizient  $\mu_0 = 1/\sqrt{3}$ . Falls der Stab in einer Ruhelage ist, wie gross ist die Reibungskraft  $F_R$  im Punkt  $B$ ? Ist das System wirklich in Ruhe?



# Tipps Hausübung 11

## Aufgabe 1

## Aufgabe 2

Komponenten der Flächenkraft (Abhängigkeit von  $\phi$  beachten)

Flächenkraftdichte  $\underline{s} \rightarrow \underline{F} = \iint_M \underline{s} dA$  (über Mantelfläche), Vektor in kartesischer Basis ausdrücken

Um mit einem Winkel  $\phi$  über die Länge zu integrieren, wird  $R$  benötigt:  $Rd\phi$

## Aufgabe 3

- Symmetrisch bezüglich der Geraden  $x = y$
- Variable für den Abstand des Schwerpunkts in Geradenrichtung einführen
- Berechnung des Schwerpunkts mittels Formel

# Fragen?

- Jetzt!
- Nach Stunde zu mir
- ETH Mail (fischerma@student.ethz.ch)



Whatsapp-Gruppe



**POLYBOX**



Anonymes Feedback