

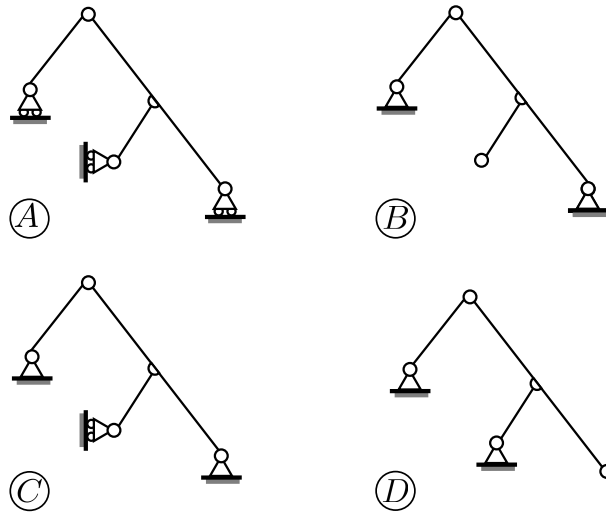
Technische Mechanik
151-0223-10

- Übung 3 -

Dr. Paolo Tiso

7. Oktober 2025

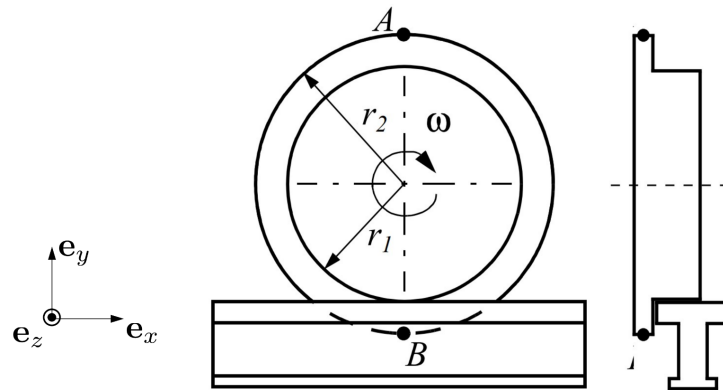
1. Die gezeigten Systeme bestehen aus denselben 3 gelenkig verbundenen Stäben. Der einzige Unterschied zwischen den Systemen liegt in den unterschiedlichen Lagern.



Welche der gezeigten Systeme haben den Freiheitsgrad 2?

- (a) Nur A.
- (b) Nur D.
- (c) Nur B und C.
- (d) Nur A, B und D.
- (e) Alle.

2. Ein Eisenbahnrad rollt mit der Rotationsschnelligkeit ω ohne zu gleiten. Die Radien r_1 und r_2 sind gemäss Abbildung gegeben.



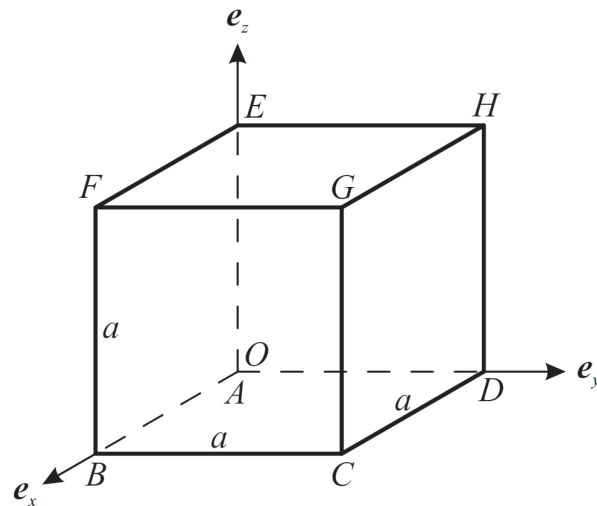
Was ist die Geschwindigkeit des obersten Punktes A bzw. des untersten Punktes B des Radkranzes?

- (a) $\mathbf{v}_A = 2r_2\omega \mathbf{e}_x$; $\mathbf{v}_B = -r_1\omega \mathbf{e}_x$
- (b) $\mathbf{v}_A = (r_2 + r_1)\omega \mathbf{e}_x$; $\mathbf{v}_B = (r_2 + r_1)\omega \mathbf{e}_x$
- (c) $\mathbf{v}_A = 2r_2\omega \mathbf{e}_x$; $\mathbf{v}_B = -2r_2\omega \mathbf{e}_x$
- (d) $\mathbf{v}_A = r_2\omega \mathbf{e}_x + r_2\omega \mathbf{e}_y$; $\mathbf{v}_B = -r_1\omega \mathbf{e}_x + r_1\omega \mathbf{e}_y$
- (e) $\mathbf{v}_A = (r_2 + r_1)\omega \mathbf{e}_x$; $\mathbf{v}_B = -(r_2 - r_1)\omega \mathbf{e}_x$

- 3.¹ Ein Würfel führt eine reine Rotation bezüglich des Bezugssystems $\{O, \mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z\}$ aus. In der gezeichneten speziellen Lage des Würfels fallen die Kanten AB , AD und AE mit den Achsen \mathbf{e}_x , \mathbf{e}_y , bzw. \mathbf{e}_z des Bezugssystems zusammen. In dieser speziellen Lage sind die Geschwindigkeiten der Punkte G bzw. H in kartesischen Komponenten gegeben:

$$\mathbf{v}_G = \begin{pmatrix} -v \\ v \\ 0 \end{pmatrix}; \quad \mathbf{v}_H = \begin{pmatrix} v_{Hx} \\ 0 \\ -v \end{pmatrix}$$

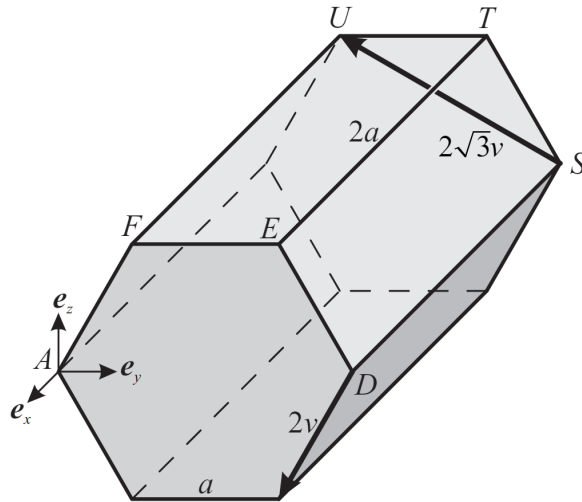
wobei die x-Komponente von \mathbf{v}_H unbekannt ist.



1. Bestimmen Sie die x-Komponente von \mathbf{v}_H .
2. Bestimmen Sie die Rotationsgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega}$ und die Geschwindigkeit \mathbf{v}_A des Punktes A .

¹Aufgabe aus der Übungsserie 3 der Vorlesung « 151-0223-10 Technische Mechanik », HS 2019, Prof. Dual/Prof. Glocker.

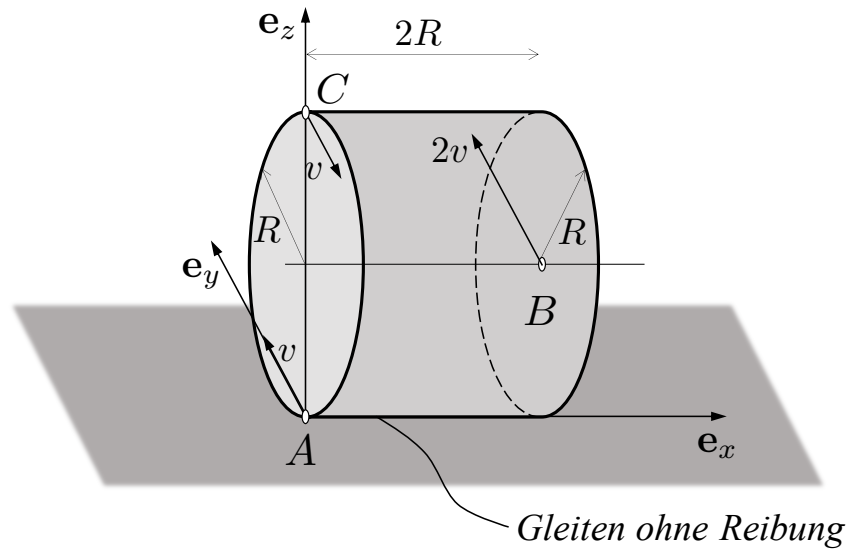
- 4.² Es sei ein gerades, hexagonales Prisma gegeben. Die Länge des Prismas beträgt $2a$ und die Seitenlängen der hexagonalen Grundfläche betragen a . Zu einem gewissen Zeitpunkt hat die Geschwindigkeit des Punktes S den Betrag $2\sqrt{3}v$ und zeigt in Richtung \mathbf{r}_{SU} , und die Geschwindigkeit im Punkt D hat den Betrag $2v$ und zeigt in Richtung \mathbf{r}_{DC} . Zusätzlich ist zu diesem Zeitpunkt bekannt, dass in E die Geschwindigkeitskomponente in z -Richtung verschwindet und die Ebene $FETU$ parallel zur $(\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y)$ -Ebene liegt.



1. Bestimmen Sie mit Hilfe des Satzes der projizierten Geschwindigkeiten für diesen momentanen Bewegungszustand die Geschwindigkeit im Punkt E .
2. Bestimmen Sie die Kinemate im Punkt E .
3. Von welchem Typ ist dieser momentane Bewegungszustand? Geben Sie eine mathematische Begründung an.

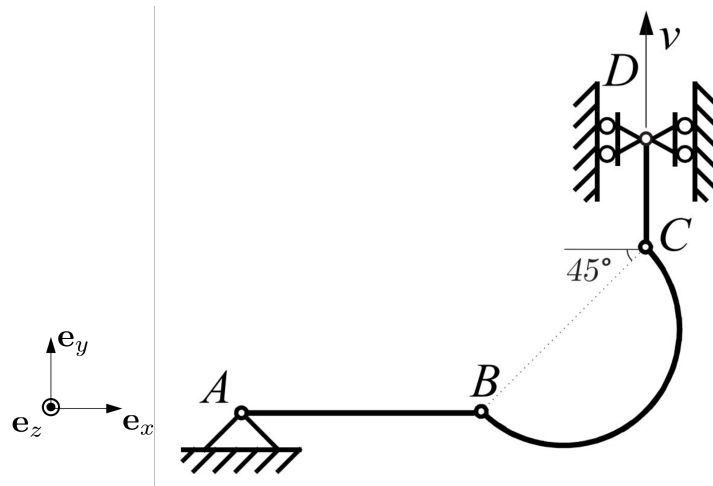
²Aufgabe aus der Übungsserie 3 der Vorlesung « 151-0223-10 Technische Mechanik », HS 2019, Prof. Dual/Prof. Glocker.

5. Auf der Ebene $z = 0$ (kartesisches Koordinatensystem) gleitet ein starrer Drehzylinder (Radius R , Länge $2R$) so, dass der Zylinder auf seiner Mantelfläche aufliegt. Der Bewegungszustand wird durch die Geschwindigkeiten $\mathbf{v}_A = v\mathbf{e}_y$, $\mathbf{v}_B = 2v\mathbf{e}_y$ und $\mathbf{v}_C = -v\mathbf{e}_y$ der Punkte A , B und C beschrieben. Der Punkt A stimmt mit dem Ursprung des Koordinatensystems überein.



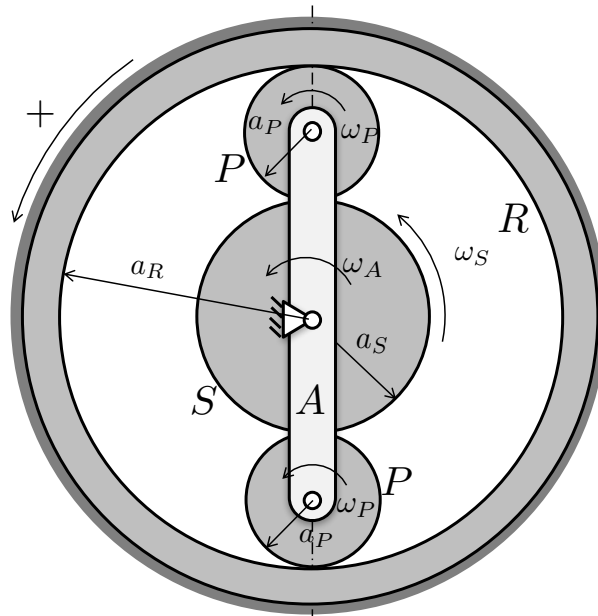
1. Zeigen Sie, dass die Rotationsgeschwindigkeit $\boldsymbol{\omega}$ keine y -Komponente haben kann und daher die Bewegung eine momentane Rotation ist.
2. Welches $\boldsymbol{\omega}$ und welche momentane Rotationsachse hat der Zylinder?

6. Die drei starren Stäbe AB , BC und CD sind reibungsfrei gelenkig miteinander verbunden und entsprechend der Skizze gelagert. Stab BC ist ein Halbkreis mit Radius R . Die Schnelligkeit von Punkt B beträgt $|\mathbf{v}_B| = v$. Vom Punkt D weiss man, dass er sich mit der Geschwindigkeit v nach oben bewegt. Alle Stäbe bleiben in der gezeichneten Ebene.



Was für eine Bewegung beschreibt der Stab BC momentan?

7. Betrachten Sie das unten skizzierte Planetengetriebe. Das Sonnen- (S), Planeten- (P) und Ringzahnrad (R) haben die entsprechenden Radii a_S , a_P und a_R (siehe Skizze). Der Stab A verbindet die zwei Planetenzahnräder und kann frei drehen. Das Ringzahnrad (R) ist fix und das Sonnenzahnrad (S) rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit ω_S . Die Winkelgeschwindigkeiten sind im Gegenuhrzeigersinn positiv definiert (siehe Skizze).



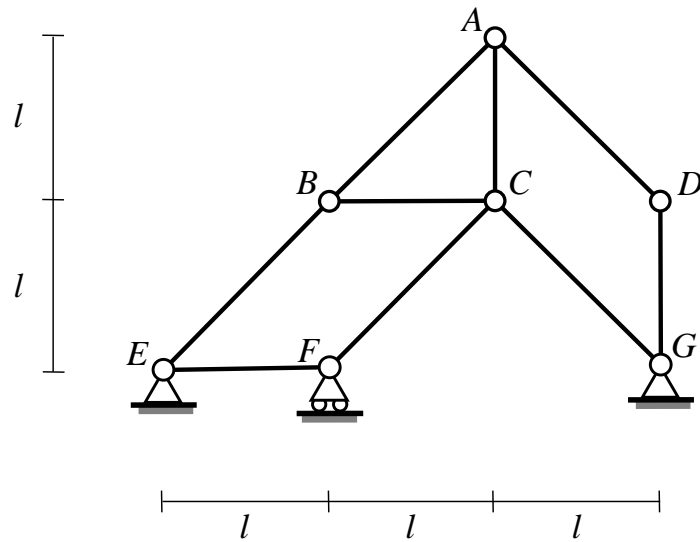
1. Was ist der Zusammenhang $\frac{\omega_P}{\omega_S}$ zwischen den Winkelgeschwindigkeiten des Planeten- und Sonnenzahnrades?

- (a) $\frac{\omega_P}{\omega_S} = -\frac{a_S}{2a_P}$
- (b) $\frac{\omega_P}{\omega_S} = \frac{a_S}{4a_P}$
- (c) $\frac{\omega_P}{\omega_S} = -\frac{a_S}{a_R + a_P}$
- (d) $\frac{\omega_P}{\omega_S} = \frac{a_P}{2a_S}$
- (e) $\frac{\omega_P}{\omega_S} = \frac{2a_R}{a_P}$

2. Was ist der Zusammenhang $\frac{\omega_P}{\omega_A}$ zwischen den Winkelgeschwindigkeiten der Planetenzahnräder und Stab A?

- (a) $\frac{\omega_P}{\omega_A} = 2$
- (b) $\frac{\omega_P}{\omega_A} = -1$
- (c) $\frac{\omega_P}{\omega_A} = -\frac{a_P}{a_P + a_S}$
- (d) $\frac{\omega_P}{\omega_A} = -\frac{a_P + a_S}{a_P}$
- (e) $\frac{\omega_P}{\omega_A} = \frac{2a_P}{a_P + a_S}$

8. Das folgende System besteht aus 9 gelenkig miteinander verbundenen Stäben, siehe Skizze. Die Punkte E und G sind fix und Punkt F kann sich nur horizontal bewegen. Die Längen der Stäbe sind in der Skizze angegeben.



Was ist der Freiheitsgrad des Systems?

- (a) 0
- (b) 1
- (c) 2
- (d) 3
- (e) 4