Prüfungsklausur Technische Mechanik II

Familienname, Vorname	
Matrikel-Nummer	Fachrichtung

1. Die Prüfung umfasst 6 Aufgaben auf 6 Blättern.
2. Nur vorgelegte Fragen beantworten, keine Zwischenrechnungen eintragen.
3. Alle Ergebnisse sind grundsätzlich in den **gegebenen** Größen auszudrücken.
4. Die Blätter der Prüfung dürfen nicht getrennt werden.
5. Zugelassene Hilfsmittel: Fachliteratur, eigene Aufzeichnungen, Taschenrechner. Mobiltelefone müssen ausgeschaltet sein!
6. Bearbeitungszeit: 90 min
7. Unterschreiben Sie die Prüfung bitte **erst** beim Eintragen Ihres Namens in die Sitzliste.

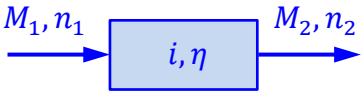
.....
(Unterschrift)

Gesamtpunktzahl:	72
zum Bestehen erforderlich:	36

Punkte	Note	

Aufgabe 1 (4 Punkte)

Der Antrieb einer Seilbahn im Montafon besteht aus Elektromotor (Antriebsmoment M_1, Drehzahl n_1), Getriebe (Übersetzung $i = n_1/n_2$, Wirkungsgrad η) und Abtriebswelle (Abtriebsmoment M_2, Drehzahl n_2) für das Seilantriebsrad. Drehzahlen sind in köhärenten Einheiten $[1/\mathrm{s}]$ zu verwenden.



a) Wie groß ist die Eingangsleistung in das Getriebe?

$P_1 =$ _ _ _ _ _ _ _ _

b) Wie groß ist die Abtriebsleistung auf das Seilantriebsrad?

$P_2 =$ _ _ _ _ _ _ _ _

c) Wie lautet die Leistungsbilanz für das Getriebe?

_ _ _ _ _ _ _ _ $= \eta \left($ _ _ _ _ _ _ _ _ $\right)$

d) Welches Momentenverhältnis folgt daraus?

☐ $\frac{M_1}{M_2} = \frac{1}{\eta\, i}$ ☐ $\frac{M_1}{M_2} = \frac{\eta}{i}$ ☐ $\frac{M_1}{M_2} = \frac{i}{\eta}$ ☐ $\frac{M_1}{M_2} = \eta\, i$

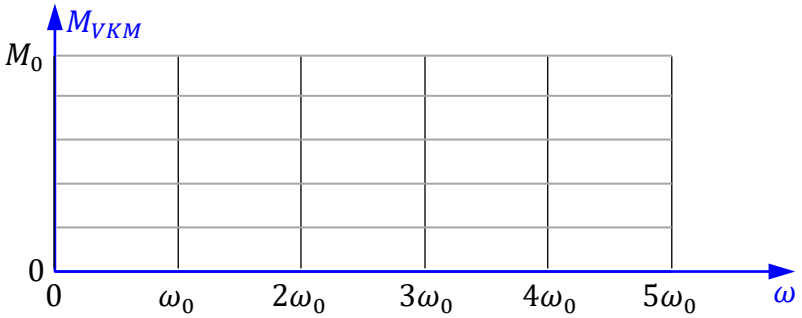
Aufgabe 2 (14 Punkte)

Der Hybridantrieb eines Fahrzeugs besteht aus einer Verbrennungskraftmaschine (VKM) und einer Elektromaschine (EM).

a) Die Momentenkennlinie der Verbrennungskraftmaschine in Abhängigkeit der Winkelgeschwindigkeit ω ist

$$M_{VKM} = \begin{cases} M_0\omega/\omega_0 & \text{für} \quad 0 \le \omega < \omega_0 \\ M_0 & \text{für} \quad \omega_0 \le \omega < 3\omega_0 \\ (M_0/2)\,(5 - \omega/\omega_0) & \text{für} \quad 3\omega_0 \le \omega \le 5\omega_0 \end{cases}$$

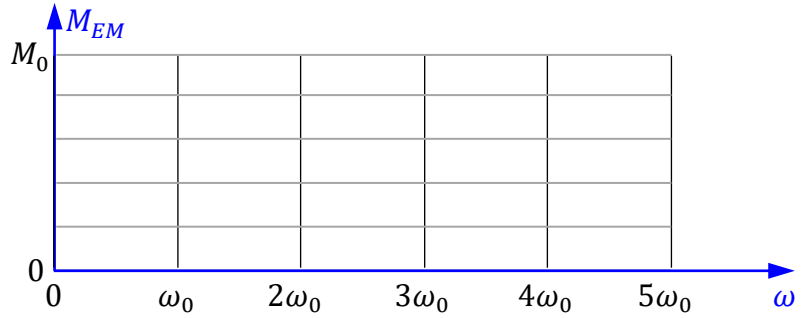
Zeichnen Sie diese.



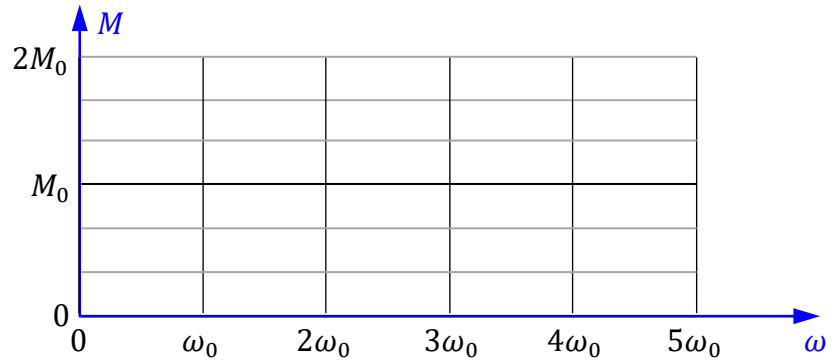
b) Die momentenbegrenzte Elektromaschine hat folgende Momentenkennlinie in Abhängigkeit der Winkelgeschwindigkeit ω:

$$M_{EM} = \begin{cases} M_0 & \text{für} \quad 0 \le \omega < 2\omega_0 \\ 2M_0\omega_0/\omega & \text{für} \quad 2\omega_0 \le \omega \le 5\omega_0 \end{cases}$$

Zeichnen Sie diese.



c) Zeichnen Sie das Gesamtmoment $M = M_{VKM} + M_{EM}$ des Hybridantriebs.

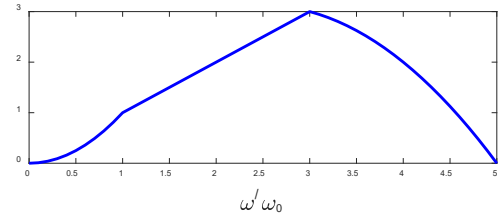


d) Wie berechnet sich die Leistung des Antriebs?

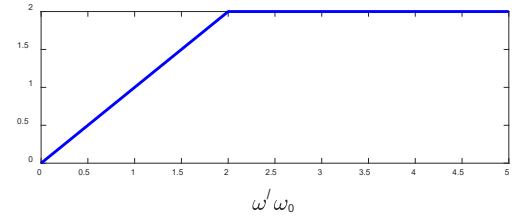
☐ $P = \dfrac{M}{2\pi\omega}$ ☐ $P = M\dfrac{2\pi\omega}{M}$ ☐ $P = \dfrac{M}{\omega}$ ☐ $P = M\omega$

e) Welche Kennlinie zeigt welche Komponenten- bzw. Gesamtleistung?

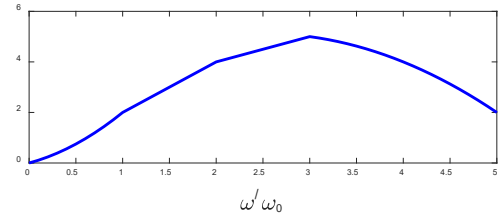
☐ P_{VKM} ☐ P_{EM} ☐ P



☐ P_{VKM} ☐ P_{EM} ☐ P



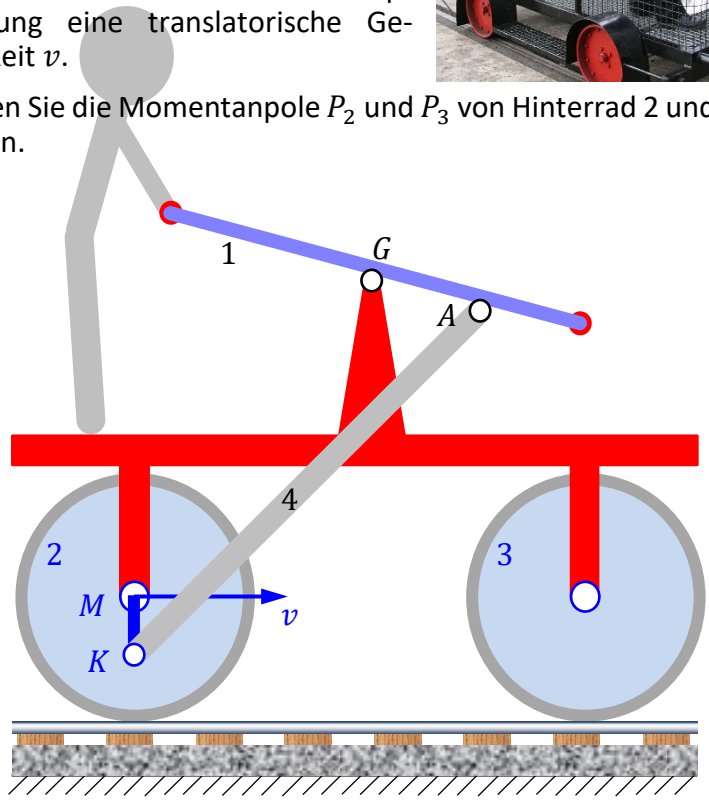
☐ P_{VKM} ☐ P_{EM} ☐ P



Aufgabe 3 (12 Punkte)

Der Antrieb einer Draisine besteht aus einer Wippe 1 und einem Viergelenkmechanismus $\square MKAG$, der die wippende Bewegung in einen rotatorischen Antrieb übersetzt. Die Kurbelwelle $\overline{MK}$ ist fest mit dem Hinterrad 2 verbunden, das Vorderrad 3 rollt frei. Die Draisine erhält durch die Wippenbewegung eine translatorische Geschwindigkeit v.

a) Zeichnen Sie die Momentanpole P_2 und P_3 von Hinterrad 2 und Vorderrad 3 ein.



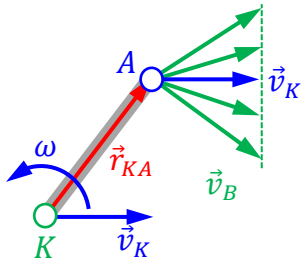
b) Zeichnen Sie die Geschwindigkeit $\vec{v}_G$ des Wippengelenks G ein, das fest mit dem Draisinenrahmen verbunden ist.

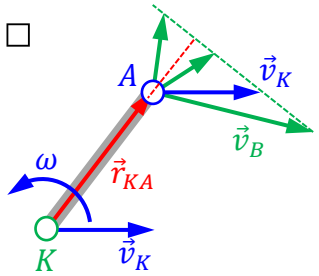
c) Konstruieren Sie die Geschwindigkeit $\vec{v}_K$ des Kurbelpunktes K, der fest mit dem Hinterrad verbunden ist.

d) Um die Geschwindigkeit des Punktes A konstruieren zu können, bedarf es einer Vorüberlegung zur Starrkörperkinematik. Wie ergibt sich die Geschwindigkeit $\vec{v}_A$ des Punktes A aus der Geschwindigkeit $\vec{v}_K$ des Referenzpunktes K und der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ des starren Körpers?

☐ $\vec{v}_A = \vec{v}_K + \vec{r}_{KA} \times \vec{\omega}$ ☐ $\vec{v}_A = \vec{v}_K + \vec{\omega} \times \vec{r}_{KA}$

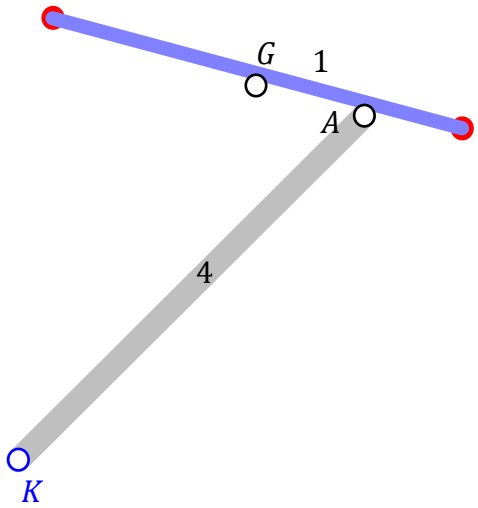
e) Was bedeutet dies geometrisch für den Ort aller $\vec{v}_B$–Vektorspitzen?

☐ 

☐ 

f) Übertragen Sie die Gelenkgeschwindigkeiten $\vec{v}_K$ und $\vec{v}_G$ in nebenstehende Zeichnung, konstruieren Sie getrennt voneinander mögliche $\vec{v}_A$-Spitzen auf der Basis von Wippe 1 bzw. Pleuel 4, und daraus die gemeinsame Geschwindigkeit $\vec{v}_A$.

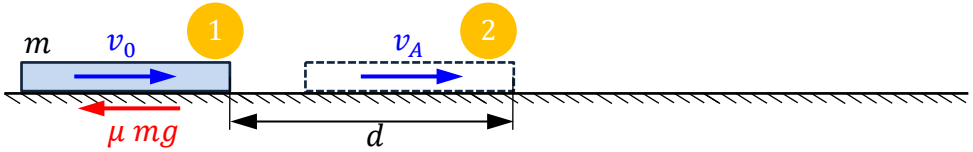
g) Übertragen Sie die Geschwindigkeit $\vec{v}_A$ in die Ausgangszeichnung und konstruieren Sie damit die Momentanpole P_1 und P_4 von Wippe 1 und Pleuel 4.



Aufgabe 4 (11 Punkte)

Warentrennstäbe (Masse m) werden üblicherweise neben dem Förderband in einer Schiene (Gleitreibungskoeffizient μ) zwischengelagert, wobei die Kassiererin sie am Schinenbeginn mit Schwung (Anfangsgeschwindigkeit v_0) einschiebt und der Kunde sie am anderen Ende entnimmt.

a) Zunächst wird die Bewegung eines einzelnen Stabes betrachtet, der mit v_0 angeschubst wird (Zustand 1) und nach der zurückgelegten Strecke d die Geschwindigkeit v_A hat (Zustand 2).



Geben Sie die kinetischen Energien T_1 und T_2 der beiden Zustände und die Arbeit W_{12} der Reibkraft während dieser Bewegung an.

$T_1 =$ _____ , $T_2 =$ _____ , $W_{12} =$ _____

b) Formulieren Sie die Energiebilanz zwischen diesen beiden Zuständen und berechnen Sie die Endgeschwindigkeit.

_____

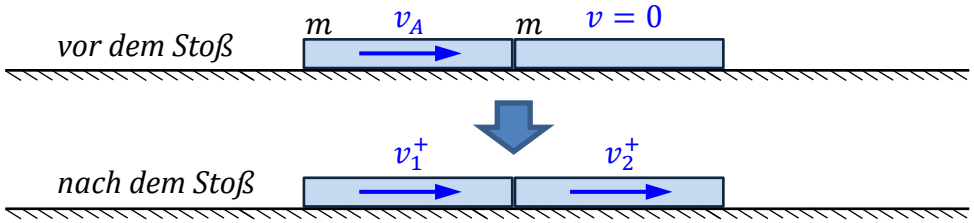
Energiebilanz 1→2

$\Rightarrow v_A =$ _____

c) Wie weit rutscht der Warenstab, wenn er nicht vorzeitig gestoppt wird?

$\hat{d} =$ _____

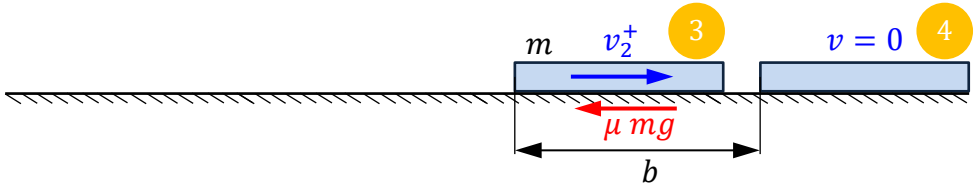
d) Nun liegt im Abstand $d < \hat{d}$ ein zweiter Stab gleicher Masse, gegen den der erste mit der Geschwindigkeit v_A stößt (Symbol v_A zunächst als gegebene Größe betrachten). Der Stoß sei elastisch.



Wie groß sind die Geschwindigkeiten der beiden Stäbe nach dem Stoß?

$v_1^+ =$ _____ , $v_2^+ =$ _____

e) Nach dem Stoß rutscht der zweite Stab mit der Anfangsgeschwindigkeit v_2^+ (Zustand 3, Symbol v_2^+ zunächst als gegebene Größe betrachten) um die Strecke b und bleibt dann liegen (Zustand 4).



Formulieren Sie die Energiebilanz zwischen diesen beiden Zuständen und berechnen Sie die Rutschstrecke.

_____

Energiebilanz 3→4

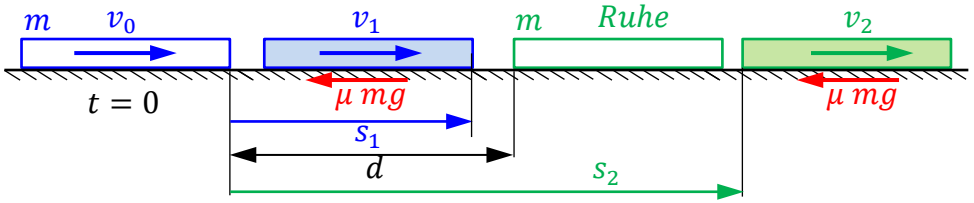
$\Rightarrow b =$ _____

f) Welche Rutschstrecke ergibt sich unter Berücksichtigung der obigen Ergebnisse und der Annahme, dass es zum Stoß kommt?

☐ $b = \frac{v_0}{\mu g} - d$ ☐ $b = \frac{v_0^2}{\mu g}$ ☐ $b = \frac{v_0^2}{\mu g} - d$ ☐ $b = \frac{v_0^2}{2\mu g} - d$

Aufgabe 5 (18 Punkte)

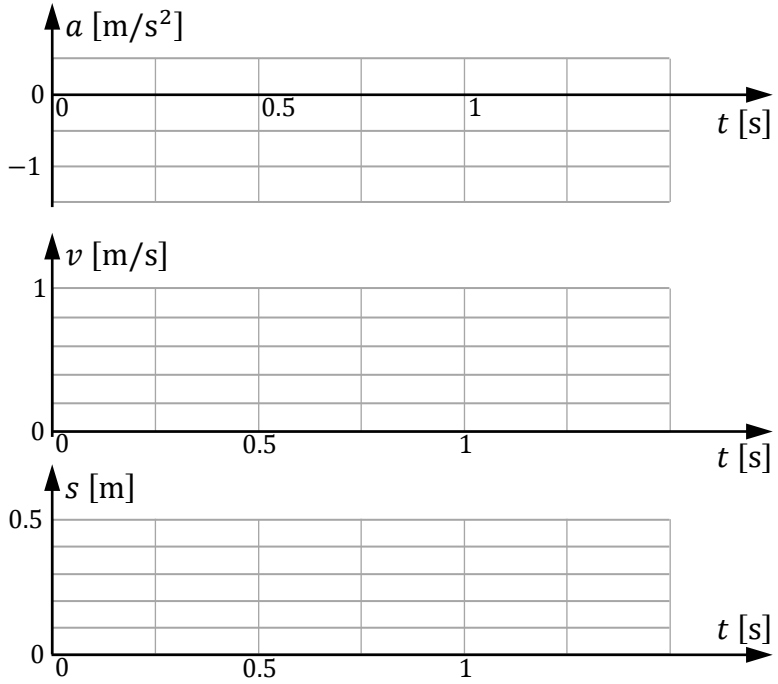
Die Bewegung der Warentrennstäbe (jeweils Masse m) aus Aufgabe 4 soll nun nochmals genauer betrachtet werden.



a) Der blaue Stab hat für $t = 0$ die Anfangsgeschwindigkeit v_0 und wird durch die Reibung abgebremst. Wie groß sind Beschleunigung a_1, Geschwindigkeit v_1 und Weg s_1 der Vorderkante, so lange sich der Stab bewegt und kein Stoß auftritt?

$a_1 =$ _____ , $v_1(t) =$ _____ , $s_1(t) =$ _____

b) Zeichnen Sie mit blauer Farbe diese Verläufe für $v_0 = 1\ \mathrm{m/s}$ und $\mu = 0.102$ ergänzt um den Bereich des Liegenbleibens.

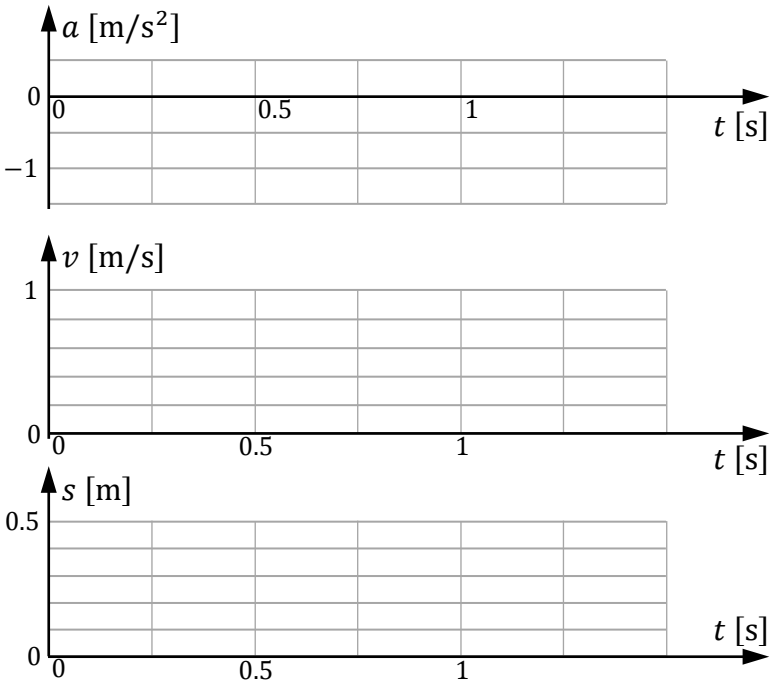


c) Zeichnen Sie in obiges Diagramm mit grüner Farbe für $d = 0.5\ \mathrm{m}$ Beschleunigung $a_2(t)$, Geschwindigkeit $v_2(t)$ und Weg $s_2(t)$ der Hinterkante des grünen Stabes mit dazu, der für $t = 0$ ruht.

d) Bei gleichem v_0 und μ, nun aber $d = 0.3\ \mathrm{m}$, tritt ein elastischer Stoß auf. Zu welchem Zeitpunkt erfolgt der Stoß?

$t_S \approx$ _____

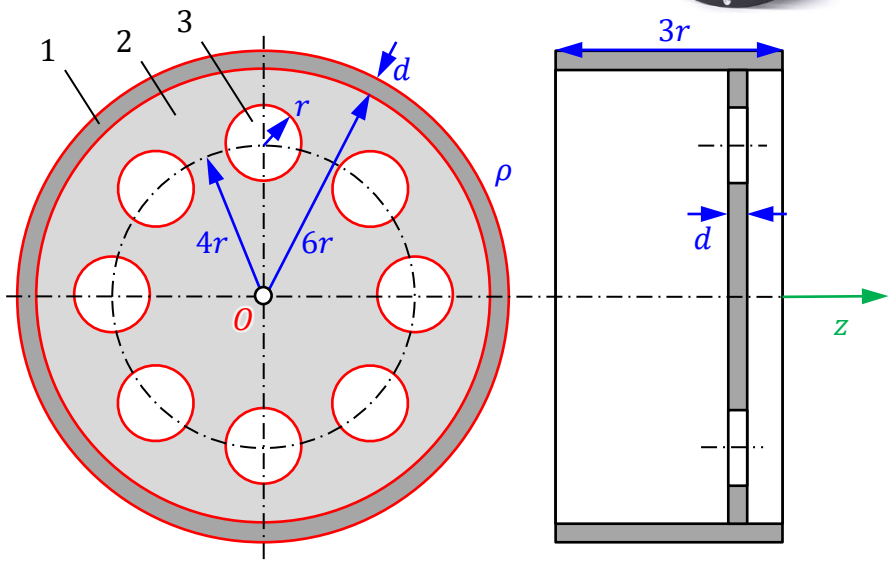
e) Zeichnen Sie mit blauer Farbe die Verläufe von $a_1(t)$, $v_1(t)$ und $s_1(t)$ für den Fall des Stoßes bei $d = 0.3\ \mathrm{m}$.



f) Zeichnen Sie oben mit grüner Farbe die Verläufe von $a_2(t)$, $v_2(t)$ und $s_2(t)$ dazu. Hinweis: Beginnen Sie am besten mit $v_2(t)$.

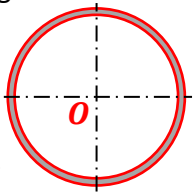
Aufgabe 6 (13 Punkte)

Eine Alufelge (Dichte ρ) besteht aus Felgenreifen 1 (Innendurchmesser $12r$, Dicke d, Breite $3r$) und Felgenscheibe 2 (Dicke d) mit acht Bohrungen 3 (Durchmesser $2r$). Im Folgenden soll das Massenträgheitsmoment I_{zO} der Felge bzgl. der z-Achse durch Mittelpunkt O abgeschätzt werden.



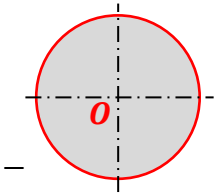
a) Der **Felgenreifen 1** kann wegen $d \ll 6r$ als Zylinderschale betrachtet werden. Bestimmen Sie seine Masse und sein Massenträgheitsmoment bzgl. der z-Achse durch O.

$m_1 =$ _____ , $\frac{I_{z1}}{m_1} =$ _____



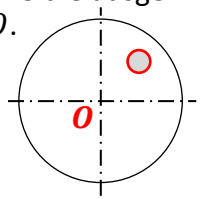
b) Bestimmen Sie die gleichen Größen für die Felgenscheibe 2 **ohne Bohrungen**.

$m_2 =$ _____ , $\frac{I_{z2}}{m_2} =$ _____



c) Bestimmen Sie für einen **einzelnen ausgebohrten Zylinder 3** die ausgebohrte Masse und deren Massenträgheitsmoment bzgl. O.

$m_3 =$ _____ , $\frac{I_{z3}}{m_3} =$ _____



d) Wie berechnet sich aus den Teilmassen m_i die Gesamtmasse m und welches Ergebnis erhält man durch Einsetzen obiger Teilergebnisse?

$m =$ _____ $=$ _____

$(Formel)$ $(Ergebnis)$

e) In welchem Verhältnis stehen die Teilmassen m_i zur Gesamtmasse m?

$\frac{m_1}{m} =$ _____ , $\frac{m_2}{m} =$ _____ , $\frac{m_3}{m} =$ _____

f) Wie berechnet sich aus obigen Zwischenergebnissen das Massenträgheitsmoment I_O der gesamten Felge?

☐ $\frac{I_{zO}}{m} = \frac{I_{z1}}{m_1} + \frac{I_{z2}}{m_2} + 8\frac{I_{z3}}{m_3}$

☐ $\frac{I_{zO}}{m} = \frac{I_{z1}}{m_1} + \frac{I_{z2}}{m_2} - 8\frac{I_{z3}}{m_3}$

☐ $\frac{I_{zO}}{m} = \frac{I_{z1}}{m_1}\frac{m_1}{m} + \frac{I_{z2}}{m_2}\frac{m_2}{m} - 8\frac{I_{z3}}{m_3}\frac{m_3}{m}$

g) Wie groß ist das Massenträgheitsmoment I_O der gesamten Felge?

☐ $I_{zO} = \frac{453}{16}mr^2$ ☐ $I_{zO} = \frac{253}{16}mr^2$ ☐ $I_{zO} = \frac{653}{16}mr^2$

ENDE