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.

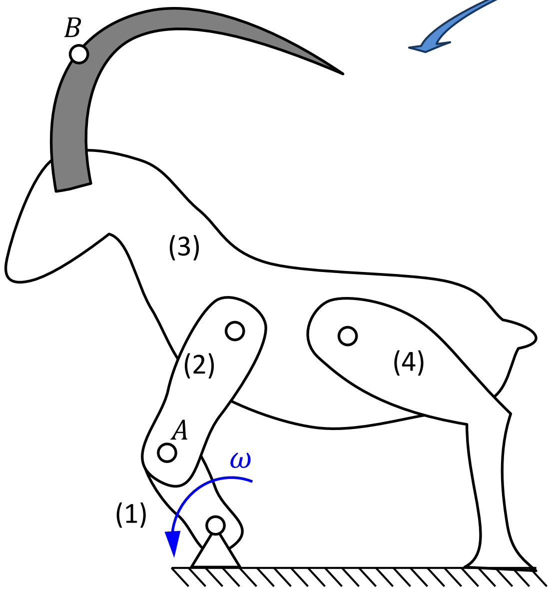
....
(Unterschrift)

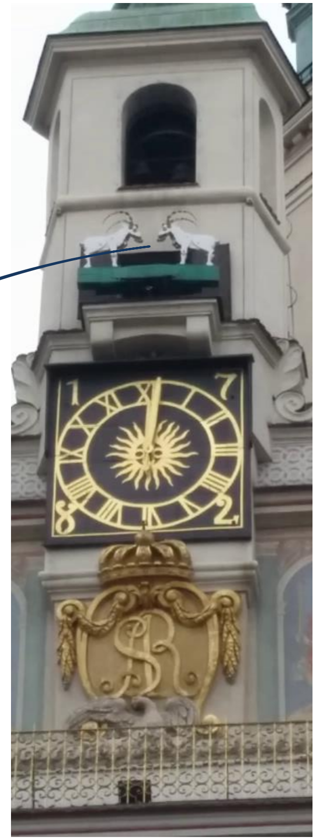
Gesamtpunktzahl: 72
zum Bestehen erforderlich: 36

Punkte	Note	

Aufgabe 1 (7 Punkte)

Über der Rathaus-Uhr in Poznan erscheinen täglich um 12h zwei Ziegenböcke, die mit ihren Hörnern zusammenstoßen. Diese bestehen jeweils aus beweglichem Unter- (1) und Oberschenkel (2) des Vorderlaufs, beweglichem Körper (3) und feststehendem Hinterlauf (4).





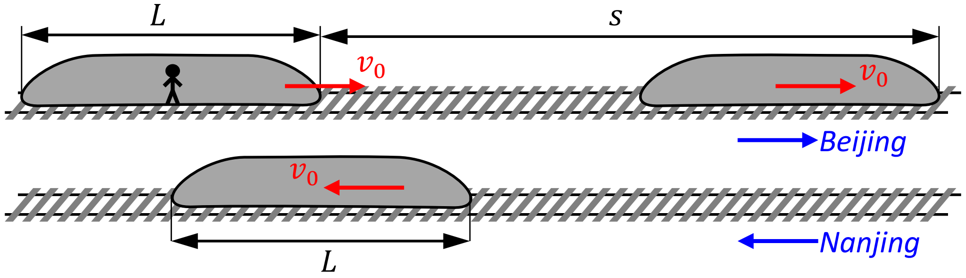
a) Geben Sie die Momentanpole P_1, P_2 und P_3 der entsprechenden Teile an.

b) Zeichnen Sie die Geschwindigkeit $\vec{v}_A$ des Knies A mit der Länge 1 cm ein, die sich aus der Winkelgeschwindigkeit ω des angetriebenen Unterschenkels (1) ergibt.

c) Konstruieren Sie die Geschwindigkeit $\vec{v}_B$ im Punkt B des Horns.

Aufgabe 2 (6 Punkte)

Zwischen Nanjing und Beijing verkehren Schnellzüge (jeweils Länge L) im zeitlichen Abstand T mit der Geschwindigkeit v_0. In Gegenrichtung passiert das Gleiche.



a) Welcher räumliche Zugabstand ergibt sich aus dem zeitlichen Abstand?

$s =$ ________

b) Ein Passagier im Zug nach Beijing bemerkt eine Zugbegegnung eines entgegenkommenden Zugs. Wie lange sieht der Passagier den Gegenzug?

$\Delta t =$ ________

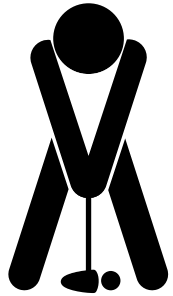
c) In welchem zeitlichen Abstand beobachtet der Passagier eine solche Zugbegegnung?

$\Delta T =$ ________

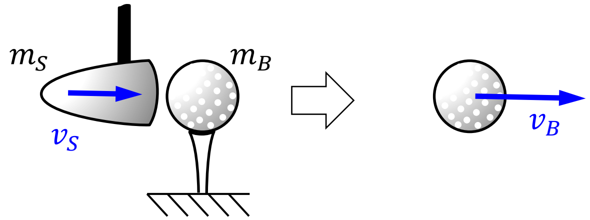
d) Welche Werte ergeben sich für $v_0 = 360\ \mathrm{km/h}$, $T = 20\ \mathrm{min}$, $L = 400\ \mathrm{m}$?

Zugabstand $s =$	☐ $90\ \mathrm{km}$	☐ $120\ \mathrm{km}$	☐ $180\ \mathrm{km}$
Begegnungsdauer $\Delta t =$	☐ $1\ \mathrm{s}$	☐ $2\ \mathrm{s}$	☐ $3\ \mathrm{s}$
Begegnungsabstand $\Delta T =$	☐ $5\ \mathrm{min}$	☐ $10\ \mathrm{min}$	☐ $40\ \mathrm{min}$

Aufgabe 3 (7 Punkte)



Beim Golfabschlag trifft der Schlägerkopf (Masse m_S) mit der Geschwindigkeit v_S zentral auf den ruhenden Ball (Masse m_B). Dieser fliegt anschließend mit der Geschwindigkeit v_B weg.



a) Wie groß ist die Ballgeschwindigkeit nach dem Stoß, wenn dieser zunächst als teilelastisch mit Stoßzahl $0 \leq \varepsilon \leq 1$ betrachtet wird?

$v_B =$ __________________

b) Wie groß ist die maximal erreichbare Ballgeschwindigkeit und wie groß sind dafür Stoßzahl und Massenverhältnis?

$v_{B,max} =$ __________ für $\varepsilon \rightarrow$ __________ , $\frac{m_S}{m_B} \rightarrow$ __________

c) Welches Geschwindigkeitsverhältnis ergibt sich beim elastischen Stoß für ein gegebenes Massenverhältnis $\mu = m_S/m_B$)?

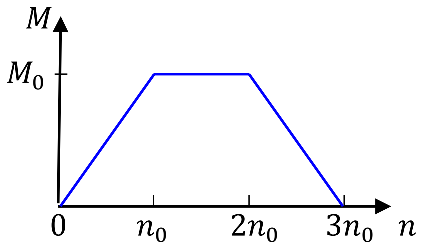
☐ $\frac{v_B}{v_S} = \frac{\mu}{1-\mu}$ ☐ $\frac{v_B}{v_S} = \frac{2\mu}{1-\mu}$ ☐ $\frac{v_B}{v_S} = \frac{\mu}{1+\mu}$ ☐ $\frac{v_B}{v_S} = \frac{2\mu}{1+\mu}$

d) Im Experiment wird für ein Massenverhältnis $\mu = 4$) ein Geschwindigkeitsverhältnis von $v_B/v_S = 3/2$ gemessen. Wie groß ist die Stoßzahl dieses teilplastischen Stoßes?

$\varepsilon =$ _________

Aufgabe 4 (14 Punkte)

Die Momentenkennlinie eines Verbrennungsmotors lässt sich durch einen linearen Anstieg auf Maximalmoment M_0, einen konstanten Mittelteil und einen linearen Abfall bis zur Maximaldrehzahl $3n_0$ idealisieren.



a) Beschreiben Sie den Momentenverlauf $M(n)$ mithilfe der Föppl-Symbolik für $0 \leq n < 3n_0$.

$M(n) =$ ____

b) Welcher Zusammenhang besteht zwischen Drehzahl n und Winkelgeschwindigkeit ω?

☐ $\omega = n$ ☐ $\omega = \frac{n}{2\pi}$ ☐ $\omega = 2\pi n$ ☐ $\omega = \frac{2\pi}{n}$

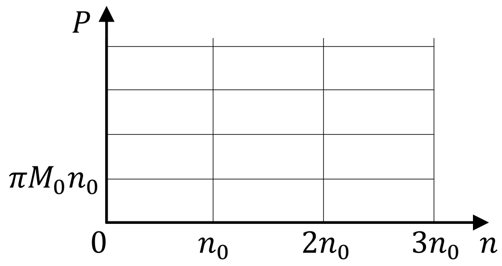
c) Beschreiben Sie die Motorleistung in Abhängigkeit der Drehzahl.

$P(n) =$ ____

d) Bestimmen Sie die Motorleistung für folgende Drehzahlen und zeichnen Sie den Leistungsverlauf.

$P(n_0) =$ ________

$P(2n_0) =$ ________



e) Wie lautet die Leistungsfunktion im Abschnitt $n \,\epsilon\, [2n_0, 3n_0]$?

$P(n) =$ __________________

f) Bei welcher Drehzahl n_{max} erreicht der Motor sein Leistungsmaximum P_{max} und wie groß ist dieses?

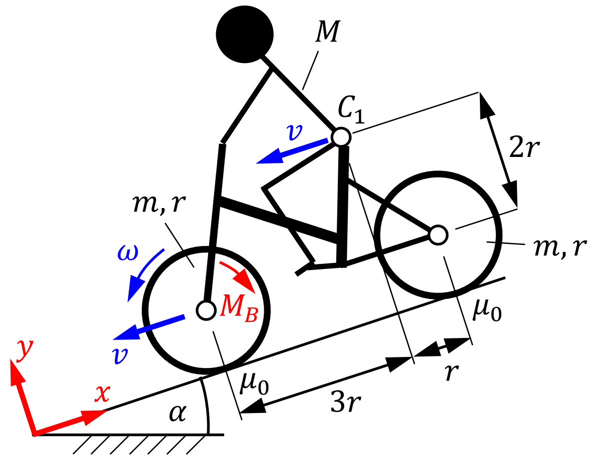
$P_{max} =$ ___________ bei $n_{max} =$ ___________

g) Wie groß ist das maximale Motormoment eines Motors mit $n_0 = 1600\ \mathrm{U/min}$, $P_{max} = 134\ \mathrm{kW}$?

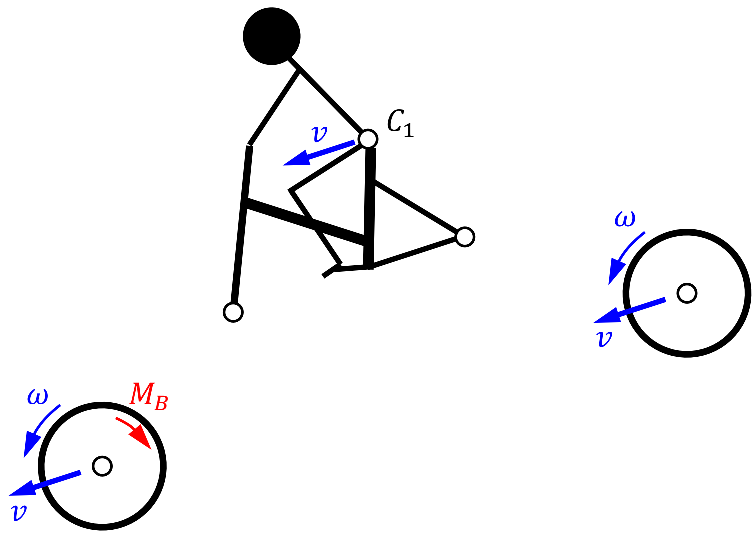
☐ $M_0 = 134\ \mathrm{Nm}$ ☐ $M_0 = 250\ \mathrm{Nm}$ ☐ $M_0 = 400\ \mathrm{Nm}$

Aufgabe 5 (25 Punkte)

Ein Radfahrer bremst bergab (Steigungswinkel α) nur mit dem Vorderrad (Bremsmoment M_B). Die Räder (jeweils Masse m, Radius r) werden als Kreisringe modelliert und sollen auf der schiefen Ebene rollen (Haftreibungskoeffizient μ_0). Fahrradrahmen und Fahrer werden zusammen als einzelner starrer Körper betrachtet (Gesamtmasse M, Schwerpunkt C_1). Die momentane Geschwindigkeit sei v, die momentane Winkelgeschwindigkeit der Räder sei ω.



a) Ergänzen Sie im Freischnittbild alle Kräfte und Momente und bezeichnen Sie diese.



b) Formulieren Sie Impuls- und Drallsätze für den Radfahrer inkl. Fahrradrahmen im angegebenen Koordinatensystem.

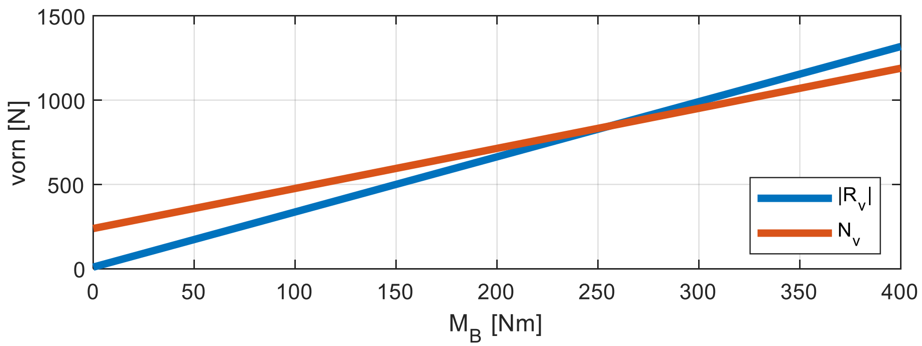
c) Formulieren Sie Impuls- und Drallsätze für das Vorderrad.

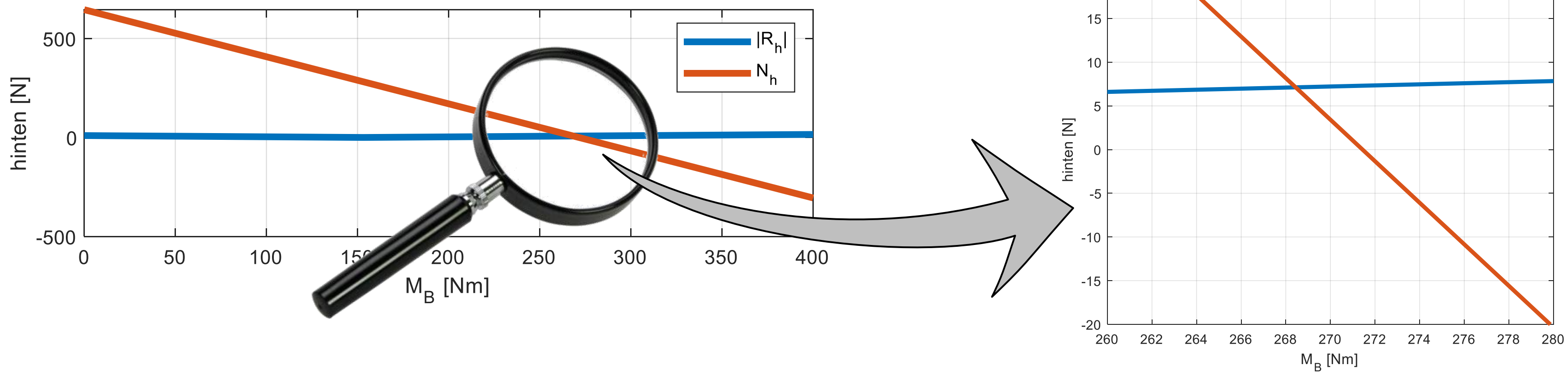
d) Formulieren Sie Impuls- und Drallsätze für das Hinterrad.

e) Welcher kinematische Zusammenhang besteht zwischen v und ω?

$\omega =$

f) Im Folgenden sei $M = 100\,\mathrm{kg}$, $m = 2\,\mathrm{kg}$, $r = 0.3\,\mathrm{m}$, $\alpha = 30°$ und $\mu_0 = 0.5$. Bezeichnen R_v, N_v Reib- und Normalkraft zwischen Vorderrad und Straße sowie R_h, N_h entsprechende Größen am Hinterrad, ergeben sich folgende Verläufe in Abhängigkeit des Bremsmoments:





Bei welchem Bremsmoment beginnt das

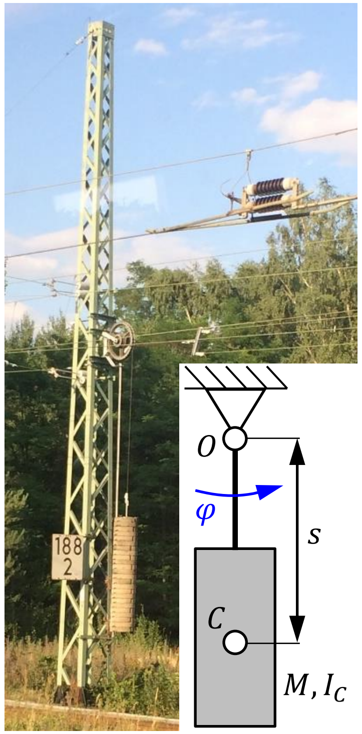
- Vorderrad zu Rutschen? $M_B \geq$
- Hinterrad zu Rutschen? $M_B \geq$
- Rad vornüber zu kippen? $M_B \geq$

Welcher Fall tritt bei langsamem Steigern des Bremsmoments zuerst ein?

☐ *Vorderrad rutscht* ☐ *Hinterrad rutscht* ☐ *Rad kippt*

Aufgabe 6 (13 Punkte)

Zum Spannen der Oberleitungen im Eisenbahnnetz werden variable Gewichte verwendet, die aus N homogenen Scheiben (jeweils Masse m, Radius $3a$, Höhe a) bestehen. Durch die pendelnde Aufhängung (Pendellänge L bis Schwerpunkt des untersten Gewichts) können durch Wind kleine Pendelbewegungen angestoßen werden. Das Gewicht der Scheibenhalterung ist vernachlässigbar.



a) Formulieren Sie für einen Pendelkörper (Masse M, Trägheitsmoment I_C bzgl. Schwerpunkt C, Schwerpunktsabstand s) den Drallsatz bzgl Aufhängepunkt O.

____

b) Welche Pendelfrequenz ergibt sich für kleine Pendelschwingungen $\varphi \ll 1$?

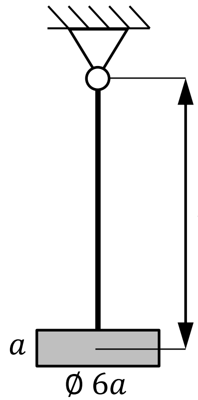
☐ $\omega = \frac{g}{s}$ ☐ $\omega = \frac{Mgs}{I_C}$

☐ $\omega = \frac{Mgs}{I_C + Ms^2}$ ☐ $\omega = \sqrt{\frac{Mgs}{I_C + Ms^2}}$

c) Wie groß sind die entsprechenden Ersatzgrößen im Falle des Eisenbahn-Spanngewichts für

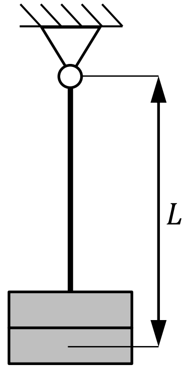
- ein einzelnes Scheibengewicht?

$M =$ ______ , $s =$ ______ , $I_C =$ ______



- zwei Scheibengewichte?

$M =$ ______ , $s =$ ______ , $I_C =$ ______

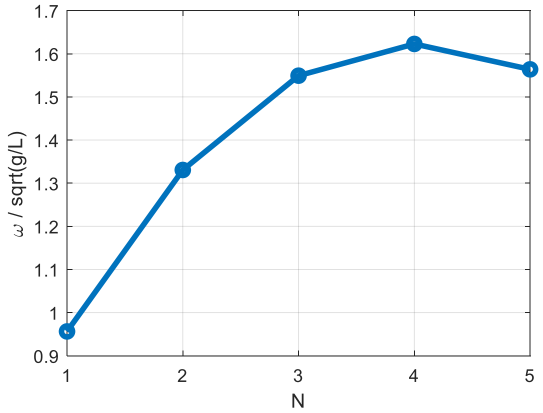


- N Scheibengewichte?

$M =$ ______ , $s =$ ___________ ,

$I_C =$ _______________

d) Das Bild zeigt die auf $\sqrt{g/L}$ bezogene Schwingungsfrequenz ω des aus N Scheiben bestehenden Pendels für $L = 5a$.



Unter welcher Bedingung schwingt das Pendel schneller als ein Punktpendel der Länge L mit gleicher Masse?

☐ *nie* ☐ $N \leq$ ______ ☐ $N \geq$ ______ ☐ *immer*

ENDE