



Prüfungsklausur Technische Mechanik II

Familienname, Vorname														
Matrikel-Nummer					Fachrichtung									

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

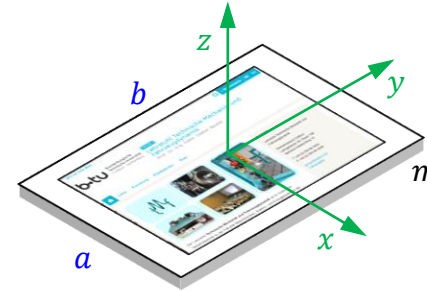
.....
(Unterschrift)

Gesamtpunktzahl: 72
zum Bestehen erforderlich: 36

Punkte	Note	

Aufgabe 1 (5 Punkte)

Ein Tablet (Masse m) kann als dünne Platte mit den Kantenlängen a und b betrachtet werden.



- a) Wie groß sind die Massenträgheitsmomente des Tablets bzgl. der drei Koordinatenachse durch O ?

$$I_x = \text{---}, \quad I_y = \text{---}, \quad I_z = \text{---}$$

- b) Die Kantenlängen des Tablets stehen im Verhältnis $b : a = 3 : 2$. Welche Verhältnisse ergeben sich daraus für die Massenträgheitsmomente?

$I_x : I_y : I_z = 4 : 9 : 13$

$I_x : I_y : I_z = 9 : 4 : 13$

$I_x : I_y : I_z = 13 : 4 : 9$

- c) Auf der ISS-Weltraumstation kann dieses Tablet wegen der fehlenden Schwerkraft frei schweben. Durch Vorgabe einer Winkelgeschwindigkeit um eine der drei Koordinatenachsen entstehen permanente Drehungen um die entsprechende Achse. Um welche Achsen sind diese Rotationen stabil?

nur um x -Achse nur um y -Achse nur um z -Achse

um x - und y - Achsen

um x - und z - Achsen

um y - und z - Achsen

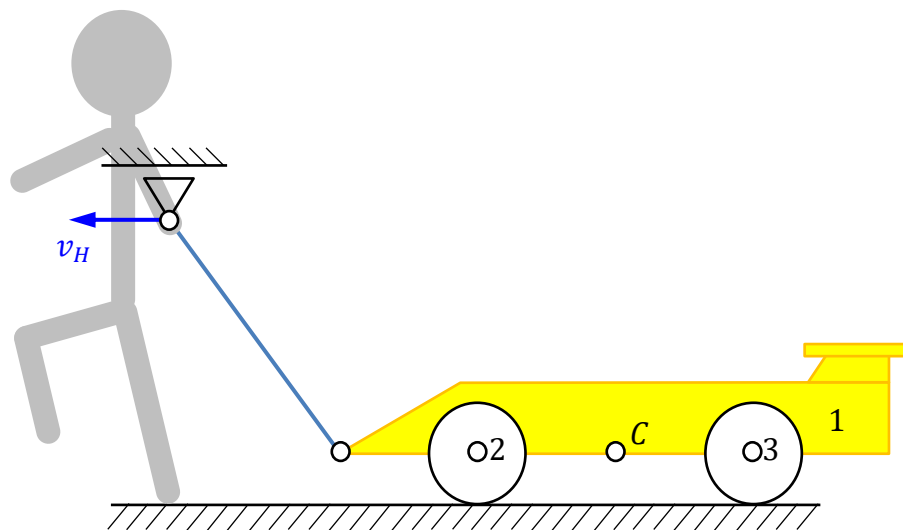
um alle drei Achsen

Aufgabe 2 (16 Punkte)

Ein Kind zieht sein Modellauto bestehend aus Chassis 1, Vorderrad 2 und Hinterrad 3 an einer Schnur hinter sich her. Zunächst sei der Fall betrachtet, dass **beide Räder am Boden** bleiben.



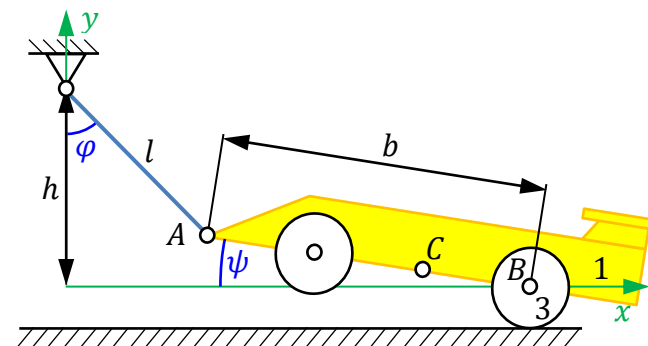
a) Zeichnen Sie die Momentanpole P_1 bis P_3 der drei Körper ein.



b) Zeichnen Sie in grüner Farbe die **Spurkurve (SK)** und in blauer Farbe die **Polkurve (PK)** der beiden Räder ein und bezeichnen Sie diese.

c) Die Hand wird horizontal mit der Geschwindigkeit \vec{v}_H geführt. Konstruieren Sie daraus die Chassis-Geschwindigkeit des Schwerpunkts C .

d) Nun wird die Hand soweit angehoben, dass das **Vorderrad abhebt** und das Fahrzeug pendelt. Zeichnen Sie erneut die Momentanpole P_1 und P_3 von Chassis 1 und Hinterrad 3 ein.



e) Tragen Sie für $\dot{\varphi} < 0$ die Geschwindigkeit des Anlenkpunktes A mit 2 cm ein.

f) Konstruieren Sie dazu passend die Geschwindigkeit des Chassis-Schwerpunkts C .

g) Beschreiben Sie die Lage der Punkte A und B im Koordinatensystem.

$$\mathbf{r}_A = \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix}, \quad \mathbf{r}_B = \mathbf{r}_A + \begin{bmatrix} \\ \end{bmatrix}$$

h) Welche Bedingung ergibt sich mithilfe von \mathbf{r}_B aus der Forderung, dass das Hinterrad am Boden bleibt?

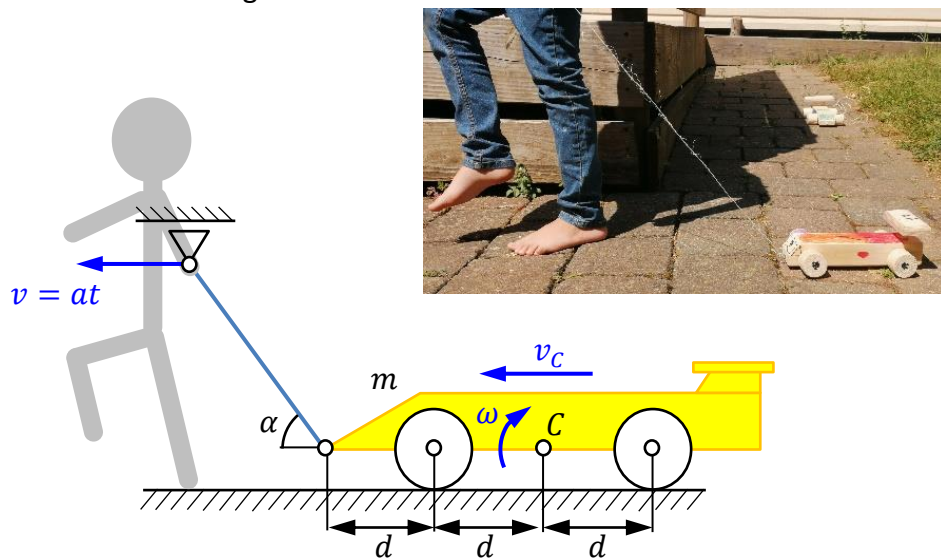
$$\text{-----} = 0$$

i) Welcher Zusammenhang ergibt sich daraus zwischen φ und ψ ?

$$\begin{aligned} \square \psi &= \text{asin} \frac{h-l \sin \varphi}{b} & \square \psi &= \text{asin} \frac{h-l \cos \varphi}{b} \\ \square \psi &= \text{asin} \frac{h-l \tan \varphi}{b} & \square \psi &= \text{asin} \frac{h-l \cot \varphi}{b} \end{aligned}$$

Aufgabe 3 (21 Punkte)

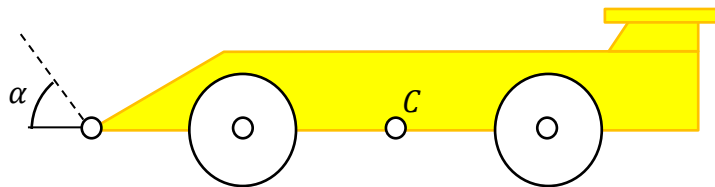
Ein Kind zieht nun sein Modellauto (Masse m , Schwerpunkt C) an einer masselosen Schnur mit konstanter Beschleunigung $a = \text{const.}$ unter konstantem Winkel $\alpha = \text{const.}$ Die Räder werden als masselos mit reibungsfreien Achsen betrachtet, wodurch sich in den Radaufstandspunkten lediglich Normalkräfte ergeben.



- a) Wie groß sind die Schwerpunktbeschleunigung \dot{v}_C und Winkelbeschleunigung $\dot{\omega}$ des Modellautos, wenn die Räder auf ebener Straße am Boden bleiben?

$\dot{v}_C =$ _____, $\dot{\omega} =$ _____

- b) Tragen Sie alle Kräfte auf das freigeschnittene System ein und benennen Sie diese.



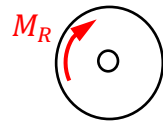
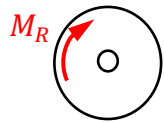
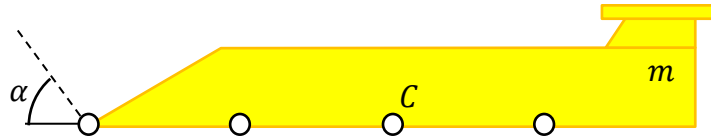
- c) Formulieren Sie Impuls- und Drallsätze für das Modellauto.

- d) Bestimmen Sie alle Reaktionskräfte für eine gegebene Beschleunigung a .

- e) Welches Rad ist gefährdet abzuheben und wie groß darf bei Gefahr des Abhebens die Beschleunigung a höchstens sein, damit das Modellauto am Boden bleibt?

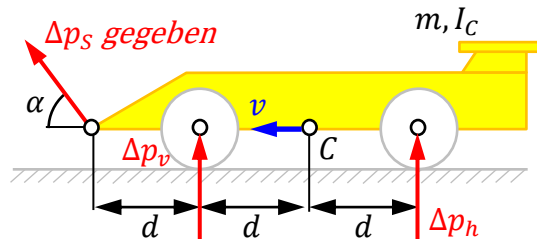
- Vorderrad Hinterrad keines von beiden
- a unbegrenzt $a \leq \frac{g}{3 \tan \alpha}$ $a \leq \frac{g}{3 \sin \alpha}$

- f) In einem veränderten Modell sind die Achsen nun reibungsbehaftet, wodurch Widerstandsmomente M_R an den Rädern entstehen. Die Räder sollen dabei trotzdem rollen. Tragen Sie erneut alle Kräfte und Momente in das Freischnittbild ein und benennen Sie diese.



Aufgabe 4 (7 Punkte)

Das Modellauto (Masse m , Trägheitsmoment I_C bzgl. Schwerpunkt C) ist **zunächst in Ruhe**. Durch ruckartiges Ziehen an der Schnur (Winkel α) entsteht ein Kraftstoß Δp_S . An den Achsen entstehen potenziell die Kraftstöße Δp_v und Δp_h .



- a) Zunächst wird angenommen, dass auch nach dem Stoß beide Räder am Boden bleiben. Formulieren Sie dafür Impuls- und Drallbilanzen für das Modellauto.

- b) Ermitteln Sie folgende Größen:

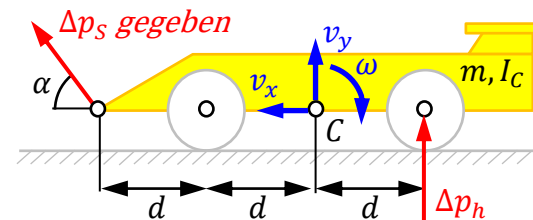
$v^+ =$

$\Delta p_v =$, $\Delta p_h =$

- c) Welches Problem erkennen Sie in dieser Lösung?

Aufgabe 5 (9 Punkte)

In einem veränderten Modell wird angenommen, dass das Vorderrad abhebt, während das Hinterrad Kontakt zum Boden hält. Dadurch entsteht eine Vertikalgeschwindigkeit v_y des Schwerpunkts sowie eine Winkelgeschwindigkeit ω .



- a) Welcher kinematische Zusammenhang entsteht durch das Hinterrad?

$v_y = -d \omega$ $v_y = d \omega$ $v_y = 2d \omega$

- b) Stellen Sie unter Berücksichtigung dieses Zusammenhangs erneut Impuls- und Drallbilanzen für das Modellauto auf.

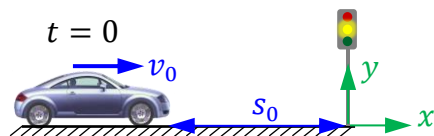
- c) Welche Geschwindigkeiten ergeben sich nach dem Stoß?

$v_x^+ =$, $\omega^+ =$

- d) Interpretieren Sie das Stoßergebnis vor dem Hintergrund von Teilaufgabe 3e).

Aufgabe 6 (14 Punkte)

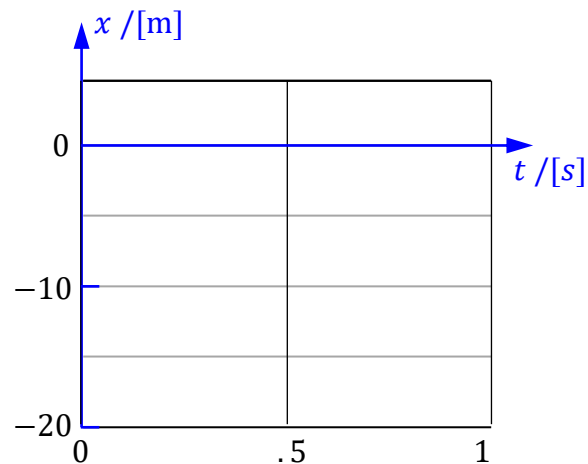
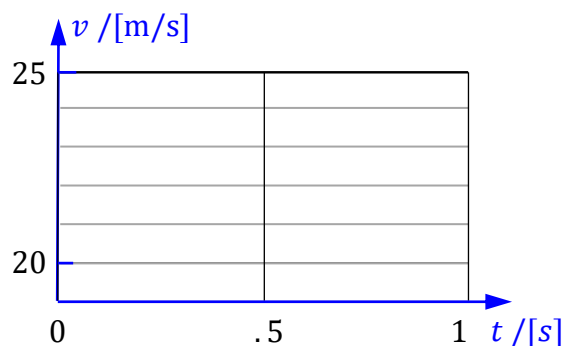
Ein Fahrzeug fährt mit der Geschwindigkeit v_0 auf eine Ampel zu. Im Abstand s_0 springt die Ampel von grün auf gelb (Zeitpunkt $t = 0$).



- a) Wie lange benötigt der Fahrer bei gleichförmiger Weiterfahrt, bis er an der Ampel vorbei fährt?

$$t_0 = \text{-----}$$

- b) Zeichnen Sie für $v_0 = 72 \text{ km/h}$, $s_0 = 20 \text{ m}$ Geschwindigkeits- und Positionsverlauf des Fahrzeugs.



- c) Um das Risiko einer Rotlichtfahrt zu verringern, beschleunigt der Fahrer beim Umspringen der Ampel konstant mit $a_0 > 0$. Beschreiben Sie den veränderten Geschwindigkeits- und Positionsverlauf des Fahrzeugs.

$$v(t) = \text{-----}$$

$$x(t) = \text{-----}$$

- d) Zeichnen Sie die veränderten Zeitverläufe für $v_0 = 72 \text{ km/h}$, $s_0 = 20 \text{ m}$ sowie $a_0 = 2 \text{ m/s}^2$ in einer anderen Farbe mit in obiges Bild und bezeichnen Sie die Kurven zur Unterscheidung.

- e) Wie lautet die Bedingung für die Zeit bis zum Erreichen der Ampel für $v_0 = 72 \text{ km/h}$, $s_0 = 20 \text{ m}$ sowie $a_0 = 2 \text{ m/s}^2$ (alle Zahlenangaben in SI-Einheiten)?

$$\input type="checkbox"/> $t^2 + 20t - 40 = 0$ $t^2 + 40t - 40 = 0$$$

$$\input type="checkbox"/> $t^2 + 20t - 20 = 0$ $t^2 + 40t + 20 = 0$$$

- f) Welche Zeit vergeht, bis das beschleunigte Fahrzeug die Ampel für obige Zahlenwerte passiert und wie groß ist der Zeitgewinn bei beschleunigter Fahrt?

$$t_b = \text{-----}, \quad \Delta t = \text{-----}$$

ENDE