

---

# NICHT umblättern!

(Dies zählt als Täuschungsversuch)

---

## Hinweise zur Prüfung "Technische Mechanik III"

---

- Sollten Sie aus gesundheitlichen Gründen nicht in der Lage sein an der Prüfung teilzunehmen, müssen Sie jetzt den Saal verlassen und umgehend das Studierendenbüro darüber unterrichten.
- Fragen sind nur zur Aufgabenstellung zulässig, nicht jedoch zum Lösungsweg.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten.
- Die Klausur ist mit nichtradierbarem, dokumentenechtem Stift zu bearbeiten.
- Schreiben Sie NICHT in rot oder grün (Korrekturfarben).
- Schreiben Sie auf eigene Blätter.
- Schreiben Sie Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer auf jedes Ihrer Blätter sowie das Deckblatt.
- Beginnen Sie für jede Aufgabe ein neues Blatt.
- Die Reihenfolge der Aufgaben ist zufällig und nicht nach dem Schwierigkeitsgrad geordnet.
- Es gelten die Bestimmungen der Prüfungsordnung der TU Darmstadt bezüglich Betrug und Täuschung. Schon der Täuschungsversuch führt zur vorzeitigen Beendigung der Prüfung und die Klausur wird eingezogen.
- Zulässige Hilfsmittel sind:
  - zwei beidseitig handbeschriebene DIN A4-Formelsammlung (nicht gedruckt/kopiert),
  - Hilfsblätter Schwingungen, Schwerpunkt, Flächenträgheitsmomente, Biegelinie, Torsion und Integrale
  - sowie ein Taschenrechner.
  - Weitere Hilfsmittel, insbesondere Handys, Smartwatches und Laptops, sind nicht erlaubt.
- Legen Sie Ihren Studierendenausweis und behördlichen Lichtbildausweis (z.B. Personalausweis, Reisepass, ...) an den freien Platz rechts neben sich bereit.
- Legen Sie bearbeitete Blätter nur vor sich oder unmittelbar neben sich auf den Tisch.
- Handys sind auszuschalten!
- Toilettengänge sind nur einzeln nach Abmeldung bei der Aufsicht gestattet.
- Bleiben Sie nach der Prüfung sitzen, bis Sie zum Gehen aufgefordert werden. Die Prüfung und alle Ihre Lösungen lassen Sie am Platz liegen.
- Wir wünschen viel Erfolg!

NICHT umblättern!

---

# Prüfung - Technische Mechanik III

SoSe 2023

24. Juli 2023



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Name: \_\_\_\_\_

FB 13, Institut für Mechanik  
Prof. Dr.-Ing. R. Müller

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

Studiengang: \_\_\_\_\_

Die Aufgaben sind nicht nach ihrem Schwierigkeitsgrad geordnet. Bitte beginnen Sie für jede Aufgabe ein neues Blatt und nummerieren Sie die Blätter. Die Bearbeitungszeit beträgt 90 Minuten. Der Lösungsweg muss klar erkennbar sein, die Ergebnisse müssen deutlich hervorgehoben werden. Bei den Kurzfragen wird lediglich das auf den hierfür vorgesehenen Arbeitsblättern eingetragene Ergebnis gewertet.

Es ist erlaubt, eine handgeschriebene Formelsammlung im Umfang zweier beidseitig beschriebener DIN A4-Blätter, die Hilfsblätter zur Vorlesung sowie einen Taschenrechner zu benutzen. Andere Hilfsmittel sind nicht erlaubt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass keinerlei andere elektronische Hilfsmittel benutzt werden dürfen. Hierzu zählen insbesondere Laptops und Handys.

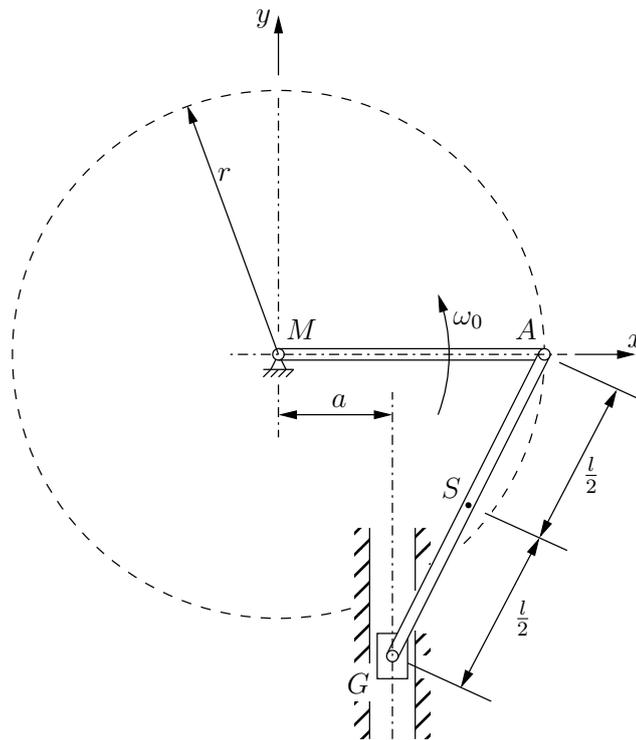
Viel Erfolg!

| Aufgabe          | 1  | 2  | 3  | K1 | K2 | K3 | $\Sigma$ | Note |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----------|------|
| max. Punkte      | 18 | 18 | 20 | 2  | 3  | 1  | 62       |      |
| erreichte Punkte |    |    |    |    |    |    |          |      |
| Handzeichen      |    |    |    |    |    |    |          |      |

|                | 1. Prüfer                   | 2. Prüfer                        | Prüfungskommissions-<br>vorsitzender <sup>1</sup> |
|----------------|-----------------------------|----------------------------------|---|
| Name           | Prof. Dr.-Ing.<br>R. Müller | Prof. Dr.-Ing.<br>D. Schillinger | Prof. Dr.-Ing.<br>A. Eichhorn                     |
| Korrekturfarbe |                             |                                  |   |
| Bewertung      |                             |                                  |   |
| Unterschrift   |                             |                                  |   |

<sup>1</sup> Nach § 26 Abs. 1 S. 3 Allgemeine Prüfungsbestimmungen der TU Darmstadt (APB) legt die Prüfungskommission die endgültige Bewertung fest, falls die Bewertungen der beiden Prüfenden mehr als 0,7 Notenwerte voneinander abweichen.

## Aufgabe 1 [ 18 Punkte ]



Die Abbildung zeigt eine exzentrische Schubkurbel zum Zeitpunkt  $t = 0$ . Die Kurbel wird mit konstanter Winkelgeschwindigkeit  $\omega_0$  angetrieben. Über eine Pleuelstange mit Schwerpunkt  $S$  ist die Kurbel mit einem Gleitstein verbunden. Dieser kann sich in einer Führung vertikal bewegen.

- Konstruieren Sie den Momentanpol der Pleuelstange für  $\omega_0 t = \frac{\pi}{3}$ .
- Ermitteln Sie für beliebige Zeit  $t$  die Geschwindigkeit  $v_G$  des Gleitsteins und die Winkelgeschwindigkeit  $\omega_S$  der Pleuelstange.
- Ermitteln Sie die Komponenten der Geschwindigkeit  $\vec{v}_S$  des Punktes  $S$ .  
Hierbei können  $v_G$  und  $\omega_S$  als bekannt vorausgesetzt werden.

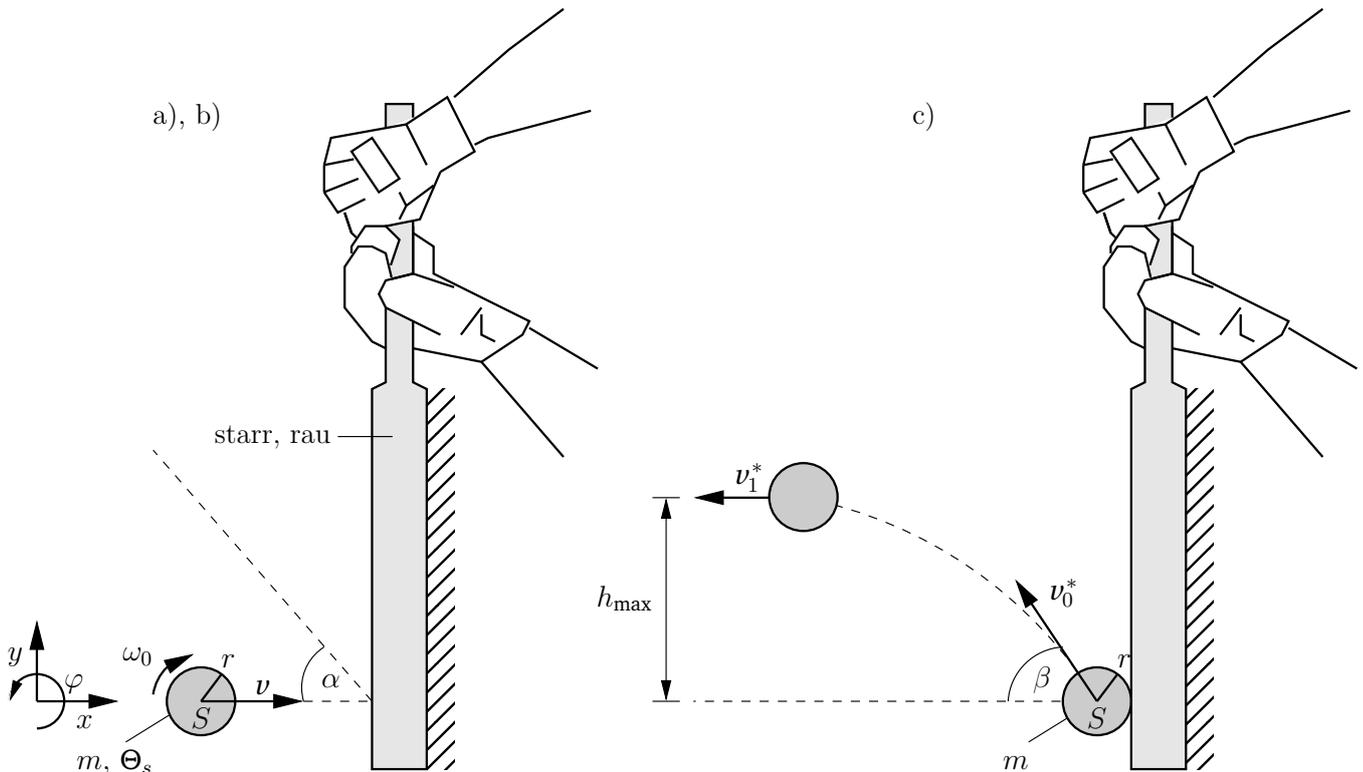
**Hinweise:** Geben Sie in den Aufgabenteilen b) und c) alle für die Lösung benötigten geometrischen Beziehungen an. Dies müssen aber nicht eingesetzt und zu einem Endergebnis aufgelöst werden. Der Aufgabenteil c) kann unabhängig von a) und b) gelöst werden.

Gegeben:  $r, a, l, \omega_0$ ;

für a)  $\omega_0 t = \frac{\pi}{3}$ ;

für c)  $v_G, \omega_S$

## Aufgabe 2 [ 18 Punkte ]



Ein Cricketball mit der Masse  $m$ , dem Radius  $r$  und dem Massenträgheitsmoment  $\Theta_s$  bezüglich des Schwerpunkts  $S$  wird mit der Geschwindigkeit  $v$  und der Winkelgeschwindigkeit  $\omega_0$  geworfen und trifft horizontal auf einen Cricketschläger. Es wird angenommen, dass der Schläger starr und rau ist, sodass während des Stoßes *Haftung* auftritt. Die Stoßzahl sei  $e$ .

a) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit des Balls in x-Richtung  $\bar{v}_x$  und in y-Richtung  $\bar{v}_y$  unmittelbar nach dem Stoß. Fertigen Sie hierzu ein Freikörperbild mit allen während des Stoß auftretenden Kräften sowie anderen relevanten Größen an. Beachten Sie das angegebene Koordinatensystem.

b) Geben Sie einen Ausdruck für den Winkel  $\alpha$  an, unter dem der Ball vom Schläger abprallt.

Der Ball prallt nun unter dem Winkel  $\beta = 60^\circ$  vom Schläger ab und beschreibt eine Wurfparabel. Am höchsten Punkt der Parabel  $h_{\max}$  besitzt der Ball die Geschwindigkeit  $v_1^*$ .

c) Bestimmen Sie die Ausgangsgeschwindigkeit des Balls  $v_0^*$  am Anfang der Wurfparabel in Abhängigkeit der Geschwindigkeit am höchsten Punkt des Wurfs  $v_1^*$ .

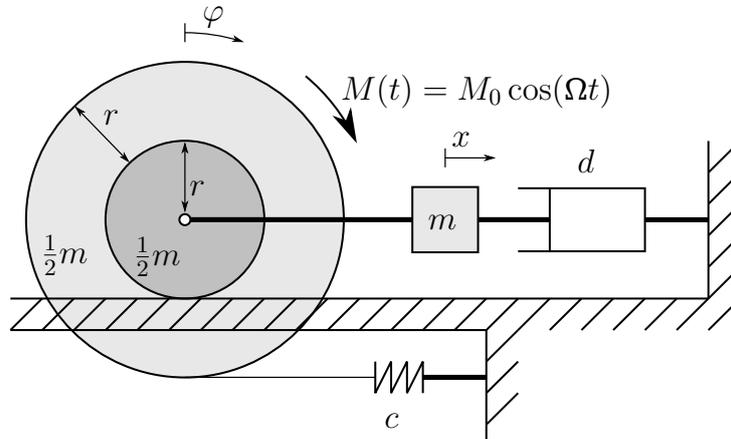
Hinweise:

Aufgabenteil c) kann unabhängig von den Aufgabenteilen a) und b) gelöst werden. Der Winkel  $\alpha$  spielt für Aufgabenteil c) keine Rolle!

Die Ausdrücke für die gesuchten Größen dürfen ausschließlich gegebene Größen enthalten.

Gegeben:  $m, r, \Theta_s, v, \omega_0, e, \beta = 60^\circ, v_1^*$

### Aufgabe 3 [ 20 Punkte ]

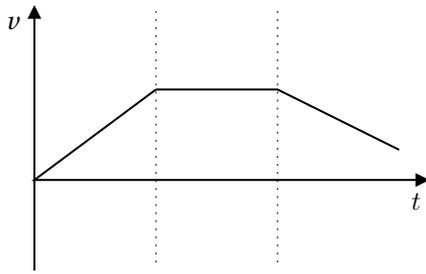


Abgebildet sind zwei Walzen (jeweils Masse  $\frac{1}{2}m$  und Radien  $r$  bzw.  $2r$ ), die fest miteinander verbunden sind und die über ein Moment  $M(t)$  angetrieben werden. Am Mittelpunkt der Walzen ist über eine Stange die Masse  $m$  befestigt, welche wiederum einen Dämpfer mit Dämpferkonstanten  $d$  bewegt. Um die äußere Walze ist ein dehnstarres Seil geschlungen, welches an einer Feder mit Federsteifigkeit  $c$  zieht. Die Walze rollt auf dem Untergrund ohne Schlupf ab. Es wird angenommen, dass das Seil zu jedem Zeitpunkt gespannt ist.

- Zeichnen Sie ein geeignetes Freikörperbild und berechnen Sie das Massenträgheitsmoment der verbundenen Walzen bezüglich ihres Schwerpunktes. Stellen Sie die Schwingungsdifferentialgleichung der Masse für Auslenkungen  $x$  um die statische Ruhelage auf.
- Der Dämpfungsgrad betrage  $\frac{1}{2}$ . Wie lautet die Resonanzfrequenz des Systems?
- Das Frequenzverhältnis sei 2. Berechnen Sie die Lösung des Systems im eingeschwungenen Zustand.

Gegeben:  $m, r, c, d, M(t)$

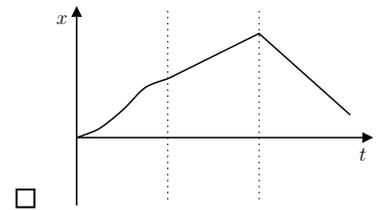
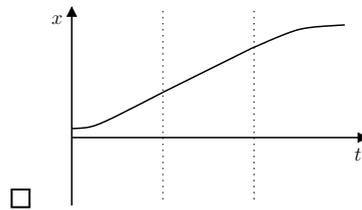
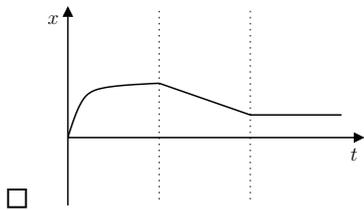
## Kurzfrage 1 [ 2 Punkte ]



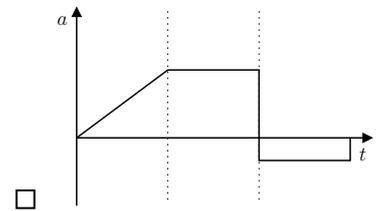
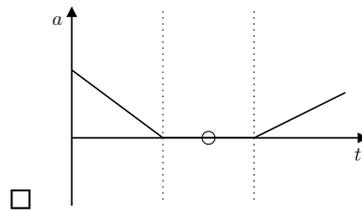
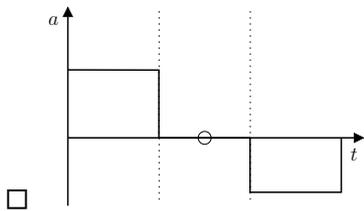
Ein Ball wird aus der Ruhelage über das angegebene Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm bewegt. Kreuzen Sie das zugehörige Weg-Zeit-Diagramm sowie das zugehörige Beschleunigung-Zeit-Diagramm an.

Jede richtig gelöste Teilaufgabe ergibt 1 Punkt.

a) Weg-Zeit-Diagramm



b) Beschleunigung-Zeit-Diagramm

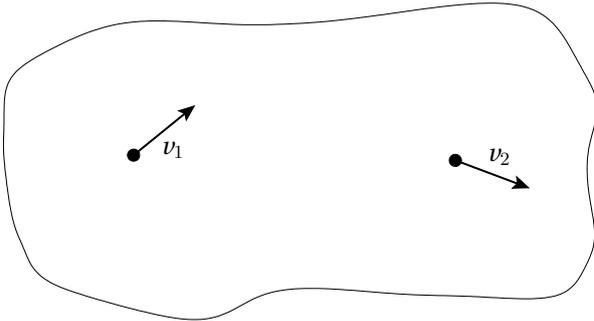


## Kurzfrage 2 [ 3 Punkte ]

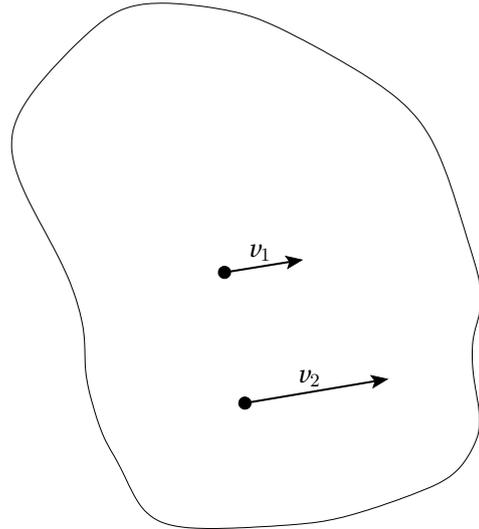
In einem Körper sind für einzelne Punkte die Geschwindigkeitsvektoren bekannt. Zeichnen Sie in jedem der unten abgebildeten Körper den Momentanpol  $M$  ein.

Jede richtig gelöste Teilaufgabe ergibt 1 Punkt.

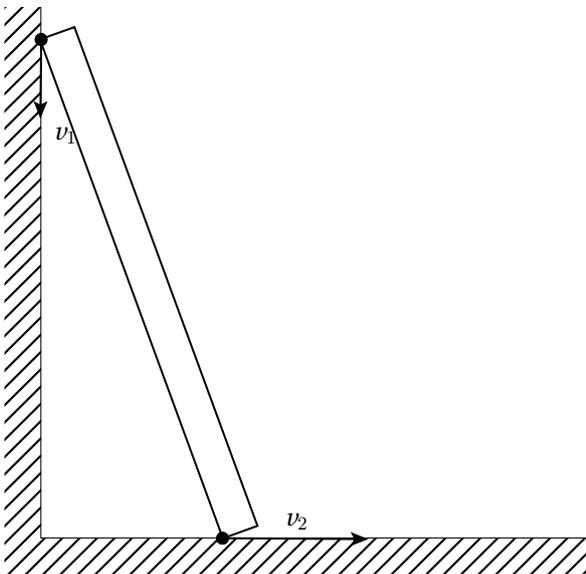
a)



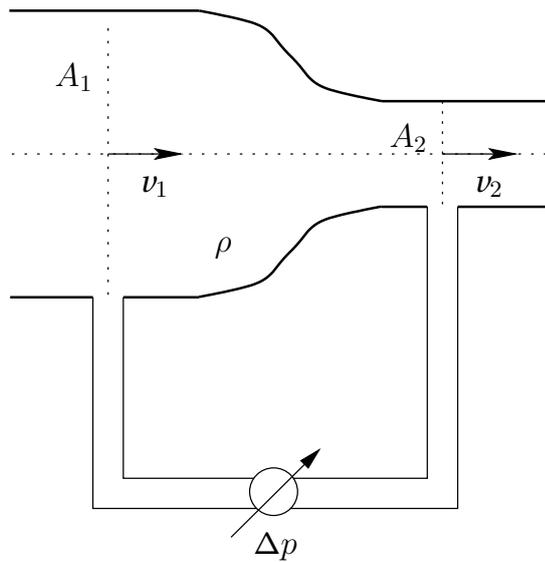
b)



c)



### Kurzfrage 3 [ 1 Punkt ]



Ein Rohr verjüngt sich von der Querschnittsfläche  $A_1$  auf die Querschnittsfläche  $A_2$ . Eine Flüssigkeit durchströmt das Rohr und mithilfe eines Manometers wird der Druckunterschied  $\Delta p$  gemessen. Was gilt für den Volumenstrom  $Q$ ?

$Q = \sqrt{\Delta p \frac{A_1^2 - A_2^2}{v_1 - v_2}}$

$Q = \sqrt{\frac{2\Delta p A_1^2 A_2^2}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$

$Q = v_2 A_1$

Es kann keine Aussage über den Volumenstrom  $Q$  getroffen werden.