
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

WiSe 2023

20. März 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.

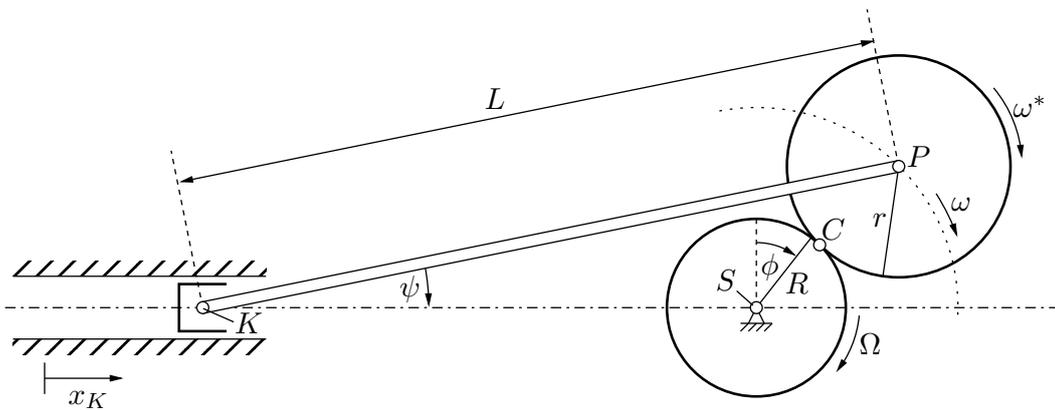
Viel Erfolg!

Aufgabe	1	2	3	K1	K2	K3	Σ	Note
max. Punkte	20	18	20	1	1	4	64	
erreichte Punkte								
Handzeichen								

	1. Prüfer	2. Prüfer	Prüfungskommissions- vorsitzender ¹
Name	Prof. Dr.-Ing. R. Müller	Prof. Dr.-Ing. D. Schillinger	Prof. Dr.-Ing. A. Eichhorn
Korrekturfarbe			
Bewertung			
Unterschrift			

¹ 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 [20 Punkte]



Bei dem dargestellten Kurbelgetriebe wird der Kolben angetrieben. Er bewegt sich reibungsfrei entlang der x -Achse in einer Führung. Der Kolben ist durch ein Gelenk K mit einer Pleuelstange (Länge L) verbunden. Die Position von K ist durch $x_K = \frac{h}{2} \sin(\omega t)$, mit $\omega = \text{const.}$, gegeben.

Die Pleuelstange ist am anderen Ende im Punkt P fest mit einem Schwungrad (Radius r , Winkel ϕ) verbunden. Das Schwungrad rollt im Punkt C schlupffrei auf dem Zentralrad (Mittelpunkt S , Radius R). Der Abstand zwischen S und P bleibt dabei konstant.

Zunächst wird das Teilsystem aus Kolben und Pleuel betrachtet.

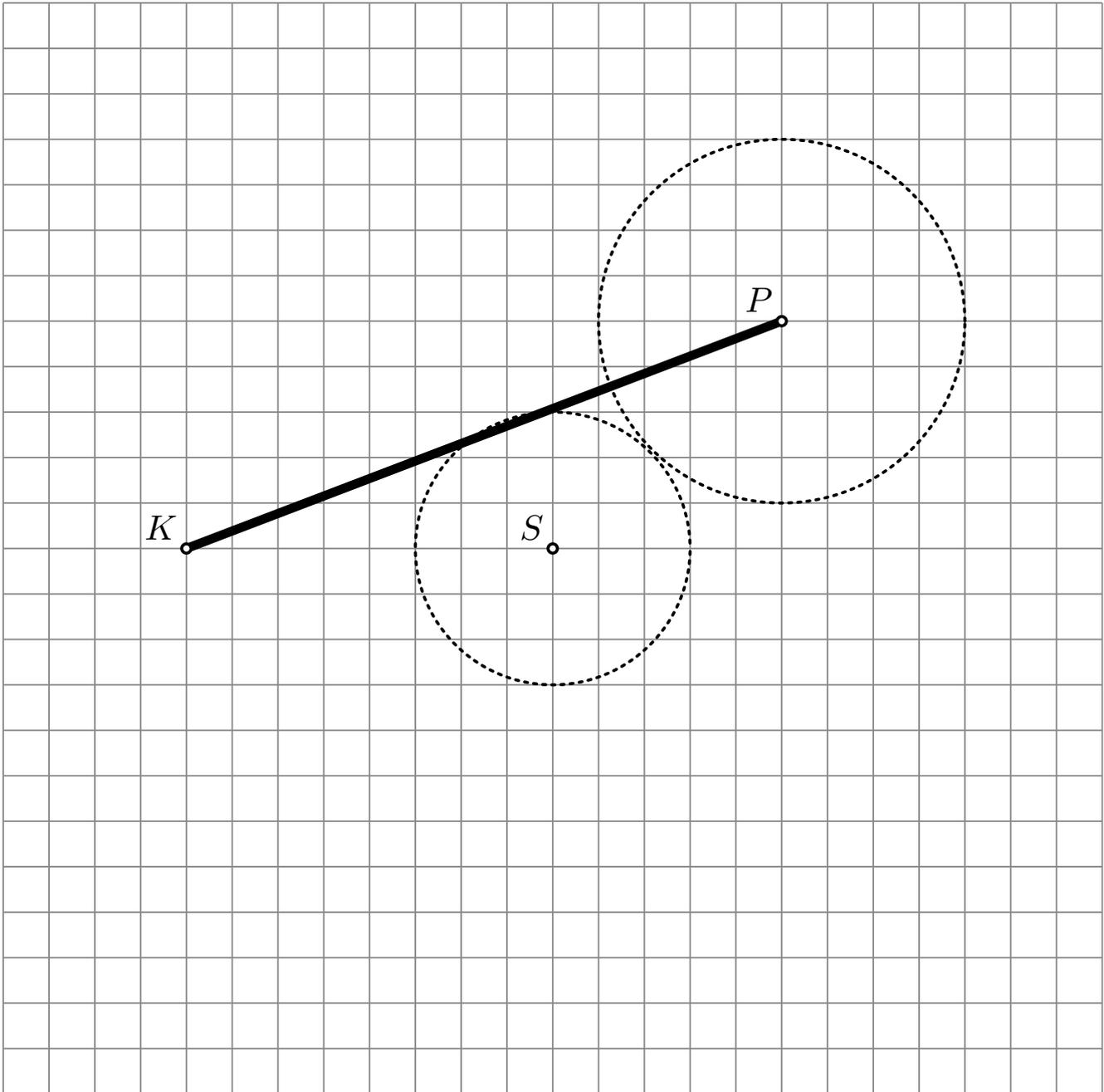
- Konstruieren Sie den Momentanpol des Pleuels für $\phi = \frac{\pi}{4}$. Nutzen Sie hierzu die beigelegte (vereinfachte) Zeichnung auf der nächsten Seite.
- Ermitteln Sie die Winkelgeschwindigkeit des Pleuels und die Geschwindigkeit v_P des Punktes P in Abhängigkeit von v_K für $\phi = \frac{\pi}{4}$.
- Wie groß ist der Hubweg h des Kolbens, d.h. welchen Weg legt K zwischen minimaler und maximaler Position zurück?

Nun wird das Teilsystem aus Schwungrad und Zentralrad betrachtet. Nehmen Sie an, dass P um S mit Winkelgeschwindigkeit ω rotiert und dass das Schwungrad zusätzlich eine Eigendrehung um P mit $\omega^*(\psi)$ ausführt. Die Bahngeschwindigkeit v_P soll konstant sein.

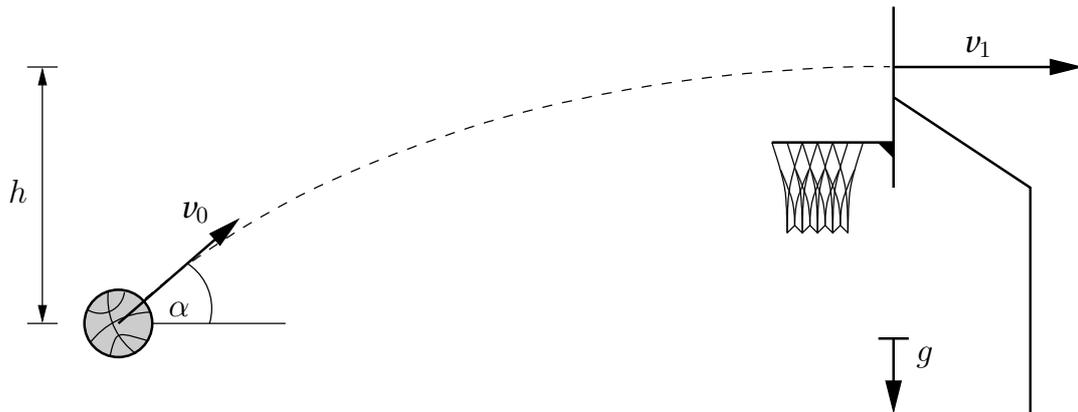
- Ermitteln Sie die Winkelgeschwindigkeit Ω des Zentralrads in Abhängigkeit vom ω und ω^* .
- Nehmen Sie an, dass $\omega^* = 0$ gilt.
Wie muss in diesem Fall das Verhältnis der Radien $\frac{r}{R}$ gewählt werden, damit das Zentralrad eine Umdrehung ausführt für je zwei Umdrehungen von P um S ?

Gegeben: r, R, L ;

- für a) und b) $v_K, \phi = \frac{\pi}{4}$;
- für d) $v_P = \text{const.}, \omega, \omega^*$;
- für e) $v_P = \text{const.}, \omega^* = 0$

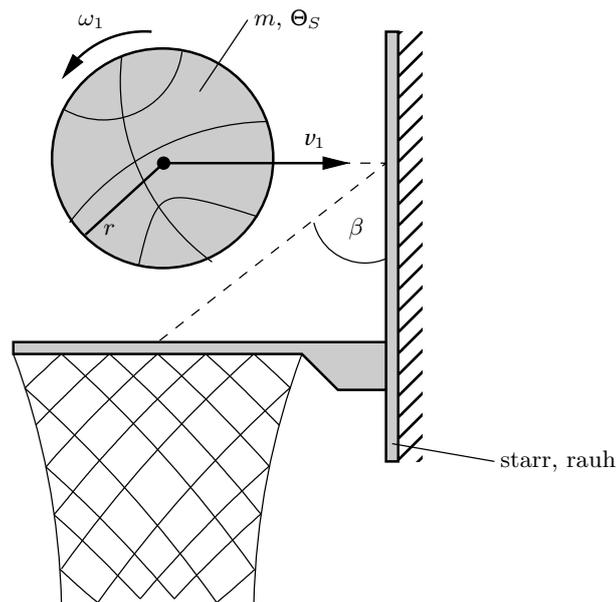


Aufgabe 2 [18 Punkte]



Ein Basketball wird gegen das Backboard eines Basketballkorbs geworfen. Die Anfangsgeschwindigkeit des Balls ist v_0 , der Abwurfwinkel zur Horizontalen ist $\alpha = 45^\circ$. Der Ball beschreibt eine Wurfparabel und trifft das Brett gerade am höchsten Punkt der Parabel h .

- a) Ermitteln Sie die Geschwindigkeit v_1 , mit welcher der Ball das Backboard trifft.



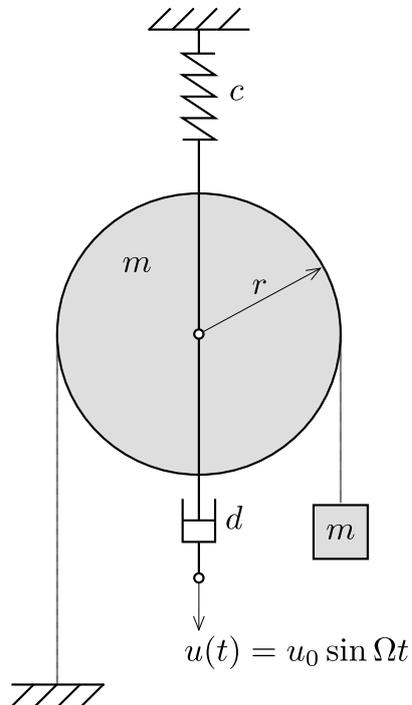
Der Ball mit der Masse m , dem Massenträgheitsmoment Θ_S bezüglich des Schwerpunkts S und dem Radius r stößt nun an das Backboard des Basketballkorbs (Stoßzahl e). Dieses sei starr und rau, sodass während des Stoßes *Haftung* auftritt.

- b) Bestimmen Sie die Winkelgeschwindigkeit ω_1 des Balls, sodass dieser unter dem Winkel $\beta = 45^\circ$ vom Board abprallt und den Korb trifft. Fertigen Sie hierfür ein geeignetes Freikörperbild an.

Hinweis zu Aufgabenteil b): Nehmen Sie für den Aufgabenteil b) die Geschwindigkeit v_1 als gegeben an. Ein Einsetzen des Ergebnisses aus Aufgabenteil a) ist nicht nötig.

Gegeben: v_0 , $\alpha = 45^\circ$, h , g , m , Θ_S , r , e , $\beta = 45^\circ$, v_1 nur Aufgabenteil b)

Aufgabe 3 [20 Punkte]



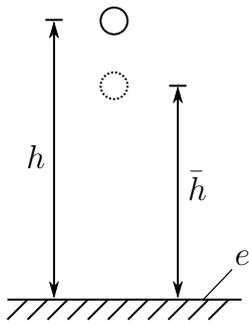
Abgebildet ist eine homogene Scheibe mit Masse m , um die ein dehnstarres Seil geschlungen ist. Am Ende des Seils hängt ein Gewicht der Masse m . Der Mittelpunkt der Scheibe ist an einer Feder mit der Federsteifigkeit c aufgehängt und wird durch einen Dämpfer mit der Dämpferkonstante d zum Schwingen angeregt. Das Seil bleibt während der Schwingung gespannt.

- Zeichnen Sie ein geeignetes Freikörperbild und stellen Sie die Schwingungsdifferentialgleichung des Gewichts für kleine Auslenkungen um die statische Ruhelage auf.
- Berechnen Sie die Lösung im eingeschwungenen Zustand für ein Frequenzverhältnis von 2 und einem Dämpfungsgrad von 1.

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

Kurzfrage 1 [1 Punkt]

Zur Messung der Stoßzahl e wird ein Massepunkt aus der Höhe h aus der Ruhe heraus fallen gelassen. Nach dem Stoß auf der Unterlage mit der Stoßzahl e erreicht der Massepunkt die maximale Flughöhe \bar{h} . Welche Beziehung gilt für die Stoßzahl e ?



$e = 1 - \frac{\bar{h}}{h}$

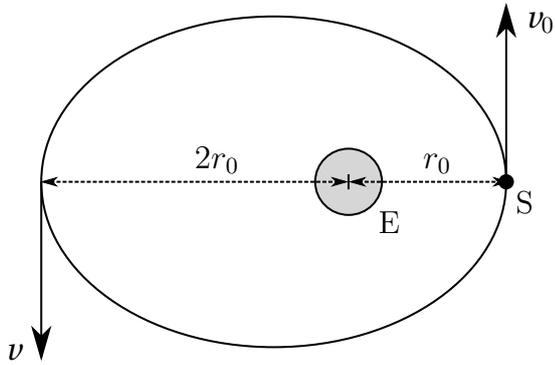
$e = \sqrt{\frac{\bar{h}}{h}}$

$e = \frac{h^2}{\bar{h}^2}$

$e = \frac{h}{\bar{h}}$

Kurzfrage 2 [1 Punkt]

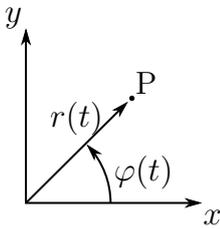
Ein Satellit umkreist die Erde auf einer elliptischen Bahn. Im erdnächsten Punkt (Abstand r_0) beträgt seine Geschwindigkeit v_0 . Wie groß ist seine Geschwindigkeit v im erdfernten Punkt mit Abstand $2r_0$?



- $v = v_0$
- $v = \frac{1}{2}v_0$
- $v = \frac{1}{4}v_0$
- $v = 2v_0$
- $v = 8v_0$

Kurzfrage 3 [4 Punkte]

Jede richtig gelöste Teilaufgabe ergibt 1 Punkt.



Die Bewegung eines Punktes P in der Ebene wird durch Polarkoordinaten $r(t) = r_0 \left(1 + \frac{t}{T}\right)$ und $\varphi(t) = \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{t}{T}\right)$ beschrieben.

a) Was gilt für die radiale Geschwindigkeit v_r ? b) Was gilt für die zirkulare Geschwindigkeit v_φ ?

$v_r = \frac{r_0}{T}$

$v_r = \frac{r_0}{t}$

$v_r = r_0 \frac{t}{T}$

$v_r = 0$

$v_\varphi = \frac{\pi t^2}{2T}$

$v_\varphi = \frac{\pi}{2T} r_0$

$v_\varphi = \frac{r_0 \pi}{T} \left(1 + \frac{1}{T}\right)$

$v_\varphi = \frac{r_0 \pi}{T} \left(1 + \frac{t}{T}\right)$

c) Was gilt für die radiale Beschleunigung a_r ? d) Was gilt für die zirkulare Beschleunigung a_φ ?

$a_r = 0$

$a_r = r_0 \left(1 + \frac{t}{T}\right)^2$

$a_r = -r_0 \left(1 + \frac{t}{T}\right) \frac{\pi}{2T}$

$a_r = -r_0 \left(1 + \frac{t}{T}\right) \frac{\pi^2}{4} \frac{1}{T^2}$

$a_\varphi = 0$

$a_\varphi = \pi \frac{r_0^2}{T}$

$a_\varphi = \pi \frac{r_0}{T^2}$

$a_\varphi = -\pi \frac{r_0}{T \cdot t}$