

# Klausur Physik



FH MÜNSTER  
University of Applied Sciences

Dozentin Prof. Dr.-Ing. Tatsiana Malechka	Datum 12.07.2024	Seitenzahl 3
Name	Vorname	Matrikelnummer

Lesen Sie bitte folgende Hinweise, bevor Sie mit der Bearbeitung beginnen.

1. Tragen Sie bitte auf diesem Deckblatt oben Ihre Matrikelnummer und Ihren Namen ein. Dann unterschreiben Sie bitte unten. Mit Ihrer Unterschrift, ersatzweise mit Beginn der Bearbeitung und Erlaubnis der Kontrolle Ihres Ausweises versichern Sie, dass Sie die Lösungen ohne fremde Hilfe selbstständig während der Klausur erbracht haben und dass Sie in vollem Umfang prüfungsfähig sind.
2. Notieren Sie ihre Lösungen *leserlich* und *nachvollziehbar* auf dem ausgeteilten Papier. Alle zu beschreibenden Blätter sowie die Aufgabenblätter sind mit Vorname, Name und Matrikelnummer zu beschriften.
3. Verwenden Sie ausschließlich Dokumentenechte Stifte (z.B. Kugelschreiber, blau, notfalls schwarz, bitte keinen roten Stift). Bleistift können Sie nur für Zeichnungen, nicht zum Schreiben verwenden.
4. Erlaubte Hilfsmittel: *Formelsammlung* (handgeschrieben oder elektronisch erstellte, 2 Seiten DIN A4), *Taschenrechner* (ohne Solver für Formeln, nicht programmierbar).
5. Nicht zugelassen sind elektronische Hilfsmittel (z.B. Computer, programmierbarer Taschenrechner, Smartphones/ -Watches).

Aufgabe	Punkte	erreicht
1	20	
2	20	
3	20	
4	20	
5	20	
$\Sigma$	100	

---

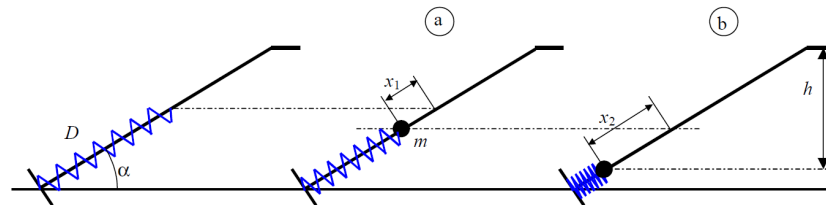
Datum      Unterschrift

**Aufgabe 1**

(20 Punkte)

Am unteren Ende einer schiefen Ebene mit dem Neigungswinkel  $\alpha = 30^\circ$  befindet sich eine Feder mit der Federkonstanten  $k$ . Setzt man eine Masse  $m = 10 \text{ kg}$  auf die schiefe Ebene, wird die Feder um  $x_1 = 5 \text{ cm}$  gespannt (siehe Skizze a). Die Masse  $m$  wird als Massenpunkt betrachtet und soll sich reibungsfrei auf der Bahn bewegen.

*Hinweis:*  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$



- Wie groß ist die Federkonstante  $k$  der Feder? (3)
- Die Feder wird zusätzlich um  $x_2 = 30 \text{ cm}$  gespannt und arretiert (siehe Skizze b). Wie groß ist nun die gesamte, in der Feder gespeicherte Energie? (5)
- Mit welcher Geschwindigkeit erreicht die Masse den Scheitel der schiefen Ebene bei der Höhe  $h = 50 \text{ cm}$ , wenn die Arretierung gelöst wird? (siehe Skizze b) (5)
- An welchem Punkt auf der schiefen Ebene erfährt die Masse  $m$  die größte Beschleunigung (zeichnen Sie diesen Punkt in die Abbildung)? Wie groß ist hier die Beschleunigung  $a_{\max}$ ? (7)

**Aufgabe 2**

(20 Punkte)

Ein homogener Vollzylinder und eine Vollkugel rollen horizontal, ohne zu gleiten. Die Geschwindigkeit des Zylinders ist  $v$ . Der Zylinder und die Kugel treffen auf eine geneigte Ebene, die sie hinaufrollen, ohne zu gleiten. Beide Körper erreichen dieselbe Höhe.

*Hinweis:* Trägheitsmoment eines Vollzylinders  $I = \frac{1}{2}mR^2$ ; Trägheitsmoment einer Vollkugel  $I = \frac{2}{5}mR^2$ ;

- Welche der folgenden Größen des Systems Zylinder-Schiefe Ebene (Kugel-Schiefe Ebene) bleiben erhalten: Energie, Impuls, Drehimpuls? (4)
- Welche Geschwindigkeit  $v'$  (in Vergleich zu  $v$ ) hatte die Vollkugel? (12)
- Nehmen Sie an, dass die Geschwindigkeit des Vollzylinders  $v = 2 \text{ m s}^{-1}$  beträgt. Berechnen Sie die Höhe, die der Vollzylinder auf der geneigten Ebene erreichen wird. (4)

**Aufgabe 3**

(20 Punkte)

Eine Eisenkugel der Masse  $m = 1 \text{ kg}$  ist an einer masselosen Feder mit der Federkonstante  $k = 40 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  aufgehängt. In eine Flüssigkeit getaucht tritt eine (viskose) Reibungskraft mit dem Reibungskoeffizienten  $D = 1 \frac{\text{Ns}}{\text{m}}$  auf.

- Berechnen Sie die Frequenzen  $\omega_0$  und  $\omega_\delta$  der ungedämpften und der gedämpften freien Schwingung. (6)
- Wie groß darf die Amplitude  $F_0$  der harmonischen Bewegung der Aufhängung im Resonanzfall sein, damit die Kugel nicht mehr als  $C_{\max} = 20 \text{ cm}$  aus der Ruhelage ausgelenkt wird? (8)

- (c) Bei welcher Dämpfungskonstante  $\delta$  tritt der aperiodische Grenzfall ein? (6)

**Aufgabe 4**

(20 Punkte)

Eine sinusförmige transversale Welle bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von  $80 \text{ m s}^{-1}$  in positiver  $x$ -Richtung entlang einer Saite. Zur Zeit  $t = 0$  hat der Punkt bei  $x = 0$  eine transversale Auslenkung von  $4 \text{ cm}$  aus seiner Gleichgewichtsposition. Die maximale transversale Geschwindigkeit dieses Punkts während seiner Schwingung beträgt  $16 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

*Hinweis:*  $\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \left( \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \right) \cos \left( \frac{1}{2}(\alpha - \beta) \right)$

- (a) Welche Frequenz hat die Welle? (4)
- (b) Welche Wellenlänge hat die Welle? (4)
- (c) Die Wellengleichung hat die Form  $y(x, t) = y_m \cdot \sin(kx \pm \omega t + \varphi)$ . Bestimmen Sie  $y_m$ ,  $k$ ,  $\omega$ ,  $\varphi$  und geben Sie das Vorzeichen des Terms  $\omega t$  an. (5)
- (d) Mit welcher Saitenwelle muss die gegebene Welle interferieren, damit eine stehende Welle entsteht. Geben Sie die Wellengleichung der zweiten Wellen an. (2)
- (e) Bestimmen Sie die Wellengleichung der resultierenden stehenden Welle und zeigen Sie, dass diese die Wellengleichung  $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$  erfüllt. (5)

**Aufgabe 5**

(20 Punkte)

In einem luftgefüllten Stoßdämpfer mit dem Volumen  $V_1 = 1000 \text{ cm}^3$  erfährt der Kolben eine schlagartige Verschiebung, wodurch das Volumen adiabatisch auf 20% des ursprünglichen Volumens komprimiert wird. Vor Beginn der Kompression herrscht in dem Zylinder der Umgebungsdruck  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$  und die Umgebungstemperatur  $T_1 = 20^\circ \text{C}$ .

*Hinweis:* Adiabatenkonstante  $\gamma = 1,33$ ; Freiheitsgrad  $f = 5$

- (a) Welcher Druck  $p_2$  herrscht nach der Kompression in dem Zylinder und welche Temperatur  $T_2$  erreicht dabei die komprimierte Luft? (6)
- (b) Die komprimierte Luft kühlt sich nun ohne Volumenänderung ab, bis die Anfangstemperatur  $T_1$  wieder erreicht ist. Welcher Druck  $p_3$  herrscht nun im Zylinder? (4)
- (c) Anschließend verschiebt sich der Kolben, wodurch sich das Luftvolumen isotherm wieder auf das Anfangsvolumen  $V_1$  ausdehnt. Stellen Sie den gesamten Dämpfungszyklus qualitativ in einem  $p, V$ -Diagramm dar und markieren Sie (im Diagramm) die bei einem Dämpfungszyklus am Gas verrichtete Arbeit  $\Delta W$ . (4)
- (d) Wie groß ist diese Arbeit, wenn die Stoffmenge des Gases  $0,5 \text{ mol}$  beträgt und universale Gaskonstante  $R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  ist? (6)