

Klausur Physik



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Dozentin Prof. Dr.-Ing. Tatsiana Malechka	Datum 08.03.2024	Seitenzahl 4
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, Smart-Phones/ -Watches).

Aufgabe	Punkte	erreicht
1	20	
2	20	
3	15	
4	25	
5	15	
Σ	95	

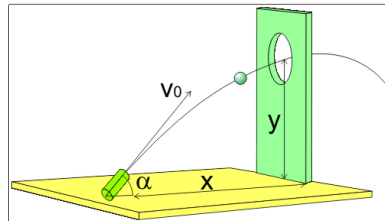
Datum Unterschrift

Aufgabe 1

(20 Punkte)

Ein Federwurfgerät enthält eine Schraubenfeder (Federkonstante $k = 120 \text{ Nm}^{-1}$), deren freies Ende beim Zusammendrücken der Feder den Federspannweg von 15 cm zurücklegt. Die Längsachse der Feder mit ihrer Führung bildet mit der Horizontalen den Winkel $\alpha = 70^\circ$. Auf dem oberen Ende der Feder, welches zunächst blockiert ist, ruht eine Stahlkugel mit der Masse von 4 g. Durch Freigabe des blockierten Endes der Feder tritt die herausgeschleuderte Kugel im aufsteigenden Teil ihrer Bahn durch eine Öffnung, die sich in einer senkrechten Wand befindet und um $y = 17,6 \text{ m}$ höher liegt als die Abwurfstelle.

Hinweis: Es wird reibungsfreie Bewegung angenommen und $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



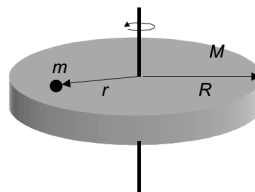
- (a) Berechnen Sie die Kraft, mit der der gespannte Zustand der Feder im Gerät hergestellt wurde. (2)
- (b) Mit welcher Geschwindigkeit verlässt die Kugel das Gerät? Nehmen Sie an, dass die Spannenergie der Feder vollständig in die kinetische Energie der Kugel umgewandelt wird. (4)
- (c) In welcher Entfernung von der senkrechten Wand muss die Mündung des Federwurfgerätes aufgestellt werden? (8)
- (d) Wie hoch über der Abwurfstelle liegt der Gipfelpunkt der Flugbahn (maximale Wurfhöhe) der Kugel, wenn sich die Kugel nach dem Passieren der Öffnung ungehindert weiterbewegen kann? (3)
- (e) In welcher Entfernung von der Abwurfstelle trifft die Kugel am Boden auf (Wurfweite), wenn sich die Abwurfstelle in gleicher Höhe befindet? (3)

Aufgabe 2

(20 Punkte)

Eine homogene Kreisscheibe mit der Masse $M = 1 \text{ kg}$ und dem Radius $R = 0,5 \text{ m}$ wird von einem Elektromotor innerhalb von 4 Sekunden auf eine Winkelgeschwindigkeit $\omega_0 = 3 \text{ s}^{-1}$ gebracht. Anschließend dreht sich die Scheibe antriebslos und reibungsfrei weiter (**Zustand A**).

Im antriebslosen Zustand fällt eine punktförmige Masse $m = 0,4 \text{ kg}$ auf die rotierende Scheibe und



bleibt im Abstand $r = 0,4 \text{ m}$ von der Drehachse liegen (**Zustand B**).

Hinweis: Trägheitsmoment einer Kreisscheibe ist $I = \frac{1}{2} M \cdot R^2$.

- (a) Wie groß ist die konstant angenommene Winkelbeschleunigung während der Anlaufphase? (3)
- (b) Wie groß war dabei (**Zustand A**) das Drehmoment des Motors? (5)
- (c) Mit welcher Winkelgeschwindigkeit ω_1 dreht sich die Scheibe im **Zustand B**? (7)
- (d) Welche Energie ΔW wurde durch Reibung in Wärme umgewandelt, wenn die kinetische Energie der Masse m im Augenblick des Auftreffens vernachlässigt wird? (5)

Aufgabe 3

(15 Punkte)

Die Amplitude eines gedämpften Schwingers sei nach 15 Schwingungen auf die Hälfte heruntergegangen. Die Periodendauer der Schwingung betrage $T = 2$ s.

- (a) Wie groß ist der Abklingkoeffizient δ ? (8)
- (b) Wie groß wäre die Periodendauer der Schwingung ohne Dämpfung? (7)

Aufgabe 4

(25 Punkte)

Bei einem Stirling-Prozess mit Stickstoff (N_2) Gas erfolgt ausgehend vom Zustand 1 mit $p_1 = 10$ MPa, $V_1 = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ und $T_1 = 800 \text{ K}$ eine isotherme Expansion auf das vierfache Volumen des Gases. Bei der nachfolgenden isochoren Abkühlung sinkt die Temperatur auf $T_3 = 400 \text{ K}$. Nach der isothermen Kompression auf das ursprüngliche Volumen wird das Gas isochor erwärmt und so zum ursprünglichen Zustand zurückgeführt.

Hinweis: $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$; $c_V = 20,7 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$; $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$; $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$

- (a) Berechnen Sie die Anzahl N der Stickstoffmoleküle. (2)
- (b) Ermitteln Sie p_2 , p_3 und p_4 (in MPa). (7)
- (c) Skizzieren Sie das pV-Diagramm des Stirling-Motors. (3)
- (d) Berechnen Sie für jede Zustandsänderung die mechanische Arbeit, die Wärme und die Änderung der inneren Energie. (7)
- (e) Ermitteln Sie den Wirkungsgrad des Kreisprozesses. (3)
- (f) Bestimmen Sie den Carnot-Wirkungsgrad des Kreisprozesses und vergleichen Sie diesen mit dem Wirkungsgrad (aus der Teilaufgabe e)). Welche Aussage können Sie über den Kreisprozess machen? (3)

Aufgabe 5

(15 Punkte)

Hinweis: $R = 1,097 \cdot 10^7 \frac{1}{m}$; $h = 4,135 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot s$; $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$

- (a) Berechnen Sie die Frequenz des Lichts, das in H-Atomen ($Z = 1$) beim Übergang des Elektrons aus der 3. in die 1. Schale entsteht. (7)
- (b) Ermitteln Sie die Ionisationsenergie für ein H-Atom, das sich im ersten angeregten Zustand befindet. (8)