

Physik I Probeklausur (Mechanik und Wärmelehre)

Prof. Dr. F. Bernlochner
Dr. Y. Dieter, PD Dr. T. Lenz

WS 2022/23
23.12.2022

Name, Vorname:

Matrikelnummer:

Tutor und Übungsgruppe:

Hinweis:

1. Beginnen Sie erst, wenn Sie dazu aufgefordert werden.
2. Keine Hilfsmittel, wie Mitschrift, Bücher, Nachbar, Laptop, eigene Taschenrechner oder Handy. Sie dürfen eine Formelsammlung (2 DIN A4 Seiten, doppelseitig handschriftlich beschrieben) benutzen. Wir werden ihnen auch einen Taschenrechner zur Verfügung stellen.
3. Zu einem richtigen Ergebnis gehört eine Herleitung und die richtige Einheit. Runden Sie so, dass Sie weiterrechnen können.
4. Bitte Lösungen auf Aufgabenzettel (evtl. Rückseite) schreiben.
5. Falls Sie zusätzlich Blätter mit Lösungen haben, achten Sie bitte darauf, dass Ihr **Name, Matrikelnummer** darauf steht, dass sie an die Klausur angeheftet werden und vermerken Sie auf dem Blatt der Aufgabenstellung, dass es zusätzliche Lösungen gibt.

Aufgabe	Max. Punktzahl	Davon erreicht
1	5	
2	5	
3	8	
4	6	
5	6	
6	7	
7	12	
8	8	
Summe:	57	

1. Cessna 172

Ein einmotoriges Sportflugzeug vom Typ Cessna 172 erreicht eine Reisegeschwindigkeit von 108 Knoten relativ zur Umgebungsluft. Ein Knoten entspricht einer Seemeile pro Stunde und eine Seemeile hat eine Länge von 1.852 km.

- (a) Wie lange (in Minuten) braucht die Cessna für die Strecke Augsburg - Garmisch-Partenkirchen (2 P) bei Windstille? Garmisch-Partenkirchen liegt südlich von Augsburg in einer Entfernung von ca. 100 km.

- (b) Berechnen Sie die Gesamtreisezeit der Cessna in Minuten, wenn ein Föhnwind von 15 Knoten aus südlicher Richtung herrscht, für die beiden Strecken Augsburg - Garmisch-Partenkirchen und Garmisch-Partenkirchen - Augsburg. Wie groß ist die Geschwindigkeit relativ zum Boden auf den beiden Streckenabschnitten? (3 P)

Musterlösung

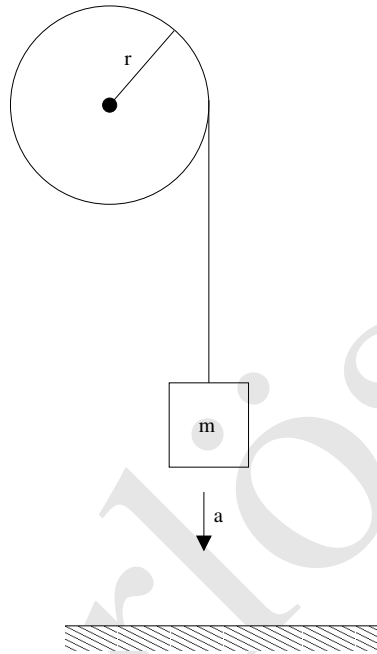
2. Gespanntes Seil

(5 P)

Ein 10 m langes Seil, das zwischen zwei gleich hohen Punkten aufgespannt ist, soll exakt in seiner Mitte eine Last von 100 kg tragen. Um welche Distanz muss das Seil mindestens durchhängen, d.h. wieviel tiefer als die Aufhängepunkte muss die Last hängen, wenn das Seil eine maximale Belastbarkeit von 10 kN besitzt (mit der Wirkungslinie entlang der Seilrichtung). Machen Sie eine Zeichnung der relevanten Kräfte. Setzen Sie $g = 10 \text{ m/s}^2$.

3. Masse an rotierendem Vollzylinder

Auf einem Vollzylinder mit Radius $r = 10\text{ cm}$ und der Masse $M = 10\text{ kg}$ ist ein Seil (gewichtslos) gewickelt. An dem Seil befinde sich eine Masse $m = 1\text{ kg}$ im Schwerfeld der Erde. Durch das Absinken der Masse wird der Vollzylinder über das Seil in Rotation um seine Symmetrieachse versetzt.



- (a) Zeigen Sie, dass das Trägheitsmoment (entlang der Symmetrieachse) eines Vollzylinders mit Radius r , Länge l und Masse M durch $I = \frac{1}{2}Mr^2$ gegeben ist. Nehmen Sie eine konstante Dichte ρ an. (2 P)

- (b) Wie weit muss die Masse nach unten fallen, damit die Trommel eine Winkelgeschwindigkeit von 100 s^{-1} hat? (6 P)

Musterlösung

4. Freier Fall mit Erdrotation

Ein Körper der Masse m fällt am Äquator in einen senkrechten Schacht mit einer Tiefe von $h = 500$ m, unter Vernachlässigung der Luftreibung und mit konstanter Erdbeschleunigung g .

- (a) Wohin zeigt die Coriolis-Kraft \vec{F}_C ? Fertigen Sie eine Skizze der Situation an. Berechnen Sie F_C als (1) Funktion der Zeit t und als (2) Funktion der Fallstrecke s . Bei $t = 0$ sei $s = 0, v = 0$. (3 P)

- (b) Wie groß und in welche Richtung ist die Abweichung von der Vertikalen beim Aufprall auf den Boden des Schachts, wenn sie den Effekt der Corioliskraft mitberücksichtigen? (Die Vertikale sei hier definiert als die Richtung von g) (3 P)

5. Zwei Schlittschuhläufer

Zwei 70 kg schwere Schlittschuhläufer laufen geradeaus mit einer Geschwindigkeit von jeweils 0.6 m/s aufeinander zu. Ihre Trajektorie / Bahnkurven sind parallel und 10 m zueinander versetzt. Wenn sie auf gleicher Höhe sind, fassen beide das Ende eines 10 m langen Seils an.

- (a) Welchen Drehimpuls hat jeder Läufer bezüglich des gemeinsamen Drehpunkts und wie groß ist das Trägheitsmoment des Systems? (2 P)

- (b) Wie ändert sich die Drehgeschwindigkeit, wenn sich jeder Läufer näher zum 2.5 m zum Drehpunkt hangelt? (1 P)

- (c) Wie groß ist die Arbeit, die ein Läufer beim Hangeln verrichten muss? (3 P)

6. Asteroid

- (a) Wie groß ist die Fluchtgeschwindigkeit v_F von einem kugelförmigen (nicht-rotierenden) Asteroiden mit einem Radius von $R = 500 \text{ km}$ und einer Gravitationsbeschleunigung an der Oberfläche von $g_A = 3.0 \text{ m/s}^2$? (3 P)

Hinweis: Verwenden Sie die Energieerhaltung.

- (b) Wie weit wird sich ein Objekt von der Oberfläche des Asteroiden entfernen, wenn es die Oberfläche mit einer Radialgeschwindigkeit von $v = 1000 \text{ m/s}$ verlässt? (4 P)

7. Richtig oder Falsch?

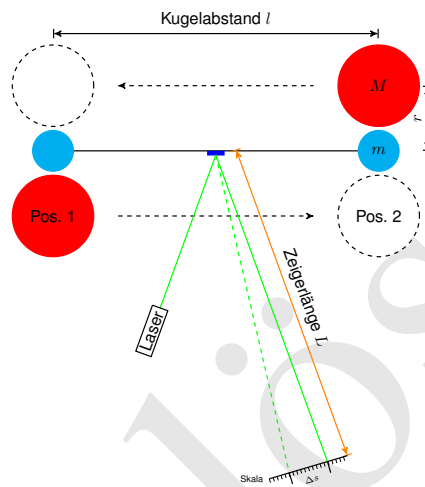
(12 P)

Richtige Antworten (✓) geben +1 Punkt, falsche Antworten (×) −1 Punkt. Die Gesamtsumme der Punkte kann aber nicht negativ werden.

- _____ Wenn die Arbeit, $W = \int_A^B \vec{F}(\vec{r}) d\vec{r}$ **nicht** von gewählten Weg von $A \rightarrow B$ abhängt, dann ist das Kraftfeld **konservativ**
- _____ Bei Stößen ist die kinetische Energie **immer** erhalten.
- _____ Der Schwerpunkt von zwei Massenpunkten mit $m_{1/2}$ mit Ortsvektoren $\vec{r}_{1/2}$ ist gegeben aus $\vec{R} = \frac{m_2 \vec{r}_1 + m_1 \vec{r}_2}{m_1 + m_2}$
- _____ Bei 2-Körper Stößen im Schwerpunktsystem gilt, dass $\vec{p}_1^* + \vec{p}_2^* = 0 = \vec{p}_1'^* + \vec{p}_2'^*$ mit \vec{p}_i^* und $\vec{p}_i'^*$ den Impulsen vor und nach dem Stoß
- _____ Ein ruhendes Objekt auf der Erdoberfläche spürt zwei Beschleunigungen: seine eigene und die Coriolisbeschleunigung
- _____ Ein Objekt, welches sich auf der Nordhalbkugel von Süden nach Norden mit konstanter Geschwindigkeit bewegt, wird durch die Corioliskraft nach Osten abgelenkt
- _____ In Bonn zeigt die Gravitationsbeschleunigung exakt zum Zentrum der Erde (falls die Erde genau als Kugel approximiert wird)
- _____ Die Periode eines Foucault-Pendel am Pol ist 24 Stunden
- _____ Das 2. Keplersche Gesetz besagt, dass in gleichen Zeiten eine zum Abstand zur Sonne proportionale Fläche überstrichen wird
- _____ Die Gravitationskräfte im Innern einer Hohlkugel heben sich exakt auf
- _____ Ein starrer Körper hat genau immer 3 Freiheitsgrade
- _____ Bei einem stabilen Zustand stellt sich nach einer Auslenkung immer eine rücktreibende Kraft ein, egal wie groß die Auslenkung ist

8. Berechnung der Gravitationskonstante

Mit einer Drehwaage soll die Gravitationskonstante G bestimmt werden. Dazu werden nachdem das System erstmal in Ruhe war zwei Massen (M) von Position 1 zu Position 2 verschoben. Die Testmassen sind an einem Torsionsfaden aufgehängt, welcher eine Rückstellkraft auswirkt, welche mit der Verdrehung zunimmt bis sie die Anziehungskraft der Massen M vollständig kompensiert. Die Bewegung der Drehwaage wird mit einem Laser an einer Wand mit Abstand L vermessen.



- (a) Welche Kräfte wirken auf die Testmasse m nachdem die Massen M von Position 1 auf 2 verschoben wurden? (1 P)
- (b) Zeigen sie, dass für die Drehung des Spiegels gilt: $\Delta r = \frac{l}{2} \frac{\Delta s}{2L}$ mit l der Distanz zwischen der beiden Probmassen m und Δr der Distanz, um welche die Testmasse m sich zur Masse M bewegt hat. (3 P)
- (c) Sie messen nach 60 Sekunden einen Wert von $\Delta s = 0.156$ m. Leiten Sie hieraus einen Wert für die Gravitationskonstante G her. Vernachlässigen Sie, dass die Rückstellkraft als eine Funktion der Zeit abnimmt. *Hinweis: Nutzen sie, dass $F = ma$ ist* (4 P)
 Numerische Werte: $t = 60$ s, $M = 1.485$ kg, $L = 27.5$ m, $l = 0.1$ m, $r = 0.05$ m

Musterlösung