

Klassische Experimentalphysik I (Mechanik) (WS 16/17)

<http://ekpwww.physik.uni-karlsruhe.de/~rwolf/teaching/ws16-17-mechanik.html>

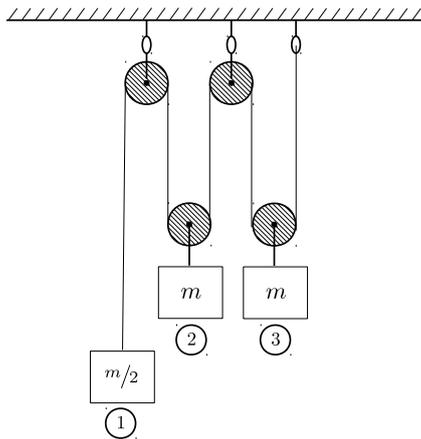
Klausur 2

Anmerkung: Diese Klausur enthält 9 Aufgaben, davon eine Multiple Choice Aufgabe im Wert von 4 Punkten. Sie können maximal 40 Punkte erzielen. Wir empfehlen Ihnen die für Sie offensichtlichen Aufgaben zuerst zu lösen.

Aufgabe 1: Multiple Choice

(4 Punkte)

Markieren Sie die korrekten Antworten zu den folgenden Fragen durch Ankreuzen. Beachten Sie, dass pro Aufgabenteil jeweils nur eine Antwort richtig sein kann.



(i) Welche der folgenden Aussagen zu der oberen Skizze ist korrekt?

- Klotz 1 (auf der linken Seite des Flaschenzuges) bewegt sich nach oben.
- Klotz 2 und 3 (auf der rechten Seite des Flaschenzuges) bewegen sich beide mit gleicher Geschwindigkeit nach oben.
- Keiner der drei Klötze bewegt sich.

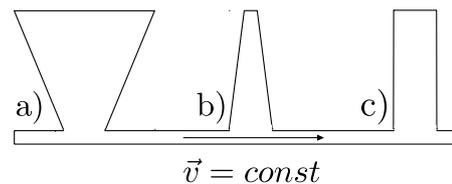
(ii) Ein Foucaultsches Pendel schwingt auf der Südhalbkugel der Erde. Sie blicken vom Aufhängepunkt des Pendels auf die Bahn des Endpunktes des Pendels hinunter. In welche Richtung wird dabei das Pendel bei jedem Ausschlag durch die Corioliskraft abgelenkt?

- Von oben betrachtet nach rechts in Bewegungsrichtung.
- Von oben betrachtet nach links in Bewegungsrichtung.
- Das Pendel wird weder nach rechts noch nach links in Bewegungsrichtung abgelenkt.

(iii) Ein Auto macht eine Linkskurve. In welche Richtung weist dabei die Winkelgeschwindigkeit des Autos?

- Nach oben.
- Nach vorne.
- Nach rechts.
- Nach unten.

(iv) Im unteren Bild sind vier Säulen durch ein Rohr mit konstanter Querschnittsfläche als sogenannte kommunizierende Säulen miteinander verbunden. Durch dieses Rohr fließt Wasser reibungsfrei mit der konstanten Geschwindigkeit \vec{v} von links nach rechts. Welche der folgenden Aussagen bezüglich des Wasserstandes $h(x)$ in allen drei Säulen ist korrekt?



- Die Höhe des Wasserstands nimmt von links nach rechts zu (d.h. $h(a) < h(b) < h(c)$).
- Die Höhe des Wasserstands ist in allen Säulen gleich (d.h. $h(a) = h(b) = h(c)$).
- Die Höhe des Wasserstands nimmt von links nach rechts ab (d.h. $h(a) > h(b) > h(c)$).

Name:

MatrikelNr.:

WS 16/17

Aufgabe 2: Mechanik von Massepunkten, Arbeit und Energie (4 Punkte)

Ein Punkt der Masse $m = 1$ kg wird zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ losgelassen und fällt aus einer Höhe von $h_0 = 10$ m auf ein Kissen auf der Höhe $h_1 = 0$ m. Die abbremsende Wirkung des Kissens kann durch eine Hookesche Feder mit einer Federkonstanten von $k = 100$ N/m angenähert werden. Beantworten Sie die folgenden Fragen:

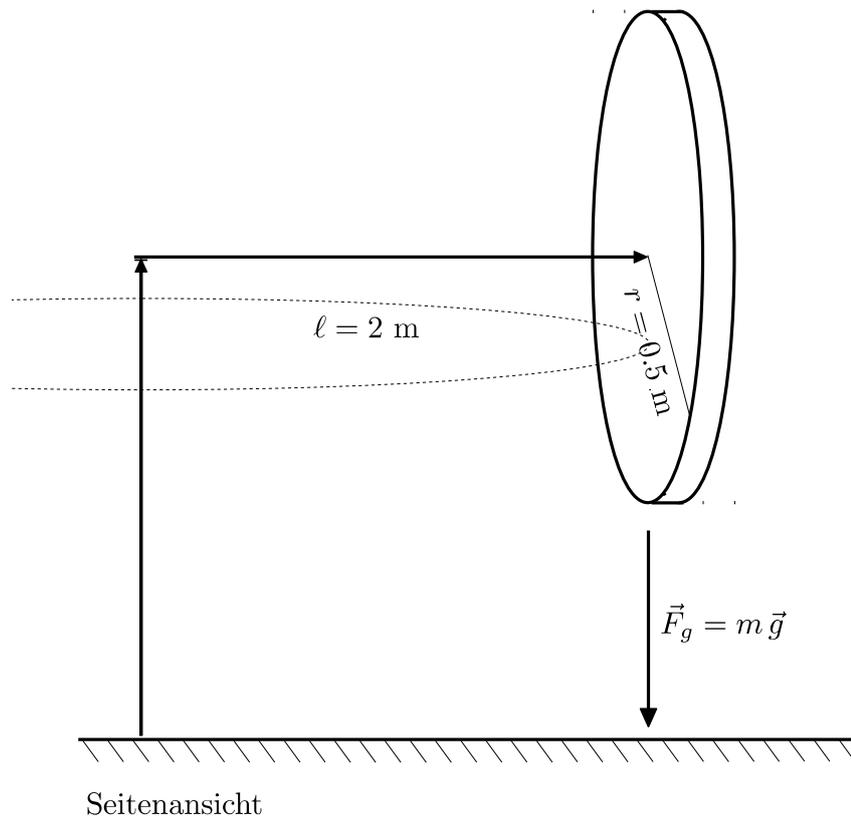
- (i) Wie lange dauert der freie Fall des Massepunktes?
- (ii) Mit welcher Geschwindigkeit erreicht der Massepunkt das Kissen?
- (iii) Welche kinetische Energie hat der Massepunkt zu diesem Zeitpunkt?
- (iv) Um welche Höhendifferenz Δh wird das Kissen eingedrückt bis der Massepunkt vollständig gestoppt wird?

Aufgabe 3: Präzession

(4 Punkte)

Ein zylinderförmiges Schwungrad hat die Masse $m = 1 \text{ kg}$ und den Radius $r = 0.5 \text{ m}$ (siehe Zeichnung). Es dreht sich mit $|\vec{\omega}| = 500$ Umdrehungen pro Minute um seine Figurenachse, die senkrecht zur Scheibenfläche durch den Schwerpunkt der Scheibe verläuft. Die Drehung verläuft so, dass der Richtungspfeil von $\vec{\omega}$ in der Skizze nach rechts weist. Es liegt im Abstand von $\ell = 2 \text{ m}$ senkrecht und frei in seiner Figurenachse auf einer Stütze auf. Nehmen Sie an, die Dichte des Schwungrades sei konstant und vernachlässigen Sie die Dicke des Schwungrades und die Masse des Stabes, der durch die Figurenachse verläuft. Anmerkung: das Trägheitsmoment der Scheibe beträgt $I_{Rad} = \frac{1}{2} m r^2$. Beantworten Sie die folgenden Fragen:

- (i) Welche Rotationsenergie hat das Schwungrad gespeichert?
- (ii) Welchen Drehimpuls hat das Schwungrad?
- (iii) Wie groß ist das Drehmoment, das auf das Schwungrad aufgrund der Erdanziehung wirkt?
- (iv) Wie groß ist die Präzessionsfrequenz $\vec{\Omega}$ des Schwungrades und in welche Richtung weist sie in der Skizze?



Name:

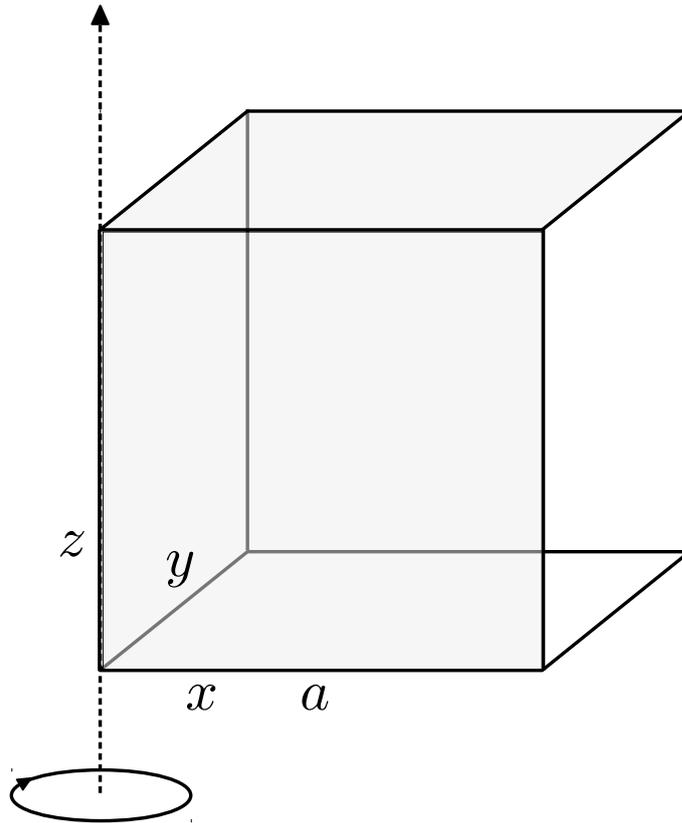
MatrikelNr.:

WS 16/17

Aufgabe 4: Trägheitsmoment

(4 Punkte)

Berechnen Sie das Trägheitsmoment eines homogenen Würfels der Kantenlänge a für die Drehung um eine seiner Kanten (siehe Skizze).



Name:

MatrikelNr.:

WS 16/17

Aufgabe 5: Planetenbahnen und Gravitation

(6 Punkte)

Die Erde umkreist die Sonne in 365 Tagen auf einer ungefähren Kreisbahn mit dem Radius $d = 149\,600\,000$ km genau einmal. Dabei dreht sich die Erde innerhalb von 24 h einmal um sich selbst. Der Radius der Erde beträgt $r = 6371$ km. Die Newtonsche Gravitationskonstante beträgt $G_N = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$. Beantworten Sie die folgenden Fragen:

- (i) Wie groß ist die Zentrifugalbeschleunigung auf einen Menschen auf dem 49. Breitengrad der Erde aufgrund der Erdrotation?
- (ii) Wie groß ist die Zentrifugalbeschleunigung auf die Erde aufgrund ihrer Bahn um die Sonne?
- (iii) Wie groß ist die Masse der Sonne?

Name:

MatrikelNr.:

WS 16/17

Aufgabe 6: Spezielle Relativitätstheorie

(2 Punkte)

Die zwei Raumschiffe Alpha und Omega fliegen im All aufeinander zu. Wenn im Bezugssystem von Raumschiff Alpha $t = 3$ s vergangen sind, sind im Eigensystem von Raumschiff Omega nur $t' = 2.4$ s vergangen. Welche Ausdehnung entlang seiner Bewegungsrichtung ℓ' hat das Raumschiff Omega in seinem Eigensystem, wenn es von Raumschiff Alpha aus betrachtet die Länge $\ell = 50$ m hat?

Name:

MatrikelNr.:

WS 16/17

Aufgabe 7: Wärmeausdehnung

(2 Punkte)

Stahl hat den Wärmeausdehnungskoeffizienten

$$\alpha = \frac{\Delta d/d}{\Delta T} = 0.017 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot \text{K}}$$

wobei $\Delta d/d$ der relativen Längenausdehnung und ΔT der Temperaturänderung in Kelvin entspricht. Beantworten Sie die folgenden Fragen:

- (i) Wie groß ist die relative Änderung der Oberfläche einer Hohlkugel aus Edelstahl, wenn man sie von $T_0 = 20^\circ\text{C}$ auf $T_1 = 100^\circ\text{C}$ erhitzt?
- (ii) Wie groß ist die relative Volumenänderung der Hohlkugel?

Name:

MatrikelNr.:

WS 16/17

Aufgabe 8: Auftrieb

(6 Punkte)

Ein Floß aus Holz hat die Abmessungen $b = 2$ m, $\ell = 5$ m und $h = 0.5$ m. Die Dichte von Holz beträgt $\rho_{Holz} = 670$ kg/m³. Die Dichte von Wasser beträgt $\rho_{H_2O} = 1000$ kg/m³. Beantworten Sie die folgenden Fragen:

- (i) Mit welcher Tiefe Δh liegt das Floß im Wasser?
- (ii) Wieviele Personen der Masse $m = 70$ kg kann das Floß tragen bevor es untergeht?

Name:

MatrikelNr.:

WS 16/17

Aufgabe 9: Physikalisches Pendel

(8 Punkte)

Ein dünner homogener Stab der Masse $m = 0.1$ kg und der Länge $\ell = 0.2$ m wird an seinem oberen Ende drehbar befestigt, um den Winkel $\varphi_0 = 5^\circ$ ausgelenkt und dann aus der Ruhelage im Schwerfeld der Erde losgelassen. Das Trägheitsmoment eines dünnen Stabes der Masse m und der Länge ℓ für eine Drehung um seinen Schwerpunkt(!) beträgt $I_{Stab} = \frac{1}{12}m\ell^2$. Beantworten Sie die folgenden Fragen:

- (i) Wie lautet die Bewegungsgleichung für den Auslenkungswinkel $\varphi(t)$?
- (ii) Wie lautet die Kreisfrequenz, ω , ausgedrückt durch die Erdbeschleunigung, g , und die Länge, ℓ , des Stabes? Geben Sie Formel und Wert an.
- (iii) Wie groß ist die maximale Rotationsenergie, die der Stab erreichen kann? Geben Sie Formel und Wert an.