Klausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. R. Kienberger

Wintersemester 2018/19

11. Februar 2019

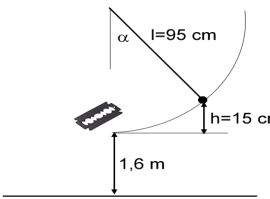
Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

Die Bearbeitungszeit beträgt 120 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

Aufgabe 1 (12 Punkte)

Ein Fadenpendel der Länge $l = 95$ cm wird um 15 cm angehoben und dann losgelassen. Im tiefsten Punkt der Bahn wird der Pendelkörper ($m = 150$ g) durch eine Rasierklinge vom Faden getrennt und fällt auf den $1,6$ m tiefer gelegenen Boden.



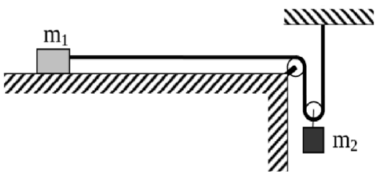
(a) Berechnen Sie den Auftreffpunkt r_x des Körpers

(b) Bestimmen Sie die Geschwindigkeit v_A betragsmäßig und vektoriell beim Auftreffen auf dem Erdboden, sowie den Auftreffwinkel.

(c) Nun wird die Rasierklinge entlang des Kreises, auf dem die Kugel sich am Seil bewegt, um einmal $\alpha = +15°$ und dann um $\alpha = -15°$ verschoben. Zeichnen Sie für beide Fälle die Flugbahn der Kugel ein.

Aufgabe 2 (10 Punkte)

Berechnen Sie die Werte der Beschleunigung der beiden hier gezeigten Massen $m_1 = 2$ kg und $m_2 = 1$ kg und die Seilspannung $|\vec{s}|$. Stellen Sie dazu zuerst die auf die Massen wirkenden Kräfte auf. Die Seil hat eine konstante Länge.



Aufgabe 3 (11 Punkte)

Beim Billard stoße eine Kugel mit Geschwindigkeit v_1 elastisch auf eine ruhende Kugel gleichen Gewichts, und werde in einem Winkel $\theta_1 = 30°$ zur ursprünglichen Bahn abgelenkt.

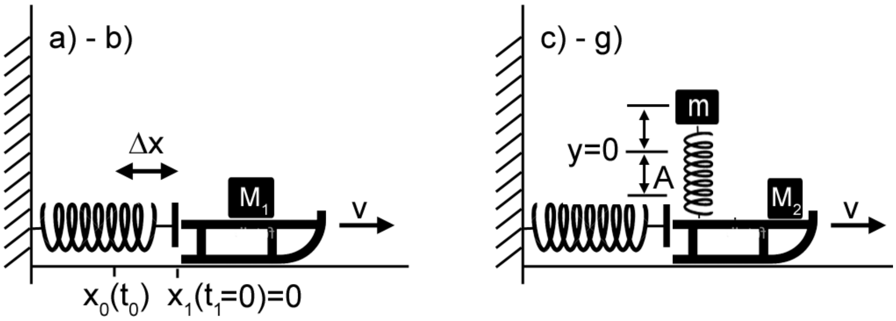
(a) Skizzieren Sie schematisch den Streuvorgang und beschriften Sie relevante Größen.

(b) Welche Geschwindigkeitsvektoren haben die Kugeln nach dem Stoß?

(c) Unter welchem Winkel läuft die gestoßene Kugel aus?

Aufgabe 4 (14 Punkte)

Eine Masse M_1 sei auf einem Schlitten befestigt, der reibungsfrei in x-Richtung gleiten kann. Der Schlitten wird gegen eine Feder (Federkonstante k_1) gedrückt und staucht diese um Δx. Zum Zeitpunkt t_0 wird der Wagen losgelassen.



(a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit v ab dem Zeitpunkt t_1, wo der Schlitten den Kontakt mit der Feder verlässt.

(b) Berechnen Sie die Dauer des Kontakts ($t_{\text{kontakt}} = t_1 - t_0$) mit der Feder.

Auf dem Schlitten wird nun eine kleine Masse m an einer zweiten vertikalen Feder (Federkonstante k_2) befestigt. Die Masse M_2 auf dem Schlitten wird so angepasst, dass $M_1 = m + M_2$ gilt. Die kleine Masse m schwingt mit Amplitude A und Periodendauer T in y-Richtung um $y = 0$, und habe zum Zeitpunkt t_1 die maximale Auslenkung in positive y-Richtung.

(c) Geben Sie k_2, die Federkonstante der zweiten Feder an.

(d) Stellen Sie eine Gleichung auf, welche alle Anteile der Gesamtenergie E des Systems zu einem beliebigen Zeitpunkt $t > t_1$ berücksichtigt. Vernachlässigen Sie die Gravitation. Finden Sie einen Ausdruck für die Auslenkung in y-Richtung.

(e) Berechnen Sie die Gesamtenergie E.

(f) Geben Sie eine Gleichung $\vec{r}(t)$ für $t > t_1$ an, welche die Position der Masse m in Abhängigkeit der Zeit angibt.

(g) Machen Sie einen Ansatz zur Berechnung des zurückgelegten Weges der Masse m nach einer Periodendauer T. (Lösen Sie den Ansatz nicht)

Aufgabe 5 (14 Punkte)

Im MPI für Plasmaphysik befindet sich ein **zylinderförmiges** Schwungrad, welches $m = 220\text{t}$ wiegt und mit einer Kreisfrequenz von1650 Umdrehungen/min rotiert. Das Schwungrad wird auf 1270 Umdrehungen/min abgebremst über einen Zeitraum von $\Delta t = 10$ s. Dabei stellt das Schwungrad konstant eine Leistung von $P_1 = 155$ MW zur Verfügung.

(a) Berechnen Sie das Trägheitsmoment J des Schwungrads. (Ersatzlösung: $J = 250000\text{kgm}^2$)

(b) Berechnen Sie die Abmessungen des Schwungrads (Länge und Radius). Das Schwungrad besteht aus Eisen mit einer Dichte von $\rho_{\text{Fe}} = 7,7\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

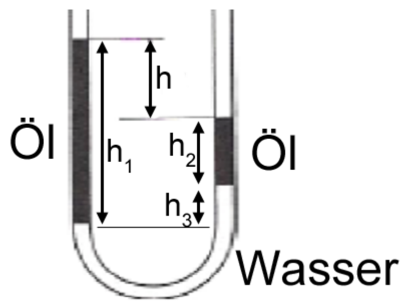
Das Schwungrad wird nun 30 min lang von 0 Umdrehungen auf 1650 Umdrehungen/min mit einer neuen konstanter Leistung P_2 beschleunigt.
Berechnen Sie:

(c) Eine Gleichung für $\omega(t)$ und die Leistung P_2.

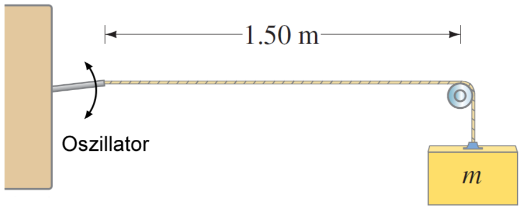
(d) Die Strecke s die ein Punktes auf der Aussenseite des Zylinders (Schwungrads) während des gesamten Beschleunigungsvorgangs zurücklegt.

Aufgabe 6 (5 Punkte)

Ein beiderseits offenes U-Rohr mit der inneren Querschnittsfläche $A = 1\ \text{cm}^2$ wird zunächst mit Wasser (Dichte $\rho_1 = 1,00\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) gefüllt. Danach wird die eine Seite mit 50 cm^3 und die andere Seite mit 10 cm^3 Öl (Dichte $\rho_2 = 0,78\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) befüllt. Welche Niveaudifferenz h stellt sich ein?



Aufgabe 7 (8 Punkte)



(a) Ein Ende einer waagrechten Schnur ist an einem mechanischen 60-Hz-Oszillator mit kleiner Amplitude befestigt. Die Schnur hat eine Massendichte μ von $3,9 \cdot 10^{-4}\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}$. Im Abstand $l = 1,50$ m vom Oszillator entfernt läuft die Schnur über eine Rolle, und am Ende der Schnur werden Massen angehängt. Wie groß müssen diese Massen sein, um

(i) einen Wellenbauch

(ii) fünf Wellenbäuche

einer stehenden Welle zu erzeugen? Nehmen Sie an, dass die Schnur am Oszillator einen Wellenknoten bildet.

(b) Durch Verschieben der Rolle kann die Länge l von 10 cm bis 1,5 m verändert werden. Wie viele stehende Wellen können erzeugt werden, wenn die aufgehängte Masse $m = 0,08$ kg beträgt?

Aufgabe 8 (7 Punkte

Aus einem homogenen zylindrischen Stab mit Radius R sei ein Keil (Masse M) geschnitten, der durch die Ebenen $z = 0$ und $z = \frac{h}{R}x$ begrenzt wird, wobei die z-Achse die Symmetrieachse des ursprünglichen Zylinders ist. Bestimmen Sie durch Integration das Trägheitsmoment des Keils um die z-Achse. Berechnen Sie dazu zuerst das Volumen des Keils.