Klausur zur Experimentalphysik 1

Prof. Dr. F. Pfeiffer
Wintersemester 2013/2014
10. Februar 2014

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

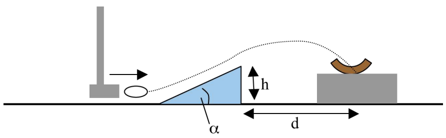
Bearbeitungszeit 90 Minuten. Es müssen nicht alle Aufgaben vollständig gelöst sein, um die Note 1,0 zu erhalten.

Aufgabe 1 (6 Punkte)

Ein Puck der Masse m soll reibungsfrei über eine Rampe mit Neigungswinkel α und einer Endhöhe h in einen Korb geschlagen werden, der sich im Abstand d zum Ende der Rampe und in gleicher Höhe h wie das Ende der Rampe befindet. Die Erdeschleunigung sei g.

(a) Mit welcher Geschwindigkeit v_0 muss der Puck die Rampe verlassen, damit er den Korb trifft?

(b) Mit welcher Geschwindigkeit muss der Einhockeyschläger (mit Masse M) auf den ruhenden und als elastisch angenommenen Puck zentral stoßen, damit dieser die Geschwindigkeit v_0 am Ende der Rampe erhält? (Nehmen Sie an, dass $M \gg m$).



Aufgabe 2 (4 Punkte)

Schon Jules Verne hatte die Idee, ein Raketengeschoss auf direktem Weg von der Erde auf den Mond zu schießen.

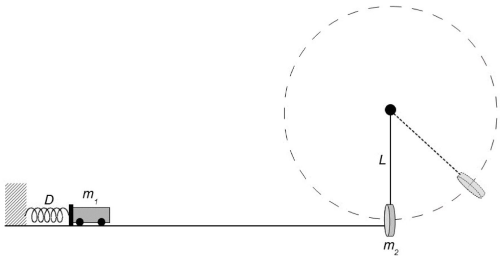
(a) Bestimmen Sie durch Integration die Arbeit, die erforderlich ist, einen Körper gegen die Gravitationskraft von der Erdoberfläche ins Unendliche zu bringen. Wie groß ist die Fluchtgeschwindigkeit (Geschwindigkeit, die ein Geschoss bei senkrechtem Abschuss mindestens benötigt, um dem Gravitationsfeld der Erde zu entkommen)?

(b) Berechnen Sie den Bahndrehimpuls des Mondes. (Kreisförmige Umlaufbahn um die Erde mit $T_M = 27,32$ Tagen angenommen)

(c) Ändert sich der Drehimpuls des Systems Erde-Geschoss-Mond, wenn ein Geschoss von der Erde zum Mond fliegt? Warum?

$M_{Erde} = 5,974 \cdot 10^{24}$kg, $M_{Mond} = 7,349 \cdot 10^{22}$kg, $R_{Erde} = 6371$km, $R_{Mond} = 1738$km, $G = 6,674 \cdot 10^{-11}\text{m}^3/\text{kgs}^2$, $d_{Erde-Mond} = 384400$km.

Aufgabe 3 (6 Punkte)



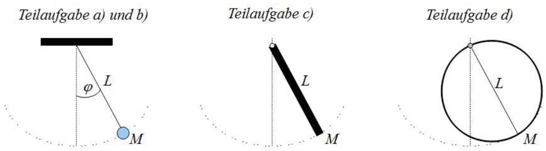
Ein Wagen (Masse m_1) wird mithilfe einer gespannten Feder (Federkonstante D) beschleunigt. Er fährt geradlinig auf eine hängende (Länge L) Zielscheibe (Masse m_2) zu. Die Zielscheibe soll im Folgenden als Punktmasse behandelt werden.

(a) Wie schnell fährt der Wagen (v_1), wenn die Feder um Δx gespannt war?

(b) Wie groß ist die Geschwindigkeit der Zielscheibe nach dem vollkommen elastischen Stoß mit den Wagen? Betrachten Sie hierzu vereinfacht den Grenzfall $m_1 \ll m_2$.

(c) Wie groß muss die Anfangsgeschwindigkeit v_1 mindestens sein, damit die Zielscheibe einen Überschlag mit gespanntem Faden schafft?

Aufgabe 4 (8 Punkte)



Drei Körper von jeweils der Masse M sind als Pendel aufgehängt.

(a) Eine Masse an einem masselosen Faden der Länge L: Stellen Sie die Bewegungsgleichung für den Winkel $\varphi(t)$ auf.

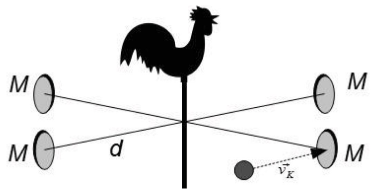
(b) Geben Sie die Näherung für kleine Winkel an und bestimmen sie die Schwindungsdauer T des Pendels dem Ansatz $\varphi(t) = A\sin(\omega t)$.

(c) Wie groß ist die Schwingungsdauer T für einen schwingenden Stab? (Ein Stab hat ein Trägheitsmoment $I = {}^1\!/_{12} ML^2$ bei der Rotation um seinen *Schwerpunkt*)

(d) Wie groß ist die Schwingungsdauer T für einen Ring ($I = MR^2$ um seinen Schwerpunkt) mit Radius $R = {}^L\!/_2$ und Masse M?

Hinweis: Benutzen Sie bei c) und d) weiterhin die Kleinwinkelnäherung.

Aufgabe 5 (6 Punkte)



Ein masseloser Wetterhahn sitzt auf einem nicht ganz reibungsfreien Drehkreuz, an dessen Stäben homogene Scheiben mit jeweils der Masse M und Radius R befestigt sind. Der Schwerpunkt der Scheiben liegt jeweils im Abstand d zum Drehpunkt.

Ein Junge schiesst einem Kaugummi (Masse m) auf eine der Scheiben. Das Kaugummi trifft senkrecht zur Scheibe und in deren Mitte mit der Geschwindigkeit v_K auf.

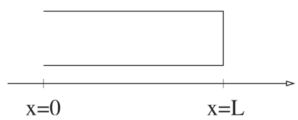
(a) Welches Trägheitsmoment hat die Anordnung bezüglich der Drehachse? Benutzen Sie $I_z = I_x + I_y$ für flache Körper, um das Trägheitsmoment einer Kreisscheibe bezüglich einer Symmetrieachse in der Körperebene zu berechnen. I_z ist dabei das Trägheitsmoment bezüglich einer Rotation um die Achse, die senkrecht zur Fläche steht und durch den Scheibenmittelpunkt verläuft ($I_z = {}^1\!/_2 MR^2$).

(b) Welchen Bahndrehimpuls hat das Kaugummi bezüglich der Drehachse des Drehkreuzes im Moment kurz vor dem Auftreffen?

(c) Mit welcher Winkelgeschwindigkeit dreht sich der Hahn nach dem Stoß?

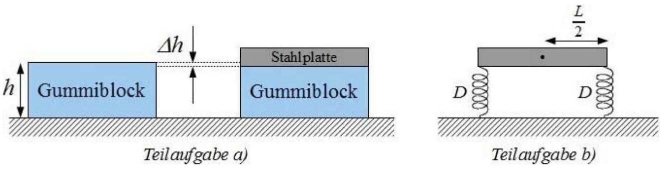
(d) Der Bewegung wirkt eine Reibungsmoment entgegen, die proportional zur Winkelgeschwindigkeit ist $D_R = -\gamma\omega$. Stellen Sie eine Differentialgleichung für den Winkel φ zur Ruhelage des Kreuzes auf. Lösen Sie diese Gleichung mithilfe des Ansatzes $\varphi(t) = Ae^{-t/\tau}$ und berechnen Sie die Relaxationszeit τ.

Aufgabe 6 (2 Punkte)



Eine Orgelpfeife ist am linken Ende ($x = 0$) offen und am rechten Ende ($x = L, L = 1\text{m}$) geschlossen. Berechnen Sie die Frequenz f und die Wellenlänge λ für die Grundschwingung und die erste Oberschwingung (Schallgeschwindigkeit $v = 340\text{m/s}$).

Aufgabe 7 (3 Punkte)

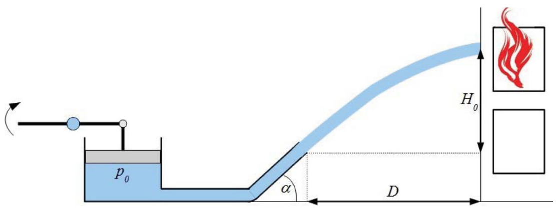


Eine lange Stahlplatte mit Grundfläche $10\text{cm} \times 120\text{cm}$ und Masse 40kg liegt auf einem Gummiblock mit der gleichen Grundfläche und Höhe $h = 30\text{cm}$. Durch das Gewicht der Platte wird der Gummiblock um $\Delta h = 5\text{mm}$ zusammengedrückt (siehe Abbildung)

(a) Wie groß ist das Elastizitätsmodul des Gummiblocks?

(b) Der Block soll durch zwei masselose Federn ersetzt werden, so dass sich die gleiche relative Deformation bei den Federn einstellt. Wie groß ist dann die Federkonstante D einer einzelnen Feder?

Aufgabe 8 (4 Punkte)



Das Bild zeigt eine Feuerwehrpumpe mit Löschschlauch. Das Wasser soll als ideale Flüssigkeit angenommen werden.

(a) Bestimmen Sie die Ausflussgeschwindigkeit des Wassers aus dem Löschschlauch als Funktion des Drucks p_0.

(b) Bis zu welcher Hohe kann maximal gelöscht werden, wenn das Wasser senkrecht nach oben gespritzt wird?

(c) Das Wasser tritt nun unter einem Winkel α aus dem Schlauch aus. In welchem Abstand D erreicht das Wasser seine maximale Höhe H_0 über der Schlauchspitze? Wie groß ist die Höhe H_0 als Funktion des Winkels α?