2. Probeklausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. C. Pfleiderer

Wintersemester 2016/17

17. Januar 2017

Zugelassene Hilfsmittel:

- 1 Doppelseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

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

Aufgabe 1 (8 Punkte)

James Bond wird von Schurken auf einen $h_{\mathrm{B}} = 20\mathrm{m}$ hohen Balkon verfolgt. Nur durch einen beherzten Sprung nach unten kann er sich retten, denn zufälligerweise fährt direkt unter dem Balkon ein Lastwagen mit einer Ladung Daunenfederkissen vorbei. Er springt genau im richtigen Moment ab und landet auf den Kissen.

(a) Wenn die Ladehöhe des LKWs $h_{\mathrm{L}} = 4,0\mathrm{m}$ und seine Geschwindigkeit $v_{\mathrm{L}} = 60\mathrm{km/h}$ beträgt, wie weit war dann die Ladefläche des LKW im Moment von Bonds Absprung noch vom Balkon entfernt?

(b) Die Daunenfedern bremsen Bond innerhalb von $t_{\mathrm{B}} = 0{,}3\mathrm{s}$ gleichmäßig ab. Wenn Bond-Darsteller Daniel Craig Beschleunigungen von über 5 g nicht verträgt, sollte er sich in dieser Szene dann doublen lassen?

Aufgabe 2 (10 Punkte)

Nach ihrer Fertigstellung unterzogen die Bauingenieure die neue Brücke über die Hamburger Norder-Elbe einem Großversuch. Unter der Last eines in der Mitte der Brücke zu diesem Zweck angehängten Gewichts von $m = 100$ t bog sich die Brücke den Messungen zufolge in der Mitte um $5,0\,\mathrm{cm}$ durch. Als schließlich die Verbindung der Brücke mit dem Gewicht schlagartig gelöst wurde, geriet die Brücke wie erwartet in harmonische Schwingungen. Die Frequenz der Schwingung betrug $f = 0,62\mathrm{Hz}$. Ein Beobachter, der sich mitten auf der Brücke befand, berichtete, er habe das Gefühl gehabt, die Brücke habe sich um ca. einen Meter gehoben und gesenkt.

(a) Wie groß war die Amplitude, mit der sich der Augenzeuge bewegt hat in Wirklichkeit? Wie groß war seine maximale Geschwindigkeit?

(b) Wie groß war die maximale Beschleunigung? Wie groß ist der Anteil im Vergleich zur Gewichtskraft?

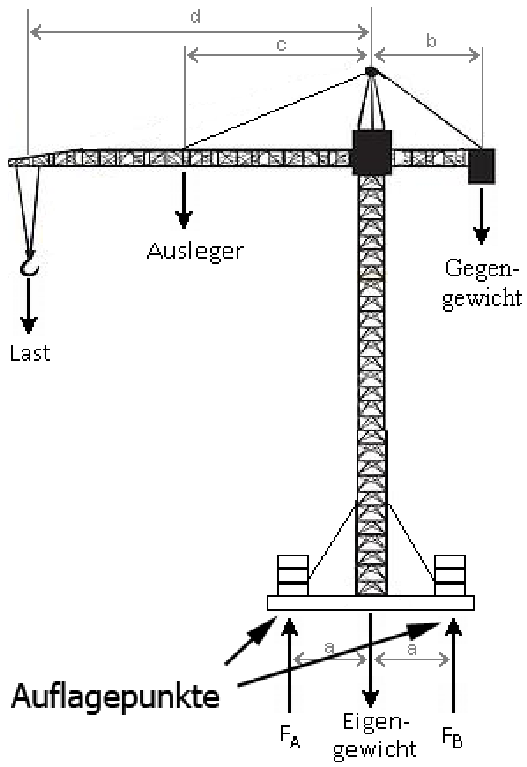
(c) Wie groß ist die Gesamtenergie, die mit der beschriebenen Schwingbewegung der Brücke verbunden ist?

(d) Ein Steinchen der Masse $2,0\,\mathrm{g}$ liegt neben dem Beobachter. Bleibt dieses Steinchen am Boden liegen? Und wenn nicht, wie hoch wird es im Vergleich zur unausgelenkten Brücke geschleudert?

Aufgabe 3 (9 Punkte)

An dem dargestellten Kran wird eine Last (F_L) von 15 kN angehängt. Wie groß sind die Auflagekräfte (F_A und F_B) am Boden des Krans?
Das Gegengewicht F_G des Krans, das Gewicht des Auslegers F_C, das gesamte Eigengewicht des Krans F_E und die Längen $a - d$ haben folgende Werte:

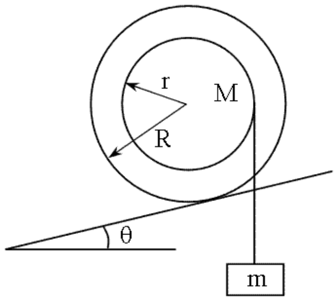
$F_G = 30$ kN
$F_C = 6$ kN
F_E =20 kN
a=1 m
b=1,2 m
c=1,5 m
d=3,2 m



Aufgabe 4 (8 Punkte)

Ein Jojo mit angehängtem Gewicht befindet sich auf einer schiefen Ebene im Gleichgewicht und bewegt sich nicht.

Das Jojo ($M = 3$kg) besteht aus einem inneren Zylinder mit Radius $r = 5$cm. An dessen Enden sind zwei Scheiben mit größerem Radius $R = 6$cm angebracht. Auf dem inneren Zylinder ist ein Faden aufgewickelt, an dem ein Gewicht der Masse $m = 4,5$kg befestigt ist. Das Jojo liegt auf einer Ebene auf, die um den Winkel θ gegen die Waagrechte gekippt ist. Machen Sie eine Zeichnung in der Sie die Kräfte eintragen die auf das Jojo wirken (mit richtigen Ansatzpunkten). Wie groß muss θ sein, damit sich das System in Ruhe befindet?



Hinweis: Das Jojo kann nicht rutschen. Das Jojo kann sich um verschiedene Punkte „nicht drehen“. Wählen Sie einen aus.

Aufgabe 5 (14 Punkte)

Ein Pendel besteht aus zwei identischen gleichförmigen dünnen Stäben der Länge L und der Masse m. Die beiden Stäbe sind rechtwinklig fest verbunden und bilden ein T (siehe Abbildung). Das umgekehrte T ist an seinem freien Ende aufgehängt und kann so Schwingungen ausführen.

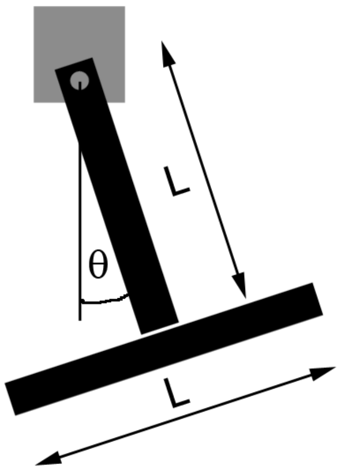
(a) Berechnen Sie das Trägheitsmoment I des Pendels um seine Aufhängung.

(b) Geben Sie die kinetische und potentielle Energie des Pendels in Abhängigkeit des Auslenkungswinkels θ an.

(c) Stellen Sie die Bewegungsgleichung des Pendels auf.

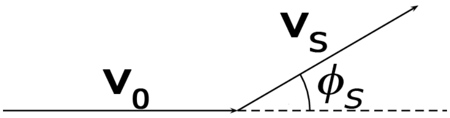
(d) Bestimmen Sie die Periode des Pendels für kleine Auslenkungen.

Hinweis: Trägheitsmoment eines Stabes: $I = \frac{mL^2}{12}$ um seinen Mittelpunkt



Aufgabe 6 (12 Punkte)

Beim Eisstockschießen trifft der weiße Eisstock eines Spielers mit $v_0 = 4,50\text{m/s}$ auf einen sich in Ruhe befindenden silbernen Eisstock. Beide Eisstöcke haben die gleiche Masse und stoßen elastisch. Nach dem Stoß bewege sich der silberne Eisstock unter einem Winkel von $\phi_s = 36,0°$ zur Einfallsrichtung des weißen Eisstocks (siehe Abbildung).



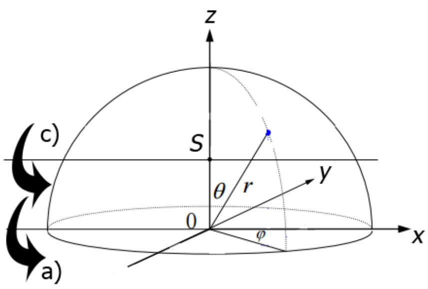
(a) Bestimmen Sie die Bewegungsrichtung des weißen Eisstocks nach dem Stoß, d. h. bestimmen Sie die Winkelablenkung ϕ_w des weißen Eisstocks gegenüber der Einfallsrichtung

(b) Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten v_s und v_w beider Eisstöcke nach dem Stoß mittels Erhaltungssatz/sätzen.

(c) Bestimmen Sie die Geschwindigkeiten v_s und v_w über Geometrie.

Aufgabe 7 (9 Punkte)

Betrachten Sie eine homogene Halbkugel mit Radius R und Masse M.



(a) Berechnen Sie explizit durch Integration in Zylinderkoordinaten das Trägheitsmoment der Halbkugel bezüglich einer Achse in der flachen Seitenfläche durch den Kugelmittelpunkt (z.B. die x-Achse).

(b) Für jede Koordinate x_i des Schwerpunkts gilt

$$x_i = \frac{1}{V} \int_V x_i \, \mathrm{d}^3 x$$

Berechnen Sie die Koordinaten des Schwerpunkts, wenn die Halbkugel mit dem Kugelmittelpunkt im Ursprung auf der x-y-Ebene liegt.
Hinweis: aus Symmetriegründen müssen Sie nur eine Koordinate tatsächlich ausrechnen, verwenden Sie dazu an das Problem angepasste Koordinaten. Volumen der Halbkugel: $V = \frac{2}{3}\pi R^3$

(c) Bestimmen Sie jetzt das Trägheitsmoment der Halbkugel I_{CM} bezüglich einer Achse, die durch den Schwerpunkt bei $z = \frac{3}{8}R$ geht und parallel zur flachen Seitenfläche ist.