

---

# Klausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. C. Pfeiderer  
Wintersemester 2015/16  
11. Februar 2016

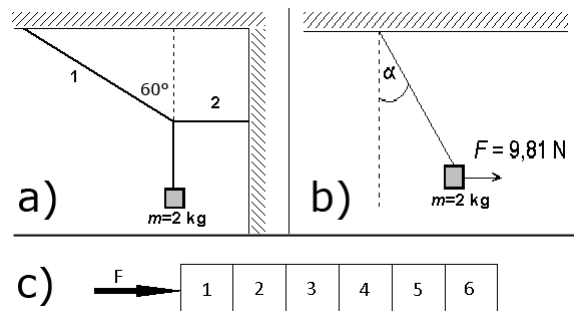
---

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.

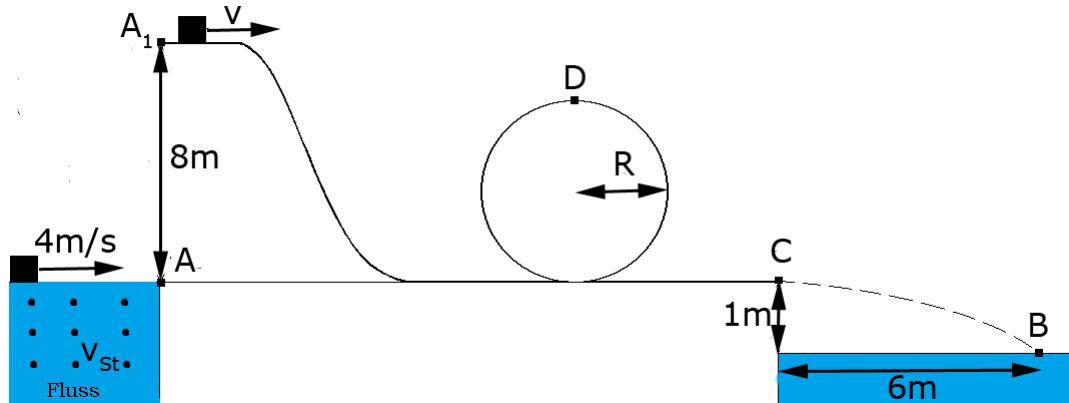
## Aufgabe 1 (5 Punkte)



- (a) Eine Masse  $m=2 \text{ kg}$  wird durch 3 Seilstücke gehalten (Bild a). Wie groß ist die Spannung im Seilstück 2?
- (b) Ein Körper der Masse  $m=2 \text{ kg}$  hängt an einem masselosen Seil an der Decke. Eine horizontale Kraft von  $9,81 \text{ N}$  zieht ihn in eine Gleichgewichtslage (Bild b). Wie groß ist der Winkel  $\alpha$  zwischen Seil und der Senkrechten, wenn sich die Anordnung auf dem Mars befindet? [Marsdurchmesser:  $d = 6772,4 \text{ km}$ , Dichte:  $3,933 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$ ]
- (c) Sechs gleiche Würfel mit der Masse  $1 \text{ kg}$  liegen auf einem ebenen glatten Tisch. Eine konstante Kraft  $F=1 \text{ N}$  wirkt auf den ersten Würfel in Richtung des eingezeichneten Vektors (Bild c). Geben sie die Größe der resultierenden Kraft  $F_i$  an, die jeweils auf einen Würfel wirkt. Welche Kraft  $F_{4,5}$  übt außerdem der Würfel 4 auf Würfel 5 aus?

## Aufgabe 2 (9 Punkte)

In einem Wasserpark soll eine neue Attraktion gebaut werden.



- Ein Boot hat die Geschwindigkeit  $v_B = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  und möchte auf der gegenüberliegenden Flussseite bei A ankommen. Die Strömungsgeschwindigkeit des Flusses sei  $v_{St} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  und zeigt aus der Zeichenebene heraus. In welchem Winkel gegen die Strömung muss das Boot steuern um sich geradlinig über den Fluss zu bewegen? Zeichnen Sie eine Skizze und beschriften Sie den Winkel.
- Im Punkt A bringt eine Hebebühne das Boot auf die Höhe  $h = 8\text{m}$ . Wieviel Arbeit wird dabei verrichtet, wenn das Boot eine Masse von  $m = 15\text{kg}$  hat?

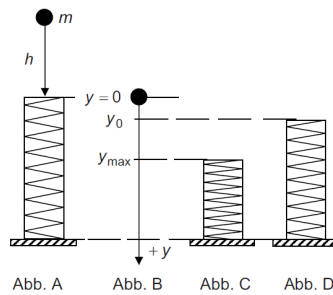
Im Punkt  $A_1$  wird das Boot auf eine Geschwindigkeit  $v_1$  gebracht und gleitet mit dieser Geschwindigkeit durch einen Looping und springt am Ende in einen  $y = 1\text{m}$  tieferliegenden See.

- Welche Anfangsgeschwindigkeit  $v_1$  hat das Boot, wenn es im Punkt B, im Abstand  $d=6\text{m}$  von dem Ende der Bahn, im See Auftreffen soll?
- Welchen Radius  $R$  hat der Looping, wenn die Zentripetalkraft im höchsten Punkt D betragsmäßig das 2-fache der Gewichtskraft ist?

## Aufgabe 3 (9 Punkte)

Eine kleine Kugel (Masse  $m = 100\text{g}$ ) fällt aus der Höhe  $h = 20\text{cm}$  auf eine entspannte Feder (Federkonstante  $k = 20\text{N/m}$ ). Die Kugel  $m$  haftet auf der Feder und führt harmonische Schwingungen aus.

- Um welche maximale Strecke  $y_{max}$  wird die ursprünglich entspannte Feder zusammengedrückt?
- Mit welcher Frequenz  $f_0$  schwingt das Feder-Masse-System?
- Um welche Gleichgewichtslage  $y_0$  erfolgt die Schwingung?
- Bestimmen Sie die Amplitude  $\hat{y}$  der Schwingung.
- Wie lauten die Anfangsbedingungen  $y(0)$  und  $\dot{y}(0)$  für den Zeitpunkt des Auftreffens der Kugel auf die entspannte Feder?



- (f) Geben Sie die spezifische Funktion  $y(t)$  für diese Schwingung an. Berechnen Sie den Nullphasenwinkel  $\phi$  der Schwingung aus den Anfangsbedingungen.
- (g) Zeichnen Sie den Verlauf der Auslenkung mit der Zeit eines gedämpften Oszillators. Zeichnen (und beschriften) Sie die drei Fällen für schwache, kritische und starke Dämpfung. Anfangsbedingungen:  $x(0) = a, \dot{x}(0) = 0$

#### Aufgabe 4 (5 Punkte)

Eine Lokomotive der Masse  $M = 100\text{t}$  fährt mit einer Geschwindigkeit von  $v_0 = 70\text{km/h}$  auf einen ruhenden Waggon der Masse  $m = 40\text{t}$  auf.

- (a) Die Lok stößt zentral auf den Waggon, dabei koppeln sie aneinander an und fahren gemeinsam weiter. Mit welcher Geschwindigkeit  $v_1$  fährt dieser Zug weiter?
- (b) Welche Wärmeenergie ist bei diesem Vorgang freigeworden?
- (c) Der Zug (Lok + 1 Waggon) stößt nacheinander noch einen Waggon (50t) und dann noch einen weiteren Waggon (60t), die sich jeweils wieder ankoppeln. Mit welcher Geschwindigkeit  $v_3$  fährt dieser größere Zug (Lok + 3 Waggon) weiter?
- (d) Welche Wärmeenergie ist bei dem **gesamten** Vorgang (3 Einkopplungen) freigeworden?
- (e) Wieviele Waggon (40t) sind nötig, damit die Geschwindigkeit des Zuges auf null sinkt?

#### Aufgabe 5 (3 Punkte)

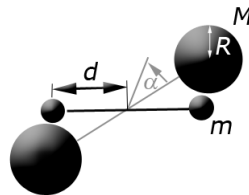
Im Keller einer Schule steht ein masseloser Tankbehälter, der randvoll mit 60000 Liter Heizöl ( $\rho_{\text{öl}} = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ) gefüllt ist. Bei einem Hochwasser wird der Keller bis zur Decke mit Wasser überflutet. Der Öltank reißt sich aus seiner Verankerung los und steigt nach oben.

- (a) Mit welcher Kraft drückt der Tank von gegen die Kellerdecke?
- (b) Auf dem Kellerboden liegt ein Ziegelstein der Dichte  $\rho = 1,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ . Seine Maße sind  $l = 24\text{cm}, b = 12\text{cm}, h = 7\text{cm}$ . Welche Kraft muss man aufbringen, um diesen Ziegel vom überfluteten Kellerboden aufzuheben?

### Aufgabe 6 (5 Punkte)

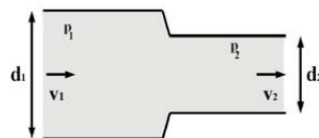
Eine Gravitationswaage besteht aus einem Draht (Drehfederkonstante  $k^*$ ), an dessen Ende ein waagerechter Stab der Länge  $2d$  angebracht ist. An Ende dieses (masselosen) Stabes befindet sich jeweils eine Masse  $m$ .

- (a) Zunächst soll die Schwingungsdauer  $T$  der Torsionsschwingung der beiden kleinen Massen  $m$  um den Draht berechnet werden. Leiten Sie dazu die Bewegungsgleichung her und ermitteln daraus die Schwingungsdauer. Sie können annehmen, dass die Massen punktförmig sind.
- (b) Nun werden zwei große Kugeln der Masse  $M$  und Radius  $R$  so gelagert, dass jede der beiden Massen  $M$  genau eine der beiden Massen  $m$  berührt. Jetzt werden beide große Massen um einen Winkel  $\alpha$  solange rotiert, bis die gravitative Anziehung der Massen  $M$  und  $m$  bei einem Winkel  $\alpha_0$  nicht mehr ausreicht und der Kontakt der beiden Massen abreißt. Berechnen Sie die Gravitationskonstante  $G$  in Abhängigkeit von  $\alpha_0$ , den Massen  $M$ , der freien Schwingungsdauer  $T$ , dem Radius der großen Massen  $R$  (die kleinen Massen sind punktförmig) und der Stablänge  $d$ .



### Aufgabe 7 (3 Punkte)

Eine Pumpe pumpt 90 Liter Wasser pro Minute mit einem Druck von  $p_1 = 3\text{bar}$  durch ein Rohr mit dem Durchmesser  $d_1 = 2\text{cm}$ . An einer Stelle verengt sich das Rohr auf einen Durchmesser von  $d_2 = 1,5\text{cm}$ . Die Dichte des Wassers beträgt  $\rho = 1000\text{kg/m}^3$ .



- (a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit  $v_2$  des Wassers in der Engstelle.
- (b) Berechnen Sie den Druck  $p_2$  des Wassers in der Engstelle.