
1. Probeklausur in Experimentalphysik 1

Prof. Dr. R. Kienberger

Wintersemester 2018/19

4. Dezember 2018

Zugelassene Hilfsmittel:

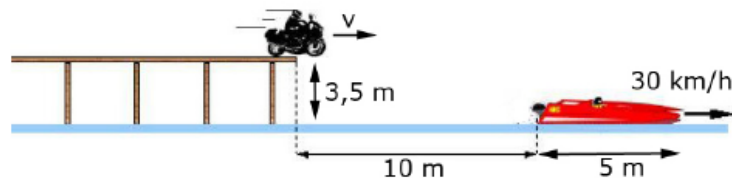
- 1 Einseitig handbeschriebenes DIN A4 Blatt
- 1 nichtprogrammierbarer Taschenrechner

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

Aufgabe 1 (6 Punkte)

Sie fahren mit $40,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ auf eine Kreuzung zu. Die Ampel an der Kreuzung 65m vor Ihnen (vor der Stoßstange) schaltet auf Gelb. Die Ampel wird genau 5,0s gelb bleiben, bevor sie auf Rot schaltet. Sie brauchen 1,0s, um nachzudenken. Dann beschleunigen Sie das Auto gleichförmig. Sie schaffen es gerade, mit dem gesamten 4,5m langen Auto über die 15,0m breite Kreuzung zu fahren, bevor die Ampel rot wird. Kurze Zeit später werden Sie wegen überhöhter Geschwindigkeit angehalten. Berechnen Sie ihre Höchstgeschwindigkeit und entscheiden Sie ob Sie zu schnell waren, wenn Sie davon ausgehen, dass eine Höchstgeschwindigkeit von $50,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ gilt.

Aufgabe 2 (6 Punkte)



Die Gegenspieler von James Bond versuchen mit einem Schnellboot zu entkommen. 007 rast mit seinem Motorrad mit der Geschwindigkeit v über den Landungssteg, der 3,5 m über der Wasseroberfläche verläuft. Seine Absicht ist es, nach einem freien Flug auf dem feindlichen 5 m langen Boot zu landen. Die Abbildung zeigt den Moment des Absprungs. Das Boot bewegt sich mit 30 km/h nach rechts. Berechnen Sie, in welchem **Geschwindigkeitsbereich** sich James Bond beim Absprung seines Motorrads bewegen muss, damit er (mit der Mitte seines Motorrads) auf das Boot trifft.

Aufgabe 3 (18 Punkte)

Ein Stein der Masse $m = 0,2 \text{ kg}$ wird an einer 0,5m langen Schnur mit 2 Umdrehungen pro Sekunde in $h = 2 \text{ m}$ Höhe (Aufhängungspunkt) in einer horizontalen Kreisbahn herumgeschleudert.

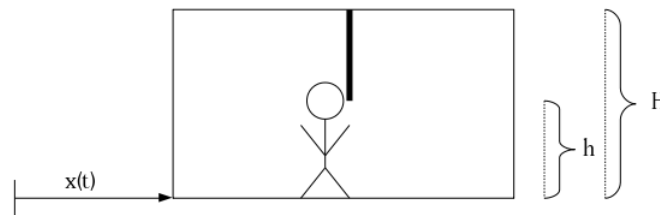
Die **Schwerkraft** ist zu vernachlässigen.

- Wie groß ist die kinetische Energie des Steins?
- Welche Kraft muss man aufbringen, um den Stein an der Schnur zu halten?
- Bei welcher Umdrehungsfrequenz würde die Schnur reißen, wenn sie 100N aushält bevor sie reißt?
- Wie ändern sich die Ergebnisse der ersten drei Teilaufgaben bei Berücksichtigung der Schwerkraft? Und wie weit fliegt der Stein, wenn die Schnur reißt? (12 Punkte)

Hinweis zu (d): Bestimmen Sie die Änderung des Radius der Kreisbahn.

Aufgabe 4 (6 Punkte)

Ein Mann der Masse $m = 80 \text{ kg}$ und der Höhe $h = 1,80 \text{ m}$ steht in einer Gondel ($H = 3 \text{ m}$), an deren Decke ein Seil aufgehängt ist. Der Mensch hält sich nun an dem Seil fest und die Gondel setzt sich in x-Richtung in Bewegung. Die Bewegungsgleichung für die Gondel lautet $x(t) = x_0 + \frac{1}{2}a_S t^2$ mit $x_0 = 20 \text{ m}$, $a_S = \frac{1}{5}g$. Wie groß ist der Auslenkwinkel des Seils gegenüber



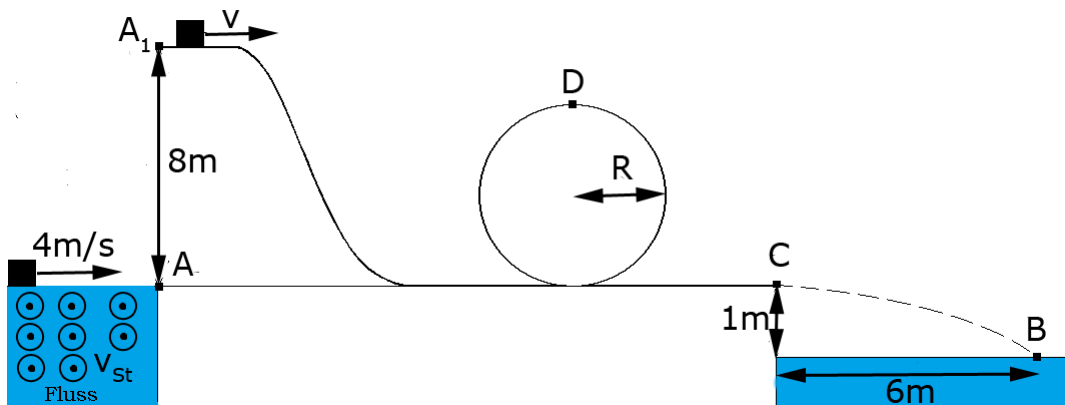
der Senkrechten, falls keine Reibung vorhanden ist? Machen sie außerdem eine Zeichnung der wirkenden Kräfte (Richtung und Länge beachten).

Aufgabe 5 (18 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 durch einen Looping und springt am Ende in einen $y = 1 \text{ m}$ tieferliegenden See.



- (c) 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?
- (d) Welchen Radius R hat der Looping, wenn die Zentripetalkraft im höchsten Punkt D betragsmäßig das 2-fache der Gewichtskraft ist?

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Eine Leiter der Länge l und der Masse m lehnt unter dem Winkel ϕ an einer glatten senkrechten Wand. Die Schwerkraft greift dabei im Schwerpunkt der Leiter an. Der Reibungskoeffizient zwischen Boden und Leiter ist μ .

- (a) Erstellen Sie eine Skizze der Anordnung und zeichnen Sie die Kräfte ein.
- (b) Bestimmen Sie den Maximalwinkel ϕ_{max} , unter dem die Leiter an der Wand stehen bleibt, ohne zu rutschen.

Mathematische Ergänzungen (12 Punkte)

Die Transformation zwischen elliptischen Zylinderkoordinaten $(y_1, y_2, y_3)^t = (u, \varphi, z)^t$ und kartesischen Koordinaten (x_1, x_2, x_3) lautet

$$\vec{r}(u, \varphi, z) = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cosh u \cos \varphi \\ \sinh u \sin \varphi \\ z \end{pmatrix}$$

- (a) Bestimmen Sie an einem gegebenen Punkt (u, φ, z) die Koordinateneinheitsvektoren $(\vec{e}_u, \vec{e}_\varphi, \vec{e}_z)$ durch

$$\vec{e}_{y_i} = \frac{1}{\left| \frac{\partial \vec{r}}{\partial y_i} \right|} \frac{\partial \vec{r}}{\partial y_i}$$

und verifizieren Sie, dass es sich um eine Orthonormalbasis handelt.

- (b) Die Transformation, welche die Standardbasis auf die neue, nicht-normierte Basis $\left(\frac{\partial \vec{r}}{\partial y_i} \right)$ abbildet, bildet ein infinitesimaler Kubus $(\delta u, \delta \varphi, \delta z)$ auf einen Quader ab. Bestimmen Sie das Volumen dieses Quaders.