

# Übungen zur Physik I

**Vorlesung:** Prof. Dr. Nikos Doltsinis, Prof. Dr. Helmut Kohl

**Übungen:** PD Dr. Karol Kovařík, Dr. Lew Classen

## Blatt 6

mündlich: 11. oder 12.11.19

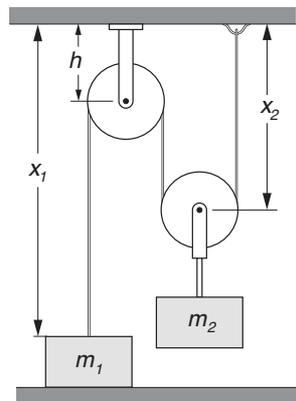
schriftlich: 14. oder 15.11.19

### Aufgabe 22: Eine feste und eine lose Rolle

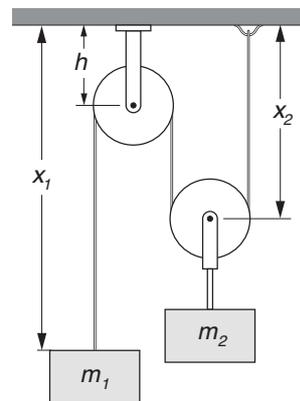
(5 Punkte, schriftlich)

Zwei Massen  $m_1$  und  $m_2$  (wobei für die Massen gilt  $m_2 < 2m_1$ ) sind über eine feste und eine lose Rolle mit einem Seil verbunden. Seil und Rollen sind masse- und reibungslos.

- (a) (2 Punkte) Zunächst steht  $m_1$  auf einer festen Unterlage. Mit welcher Kraft  $F_U$  drückt  $m_1$  auf die Unterlage? Wie groß ist die Seilspannung  $T$ ? Die Seilspannung  $T$  ist die Kraft, die das Seil von beiden Seiten spannt.
- (b) (3 Punkte) Die Unterlage wird plötzlich entfernt. Die Masse  $m_1$  setzt sich mit der Beschleunigung  $a$  nach unten in Bewegung. Berechnen Sie die Beschleunigung  $a$ , die Seilspannung  $T$  und die Gesamtkraft auf die Decke.



(a)



(b)

### Aufgabe 23: Bewegung im Kraftfeld

(8 Punkte, schriftlich)

- (a) Gegeben ist ein Kraftfeld

$$\vec{F}(\vec{r}) = A (y^2 z^3, 2xy z^3, 3xy^2 z^2) .$$

- (i) (1 Punkt) Zeigen Sie, dass  $\vec{F}$  eine konservative Kraft ist.
- (ii) (2 Punkte) Berechnen Sie die Arbeit, die zur Beförderung einer Punktmasse  $m$  vom Ursprung  $\vec{r}_0 = (0, 0, 0)$  zum Ort  $\vec{r}_1 = (x_1, y_1, z_1)$  erforderlich ist. Wählen Sie dazu den Weg entlang der Geraden von  $\vec{r}_0$  nach  $\vec{r}_1$ , d. h.  $\vec{r} = \lambda(x_1, y_1, z_1)$  mit  $0 \leq \lambda \leq 1$ . Hängt die Arbeit vom Weg ab?
- (iii) (2 Punkte) Wie lautet das Potential? Überprüfen Sie, ob aus dem Potential die oben angegebene Kraft folgt.

(b) Gegeben ist nun das Potential

$$V(\vec{r}) = V_0 (x^2 + y^2 + \alpha z^2)^{-\frac{1}{2}}$$

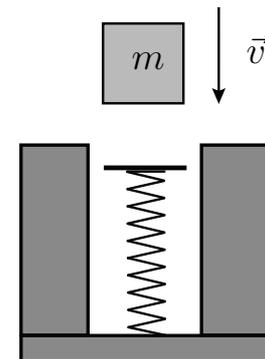
mit den Konstanten  $V_0$  und  $\alpha$ .

- (i) (1 Punkt) Berechnen Sie die zugehörige Kraft.
- (ii) (1 Punkt) Berechnen Sie das Drehmoment, das auf einen Massenpunkt bei  $\vec{r} = (x, y, z)$  wirkt.
- (iii) (1 Punkt) Für welche Werte von  $\alpha$  ist der Drehimpuls  $\vec{L}$  zeitlich konstant?

### Aufgabe 24: Fallende Masse

(6 Punkte, mündlich)

Ein Block der Masse  $m = 250 \text{ g}$  fällt im konstanten Gravitationsfeld auf eine Feder mit der Federkonstante  $D = 2,5 \text{ N/cm}$ . Der Block bewegt sich nach dem Auftreffen auf die Plattform zusammen mit dieser nach unten und drückt die Feder um maximal  $d = 12 \text{ cm}$  zusammen.



- (a) (2 Punkte) Wie groß ist die Arbeit, die beim Zusammendrücken der Feder geleistet wird?
- (b) (2 Punkte) Wie groß ist die Geschwindigkeit des Blocks beim Aufprall?
- (c) (2 Punkte) Wie weit verkürzt sich die Feder, wenn sich die Aufprallgeschwindigkeit verdoppelt?

*Hinweis:* Vergessen Sie nicht, auch die potentielle Energie im Gravitationsfeld, zu berücksichtigen.

### Aufgabe 25: Energiebilanz beim schiefen Wurf

(6 Punkte, schriftlich)

Ein Körper der Masse  $m$  wird am Punkt  $\vec{r}_0 = (0, 0, 0)$  mit der Geschwindigkeit  $\vec{v}_0 = v_0 (\cos \alpha, 0, \sin \alpha)$  abgeworfen und bewegt sich unter dem Einfluss der Schwerkraft  $\vec{F} = -m g \vec{e}_z$ .

- (a) (2 Punkte) Geben Sie  $\vec{r}(t)$  an.
- (b) (2 Punkte) Berechnen Sie die kinetische Energie  $T(t)$  und die potentielle Energie  $V(t)$  und deren Summe.
- (c) (2 Punkte) Zeichnen Sie die Energien aus b) als Funktion der Zeit  $t$ . Benutzen Sie dabei  $m = 1 \text{ kg}$ ,  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ ,  $\alpha = 30^\circ$  und  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

### Aufgabe 26: Handy an der Leine: Fadenpendel

(10 Punkte, mündlich)

Für diesen Versuch brauchen Sie ein Smartphone mit **Gyroskop**<sup>1</sup>, einen Faden und eine Möglichkeit, das Smartphone an diesem Faden zu befestigen. Weitere Materialien und Tipps finden Sie wie immer im Learnweb. Bei Problemen wenden Sie sich bitte an [lew.classen@wwu.de](mailto:lew.classen@wwu.de).

Bei der Durchführung ist Folgendes zu beachten:

<sup>1</sup>Gyroskope sind zwar häufig, aber nicht in jedem Handy verbaut. Überprüfen Sie bitte rechtzeitig ob Ihr Gerät über diesen Sensor verfügt. Falls das nicht der Fall sein sollte, können Sie sich einer Gruppe mit Gyroskop anschließen oder den Versuch mit einer Stoppuhr oder dem Vorlesungshandy durchführen.

- Achten Sie darauf, dass das Smartphone weich fällt, sollte die Halterung versagen.
- Wenn die von *phyphox* ermittelte Frequenz deutlich zu hoch ist, liegt dies in der Regel daran, dass die App eine schnellere Schwingung um eine andere Achse erfasst hat. Hängt das Smartphone beispielsweise an nur einem Faden, kann es vorkommen, dass es sich auch um die Achse des Fadens dreht statt nur mit dem Faden zu schwingen. Vermeiden Sie solche Bewegungen beim Anschieben oder konstruieren Sie ein Pendel mit zwei Fäden (“Schaukel”) wie in den Zusatzmaterialien im Learnweb beschrieben.
- Halten Sie die Auslenkung des Pendels klein (hier  $< 20^\circ$ ), damit die Kleinwinkelnäherung in etwa gültig bleibt.

Bearbeiten Sie folgende Aufgaben:

- (3 Punkte) Konstruieren Sie ein Fadenpendel und messen Sie mithilfe des in *phyphox* enthaltenen Experiments “Fadenpendel” die Schwingungsfrequenz und -periode. Führen Sie den Versuch mit unterschiedlichen Auslenkungen, Anfangsgeschwindigkeiten und Fadenlängen durch. Variieren<sup>2</sup> Sie auch die schwingende Masse. Wie beeinflussen diese Parameter jeweils Ihre Ergebnisse?  
Achtung: Mit “Fadenlänge” ist hier die Entfernung vom Drehpunkt zum Massenschwerpunkt des Smartphones gemeint. Der geometrische Mittelpunkt ist für die meisten Smartphones eine gute Abschätzung für den Massenschwerpunkt.
- (3 Punkte) Bestimmen Sie Schwingungsfrequenz und -periode für drei verschiedene Fadenlängen. Geben Sie Ihre Ergebnisse zusammen mit der verwendeten Fadenlänge in Ihrer Lösung zu dieser Aufgabe an und laden Sie diese bitte zusätzlich im Learnweb hoch.
- (1 Punkte) Tragen Sie Ihre Werte graphisch gegen die Fadenlänge auf. Entspricht das Ergebnis Ihrer Erwartung?
- (3 Punkte) Überprüfen Sie unter Zuhilfenahme der bisherigen Ergebnisse sowie der Rohdaten, eines Längenmessgerätes<sup>3</sup> und gegebenenfalls einer Küchenwaage, ob in Ihrem Experiment die Energieerhaltung gilt. Erläutern Sie Ihre Strategie.

---

<sup>2</sup>Damit ist hier gemeint, dass Sie jeweils einen Parameter verändern, während alle anderen Parameter zunächst konstant gehalten werden.

<sup>3</sup>Lineal, Zollstock oder was Sie sonst zur Hand haben.