WWU MÜNSTER

WS 2018/19

Übungen zur Physik I

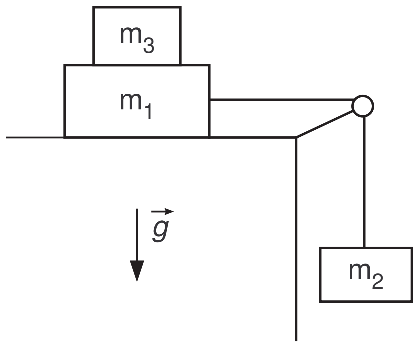
Vorlesung: Prof.Dr. Tilmann Kuhn, Prof.Dr. Cornelia Denz
Übungen: Dr. Karol Kovařík, Dr. Lew Classen

Blatt 7

mündlich: 19. oder 20.11.18
schriftlich: 22. oder 23.11.18

Aufgabe 25: Rutschende Masse unter Haft- und Gleitreibung (6 Punkte, schriftlich)

An einem über eine Rolle laufenden dehnungs- und masselosen Seil sind zwei Massen $m_1 = 6\,\text{kg}$ und $m_2 = 10\,\text{kg}$ befestigt (vgl. Abbildung). Der Haftreibungskoeffizient für m_1 und die Auflage hat den Wert $\mu_h = 0{,}625$. Der Gleitreibungskoeffizient beträgt $\mu_g = 0{,}33$.



(a) (4 Punkte) Wie groß muss die Masse m_3 mindestens gewählt werden, so dass sich m_1 nicht bewegt?

Hinweis: Betrachten Sie hierfür zunächst m_2 und $m_1 + m_3$ getrennt und stellen Sie die jeweilige Bewegungsgleichung unter Berücksichtigung der an den Massen angreifenden Kräfte (inklusive der jeweiligen Seilkraft) auf. Nutzen Sie anschließend aus, dass die Massen durch ein dehnungsloses Seil miteinander verbunden sind.

(b) (2 Punkte) Mit welcher Beschleunigung bewegt sich das System ohne die Masse m_3?

Aufgabe 26: Schiefer Wurf mit Antrieb (8 Punkte, schriftlich)

Ein Ball mit einem Antrieb wird mit der Geschwindigkeit $v = |\vec{v}\,|$ und dem Winkel θ zur Horizontalen in die x-Richtung abgeworfen. Zum Zeitpunkt $t = 0$ befindet sich der Ball am Ursprung und der Antrieb schaltet sich an. Der Antrieb übt eine zeitabhängige Kraft

$$F(t) = F_0 \sin\left(\frac{\pi g}{2v\sin\theta}\,t\right)$$

in der x-Richtung aus. Die Gravitationsbeschleunigung ist wie üblich $\vec{a}(t) = -g\,\vec{e}_z$.

(a) (3 Punkte) Stellen Sie die Bewegungsgleichungen auf, die den schiefen Wurf mit einem Raketenantrieb beschreiben und bestimmen Sie die Bahnkurve $\vec{r}\,(t)$.

(b) (1 Punkt) Zu welcher Zeit T trifft der Ball wieder auf dem Boden auf?

(c) (2 Punkte) Wie weit wird der Ball geworfen?

(d) (1 Punkt) Wie hoch wird der Ball geworfen?

(e) (1 Punkt) Vergleichen Sie die Ergebnisse aus (b) – (d) mit einem schiefen Wurf ohne Antrieb.

Aufgabe 27: Geostationäre Umlaufbahn **(7 Punkte, mündlich)**

Die Erde dreht sich in 86164 s einmal um ihre Achse.

(a) (1 Punkt) Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit der Erde?

(b) (3 Punkte) Welche Entfernung h von der Erdoberfläche muss ein künstlicher Satellit haben, der über einem bestimmten Punkt des Äquators stillzustehen scheint (geostationärer Umlauf)? (Radius der Erde: $R = 6378$ km, Masse der Erde: $M = 5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg; Gravitationskonstante: $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \, \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{kg\ s}^2}$)

(c) (2 Punkte) Unter welchem Winkel α zur Horizontalen erscheint in Münster (52. Breitengrad) ein solcher Satellit, wenn er sich auf dem gleichen Längengrad befindet?

(d) (1 Punkt) Warum kann man keinen Satellit geostationär über Münster fliegen lassen?

Aufgabe 28: Elliptische Bahnen **(7 Punkte, mündlich)**

Eine Ellipse mit dem Ursprung der $x-y-$Ebene als Mittelpunkt und den Halbachsen a und $b \leq a$ ist durch die *Mittelpunktsform*

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

bestimmt.

(a) (3 Punkte) Eine Ellipse ist die Menge aller Punkte (x, y) für die die Summe der Entfernungen L_1 und L_2 zu zwei gegebenen Brennpunkten $F_1(-e, 0)$ und $F_2(e, 0)$ konstant $(= 2a)$ ist. Zeigen Sie, dass damit für (x, y) die Mittelpunktsgleichung gelten muss. Wie gross ist die kleine Halbachse b?

(b) (4 Punkte) In einem verschobenen Koordinatensystem lässt sich die Ellipse in Polarkoordinaten durch die Gleichung

$$r = \frac{k}{1 + \varepsilon \cos \phi}$$

beschreiben. Zeigen Sie, dass daraus die Mittelpunktsgleichung folgt ($\varepsilon \neq 0$). Wie lautet der Zusammenhang der Parameter a und b (Halbachsen im Fall der Ellipse) mit den Parametern k und ε? Wo liegt der Mittelpunkt der Ellipse?

Aufgabe 29: Konservatives Kraftfeld **(6 Punkte, schriftlich)**

Zeigen Sie auf zwei verschiedene Weisen, dass das Kraftfeld

$$\vec{F}(\vec{r}) = a\Big(y^2z^3 - 6xz^2, 2xyz^3, 3xy^2z^2 - 6\,x^2z\Big) \qquad (a = \text{const.})$$

konservativ ist:

(a) (1 Punkt) Zeigen Sie, dass die Rotation verschwindet.

(b) (3 Punkte) Zeigen Sie, dass ein Potential $V(\vec{r})$ mit $\vec{F}(\vec{r}) = -\vec{\nabla} V(\vec{r})$ existiert.

(c) (2 Punkte) Berechnen Sie zusätzlich die Arbeit W die bei der Bewegung auf einer Geraden vom Ursprung zum Punkt $P(3|1|2)$ zu leisten ist. Zeigen Sie, dass $W = V(3, 1, 2) - V(0, 0, 0)$.