WS 2019/20

Übungen zur Physik I

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

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

Blatt 7

mündlich: 18. oder 19.11.19
schriftlich: 21. oder 22.11.19

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 Satelliten geostationär über Münster fliegen lassen?

Aufgabe 28: Elliptische Bahnen (7 Punkte, schriftlich)

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

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

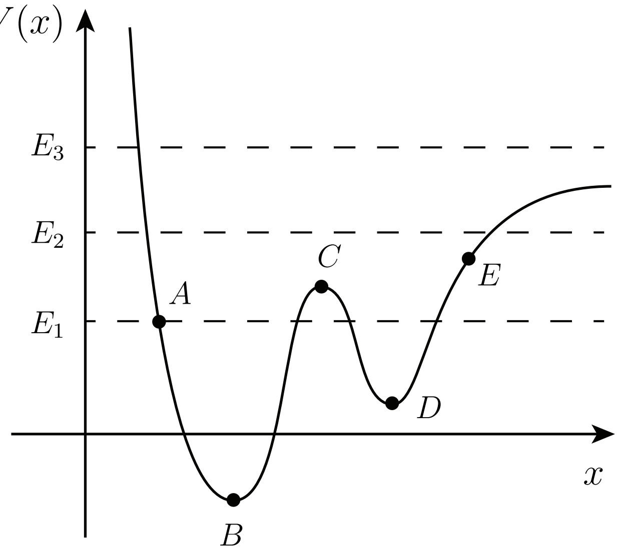
beschreiben. Zeigen Sie, dass daraus die Mittelpunktsgleichung folgt ($\varepsilon \neq 0$). Wie lautet der Zusammenhang der Parameter a und b (Halbachsen im Fall der Ellipse) mit den Parametern k und ε? Wo liegt der Mittelpunkt der Ellipse?

Aufgabe 29: Potentielle Energie - eindimensionale Bewegung (8 Punkte, mündlich)

Ein Teilchen bewegt sich entlang der x-Achse in einem Kraftfeld $\vec{F}(x)$. Das Kraftfeld wird beschrieben durch sein Potential (potentielle Energie) $V(x)$ als

$$\vec{F}(x) = -\vec{\nabla} V = -\frac{dV}{dx}\,\vec{e}_x$$

Wir betrachten die Bewegung eines Teilchens in den Punkten A, B, C, D und E wobei jeder Punkt z.B. A durch den Ort x_A und die zugehörige potentielle Energie V_A charakterisiert ist.



(a) (2 Punkte) Welche Richtung haben die Kräfte, die in den Punkten x_A, x_B, x_C, x_D und x_E wirken? Welche Kraft hat den größten Betrag? Begründen Sie Ihre Antworten durch eine Skizze/Zeichnung.

(b) (1 Punkt) Ein Teilchen mit der Gesamtenergie E_2 läuft durch alle Punkte $A - E$. Zeichnen Sie in die Skizze der potentiellen Energie die kinetische Energie in den Punkten $A - E$.

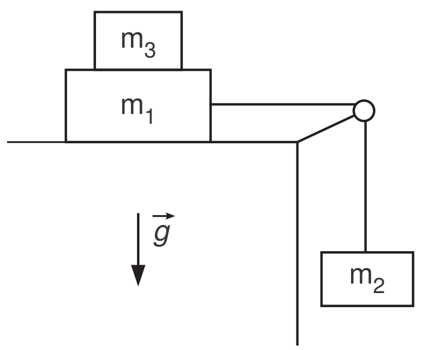
(c) (2 Punkte) Ein Teilchen startet im Punkt A mit der Gesamtenergie $E_1 = V_A$. Wie groß ist die Anfangsgeschwindigkeit? Zeichnen Sie das Intervall in dem sich das Teilchen bewegt. Wie ändert sich das Intervall, wenn die Gesamtenergie E_2 ist?

(d) (2 Punkte) Die Bewegung eines Teilchens beginnt im Punkt E mit der Gesamtenergie E_3. Zeichnen Sie das Intervall in dem sich das Teilchen bewegt für den Fall, dass sich das Teilchen am Anfang nach links bewegt. Wie ändert sich das Ergebnis wenn sich das Teilchen am Anfang nach rechts bewegt?

(e) (1 Punkt) Gibt es Orte wo es möglich wäre, dass keine Bewegung stattfindet? Wie muss die Gesamtenergie an diesen Orten gewählt werden?

Aufgabe 30: Rutschende Masse unter Haft- und Gleitreibung (8 Punkte, schriftlich)

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



(a) (5 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) (3 Punkte) Mit welcher Beschleunigung bewegt sich das System ohne die Masse m_3?

Aufgabe 31: Kuchen auf einem Tisch **(5 Punkte, mündlich)**

Sie befinden sich auf einer Party und möchten die anderen Gäste beeindrucken, indem Sie die Tischdecke eines runden Tisches (Radius 70 cm), auf dem genau in der Mitte ein ebenso runder Kuchen steht, unter diesem wegziehen, ohne dass der Kuchen zu Boden fällt. Der (geschwindigkeitsunabhängige) Gleitreibungskoeffizient des Kuchens auf der Tischdecke beträgt $f_{G_1} = 0{,}3$, der des Kuchens auf dem Tisch $f_{G_2} = 0{,}4$.

(a) (2 Punkte) Welche Strecke d legt der Kuchen während der Zeitspanne T zurück, in der er noch mit dem Tischtuch in Kontakt ist? Die Übergangsphase, in der der Kuchen von der Decke heruntergleitet, werde vernachlässigt. Geben Sie Ihr Ergebnis als Funktion der Zeit an.

(b) (2 Punkte) Wie groß darf das Zeitintervall T sein, damit der Kuchen nicht herunterfällt, d. h. damit sein Mittelpunkt sich am Ende noch auf dem Tisch befindet?

(c) (1 Punkt) Wie schnell muss sich die Tischdecke bewegen (in km/h)?

Aufgabe 32: Gradient, Rotation und Divergenz **(5 Punkte, schriftlich)**

Berechnen Sie für eine beliebige Funktion $f(r)$ mit $r = |\vec{r}|$

(a) (1 Punkt) $\operatorname{grad} f(r)$,

(b) (1 Punkt) $\operatorname{div}(\operatorname{grad} f(r))$,

(c) (1 Punkt) $\operatorname{rot}(f(r)\vec{r})$,

(d) (2 Punkte) $\vec{\nabla}^2(\ln r)$.