

Übungsblatt 3

Besprechung am 14.11.2017/16.11.2017

Aufgabe 1

Paris-Geschütz. Das *Paris-Geschütz* war eine riesige Kanone, mit der die deutsche Armee im 1. Weltkrieg aus einer Entfernung von bis zu 130 km Paris beschossen hat. Wir gehen davon aus, dass der Luftwiderstand sowie die Erdkrümmung und Erdrotation vernachlässigt werden können. Ausserdem nehmen wir an, dass der Abschusspunkt auf gleicher Höhe wie Paris liegt.

- Unter welchem Abschusswinkel θ hat das Geschütz seine maximale Reichweite (d.h. unter welchem Abschusswinkel schießt es am weitesten)? *Hinweis: Sie können hier die Herleitung aus der Vorlesung benutzen.*
- Wir gehen nun davon aus, dass das eine Granate in einem Winkel von $\theta = 45^\circ$ abgefeuert wird. Mit welcher *Mündungsgeschwindigkeit* v_0 muss die Granate das Geschütz verlassen, um das 130 km entfernte Paris zu erreichen?
- Welche maximale Höhe erreicht die Granate aus der letzten Teilaufgabe? Vergleichen Sie diese Höhe mit einer geeigneten Bezugsgröße (z.B. Höhe des Eiffelturmes, Flughöhe eines Passagierflugzeugs).
- Wie lange fliegt die Granate, bis sie Paris erreicht?

Aufgabe 2

Fehlerrechnung und Dioden. Dioden sind elektronische Bauelemente, die in Abhängigkeit von der angelegten Spannung U (in Volt, V) einen gewissen Strom I (im Ampere, A) durchlassen. Details zum elektrischen Strom, der elektrischen Spannung und Dioden werden wir im zweiten Semester behandeln und sind hier unwichtig. Nach der Shockley-Gleichung¹ ist der durch die Diode fließende Strom I eine Funktion der angelegten Spannung U und gegeben durch

$$I(U) = I_S \left(e^{\frac{U}{U_T}} - 1 \right)$$

I_S und U_T sind Konstanten. Für eine bestimmte Diode sei $I_S = 3 \mu\text{A}$ und $U_T = 0,5 \text{ V}$. Sie können die Fehler in den Werten der Konstanten I_S und U_T vernachlässigen.

- Zeichnen Sie den Zusammenhang von Strom I (in μA) als Funktion der angelegten Spannung (in V) für die oben beschriebene Diode. *Hinweis: Die Lösung zur 2. Aufgabe des 1. Übungsblattes kann hierbei hilfreich sein.*

¹William Shockley (1910-1989) war Miterfinder des Transistors, Nobelpreisträger für Physik (1956) und eine zeitlang Chef von Gordon Moore.

- b) Sie legen eine Spannung von $U = 2,0 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ an. Was ist der entsprechende Strom und sein Messfehler nach der Gaußschen Fehlerfortpflanzung?
- c) Jetzt legen Sie eine Spannung $U = -2,0 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$ an (die Spannung ist negativ!). Was ist der entsprechende Strom, mit Messfehler nach der Gaußschen Fehlerfortpflanzung?
- d) Warum sind die Messfehler für den Strom in den letzten zwei Teilaufgaben so unterschiedlich, obwohl die Fehler in der Spannungsmessung identisch sind?

Aufgabe 3

Die Altwood'sche Fallmaschine. Diese Apparatur dient zum Messen der Erdbeschleunigung, an ihr sind zwei Massen mit einem Seil verbunden, welches über eine Umlenkrolle geführt wird (siehe Skizze unten). Im Folgenden soll angenommen werden, dass das Seil masselos ist und es sich um eine reibungsfreie Umlenkrolle handelt.

- a) Zeigen Sie, mithilfe des zweiten Newton'sche Axiom, dass für die Zugkraft im Seil gilt:

$$F_S = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g \quad (1)$$

Hinweis: Stellen Sie Gleichungen für die auf m_1 und m_2 wirkenden Kräfte auf; berücksichtigen Sie, dass der Betrag der Beschleunigung $|a|$ und der Zugkraft im Seil $|F_S|$ für beide Massen gleich sein muss, da sie durch das Seil verbunden sind.

- b) Liefert diese Gleichung für den Fall $m_1 = m_2$, sowie für die Grenzfälle $m_1 \gg m_2$ und $m_1 \ll m_2$ ein sinnvolles Ergebnis?
- c) Es sei eine der beiden Massen 1,7 kg. Welche Masse muss das andere Gewicht haben, damit der Betrag der Verschiebung relativ gesehen in der ersten Sekunde nach dem Loslassen 0,2 m beträgt?

Hinweis: Nehmen Sie eine gleichförmige Beschleunigung beider Massen in y -Richtung an.

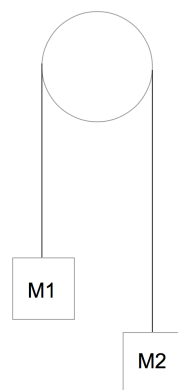


Abbildung 1: Skizze zur Altwood'schen Fallmaschine