

Abgabe am 27. März 2017 in der Vorlesung

Aufgabe 5.1. *Verschiedene Kräfte in Salz*

[+]

Die Entfernung zwischen den K^+ - und Cl^- -Ionen in KCl beträgt $d \approx 2.8 \text{ \AA}$. Berechnen und vergleichen Sie

- (a) die elektrostatische Anziehung zwischen einem Kalium- und einem Chloridion,
- (b) deren gegenseitige gravitative Anziehung und
- (c) die Erdanziehung auf jedes der beiden verschiedenen Ionen.

Hinweis. Die Massen betragen $m_{\text{K}} = 39.1 \text{ Da}$ und $m_{\text{Cl}} = 35.5 \text{ Da}$.

Aufgabe 5.2. *Schwingung einer Spinne an ihrem Faden*

[++]

Spinnenseide ist ein Material mit erstaunlichen Eigenschaften: So ist Spinnenseide bei gleichem Querschnitt ähnlich stabil wie Stahl, bei etwa einem Viertel der Dichte und sie kann auf das Dreifache ihrer Länge gedehnt werden ohne zu reißen. Unter anderem wegen dieser Eigenschaften ist Spinnenseide schon seit einigen Jahren Gegenstand intensiver biotechnologischer Forschung.

In dieser Aufgabe wollen wir jedoch untersuchen, wie sich ein Spinnfaden in seiner ursprünglichen Funktion verhält. Dazu betrachten wir eine weibliche **Gartenkreuzspinne** ($m_{\text{S}} = 0.5 \text{ g}$), die an einem $\ell_0 = 2.00 \text{ m}$ langen Sicherungsfaden¹ senkrecht nach unten hängt, siehe Abbildung 5.1.

Der Spinnfaden hat einen Durchmesser von $d_{\text{F}} = 5 \mu\text{m}$, eine Dichte von $\rho_{\text{F}} = 1.3 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ und einen Elastizitätsmodul von $E = 10 \text{ GPa}$.

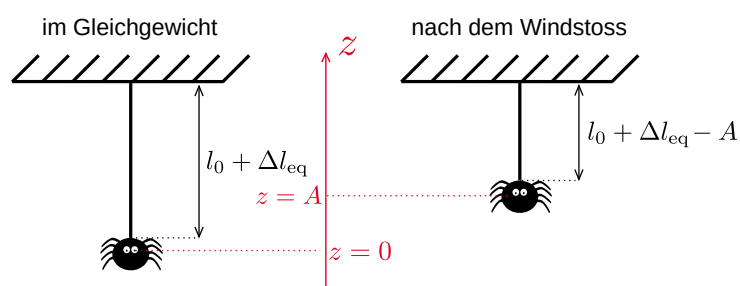


Abbildung 5.1: Skizze der Spinne im Gleichgewicht und nach dem Windstoss. Das Problem ist Eindimensional, wir nehmen an dass die Spinne vertikal gestossen wurde.

- (a) Zeigen Sie durch eine grobe Abschätzung, dass die Masse des Spinnfadens im Vergleich zur Spinne vernachlässigt werden kann.

¹Tatsächlich können Spinnen mit unterschiedlichen Drüsen viele verschiedene Arten von Spinnenseide produzieren.

- (b) Berechnen Sie die Federkonstante k des Spinnfadens.

Hinweis. Fangen Sie am besten an mit $\sigma = E\epsilon$. Was sind in unserem Fall σ und ϵ ? Falls Sie lieber mit einer anderen aus der Vorlesung bekannten Gleichung arbeiten möchten überlegen sie sich ganz genau, ob sie verstehen, was diese beschreibt.

- (c) Um welche Länge $\Delta\ell_{\text{eq}}$ wird der Spinnfaden durch das Gewicht der Spinne in der Gleichgewichtslage gedehnt?

In der Gleichgewichtslage wird die Gewichtskraft der Spinne gerade durch den Spinnfaden kompensiert. Was passiert, wenn die Spinne plötzlich durch einen Windstoß leicht senkrecht nach oben um eine Höhe A gehoben wird?

- (d) Wir definieren den Ursprung der z -Achse, so dass die Spinne in ihrer Gleichgewichtslage bei $z=0$ liegt. Welche Gesamtkraft $F(z)$ wirkt auf die Spinne wenn sie sich auf der Höhe z befindet?
- (e) Zeigen Sie, dass man die Bewegungsgleichung in der Form $a(z) = -\omega^2 z$ schreiben kann.
- (f) Berechnen Sie die Periode der Schwingung der Spinne.

Aufgabe 5.3. Arbeit von Kinesinen

[++]

Wenn Kinesine auf Mikrotubuli entlanglaufen, verbrauchen sie Energie in Form von ATP. Pro Schritt von $\ell = 8\text{ nm}$ wird ein ATP gespalten, was eine Energie von etwa $E = 8 \times 10^{-20}\text{ J}$ freisetzt.

- (a) Welche Kraft kann das Kinesin bei einer angenommenen Effizienz von 50 % maximal ausüben?
- (b) Wir haben in einer früheren Aufgabe gesehen, dass Kinesine eine Geschwindigkeit von $v = 0.8\text{ }\mu\text{m s}^{-1}$ erreichen. Berechnen Sie die mechanische Leistung eines Kinesins.
- (c) Vergleichen Sie die Energie eines ATP-Moleküls mit der Bewegungsenergie eines von einem Kinesin transportierten Mitochondriums ($m = 1\text{ pg}$).