



Kontaktmechanik und Reibungsphysik WiSe 2016/17 – UE 03

Thema: Kapillare Effekte in Kontakten

Aufgabe 1: Das untere Bild zeigt sowohl eine harte Kugel, die über eine kapillare Brücke mit einer aus gleichem Material bestehenden ebenen Oberfläche verbunden ist, als auch ein weiteres Modell. Dieses besitzt an seiner Oberfläche eine Vielzahl von zylindrischen Füßen (Radius b).

Diskutieren Sie den Unterschied der beiden skizzierten Modelle hinsichtlich der kapillaren Kraft. Die Flächen seien dabei durch vollständige Benetzbarkeit, d.h. einen Kontaktwinkel $\theta = 0$ ausgezeichnet. Außerdem soll der Radius einer Kapillarbrücke sehr viel kleiner sein als der Krümmungsradius der Kugel ($r \ll R$) und der "Kehlradius" genügend klein gegenüber dem Radius der Füße ($r_0 \ll b$).

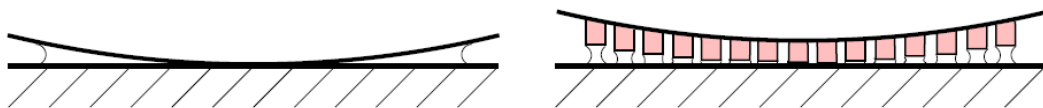


Abb. 1: Kontakt mittels einer (links) und mehrerer (rechts) Kapillarbrücken.

Aufgabe 2: Ein zylindrischer Stift (Masse m , Länge L) liegt auf einer Wasseroberfläche (Abb. 2). Zu bestimmen ist die Durchsenkung des Stiftes und die maximale Gewichtskraft, welche die Oberfläche noch tragen kann, unter der Annahme, dass die Steigung der Wasseroberfläche überall klein ist.

Aufgabe 3: [Hausaufgabe]

Wie hängt die Steighöhe in einer Kapillare von der Oberflächenspannung γ und dem Kontaktwinkel θ (und der Erdbeschleunigung g , der Dichte der Flüssigkeit ρ , dem Radius der Kapillaren r) ab? Vernachlässigen Sie dabei die potentielle Energie der Flüssigkeit, welche sich oberhalb der Höhe h befindet.



Abb. 2: Stift auf einer Wasseroberfläche

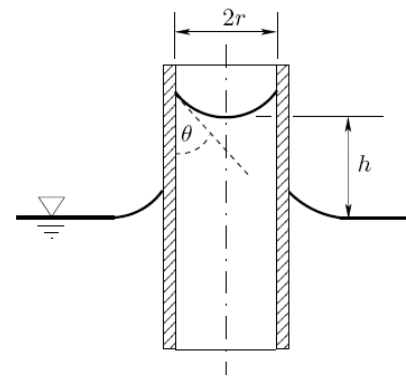
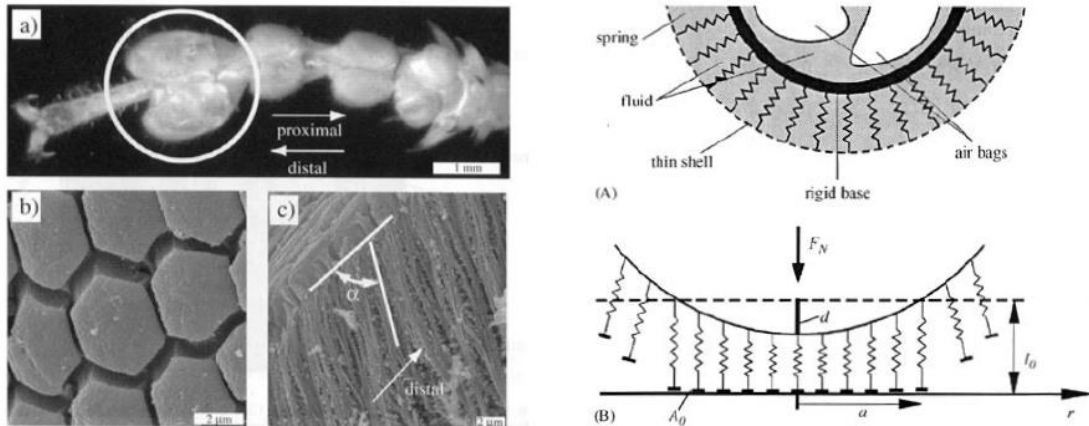


Abb. 3: Steighöhe in einer Kapillare

Extra: Adhäsiver Kontakt in biologischen Systemen

(Siehe auch Kontaktmechanik und Reibung 3. Auflage, S. 40 f.)

Viele Insekten (und andere Tiere) verfügen über hervorragende Vorrichtungen, die ein Haften an glatten Oberflächen erlauben. Das untere Bild zeigt als Beispiel den Fuß einer Heuschrecke, bestehend aus 3-4 Ballen. Ihre Oberflächen sind aus einer Vielzahl von hexagonalen Segmenten aufgebaut. Die ebenfalls ersichtliche innere Struktur verdeutlicht, dass jedes einzelne Segment durch eine Art "Ast" gehalten wird. Für diesen Haftapparat liegen bereits experimentelle Messdaten vor. Des Weiteren soll das skizzierte einfache Ersatzmodell herangezogen werden, um wesentliche gemessene Abhängigkeiten auf analytische Weise zu beschreiben.



- Bestimmen Sie zunächst die Abhängigkeit der Eindringtiefe von der Normalkraft.
- Berechnen Sie die maximale Länge einer Feder (Steifigkeit k ; ungespannte Federlänge l_0), bis zu welcher ein Haften an der starren, glatten und ebenen Oberfläche möglich ist.
- Welcher maximale Kontaktradius ergibt sich im Falle verschwindender externer Normalkraft? Welche ursprünglich aufgebrachte Normalkraft war mindestens notwendig, um diesen Gleichgewichtsradius zu ermöglichen?
- Nun soll anschließend zusätzlich mit einer Normalkraft F_p (Abziehkraft) gezogen werden. Stellen Sie den Zusammenhang zwischen Abziehkraft und Kontaktradius auf.
- Wie groß ist die maximal mögliche Abziehkraft (Adhäsionskraft), bis zu der gerade noch kein spontanes Abreißen der (restlichen) Federn geschieht und welcher kritische Kontaktradius gehört hierzu?
- Bestimmen Sie die Abhängigkeit der Abziehkraft von der ursprünglich aufgebrachten Andruckkraft.

Gegeben: γ_{12} , A_0 , $k = \frac{EA_0}{l_0}$, l_0