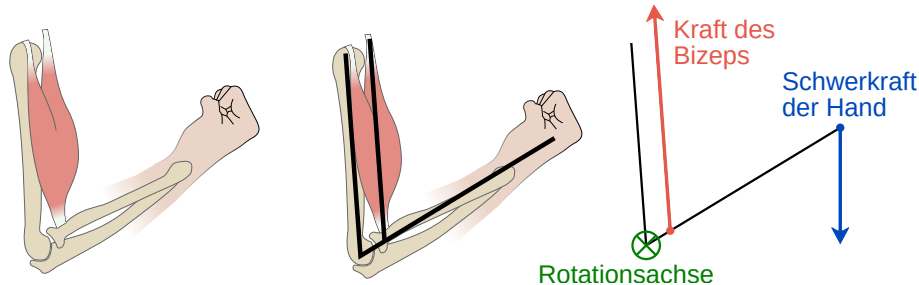


Abgabe am 24. April 2017 in der Vorlesung

## Aufgabe 8.1. Biomechanik

[++]

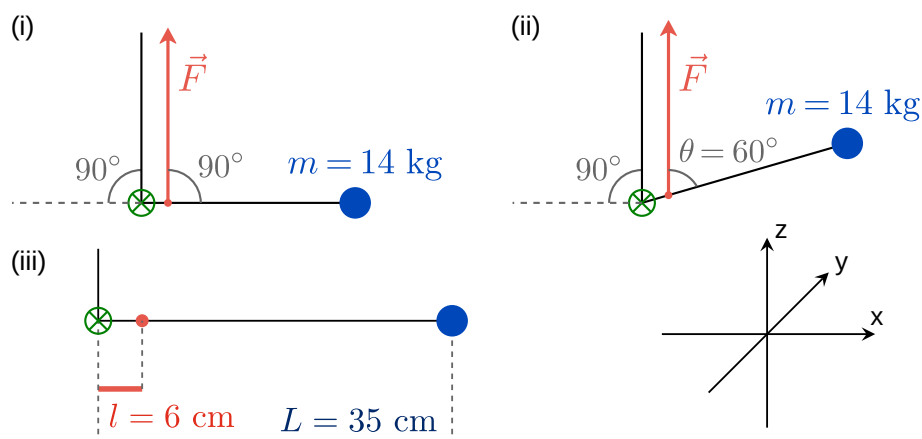


**Abbildung 8.1:** Modell des menschlichen Arms. Wir nehmen an, dass die Hand ein schweres Objekt hält und können somit die Masse des Unterarms vernachlässigen.

In dieser Aufgabe berechnen wir die Kraft, die der Bizeps ausübt, wenn wir ein schweres Objekt halten. Wir modellieren den menschlichen Arm wie in Abbildung 8.1. Dabei wird die Masse des Unterarms vernachlässigt, wir betrachten also nur die Schwerkraft der mit einer bekannten Masse beladenen Hand.

Beantworten Sie folgende zwei Fragen für jede der Gleichgewichtslagen (i) und (ii), die in Abbildung 8.2 dargestellt sind. Alle Zahlenwerte sind auf 3 signifikante Stellen genau.

- (a) In welche Richtung zeigen das Drehmoment der Schwerkraft und das Drehmoment der Kraft  $\vec{F}$  des Bizeps?
- (b) Welche Kraft  $|\vec{F}|$  übt der Bizeps aus? Die Hand bewegt sich nicht.



**Abbildung 8.2:** (i) und (ii): Zwei verschiedene Lagen des Arms im Gleichgewicht. Der Arm liegt in der x-z Ebene. (iii): Hier sind die Abstände zwischen dem Bizepsansatz bzw. der Hand und der Drehachse angegeben.

### Aufgabe 8.2. Drehmomente und Trägheitsmomente in Zentrifugen

[++]

Wir wollen herausfinden welche Kräfte beim Beschleunigungsvorgang auf die Bauteile einer Ultrazentrifuge wirken.

- (a) Wir beladen den Rotor nun mit vier Proben von je  $m = 15.00 \text{ g}$  im Abstand von  $r = 8.000 \text{ cm}$ . Berechnen Sie das gesamte Trägheitsmoment des beladenen Rotors.

*Hinweis. Zusätzlich zu den Trägheitsmomenten der Massen trägt der Rotor der Zentrifuge ein Trägheitsmoment  $\Theta_{\text{Rotor}} = 2.500 \times 10^{-2} \text{ kg m}^2$  zu dem gesamten Trägheitsmoment bei.*

- (b) Berechnen Sie den Drehimpuls der Ultrazentrifuge bei ihrer maximalen Drehzahl von  $f = 100\,000 \text{ rpm}$ .
- (c) Die Zentrifuge benötigt eine Zeit  $t = 5 \text{ min}$  um auf die maximale Drehzahl zu beschleunigen. Welches Drehmoment  $M$  muss sie dafür durchschnittlich aufbringen? In welche Richtung zeigt der Vektor  $\vec{M}$ ?
- (d) Das Drehmoment wird durch zwei kleine Einkerbungen auf der Unterseite des Rotors übertragen, die sich in einem Abstand von  $r_{\text{Einkerbung}} = 5.000 \text{ cm}$  zur Achse befinden. Welche Kraft wirkt auf jede dieser Einkerbungen während des Beschleunigungsvorgangs?