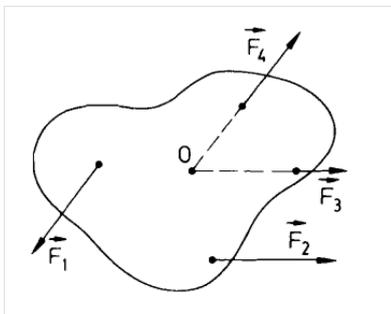


## Thema: Rotation, Drehimpuls, Drehmoment, Trägheitsmoment

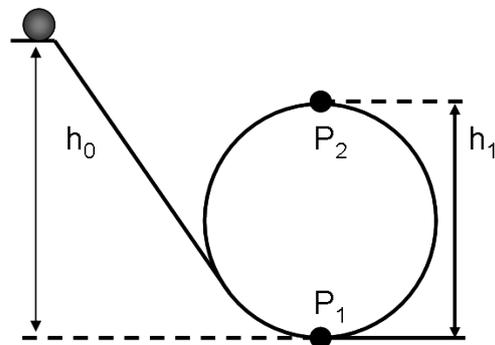
1) Ein Sportstudent kauft ein Tachometer für sein Fahrrad, wobei ein magnetischer Sensor zur Messung der Strecke und Umlauffrequenz direkt an der Felge montiert sei. Wenn das Rad ein 28er ist, d.h. der Raddurchmesser 28 Zoll entspricht, das Tachometer jedoch auf 26 Zoll geeicht ist, (Hilfestellung: 1 Zoll  $\hat{=}$  2,54 cm; die Dicke der Gummireifen sei zu vernachlässigen)

- wie groß ist dann der Unterschied in der Wegstrecke bei einem Umlauf?
- Wie groß ist der totale Wegunterschied nach einem Jahr, wenn die tatsächlich gefahrene Strecke 2800 km beträgt?
- Angenommen, beim Fahren zeigt der Tacho eine Geschwindigkeit von 36 km/h an, welcher Winkelgeschwindigkeit entspricht dies? Wie groß ist die „wahre“ Geschwindigkeit, wenn man eine 28 Zoll Felge zugrundelegt?



2) Welche der angreifenden Kräfte  $F$  übt auf die um  $O$  drehbar gelagerte Scheibe ein Drehmoment  $M$  aus?

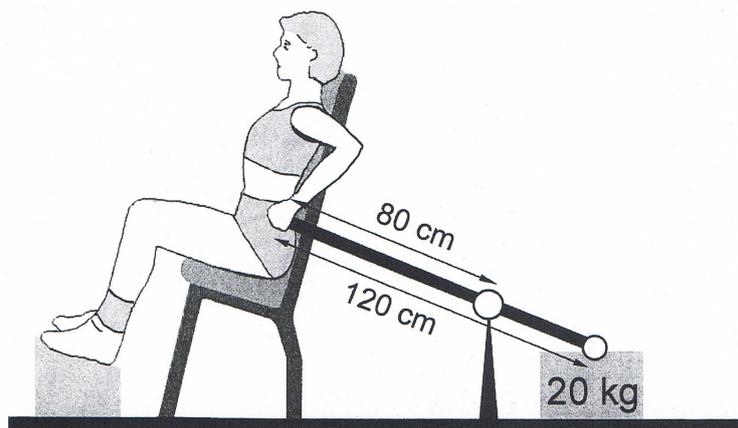
3) Bei einer Achterbahn soll ein neuer Looping ( $h_1 = 30\text{ m}$ ) eingebaut werden. Es stellt sich nun die Frage wie hoch die davor liegende Schräge  $h_0$  sein muss, damit der Wagen zum einen an  $P_2$  nicht herunterfällt und zum anderen keine zu große Beschleunigung (maximal  $6 \cdot g$ ) auf die Fahrgäste wirken. Der Wagen wiegt leer 600 kg und hat Platz für 4 Personen, wobei eine Person maximal 120 kg wiegen darf.



- Betrachten Sie Wagen als reibungsfreien Massepunkt. Wie hoch muss  $h_0$  mindestens und höchstens sein?
- Es soll nun auch die Rotation der vier zylindrischen Räder (jeweils  $m_R = 80\text{ kg}$ ,  $r_R = 20\text{ cm}$ ) berücksichtigt werden. Wie verändern sich die Grenzwerte aus a), wenn von einem reibungsfreien Rollen ausgegangen wird? (Das Trägheitsmoment eines homogenen Zylinders berechnet sich nach der Formel:  $J = \frac{1}{2}mr^2$  .)

- 4) Eine Eiskunstläuferin beginnt ihre Pirouette mit ausgebreiteten Armen; dabei besitzt sie ein Trägheitsmoment von  $J = 5 \text{ kgm}^2$ .
- Wie groß ist ihr Drehimpuls  $L$  bei einer Drehzahl von  $f = 1/\text{s}$ ?
  - Auf welche Drehzahl kommt sie, wenn sie durch Anlegen der Arme ihr Trägheitsmoment halbiert?
- 5) Bei der unten schematisch dargestellten Maschine drückt die trainierende Person mit der linken Hand das Ende einer 120 cm langen starren Stange hinunter. Die Stange ist um eine Querachse drehbar, die sich etwa 80 cm von der Handmitte entfernt befindet und in einer bestimmten Höhe fest verankert ist. An dem der Hand gegenüberliegenden Ende der Stange ist über eine Achse ein Gewicht mit der Masse  $m = 20 \text{ kg}$  angehängt (das Eigengewicht von Stange, Achsenlager usw. bleibt unberücksichtigt). Etwa welche (senkrecht nach unten) wirkende Kraft muss die Person an der Stange aufbringen, um das Gewicht anzuheben?

(A) 10 N    (B) 20 N    (C) 50 N    (D) 75 N    (E) 100 N

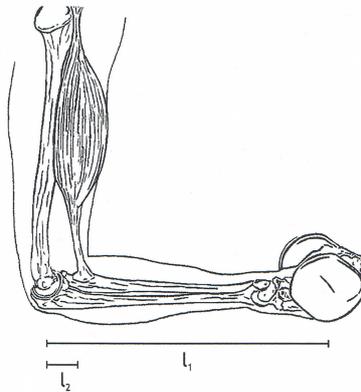


- 6) Mit Heparin versetzte Blutproben werden zur Abtrennung des Plasmas mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega = 300 \text{ s}^{-1}$  (also fast 3000 Umdrehungen pro Minute) zentrifugiert. Wie groß ist die auf die Proben in einem radialen Abstand  $r = 20 \text{ cm}$  von der Drehachse wirkende Beschleunigung bei gleichförmiger Kreisbewegung?

(A)  $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$     (B)  $60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$     (C)  $3.6 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$   
 (D)  $1.8 \cdot 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$     (E)  $4.5 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

- 7) Ein Athlet hält statisch eine Hantel mit der Masse  $m = 10 \text{ kg}$ . Unterarm und Hand (mit vernachlässigbarem Eigengewicht) sind wie ein waagrecht stehender einarmiger Hebel mit den Längen  $l_1 = 40 \text{ cm}$  und  $l_2 = 4 \text{ cm}$ . Die Wirkung aller Muskeln außer dem Bizeps ist zu vernachlässigen. Die Achse des Ellenbogengelenks ist waagrecht und steht in rechtem Winkel zum Unterarm und zur Wirkrichtung des Bizeps. Etwa wie groß sind die Drehmomente, die von Hantel und Bizeps am Unterarm erzeugt werden? (Positives Vorzeichen: Vektor zeigt in die Zeichenebene hinein; negatives Vorzeichen: Vektor zeigt auf den Betrachter.)

- (A) Hantel : + 4 Nm, Bizeps : - 40 Nm      (B) Hantel : + 4 Nm, Bizeps : - 4 Nm  
 (C) Hantel : + 40 Nm, Bizeps : - 40 Nm      (D) Hantel : + 40 Nm, Bizeps : - 4 Nm  
 (E) Hantel : + 400 Nm, Bizeps : - 40 Nm



- 8) Die Intrazelluläre  $\text{Na}^+$ -Konzentration beträgt etwa  $c = 15 \text{ mmol/L}$ . Etwa wie viele  $\text{Na}^+$ -Ionen befinden sich in  $1 \mu\text{m}^3 = 1 \text{ fL}$  intrazellulärem Volumen?

- (A)  $9 \cdot 10^3$       (B)  $9 \cdot 10^4$       (C)  $9 \cdot 10^5$       (D)  $9 \cdot 10^6$       (E)  $9 \cdot 10^7$