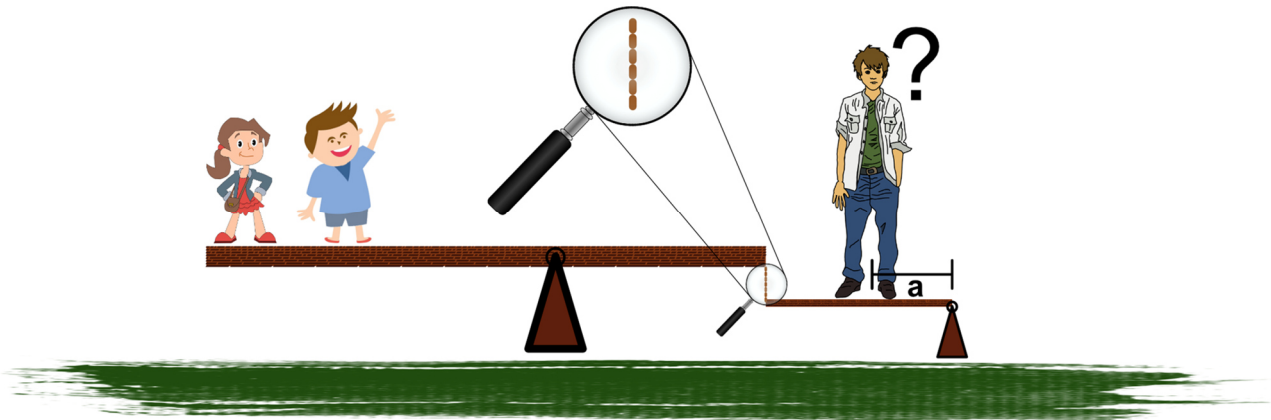
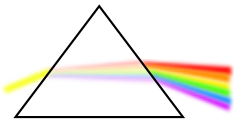


### Aufgabe 1: Besondere Wippe

Jürgen ist mit seinen beiden jüngeren Geschwistern Berta und Klaus auf dem Spielplatz. Dieser wurde vor Kurzem renoviert und es gibt dort nun eine ganz besondere Wippe. Zur Verbindung der Holzbalken wurde ein stabiles Seil, wie in der Vergrößerung dargestellt, verwendet. Die drei wollen die Wippe natürlich ausprobieren und fragen sich, an welche Stelle sich Jürgen wohl stellen muss, damit die Wippenkonstruktion im Gleichgewicht ist.



- Erstelle eine Formel, die einen Zusammenhang zwischen der Strecke  $a$  und der Masse der Kinder herstellt. Nimm dabei vereinfachend an, dass sich Berta und Klaus gemeinsam ganz am Ende der Wippe befinden und betrachte ihre Gesamtmasse  $m_{BK}$ .
  - Stelle zunächst geeignete Gleichgewichtsbedingungen unter Berücksichtigung der wirkenden Kräfte und relevanter Strecken auf.
  - Erstelle die geforderte Formel einmal ohne Berücksichtigung der Eigenmassen der einzelnen Abschnitte der Holzbalken und einmal mit Berücksichtigung dieser Massen.
- Baue diese Wippenkonstruktion nun unter Verwendung von geeigneten Materialien nach und dokumentiere dein Vorgehen. Du kannst gegebenenfalls Material aus der Physiksammlung deiner Schule verwenden. Bedenke bei deiner Konstruktion bereits die folgende Experimentieraufgabe.
- Führe folgende Experimentieraufgabe durch:
  - Bestimme die Strecke  $a$  für mindestens drei unterschiedliche Massen  $m_{BK}$  bei konstanter Masse  $m_J$  von „Jürgen“. Berechne dabei auch die theoretische Strecke  $a$  durch Anwendung deiner beiden Formeln (mit und ohne Wippenmasse).
  - Dokumentiere deine Ergebnisse übersichtlich in Form von Tabellen und Diagrammen (Graphen).
  - Interpretiere deine Ergebnisse und gehe dabei auch auf mögliche Fehler ein.



### Aufgabe 2: Kreisbewegungen – Zeit, dass sich was dreht!

#### Versuchsdurchführung:

Im vorliegenden Versuch sollst du Kräfte bestimmen, die bei einer Kreisbewegung auftreten.

Für den Versuch brauchst du eine zweite Person, die dich beim Laufen auf einer Kreislinie mit einem Handy fotografiert oder filmt.

Sucht euch einen freien Platz und markiert dort (z.B. mit Hilfe einer Schnur und Kreide) 3 Kreise (Radien etwa zwischen  $3m$  und  $5m$ ). Auf einer dieser Kreislinien läuft jetzt eine Versuchsperson mit möglichst konstanter Geschwindigkeit. Dabei wird sie gefilmt. Ihr werdet sehen, dass sich die laufende Person immer „in die Kurve legt“. Der Neigungswinkel der laufenden Person (gegen die Vertikale) und die Geschwindigkeit der Person müssen von euch in dem Versuch ermittelt werden.

Hinweise für die Versuchsdurchführung:

Achtet auf eine geeignete Kamera-Perspektive und nehmt die Bilder immer tangential zum Kreis auf.

Notiert den Radius des ersten Kreises. Stoppt die Zeit pro Runde (sie kann nachher beim Abspielen des Videos nachgemessen werden) und bestimmt daraus die Geschwindigkeit. Wiederholt den Versuch ca. 10-mal mit annähernd gleicher bzw. mit erhöhter Laufgeschwindigkeit (bei konstantem Radius). Führt auch jeweils ca. 10 Messungen bei den beiden anderen Radien durch. Achtet darauf, dass ihr auf keinen Fall während einer Runde schneller oder langsamer werdet!

#### Auswertung:

- Lege eine Tabelle an, in der du die jeweiligen von dir festgelegten Kreisradien, die gemessene Umlaufzeiten  $T$ , die aus  $T$  berechnete Geschwindigkeiten  $v$  und den gemessenen Neigungswinkel des Läufers/der Läuferin zur Vertikalen einträgst (pro Radius ca. 10 Messungen).
- Aus dem Neigungswinkel lässt sich eine Kraft bestimmen, die der Läufer instinktiv zum Mittelpunkt des Kreises hin erzeugt. Diese Kraft wird in der Physik als Zentripetalkraft bezeichnet.

Zeige, dass die Zentripetalkraft mit der Formel  $F_Z = F_g \cdot \tan(\alpha)$  ( $F_g$ : Gewichtskraft) und die Zentripetalbeschleunigung mit  $a_Z = g \cdot \tan(\alpha)$  ( $g$ : Ortsfaktor) berechnet werden kann. Fertige eine Skizze an, in der du alle relevanten Kräfte und ihr Zusammenwirken darstellst.

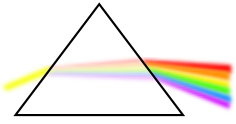
Berechne die Zentralbeschleunigung nach obiger Formel und trage die Werte in die Tabelle ein.

Erkläre den Unterschied der Zentripetalkraft (Zentripetalbeschleunigung) zur im Alltag bekannteren Zentrifugalkraft (Zentrifugalbeschleunigung).

Hinweis: Informiere dich über die bei einer Kreisbewegung auftretenden Kräfte und Beschleunigungen (z.B. unter dem Stichwort: Kreisbewegung auf [Leifi.de](http://Leifi.de))

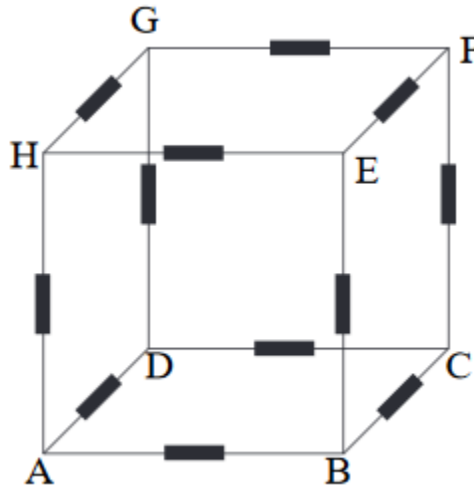
- Der Neigungswinkel der laufenden Person und damit die Zentripetalkraft (Zentripetalbeschleunigung) wird letztlich durch die Geschwindigkeit und den Laufradius bestimmt. Untersuche Anhand deiner Messergebnisse, wie der Zusammenhang zwischen  $a_Z$ ,  $r$  und  $v$  aussieht:  
Gehe dabei so vor, dass du eine mögliche Proportionalität zwischen  $v^2$  und  $a_Z$  (bei konstantem Radius  $r$ ) untersuchst und ermittle - wenn möglich - den Proportionalitätsfaktor. Zeichne dazu jeweils ein Diagramm, in welchem du  $v^2$  (y-Achse) gegen  $a_Z$  (x-Achse) aufträgst. Was fällt dir auf?
- Wie lässt sich nun aufgrund deiner Messergebnisse die Beschleunigung  $a_Z$  in Abhängigkeit von  $v$  und  $r$  darstellen? Überprüfe deine Vermutung.
- Bei deinen Messungen sind (wie in jeder Messung) Messfehler aufgetreten. Um welche Messfehler könnte es sich gehandelt haben und wie könnte man das Experiment noch verbessern?





- f) Die von dir ermittelten Konstanten (bei vorgegebenen Bahnradius) schwanken messfehlerbedingt um einen Mittelwert. Ermittle diesen Wert und die Standardabweichung des Wertes. Beurteile die Qualität deiner Messung anhand der Standardabweichung.

**Aufgabe 3: Der Widerstandswürfel**



Zwölf  $1\text{-k}\Omega$ -Widerstände lassen sich zu einem Würfel zusammenlöten (siehe Abbildung). Die Punkte A und F werden nun an eine  $4,5\text{ V}$  Spannungsquelle angeschlossen.

- Berechne den Gesamtwiderstand des Würfels!
- Welche Stromstärke fließt jeweils in den vier vertikalen Kanten des Würfels?
- Welche Spannung misst man jeweils zwischen den benachbarten Eckpunkten B und E bzw. E und F?
- Wie verändert sich der Gesamtwiderstand des Würfels, wenn man die Spannungsquelle an den Punkten A und E anlegt und wieviel Strom fließt jetzt in den vertikalen Kanten des Würfels?

Hinweis: Zeichne ein zweidimensionales Ersatzschaltbild, indem du den Würfel „in der Ebene flach ausbreitest“, ohne dass es zu Überschneidungen der Widerstände kommt.