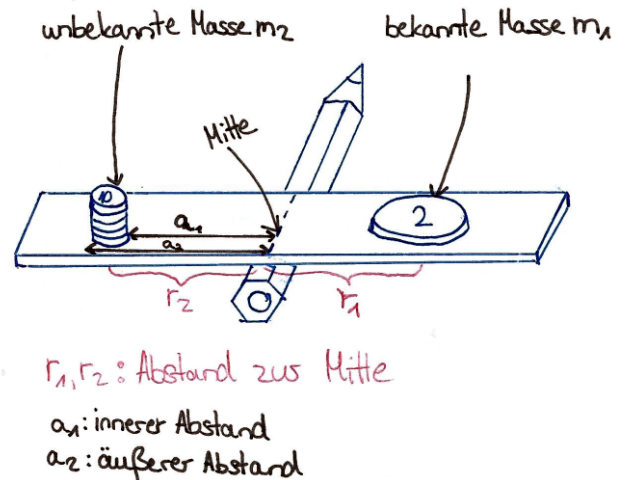


Diese Aufgabe soll nur von Schülerinnen und Schülern bearbeitet werden, welche die erste Runde nicht oder nicht erfolgreich absolviert haben, aber trotzdem an der zweiten Runde teilnehmen möchten.

Hebelgesetz

Leider ist die elektronische Waage im Schullabor defekt. Für ein bevorstehendes Schülerexperiment müssen jedoch kleine Massen möglichst genau bestimmt werden. Neue Messgeräte stehen kurzfristig nicht zur Verfügung. Eine Schülerin schlägt vor, mit einfachen Alltagsmaterialien eine Ersatzwaage zu bauen. Ein Lineal und ein sechskantiger Bleistift sind schnell gefunden – aber niemand weiß genau, ob und wie man damit zuverlässig messen kann.



- a) Baue aus einem sechskantigen Bleistift und einem Lineal (Länge ca. 30 cm) eine Waage. Orientiere dich an der Abbildung. Fixiere das Lineal auf dem Bleistift, wenn die Waage im Gleichgewicht ist. Dazu kannst du Kleber oder Klebeband verwenden.
- b) Lege eine 2-Euro-Münze (Masse $m_1 = 8,5 \text{ g}$) im Abstand $r_1 = 3 \text{ cm}$ von der Mitte auf die eine Seite des Lineals. Stelle auf die andere Seite des Lineals einen Turm aus 1-Cent-Münzen, so dass die Waage im Gleichgewicht ist. Den Abstand von den 1-Cent-Münzen zur Mitte nennen wir r_2 .

Wiederhole den Versuch systematisch, indem du den Turm immer höher baust. Erstelle dazu eine Tabelle, die den Abstand r_2 in Abhängigkeit von der Anzahl der Münzen, aus denen der Turm besteht, beschreibt. Der Abstand der 2-Euro-Münze und der Mitte bleibt konstant $r_1 = 3 \text{ cm}$. Beginne mit dem „Turm“, der nur aus einer Münze besteht. Stelle deine Messwerte in einem Diagramm dar. Fotografiere deine Waage bei einer beliebigen Messung.

Hinweis: Zur genauen Bestimmung von r_1 und r_2 misst man jeweils den inneren und den äußeren Abstand des Objekts zur Mitte und berechnet dann den Mittelwert.

Berechne nun nach dem Hebelgesetz $m_1 \cdot r_1 = m_2 \cdot r_2$ die Masse m_2 des Münzturmes sowie die sich daraus ergebende Masse einer 1-Cent-Münze. Notiere deine Rechnungen.

- c) Bestimme für einen konkreten Fall die Messgenauigkeit deiner selbstgebauten Waage. Lege dazu die 2-Euro-Münze im Abstand $r_1 = 5 \text{ cm}$ auf eine Seite der Waage. Stelle nun den Turm aus zwei 1-Cent-Münzen auf die andere Seite der Waage, sodass diese im Gleichgewicht ist. Verschiebe nun vorsichtig den Turm nach innen bzw. außen. Miss, wie weit man den Turm verschieben kann, ohne dass das Lineal kippt. Notiere Δr (maximale Verschiebung ohne Kippen).

Berechne daraus die relative Messgenauigkeit $\frac{\Delta r}{r_1}$.

- d) Recherchiere anschließend die Masse einer 1-Cent-Münze. Berechne damit die Massen der Türme aus 1, 2, 3, ... Münzen. Vergleiche diese Ergebnisse mit deinen Messungen aus Aufgabenteil b). Erkläre das Zustandekommen möglicher Abweichungen und beurteile deine Messung.