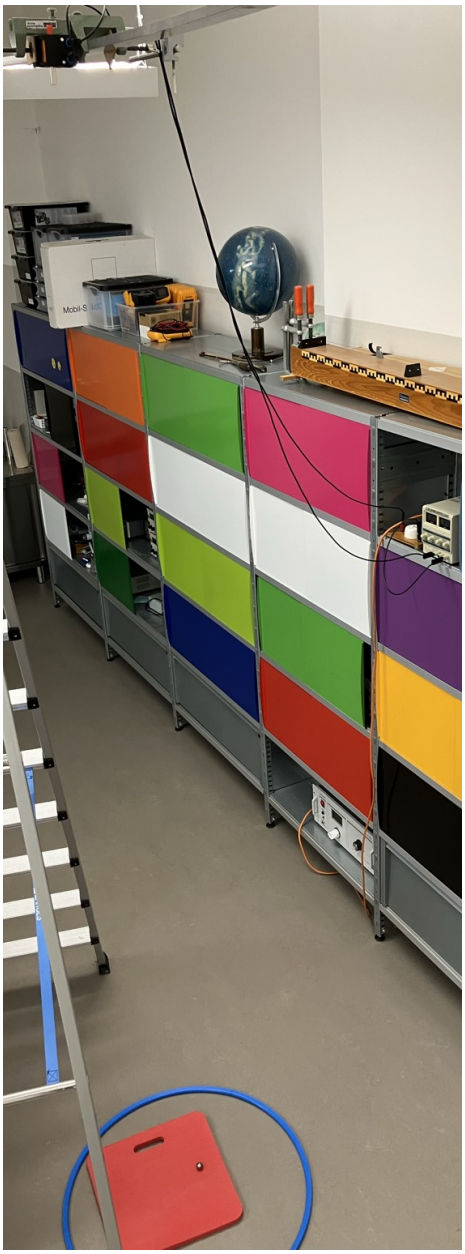
Versuche zur geradlinigen Bewegung

Handmessung des Freien Falls



Einleitung

Der **freie Fall**, also das Fallen unter alleinigem Einfluss der Schwerkraft, ist eine **gleichmässig beschleunigte Bewegung** (gmbB). Es ist bemerkenswert, dass dabei alle Gegenstände gleich schnell beschleunigen – solange eben störende Kräfte wie z.B. der Luftwiderstand keine Rolle spielen. Bei uns in Zürich beträgt die präzise gemessene **Fallbeschleunigung**

$$g_{\text{genau}} = 9.80648\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 9.81\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad .$$

In diesem Versuch sollen Sie diesen Wert durch eine eigene Messung verifizieren (= bestätigen) – mal schauen, wie gut Sie das hinbekommen!

Mess-Setting

Das Bild rechts zeigt die Versuchsanlage. An den Deckenlampen aufgehängt befindet sich eine **Startvorrichtung** für eine **Stahlkugel**, die fallen gelassen werden soll. Diese Vorrichtung funktioniert mit einem **Elektromagneten**, der die Kugel solange festhält, wie Strom fliesst. Den Elektromagneten können Sie mit einem **Schalter** (im Kasten) ein- und ausschalten. Damit die Kugel weich landet und nicht gross herumspickt, liegt eine Aufprallmatte parat. Der Reif verhindert zusätzlich, dass die Kugel davonrollt, wenn sie die Matte verlässt. Mit einer **Stoppuhr** lassen sich nun **Fallzeiten** ermitteln.

Versuchsdurchführung

1. Auf agertsch.ch finden Sie ein *Excel*-**Auswertungsfile** `freierfall.xlsx`. Öffnen Sie dieses File (nur jemand pro Gruppe) und tragen Sie darin alle Messungen ein, die Sie nun machen werden.

2. Messen Sie zuerst die **Fallhöhe** h über Boden resp. über der Matte. Verwenden Sie dazu das beiliegende **Messband** und versuchen Sie eine Präzision auf $\pm 0.5\,\text{cm}$ zu erreichen. Das kriegen Sie sicher gut hin, wenn Sie zusammen arbeiten.

   Hinweis: Für diese Messung sollten Sie bereits eine Kugel aufhängen, weil sonst ...

3. Sie haben **zwei Kugeln**, eine kleine und eine grosse. Führen Sie mit jeder Kugel **mindestens 15 Messungen** der **Fallzeit** t durch. Wenn Sie als Team arbeiten, geht das ziemlich schnell. Jemand sollte z.B. immer auf dem Tisch bleiben, um die Kugel schnell wieder aufzuhängen, jemand anders bedient den Schalter und vielleicht auch gleich die Stoppuhr und jemand drittes notiert die Messungen. Notieren Sie alle diese Messungen in einer der dafür vorgesehenen Spalten im Auswertungsfile.

Auswertung

1. Bestimmen Sie (in *Excel*) den Mittelwert t_{mittel} aller gemessenen Fallzeiten für jede der beiden Kugeln.

2. Welche **Fallbeschleunigung** g_{mess} erhalten Sie aus diesem Mittelwert t_{mittel}?

   Hinweis: Eine der Formeln für die **gleichmässig beschleunigte Bewegung ohne Anfangsgeschwindigkeit** (gmbBoA) lautet:

   $$s = \frac{a}{2}\,t^2 \qquad \text{resp.} \qquad a = \frac{2s}{t^2}$$

   Im freien Fall ist natürlich $a = g$ zu setzen, also $g = \frac{2s}{t^2}$. Lassen Sie *Excel* die Berechnung ausführen $\rightarrow$ entsprechende Zellen mit der Rechnung füllen!

3. Umgekehrt: Welche **theoretische Fallzeit** t_{theo} ergäbe sich mit dem genauen Wert g_{genau} der Fallbeschleunigung in Zürich bei Ihrer Fallhöhe h? $\rightarrow$ in *Excel*!

4. Bis auf wie viele Ziffern stimmt Ihr Messresultat g_{mess} mit dem genaueren Zürcher Wert g_{genau} überein?

5. Vermutlich gibt es nun zwischen den beiden Werten g_{mess} und g_{genau} einen klaren Unterschied. Die Fallbeschleunigung mit unserem Versuch genau zu messen, scheint recht herausfordernd zu sein.

   Stellen Sie nun **Hypothesen** auf, was bei Ihrem Versuch für diesen Unterschied verantwortlich sein könnte.

   (a) Welche **Fehlerquellen** könnten sich eingeschlichen haben?

   (b) Spielt allenfalls der **Luftwiderstand** eine Rolle? Wie könnten Sie das beurteilen?

