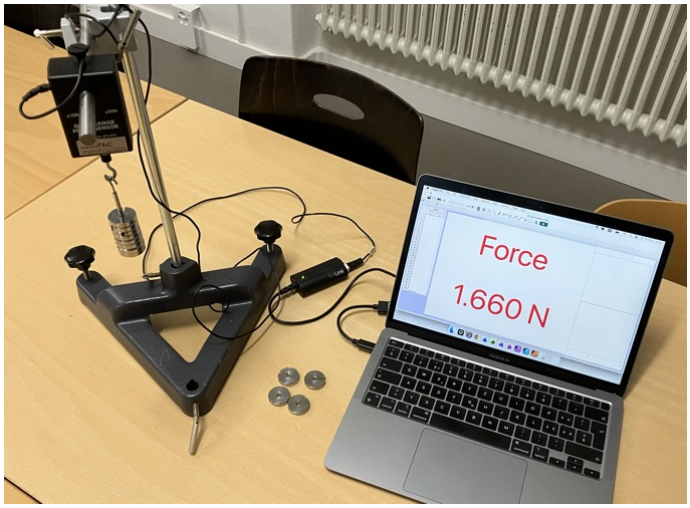
Versuche zur geradlinigen Bewegung

Gewichtskraft und Ortsfaktor

Einleitung



An der Erdoberfläche erfahren wir eine **Schwerkraft** nach unten resp. in Richtung Erdmittelpunkt. Diese **Anziehungskraft** bezeichnen wir in der Physik auch als **Gewichtskraft** F_G. Weil Gegenstände eine Masse haben, sind sie **schwer** und erfahren eine Gewichtskraft. Aber wie stark ist diese Gewichtkraft? Dieser Frage sollen Sie in diesem Versuch nachgehen.

Mess-Setting

Oben sehen Sie den Versuchsaufbau. Ein Haken misst permanent, wie stark an ihm gezogen wird, und gibt diesen Messwert über eine Schnittstelle (Interface *Go! Link*) an den Computer weiter. Dort wird er im zugehörigen Programm (*Logger Pro*) angezeigt. Nun können Sie verschiedene Massen m an diesen Haken hängen und jeweils die zugehörige Gewichtskraft F_G erfassen.

Versuchsdurchführung

1. Zuerst nehmen Sie die elektronische Erfassung der Kraft in Betrieb. Dazu finden Sie im Computer auf dem Schreibtisch das File `krafthaken.cmbl`. Wenn Sie dieses öffnen, startet das Programm *Logger Pro* und sollte sofort die aktuelle Kraft anzeigen.

   Nebenbei: Der Computer schaltet relativ rasch den **Bildschirmschoner** (schwarz) ein. Falls dies passiert, drücken Sie einfach auf eine Taste und das Bild erscheint wieder. Wenn Sie den Computer länger nicht antasten, geht er in den Ruhezustand über. Auch dann reicht es in der Regel eine Taste zu drücken. Falls dennoch ein Anmeldebildschirm erscheinen sollte, wo Sie scheinbar ein Passwort einzugeben haben: Der Benutzer `Max` hat kein Passwort. Drücken Sie einfach die *Enter*-Taste (↩), dann sollten Sie wieder eingeloggt sein.

2. Wie Sie feststellen können, wird auch dann eine Kraft angezeigt, wenn gar keine Masse am Haken hängt. Das ist ganz normal und muss durch eine **Tarierung** (= Nulleinstellung) korrigiert werden. Dazu hängen Sie das Gewicht ganz ab und klicken anschliessend oben im Programm auf den Button mit dem ∅-Symbol. Bis auf kleine Schwankungen wird nun tatsächlich 0 angezeigt. Jetzt kann's losgehen.

3. Von `agertsch.ch` holen Sie das *Excel*-File `ortsfaktor.xlsx` ab. Öffnen Sie dieses auf einem eigenen Gerät (nur jemand in der Gruppe). Darin vorbereitet finden Sie eine Tabelle mit den vorgesehenen Massenwerten. Lassen Sie diese zuerst in Kilogramm umrechnen, denn schliesslich ist kg die SI-Grundeinheit der Masse (und nicht etwa g). Füllen Sie also die nächste Spalte aus.

4. Nun hängen Sie immer mehr Masse an den Haken und tragen jeweils den zugehörigen Messwert ins `Excel`-File ein (Kraftspalte). Wie Sie sehen, wird die Kraft in **Newton** N gemessen. Alle Kräfte werden in Newton angegeben.

   Achtung! Damit der Messwert korrekt angezeigt wird, muss das Gewicht ruhig am Haken hängen. Selbst dann schwankt die Anzeige noch ein wenig. Tragen Sie einen Mittelwert in ihre Tabelle ein – wenn möglich mit drei Nachkommastellen, also auf Millinewton genau.

Auswertung

1. Sind Sie mit der Messung von F_G bei verschiedenen Massen durch, erfolgt die weitere Auswertung im *Excel*-File. Bei der Eintragung der Kraftwerte wurden im **Diagramm** rechts Punkte gesetzt. Sie zeigen an, wie viel Kraft F_G (vertikale Achse) bei welcher angehängten Masse m (horizontale Achse) gemessen wurde. Alle Punkte scheinen in etwa auf einer **Gerade** zu liegen, zu der wohl auch der Nullpunkt gehören würde – klar: Wenn keine Masse angehängt ist, beträgt auch die gemessene Kraft 0.

   Sie können nun die bestmögliche Gerade durch diese Messpunkte einzeichnen lassen, indem Sie das Diagramm anklicken, dann weiter oben *Diagrammentwurf* anwählen und schliesslich oben links auf *Diagrammelement hinzufügen* klicken. Im neuen Dialog wählen Sie *Trendlinie* und dort dann *linear*. Nun sollte die Gerade sichtbar sein.

   Erste Folgerung: Masse m und Gewichtskraft F_G sind **proportional** zueinander! Doppelt so viel Masse erfährt also doppelt so viel Gewichtskraft. Im Alltag würden wir sagen: Doppelt so viel Masse ist doppelt so schwer. Also keine grosse Überraschung.

2. Immer wenn sich zwei Grössen proportional zueinander verhalten, können wir mit ihnen eine Gleichung aufstellen, indem wir eine sogenannte **Proportionalitätskonstante** einführen. Im Falle von Masse und Gewichtskraft bezeichnen wir diese Proportionalitätskonstante als **Ortsfaktor** und geben diesem das Symbol g. Es gilt also:

$$F_\mathrm{G} = m \cdot g \quad . \tag{1}$$

   Das Verhältnis $\frac{F_\mathrm{G}}{m}$ muss bei unseren Messungen also stets denselben, konstanten Wert ergeben. Das können Sie im Messfile selber überprüfen, indem Sie die zusätzliche Spalte "Kraft pro Masse" ausfüllen. Teilen Sie dort jeweils den Kraftwert durch den Massenwert – einmal mit der Masse in g und einmal mit der Masse in kg. Erhalten Sie bei allen Messungen in etwa dieselben Werte für den Ortsfaktor g?

3. Der Ortsfaktor g muss auch der **Steigung** unserer Gerade entsprechen. Tatsächlich erhalten Sie daraus einen noch besseren Wert für g, denn auf diese Weise werden alle Ihre Messresultate miteinbezogen – nicht nur ein einzelnes.

   Zur Ermittlung dieser Steigung in der oberen der beiden orangen Zellen unterhalb der Tabelle klicken Sie diese Zelle an und starten mit der Eingabe `=STEIGUNG()`. Nun müssen zwei durch einen Strichpunkt voneinander getrennte Tabellenbereiche in die Klammer eingegeben werden. Klicken Sie in die Klammer und markieren Sie dann alle Werte in der Tabellenspalte für F_G. Dann folgt der Strichpunkt. Nun markieren Sie ebenso die Werte in der Spalte für m in Gramm. Jetzt sollte Ihre Zelle den folgenden Inhalt zeigen: `=STEIGUNG(D8:D18;B8:B18)`. Wenn Sie die *Enter*-Taste drücken, müsste der Steigungswert berechnet werden. Er liegt knapp unter 0.01.

   Überlegen Sie sich, wie dieser g-Wert von $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{g}}$ in $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}$ umzurechnen ist und geben Sie die Umrechnung in die Zelle darunter ein – es müsste sich ein Wert knapp unter 10 ergeben.

4. Woran erinnert Sie dieser Zahlenwert für g, den Sie da erhalten haben? Ist das ein Zufall? Könnten die "Dinge" etwas miteinander zu tun haben?