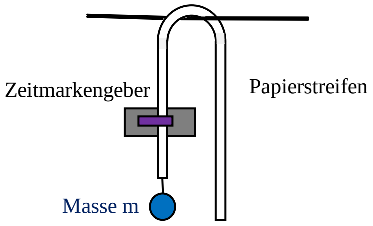
Physik-Übung * Jahrgangsstufe 8 * Experimentelle Bestätigung der Formel $E_{kin} = \frac{1}{2} mv^2$

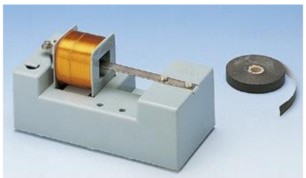
Für die Lageenergie (potenzielle Energie) einer Masse m in der Höhe h
Fällt diese Masse m dann die Höhe h herab, so wandelt sich diese Energie in kinetische Energie um.
Der folgende Versuch soll zeigen, wie die Auftreffgeschwindigkeit v von der Fallhöhe h abhängt.
Damit kannst du dann überprüfen, ob die Formel für die kinetische Energie richtig ist.

Versuchsaufbau und -durchführung:



Eine Kugel der Masse m hängt an einem Papierstreifen, der im so genannten Zeitmarkengeber eingefädelt wird. Der Zeitmarkengeber schlägt 50-mal pro Sekunde auf diesen Streifen. Lässt man die zunächst festgehaltene Kugel frei fallen, so werden auf dem Streifen im zeitlichen Abstand von $\Delta t = 0{,}020\,\text{s}$ Punkte markiert.

Am Streifen kann man daher genau die Fallhöhe x in Abhängigkeit von der Fallzeit t ablesen. [D.h. x = x(t)]



Zeitmarkengeber mit Papierstreifen

Aufgaben:

1) Erstelle für die fallende Kugel der Masse m einen Messstreifen mit den Markierungspunkten im zeitlichen Abstand von 0,020s.
2) Trage die Messwerte in eine t – x – Wertetabelle ein.
3) In der Zeit t ist die Kugel die Strecke x herabgefallen.
   Trage in die Tabelle den Wert der Durchschnittsgeschwindigkeit $\overline{v}$ für die Strecke x ein.
   Es gilt: $\overline{v} = \frac{h}{t}$ (Runde geeignet!)
4) Die tatsächliche Geschwindigkeit v zum Zeitpunkt t ist genau doppelt so groß wie $\overline{v}$.
   Diese tatsächliche Geschwindigkeit v = v(t) nennt man auch Momentangeschwindigkeit.
   Trage zu jedem Zeitpunkt t den Wert der Momentangeschwindigkeit v(t) in die Tabelle ein.
   (Runde geeignet!)
5) Zeichne ein t-v-Diagramm und ein t-x-Diagramm. (Wähle geeignete Einheiten!)
6) Zeige: Die Fallhöhe x ist proportional zum Quadrat der Momentangeschwindigkeit v.
   (D.h.: Zur 2-, 3-, 4-fachen Geschwindigkeit gehört die 4-, 9-, 16-fache Fallhöhe x.)
   Trage dazu die Werte von $v^2 : x$ in die Tabelle ein.
7) Beim Herabfallen der Kugel wird die potenzielle Energie in kinetische Energie umgewandelt.
   Man kann daher die Momentangeschwindigkeit v auch nach dem Energieerhaltungssatz unter Verwendung der Formel für die kinetische Energie zu jeder Fallhöhe x berechnen.
   $$E_{pot,oben} = E_{kin,unten} \Rightarrow m \cdot g \cdot x = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow 2 \cdot g \cdot x = v^2 \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot x}$$
   Berechne die theoretische Geschwindigkeit und trage sie in die Tabelle ein. (Runde geeignet!)
   Vergleiche mit den gemessenen Geschwindigkeiten.
8) Mit Excel lässt sich die Auswertung wesentlich bequemer durchführen.
   Und die Diagramme sind im Nu sauber und genau erstellt. Werte deine Daten mit Excel aus!
9) Überlege: Wie kann man die Momentangeschwindigkeit aus den Punkten auf dem Papierstreifen bestimmen, ohne die Durchschnittsgeschwindigkeit zu berechnen.

Zusatzaufgabe für Experten:

Kannst du aus den Messwerten den Wert der Erdbeschleunigung g ermitteln?

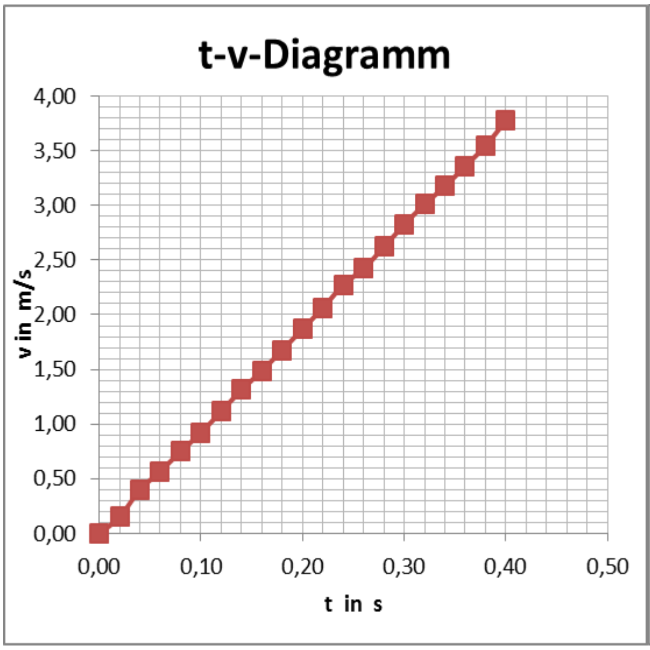
Bestimme diesen Wert und vergleiche mit dem tatsächlichen Wert $9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

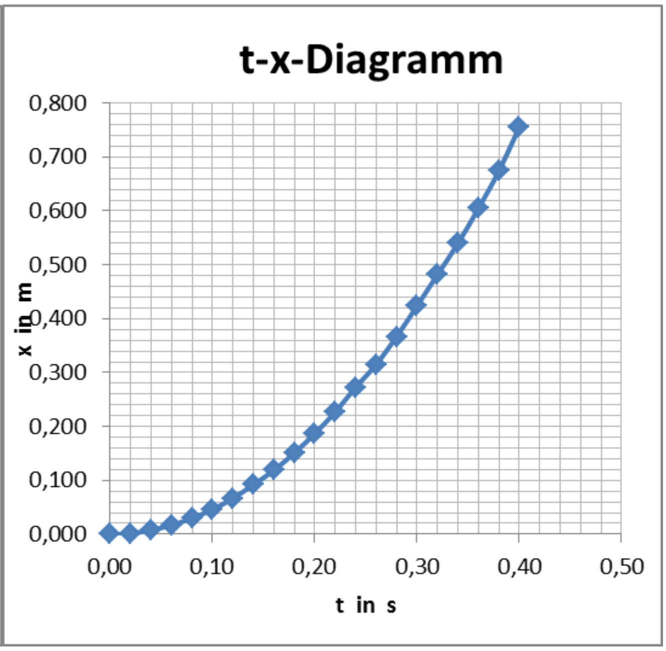
Warum ist dein gemessener Wert etwas kleiner als der tatsächliche?

Physik-Übung * Jahrgangsstufe 8 * Experimentelle Bestätigung der Formel $E_{kin} = \frac{1}{2} mv^2$

Daten und Auswertung einer Messung:

t in s	x in m	v = 2x / t in m/s	v^2 / x in m/s^2	v = Wurzel(2gx) in m/s
0,00	0,000	0,00		
0,02	0,002	0,15	15,0	0,17
0,04	0,008	0,40	20,0	0,40
0,06	0,017	0,57	18,9	0,58
0,08	0,030	0,75	18,8	0,77
0,10	0,046	0,92	18,4	0,95
0,12	0,067	1,12	18,6	1,15
0,14	0,092	1,31	18,8	1,34
0,16	0,119	1,49	18,6	1,53
0,18	0,151	1,68	18,6	1,72
0,20	0,187	1,87	18,7	1,92
0,22	0,227	2,06	18,8	2,11
0,24	0,273	2,28	19,0	2,31
0,26	0,315	2,42	18,6	2,49
0,28	0,367	2,62	18,7	2,68
0,30	0,424	2,83	18,8	2,88
0,32	0,482	3,01	18,8	3,08
0,34	0,540	3,18	18,7	3,25
0,36	0,605	3,36	18,7	3,45
0,38	0,674	3,55	18,7	3,64
0,40	0,756	3,78	18,9	3,85





Aus $2 \cdot g \cdot x = v^2$ kann man $g = \frac{v^2}{2 \cdot x}$ ermitteln.

Mit z.B. $x = 0,756\,\text{m}$ und $v = 3,78\frac{\text{m}}{\text{s}}$ folgt $g = \frac{v^2}{2 \cdot x} = \frac{\left(3,78\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 0,756\,\text{m}} = 9,45\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Da der Zeitmarkengeber den Papierstreifen etwas bremst, ist der gemessene Wert der Erdbeschleunigung etwas kleiner als der tatsächliche.