Name: _____

Aufgabe 371111 „Warum schwingt das Pendel aus?“

Einleitung

Drei Mechanismen können ein Fadenpendel dämpfen. Bei kleiner Dämpfung gilt für die Amplitude A nach n Schwingungen:

Modell	Kraft	Gerade Auftragung
(a) lineare Dämpfung	$F = -b \cdot v$	ln A gegen n
(b) quadratische Dämpfung	$F = -c \cdot \lvert v \rvert \cdot v$	1/A gegen n
(c) trockene Reibung	F = konstant	A gegen n

Du darfst annehmen: Der Faden ist masselos, die Winkel sind klein ($A/l \approx 0{,}2$).

Aufbau

- Pendelfaden mindestens 1 m lang, z. B. an einem Türrahmen oder Regal.
- Körper 1: kompakt und schwer (z. B. große Schraubenmutter oder Schlüsselbund).
- Körper 2: leicht und flächig (z. B. handtellergroße Pappscheibe mit beschwertem Rand oder aufgeblasener Luftballon mit angeklebter Münze). Bei der Pappscheibe zeigt die Fläche senkrecht zur Schwingrichtung (Faden an zwei Punkten am Oberrand).
- Maßband an der Wand hinter dem Pendel (auf Höhe des Körpers), Handy in 2 m Abstand und senkrecht dazu.
- Startamplitude etwa 20 cm (notiere den tatsächlichen Wert).

Messung

- Filme beide Körper. Miss die Periodendauer T aus 10 Schwingungen.
- Pausiere das Video bei den Zeiten $t = n \cdot T$ und lies die Amplitude A (Abstand zur Ruhelage) am Umkehrpunkt ab, der dem Zeitpunkt $t = n \cdot T$ am nächsten liegt.
- Körper 1: n = 0, 10, 20, …, 60. Körper 2: n = 0, 2, 4, …, 20.
- Tabelle je Körper: n | A | ln A | 1/A (Tabellenkalkulation).

Aufgaben

1. Erkläre in 2 bis 3 Sätzen: Warum nimmt die Amplitude bei quadratischer Dämpfung zu Beginn schneller ab als später, bei trockener Reibung aber immer gleich viel je Schwingung?
2. Zeichne je Körper drei Diagramme (A, ln A und 1/A gegen n). Lege eine Trendlinie mit Bestimmtheitsmaß R^2 an.
3. Welches Modell passt zu welchem Körper (größtes R^2)? Unterscheiden sich die R^2 um weniger als 0,01, ist die Entscheidung nicht eindeutig. Begründe das dann.
4. Berechne für beide Körper den Amplitudenverlust nach 10 Schwingungen (in %). Erkläre den Unterschied mit Fläche und Masse.
5. Fehlerbetrachtung (mindestens vier Quellen).

Bewertungsraster (30 P)

Teil	Erwartung	P
Aufbau	Vorgaben eingehalten, Foto/Skizze, T gemessen	3
Qualitative Theorie	Aufgabe 1	3
Messdaten	beide Reihen vollständig, Tabellen, Ablesegenauigkeit	5
Diagramme	6 Diagramme, Trendlinie, R^2	6
Modellentscheidung	je Körper begründet, Unsicherheit genannt	6
Vergleich der Körper	Verlust in %, Deutung mit Fläche/Masse	3
Fehlerbetrachtung	≥ 4 begründete Quellen	4