

13. Übungsblatt

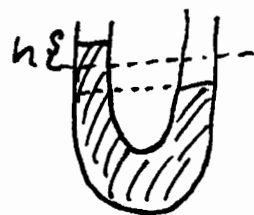
Es empfiehlt sich, zuerst allgemein zu rechnen und erst in die Endformeln Zahlenwerte einzusetzen

Strömende Flüssigkeiten und Gase

1. In einem Autoprospekt findet man über ein bestimmtes Fahrzeug folgende Angaben: Breite b , Höhe h , Gesamtgewicht G , Widerstandsbeiwert c_w . Zur Berechnung des Luftwiderstands kann die Beziehung für den Staudruck benutzt werden, wenn statt der geometrischen Fläche eine effektive Fläche benutzt wird. Die effektive Fläche ist das Produkt aus geometrischer Fläche und Widerstandsbeiwert. (leicht)
 - a) Geben Sie die auf das Auto wirkende Reibungskraft $F(v)$ insgesamt an, wenn zum Luftwiderstand noch die Rollreibung tritt (Rollreibungskoeffizient μ). Bei welcher Geschwindigkeit sind Reibung durch Luftwiderstand und Rollreibung gleich?
 - b) Wie hängt bei Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit die Leistung P von der Geschwindigkeit v ab? (Beispiel: $v = 130 \text{ km/h}$)
 - c) Wieviel Energie wird pro km Fahrtstrecke umgesetzt bei einer Geschwindigkeit von $v = 100 \text{ km/h}$ (bei 130 km/h , 180 km/h)?Zahlenwerte: $b = 1,5 \text{ m}$; $h = 1,4 \text{ m}$; $G = 10,2 \text{ kN}$; $c_w = 0,3$; $\mu = 0,01$; $\rho_0 = 1,293 \text{ kg/m}^3$.
Ergebnisse: a) $v = 57 \text{ km/h}$; b) $P = 22,9 \text{ kW}$; c) $dW/ds = 11,5 \text{ kWh/100km}$ ($17,6 \text{ kWh/100km}$; $31,1 \text{ kWh/100km}$)
2. Ein kugelförmiger Körper mit der Masse m und dem Radius r falle in einer Flüssigkeit mit der Viskosität η . Die Anfangsgeschwindigkeit sei Null. Wie ändert sich unter Vernachlässigung des Auftriebs die Geschwindigkeit als Funktion der Zeit? (etwas schwieriger)
 - a) Man diskutiere qualitativ den Verlauf der Kurve $v(t)$.
 - b) Man berechne $v(t)$.

Schwingungen

3. In einem U-förmigen Rohr mit konstantem Querschnitt A schwingt eine Wassersäule reibungsfrei auf und ab. Die gesamte Länge der Wassersäule sei gleich ℓ . Die Auslenkung h sei die Differenz zwischen dem Wasserniveau in einem Schenkel und dem Gleichgewichtsniveau. (relativ leicht)



- a) Handelt es sich um eine harmonische Schwingung? Begründen Sie Ihre Antwort.
- b) Berechnen Sie die rückstellende Kraft als Funktion von h .
- c) Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf und lösen Sie diese mit einem Ansatz. Wie groß ist die Kreisfrequenz ω und die Schwingungsdauer T ? Geben Sie einen Ausdruck für $h(t)$ an, falls $h(t=0) = h_0$ und $\dot{h}(t=0) = 0$.

Zahlenbeispiel: $A = 1 \text{ cm}^2$; $\ell = 1 \text{ m}$. Ergebnis: c) $\omega = 4,43 \text{ s}^{-1}$; $T = 1,42 \text{ s}$.

4. Ein homogener Vollzylinder mit der Masse m und dem Radius r ist mit einer Feder der Federkonstanten D verbunden und rollt, ohne zu gleiten, auf einer horizontalen Ebene hin und her. Die Masse der Feder sowie Reibungseffekte können vernachlässigt werden.



- a) Man leite die Bewegungsgleichung dieser Schwingung her.
- b) Wie groß ist die Schwingungsdauer T_R dieses Rollpendels?
- c) Wie groß ist die Schwingungsdauer T_G , wenn der Vollzylinder gleitet?

5. Als physikalisches Pendel wird ein starrer ausgedehnter Körper bezeichnet, der nicht in seinem Schwerpunkt aufgehängt ist und der nach einer Auslenkung um seine Gleichgewichtslage schwingen kann. Dabei sei der Abstand des Aufhängepunktes zum Schwerpunkt ℓ , der Winkel der Auslenkung aus der Ruhelage sei α .



- a) Bestimmen Sie die Bewegungsgleichung dieses Systems für kleine Auslenkungen α .
- b) Bestimmen Sie die Schwingungsdauer T des Systems durch Lösen der Bewegungsgleichung.
- c) Ein spezielles physikalisches Pendel ist das sog. *Reifenpendel*, das aus einem dünnen, homogenen Ring (Radius r , Masse m) besteht, der an einem Punkt seines Umfangs um eine horizontale Achse drehbar gelagert ist. Berechnen Sie die Frequenz ν dieses Pendels.