

Übungen zum Modul P1a

„Einführung in die klassische Mechanik und Wärmelehre“

Blatt 8

Abgabe: 17.12.2012 in der Übung

Aufgabe 21: (3 Punkte)

Ein dünner Stab der Länge l ist mit einem Scharnier an einer rotierenden Stange montiert, die sich mit der Winkelgeschwindigkeit ω um ihre vertikale Achse dreht. Welcher Winkel ergibt sich zwischen Stab und der Achse der Stange, wenn sich die Stange mit 50 Umdrehungen pro Minute dreht und am Ende des 50 cm langen Stabes ein Körper mit einer Masse von 200g montiert ist?

Aufgabe 22: (4 Punkte)

Ein Fadenpendel der Länge ℓ und der Anfangsauslenkung $\varphi_0 = 5^\circ$ wird beim Nulldurchgang (also bei verschwindender Auslenkung) um die Länge $\Delta \ell$ verkürzt und in den Punkten maximaler Auslenkung wieder auf die ursprüngliche Länge zurückgesetzt. Wie groß muss bei diesem „parametrischen Prozess“ die relative Längenänderung $\Delta \ell / \ell$ des Pendels sein, damit die maximale Auslenkung in einer halben Periode der Schwingung um 1% zunimmt?

Aufgabe 23: (4 Punkte)

Die Reibungskraft, die auf eine sich in einer Flüssigkeit bewegend Kugel wirkt, hängt von deren Radius R , deren Geschwindigkeit v und von zwei Eigenschaften der Flüssigkeit ab: ihrer Dichte ρ und ihrer Viskosität η . Die Dimensionen dieser Werte sind $[\rho] = M L^{-3}$ und $[\eta] = M L^{-1} T^{-1}$. Wie viele Parameter des Problems haben unabhängige Dimensionen?

- a) Wählen Sie die Dimensionen von v , R und η als unabhängig. Zeigen Sie mit der Hilfe des Buckingham'schen Π -Theorems, dass die allgemeine Abhängigkeit der Kraft vom Parameter wie folgt dargestellt werden kann:

$$F = \eta v R f\left(\frac{\rho v R}{\eta}\right)$$

Die dimensionslose Kombination $Re = \rho v R / \eta$ heißt die Reynold-Zahl und $f(Re)$ ist eine noch zu bestimmende Funktion.

- b) Für kleine Geschwindigkeiten ist es experimentell bekannt, dass die Reibungskraft proportional zur Geschwindigkeit ist. Wie sieht die Funktion $f(Re)$ für entsprechend kleine Werte der Reynoldszahlen aus? Was folgt daraus in Bezug auf die Abhängigkeit von F von R und ρ ?
- c) Für große Geschwindigkeiten hat man festgestellt, dass F von η unabhängig wird. Wie lauten die v - und R -Abhängigkeiten von F in diesem Fall? Hinweis: Überlegen Sie, welche Form f für große Werte der Argumente annehmen muss, damit F von η unabhängig wird!
- d) Wählen Sie nun die Dimensionen von v , R und ρ als unabhängig, finden Sie die entsprechende Darstellung von F und benutzen Sie diese, um die Fragen b) und c) nochmals zu beantworten.