

Physik * Jahrgangsstufe 10 * Eindimensionale Bewegungen

Beschreibung des Federpendels mit Hilfe der Methode der kleinen Schritte

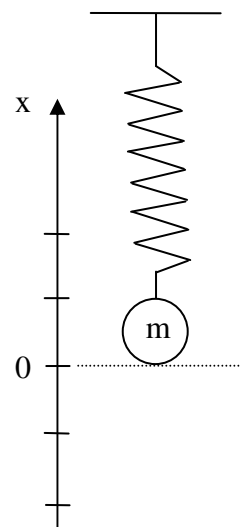
An einer Feder mit der Federhärte D hängt die Masse m .
Lenkt man diese Masse m um x_0 aus und lässt sie dann los,
so beginnt sie mit der Schwingungsdauer T zu schwingen.

Lenkt man die Masse nach unten aus, so wirkt eine resultierende Kraft F nach oben, lenkt man die Masse nach oben aus, so wirkt eine resultierende Kraft F nach unten.

Diese Kraft F ist zur Auslenkung direkt proportional, d.h. zur zwei-, drei-, vierfachen Auslenkung gehört auch die zwei-, drei-, vierfache „rücktreibende“ Kraft.

Also gilt: $F_{\text{resultierend}} = F = -D \cdot x$

Nach Newton gilt: $F_{\text{resultierend}} = F = a \cdot m$



Mit Hilfe der Methode der kleinen Schritte kann man nun aus den Anfangswerten die Bewegung näherungsweise (z.B. mit Excel) berechnen (siehe PH10-Federpendel.xls):

Anfangswerte: $t_0 = 0$ und $v_0 = 0$ und z.B. $m = 0,20\text{kg}$ und $D = 0,10\text{ N/m}$ und $x_0 = 0,15\text{m}$

Iteration: $t_{\text{neu}} = t_{\text{alt}} + \Delta t$ (Δt genügend klein wählen!!)

$$a_{\text{neu}} = -\frac{D}{m} \cdot x_{\text{alt}}$$

$$v_{\text{neu}} = v_{\text{alt}} + a_{\text{neu}} \cdot \Delta t$$

$$x_{\text{neu}} = x_{\text{alt}} + \frac{1}{2} \cdot (v_{\text{alt}} + v_{\text{neu}}) \cdot \Delta t$$

Fragen zum Excel-Blatt:

a) Wenn Δt nicht klein genug gewählt wird, schaukelt sich die Bewegung merklich auf!
Was ist der Grund dafür?
Warum ist das physikalisch gesehen gar nicht möglich?

b) Für die Schwingungsdauer T des Federpendels kann man theoretisch herleiten:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{D}} \quad \text{Lässt sich diese Beziehung mit dem Excel-Blatt bestätigen?}$$

c) Jede reale Schwingung ist wegen Reibungseffekten „gedämpft“.
Wie kann man das im Excel-Blatt nachahmen?

d) Auslenkung x , Geschwindigkeit v und Beschleunigung a erreichen ihre maximalen Werte zu unterschiedlichen Zeiten.
Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf von $x(t)$, $v(t)$ und $a(t)$ in einem Diagramm zuerst nach Ihren eigenen Überlegungen. Vergleichen Sie dann mit den Ergebnissen des Excel-Blattes.
Erstellen Sie dazu im Excel-Blatt ein geeignetes Diagramm, in dem $x(t)$, $v(t)$ und $a(t)$ gemeinsam angezeigt werden.

Beschreibung des Federpendels mit Hilfe der Methode der kleinen Schritte

Federpendel

Delta t	Masse m	Federhärte D	v ₀	y ₀	D/m
in s	in kg	in N/m	in m/s	in m	in 1/s ²
0,02	0,2	0,1	0	0,15	0,5

t in s	a in m/s ²	v in m/s	y in m
0,00		0,000	0,150
0,02	-0,075	-0,002	0,150
0,04	-0,075	-0,003	0,150
0,06	-0,075	-0,004	0,150
0,08	-0,075	-0,006	0,150
0,10	-0,075	-0,007	0,150
0,12	-0,075	-0,009	0,149
0,14	-0,075	-0,010	0,149
0,16	-0,075	-0,012	0,149
0,18	-0,075	-0,013	0,149
0,20	-0,074	-0,015	0,149
0,22	-0,074	-0,016	0,148
0,24	-0,074	-0,018	0,148
0,26	-0,074	-0,019	0,147
0,28	-0,074	-0,021	0,147
0,30	-0,074	-0,022	0,147

