Brückenkurs Physik
donat.adams@fhnw.ch
www.adams-science.org

Serie 100, 2. Axiom von Newton

Brückenkurs Physik Datum: 10. September 2018

1. Differentialgleichungen 9C0FU2

Aus dem 2. Axiom von Newton entstehen *Differentialgleichungen* der Form

$$\frac{d^2}{d^2t}\big(s(t)\cdot m\big) = F(t,s)$$

Wie man sie systematisch lösen kann, erfahren Sie später. Viele Lösungsverfahren basieren aber darauf, dass man die Form der Lösung schon kennt, und nur noch einen[1] Parameter bestimmt. Wie das geht, wird hier gezeigt.
Oft hängt die Kraft $F(t,s)$ weder vom Ort noch von der Zeit ab und auch die Masse ist konstant. In diesen Fällen ist die Kraft eine Konstante F. In diesen Fällen ist die Lösung der Differentialgleichung

$$s(t) = \frac{1}{2}\cdot\lambda\cdot t^2 + C_1\cdot t + C_2$$

(a) Leiten Sie die Lösung zwei Mal nacheinander ab.

(b) Zeiten Sie, dass die Lösung das 2. Axiom von Newton erfüllt.

(c) Bestimmen Sie den Parameter λ.

(d) Betrachten Sie nun Newtons's 2. Axiom, wie es im Buch (S. 145) angegeben ist. Welcher Zusammenhang fällt ihnen auf?

2. Übersicht Dynamik SAPQYH

Gemäss "Übersicht Dynamik" (Pkt. 3 und 4, S. 174) lösen wir im Fall von konstanten Kräften und einer konstanten Masse die Bewegunsgleichung so, dass wir in

$$s(t) = \frac{1}{2}\cdot a\cdot t^2 + v_0\cdot t + s_0$$

die Beschleunigung berechnen über

$$a = \frac{F}{m}\,.$$

Danach wird noch v_0 für die Anfangsgeschwindigkeit und s_0 für die Anfangsposition eingesetzt.

[1] selten mehrere Parameter

(a) $F = -358$ N, $m = 80$ kg, $s_0 = 0$, $v_0 = 0$. Geben Sie die $s(t)$ an.

(b) $F = 5.35$ kN, $m = 900$ kg, $v_0 = 0$. Was ist die Zeit zur Beschleunigung auf 100 km/h?

(c) $s(t) = 28\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 12.1\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot t^2$. $m = 900$ kg. Wie gross ist die Kraft?

3. Konstante Kraft? **08X4RJ**

Entscheiden Sie, ob in den folgenden Situationen *alle* Kräfte konstant sind. Entschieden Sie danacht, in welcher der Situationen die Geschwindigkeit konstant ist.

(a) Ein Fallschirmspringer fällt mit maximaler Geschwindigkeit.

(b) Ein Fallschirmspringer ist soeben aus dem Flugzeug gesprungen.

(c) Eine Rakte startet (konstante Schubkraft, Abb. 10.19).

(d) Ein Gewicht pendelt an einer Feder (Abb. 11.3).

(e) Ein Würfel liegt auf einem Tisch (Abb. 11.9).

(f) Ein Würfel wird mit konstanter Kraft über einen Tisch gezogen.

(g) Ein Motorrad fährt in einem Looping (Abb. 11.19).

(h) Ein Velo fährt mit konstanter Geschwindigkeit vom 25 km/h über eine waagrechte Strecke.

(i) Ein Velo fährt an einer fallenden Passstrasse los (ohne zu treten).

(j) Ein Velo fährt mit maximaler Geschwindigkeit eine fallenden Passstrasse hinunter (ohne zu treten).

(k) Ein Skifahrer fährt bei konstanter Hangneigung mit maximaler Geschwindigkeit (Abb. 11.23).

4. Kraft und Beschleunigung **KUZME9**

Wir betrachten die Abbildungen 10.5 und 10.6 im Buch.

(a) Markieren Sie in der Abbildung 10.6 den Bereich,
   i. wo die Feder stark zusammen gedrückt ist
   ii. wo die Feder stark gedehnt ist
   iii. wo die Feder nicht ausgelenkt ist

(b) Markieren Sie in Abb. 10.6 die Punkte, die zu den Daten bei 7.4 s in Abb. 10.5 gehören. Ordnen Sie weitere Punkte aus Diagramm 10.5 dem Diagramm 10.6 zu (z.B. $t = 8$ s, $t = 4$ s, $t = 2$ s).

(c) Liegen diese Punkte auf der roten Gerade von Abb. 10.6?

(d) Ein gewicht pendel an einer Feder: Wann ist die Kraft gross (negativ und positiv gerichtet), wann ist sie klein? Wann ist die Beschleunigung gross (negativ und positiv gerichtet), wann ist sie klein?

5. Harmonischer Oszillator **AEIT91**

Wir betrachten einen Harmonischen Oszillator (z.B. Abb 11.3, S. 157). Die Masse hängt an einer Feder und pendelt rauf und runter. In dieser Aufgabe wollen nun dafür die Frequenz berechnen.

(a) Wir betrachten zuerst die Masse in Ruhe: Die hängende Masse wird die Feder auslenken bis zum Gleichgewichtspunkt. Wie gross ist die Auslenkung?

(b) Wir ziehen an der Masse nach unten, so dass die Masse 1 cm tiefer als die Gleichgewichtslage zu stehen kommt. Wie stark müssen wir an der Masse ziehen?

(c) Wir messen nun Auslenkungen von der Gleichgewichtslage aus d.h. für die Gleichgewichtslage gilt $s = 0$. Dann ist die Federkraft $F(s) = s \cdot D$. Stellen Sie die Differentialgleichung auf.

(d) Leiten Sie $s(t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \phi)$ zwei Mal ab.

(e) Zeigen Sie nun, dass $s(t) = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \phi)$ die obige Differentialgleichung löst und bestimmen Sie daraus ω.

(f) Bestimmen Sie nun eine Masse von $m = 0.25$ kg und eine Feder mit Federkonstante $D = 300$ N/m und berechnen Sie ω.