Theoretische Physik 1 – Mathematische Methoden

Wintersemester 2026/27

Aufgabenblatt 3

Vorlesung: Marc Wagner
Übungsleitung: Carl B. Rosenkvist
rosenkvist@itp.uni-frankfurt.de

Aufgabe 1: Konstante Kräfte I

a) Ein Körper der Masse m wird zum Zeitpunkt $t = 0$ mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 in der x-z-Ebene unter dem Winkel α zur horizontalen x-Achse schräg nach oben geworfen. Die konstante Erdbeschleunigung $g > 0$ wirkt dabei in die negative z-Richtung. Der Luftwiderstand wird vernachlässigt.

Leiten Sie aus dem zweiten Newtonschen Gesetz die Bahnkurve $\mathbf{r}(t)$ her. Bestimmen Sie außerdem die maximale Höhe des Körpers. Wie ändern sich Bahnkurve und maximale Höhe, wenn der Abwurf nicht bei $z(0) = 0$, sondern aus einer Anfangshöhe $z(0) = h$ erfolgt?

b) Zwei Steine werden mit derselben Anfangsgeschwindigkeit $v_0 > 0$ senkrecht nach oben geworfen. Der erste Stein startet zum Zeitpunkt $t = 0$, der zweite zum Zeitpunkt $t = \Delta t > 0$ vom selben Ort. Beide bewegen sich ausschließlich unter dem Einfluss der konstanten Erdbeschleunigung g.

Bestimmen Sie den Zeitpunkt T_S, zu dem sich die Steine treffen, sowie ihre Geschwindigkeiten zu diesem Zeitpunkt. Unter welcher Bedingung an Δt findet das Treffen statt, während beide Steine noch in der Luft sind?

Aufgabe 2: Konstante Kräfte II

Ein Teilchen der Masse m startet zum Zeitpunkt $t = 0$ im Ursprung und bewegt sich zunächst kräftefrei mit der Geschwindigkeit

$$\mathbf{v}(0) = v_0(1, 2, 0), \qquad v_0 > 0.$$

Sobald es in x-Richtung die Strecke $d > 0$ zurückgelegt hat, wirkt eine konstante Kraft

$$\mathbf{F} = -F_0\,\mathbf{e}_y, \qquad F_0 > 0.$$

a) Bestimmen Sie den Ortsvektor $\mathbf{r}_1(t)$ während der kräftefreien Bewegung, den Zeitpunkt t_1, zu dem die Kraft einsetzt, sowie Ort und Geschwindigkeit des Teilchens bei $t = t_1$.

b) Lösen Sie die Newtonsche Bewegungsgleichung für die Bewegung unter der konstanten Kraft. Geben Sie den Ortsvektor $\mathbf{r}_2(t)$ für $t \geq t_1$ an. Achten Sie dabei auf die Stetigkeit von Ort und Geschwindigkeit bei $t = t_1$.

c) Betrachten Sie nun den Spezialfall $F_0 = mv_0^2/d$. Die Kraft wird abgeschaltet, sobald das Teilchen wieder die Gerade $y = 0$ erreicht. Bestimmen Sie den Zeitpunkt t_2 des Abschaltens sowie die Geschwindigkeit des Teilchens unmittelbar danach.