

Kinematik von Punktmassen

Aufgabe 1.

Die durchschnittliche Geschwindigkeit eines Elfmeters im Fußball ist 120 km/h.

- a. Wie lange braucht der Ball bis ins Tor?

Lsg.: a) 0,333 s

Aufgabe 2.

Ein Basketball-Spieler springt senkrecht hoch und erreicht eine Höhe von 150 cm.

- a. Wie lange ist er insgesamt in der Luft?

Lsg.: a) 1,11 s

Aufgabe 3.

Sie beobachten eine Hummel und bestimmen ihre Position: $\vec{r}(t) = (2t^3 + t^2 + 2t + 5)\hat{i} + (3t^2 + t + 7)\hat{j}$. wobei \vec{r} in Metern gegeben sind und t in Sekunden. Bestimmen Sie die folgenden Größen:

- a. Die Anfangsgeschwindigkeit der Hummel (Betrag und Richtung).
b. Die Beschleunigung der Hummel zur Zeit $t = 2$ s (Betrag und Richtung).

Lsg.: a) $|v| \approx 2,24 \text{ m/s}$, $\theta \approx 26,6^\circ$ b) $|a| \approx 26,7 \text{ m/s}^2$, $\theta \approx 13,0^\circ$

Aufgabe 4.

Die Bremsen Ihres Autos sind in der Lage, eine Beschleunigung von $6,0 \text{ m/s}^2$ zu liefern. Sie fahren in einer 50 km/h -Zone mit einem Tempo von 80 km/h und sehen plötzlich eine Polizistin.

- a. Wie lange brauchen Sie mindestens, um Ihr Auto auf 50 km/h abzubremsen (ohne Reaktionszeit)?
b. Wie weit fahren Sie während des Bremsvorgangs von 80 km/h auf 50 km/h ?

Lsg.: a) 1,39 s b) 25,1 m

Aufgabe 5.

Wolfram hat einen schnellen Rennwagen und macht eine Testfahrt. Der Wagen ist mit einem Beschleunigungsmesser ausgestattet. Die Bewegung ist in die $+x$ -Richtung, und die Beschleunigung ist gegeben durch die Formel: $a_x = 4t$ wobei t in Sekunden ist und a_x in m/s^2 . Zur Zeit $t = 0$ steht das Auto still bei $x = 0$. Bestimmen Sie folgende Größen:

- die Geschwindigkeit des Autos zur Zeit $t = 3$ s.
- die Position des Autos zur Zeit $t = 3$ s.
- die Position des Autos, wenn die Geschwindigkeit $8 m/s$ beträgt.

Lsg.: a) 18 m/s b) 18 m c) 16/3 m

Aufgabe 6.

Beim Notbremsen wird ein mit einer Geschwindigkeit $v_0 = 90,00 km/h$ fahrender Zug auf der Strecke von $x_0 = 0,000 m$ bis $x_1 = 260,0 m$ mit konstanter Bremsbeschleunigung a zum Stehen gebracht.

- Wie groß ist a ?
- Wieviel Sekunden dauert es, bis der Zug zum Stehen kommt?
- Stellen Sie den Verlauf der Bewegung im $t - x$, $t - v$ und $t - a$ Diagramm dar.

Lsg.: a) $|a| = 1,202 m/s^2$ b) 20,8 s

Aufgabe 7

Sie stehen an einem senkrechten Abgrund und lassen einen Stein hinunterfallen. Eine Sekunde später werfen Sie einen zweiten Stein hinunter mit einer Geschwindigkeit von $20 m/s$. Die Steine treffen gleichzeitig auf dem Boden des Abgrunds auf.

- Wie tief ist der Abgrund?

Lsg.: a) $10,7\text{ m}$

Aufgabe 8

Ein Polizist sitzt in seinem Polizeiwagen, als ein Auto mit überhöhter Geschwindigkeit an ihm vorbeifährt. Das Auto hat eine konstante Geschwindigkeit von 160 km/h . In dem Moment, in dem das Auto vorbeifährt, startet der Polizeiwagen mit einer konstanten Beschleunigung von $3,0\text{ m/s}^2$.

- a. Wie lange braucht der Polizeiwagen, um das Auto einzuholen?

Lsg.: a) $29,6\text{ s}$

Aufgabe 9.

Ein LKW fährt mit konstanter Geschwindigkeit 36 km/h an einem stehenden PKW vorbei. Wenn sein Vorsprung 100 m beträgt, startet der PKW und fährt mit gleichförmiger Beschleunigung $1,2\text{ m/s}^2$ hinterher.

- a. Wieviel Zeit T benötigt der PKW, um den LKW einzuholen?
b. Welche Strecke s legt der PKW dabei zurück?

Lsg.: $T = 23,70\text{ s}$, $s = 337,0\text{ m}$

Aufgabe 10.

Zwei identische Autos fahren im Nebel senkrecht auf eine Wand zu. Der erste Wagen fährt mit 36 km/h und beginnt im Abstand 10 m vor der Wand mit einer Vollbremsung. Er kommt im letzten Augenblick unmittelbar vor der Wand zum Stehen (Abstand Null zur Wand). Der zweite Wagen fährt mit 54 km/h und beginnt im Abstand 12 m vor der Wand mit einer Vollbremsung.

- a. Mit welcher Geschwindigkeit prallt der zweite Wagen gegen die Wand?

Lsg.: $v_2 = 10,25\text{ m/s}$

Aufgabe 11

Das Begleitbuch zur Führerscheinausbildung macht folgende Angaben: Bei normaler Bremsung gilt: Der Bremsweg beträgt $(v/10)^2\text{ m}$ mit v in km/h . Der Reaktionsweg ist $(v/10) * 3\text{ m}$ mit v in km/h .

- a. Welche Reaktionszeit nimmt der TÜV an?

- b. Welchen Wert für die Beschleunigung eines Autos benutzt der TÜV in dieser Rechnung?

Lsg.: a) $1,08\text{ s}$ b) $|a| \approx 3,86\text{ m/s}^2$

Aufgabe 12

Ein Stein wird senkrecht nach oben geworfen. Auf seinem Weg nach oben kommt er an einem Punkt A mit der Geschwindigkeit v vorbei. Wenn er am Punkt B vorbeikommt, der 3 m höher liegt als A , ist seine Geschwindigkeit $v/2$.

- a. Berechnen Sie die Geschwindigkeit v in m/s .

Lsg.: a) $8,85\text{ m/s}$

Aufgabe 13

Eine Studentin schaut aus dem Fenster und sieht einen Ball, der sich nach oben bewegt. Es dauert $1/2\text{ s}$, bis der Ball am Fenster vorbei ist, das eine Höhe von 160 cm hat.

- a. Wie groß ist die Geschwindigkeit des Balls, wenn er sich am unteren Rand des Fensters befindet?

Lsg.: a) $5,65\text{ m/s}$

Aufgabe 14

Sie wollen mit Ihrem Motorrad über eine Schlucht springen. Die Seite der Schlucht, von der Sie abspringen, liegt 40 m über dem Grund der Schlucht, die Seite, auf der Sie landen wollen, ist 15 m über dem Grund der Schlucht. Die Schlucht ist 60 m breit.

- a. Zeichnen Sie eine Skizze
- b. Wie lange sind Sie in der Luft, bevor Sie auf der anderen Seite landen?
- c. Wie groß ist die minimale Geschwindigkeit, die notwendig ist, damit Sie auf der anderen Seite der Schlucht landen?

Lsg.: b) 2,26 s c) 26,56 m/s oder 95,6 km/h

Aufgabe 15

Ein Fußballspieler kickt einen Ball mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h in einem Winkel von $\theta_0 = 20^\circ$ von der Horizontalen. Das Tor befindet sich in einer Entfernung von 40 m und ist 2,44 m hoch. Der Torwart steht nicht im Tor.

- Wie lange dauert es, bis der Ball eine horizontale Strecke von 40 m zurückgelegt hat?
- Wie hoch ist der Ball, wenn er horizontal 40 m zurückgelegt hat?
- Wie groß ist die maximale Höhe des Balls?
- Zu welcher Zeit hat der Ball die maximale Höhe?
- Ist der Schuß ein Tor?

Lsg.: a) 1,53 s b) 3,05 m c) 4,61 m d) 0,969 s

Aufgabe 16

Der Kapitän eines Küstenwache-Schiffs möchte mit der Schiffskanone ein Ziel treffen. Das Ziel, eine Boje im Wasser, befindet sich in einer horizontalen Entfernung von 100 m vom Schiff. Die Kanone steht am Rande des Decks, 10 m dem Wasser. Der Kapitän möchte, dass die Kanonenkugel das Ziel genau 5 Sekunden nach dem Abfeuern trifft.

- Unter welchem Winkel und mit welcher Geschwindigkeit muss die Kanonenkugel abgefeuert werden?

Lsg.: a) $\theta \approx 48,4^\circ$ und $|v| \approx 30,1$ m/s

Aufgabe 17.

Ein Ball wird **horizontal** von einer Klippe geworfen, die 30 m hoch ist. Wenn der Ball unten auftritt, ist seine Geschwindigkeit doppelt so groß wie seine Anfangsgeschwindigkeit.

- Wie hoch ist die Anfangsgeschwindigkeit des Balls in m/s?

Lsg.: a) 14 m/s

Aufgabe 18

Betrachten Sie einen Menschen auf der Erde. Der Radius der Erde ist 6371 km . Wie groß sind die Bahngeschwindigkeit und die Beschleunigung eines Menschen aufgrund der Erdrotation:

- Am Äquator.
- In Landshut, bei 48.5° nördlicher Breite.

Lsg.: a) $v_E \approx 463\text{ m/s}$, $a_E \approx 0,0337\text{ m/s}^2$ oder $0,34\%g$ b) $v_{\text{Landshut}} \approx 306\text{ m/s}$, $a_{\text{Landshut}} \approx 0,0223\text{ m/s}^2$ oder $0,23\%g$

Aufgabe 19.

Ein Düsenflugzeug, das mit einer konstanten Geschwindigkeit von $v = 1800\text{ km/h}$ fliegt, kommt aus einem Sturzflug heraus und bewegt sich dabei in einem Bogen mit einem Radius von $R = 3,500\text{ km}$ (3500 m).

- Wie groß ist die Beschleunigung a des Flugzeugs?
- Geben Sie a auch als Vielfaches der Erdbeschleunigung g an.

Lsg.: $a = 71,43\text{ m/s}^2 = 7,281g$

Aufgabe 20.

Im olympischen Hammerwerfen rotiert ein Ball auf einer Kreisbahn (Radius $r = 2\text{ m}$), mit einer konstanten Winkelbeschleunigung von $1,0\text{ rad/s}^2$. Der Ball started aus dem Stillstand zur Zeit $t = 0\text{ s}$ bei einem Winkel $\theta_0 = 0$. Zur Zeit $t_2 = 6,0\text{ s}$ wird der Ball losgelassen.

- Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit zur Zeit $t_1 = 4\text{ s}$?
- Welche Gesamtbeschleunigung a_1 hat das Ball zur Zeit $t_1 = 4\text{ s}$?
- Wie schnell ist der Ball in dem Moment, wenn er losgelassen wird?
- Bestimmen Sie den Ortsvektor (x_2, y_2) und den Geschwindigkeitsvektor zu dem Zeitpunkt, wenn der Ball losgelassen wird.

Lsg.: a) 4 rad/s b) $32,06 \text{ m/s}^2$ c) 12 m/s d) $(x_2, y_2) \approx (1,32, -1,5) \text{ m}$, $(v_x, v_y) \approx (9,01, 7,92) \text{ m/s}$ oder $\theta_v \approx 41,3^\circ$

Aufgabe 21

Ein Boot bewegt sich mit einer Anfangsgeschwindigkeit v_0 nach rechts. Seine Geschwindigkeit nimmt exponentiell ab nach $v = v_0 e^{-\alpha t}$, wobei α eine Konstante ist.

- Wie groß ist die maximale Strecke, die das Boot nach rechts zurücklegt? Drücken Sie Ihre Antwort aus mit Hilfe der Parameter v_0 und α .

Lsg.: a) v_0/α

Aufgabe 22

Ein Sprinter läuft 100 m . Seine Geschwindigkeit v entlang der Laufbahn ist gegeben durch $v(t) = 11(1 - e^{-t}) \text{ m/s}$, wobei t in Sekunden ist. Zur Zeit $t = 0$, startet er bei $x(0) = 0$.

- Wie groß ist die Beschleunigung des Sprinters nach 10 s ?
- Welches ist die größte Geschwindigkeit, die der Läufer erreichen kann?
- Beschreiben Sie die Position des Sprinters entlang der Bahn als Funktion der Zeit $x(t)$. Hinweis: Benutzen Sie $v(t) = dx/dt$ und integrieren Sie. $\int e^{-t} dt = -e^{-t}$.
- Läuft der Sprinter die 100 Meter in unter 10 Sekunden ?

Lsg.: a) $5,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}^2$ b) 11 m/s c) $x(t) = 11t - 11(1 - e^{-t}) \text{ m}$ d) $x(10) \approx 99 \text{ m}$
nein