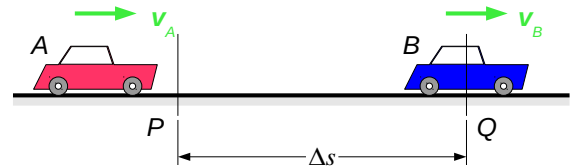


1.1 Eindimensionale Bewegung

Aufgaben

Aufgabe 1

Fahrzeug B fährt mit der Geschwindigkeit v_B am Punkt Q vorbei und fährt anschließend mit konstanter Geschwindigkeit weiter.



Eine Zeitspanne Δt später fährt Fahrzeug A mit der Geschwindigkeit v_A am Punkt P vorbei und fährt ebenfalls mit konstanter Geschwindigkeit weiter. Die Punkte P und Q haben den Abstand Δs .

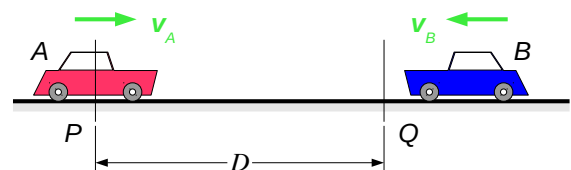
Zu welchem Zeitpunkt und an welcher Stelle holt Fahrzeug A Fahrzeug B ein?

Zahlenwerte: $v_A = 120$ km/h, $v_B = 100$ km/h, $\Delta s = 500$ m, $\Delta t = 10$ s

(Ergebnis: Fahrzeug A holt Fahrzeug B 150 s, nachdem Fahrzeug B Punkt Q passiert hat, ein. Die Fahrzeuge befinden sich zu diesem Zeitpunkt 4,667 km hinter Punkt P .)

Aufgabe 2

Fahrzeug A fährt mit der Geschwindigkeit v_A am Punkt P vorbei und fährt anschließend mit konstanter Geschwindigkeit weiter.



Eine Zeitspanne Δt später fährt Fahrzeug B in entgegengesetzter Richtung mit der Geschwindigkeit v_B am Punkt Q vorbei und fährt ebenfalls mit konstanter Geschwindigkeit weiter. Der Abstand der Punkte P und Q ist D .

Zu welchem Zeitpunkt und an welcher Stelle begegnen sich die beiden Fahrzeuge?

Zahlenwerte: $v_A = 120$ km/h, $v_B = 100$ km/h, $D = 5$ km, $\Delta t = 1$ min

(Ergebnis: Die Fahrzeuge begegnen sich 109,1 s, nachdem Fahrzeug A den Punkt P passiert hat. Fahrzeug A hat seit dem Passieren von Punkt P bis zur Begegnung einen Weg von 3,636 km zurückgelegt.)

Aufgabe 3

PKW A fährt mit der konstanten Geschwindigkeit v_A . Der nachfolgende PKW B fährt mit der konstanten Geschwindigkeit v_B . Beide PKW haben die gleiche Länge L .

PKW B überholt PKW A. Zu Beginn des Überholvorgangs befindet sich PKW B die Strecke d_1 hinter PKW A. Am Ende des Überholvorgangs befindet sich PKW B die Strecke d_2 vor PKW A.

- Skizzieren Sie den Überholvorgang im Ort-Zeit-Diagramm.
- Wie groß ist die für das Überholen benötigte Zeit t_U und der während dieser Zeit von Fahrzeug B zurückgelegte Weg s_U ?

Zahlenwerte: $v_A = 80$ km/h, $v_B = 110$ km/h, $L = 4$ m, $d_1 = 30$ m, $d_2 = 50$ m

(Ergebnis: $t_U = 10,56$ s, $s_U = 322,7$ m)

Aufgabe 4

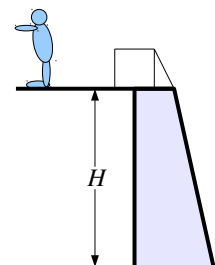
Ein Zug passiert um 11:37 Streckenkilometer 87 und um 12:22 Streckenkilometer 177.

- Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit v_m des Zuges zwischen den beiden Streckenkilometern?
- Der Zug fährt von 11:37 bis 11:58 sowie von 12:07 bis 12:22 mit jeweils konstanter Geschwindigkeit. Von 11:58 bis 12:07 bremst er mit einer konstanten Verzögerung von $0,1$ m/s². Wie groß ist die Geschwindigkeit v_1 bei Streckenkilometer 87 und die Geschwindigkeit v_2 bei Streckenkilometer 177?

(Ergebnis: $v_m = 120$ km/h, $v_1 = 204,24$ km/h, $v_2 = 9,84$ km/h)

Aufgabe 5

Sie springen aus der Höhe H ins Wasser. Es darf angenommen werden, dass die Anfangsgeschwindigkeit null ist. Der Luftwiderstand darf vernachlässigt werden.



- Geben Sie das Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz und das Ort-Zeit-Gesetz an.
- Nach welcher Zeit T kommen Sie im Wasser auf?
- Welche Geschwindigkeit v_A haben Sie beim Auftreffen?

Zahlenwerte: $H = 5$ m

(Ergebnis: $T = 1,010$ s, $v_A = 9,905$ m/s)

Aufgabe 6

Ein Fahrradfahrer fährt aus dem Stillstand mit der konstanten Beschleunigung a los und erreicht nach der ab dem Losfahren gemessenen Strecke s_1 die Geschwindigkeit v_1 .

- Wie groß ist die Beschleunigung a ?
- Welche Zeit t_1 braucht der Fahrradfahrer, um die Geschwindigkeit v_1 zu erreichen?

Zahlenwerte: $v_1 = 30$ km/h, $s_1 = 20$ m

(Lösung: $a = 1,736$ m/s², $t_1 = 4,8$ s)

Aufgabe 7

Der Ball A wird in der Höhe h_A aus der Ruhe fallen gelassen. Gleichzeitig wird der Ball B aus der Höhe h_B nach oben geworfen. Die beiden Bälle begegnen sich in der Höhe h . Wie groß ist die Geschwindigkeit v_B , mit der Ball B in die Höhe geworfen wurde?

Zahlenwerte: $h_A = 12$ m, $h_B = 1,5$ m, $h = 6$ m

(Ergebnis: $v_B = 9,494$ m/s)

Aufgabe 8

Fahrzeug A fährt zunächst mit der konstanten Geschwindigkeit v_{A1} , bremst dann mit einer konstanten Verzögerung a_A ab auf die Geschwindigkeit v_{A2} und fährt anschließend mit der konstanten Geschwindigkeit v_{A2} weiter.

Fahrzeug B fährt im Abstand d_B hinter Fahrzeug A ebenfalls mit der konstanten Geschwindigkeit v_{A1} . Der Fahrer bremst eine Zeit Δt später als der Fahrer von Fahrzeug A mit einer ebenfalls konstanten Verzögerung a_B .

Wie groß muss die Verzögerung a_B mindestens sein, damit Fahrzeug B gerade nicht auffährt?

Zahlenwerte: $v_{A1} = 140$ km/h, $v_{A2} = 100$ km/h, $a_A = 5$ m/s², $d_B = 50$ m, $\Delta t = 1$ s

(Ergebnis: $a_B > 1,205$ m/s²)

Aufgabe 9

Ein Zug fährt mit der veränderlichen Geschwindigkeit

$$v(t) = v_0 \left(1 - e^{-3t/t_1}\right).$$

Welche Strecke s wird in der Zeit von $t = 0$ bis $t = t_1$ zurückgelegt? Wie groß ist die Beschleunigung a zum Zeitpunkt t_1 ?

Zahlenwerte: $v_0 = 20 \text{ m/s}$, $t_1 = 3 \text{ s}$

(Ergebnis: $s = 41,00 \text{ m}$, $a = 0,9957 \text{ m/s}^2$)

Aufgabe 10

Ein Zug fährt zum Zeitpunkt $t_0 = 0$ aus dem Stand mit der Beschleunigung

$$a(t) = a_0 \left(1 - e^{-\alpha t}\right)$$

im Bahnhof los.

- Wie lautet das Geschwindigkeit-Zeit-Gesetz und das Ort-Zeit-Gesetz, wenn die Ortskoordinate ab dem Bahnhof gemessen wird?
- Welche Geschwindigkeit v_1 hat der Zug zum Zeitpunkt t_1 und welchen Weg s_1 hat er bis dahin zurückgelegt?

Zahlenwerte: $a_0 = 0,2 \text{ m/s}^2$, $\alpha = 0,1 \text{ s}^{-1}$, $t_1 = 60 \text{ s}$

(Ergebnis: $v_1 = 10,00 \text{ m/s}$, $s_1 = 260 \text{ m}$)

Aufgabe 11

Ein Auto hat zum Zeitpunkt $t = 0 \text{ s}$ die Geschwindigkeit v_0 . Zu diesem Zeitpunkt befindet sich das Auto an der Stelle $s = 0 \text{ m}$.

Auf der Strecke $0 < s < s_1$ beschleunigt das Auto so, dass für die Geschwindigkeit

$$v(s) = v_0 + (v_1 - v_0) \frac{s}{s_1}$$

gilt.

- Zeichnen Sie das a - s -Diagramm für den Bereich $0 < s < s_1$.
- Wie lange braucht das Fahrzeug für diese Strecke?

Zahlenwerte: $v_0 = 3 \text{ m/s}$, $v_1 = 18 \text{ m/s}$, $s_1 = 150 \text{ m}$

(Ergebnis: $17,92 \text{ s}$)

Aufgabe 12

Der Geschwindigkeit-Ort-Zusammenhang eines Fahrzeugs ist gegeben durch

$$v(s) = v_1 \sqrt{\frac{s}{s_1}}.$$

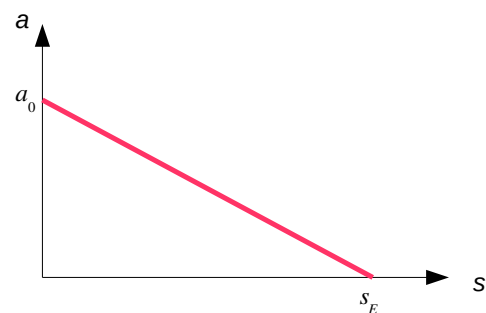
- Zeichnen Sie das v - s -Diagramm.
- Wie groß ist die Beschleunigung an der Stelle $s = 0$ und an der Stelle $s = s_1$?
- Nach welcher Zeit wird die Stelle s_1 erreicht?

Zahlenwerte: $v_1 = 10 \text{ m/s}$, $s_1 = 100$

(Ergebnis: $a(0) = a(s_1) = 0,5 \text{ m/s}^2$; $t_1 = 20 \text{ s}$)

Aufgabe 13

Die Beschleunigung während des Starts eines Flugzeugs wird durch das abgebildete a - s -Diagramm beschrieben. Das Flugzeug beschleunigt aus dem Stand bei $s = 0$.



- Wie ist der funktionale Zusammenhang $a(s)$ zwischen Beschleunigung und Ort?
- Wie groß sind die Geschwindigkeiten an den Stellen s_1 und s_E ?
- Wie lange braucht das Flugzeug bis zur Stelle s_1 ? Wie lange braucht es bis zur Stelle s_E ?

Zahlenwerte: $a_0 = 22,5 \text{ m/s}^2$, $s_1 = 60 \text{ m}$, $s_E = 150 \text{ m}$

(Ergebnis: $v(s_1) = 46,48 \text{ m/s}$, $v(s_E) = 58,09 \text{ m/s}$; $t(s_1) = 2,394 \text{ s}$, $t(s_E) = 4,056 \text{ s}$)

Aufgabe 14

Zwischen der Höhe h und der Erdbeschleunigung g besteht der Zusammenhang

$$g(h) = -g_0 \left(\frac{R}{R+h} \right)^2,$$

wobei die Höhe ab dem Erdboden positiv nach oben gemessen wird.

- Mit welcher Geschwindigkeit v_0 muss ein Körper am Erdboden abgeschossen werden, damit er die Höhe H erreicht?
- Mit welcher Geschwindigkeit v_F muss der Körper mindestens abgeschossen werden, damit er nicht mehr zur Erde zurückfällt?

Der Luftwiderstand darf vernachlässigt werden.

Zahlenwerte: $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$, $R = 6371 \text{ km}$, $H = 50 \text{ km}$

(Ergebnis: $v_0 = 986,6 \text{ m/s}$; $v_F = 11,18 \text{ km/s}$)

Aufgabe 15

Beim senkrechten Wurf mit Luftwiderstand erfährt der Körper während der Steigphase die Beschleunigung $a_S(v) = -g - kv^2$. Die Beschleunigung während des Fallens ist durch $a_F(v) = -g + kv^2$ gegeben. Dabei wird die Ortskoordinate positiv nach oben gemessen.

- Welche Höhe H erreicht der Körper, wenn er mit der Geschwindigkeit v_0 senkrecht vom Boden abgeworfen wird?
- Nach welcher Zeit T_H wird die größte Höhe erreicht?
- Mit welcher Geschwindigkeit v_B trifft der Körper wieder auf den Boden auf?
- Nach welcher Zeit T_B kommt der Körper wieder am Boden auf?

Zahlenwerte: $k = 0,004 \text{ m}^{-1}$, $v_0 = 50 \text{ m/s}$

(Ergebnis: $H = 87,84 \text{ m}$, $T_H = 3,989 \text{ s}$, $v_B = -35,18 \text{ m/s}$, $T_B = 8,472 \text{ s}$)

Aufgabe 16

Ein Punkt befindet sich zum Zeitpunkt $t = 0$ an der Stelle $s = 0$ und hat die Geschwindigkeit v_0 . Für seine Beschleunigung gilt:

$$a(s) = -\frac{v_0^2}{L} \left(1 - \frac{s}{L}\right), \quad 0 \leq s \leq L$$

Dabei ist L eine konstante Länge.

Für $0 \leq s < L$ sind zu ermitteln:

- die Geschwindigkeit $v(s)$ in Abhängigkeit vom Weg s
- der Ort $s(t)$ in Abhängigkeit von der Zeit t
- die Geschwindigkeit $v(t)$ in Abhängigkeit von der Zeit t

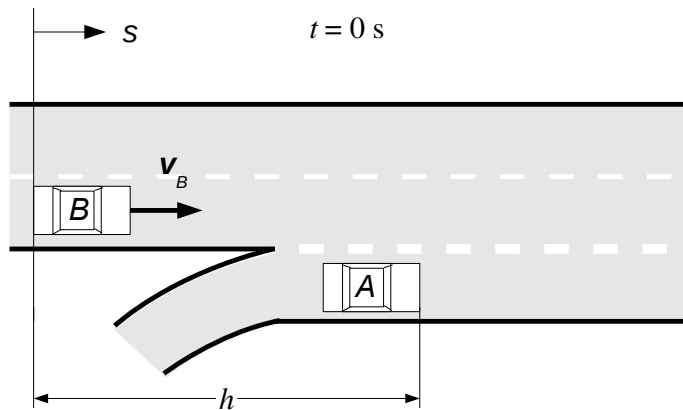
Gegeben: v_0, L

(HM, Prüfung SS 2016)

(Ergebnis: a) $v(s) = v_0(1 - s/L)$; b) $s(t) = L(1 - e^{-v_0 t/L})$; c) $v(t) = v_0 e^{-v_0 t/L}$)

Aufgabe 17

Fahrzeug A steht auf dem Beschleunigungsstreifen einer Bundesstraße und wartet auf eine Lücke. Zum Zeitpunkt $t = 0$ s befindet sich das mit der konstanten Geschwindigkeit v_B fahrende Fahrzeug B die Strecke h hinter Fahrzeug A.



Fahrzeug A möchte zum Zeitpunkt t_E mit dem Abstand d zu Fahrzeug B in die Lücke hinter Fahrzeug B einscheren und dabei die gleiche Geschwindigkeit wie Fahrzeug B haben. Fahrzeug A beschleunigt ab dem Zeitpunkt t_A mit der konstanten Beschleunigung a_A .

- a) Bestimmen Sie den Zeitpunkt t_E , zu dem das Einscheren erfolgt.
- b) Bestimmen Sie den Zeitpunkt t_A , zu dem Fahrzeug A mit dem Beschleunigen beginnen muss.

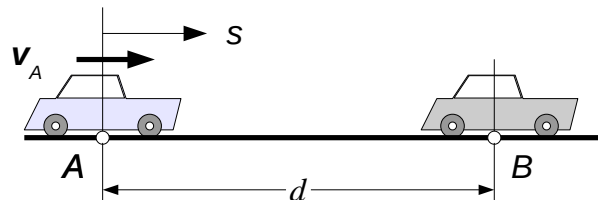
Gegeben: $a_A = 5 \text{ m/s}^2$, $v_B = 30 \text{ m/s}$, $h = 140 \text{ m}$, $d = 10 \text{ m}$

(HM, Prüfung WS 2020)

(Ergebnis: a) $t_E = 8 \text{ s}$; b) $t_A = 2 \text{ s}$)

Aufgabe 18

Zum Zeitpunkt t_0 befindet sich Fahrzeug A am Punkt A und Fahrzeug B am Punkt B, der von Punkt A den Abstand d hat. Fahrzeug A fährt mit der Geschwindigkeit v_A , während Fahrzeug B steht.



Anschließend fährt Fahrzeug A mit der konstanten Geschwindigkeit v_A weiter. Fahrzeug B bleibt bis zum Zeitpunkt t_1 stehen und beschleunigt dann mit der konstanten Beschleunigung a_B .

- a) Wie groß muss die Beschleunigung a_B sein, damit beide Fahrzeuge die gleiche Geschwindigkeit haben, wenn Fahrzeug A Fahrzeug B einholt?
- b) Zu welchem Zeitpunkt t_E holt Fahrzeug A Fahrzeug B ein?
- c) Welche Strecke s_E , gemessen ab Punkt A, hat Fahrzeug A zurückgelegt, wenn es Fahrzeug B einholt?

Gegeben: $t_0 = 0$ s, $t_1 = 10$ s, $v_A = 15$ m/s, $d = 200$ m

(HM, Prüfung SS 2021)

(Ergebnis: a) $a_B = 2,24$ m/s²; b) $t_E = 16,67$ s; c) $s_E = 250$ m)