

Bremsvorgang*

Aufgabennummer: 2_051

Aufgabentyp: Typ 1 ☐ Typ 2 ☒

Grundkompetenz: AG 2.1, AG 2.2, AN 1.1, AN 3.2, AN 4.3

Der Bremsweg s_B ist die Länge derjenigen Strecke, die ein Fahrzeug ab dem Wirksamwerden der Bremsen bis zum Stillstand zurücklegt. Entscheidend für den Bremsweg sind die Fahrgeschwindigkeit v_0 des Fahrzeugs zu Beginn des Bremsvorgangs und die Bremsverzögerung b . Der Bremsweg s_B kann mit der Formel $s_B = \frac{v_0^2}{2 \cdot b}$ berechnet werden (v_0 in m/s, b in m/s², s_B in m).

Der Anhalteweg s_A berücksichtigt zusätzlich zum Bremsweg den während der Reaktionszeit t_R zurückgelegten Weg. Dieser sogenannte *Reaktionsweg* s_R kann mit der Formel $s_R = v_0 \cdot t_R$ berechnet werden (v_0 in m/s, t_R in s, s_R in m).

Der Anhalteweg s_A ist gleich der Summe aus Reaktionsweg s_R und Bremsweg s_B .

Aufgabenstellung:

- a) 1) Stellen Sie eine Formel zur Berechnung der Fahrgeschwindigkeit v_0 in Abhängigkeit vom Bremsweg s_B und von der Bremsverzögerung b auf.

$v_0 =$ _____

- 2) Kreuzen Sie die beiden zutreffenden Aussagen an.

Der Reaktionsweg s_R ist direkt proportional zur Fahrgeschwindigkeit v_0 .	☐
Der Bremsweg s_B ist direkt proportional zur Fahrgeschwindigkeit v_0 .	☐
Der Bremsweg s_B ist indirekt proportional zur Bremsverzögerung b .	☐
Der Anhalteweg s_A ist direkt proportional zur Fahrgeschwindigkeit v_0 .	☐
Der Anhalteweg s_A ist direkt proportional zur Reaktionszeit t_R .	☐

- b) Die oft in Fahrschulen verwendeten Formeln für die näherungsweise Berechnung des Reaktions- und des Bremswegs (jeweils in m) lauten:

$$s_R = \frac{v_0}{10} \cdot 3 \quad \text{und} \quad s_B = \left(\frac{v_0}{10} \right)^2 \quad \text{mit } v_0 \text{ in km/h und } s_R \text{ bzw. } s_B \text{ in m}$$

- 1) Zeigen Sie anhand geeigneter Umformungen, dass die für die näherungsweise Berechnung des Reaktionswegs verwendete Formel für eine Reaktionszeit von etwa einer Sekunde annähernd die gleichen Ergebnisse wie die Formel für s_R aus der Einleitung liefert.
 - 2) Berechnen Sie, welcher Wert für die Bremsverzögerung bei der Näherungsformel für den Bremsweg angenommen wird.
- c) Es kann eine Bremsverzögerung b von 8 m/s^2 bei trockener Fahrbahn, von 6 m/s^2 bei nasser Fahrbahn und von höchstens 4 m/s^2 bei Schneefahrbahn angenommen werden.

- 1) Geben Sie denjenigen Bruchteil an, um den bei gleicher Fahrgeschwindigkeit der Bremsweg bei nasser Fahrbahn länger als bei trockener Fahrbahn ist.

Ein Fahrzeug fährt mit einer Geschwindigkeit von $v_0 = 20 \text{ m/s}$. Der Anhalteweg ist bei Schneefahrbahn länger als bei trockener Fahrbahn.

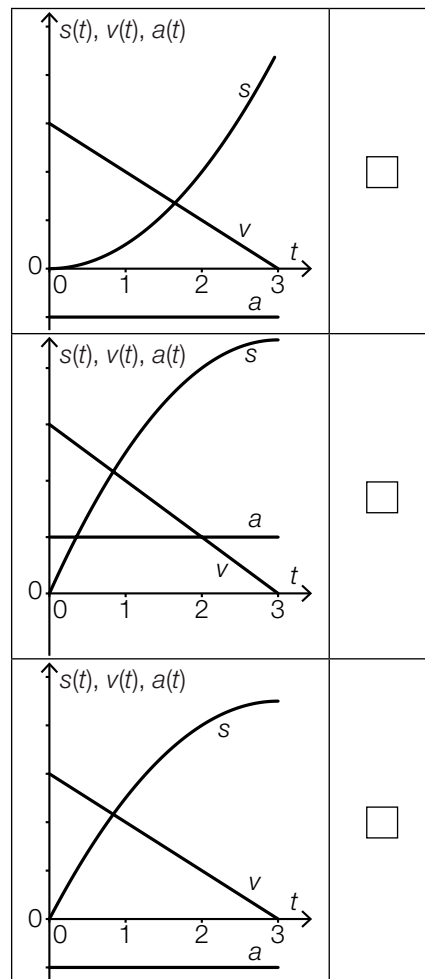
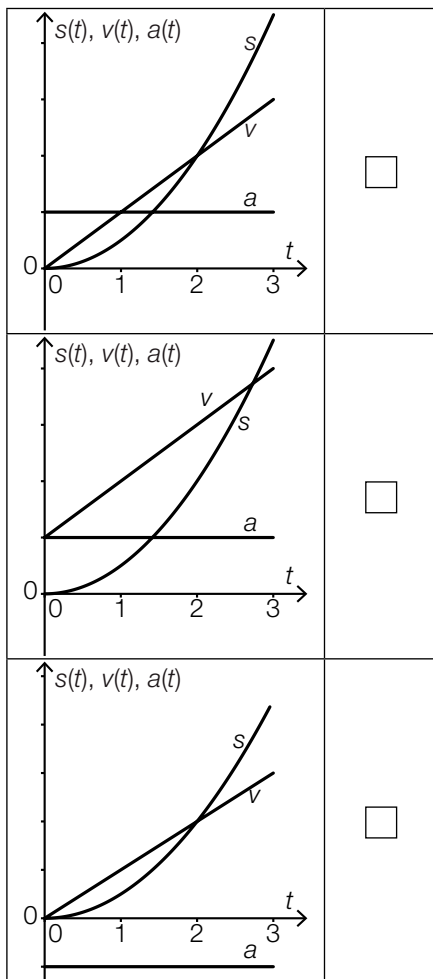
- 2) Ermitteln Sie unter der Annahme $t_R = 1 \text{ s}$ für diese beiden Fahrbahnzustände den Mindestwert für die absolute Zunahme des Anhaltewegs.

- d) Das Wirksamwerden der Bremsen eines Fahrzeugs beginnt zum Zeitpunkt $t = 0$. Die Geschwindigkeit $v(t)$ des Fahrzeugs kann für das Zeitintervall $[0; 3]$ durch die Funktion v modelliert werden, die Beschleunigung $a(t)$ durch die Funktion a und der in diesem Zeitintervall zurückgelegte Weg $s(t)$ durch die Funktion s ($v(t)$ in m/s, $a(t)$ in m/s², $s(t)$ in m, t in s).

- 1) Interpretieren Sie die Bedeutung des bestimmten Integrals $\int_0^3 v(t)dt$ im gegebenen Kontext.

Jede der sechs nachstehenden Abbildungen zeigt – jeweils im Zeitintervall $[0; 3]$ – den Graphen einer Beschleunigungsfunktion a , den Graphen einer Geschwindigkeitsfunktion v und den Graphen einer Wegfunktion s .

- 2) Kreuzen Sie diejenige Abbildung an, die drei zusammengehörige Graphen eines drei Sekunden dauernden Bremsvorgangs zeigt.



Lösungserwartung

a1) $v_0 = \sqrt{2 \cdot b \cdot s_B}$

a2)

Der Reaktionsweg s_R ist direkt proportional zur Fahrgeschwindigkeit v_0 .	☒
Der Bremsweg s_B ist indirekt proportional zur Bremsverzögerung b .	☒

b1) mögliche Umformungen:

$$s_R = v_0 \cdot t_R$$

Für v_0 in m/s und $t_R = 1$ Sekunde gilt: $s_R = v_0$

Für v_0 in km/h und $t_R = 1$ Sekunde gilt: $s_R = \frac{v_0}{3,6} = v_0 \cdot 0,278... \approx v_0 \cdot 0,3 = \frac{v_0}{10} \cdot 3$

Daher liefern diese beiden Formeln annähernd die gleichen Ergebnisse.

b2) mögliche Vorgehensweise:

$$s_B = \frac{v_0^2}{2 \cdot b} \text{ mit } v_0 \text{ in m/s} \Rightarrow s_B = \frac{v_0^2}{2 \cdot b} \cdot \frac{1}{3,6^2} = \frac{v_0^2}{25,92 \cdot b} \text{ mit } v_0 \text{ in km/h,}$$

$$\frac{v_0^2}{25,92 \cdot b} = \frac{v_0^2}{100} \Rightarrow b \approx 3,9 \text{ m/s}^2$$

Bei der Näherungsformel wird eine Bremsverzögerung von ca. 3,9 m/s² angenommen.

c1) $\frac{\frac{v_0^2}{2 \cdot 6}}{\frac{v_0^2}{2 \cdot 8}} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} \Rightarrow$ Bei nasser Fahrbahn ist der Bremsweg um $\frac{1}{3}$ länger als der Bremsweg bei trockener Fahrbahn.

c2) mögliche Vorgehensweise:

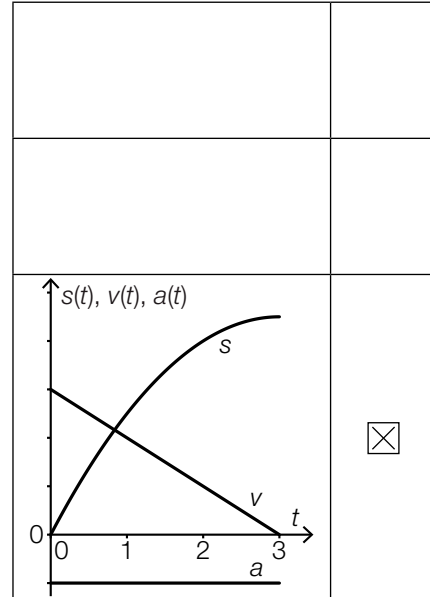
$$\text{Anhalteweg bei trockener Fahrbahn: } s_A = 20 \cdot 1 + \frac{20^2}{2 \cdot 8} = 45 \text{ m}$$

$$\text{Mindestwert für den Anhalteweg bei Schneefahrbahn: } s_A = 20 \cdot 1 + \frac{20^2}{2 \cdot 4} = 70 \text{ m}$$

Der Anhalteweg nimmt (bei $v_0 = 20$ m/s und $t_R = 1$ s) bei Schneefahrbahn um mindestens 25 m zu.

d1) Das bestimmte Integral $\int_0^3 v(t) dt$ beschreibt den zurückgelegten Weg (in Metern) im Zeitintervall $[0; 3]$.

d2)



Lösungsschlüssel

- a1) Ein Punkt für eine richtige Formel. Äquivalente Formeln sind als richtig zu werten.
a2) Ein Punkt ist genau dann zu geben, wenn ausschließlich die beiden laut Lösungserwartung richtigen Aussagen angekreuzt sind.
- b1) Ein Punkt für die Angabe geeigneter Umformungen.
b2) Ein Punkt für die richtige Lösung, wobei die Einheit „m/s²“ nicht angeführt sein muss.
Toleranzintervall: $[3,8 \text{ m/s}^2; 4 \text{ m/s}^2]$
Die Aufgabe ist auch dann als richtig gelöst zu werten, wenn bei korrektem Ansatz das Ergebnis aufgrund eines Rechenfehlers nicht richtig ist.
- c1) Ein Punkt für die richtige Lösung. Andere Schreibweisen des Ergebnisses sind ebenfalls als richtig zu werten.
c2) Ein Punkt für die richtige Lösung.
- d1) Ein Punkt für eine (sinngemäß) richtige Interpretation.
d2) Ein Punkt ist genau dann zu geben, wenn ausschließlich die laut Lösungserwartung richtige Abbildung angekreuzt ist.