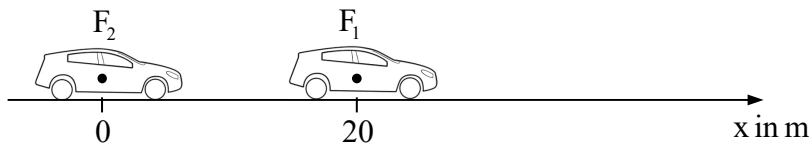


## 2012 A III Angabe

BE 1.0



Auf einer geradlinigen und horizontal verlaufenden Straße hat sich bei dichtem Verkehr eine Fahrzeugkolonne gebildet. Die Fahrzeuge bewegen sich mit einer konstanten Geschwindigkeit  $\vec{v}_0$ , die den Betrag  $v_0 = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  hat.

Zum Zeitpunkt  $t_0 = 0 \text{ s}$  befindet sich das Fahrzeug  $F_1$  gerade am Ort mit der x-Koordinate  $x_1(0 \text{ s}) = 20 \text{ m}$  und beginnt ab diesem Zeitpunkt zu bremsen. Die dabei auftretende Verzögerung  $\vec{a}_1$  ist konstant und hat den Betrag  $a_1 = 4,00 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

Das Fahrzeug  $F_2$  befindet sich zum Zeitpunkt  $t_0$  am Ort mit der x-Koordinate  $x_2(0 \text{ s}) = 0 \text{ m}$ .

Nach einer Reaktionszeit von einer Sekunde, also ab dem Zeitpunkt  $t_R = 1,0 \text{ s}$  betätigt der Fahrer des Fahrzeugs  $F_2$  die Bremsen. Die Verzögerung  $\vec{a}_2$  des Fahrzeugs  $F_2$  ist ebenfalls konstant, hat aber den Betrag  $a_2 = 5,00 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

Die Ortskoordinaten für die beiden Fahrzeuge beziehen sich jeweils auf die Fahrzeugmitte. Die beiden Fahrzeuge sind gleich lang; die Fahrzeuglängen betragen  $\ell = 4,50 \text{ m}$ .

Zwischen den Fahrzeugen  $F_1$  und  $F_2$  kommt es zu keinem Auffahrunfall.

4 1.1 Das Fahrzeug  $F_1$  kommt zum Zeitpunkt  $t_1$  zum Stillstand, das Fahrzeug  $F_2$  zum Zeitpunkt  $t_2$ . Berechnen Sie die Zeitpunkte  $t_1$  und  $t_2$ . [Teilergebnis:  $t_2 = 6,0 \text{ s}$ ]

4 1.2  $v_1$  sei der Betrag der Momentangeschwindigkeit  $\vec{v}_1$  des Fahrzeugs  $F_1$ ,  $v_2$  der Betrag der Momentangeschwindigkeit  $\vec{v}_2$  des Fahrzeugs  $F_2$ . Stellen Sie in einem  $t-v$ -Diagramm den zeitlichen Verlauf von  $v_1$  für  $0 \leq t \leq t_1$  und den zeitlichen Verlauf von  $v_2$  für  $0 \leq t \leq t_2$  dar.

4 1.3 Zu einem Zeitpunkt  $t^*$ , zu dem sich die beiden Fahrzeuge  $F_1$  und  $F_2$  noch bewegen, sind die Geschwindigkeiten  $\vec{v}_1$  und  $\vec{v}_2$  gleich groß. Berechnen Sie den Zeitpunkt  $t^*$ . [Ergebnis:  $t^* = 5,0 \text{ s}$  – siehe auch  $t-v$ -Diagramm]

5 1.4.1 Berechnen Sie den Abstand der beiden Fahrzeugmitten für den Zeitpunkt  $t^*$ . [Ergebnis:  $d(t^*) = 10 \text{ m}$ ]

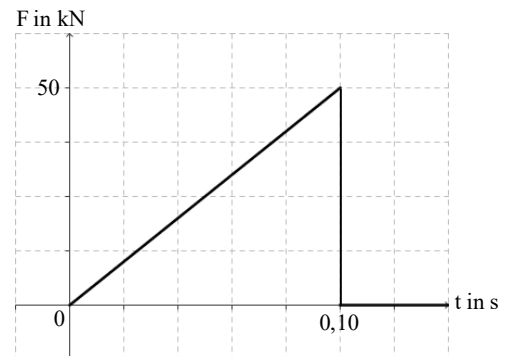
3 1.4.2 Bestätigen Sie die unter 1.0 aufgestellte Behauptung, dass das Fahrzeug  $F_2$  nicht auf das Fahrzeug  $F_1$  auffährt.

1.5.0 Am Ende der Fahrzeugkolonne rollt ein Auto  $A_2$  antriebslos und stößt mit der Geschwindigkeit  $\vec{v}_A$  zentral auf das vor ihm stehende Auto  $A_1$ . Die Bremsen der beiden Fahrzeuge sind gelöst. Das Auto  $A_1$  hat die Masse  $m_1 = 1,00\text{ t}$ , das Auto  $A_2$  die Masse  $m_2 = 1,25\text{ t}$ . Reibungskräfte sind zu vernachlässigen.

Die Aufprallgeschwindigkeit  $\vec{v}_A$  hat den Betrag  $v_A = 4,0\frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Die Dauer des Stoßes beträgt  $\Delta t = 0,10\text{ s}$ .

Die Kraft  $\vec{F}$ , die dabei das Auto  $A_2$  auf das Auto  $A_1$  ausübt, hat den Betrag  $F$ , dessen zeitlicher Verlauf im nebenstehenden  $t - F$ -Diagramm dargestellt ist.



4 1.5.1 Das Auto  $A_1$  wird durch den Stoß auf die Geschwindigkeit  $\vec{u}_1$  beschleunigt. Bestätigen Sie mithilfe des unter 1.5.0 vorgegebenen  $t - F$ -Diagramms, dass die Geschwindigkeit  $\vec{u}_1$  den Betrag  $u_1 = 2,5\frac{\text{m}}{\text{s}}$  hat.

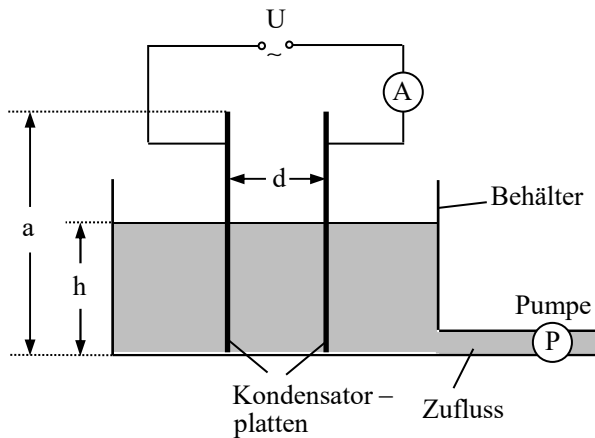
4 1.5.2 Bestimmen Sie den Betrag und die Richtung der Geschwindigkeit  $\vec{u}_2$ , die das Auto  $A_2$  unmittelbar nach dem Stoß besitzt.

2.0 Ein Kondensator mit der Kapazität  $C$  wird an einen Sinusgenerator angeschlossen, der die Wechselspannung  $U(t) = \hat{U} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$  mit dem Scheitelwert  $\hat{U}$  und der Frequenz  $f$  liefert. Der ohmsche Widerstand des Wechselstromkreises ist vernachlässigbar klein.

3 2.1 Ermitteln Sie aus der Gleichung  $U(t) = \hat{U} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t)$  für den zeitlichen Verlauf der Generatorspannung eine Gleichung für den zeitlichen Verlauf der Stromstärke  $I$  im Wechselstromkreis.

3 2.2 Zeigen Sie, dass der Effektivwert  $I_{\text{eff}}$  der Stromstärke  $I$  im Wechselstromkreis direkt proportional zur Kapazität  $C$  des Kondensators ist.

2.3.0



Die nebenstehende Skizze zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Vorrichtung zur automatischen Füllstandsregelung. Zur Messung der Füllstandshöhe  $h$  einer nicht leitenden Flüssigkeit mit der Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  ( $\epsilon_r > 1$ ) wird ein Plattenkondensator verwendet. Er besteht aus zwei vertikal aufgestellten quadratischen Metallplatten mit der Seitenlänge  $a = 90,0 \text{ cm}$ . Der Plattenabstand beträgt  $d = 15,0 \text{ cm}$ . Der Raum zwischen den Platten ist bis zur Höhe  $h$  mit der Flüssigkeit gefüllt.

Am Kondensator liegt eine sinusförmige Wechselspannung  $U$  mit dem Effektivwert  $U_{\text{eff}} = 30,0 \text{ V}$  und der Frequenz  $f = 200 \text{ kHz}$ .

- 5 2.3.1 Berechnen Sie die Kapazität  $C_0$  des Kondensators und den Effektivwert  $I_{\text{eff},0}$  der Stromstärke  $I$  im Wechselstromkreis für den Fall, dass sich keine Flüssigkeit im Behälter befindet. [Teilergebnis:  $C_0 = 47,8 \text{ pF}$ ]
- 5 2.3.2 Die Kapazität  $C$  des bis zur Höhe  $h$  mit Flüssigkeit gefüllten Kondensators kann mit folgender Formel berechnet werden:  $C = \frac{\epsilon_0 \cdot a}{d} \cdot [a + (\epsilon_r - 1) \cdot h]$ .  
Leiten Sie diese Formel her. Erläutern Sie dabei Ihr Ansatzidee.
- 3 2.3.3 Begründen Sie, dass der Effektivwert  $I_{\text{eff}}$  der Stromstärke  $I$  anwächst, wenn die Flüssigkeit in den Behälter eingefüllt wird.
- 3 2.3.4 Die Pumpe am Zufluss zum Behälter soll abgeschaltet werden, sobald die Füllhöhe  $h$  den Wert  $h_{\text{max}} = 85,0 \text{ cm}$  erreicht. Die Dielektrizitätszahl der Flüssigkeit beträgt  $\epsilon_r = 2,70$ . Berechnen Sie für diesen Fall den Effektivwert  $I_{\text{eff}}$  der Stromstärke  $I$ .