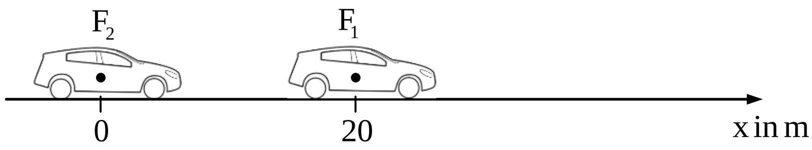
2012 A III Angabe

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. $\left[\text{Teilergebnis: } t_2 = 6{,}0\,\text{s}\right]$

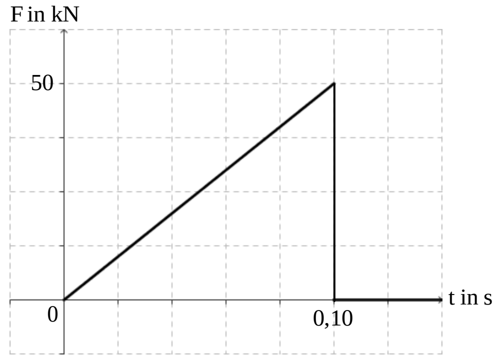
4 1.2 v_1 sei der Betrag der Momentangeschwindigkeit $\vec{v}_1$ des Fahrzeugs F_1, v_2 der Betrag der Momentangeschwindigkeit $\vec{v}_2$ des Fahrzeugs F_2.
Stellen Sie in <u>einem</u> $t-v-$Diagramm den zeitlichen Verlauf von v_1 für $0 \le t \le t_1$ und den zeitlichen Verlauf von v_2 für $0 \le t \le t_2$ 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^*. $\left[\text{Ergebnis: } t^* = 5{,}0\,\text{s} \quad - \quad \text{siehe auch } t-v-\text{Diagramm}\right]$

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

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 Autor A_1 hat die Masse $m_1 = 1{,}00\,t$, das Auto A_2 die Masse $m_2 = 1{,}25\,t$. Reibungskräfte sind zu vernachlässigen.
Die Aufprallgeschwindigkeit $\vec{v}_A$ hat den Betrag $v_A = 4{,}0\,\frac{m}{s}$.
Die Dauer des Stoßes beträgt $\Delta t = 0{,}10\,s$.
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 $u_1 = 2{,}5\,\frac{m}{s}$ hat.

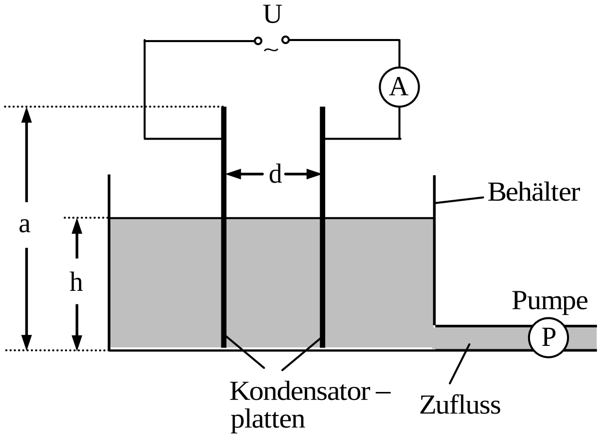
4 1.5.2 Bestimmen Sie den Betrag und die Richtung der Geschwindigkeit $\vec{u}_2$, die das Auto A_2 unmittelbar nach dem Stoß besitzt.

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_{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 $\varepsilon_r \ (\varepsilon_r > 1)$ 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 $U_{eff} = 30{,}0\,\text{V}$ und der Frequenz $f = 200\,\text{kHz}$.

5 2.3.1 Berechnen Sie die Kapazität C_0 des Kondensators und den Effektivwert $I_{eff,0}$ der Stromstärke I im Wechselstromkreis für den Fall, dass sich keine Flüssigkeit im Behälter befindet. $\left[\text{Teilergebnis: } C_0 = 47{,}8\,\text{pF}\right]$

5 2.3.2 Die Kapazität C des bis zur Höhe h mit Flüssigkeit gefüllten Kondensators kann mit folgender Formel berechnet werden: $C = \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d} \cdot \left[a + (\varepsilon_r - 1) \cdot h\right]$.

Leiten Sie diese Formel her. Erläutern Sie dabei Ihr Ansatzidee.

3 2.3.3 Begründen Sie, dass der Effektivwert I_{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 $h_{max} = 85{,}0\,\text{cm}$ erreicht. Die Dielektrizitätszahl der Flüssigkeit beträgt $\varepsilon_r = 2{,}70$. Berechnen Sie für diesen Fall den Effektivwert I_{eff} der Stromstärke I.

50