



# Klausur: CAEE-Grundlagen

WS20/21, 15.02.2021

Kinematik des Punktes und der Scheibe/  
Feldberechnung, Schaltungssimulation und  
Verdrahtung und Platzierung

CAEE-Grdl.

STS/06-21

Zeit: 90 min.

Mit der handschriftlichen Eintragung meines Namens erkläre ich an Eides statt, dass ich die Lösung der Prüfungsaufgabe selbstständig, also ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

Studienrichtung: \_\_\_\_\_ Punktzahl (Prozent): (      % ) Note:

## Vorab:

- *Nicht erlaubt sind:*  
**Elektronische Geräte außer zugelassenem Taschenrechner (CASIO fx991-Serie).**
- *Im Umlauf befindliche Klausuren oder Teile davon.* Verwendung gilt als Täuschungsversuch. Zudem Korrektur-Fluid, und rote Stifte. Bei Verwendung werden die entsprechenden Teile nicht gewertet.
- *Weitere Hilfsmittel sind:*  
**Stifte, Lineal/Geodreieck, Zirkel, Skripte, Vorlesungsunterlagen.**
- *Berechnen Sie stets 3 relevante Ziffern.*
- *Interesse an Tutor-Tätigkeit im Fach Technische Mechanik II*

## Individualisierungsfaktor $k$

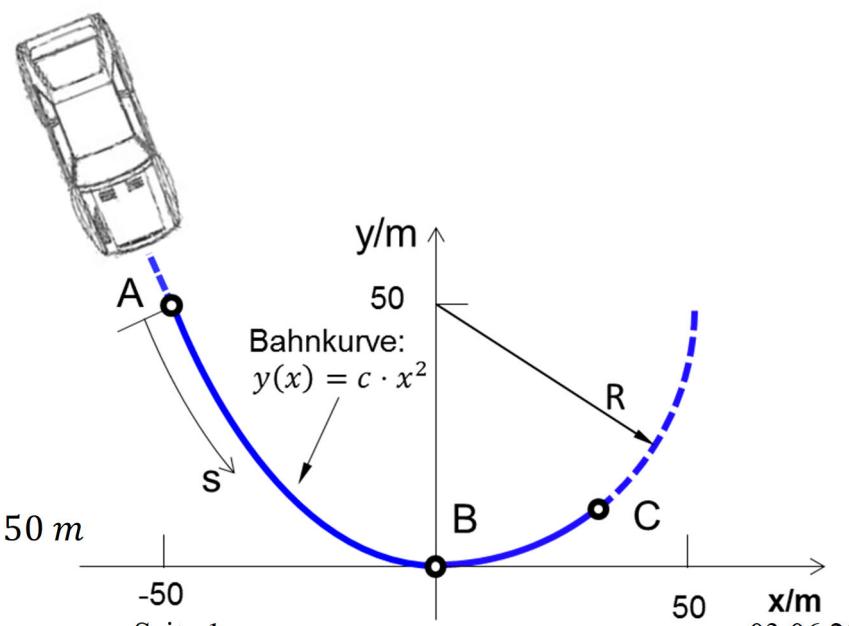
(vorletzte Ziffer d. Matr.-Nr. (falls Null  $\Rightarrow k=10$ )

**$k = 2$**

## Aufgabe 1 [15 Punkte]

Ein Fahrzeug fährt die Strecke  $\overline{ABC}$ . Am Punkt A beschleunigt das Fahrzeug aus dem Stand gleichmäßig längs der Bahn bis B und legt dabei die Strecke  $s_B = 75m$  zurück. Danach fährt es mit gleicher Beschleunigung in die Kreisbahn ein und legt bis C weitere  $58,33m$  zurück.

- a) Welche Beschleunigung  $a_0$  ist nötig, damit das Fahrzeug bei B die Bahngeschwindigkeit  $v_B = 15 m/s$  erreicht?
- b) Wie groß ist der Betrag der Gesamtbeschleunigung bei C?





# Klausur: CAEE-Grundlagen

WS20/21, 15.02.2021

Kinematik des Punktes und der Scheibe/  
Feldberechnung, Schaltungssimulation und  
Verdrahtung und Platzierung

CAEE-Grdl.

STS/06-21

Zeit: 90 min.

Name: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

ARBEITSBLATT

①

a) geg:  $S_B = 75 \text{ m}$   
 $S_{BC} = 58,33 \text{ m}$  }  $S_{AC} = 733,3 \text{ m}$   
 $V_B = 75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$a(t) = a_0$$

$$V(t) = a_0 t + V_0 \quad * \quad *$$

$$S(t) = \frac{1}{2} a_0 t^2 + V_0 t + S_0 \quad * \quad *$$

$$* \quad V_B = a_0 t \quad \Rightarrow t = \frac{V_B}{a_0}$$

$$** \quad S_B = \frac{1}{2} a_0 t^2$$

$$\Rightarrow S_B = \frac{1}{2} a_0 \left( \frac{V_B}{a_0} \right)^2$$

$$S_B = \frac{V_B^2}{2 a_0} \quad ***$$

$$a_0 = \frac{V_B^2}{2 S_B}$$

$$= \frac{(75 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 75 \text{ m}}$$

$$= 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

b)  $R = 50 \text{ m}$

$$a_t = a_0$$

$$\Rightarrow a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$$

$$\Rightarrow a_n = \frac{V^2}{R}$$

$$\Rightarrow a = \sqrt{a_t^2 + \left( \frac{V^2}{R} \right)^2}$$

$$*** \quad S_{AC} = \frac{V_c^2}{2 a_0}$$

$$\Rightarrow V_c = \sqrt{2 S_{AC} a_0}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 733,3 \text{ m} \cdot 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$
$$= 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = \sqrt{(7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})^2 + \left( \frac{(20 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{50 \text{ m}} \right)^2}$$

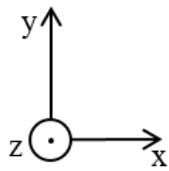
$$= 8,74 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

## Aufgabe 2 [12 Punkte]

Die eingeschlagene Ackermann-Lenkung wird bei A mit  $\omega_A$  in Geradeausspur-Stellung gebracht. Es sind die Geschwindigkeiten  $v_B$  und  $v_C$  für die aktuelle Lage auf

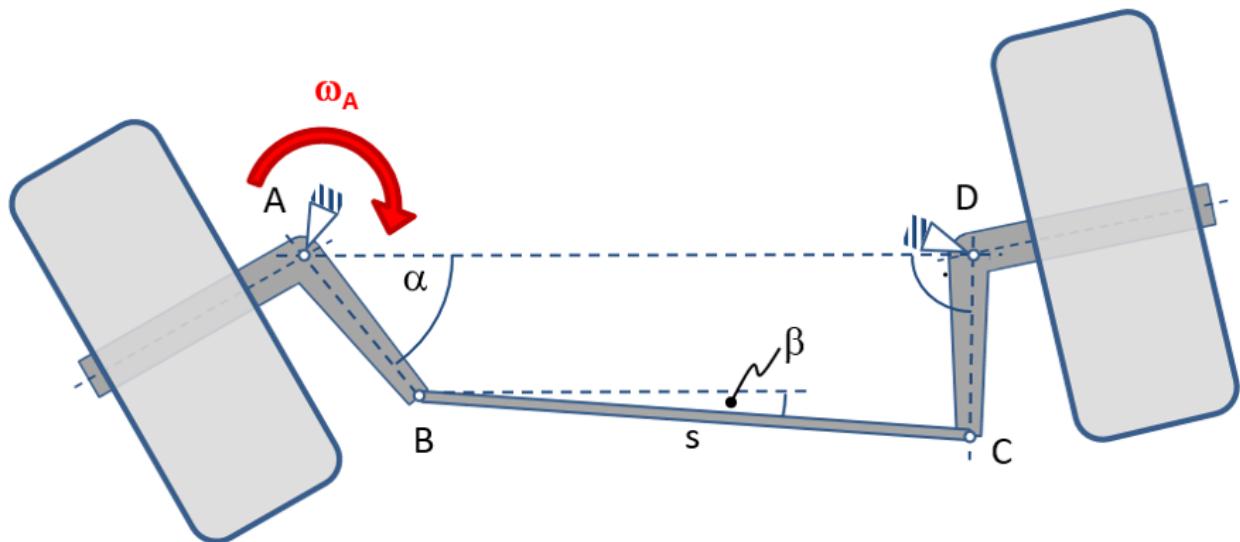
- rechnerischem Wege mittels Geschwindigkeitsplan zu ermitteln.
- Die Winkelgeschwindigkeit der Spurstange  $\overline{BC}$  ist anzugeben.

Gegeben:  $\alpha = \mathbf{k} \cdot 2^\circ + 34^\circ$ ;  $\beta = (15 - \mathbf{k})^\circ$ ;  $\omega_A = 5 \text{ s}^{-1}$ ;  
 $\overline{AB} = 240 \text{ mm}$ ;  $\overline{BC} = 700 \text{ mm}$ ;  $\overline{CD} = 240 \text{ mm}$ ;



Fahrtrichtung

Maßstab: 1:10





# Klausur: CAEE-Grundlagen

WS20/21, 15.02.2021

Kinematik des Punktes und der Scheibe/  
Feldberechnung, Schaltungssimulation und  
Verdrahtung und Platzierung

CAEE-Grdl.

STS/06-21

Zeit: 90 min.

Name: \_\_\_\_\_

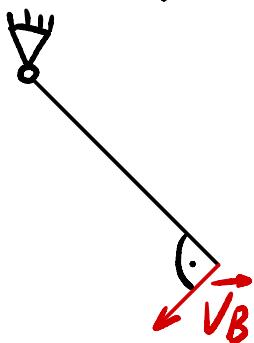
Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

ARBEITSBLATT

$$\textcircled{2} \quad \text{geg: } \alpha = 38^\circ$$

$$\beta = 73^\circ$$

$$\omega_A = 5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

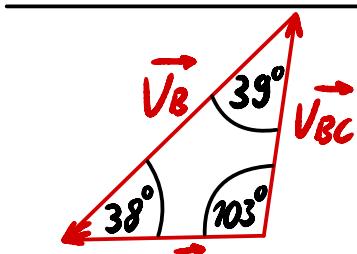


$$\begin{aligned}\vec{v}_B &= \omega_A \cdot l_{AB} \\ &= 5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 0,24 \text{m} \\ &= 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}$$

Satz von Euler:

$$\vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB} = \vec{v}_B + \omega_{CB} \times \vec{l}_{BC}$$

Translation                                      Rotation



$$\frac{\vec{v}_C}{\vec{v}_B} = \frac{\sin(39^\circ)}{\sin(103^\circ)} \Rightarrow \vec{v}_C = \frac{\sin(39^\circ) \vec{v}_B}{\sin(103^\circ)} = \frac{\sin(39^\circ) \cdot 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\sin(103^\circ)} = 0,76 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{\vec{v}_{BC}}{\vec{v}_B} = \frac{\sin(38^\circ)}{\sin(103^\circ)} \Rightarrow \vec{v}_{BC} = \frac{\sin(38^\circ) \vec{v}_B}{\sin(103^\circ)} = \frac{\sin(38^\circ) \cdot 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\sin(103^\circ)} = 0,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\vec{v}_{BC} = \omega_{BC} \cdot l_{BC} \Rightarrow \omega_{BC} = \frac{\vec{v}_{BC}}{l_{BC}} = \frac{0,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,7 \text{m}} = 1,11 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$



# Klausur: CAEE-Grundlagen

WS20/21, 15.02.2021

Kinematik des Punktes und der Scheibe/  
Feldberechnung, Schaltungssimulation und  
Verdrahtung und Platzierung

CAEE-Grdl.

STS/06-21

Zeit: 90 min.

## Aufgabe 3 [14 Punkte]

Der Robotergriff P eines Schwenkarmroboters (SCARA-Roboter) führt eine ebene Bewegung aus.

Die *Punktbewegung* des Greifers P ist gegeben durch die Parametergleichungen

$$r(t) = r_0 \left( 1 - \left( \frac{t}{\tau} \right)^2 \right) \quad \text{für } 1 \leq k \leq 5$$

$$r(t) = r_0 \left( 1 - \sin \left( \pi \frac{t}{\tau} \right) \right) \quad \text{für } 6 \leq k \leq 10$$

$$\varphi(t) = a \cdot t$$



mit  $a = \pi/s$ ;  $\tau = 1 \text{ s}$  ;  $r_0 = 5 \text{ cm}$

- Bestimmen Sie die (zeitfreie) Bahngleichung
- Skizzieren Sie die Bahn des Punktes für die Werte

[ Maßstab: 1 cm  $\triangleq$  1cm]

$$t = \{0s; \frac{1}{6}s; \frac{1}{3}s; \frac{1}{2}s; \frac{2}{3}s; 1s\}$$

- Berechnen Sie die Geschwindigkeit des Punktes für  $t_1 = 1s$ .



# Klausur: CAEE-Grundlagen

WS20/21, 15.02.2021

Kinematik des Punktes und der Scheibe/  
Feldberechnung, Schaltungssimulation und  
Verdrahtung und Platzierung

CAEE-Grdl.

STS/06-21

Zeit: 90 min.

Name: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

ARBEITSBLATT

(3)

$$a) r(t) = r_0 \left(1 - \left(\frac{t}{\tau}\right)^2\right) *$$

$$\varphi(t) = at \Rightarrow t = \frac{\varphi}{a} **$$

\*\* in \*

$$\Rightarrow r(\varphi) = r_0 \left(1 - \left(\frac{\varphi}{\tau}\right)^2\right)$$

b) i	t [s]	$\dot{\varphi}$ [rad]	$\varphi$ [°]	r [cm]
1	0	0	0	5
2	$\frac{\pi}{6}$	0,52	30	4,86
3	$\frac{\pi}{3}$	1,04	60	4,44
4	$\frac{\pi}{2}$	1,57	90	3,75
5	$\frac{2\pi}{3}$	2,04	120	2,77
6	$\pi$	$\pi$	180	0

$$\dot{\varphi}(t) = a t \\ = \frac{\pi}{5} t$$

$$r(\varphi) = \dots$$

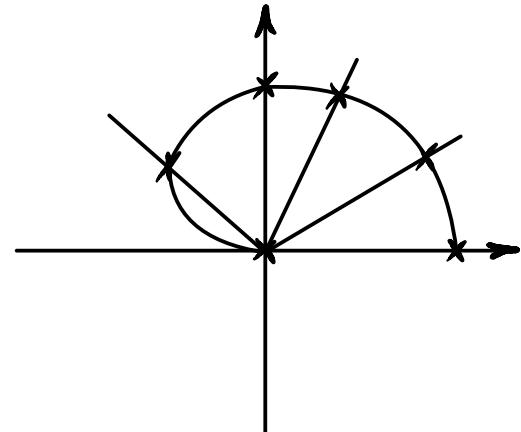
$$c) r = r_0 \left(1 - \left(\frac{t}{\tau}\right)^2\right)$$

$$\dot{r} = -\frac{2r_0 t}{\tau^2}$$

$$\varphi = at$$

$$\ddot{\varphi} = a$$

$$\vec{v}(t) = \begin{pmatrix} \dot{r} \\ r \dot{\varphi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2r_0 t}{\tau^2} \\ r_0 \left(1 - \left(\frac{t}{\tau}\right)^2\right) a \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{2 \cdot 5 \text{ cm} \cdot \frac{\pi}{5}}{\left(\frac{\pi}{5}\right)^2} \\ 5 \text{ cm} \left(1 - \left(\frac{\frac{\pi}{5}}{\frac{\pi}{5}}\right)^2\right) \pi \frac{1}{5} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -10 \\ 5\pi \end{pmatrix}$$





# Klausur: CAEE-Grundlagen

WS20/21, 15.02.2021

Kinematik des Punktes und der Scheibe/  
Feldberechnung, Schaltungssimulation und  
Verdrahtung und Platzierung

CAEE-Grdl.

STS/06-21

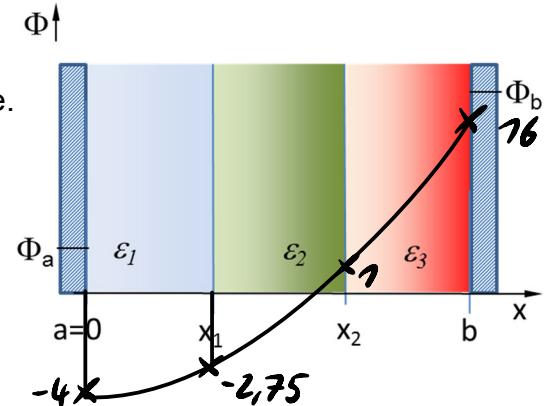
Zeit: 90 min.

## Aufgabe 4 [20 Punkte]:

Für den abgebildeten Kondensator soll der Potentialverlauf bestimmt werden.

Berechnen Sie den Verlauf anhand der gegebenen Unterteilung mit Hilfe der **Finite-Elemente-Methode** für die angegebenen Material- und Randpotentialwerte.

- Handelt es sich bei dieser Aufgabe um ein „Dirichlet-Randwertproblem“? (Begründung)
- Stellen Sie zunächst das zu lösende Gleichungssystem auf und berechnen Sie dann die Lösung.
- Skizzieren Sie den Potentialverlauf.



Gegeben:

$$\Delta x = h = 0,02 \text{ mm} ; \phi_a = -4 \text{ V} ; \phi_b = 16 \text{ V} ; g(x) = 0 ; \epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}} ;$$

$$\epsilon_1 = 12 \epsilon_0 ; \epsilon_2 = 4 \epsilon_0 ; \epsilon_3 = \epsilon_0$$

$$G=0$$

### b) Elementarmatrizen:

$$K_1 = \frac{12\epsilon_0}{h} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \quad K_2 = \frac{4\epsilon_0}{h} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \quad K_3 = \frac{1\epsilon_0}{h} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$$

### Gesamtsystem:

$$K = \frac{\epsilon_0}{h} \begin{pmatrix} 12 & -12 & 0 & 0 \\ -12 & (12+4)-4 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & (4+1) & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \phi_a \\ \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \frac{\epsilon_0}{h} \begin{pmatrix} 16 & -4 \\ -4 & 5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 & \phi_a \\ 1 & \phi_b \end{pmatrix} \frac{\epsilon_0}{h}$$

$$\Rightarrow \begin{pmatrix} 16 & -4 \\ -4 & 5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -48 \\ 16 \end{pmatrix} \xrightarrow{\text{TR}} \begin{array}{l} \phi_1 = -2,75 \\ \phi_2 = 1 \end{array}$$