EvaExam	Technische Mechanik	Electric Paper

Inhalt und Form sind an eine Altklausur angelehnt, können aber stellenweise abweichen.
(Deshalb keine Garantie auf Richtigkeit - Rückmeldungen in Moodle erwünscht)

Bitte so markieren: ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.

Korrektur: ☐ ■ ☐ ☒ ☐ Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.

Bitte ausfüllen (Die Angabe des Namens ist freiwillig.):

Vorname: ______________________

Nachname: ______________________

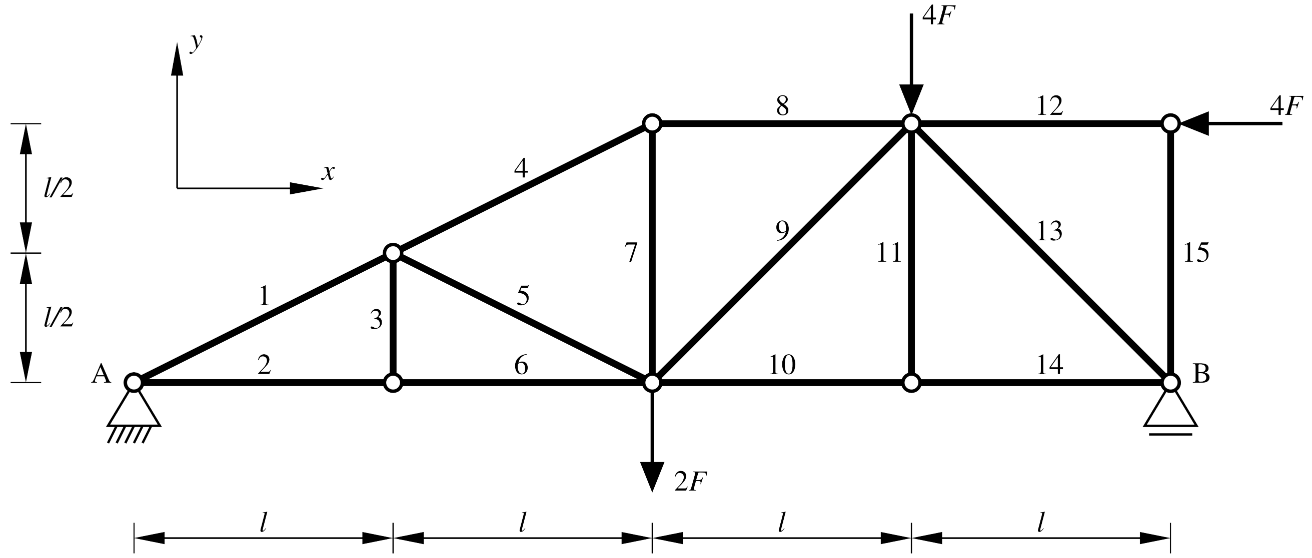
Für die eindeutige Zuordnung der Prüfung übertragen Sie bitte Ihre Prüfungsteilnehmer-ID gewissenhaft in die dafür vorgesehenen Felder. Alle Seiten sind vollständig individualisiert und nicht mit anderen Prüfungen tauschbar.

Prüfungsteilnehmer-ID für den Prüfungsbogen Nr.: 0:

0	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9	☐	☐	☐	☐	☐	☐

1. Aufgabe (10 Punkte)

Das gezeigte Fachwerk ist in den Punkten A und B gelagert und wird durch 3 Einzelkräfte wie dargestellt belastet.



1.1 Ist Stab 1 ein Nullstab?
0P ☐ Ja 0,25P ☑ Nein

1.2 Ist Stab 3 ein Nullstab?
0,25P ☑ Ja 0P ☐ Nein

1.3 Ist Stab 5 ein Nullstab?
0,25P ☑ Ja 0P ☐ Nein

1.4 Ist Stab 7 ein Nullstab?
0P ☐ Ja 0,25P ☑ Nein

1.5 Ist Stab 9 ein Nullstab?
0P ☐ Ja 0,25P ☑ Nein

LÖSUNG

1. Aufgabe (10 Punkte) [Fortsetzung]

1.6 Ist Stab 11 ein Nullstab?

0,25P ☑ Ja   0P ☐ Nein

1.7 Ist Stab 12 ein Nullstab?

0P ☐ Ja   0,25P ☑ Nein

1.8 Ist Stab 13 ein Nullstab?

0P ☐ Ja   0,25P ☑ Nein

1.9 Ist Stab 14 ein Nullstab?

0P ☐ Ja   0,25P ☑ Nein

1.10 Ist Stab 15 ein Nullstab?

0,25P ☑ Ja   0P ☐ Nein

Im Folgenden werden die Auflagerreaktionen in den Punkten A und B bezüglich der durch das Koordinatensystem positiv definierten Richtungen abgefragt. Die Größe und Richtung der drei Einzelkräfte ist der Zeichnung zu entnehmen.

1.11 Geben Sie den Wert der Kraftkomponente A_x an.

0P ☐ -3 F 0P ☐ 1 F 0P ☐ 2 F

0P ☐ 2,5 F 0P ☐ 3 F 0P ☐ 3,5 F

1P ☑ 4 F 0P ☐ 5 F 0P ☐ 9 F

1.12 Geben Sie den Wert der Kraftkomponente A_y an.

0P ☐ -3 F 0P ☐ 1 F 0P ☐ 2 F

0P ☐ 2,5 F 1P ☑ 3 F 0P ☐ 3,5 F

0P ☐ 4 F 0P ☐ 5 F 0P ☐ 9 F

1.13 Geben Sie den Wert der Kraftkomponente B_y an.

0P ☐ -3 F 0P ☐ 1 F 0P ☐ 2 F

0P ☐ 2,5 F 1P ☑ 3 F 0P ☐ 3,5 F

0P ☐ 4 F 0P ☐ 5 F 0P ☐ 9 F

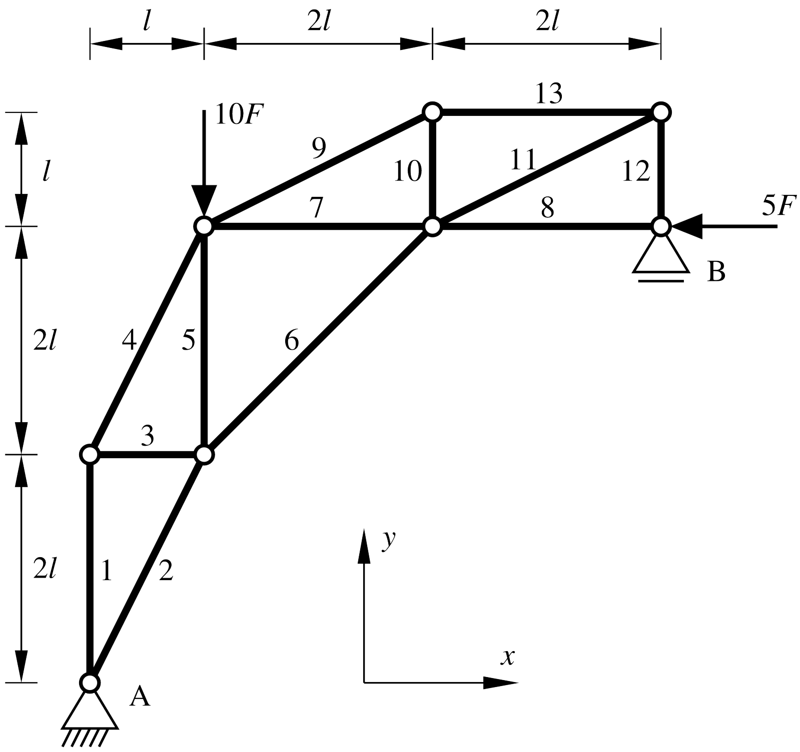
---

1. Aufgabe (10 Punkte) [Fortsetzung]

Die abgebildete Brückenkonstruktion ist als Fachwerk ausgeführt und wird durch zwei Einzelkräfte belastet. Für die dargestellte Belastung ergibt sich die Auflagerreaktion des Lagers B gemäß des vorgegebenen *x*-*y*-Koordinatensystem zu

$$B_y = -2\,F.$$

Beachten Sie bei der Berechnung der Stabkräfte die Konvention positiver Zugkräfte.



1.14 Bestimmen Sie die Stabkraft S_6.

- 1,5P ☑ -5,657 F
- 0P ☐ -5 F
- 0P ☐ -4,472 F
- 0P ☐ -3 F
- 0P ☐ 0
- 0P ☐ 3 F
- 0P ☐ 4,472 F
- 0P ☐ 5 F
- 0P ☐ 5,657 F

1.15 Bestimmen Sie die Stabkraft S_7.

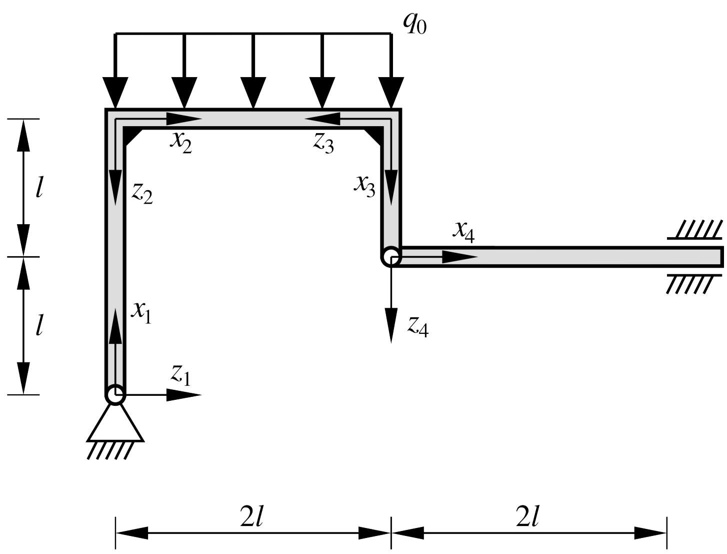
- 0P ☐ -5,657 F
- 1,5P ☑ -5 F
- 0P ☐ -4,472 F
- 0P ☐ -3 F
- 0P ☐ 0
- 0P ☐ 3 F
- 0P ☐ 4,472 F
- 0P ☐ 5 F
- 0P ☐ 5,657 F

1.16 Bestimmen Sie die Stabkraft S_9.

- 0P ☐ -5,657 F
- 0P ☐ -5 F
- 0P ☐ -4,472 F
- 0P ☐ -3 F
- 0P ☐ 0
- 0P ☐ 3 F
- 1,5P ☑ 4,472 F
- 0P ☐ 5 F
- 0P ☐ 5,657 F

2. Aufgabe (10 Punkte)

Das dargestellte Balkensystem wird durch eine konstante Streckenlast q_0 belastet. Die Balken (Biegesteifigkeit EI, Dehnsteifigkeit $EA \to \infty$) sind durch ein Gelenk miteinander verbunden und mittels einer Schiebehülse und eines Festlagers gelagert.



Im Nachfolgenden bezeichnen $w_i(x_i)$ die Biegelinien der Balken bezogen auf das jeweilige x_i-z_i-Koordinatensystem.

2.1 Welche der nachfolgenden Aussagen trifft auf die geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen der Biegelinie $w_2(x_2)$ an der Stelle $x_2 = 0$ zu?

- 0P ☐ Nur $w_2(x_2 = 0) = 0$ und $w_2'(x_2 = 0) = 0$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 0P ☐ Nur $w_2(x_2 = 0) = 0$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 0P ☐ Nur $w_2'(x_2 = 0) = 0$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 1P ☑ Keine der zuvor angegebenen Aussagen ist richtig

2.2 Welche der nachfolgenden Aussagen trifft auf die geomtrischen Rand-/Übergangsbedingungen der Biegelinie $w_3(x_3)$ an der Stelle $x_3 = 0$ zu?

- 0P ☐ Nur $w_3(x_3 = 0) = 0$ und $w_3'(x_3 = 0) = w_2'(x_2 = 2\,l)$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 1P ☑ Nur $w_3(x_3 = 0) = -\,w_1(x_1 = 2\,l)$ und $w_3'(x_3 = 0) = w_2'(x_2 = 2\,l)$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 0P ☐ Nur $w_3'(x_3 = 0) = w_2'(x_2 = 2\,l)$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 0P ☐ Keine der zuvor angegebenen Aussagen ist richtig

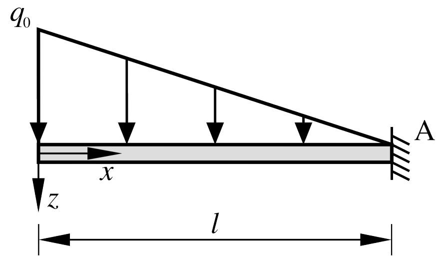
2.3 Welche der nachfolgenden Aussagen trifft auf die geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen der Biegelinie $w_4(x_4)$ an der Stelle $x_4 = 0$ zu?

- 0P ☐ Nur $w_4(x_4 = 0) = 0$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 1P ☑ Nur $w_4(x_4 = 0) = w_2(x_2 = 2\,l)$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 0P ☐ An der Stelle $x_4 = 0$ sind keine geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen vorhanden
- 0P ☐ Keine der zuvor angegebenen Aussagen ist korrekt

2.4 Welche der nachfolgenden Aussagen trifft auf die geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen der Biegelinie $w_4(x_4)$ an der Stelle $x_4 = 2\,l$ zu?

- 0P ☐ Nur $w_4(x_4 = 2\,l) = 0$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 0P ☐ Nur $w_4'(x_4 = 2\,l) = 0$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 1P ☑ Nur $w_4(x_4 = 2\,l) = 0$ und $w_4'(x_4 = 2\,l) = 0$ und keine weiteren geometrischen Rand-/Übergangsbedingungen
- 0P ☐ Keine der zuvor angegebenen Aussagen ist richtig

2. Aufgabe (10 Punkte) [Fortsetzung]



Der dargestellte Balken (Biegesteifigkeit EI, Länge l) ist rechtsseitig eingespannt und wie dargestellt durch eine lineare Streckenlast belastet. Für das vorgegebene Koordinatensystem kann der resultierende Momentenverlauf $M(x)$ im Bereich $0 \leq x \leq l$ durch die Funktion

$$M(x) = \frac{q_0\, l^2}{12}\left[a\left(\frac{x}{l}\right)^3 + b\left(\frac{x}{l}\right)^2\right]$$

angegeben werden.

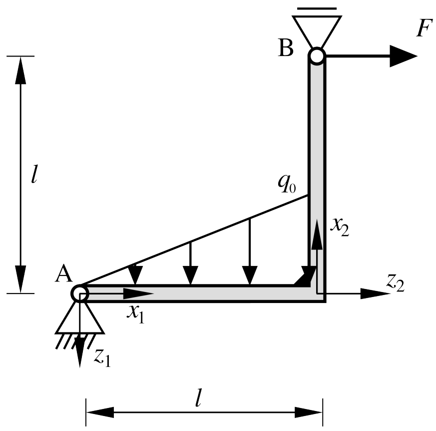
2.5 Bestimmen Sie den Faktor a.

- 0P ☐ -6
- 0P ☐ -1
- 0,75P ☑ 2
- 0P ☐ -4
- 0P ☐ 0
- 0P ☐ 4
- 0P ☐ -2
- 0P ☐ 1
- 0P ☐ 6

2.6 Bestimmen Sie den Faktor b.

- 0,75P ☑ -6
- 0P ☐ -1
- 0P ☐ 2
- 0P ☐ -4
- 0P ☐ 0
- 0P ☐ 4
- 0P ☐ -2
- 0P ☐ 1
- 0P ☐ 6

2. Aufgabe (10 Punkte) [Fortsetzung]



Das dargestellte Balkensystem (Biegesteifigkeit EI, Dehnsteifigkeit $EA \to \infty$) wird durch eine linear ansteigende Streckenlast und eine Einzelkraft wie dargestellt belastet. Die Einzelkraft ist gegeben als

$$F = q_0\, l.$$

Damit ergeben sich für die Biegelinie $w_1(x_1)$ des horizontalen Balkens (x_1-z_1-Koordinatensystem) und die Biegelinie $w_2(x_2)$ des vertikalen Balkens (x_2-z_2-Koordinatensystem) folgende Ausdrücke:

$$w_1\,(x_1) = \frac{q_0\, l^4}{360 E\, I}\left[3\left(\frac{x_1}{l}\right)^5 + 50\left(\frac{x_1}{l}\right)^3 + a_1\,\frac{x_1}{l} + a_0\right]$$
$$w_2\,(x_2) = \frac{q_0\, l^4}{180 E\, I}\left[-30\left(\frac{x_2}{l}\right)^3 + 90\left(\frac{x_2}{l}\right)^2 + b_1\,\frac{x_2}{l} + b_0\right]$$

2.7 Bestimmen Sie den Faktor a_0.

- 0P ☐ -59
- 0P ☐ -47
- 0P ☐ 1
- 0P ☐ 56
- 0P ☐ -56
- 0P ☐ -1
- 0P ☐ 47
- 0P ☐ 59
- 0P ☐ -53
- 0,75P ☑ 0
- 0P ☐ 53
- 0P ☐ 109

2.8 Bestimmen Sie den Faktor a_1.

- 0P ☐ -59
- 0P ☐ -47
- 0P ☐ 1
- 0P ☐ 56
- 0P ☐ -56
- 0P ☐ -1
- 0P ☐ 47
- 0P ☐ 59
- 1,5P ☑ -53
- 0P ☐ 0
- 0P ☐ 53
- 0P ☐ 109

2.9 Bestimmen Sie den Faktor b_0.

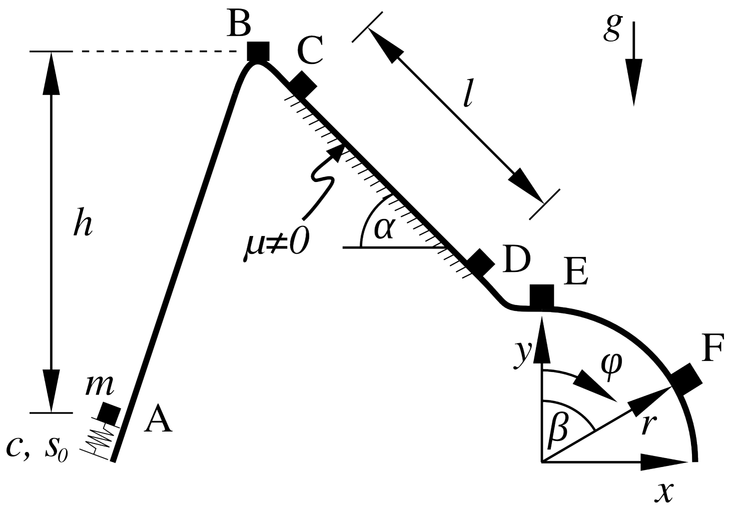
- 0P ☐ -59
- 0P ☐ -47
- 0P ☐ 1
- 0P ☐ 56
- 0P ☐ -56
- 0P ☐ -1
- 0P ☐ 47
- 0P ☐ 59
- 0P ☐ -53
- 0,75P ☑ 0
- 0P ☐ 53
- 0P ☐ 109

2.10 Bestimmen Sie den Faktor b_1.

- 0P ☐ -59
- 0P ☐ -47
- 0P ☐ 1
- 1,5P ☑ 56
- 0P ☐ -56
- 0P ☐ -1
- 0P ☐ 47
- 0P ☐ 59
- 0P ☐ -53
- 0P ☐ 0
- 0P ☐ 53
- 0P ☐ 109

3. Aufgabe (10 Punkte)

Eine Masse m wird am Punkt A mit einer Feder (Federsteifigkeit c, Vorspannung s_0) auf einen Berg (Höhe h) getrieben. Von dort aus rutscht die Masse ab dem Punkt C (Geschwindigkeit v_C) eine reibungsbehaftete Strecke (Reibkoeffizient μ, Länge l, Neigungswinkel α) hinunter und erreicht den Punkt D (Geschwindigkeit v_D). Ab dem Punkt E (Geschwindigkeit v_E) befindet sich die Masse auf einer Kreisbahn (Radius r), von der die Masse bei einem Winkel $\varphi = \beta$ am Punkt F (Geschwindigkeit v_F) den Kontakt zum Boden verliert.



Die Größe der Federsteifigkeit, bei der die Masse m gerade die Spitze des Berges (Punkt B) erreicht, kann bei gegebener Vorspannung s_0 gemäß

$$c = a\,m\,g\,h$$

angegeben werden.

3.1 Bestimmen Sie den Faktor a.

0P ☐ $1 / (2\, s_0^2)$	0P ☐ $1 / (2\, s_0)$	1P ☑ $2 / s_0^2$
0P ☐ $2 / s_0$	0P ☐ $s_0^2 / 2$	0P ☐ $s_0 / 2$
0P ☐ $2\, s_0^2$	0P ☐ $2\, s_0$	0P ☐ s_0^2

Der Reibkoeffizient, der benötigt wird, damit die Masse m den Punkt D mit vorgegebener Geschwindigkeit erreicht, kann gemäß

$$\mu = a_1 \frac{v_C^2 - v_D^2}{g\,l} + a_2$$

ausgedrückt werden.

Hinweis: Die Geschwindigkeiten v_C und v_D sind hier als gegeben anzusehen.

3.2 Bestimmen Sie den Faktor a_1.

1P ☑ $1/ (2 \cos(\alpha))$	0P ☐ $1 / \cos(\alpha)$	0P ☐ $\cos(\alpha)$
0P ☐ $2 \cos(\alpha)$	0P ☐ $1 / \sin(\alpha)$	0P ☐ $\sin(\alpha)$
0P ☐ $2 \sin(\alpha)$	0P ☐ $1 / \tan(\alpha)$	0P ☐ $\tan(\alpha)$

3.3 Bestimmen Sie den Faktor a_2.

0P ☐ $1 / (2 \cos(\alpha))$	0P ☐ $1 / \cos(\alpha)$	0P ☐ $\cos(\alpha)$
0P ☐ $2 \cos(\alpha)$	0P ☐ $1 / \sin(\alpha)$	0P ☐ $\sin(\alpha)$
0P ☐ $2 \sin(\alpha)$	0P ☐ $1 / \tan(\alpha)$	1P ☑ $\tan(\alpha)$

3. Aufgabe (10 Punkte) [Fortsetzung]

Der Verlauf der Normalkraft der Masse m entlang der Kreisbahn kann ab Punkt E in Abhängigkeit des Winkels φ ($0 \leq \varphi \leq \beta$) in der Form

$$N(\varphi) = a_3\, m\, g + a_4 \frac{m\, v_E^2}{r}$$

angegeben werden.

Hinweis: Die Geschwindigkeit v_E ist hier als gegeben anzunehmen.

3.4 Bestimmen Sie den Faktor a_3.

- 0P ☐ 3 cos(φ) - 3
- 1,5P ☑ 3 cos(φ) - 2
- 0P ☐ 3 cos(φ) - 1
- 0P ☐ 2 cos(φ) - 3
- 0P ☐ 2 cos(φ) - 2
- 0P ☐ 2 cos(φ) - 1
- 0P ☐ 3 sin(φ) - 3
- 0P ☐ 3 sin(φ) - 2
- 0P ☐ 3 sin(φ) - 1
- 0P ☐ 2 sin(φ) - 3
- 0P ☐ 2 sin(φ) - 2
- 0P ☐ 2 sin(φ) - 1

3.5 Bestimmen Sie den Faktor a_4.

- 0P ☐ -3
- 0P ☐ -2
- 1,5P ☑ -1
- 0P ☐ 0
- 0P ☐ 1
- 0P ☐ 2
- 0P ☐ 3
- 0P ☐ cos(φ)
- 0P ☐ sin(φ)
- 0P ☐ tan(φ)
- 0P ☐ 1 / cos(φ)
- 0P ☐ 1 / sin(φ)

Sobald die Masse m die Kreisbahn im Punkt F verlässt, kann die zurückgelegte Strecke $\boldsymbol{s}$ in Abhängigkeit von der Zeit t in x- und y- Richtung gemäß

$$\mathbf{s} = \begin{bmatrix} s_x \\ s_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_5\, r + a_6\, v_F\, t \\ a_7\, r + a_8\, v_F\, t + a_9\, t^2 \end{bmatrix}$$

angegeben werden. Das kartesische Bezugskoordinatensystem befindet sich, wie in der Zeichnung dargestellt, im Mittelpunkt der Kreisbahn.

Hinweis: Die Geschwindigkeit v_F ist hier als gegeben anzunehmen.

3.6 Bestimmen Sie den Faktor a_5.

- 0P ☐ -cos(β)
- 0P ☐ -sin(β)
- 0P ☐ -tan(β)
- 0P ☐ -1 / cos(β)
- 0P ☐ -1 / sin(β)
- 0P ☐ -1 / tan(β)
- 0P ☐ cos(β)
- 0,75P ☑ sin(β)
- 0P ☐ tan(β)
- 0P ☐ 1 / cos(β)
- 0P ☐ 1 / sin(β)
- 0P ☐ 1 / tan(β)

3.7 Bestimmen Sie den Faktor a_6.

- 0P ☐ -cos(β)
- 0P ☐ -sin(β)
- 0P ☐ -tan(β)
- 0P ☐ -1 / cos(β)
- 0P ☐ -1 / sin(β)
- 0P ☐ -1 / tan(β)
- 0,75P ☑ cos(β)
- 0P ☐ sin(β)
- 0P ☐ tan(β)
- 0P ☐ 1 / cos(β)
- 0P ☐ 1 / sin(β)
- 0P ☐ 1/tan(β)

3.8 Bestimmen Sie den Faktor a_7.

- 0P ☐ -cos(β)
- 0P ☐ -sin(β)
- 0P ☐ -tan(β)
- 0P ☐ -1 / cos(β)
- 0P ☐ -1 / sin(β)
- 0P ☐ -1 / tan(β)
- 0,75P ☑ cos(β)
- 0P ☐ sin(β)
- 0P ☐ tan(β)
- 0P ☐ 1 / cos(β)
- 0P ☐ 1 / sin(β)
- 0P ☐ 1 / tan(β)

3.9 Bestimmen Sie den Faktor a_8.

- 0P ☐ -cos(β)
- 0,75P ☑ -sin(β)
- 0P ☐ -tan(β)
- 0P ☐ -1 / cos(β)
- 0P ☐ -1 / sin(β)
- 0P ☐ -1 / tan(β)
- 0P ☐ cos(β)
- 0P ☐ sin(β)
- 0P ☐ tan(β)
- 0P ☐ 1 / cos(β)
- 0P ☐ 1 / sin(β)
- 0P ☐ 1 / tan(β)

3. Aufgabe (10 Punkte) [Fortsetzung]

Für ein anderes System ergibt sich die zurückgelegte Strecke $\boldsymbol{s}$ in Abhängigkeit von der Zeit t in x- und y-Richtung gemäß

$$\mathbf{s} = \begin{bmatrix} s_x \\ s_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2\,\mathrm{m} + 4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,t \\ 2,25\,\mathrm{m} + 6\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\,t - 5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,t^2 \end{bmatrix}.$$

3.10 Bestimmen Sie die Strecke s_x unter der Bedingung, dass $s_y = 0$ entspricht und $t \geq 0$ eingehalten wird.

- 0P ☐ 3 m
- 0P ☐ 4 m
- 0P ☐ 5 m
- 0P ☐ 6 m
- 1P ☑ 8 m
- 0P ☐ 9 m
- 0P ☐ 10 m
- 0P ☐ 12 m
- 0P ☐ 14 m
- 0P ☐ 15 m
- 0P ☐ 16 m
- 0P ☐ 18 m

LÖSUNG