HOCHSCHULE WISMAR
Fachbereich Bauingenieurwesen
Prof. Dr.-Ing. R. Dallmann

Modulprüfung Baustatik II am 1. Februar 2010

Name: ....

Matr.-Nr.: ....

In dieser Klausur werden 8 Aufgaben mit insgesamt 60 erreichbaren Punkten zur Lösung angeboten.

Teil 1: 20 Minuten ohne Unterlagen, 13 erreichbare Punkte.

Teil 2: 100 Minuten mit Unterlagen, 47 erreichbare Punkte.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	Summe
Punkte						18	15	14	

Modulprüfung Baustatik II am 19. Februar 2009
Teil 1, 20 Minuten (ohne Unterlagen)

Aufgabe 1 (2 Punkte)

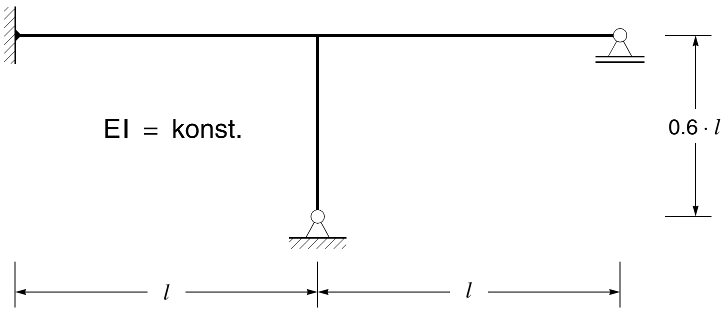
Wie lautet die Differentialgleichung 4. Ordnung für den gebetteten Balken nach Theorie II. Ordnung?

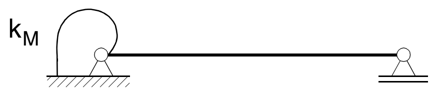
Aufgabe 2 (2 Punkte)

Geben Sie an, welche Bedingungen die Ansatzfunktionen bei Anwendung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen erfüllen müssen.

Aufgabe 3 (3 Punkte)

Bei nachfolgend dargestelltem System soll der linke Teil durch eine Drehfeder ersetzt werden. Berechnen Sie die Ersatzfedersteifigkeit k_M in Abhängigkeit von EI und l.





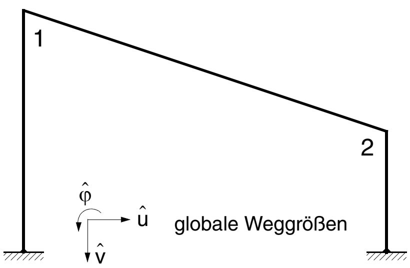
$$k_M = \frac{4EI}{l} + \frac{3EI}{0.6l} = \frac{9EI}{l}$$

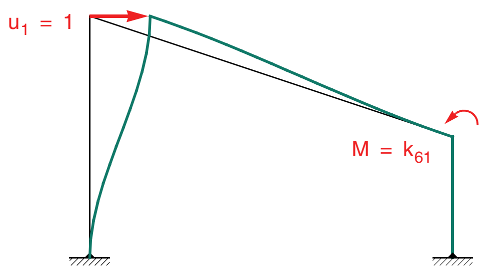
Aufgabe 4 (6 Punkte)

Für das nachfolgend dargestellte System ist die auf das globale Koordinatensystem bezogene Gesamtsteifigkeitsmatrix schematisch angegeben.

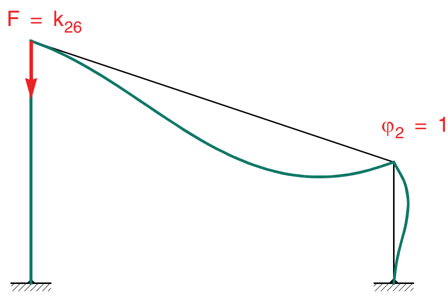
Skizzieren Sie die Verformungszustände, mit der die angegebenen Matrixelemente ermittelt werden können.

Tragen Sie die Matrixelemente entsprechend ihrer mechanischen Bedeutung in die skizzierten Verformungszustände ein.





$$\mathbf{k} \cdot \mathbf{u} = \begin{bmatrix} & & & & & \\ & & & & & k_{26} \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ k_{61} & & & & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ \varphi_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ \varphi_2 \end{bmatrix}$$



Modulprüfung Baustatik II am 19. Februar 2009
Teil 2, 100 Minuten (mit Unterlagen)

Aufgabe 5 (18 Punkte)

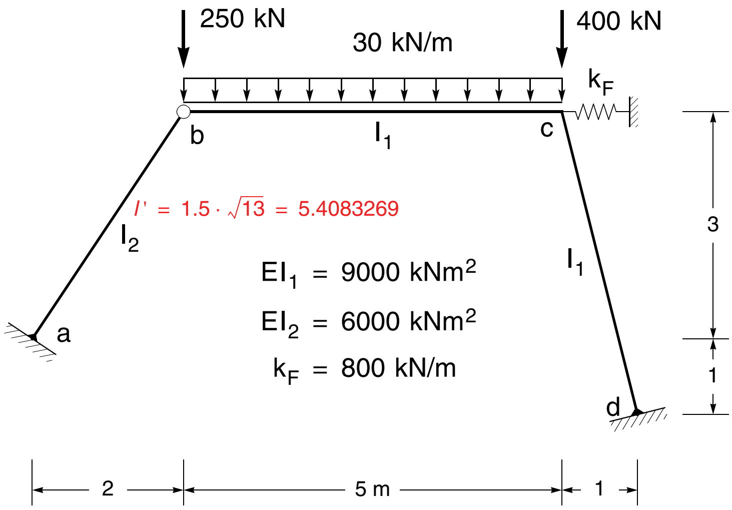
Das nachfolgend dargestellte System ist nach der Spannungstheorie II. Ordnung mit dem Drehwinkelverfahren unter Berücksichtigung der genauen Biegeformkoeffizienten zu berechnen.

In allen Stäben, in denen ein Stabsehnendrehwinkel auftreten kann, ist eine ungünstig wirkende geometrische Imperfektion in Form einer Stabdrehung $\psi_0 = 1/200$ [rad] zu berücksichtigen.

Führen Sie nur einen Iterationsschritt mit den angegebenen Längskräften durch.

Eine Berechnung nach Theorie I. Ordnung ergab eine Verschiebung des Punktes b nach rechts.

Ermitteln Sie die Momentenlinie infolge der angegebenen Belastung.



$N_{a-b} = -359$ kN

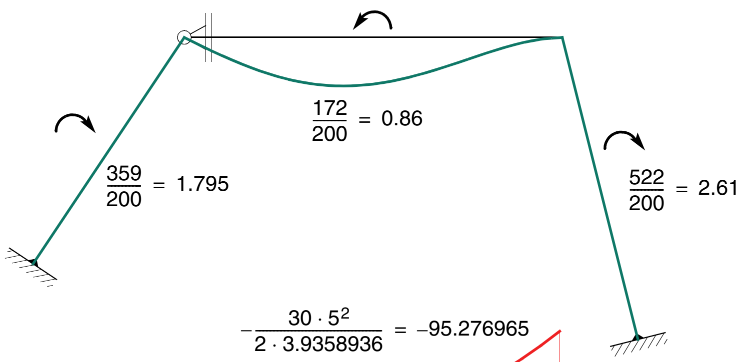
$N_{b-c} = -172$ kN

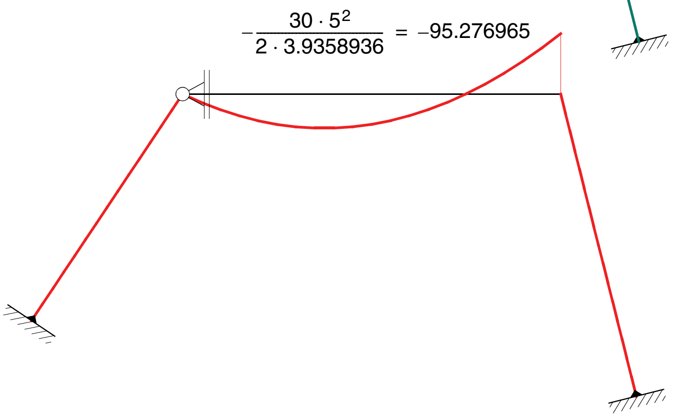
$N_{c-d} = -522$ kN

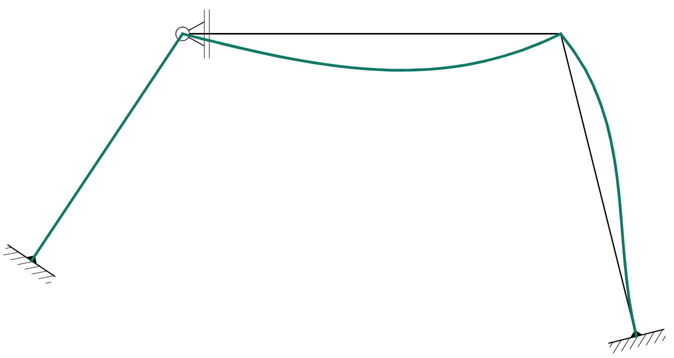
$$\varepsilon_{a-b} = \sqrt{13}\sqrt{\frac{359}{6000}} = 0.8819486 \Rightarrow \gamma_{a-b} = 2.8408519$$

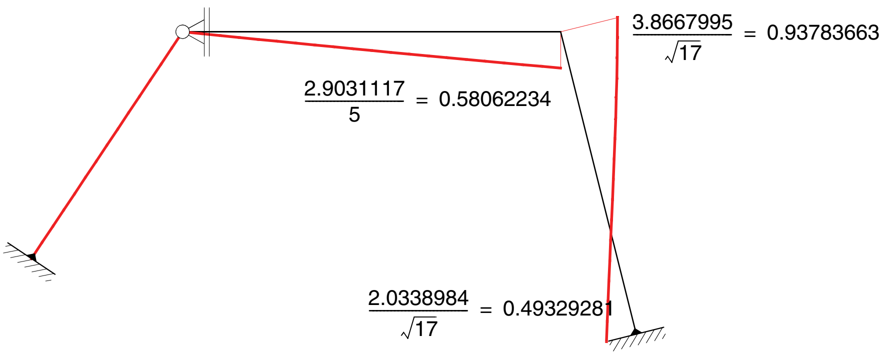
$$\varepsilon_{b-c} = 5\sqrt{\frac{172}{9000}} = 0.69121471 \Rightarrow \begin{cases} \alpha_{b-c} = 3.9358936 \\ \gamma_{b-c} = 2.9031117 \end{cases}$$

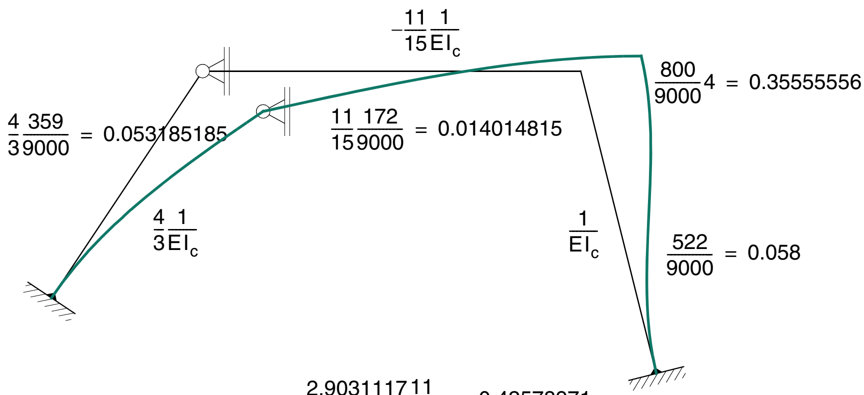
$$\varepsilon_{c-d} = \sqrt{17}\sqrt{\frac{522}{9000}} = 0.99297533 \Rightarrow \begin{cases} \alpha_{c-d} = 3.8667995 \\ \beta_{c-d} = 2.0338984 \end{cases}$$

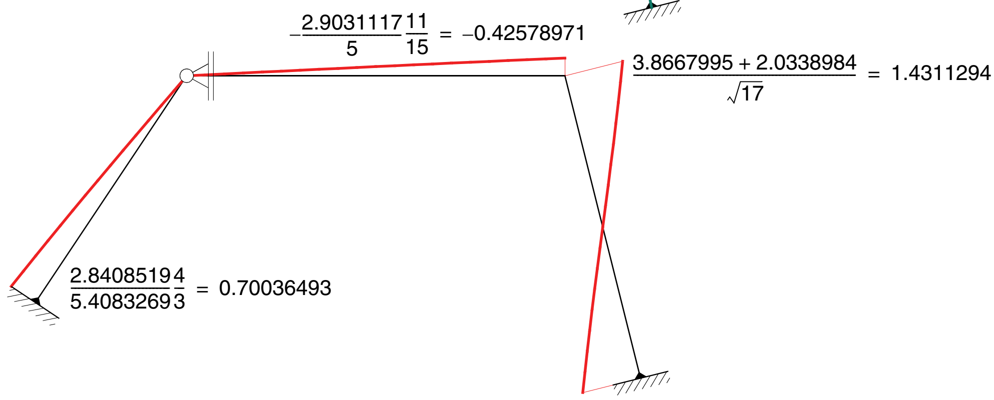

$\frac{172}{200} = 0.86$
$\frac{359}{200} = 1.795$
$\frac{522}{200} = 2.61$


$-\frac{30 \cdot 5^2}{2 \cdot 3.9358936} = -95.276965$




$\frac{3.8667995}{\sqrt{17}} = 0.93783663$
$\frac{2.9031117}{5} = 0.58062234$
$\frac{2.0338984}{\sqrt{17}} = 0.49329281$



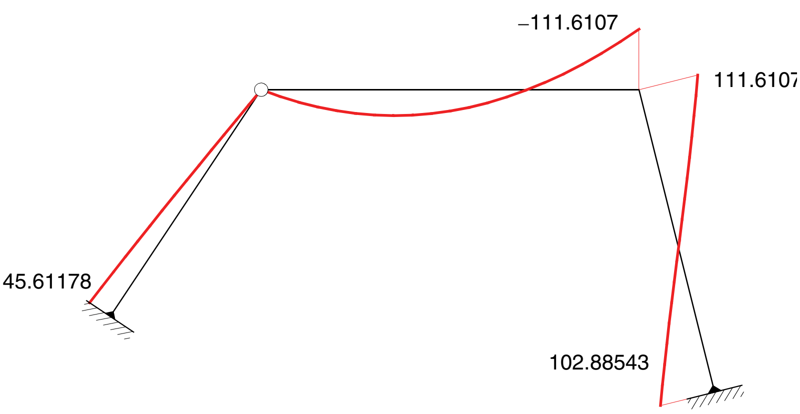


$$\sum M = (0.58062234 + 0.93783663)Y_1 + (1.4311294 - 0.42578971)\cdot Y_2 - 95.276965 = 0$$

$$\begin{aligned}\sum \overline{W} = {} & \left((0.93783663 + 0.49329281)\cdot 1 + 0.58062234\cdot\left(-\frac{11}{15}\right)\right)\cdot Y_1 \\ & + \left(2\cdot 1.4311294\cdot 1 + (-0.42578971)\cdot\left(-\frac{11}{15}\right) + 0.70036493\cdot\frac{4}{3} + 0.35555556\cdot 4 + {}\right. \\ & \left. - 0.058\cdot\sqrt{17}\cdot 1 - 0.014014815\cdot 5\cdot\frac{11}{15} - 0.053185185\cdot\sqrt{13}\cdot\frac{4}{3}\right)\cdot Y_2 \\ & + (-95.276965)\cdot\left(-\frac{11}{15}\right) - 30\cdot 5\cdot\frac{11}{15}\cdot\frac{25}{22} - 250\cdot\frac{4}{3}\cdot 2 + 400\cdot 1 - 1.795\cdot\sqrt{13}\cdot\frac{4}{3} - 0.86\cdot 5\cdot\frac{11}{15} - 2.61\cdot\sqrt{17}\cdot 1 = 0\end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix}1.518459 & 1.0053397\\ 1.0053397 & 4.9843365\end{bmatrix}\begin{bmatrix}Y_1\\ Y_2\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}95.276965\\ 344.34082\end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix}Y_1\\ Y_2\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}0.760062 & -0.15330436\\ -0.15330436 & 0.23154997\end{bmatrix}\begin{bmatrix}95.276965\\ 344.34082\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}19.627451\\ 65.125732\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}M_{ab}\\ M_{cb}\\ M_{cd}\\ M_{dc}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}0 & 0 & 0.70036493\\ -95.276965 & 0.58062234 & -0.42578971\\ 0 & 0.93783663 & 1.4311294\\ 0 & 0.49329281 & 1.4311294\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\ 19.627451\\ 65.125732\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}45.61178\\ -111.6107\\ 111.6107\\ 102.88543\end{bmatrix}$$



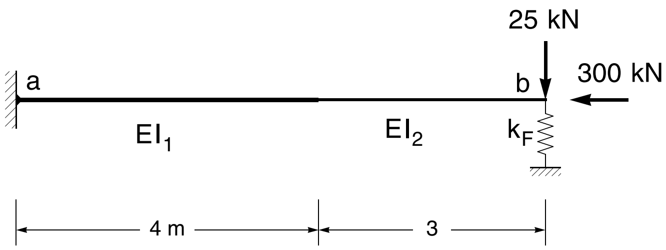
Aufgabe 6 (15 Punkte)

Das nachfolgend dargestellte System ist nach Theorie II. Ordnung näherungsweise mit dem gemischten Verfahren zu berechnen.

Es sind lineare Ansätze über den gesamten Bereich zu wählen.

6.1 Berechnen Sie das Moment im Punkt a und die Verschiebung des Punktes b

6.2 Berechnen Sie die Längskraft, bei der das System ausknickt.



$EI_1 = 15000\ \text{kNm}^2$

$EI_2 = 10000\ \text{kNm}^2$

$k_F = 200\ \text{kN/m}$

$$w(x) = ax \qquad \bar{w}(x) = x$$
$$w'(x) = a \qquad \bar{w}'(x) = 1$$
$$M(x) = b(7-x) \qquad \bar{M}(x) = 7-x$$
$$M'(x) = -b \qquad \bar{M}'(x) = -1$$

$$\int M'\bar{w}'dx + H\int w'\bar{w}'dx - \tilde{T}\bar{w}\Big|_{R_T} + k_F w\bar{w} = 0$$

$$-b\int_0^7 dx + Ha\int_0^7 dx - 25\cdot 7 + 200\cdot 7a\cdot 7 = 0$$

$$-7b + 7Ha - 175 + 9800a = 0$$
$$a(7H + 9800) - 7b - 175 = 0$$
$$a(7(-300) + 9800) - 7b - 175 = 0$$
$$7700a - 7b - 175 = 0$$

$$\int w'\bar{M}'\,dx - \frac{1}{EI}\int M\bar{M}\,dx = 0$$

$$-a\int_0^7 dx - \frac{b}{EI_1}\int_0^4 (7-x)^2\,dx - \frac{b}{EI_2}\int_4^7 (7-x)^2\,dx = 0$$

$$-7a - \frac{b}{15000}\frac{316}{3} - \frac{b}{10000}9 = 0$$

$$-7a - 0.0079222222b = 0$$

$$\begin{bmatrix} 7700 & -7 \\ -7 & -0.0079222222 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -175 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.72019475\times 10^{-4} & -0.063635721 \\ -0.063635721 & -69.999293 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 175 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.012603408 \\ -11.136251 \end{bmatrix}$$

$$w(x) = 0.012603408x$$
$$M(x) = -11.136251(7-x)$$
$$w(7) = 0.088223856$$
$$M(0) = -77.953758$$

$$\begin{bmatrix} -2100\alpha + 9800 & -7 \\ -7 & -0.0079222222 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\det \begin{bmatrix} -2100\alpha + 9800 & -7 \\ -7 & -0.0079222222 \end{bmatrix} = 0$$

$$(-2100\alpha + 9800)(-0.0079222222) - 49 = 0$$

$$16.636667\alpha - 126.63778 = 0$$

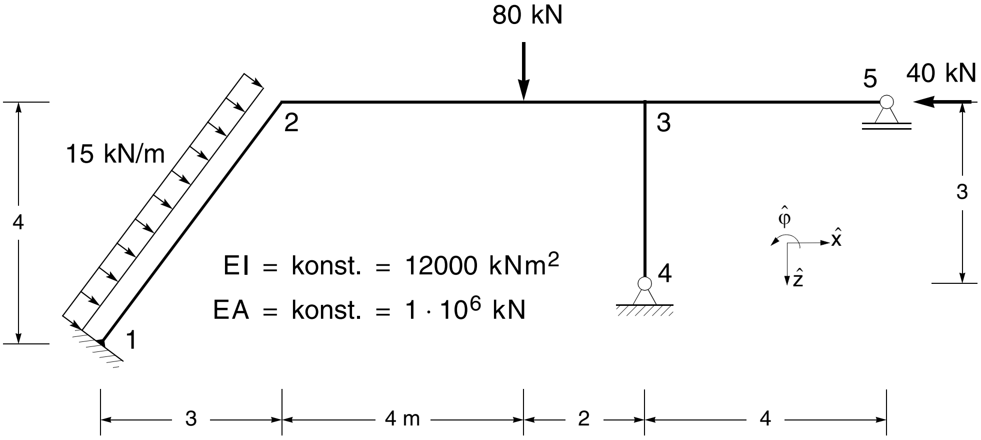
$$\alpha = 7.6119682 \Rightarrow H = 7.6119682 \cdot 300 = 2283.5905$$

Aufgabe 7 (14 Punkte)

Das nachfolgend dargestellte System ist nach dem allgemeinen Weggrößenverfahren berechnet worden. Dabei ergaben sich die angegebenen globalen Knotenweggrößen.

7.1 Ermitteln Sie für den Stab 1 - 2 die Stabendschnittgrößen aus der angegebenen Lösung.

7.2 Ermitteln Sie die horizontale Verschiebung des Knotens 5 aus der angegebenen Lösung



Knoten	$\hat{u}$ [m]	$\hat{v}$ [m]	$\hat{\varphi}$ [rad]
1	0	0	0
2	$5.7095 \cdot 10^{-3}$	$4.5893 \cdot 10^{-3}$	$-1.4501 \cdot 10^{-3}$
3	$5.3730 \cdot 10^{-3}$	$1.9660 \cdot 10^{-4}$	$2.2292 \cdot 10^{-3}$
4	0	0	$-3.8011 \cdot 10^{-3}$

7.1

$$\begin{bmatrix} 200000 & 0 & 0 & -200000 & 0 & 0 \\ 0 & 1152 & -2880 & 0 & -1152 & -2880 \\ 0 & -2880 & 9600 & 0 & 2880 & 4800 \\ -200000 & 0 & 0 & 200000 & 0 & 0 \\ 0 & -1152 & 2880 & 0 & 1152 & 2880 \\ 0 & -2880 & 4800 & 0 & 2880 & 9600 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{s}^0 = \begin{bmatrix} 0 \\ -37.5 \\ 31.25 \\ 0 \\ -37.5 \\ -31.25 \end{bmatrix} \qquad \hat{\mathbf{w}} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 5.7095 \cdot 10^{-3} \\ 4.5893 \cdot 10^{-3} \\ -1.4501 \cdot 10^{-3} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} 0.6 & -0.8 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.6 & -0.8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.8 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{w} = \mathbf{T} \cdot \hat{\mathbf{w}} = \begin{bmatrix} 0.6 & -0.8 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.6 & -0.8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.8 & 0.6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.0057095 \\ 0.0045893 \\ -0.0014501 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -0.00024574 \\ 0.00732118 \\ -0.0014501 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 200000 & 0 & 0 & -200000 & 0 & 0 \\ 0 & 1152 & -2880 & 0 & -1152 & -2880 \\ 0 & -2880 & 9600 & 0 & 2880 & 4800 \\ -200000 & 0 & 0 & 200000 & 0 & 0 \\ 0 & -1152 & 2880 & 0 & 1152 & 2880 \\ 0 & -2880 & 4800 & 0 & 2880 & 9600 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -0.00024574 \\ 0.00732118 \\ -0.0014501 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -37.5 \\ 31.25 \\ 0 \\ -37.5 \\ -31.25 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 49.148 \\ -4.2577114 \\ 14.124518 \\ -49.148 \\ 4.2577114 \\ 7.1640384 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -37.5 \\ 31.25 \\ 0 \\ -37.5 \\ -31.25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 49.148 \\ -41.757711 \\ 45.374518 \\ -49.148 \\ -33.242289 \\ -24.085962 \end{bmatrix}$$

7.2

$$\Delta l_{3-5} = \frac{N}{EA} l = \frac{-40}{1 \cdot 10^6} 4 = -0.00016$$

$$u_5 = u_3 + \Delta l = 5.3730 \cdot 10^{-3} - 0.00016 = 0.005213$$