

Name, Vorname: *H. L. 01254*
Matrikel-Nr.: *25 1 5*

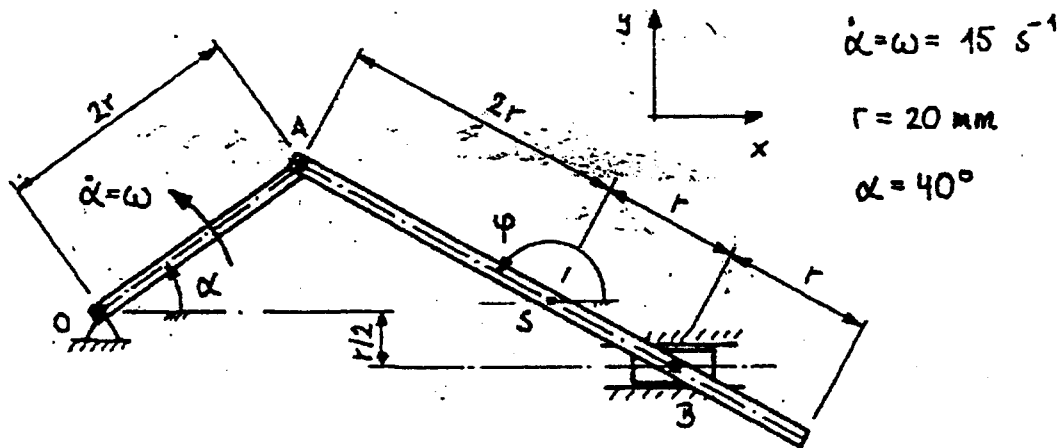
Fachhochschule Mannheim
Fachbereich Maschinenbau
Prof. Dr.-Ing. H. Bräutigam

Getriebelehre
Übung
SS 98

Pflichtübung
Abgabe: 18.06.1998
Blatt 2/3

Aufgabe 1

Bei dem skizzierten exzentrischen Geradschubkurbelgetriebe hat die Kurbel die konstante Winkelgeschwindigkeit $\dot{\alpha} = \omega = 15 \text{ s}^{-1}$.



Für eine momentane Getriebestellung $\alpha = 40^\circ$ ermittle man mit dem Differenzenverfahren, unter Einsatz der PR-Rechnung, für das Pleuel

a) die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des Schwerpunktes S,

b) die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\phi}$ und die Winkelbeschleunigung $\ddot{\phi}$,

jeweils nach Betrag und Richtung.

Hinweis: Verwenden Sie für die Geschwindigkeitsbestimmung und die Winkelgeschwindigkeitsbestimmung die Winkeldifferenz $\Delta\alpha = 2^\circ$.

Name, Vorname: Held, Jochen
Matrikel-Nr.: 50182

Fachhochschule Mannheim
Fachbereich Maschinenbau
Prof. Dr.-Ing. H. Bräutigam

Getriebelehre
Übung
SS 98

Pflichtübung
Abgabe: 18.06.1998
Blatt 3/3

Aufgabe 2

Für das in Aufgabe 1 beschriebene Getriebe löse man folgende Aufgaben:

- a) Auf zeichnerischem Wege (Längenmaßstab $m_1=1 \text{ cm/cm}_2$) ermittle man die Geschwindigkeit des Pleuelschwerpunktes S und die Winkelgeschwindigkeit $\dot{\phi}$.
- b) In einer weiteren Skizze (Längenmaßstab $m_1=1 \text{ cm/cm}_2$) gebe man die resultierende Trägheitskraft des Pleuels unter Benutzung folgender Größen an:

Beschleunigung a_S des Schwerpunktes: Betrag $= 8775 \text{ mm/s}^2$, Richtung $= 193^\circ$.

Winkelbeschleunigung $\ddot{\phi} = 53 \text{ s}^{-2}$.

Masse $m = 0,06 \text{ kg}$.

Drehmasse $J_S = 60 \text{ kgmm}^2$.

Aufgabe 3

Für das auf den beiden beiliegenden Blättern gezeichnete Getriebe löse man folgende Aufgaben:

- a) Man ermittle die vollständige Polkonfiguration.

Hinweis: Nicht im Unendlichen liegende, aber außerhalb der Blattebene fallende Pole, sind als Schnittpunkte von mindestens 2 Polverbindungen zu kennzeichnen!

- b) Für die am Getriebeglied 6 angreifende Kraft F_{16} ($F_{16} = 4 \text{ kN}$) ermittle man mit dem Polkraftverfahren die für Gleichgewicht notwendige Kraft einer zwischen den Gliedern 1 und 2 einzubauenden Feder (Wirkungslinie eingezeichnet) nach Betrag und Richtung.

Muß eine Zug- oder eine Druckfeder eingebaut werden?

①

1. Lk von A bzgl O

$$2r, d \xrightarrow{P \rightarrow R} x_{AO}, y_{AO}$$

2. Winkel φ

$$\sin \varphi^* = \frac{y_{AO} + \frac{1}{2}r}{3r}$$

$$\varphi^* = \arcsin\left(\frac{y_{AO} + \frac{1}{2}r}{3r}\right)$$

$$\varphi^1 = 180^\circ - \varphi^* \quad \varphi^2 = 180^\circ - \varphi^*$$

3. Werte Lk von S bzgl A

$$2r, f \xrightarrow{P \rightarrow R} x_{SA}, y_{SA}$$

4. Lk von S bzgl O

$$x_{SO} = x_{AO} + x_{SA}$$

$$y_{SO} = y_{AO} + y_{SA}$$

$$\Delta t_v = \frac{1}{\omega} \cdot \frac{\Delta \varphi}{180^\circ} \cdot \pi = \Delta \varphi$$

$$\Delta t_v = 2,33 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta t_u^2 = \left(\frac{1}{2} \Delta t_v\right)^2 = \Delta \varphi^2$$

$$\Delta t_u^2 = 1,36 \cdot 10^{-6}$$

5,5' 38" 1

①	1 38°	2 40°	3 41°
x _{AO}	31,085838	30,641778	30,188383
y _{AO}	25,172816	25,711504	26,242361
ρ _x	35,88 8771	36,526302	37,159746
ρ	142,84025 144,11123	143,4737	142,84025
x _{SA}	31,085838 32,406262	32,143344	31,87818
y _{SA}	25,172816 -23,148544	-23,80767	-24,161574
x _{SO}	63,4421	62,785127	62,066563
y _{SO}	1,7242722	-1,8038344	2,0807869
ρ'	324,11123	323,4737	322,84025

a) $x_{31} = x_3 - x_1 = -1,425537 \rightarrow \text{II. Quadrant}$
 $y_{31} = y_3 - y_1 = 0,3565147$
 $\Delta \vec{r}_{31} = \sqrt{x_{31}^2 + y_{31}^2} = 1,4694416$

$|\Delta \vec{r}| = \frac{|\Delta \vec{r}_{31}|}{\Delta t} = 630,66 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$
 $\varphi = \arctan\left(\frac{y_{31}}{x_{31}}\right) = -14,04^\circ$
 $\varphi = 165,96^\circ$

$x_{42} = x_3 - 2x_2 + x_1 = 0,0026097 - 0,011851 = -0,0092413$
 $y_{42} = y_3 - 2y_2 + y_1 = -0,0026097 \Rightarrow \text{III. Quadrant}$
 $\Delta \vec{r}_{42} = \sqrt{x_{42}^2 + y_{42}^2} = 0,0118811$
 $|\Delta \vec{r}| = \frac{|\Delta \vec{r}_{42}|}{\Delta t} = 2,0205 \frac{\text{mm}}{\text{s}} = 8954 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$
 $\varphi = \arctan\left(\frac{y_{42}}{x_{42}}\right) = 12,69^\circ$

b) $\varphi_{31} = \varphi_3 - \varphi_1 = -1,27098$
 $\varphi = 180^\circ + 12,69^\circ = 192,69^\circ$

$\ddot{\varphi} = \frac{\varphi_{31}}{\Delta t^2} \cdot \frac{\pi}{180^\circ} = -9,52 \text{ s}^{-1}$
 anzeigen eingezeichneten φ

$\varphi_{42} = \varphi_3 - 2\varphi_2 + \varphi_1 = 0,00408$
 mit eingezeichneten φ

$\ddot{\varphi} = \frac{\varphi_{42}}{\Delta t^2} \cdot \frac{\pi}{180^\circ} = 13,1425 \approx 52,36 \text{ s}^{-1}$

②

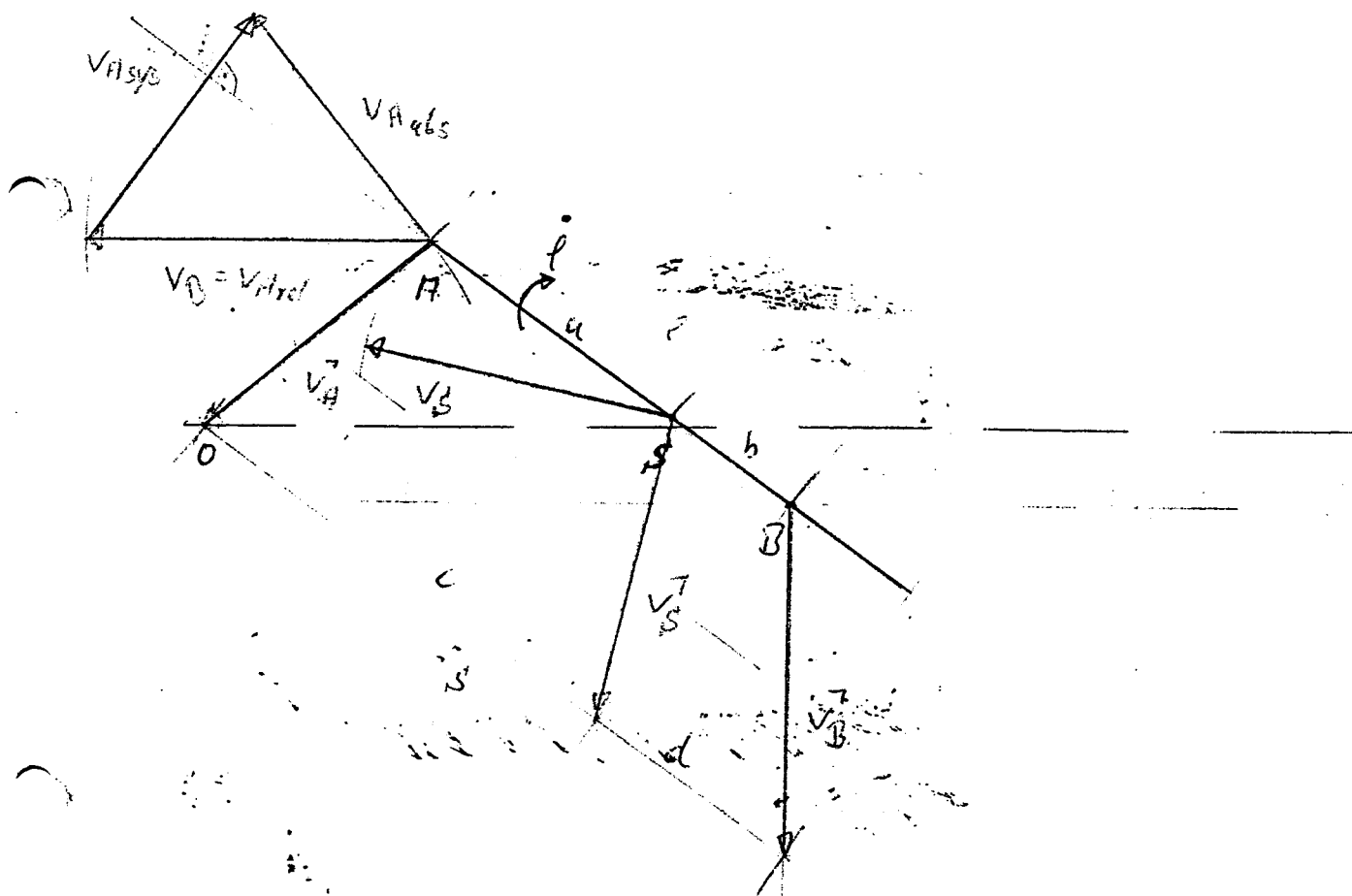
$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{2}{1}$$

$$\frac{\ell}{a} = \frac{5}{c} = \frac{3}{2}$$

$$V_s = 0.2 \text{ mV}$$

$$= 4,2015$$

$$V_s' = 630 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$



$$V_{ASYS} = 0.70 \text{ mV}$$

$$= 3,80.75$$

$$V_{A_{SYS}} = 57,00 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{v_{\text{ang}}}{r} = 9,5 \text{ s}^{-1}$$

SS.881

②

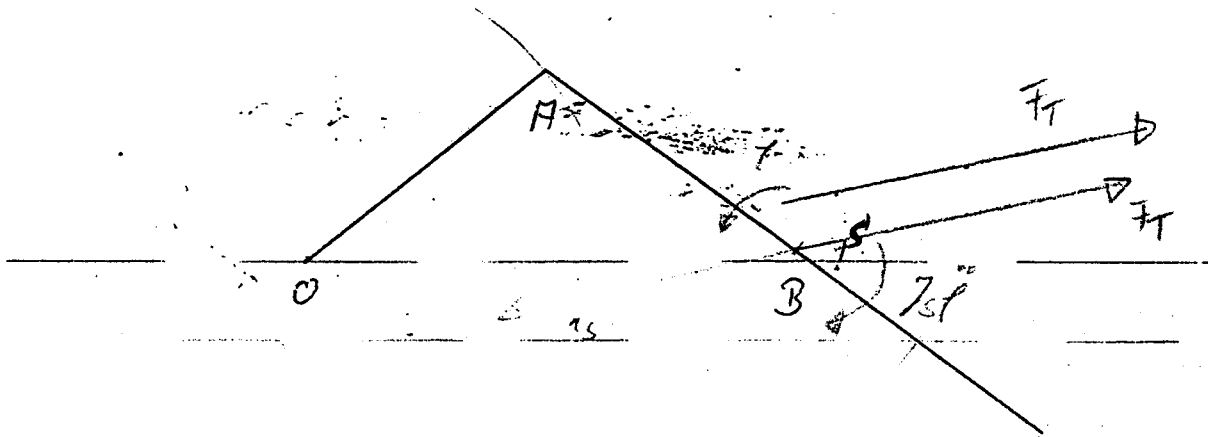
a) $J_{sl}'' = m a_s \cdot e$

$$F_T = m a_s = 526,5 \text{ mN}$$

$$\Rightarrow e = \frac{J_{sl}''}{m a_s} = \frac{60 \cdot 53}{0,06 \cdot 8775} = 6,04 \text{ mm}$$

$$m v = m_l \cdot \omega = 1 \cdot 15 = 15 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \frac{1}{\text{cm}}$$

E_f



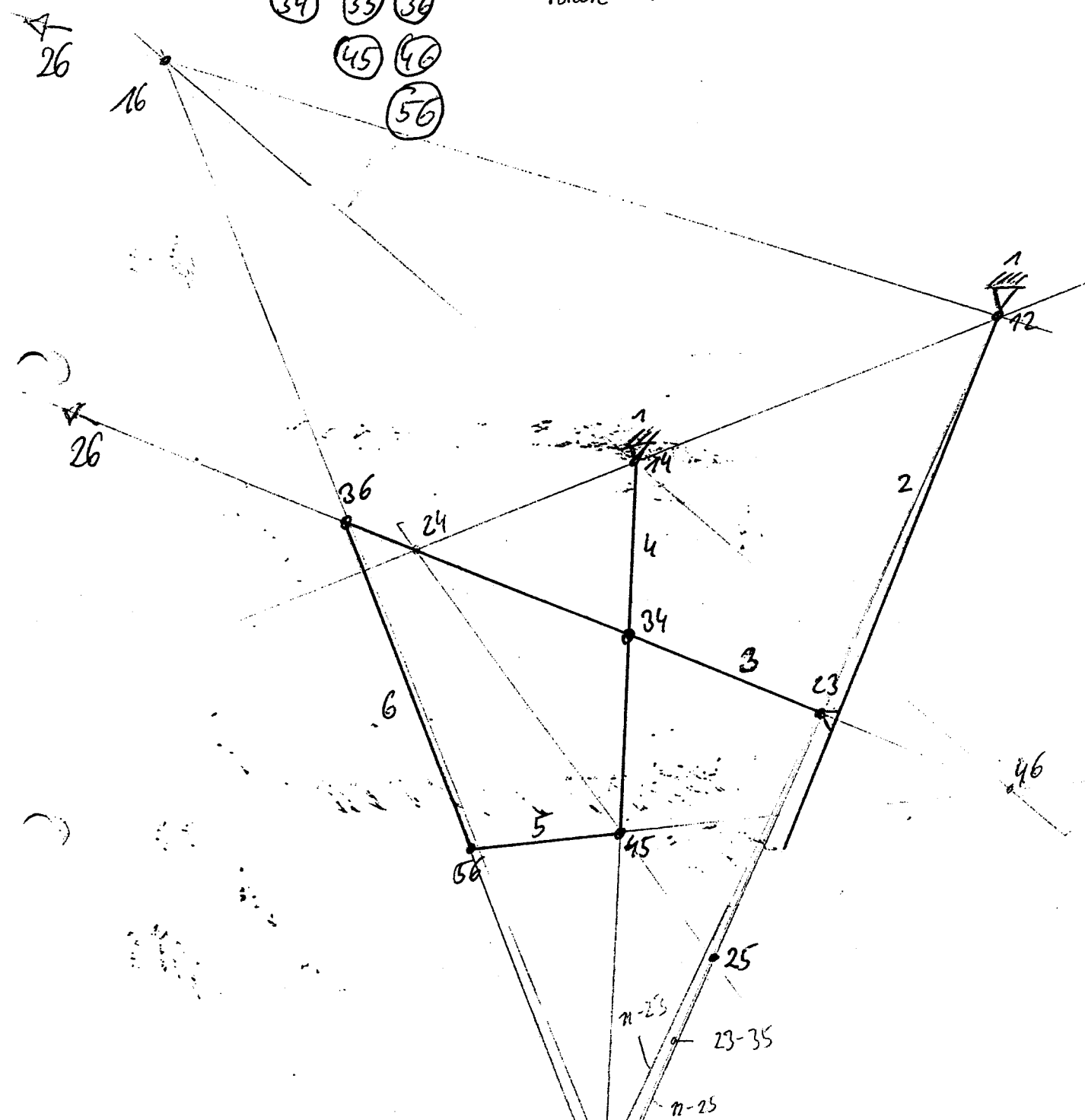
SP 881

(3)

a)

- 12 13 14 15 16
 23 24 25 26
 34 35 36
 45 46
 56

reale Pole
ideale Pole



<u>13</u>	<u>15</u>	<u>16</u>
12-23 ✓	14-45 ✓	13-36 ✓
14-34 ✓	13-35 ✓	14-46 ✓
	15-25	
	12-25	
<u>24</u>	<u>25</u>	<u>26</u>
12-14 ✓	23-35 ✓	23-36 ✓
23-34 ✓	24-45 ✓	24-46
		12-16 ✓

<u>35</u>	<u>46</u>
23-34 -45 ✓	34-36 ✓
36-56 ✓	45-56 ✓

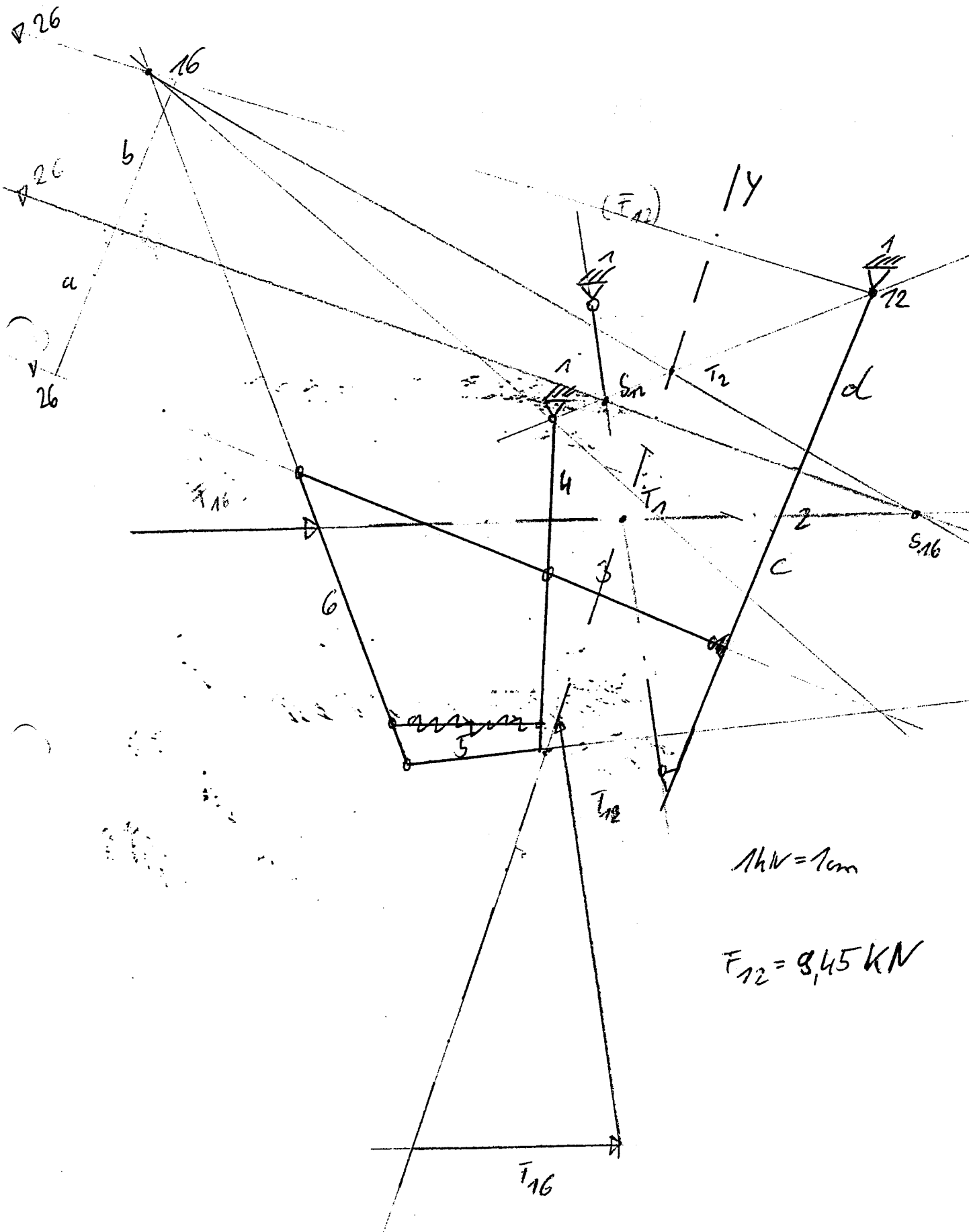
55881

③

b) $\left. \begin{matrix} F_{16} \\ F_{12} \end{matrix} \right\} \text{ Pol 26}$

12,16

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$$



$$16,16 = 16,16$$

$$F_{12} = 8,45 \text{ KN}$$

Name, Vorname:
Matrikel-Nr.:

Fachhochschule Mannheim
Fachbereich Maschinenbau
Prof. Dr.-Ing. H. Bräutigam

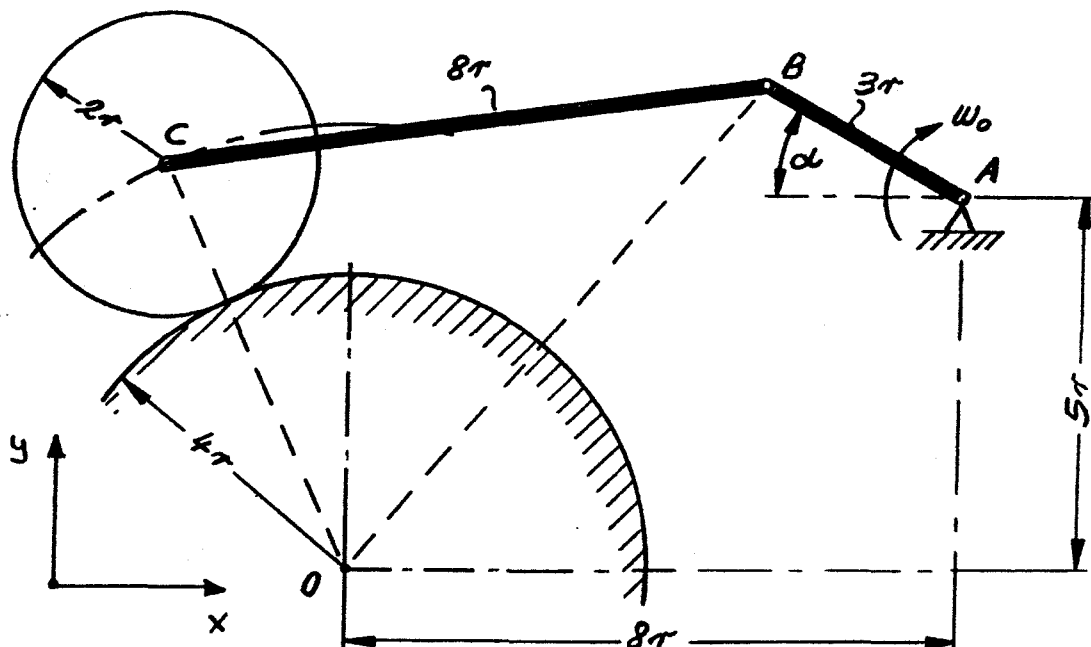
Getriebelehre
Übung
WS 98/99

Pflichtübung
Abgabe: 14.01.1999
Blatt 2/3

Aufgabe 1

Das dargestellte Kurvengetriebe wird über die Kurbel AB mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω_0 angetrieben. Der Endpunkt C der Stange BC ist im Mittelpunkt einer Kreisscheibe (Radius $2r$), die auf einer kreisförmigen Führung (Radius $4r$) abrollt, gelenkig gelagert.

$$r = 10 \text{ cm}, \quad \alpha = 30^\circ, \quad \omega_0 = \dot{\alpha} = 50 \text{ s}^{-1}$$



Für eine momentane Getriebestellung $\alpha=30^\circ$ ermittle man mit dem Differenzenverfahren, unter Einsatz der PR-Rechnung, für den Punkt C der Stange BC die absoluten Größen

der Geschwindigkeit und der Beschleunigung

jeweils nach Betrag und Richtung.

Hinweis: Verwenden Sie für die Geschwindigkeitsbestimmung die Winkeldifferenz $\Delta\alpha=1^\circ$.

Name, Vorname:

Matrikel-Nr.:

Fachhochschule Mannheim
Fachbereich Maschinenbau
Prof. Dr.-Ing. H. Bräutigam

Getriebelehre
Übung
WS 98/99

Pflichtübung
Abgabe: 14.01.1999
Blatt 3/3

Aufgabe 2

Für das in Aufgabe 1 beschriebene Getriebe ermittle man die Lösung folgender Aufgaben auf zeichnerischem bzw. zeichnerisch/rechnerischem Wege (Längenmaßstab $m_l=10 \text{ cm/cm}_Z$).

- Die Geschwindigkeit des Punktes C nach Betrag und Richtung.
- Die Winkelgeschwindigkeiten ω_S der Stange BC und ω_K der Kreisscheibe jeweils nach Betrag und Drehsinn.

Aufgabe 3

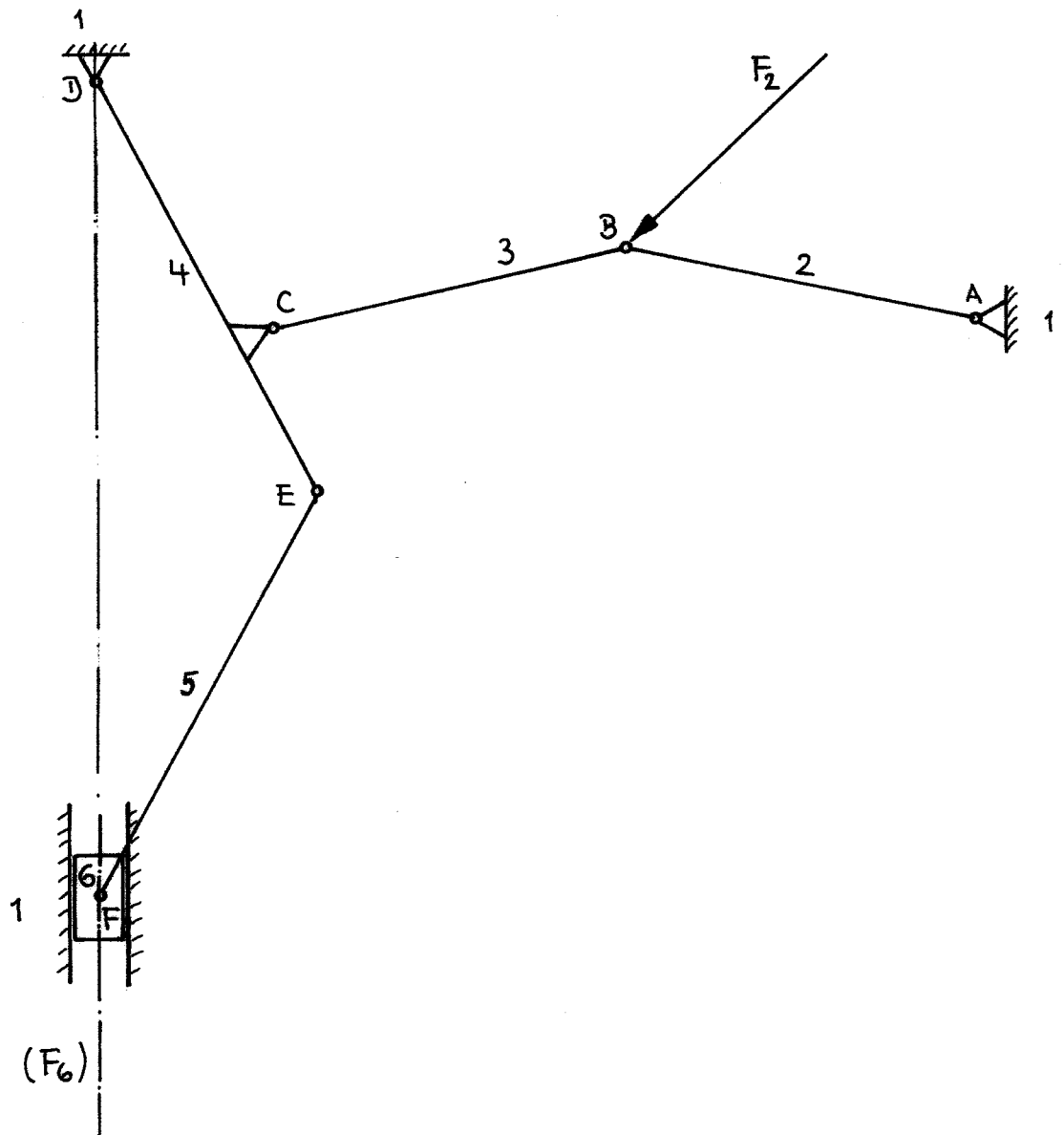
Für das auf beiliegendem Blatt gezeichnete Getriebe löse man folgende Aufgaben:

- Für die in B am Glied 2 angreifende Kraft F_2 ($F_2=400 \text{ N}$) ermittle man mit dem Leistungsprinzip die für Gleichgewicht notwendige Kraft F_6 am Getriebeglied 6 (Kolben, Wirkungslinie eingezeichnet) nach Betrag und Richtung.
- Wie groß ist im Gleichgewichtsfall die Gelenkkraft in F (Verbindungsgelenk der Glieder 5 und 6) nach Betrag und Richtung? Welche Beanspruchung (Zug oder Druck?) erfährt dabei Glied 5?
- Man zeichne die kinematische Kette des Getriebes unter ausschließlicher Verwendung von Drehgelenken (Drehgelenkkette). Die Glieder und Gelenke sind gemäß Vorgabe zu kennzeichnen.

Name, Vorname : _____

Matr. - Nr. : _____

Aufgabe 3



Lösungen

WS 98/99

Aufg. 1 : $v_c = 958,7 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$, $\omega_{ce} = 24,9^\circ$
 $a_c = 69843,5 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$, $\omega_{ac} = 12,2^\circ$

Aufg. 2 : b) $\omega_s = 11,6 \frac{1}{\text{s}}$, $\curvearrowright$
 $\omega_k = 50 \frac{1}{\text{s}}$, $\curvearrowright$

Aufg. 3 : a) $F_G = 497 \text{ N}$ $\uparrow$
b) $S_{SG} = 560 \text{ N}$, Druck

Übung WS 98/99

Aufgabe 1:

a) Berechnung von φ :

1.) KK B bzgl. A:

$$3r, \alpha \xrightarrow{P} R - x_{BA}, y_{BA} \Rightarrow x_{BA}, y_{BA}$$

2.) KK B bzgl. O:

$$x_{BO} = x_{AO} + x_{BA}; \quad y_{BO} = y_{AO} + y_{BA}$$

3.) PK B bzgl. O:

$$x_{BO}, y_{BO} \xrightarrow{R, \beta} R, \beta$$

4.) $\angle \alpha$:

$$\begin{aligned} \text{Cosinussatz: } 64r^2 &= 36r^2 + R^2 - 12Rr \cos \alpha \\ \Rightarrow \alpha &= \arccos\left(\frac{64r^2 - 36r^2 - R^2}{-12Rr}\right) = \arccos\left(\frac{R^2 - 28r^2}{12Rr}\right) \end{aligned}$$

5.) $\angle \varphi$:

$$\varphi = \beta + \alpha$$

b) Berechnung von $\omega_c \Rightarrow v_c, \varphi$:

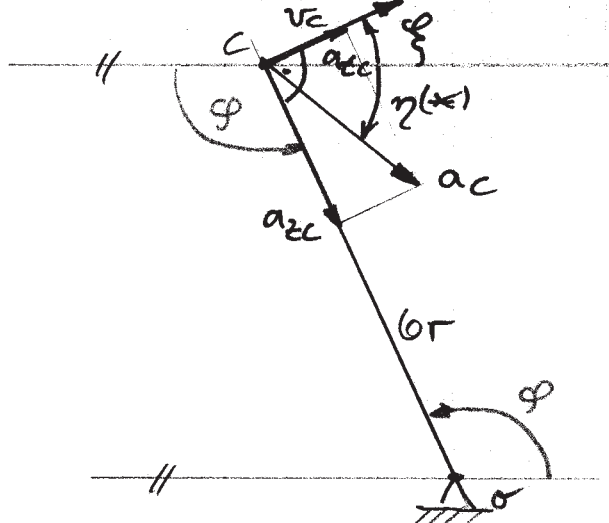
$$\omega_c \approx \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{\varphi_3 - \varphi_1}{\Delta t_{\omega_0}} = \frac{\pi(\varphi_3^\circ - \varphi_1^\circ)}{180^\circ \cdot \Delta t_{\omega_0}};$$

$$\omega_0 = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t_{\omega_0}} \Rightarrow \Delta t_{\omega_0} = \frac{\Delta \alpha}{\omega_0} = \frac{\pi \Delta \alpha^\circ}{180^\circ \omega_0}$$

$$\Rightarrow \Delta t_{\omega_0} = \frac{\pi \cdot 2^\circ \cdot s}{180^\circ \cdot 50} = \underline{\underline{6,9813 \dots \cdot 10^{-4} \text{ s}}}$$

$$\Rightarrow \omega_c = \frac{\pi(114,5926 \dots^\circ - 115,2317 \dots^\circ)}{180^\circ \cdot 6,9813 \dots \cdot 10^{-4} \text{ s}} = \underline{\underline{-15,9768 \dots \frac{1}{\text{s}} \text{ N}}}$$

$$|v_c| = |6r \cdot \omega_c| = |6 \cdot 10 \text{ cm} \cdot (-15,9768 \dots \frac{1}{\text{s}})| = \underline{\underline{958,6135 \frac{\text{cm}}{\text{s}}}}$$



(* in Wirklichkeit nach oben orientiert!)

$$\varphi + 90^\circ = \varphi + 180^\circ$$

$$\Rightarrow \varphi_2 = \varphi_2 - 90^\circ$$

$$\varphi_2 = 114,9161...^\circ - 90^\circ$$

$$\varphi_2 = \underline{\underline{24,9161...^\circ}}^P$$

c) Berechnung von $\varepsilon_c \Rightarrow a_c, \eta$:

$$\varepsilon_c \approx \frac{\Delta \omega_c}{\Delta t_\varepsilon} = \frac{\omega_{c23} - \omega_{c12}}{\Delta t_\varepsilon}$$

$$\omega_{c23} \approx \frac{\Delta \varphi_{23}}{\Delta t_\varepsilon} = \frac{\varphi_3 - \varphi_2}{\Delta t_\varepsilon}; \quad \omega_{c12} \approx \frac{\Delta \varphi_{12}}{\Delta t_\varepsilon} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\Delta t_\varepsilon}$$

$$\Rightarrow \varepsilon_c \approx \frac{\varphi_3 - 2\varphi_2 + \varphi_1}{\Delta t_\varepsilon^2} = \frac{\pi (\varphi_3^\circ - 2\varphi_2^\circ + \varphi_1^\circ)}{180^\circ \cdot \Delta t_\varepsilon^2};$$

$$\Delta t_\varepsilon = \frac{\Delta t \omega_0}{2} \Rightarrow \Delta t_\varepsilon^2 = \frac{\Delta t \omega_0^2}{4}$$

$$\Rightarrow |\varepsilon_c| = \left| \frac{\pi (\varphi_3^\circ - 2\varphi_2^\circ + \varphi_1^\circ)}{45^\circ \cdot \Delta t \omega_0^2} \right|$$

$$\Rightarrow |\varepsilon_c| = \left| \frac{\pi (114,5926...^\circ - 2 \cdot 114,9161...^\circ + 115,2317...^\circ)}{45^\circ \cdot (6,9813... \cdot 10^{-4} \text{ s})^2} \right|$$

$$\Rightarrow |\varepsilon_c| = \underline{\underline{1135,7345... \frac{1}{\text{s}^2}}}^Q$$

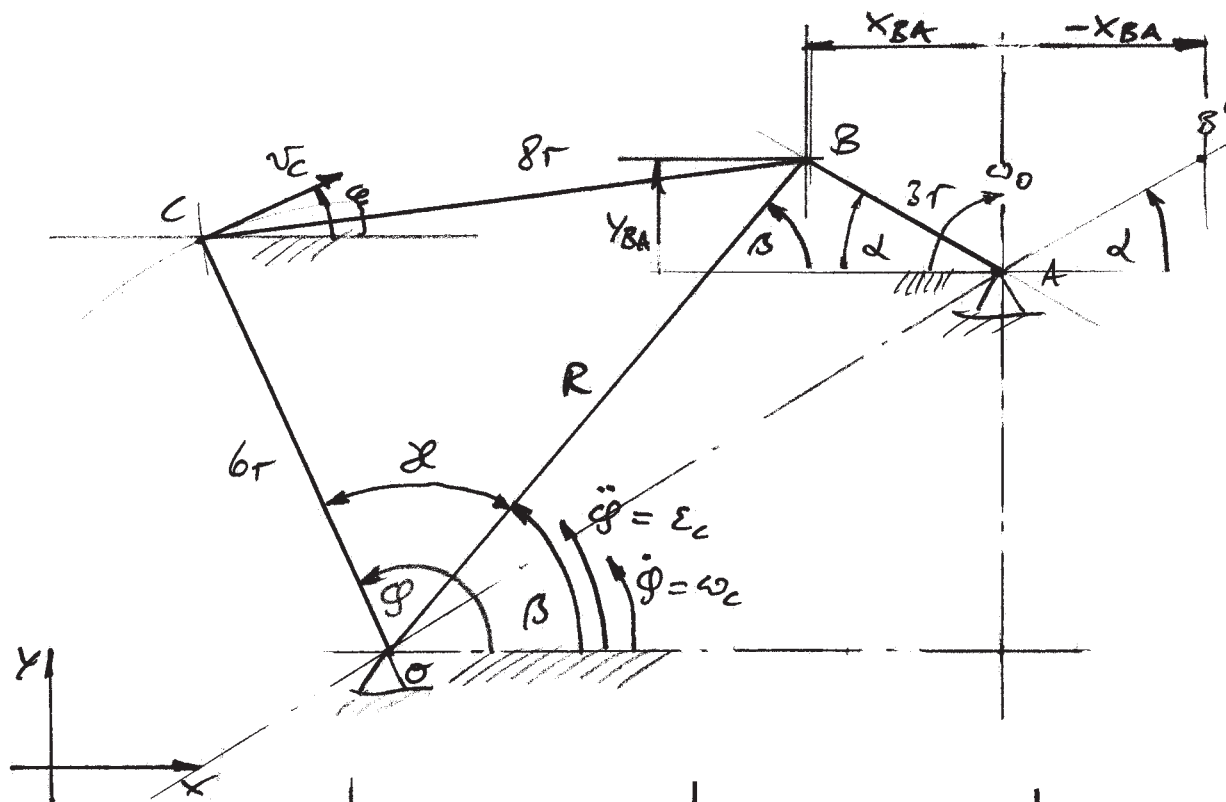
$$a_{tc} = 6r \cdot |\varepsilon_c| = 6 \cdot 10 \text{ cm} \cdot 1135,7345... \frac{1}{\text{s}^2} = \underline{\underline{68144,073... \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}}}^R$$

$$a_{zc} = 6r \cdot \omega_c^2 = 6 \cdot 10 \text{ cm} \cdot \left(-15,9768... \frac{1}{\text{s}} \right)^2 = \underline{\underline{15315,6572... \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}}}^S$$

$$a_r = \sqrt{a_{tc}^2 + a_{zc}^2} = \sqrt{68144,07...^2 + 15315,65...^2} \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$$

$$a_c = \underline{\underline{69843,9984 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}}}^T$$

$$\eta = \arctan\left(\frac{a_{zc}}{a_{tc}}\right) - \varphi = \arctan\left(\frac{68144,07...}{15315,65...}\right) - 24,91...^\circ = \underline{\underline{12,2491...^\circ}}^U$$

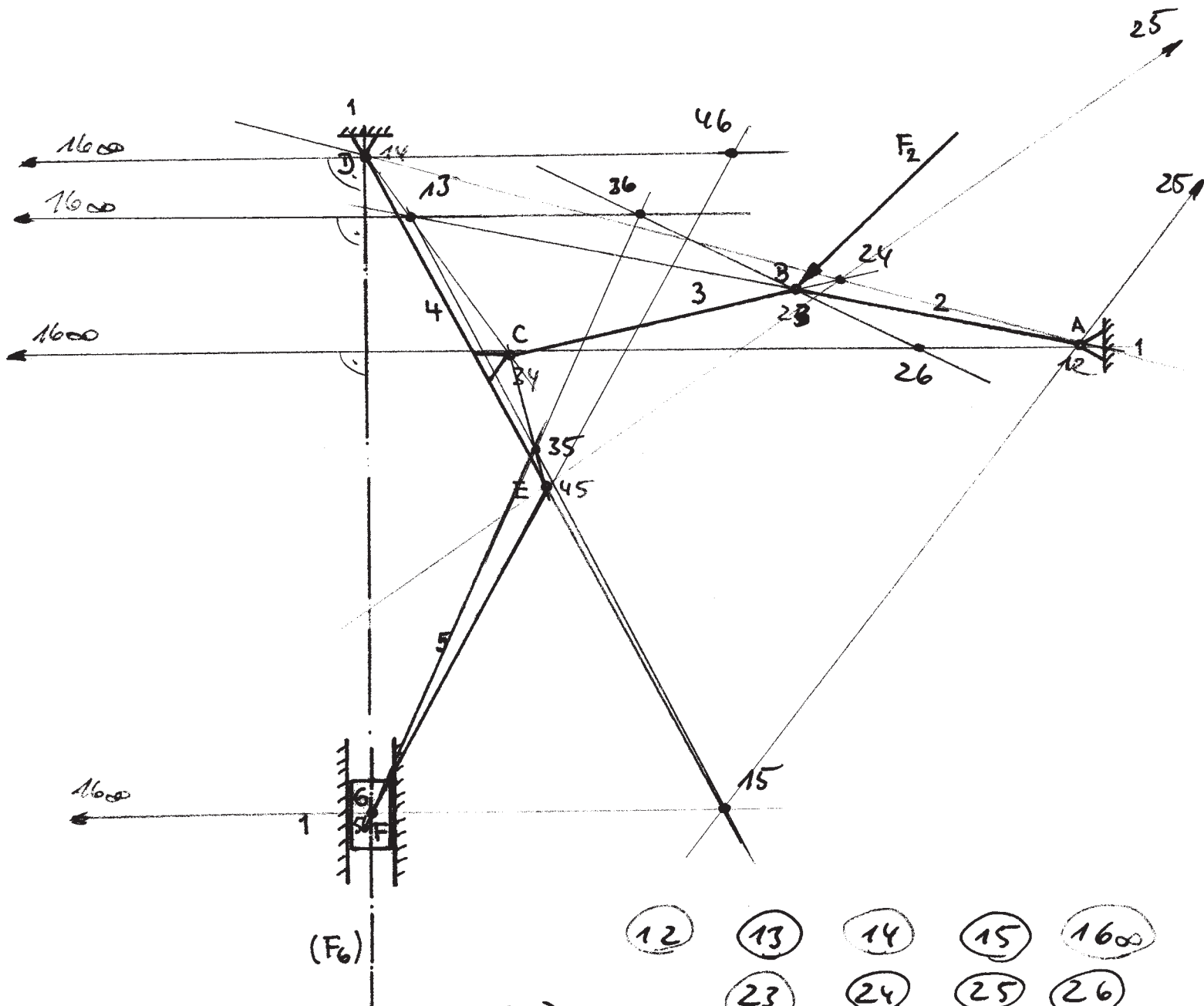


Lage Speicher	1	2	3
α in °	29	30	31
x _{BA} in cm	-26,2385... ^{1.1}	-25,9807... ^{2.1}	-25,7150... ^{3.1}
y _{BA} " "	14,5442... ^{1.2}	15 ^{2.2}	15,4511... ^{3.2}
x _{BO} " "	53,7614... ^{4.1}	54,0192... ^{5.1}	54,2849... ^{6.1}
y _{BO} " "	64,5442... ^{4.2}	65 ^{5.2}	65,4511... ^{6.2}
R in cm	84,0015... ^A	84,5167... ^C	85,0335... ^E
β in °	50,2077... ^B	50,2712... ^D	50,3277... ^F
γ " "	65,0239... ^G	64,6449... ^H	64,2648... ^I
φ " "	115,2317... ^J	114,9161... ^K	114,5926... ^L

Name, Vorname : _____

Matr. - Nr. : _____

Aufgabe 3



12	13	14	15	16 ∞
23	24	25	26	
	34	35	36	
		45	46	
			56	

reelle } Pole
ideelle }

13 ✓

12-23
14-34
15-35
16-36

26 ✓

12-16
23-36
24-46
25-56

15 ✓

12-25
13-35
14-45
16-56

35 ✓

13-15
23-25
34-45
36-56

24 ✓

12-14
23-34
25-45
26-46

36 ✓

13-16
23-26
34-46
35-56

25 ✓

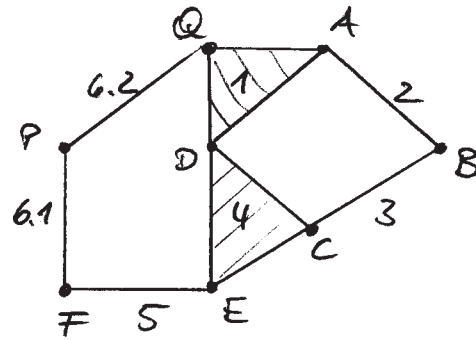
12-15
23-35
24-45
26-56

46 ✓

14-16
24-26
34-36
45-56

Aufgabe 3

c)



$$F = 3(n-1) - 2g_1 - 1g_2$$

$$n = 7$$

$$g_1 = 8$$

$$g_2 = 0$$

$$\Rightarrow F = 3(7-1) - 2 \cdot 8 - 0 = \underline{\underline{2}}$$

$\Rightarrow 2$ Mitgliedsglieder

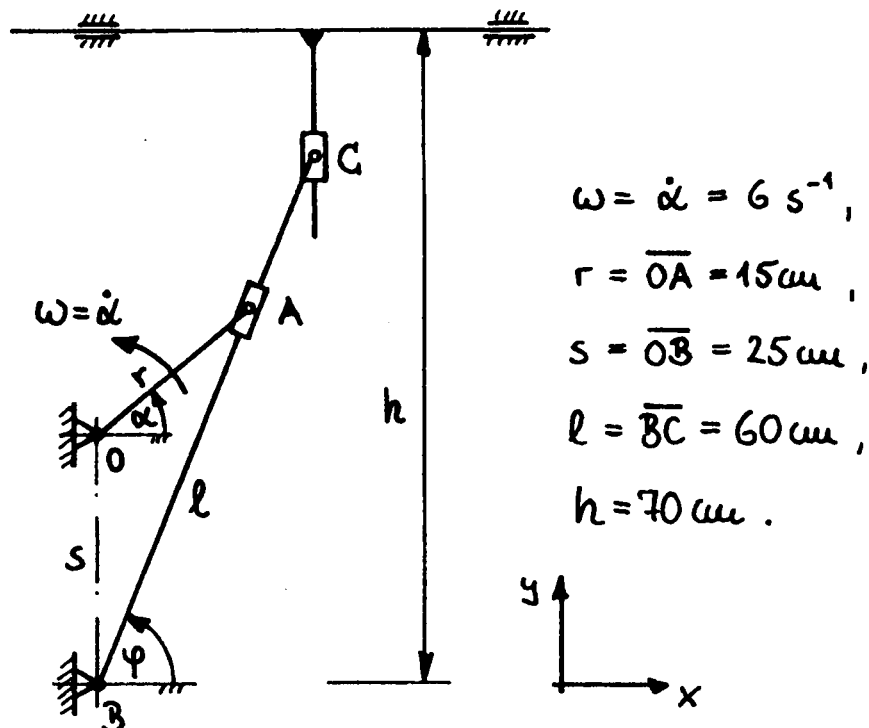
$$\Rightarrow F_6 = F_2 \cdot \frac{L_2}{L_6} = 400 \text{ N} \cdot \frac{40}{32} = \underline{\underline{500 \text{ N}}} \uparrow$$

$$F_{56} = l_{F56} \cdot a_F = 5,6 \text{ cm} \cdot 100 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = \underline{\underline{560 \text{ N}}}$$

Richtung $\vec{EF}$, Druckkraft!

Aufgabe 1

Das skizzierte sechsgliedrige Getriebe dient als Antrieb einer Horizontal-Stoßmaschine. Es wird über die Kurbel r mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω angetrieben.



Für eine momentane Getriebebestellung $\alpha = 45^\circ$ ermittle man mit dem Differenzenverfahren, unter Einsatz der PR-Rechnung, für den Punkt C der Stange BC die absoluten Größen

der Geschwindigkeit und der Beschleunigung

jeweils nach Betrag und Richtung.

Hinweis: Verwenden Sie für die Geschwindigkeitsbestimmung die Winkeldifferenz $\Delta\alpha = 2^\circ$.

Aufgabe 2

Für das in Aufgabe 1 beschriebene Getriebe (Stellung $\alpha=45^\circ$) löse man folgende Aufgaben:

- a) Auf zeichnerischem Wege ermittle man für den Punkt C die Geschwindigkeiten

v_{abs} , v_{sys} und v_{rel}

jeweils nach Betrag und Richtung (Längenmaßstab $m_l=5 \text{ cm/cm}_z$).

- b) Die Drehung der Stange BC wird mit der Winkelkoordinate ϕ beschrieben (siehe Skizze zu Aufgabe 1). Man ermittle rechnerisch die Beschleunigung des Punktes C der Stange BC wenn gilt:

Winkelgeschwindigkeit $\dot{\phi}=2,13 \text{ s}^{-1}$, Winkelbeschleunigung $\ddot{\phi}=2,00 \text{ s}^{-2}$.

Das Ergebnis ist in eine maßstäbliche Skizze (nur Stange BC) mit Angabe von Betrag und Richtung der Beschleunigung einzutragen (Längenmaßstab $m_l=5 \text{ cm/cm}_z$, Beschleunigungsmaßstab $m_a=50 \text{ cm/s}^2/\text{cm}_z$).

Aufgabe 3

Für das auf den beiden beiliegenden Blättern skizzierte Getriebe löse man folgende Aufgaben:

- a) Man ermittle die vollständige Polkonfiguration.

Hinweis: Im Gelenk A (Doppeldrehgelenk) fallen 3 Relativpole zusammen.

- b) Für die am Getriebeglied 6 angreifende Kraft F_{16} ($F_{16}=5 \text{ kN}$) ermittle man mit dem Polkraftverfahren die für Gleichgewicht notwendige Kraft einer zwischen den Gliedern 3 und 5 einzubauenden Feder (Wirkungslinie eingezeichnet) nach Betrag und Richtung:

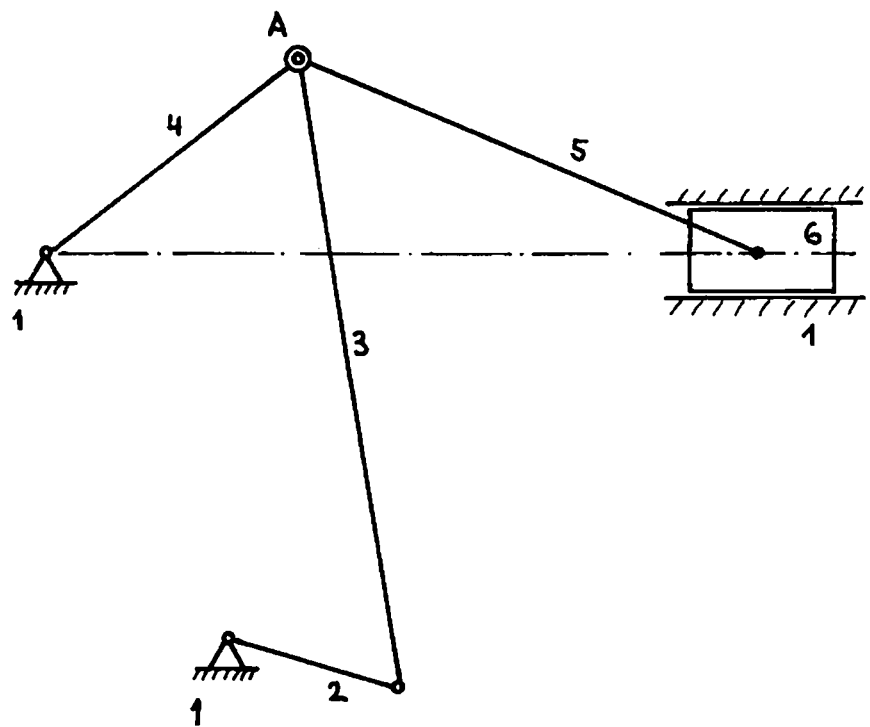
Muß eine Zug- oder eine Druckfeder eingebaut werden ?

Name, Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Aufgabe 3

a) Polkonfiguration

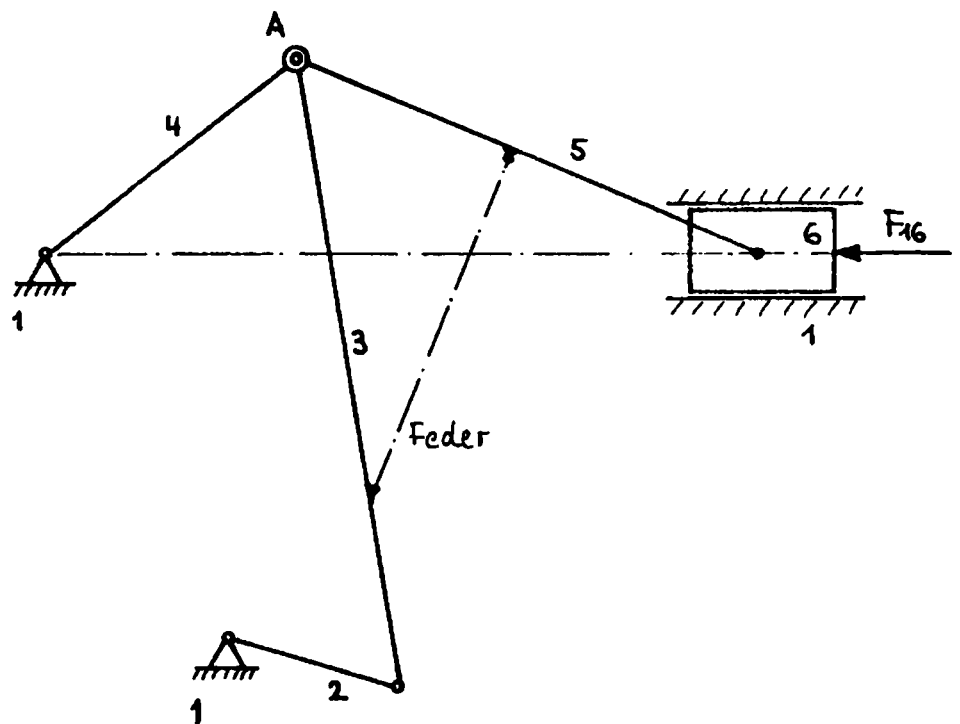


Name, Vorname: _____

Matr.-Nr.: _____

Aufgabe 3

b) Polkraftverfahren



Lösung Gl-M Klausur WS 88/89

Afs. 1:

$$|\underline{v}_c| = 127,8 \frac{\text{cm}}{\text{s}}, \quad \omega_c = 163,4^\circ$$

$$|\underline{a}_c| = 297,7 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}, \quad \omega_a = 229,6^\circ$$

Afg. 2:

a) $v_{\text{abs}} = 129 \text{ cm/s}, \quad \omega_{\text{abs}} = 163^\circ$

$$v_{\text{rel}} = 40,5 \text{ cm/s}, \quad \omega_{\text{rel}} = 90^\circ$$

$$v_{\text{sys}} = 126 \text{ cm/s}, \quad \omega_{\text{sys}} = 180^\circ$$

b) $a_c = 297,5 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}, \quad \omega_a = 229,5^\circ$

Afs. 3

b) $F_{35} = 6,4 \text{ kN}, \quad \text{Richtung: } \omega_{F_{35}} = 67,5^\circ$
(bezogen auf Wirkungslinie von F_{16})

Druckfeder

Aufgabe 1:

Berechnung von x_{CB} , y_{CB} :

1.) KK A bzgl. O:

$$r, \alpha \xrightarrow{P \rightarrow R} x_{AO}, y_{AO}$$

2.) KK A bzgl. B:

$$x_{AB} = x_{AO}$$

$$y_{AB} = y_{AO} + s$$

3.) PK A bzgl. B:

$$x_{AB}, y_{AB} \xrightarrow{R \rightarrow P} R, \varphi$$

4.) KK C bzgl. B:

$$l, \varphi \xrightarrow{P \rightarrow R} x_{CB}, y_{CB}$$

Berechnung von v_C :

1.) PK C_3 bzgl. C_1 :

$$\Delta x_{CB13}, \Delta y_{CB13} \xrightarrow{R \rightarrow P} |\Delta \vec{r}_{13}|, \varphi_r$$

$$M = |\Delta \vec{r}_{13}| = \underline{0,7437 \dots \text{ cm}}$$

$$\varphi_r = \underline{163,4125 \dots ^\circ}$$

2.) Betrag von v_C :

$$|\vec{v}_C| \approx \frac{|\Delta \vec{r}_{13}|}{\Delta t_r}; \quad \Delta t_r = \Delta t = \frac{\Delta \alpha^\circ}{2^\circ} = \frac{2^\circ \cdot \pi}{6 \cdot 180^\circ} \\ = \underline{5,817 \dots \cdot 10^{-3} \text{ s}} = T$$

$$\Rightarrow |\vec{v}_C| \approx \frac{0,7437 \dots \text{ cm}}{5,817 \dots \cdot 10^{-3} \text{ s}} = \underline{127,8359 \dots \frac{\text{cm}}{\text{s}}}$$

Aufgabe 1:

Berechnung von a_c :

1.) PK des Differenzvektors $\vec{l}_{23} - \vec{l}_{12}$:

$$(\Delta x_{CB23} - \Delta x_{CB12}), (\Delta y_{CB23} - \Delta y_{CB12}) \xrightarrow{R} |\Delta(\Delta \vec{r})_{123}|, \varphi_a$$

$$N = |\Delta(\Delta \vec{r})_{123}| = \underline{2,5193 \cdot 10^{-3} \text{ cm}}$$

$$\varphi_a^* = -130,4088...^\circ \Rightarrow \underline{\underline{\varphi_a = 229,5911...^\circ}}$$

2.) Betrag von a_c :

$$|\vec{a}_c| \approx \frac{|\Delta(\Delta \vec{r})_{123}|}{\Delta t_a^2}; \quad \Delta t_a = \frac{\Delta t}{2}$$

$$\Rightarrow |\vec{a}_c| \approx \frac{4|\Delta(\Delta \vec{r})_{123}|}{\Delta t^2} = \frac{4 \cdot 2,5193 \cdot 10^{-3} \text{ cm}}{5,817... \cdot 10^{-6} \text{ s}^2} = \underline{\underline{297,7335... \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}}}$$

Speicher = Lage	1	2	3
d in °	44	45	46
x_{AO} in cm	1.1 = 10,7900...	2.1 = 10,6066...	3.1 = 10,4198...
y_{AO} " "	1.2 = 10,4198...	2.2 = 10,6066...	3.2 = 10,7900...
y_{AB} " "	A = 35,4198...	B = 35,6066...	C = 35,7900...
φ in °	D = 73,0574...	E = 73,4120...	F = 73,7676...
x_{CB} in cm	4.1 = 17,4847...	5.1 = 17,1291...	6.1 = 16,7719...
y_{CB} " "	4.2 = 57,3958...	5.2 = 57,5029...	6.2 = 57,6081...
Speicher = Differenz	1 $\rightarrow$ 2	1 $\rightarrow$ 3	2 $\rightarrow$ 3
Δx_{CB} in cm	G = -0,3555...	I = -0,7127...	K = -0,3572...
Δy_{CB} in cm	H = 0,1071...	J = 0,2123...	L = 0,1051...

Aufgabe 2:

b) $-a_z, a_t \xrightarrow{R \rightarrow P} |\vec{a}_c|, \varphi_{a,rel}$

$$a_t = l \cdot \ddot{\varphi} = 60 \text{ cm} \cdot 2 \frac{1}{s^2} = \underline{\underline{120 \frac{\text{cm}}{s^2}}}$$

$$a_z = l \cdot \ddot{\varphi}^2 = 60 \text{ cm} \cdot 2,13^2 \frac{1}{s^2} = \underline{\underline{272,214 \frac{\text{cm}}{s^2}}}$$

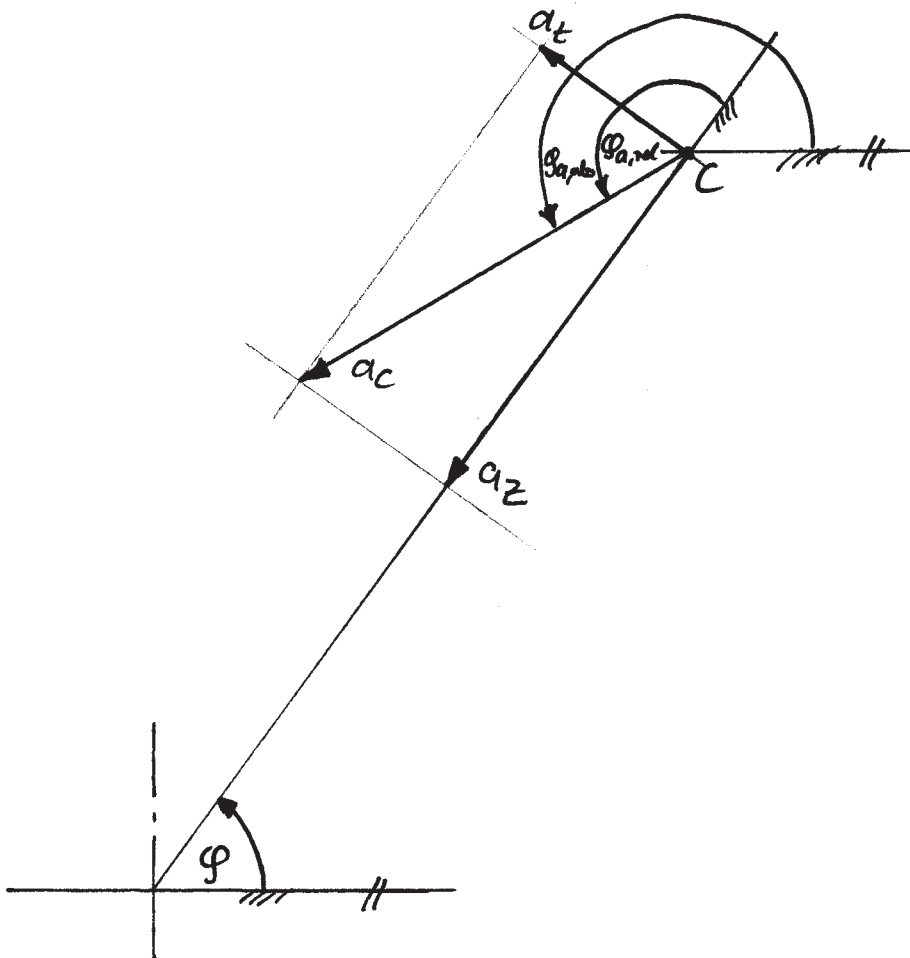
$$\Rightarrow |\vec{a}_c| = \underline{\underline{297,490 \frac{\text{cm}}{s^2}}}$$

$$\Rightarrow \varphi_{a,rel} = \underline{\underline{156,210^\circ}}$$

$$\underline{\varphi_{a,abs} = \varphi_{a,rel} + \varphi}$$

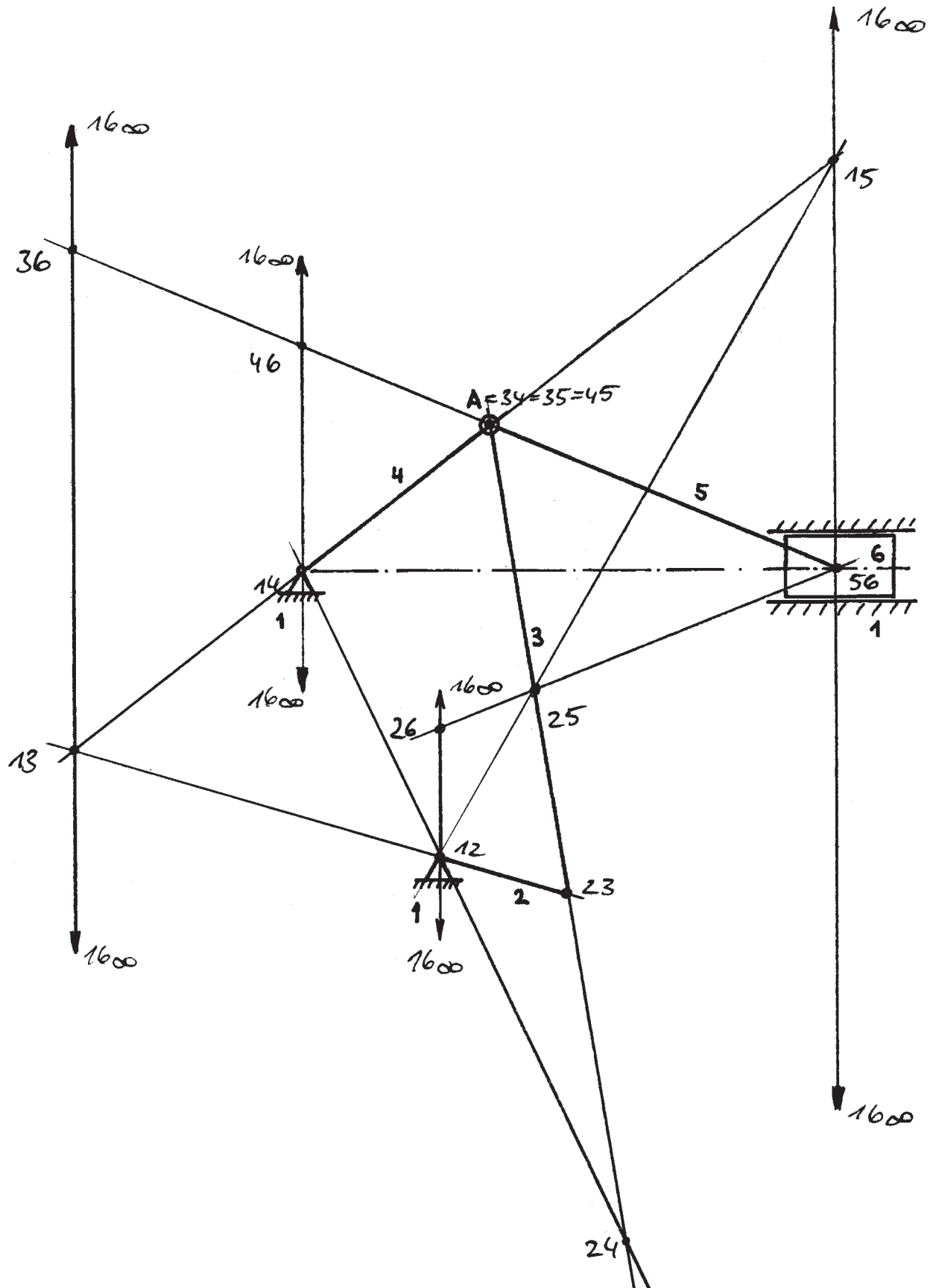
$$l_{at} = \frac{a_t}{m_a} = \frac{120 \text{ cm} \cdot s^2 \cdot \text{cm} z}{50 \text{ cm} \cdot s^2} = \underline{\underline{2,4 \text{ cm} z}}$$

$$l_{az} = \frac{a_z}{m_a} = \frac{272,214 \text{ cm} \cdot s^2 \cdot \text{cm} z}{50 \text{ cm} \cdot s^2} = \underline{\underline{5,44 \text{ cm} z}}$$



Aufgabe 3

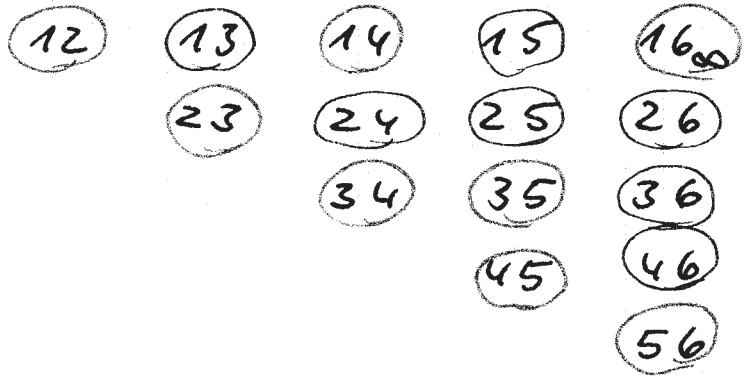
a) Polkonfiguration



Aufgabe 3:

Polebestimmung:

reelle } Pole
ideelle }



13 ✓

12 - 23

14 - 34

15 - 35

16 - 36

26 ✓

12 - 16

23 - 36

24 - 46

25 - 56

15 ✓

12 - 25

13 - 35

14 - 45

16 - 56

36 ✓

13 - 16

23 - 26

34 - 46

35 - 56

24 ✓

12 - 14

23 - 34

25 - 45

26 - 46

46 ✓

14 - 16

24 - 26

34 - 36

45 - 56

25 ✓

12 - 15

23 - 35

24 - 45

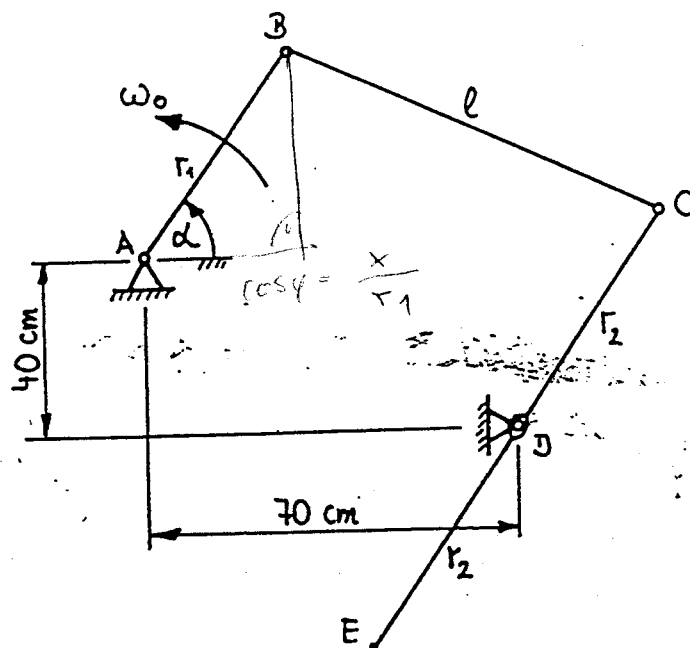
26 - 56

b) Polkraftverfahren

$F_{35} = l_{F35} \cdot m_F$
 $F_{35} = 6,5 \text{ cm}^2 \cdot 1 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = \underline{\underline{6,5 \text{ kN}}}$
Druckfeder!

Aufgabe 1

Das dargestellte Viereckgetriebe wird über die Kurbel AB mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω_0 angetrieben.



$$r_1 = 30 \text{ cm}$$

$$l = 70 \text{ cm}$$

$$r_2 = 40 \text{ cm}$$

$$\omega_0 = \dot{\alpha} = 20 \frac{1}{s}$$

Für eine momentane Getriebestellung $\alpha = 45^\circ$ ermittle man mit dem Differenzenverfahren, unter Einsatz der PR-Rechnung, für den Punkt E der Stange CE die absoluten Größen

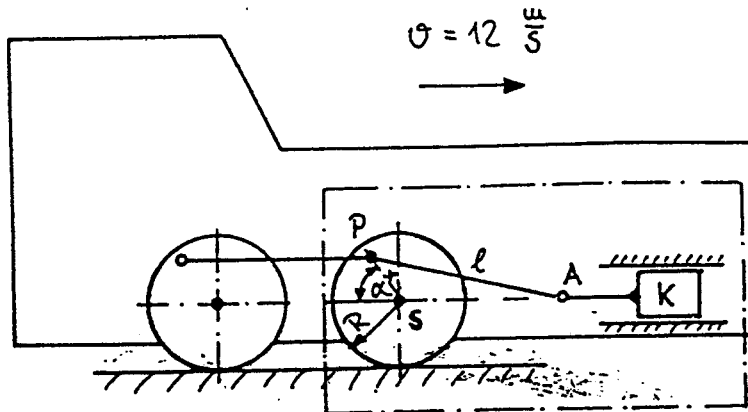
der Geschwindigkeit und der Beschleunigung

jeweils nach Betrag und Richtung.

Hinweis: Verwenden Sie für die Geschwindigkeitsbestimmung die Winkeldifferenz $\Delta\alpha = 2^\circ$.

Aufgabe 2

Die Abbildung zeigt das Antriebsschema einer Dampflokomotive, die sich mit konstanter Geschwindigkeit v ($v=12 \text{ m/s}$) bewegt. Die Räder sollen auf der Unterlage abrollen.



$$R = 0,6 \text{ m}$$

$$r = \overline{PS} = 0,45 \text{ m}$$

$$l = \overline{AP} = 1,5 \text{ m}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

1. Man berechne die Winkelgeschwindigkeit ω_R der Räder:
2. Für die Lage $\alpha=45^\circ$ skizziere man maßstäblich (Längenmaßstab $m_l=15 \text{ cm/cm}_2$) den strichpunktiert gekennzeichneten Teil (Blatt in Querlage). Man ermittle auf zeichnerischem bzw. zeichnerisch-rechnerischem Wege (Geschwindigkeitsmaßstab $m_v=3 \text{ (m/s)/cm}_2$) folgende Größen jeweils nach Betrag und Richtung:
 - a) die absolute Geschwindigkeit $\underline{v}_{P,abs}$ der Pleuelstange AP,
 - b) die Winkelgeschwindigkeit ω_P der Pleuelstange AP,
 - c) die absolute Geschwindigkeit $\underline{v}_{K,abs}$ des Kolbens K,
 - d) die relative Geschwindigkeit $\underline{v}_{K,rel}$ des Kolbens K.

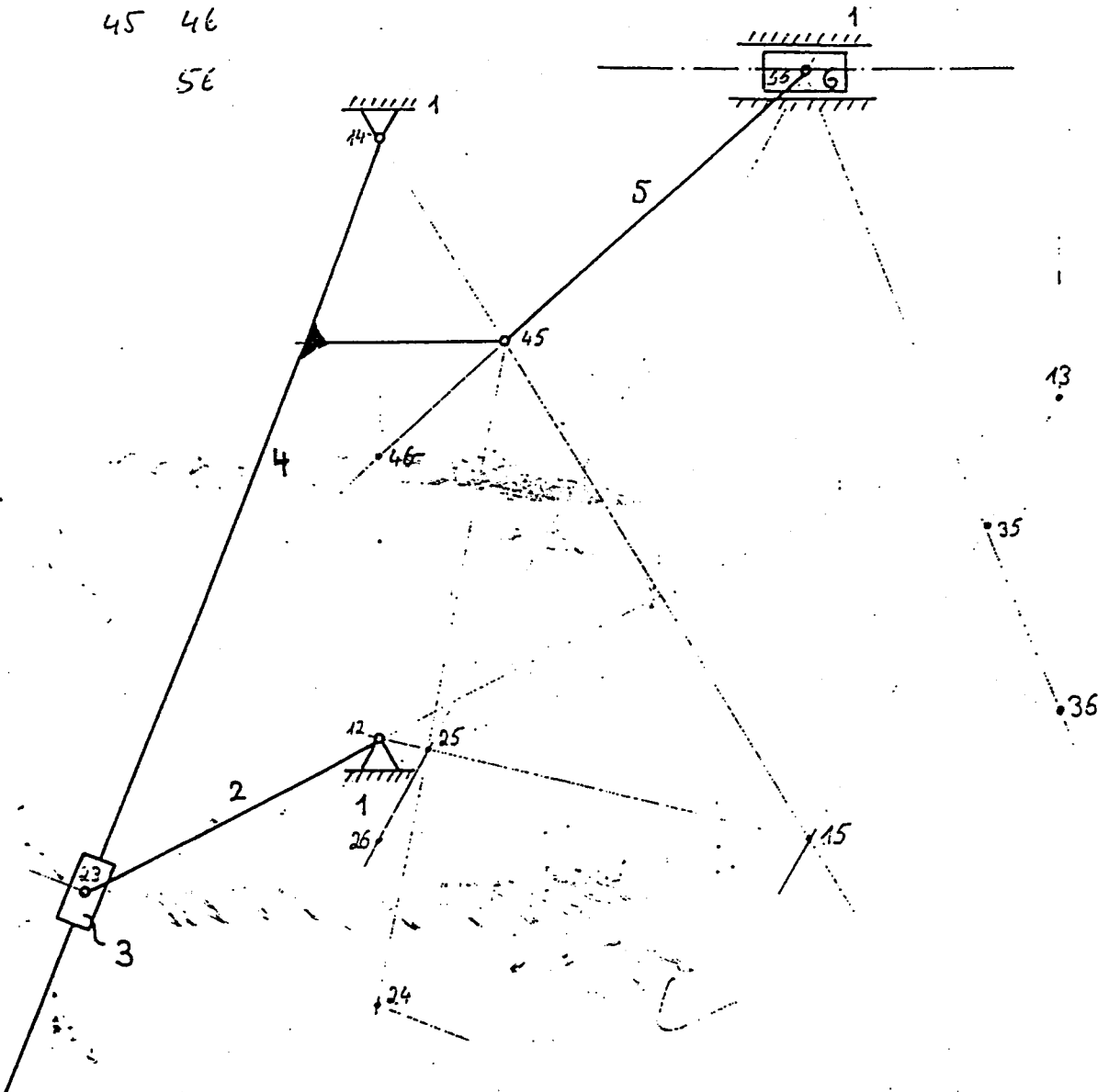
Aufgabe 3

Für das auf den beiden beiliegenden Blättern skizzierte Getriebe löse man folgende Aufgaben:

- a) Man ermittle die vollständige Polkonfiguration.
- b) Für die am Getriebeglied 3 angreifende Kraft $\underline{F}_{13}$ ($F_{13}=350 \text{ N}$) ermittle man mit dem Polkraftverfahren die für Gleichgewicht notwendige Kraft $\underline{F}_{16}$ am Getriebeglied 6 (Wirkungslinie eingezeichnet) nach Betrag und Richtung:

Aufgabe 3 a) Polkonfiguration (8)

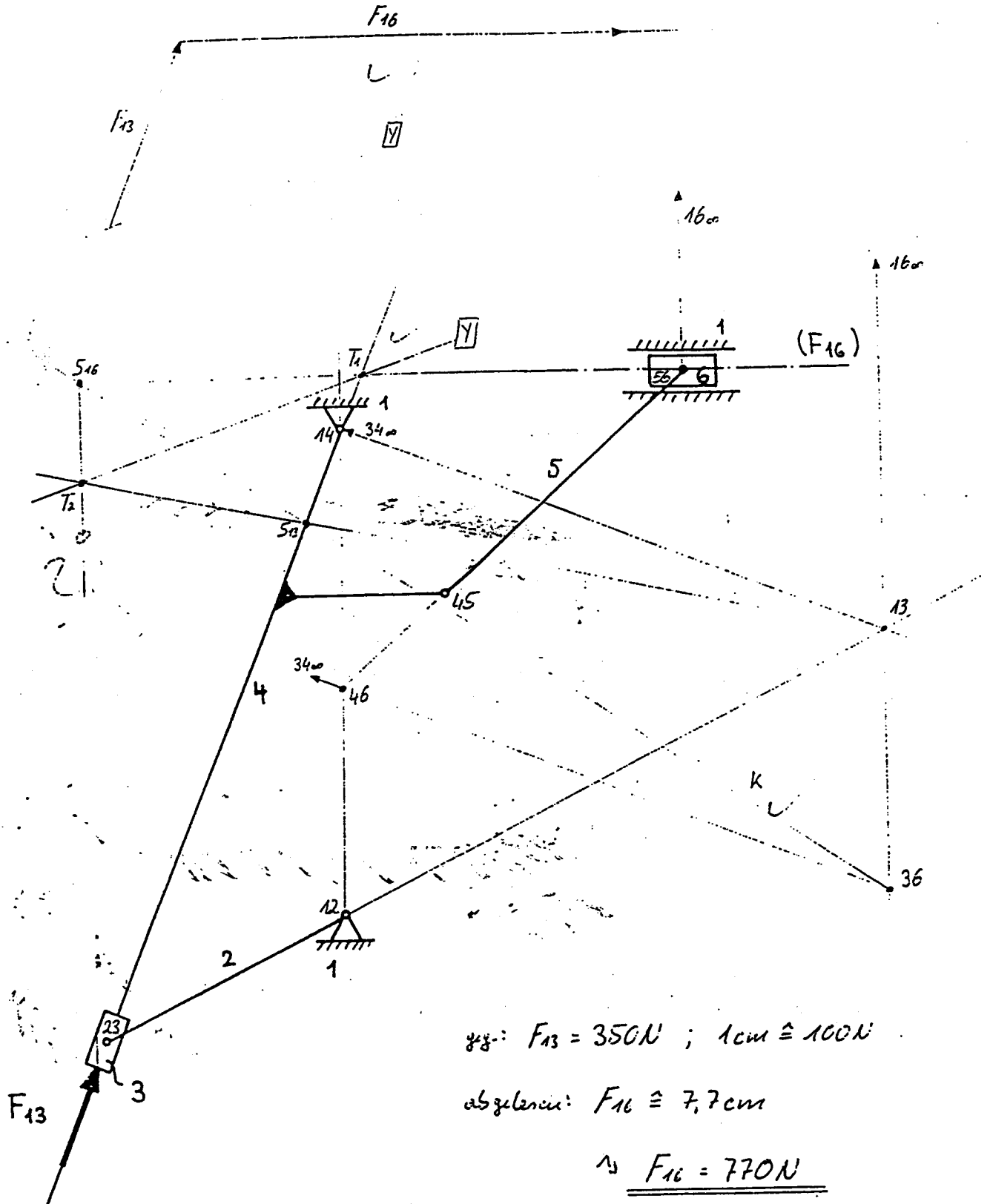
12 13 14 15 16 ∞
 23 24 25 26
 34 ∞ 35 36
 45 46
 56

16 ∞ 

13	15	24	25	26
12 - 23 ✓	12 - 25	12 - 14 ✓	12 - 15 ✓	12 - 16 ✓
14 - 34 ✓	13 - 35	23 - 34 ✓	23 - 35	23 - 36
	14 - 45 ✓	25 - 45	24 - 45 ✓	24 - 46
	16 - 56 ✓	26 - 46	26 - 56	25 - 56 ✓

35	36	46
13 - 15 ✓	13 - 16 ✓	14 - 16 ✓
23 - 25 ✓	23 - 26	24 - 26
34 - 45	34 - 46	34 - 36
36 - 56	35 - 56 ✓	45 - 56 ✓

Aufgabe 3 b) Polkraftverfahren (4)



F_{13}	} P_{36}	36	13	46
F_{16}		13 - 16 ✓	12 - 23 ✓	14 - 16 ✓
		23 - 26	14 - 34 ✓	24 - 26
		34 - 46 ✓		34 - 36
		35 - 56		45 - 56 ✓

1. hh von B bzgl A

$$r_1, \angle \xrightarrow{P \ R} x_{BA} = 21,21, y_{BA} = 21,21$$

2. hh von B bzgl D

$$x_{BA} = x_{AD} + x_{BD} \Rightarrow x_{BD} = x_{BA} - x_{AD} = 21,21 - 12,77$$

$$y_{BA} = y_{AD} + y_{BD} \Rightarrow y_{BD} = y_{BA} - y_{AD} = 21,21 - 15,08$$

3. Ph von B bzgl D

$$x_{BD}, y_{BD} \xrightarrow{R \ P} r = 28,28, \angle_m = 128,55^\circ$$

4. Winkel α

$$l^2 = m^2 + r_2^2 - 2mr_2 \cos \alpha$$

$$\alpha = \arccos \left(\frac{r_2^2 + m^2 - l^2}{2mr_2} \right)$$

$$\alpha = 63,15^\circ$$

5. Winkel $\angle_2$

$$\angle_2 = \angle_m - \alpha = 65,38^\circ$$

6. Winkel $\angle_2$

$$\angle_2 = 180^\circ + \angle_2$$

$$\angle_2 = 245,38^\circ$$

7. hh von E bzgl D

$$r_2, \angle_2 \xrightarrow{R \ R} x_{ED} = -16,66; y_{ED} = -36,37$$

NS 33/00

①

		44°	45°	46°
$r_1 \xrightarrow{PR} x_{3A}, y_{3A}$	x_{3A} y_{3A}	21,580794 20,838751	21,213203 21,213203	20,838751 21,580794
$x_{BD} = x_{3A} - x_{1D}$ $y_{BD} = y_{3A} - y_{1D}$	x_{BD} y_{BD}	-48,418806 60,838751	-48,786787 61,213203	-48,160248 61,580794
$x_{BD}, y_{BD} \xrightarrow{PP} m, d_m$	m L_m	97,755726 128,51481	98,276483 128,55477	98,736253 128,60081
$\alpha = \arccos\left(\frac{r_2^2 + m^2 - L_m^2}{2mr_2}\right)$	α	63,804268	63,161460	62,513208
$L_2^* = L_m - \alpha$	L_2^*	64,710542	65,383310	66,081602
$L_2 = 180^\circ + L_2^*$	L_2	244,710542	245,383310	246,081602
$(z_1, z_2) \xrightarrow{PR} x_{ED}, y_{ED}$	x_{ED} y_{ED}	-17,087660 -36,166447	-16,655478 -36,367500	-16,217406 -36,564353

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \begin{pmatrix} x_{30} - x_{10} \\ y_{30} - y_{10} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,870254 \\ -0,38506 \end{pmatrix}$$

$$|\Delta \vec{r}| = \sqrt{x_{31}^2 + y_{31}^2} = 0,9571567$$

$$|\vec{v}| = \frac{|\Delta \vec{r}|}{\Delta t_v} = 5,484 \frac{m}{s} \quad \angle = 335,4^\circ$$

$$\Delta t_v = \frac{\Delta L^0}{u_1} \cdot \frac{\pi}{180} = 0,0017453$$

$$|\vec{a}| = \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t_a^2}$$

$$\Delta t_a^2 = \left(\frac{1}{2} \Delta t_v\right)^2 = 0,0000007615$$

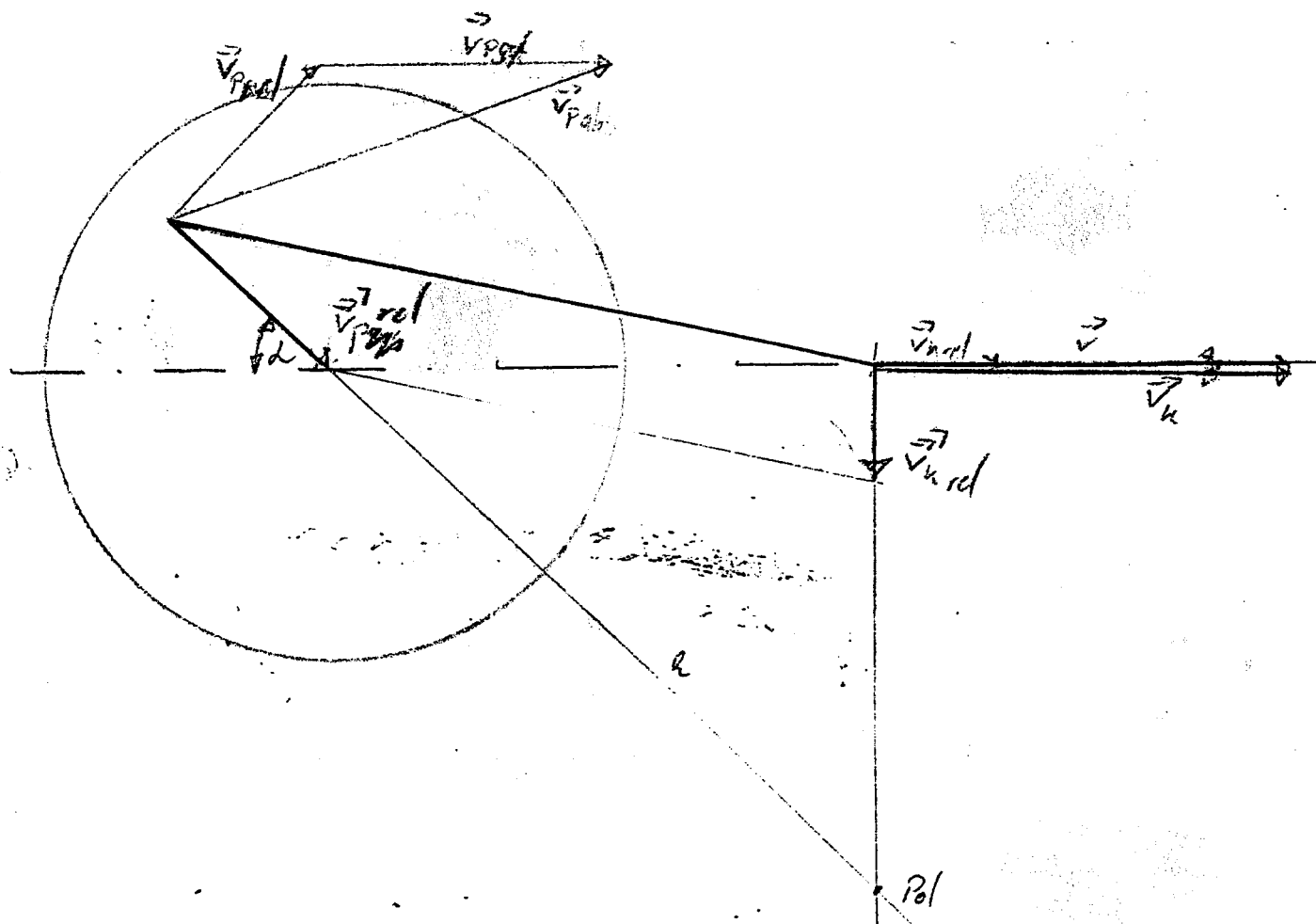
$$|\Delta \vec{v}| = \sqrt{x_{42}^2 + y_{42}^2} = 30,64 \frac{m}{s^2} \quad \angle = 31,4^\circ$$

$$x_{42} = x_{30} - 2x_{20} + x_{10} = 0,00583$$

$$y_{42} = y_{30} - 2y_{20} + y_{10} = 0,0036$$

00 5 55/001

② 1) $v = \omega \cdot r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} = 20 \frac{1}{s}$



2) a) $\vec{v}_{abs} = \vec{v}_{sys} + \vec{v}_{rel} \Rightarrow |\vec{v}_{abs}| = 6,4 \cdot 3 = 19,2 \frac{m}{s}$

b) $\omega_p = \frac{|\vec{v}_{rel}|}{r}$ $v_{rel} = \omega \cdot \overline{PS} = 8 \frac{m}{s}$ $L = 15 \cdot 11,7 = 2,055 m$
 $\omega_p = \frac{8}{2,055} = 3,89 \frac{1}{s}$

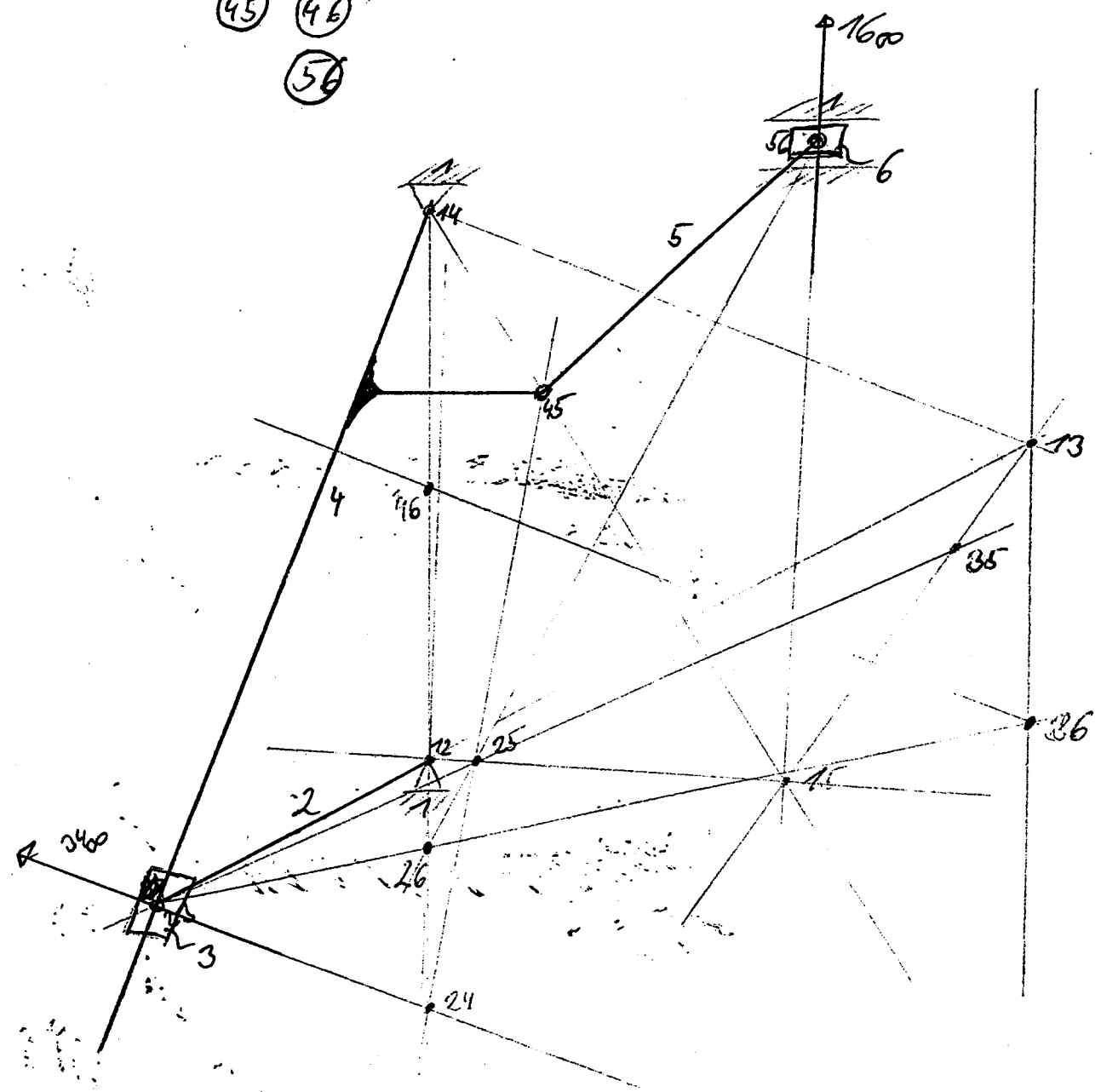
c) $|\vec{v}_{abs}| = |\vec{v}_{hrel}| + |\vec{v}_{hsys}| = 1,7 \cdot 3 + 12 = 17,1 \frac{m}{s}$

d) $|\vec{v}_{hrel}| = 1,2 \cdot 3 = 3,6 \frac{m}{s}$

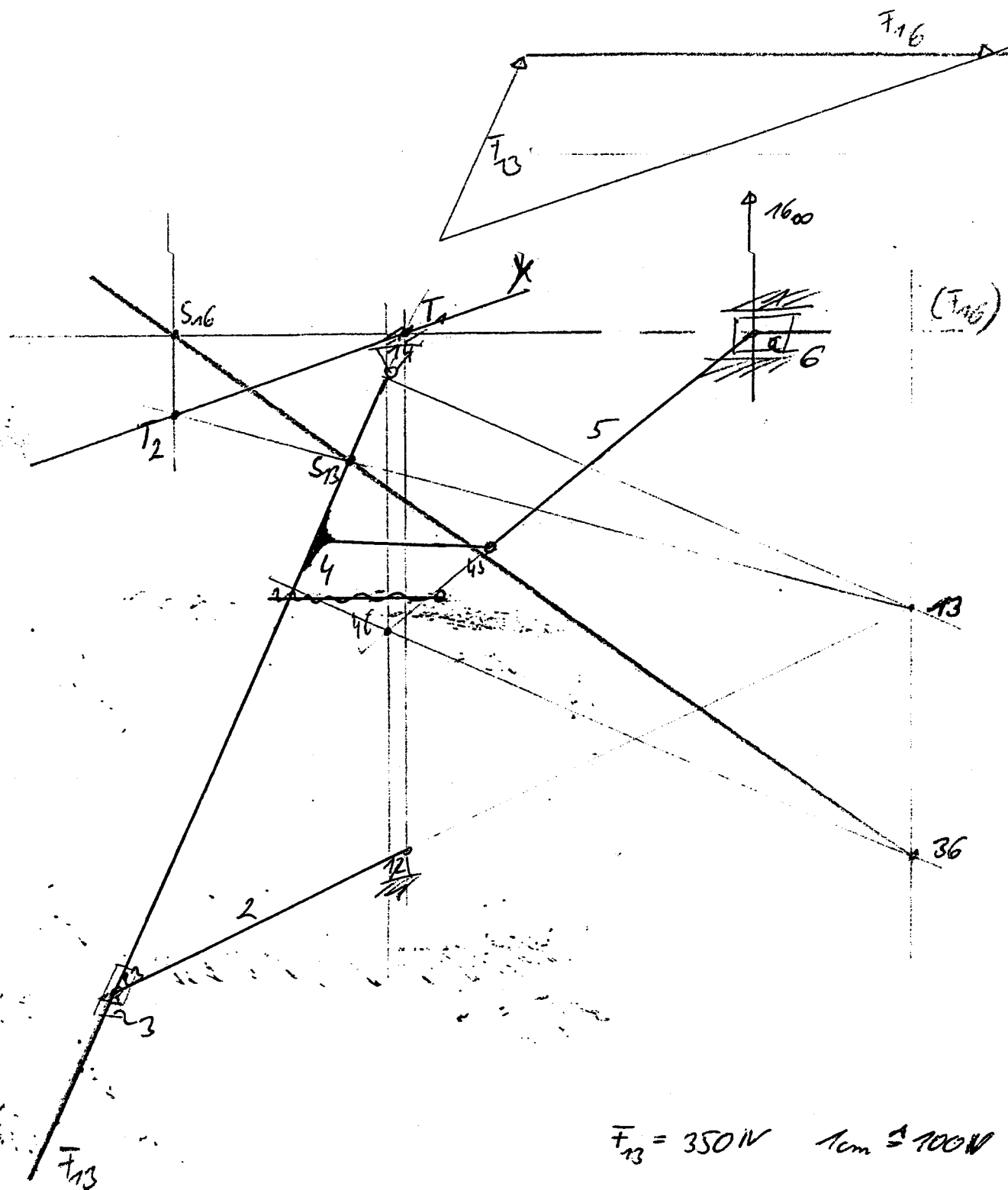
WS 33/00

③

- ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯_∞
 ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔_∞
 ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙
 ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞
 ㉟ ㊱ ㊲
 ㊳ ㊴ ㊵



<u>13</u> 12-23 ✓ 14-34 ✓	<u>15</u> 12-25 13-35 14-45 ✓ 16-56 ✓	<u>24</u> 12-14 ✓ 23-34 ✓	<u>25</u> 12-15 ✓ 23-35 24-45 ✓	<u>26</u> 12-16 ✓ 23-36 24-46 25-56 ✓
<u>35</u> 13-15 ✓ 23-25 ✓	<u>36</u> 13-16 23-26	<u>46</u> 14-16 ✓ 24-26 34-36 ✓		



$$\overline{F}_{13} = 350 \text{ N} \quad T_{cm} \leq 700 \text{ N}$$

$$F_{y6} \approx 7,8 \text{ cm} \Rightarrow F_{y6} = 780 \text{ N}$$