

Mechanika II.A – Třetí domácí úkol

(Zadání je částečně ze sbírky: Lederer P., Stejskal S., Březina J., Prokýšek R.:
Sbírka příkladů z kinematiky. Skripta, vydavatelství ČVUT, 2003.)

Vážené studentky a vážení studenti,

v příkladech 1 – 60 vyřešte maticovou metodou programem Mresic (jehož zdrojový text si upravíte)

- 1) všechny závislé souřadnice mechanismu
- 2) polohu bodu L v zadaném souřadnicovém systému (není-li souřadnicový systém zadán, uvažujte systém O_1 , x_1 , y_1 s počátkem v bodě O , vodorovnou osou x_1 kladně orientovanou vpravo a svislou osou y_1 kladně orientovanou vzhůru.

Pokud je pohyb hnacího členu mechanismu rovnoměrně zrychlený, vypočtete požadované hodnoty v počáteční poloze a dále v 36 polohách, určených postupným otáčením hnacího členu v krocích po 10ti stupních. Je-li průběh pohonu zadán funkcí, použijte předepsaný časový interval a časový krok řešení. Rozměry do programu zadávejte v metrech, úhly v radiánech!

Obrázky v zadání jsou pouze schémata, která nejsou nakreslena v měřítku a také polohy těles nemusejí odpovídat počáteční poloze! Pro zjištění počátečních odhadů závislých souřadnice je třeba mechanismus narýsovat v počáteční poloze. Při řešení zvolte v každém tělese **právě jeden** souřadnicový systém pevně spojený s tělesem.

Vypracovaný referát bude obsahovat

- úvodní list
- mechanismus narýsovaný v počáteční poloze
- výpočet počtu stupňů volnosti, přidružený graf, kostru grafu a výpočet počtu nezávislých smyček
- narýsované smyčky s vyznačením všech použitých souřadnic (délkových i úhlových)
- **maticové rovnice** pro řešení polohy mechanismu (např. $\mathbf{T}_{12}\mathbf{T}_{23}\mathbf{T}_{34}\mathbf{T}_{41} = \mathbf{E}_3$ nebo $\mathbf{T}_{12}\mathbf{T}_{23} = \mathbf{T}_{14}\mathbf{T}_{43}$ nebo $\mathbf{T}_{12}\mathbf{T}_{23}\mathbf{r}_{3B} = \mathbf{T}_{14}\mathbf{r}_{4B}$)
- seznam nezávislých a závislých souřadnic
(Pro všechny souřadnice napište jejich význam (např. $\varphi_{12} = q_1$, $x_{23} = z_1$, $b_2 = \text{konst.} = \overline{PA}$, ...) a dále vztahy mezi souřadnicemi (např. $x_{34} = x_{45} + d$.)
- schéma a **maticový popis** polohy bodu L
- tabulku programem vypočtených rozsahů pohybu bodu L ve tvaru

| | x_L [m] | y_L [m] |
|-----|-----------|-----------|
| min | ... | ... |
| max | ... | ... |

- **po dohodě s Vaším cvičicím** zvolte vhodnou formu (CD ROM, e-mail, flash disk, ...) předání všech souborů (m-files) potřebných ke spuštění Vašeho řešení na jiném počítači. Jelikož tyto soubory budou obsahovat maticové rovnice pro řešení úlohy polohy, vyjádřené pomocí matic základních pohybů a případně rozšířených polohových vektorů, **není třeba tyto ručně rozepisovat v textu referátu !!!**
- první dva obrázky (figure(1) - figure(2)), které Váš program po spuštění nakreslí, by měly postupně obsahovat všechny závislé souřadnice a souřadnice bodu L jako funkce času.

Jelikož skripta obsahují jen 28 vhodných příkladů, jsou zadání doplněna dalšími zadáními 29 – 60.

Poskytnuté výsledky Vám umožní vlastní kontrolu, zda jste referát vypočítali správně. **Kdo si přesto přeje kontrolu svého referátu učitelem, necht' na titulní list napíše „PROSÍM OPRAVIT“.** Ostatní referáty učitel opravovat nebude, ale samozřejmě má právo špatně vyřešené referáty vrátit k přepracování.

| Zadání č. | Doplnění zadání |
|-----------|---|
| 1 | <p>Str. 63, Příklad 5.14 Ze skript použijte pouze obrázek!!!</p> <p>Dáno: $r = 130$ mm, $l = 370$ mm, $m = 160$ mm, $\overline{AL} = 430$ mm, $\overline{BL} = 130$ mm (bod L leží nad úsečkou AB), $\varphi_{120} = \pi/4$ rad, $\omega_{120} = 3$ s⁻¹, $\alpha_{12} = 0,3$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček).</p> |
| 2 | <p>Str. 64, Příklad 5.15 Ze skript použijte pouze obrázek!!!</p> <p>Dáno: $r = 35$ mm, $e = 25$ mm, $l = 125$ mm, $h = 160$ mm, $p = 75$ mm, $q = 95$ mm, bod L je pravý horní roh tělesa 6 o rozměrech 40 mm x 20 mm, $\varphi_{120} = \pi/5$ rad, $\omega_{120} = 500$ s⁻¹, $\alpha_{12} = 4$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček).</p> |
| 3 | <p>Str. 64, Příklad 5.17 Ze skript použijte pouze obrázek!!!</p> <p>Dáno: $r = 240$ mm, $l = 520$ mm, $h = 960$ mm, bod L leží v nejnižším místě tělesa 5 ve vzdálenosti $\overline{AL} = 1400$ mm od bodu A, $\varphi_{120} = 58 \cdot \pi/180$ rad, $\omega_{120} = 50$ s⁻¹ a $\alpha_{12} = 2,4$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované ve směru chodu hodinových ručiček).</p> |
| 4 | <p>Str. 64, Příklad 5.18 Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!!</p> <p>Dáno: Pohyb kliky uvažujte rovnoměrně zrychlený s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 0,4$ s⁻². V počáteční poloze kliky je $\varphi_{120} = \pi/3$ rad a $\omega_{120} = 5$ s⁻¹ (ω_{120} i α_{12} orientované ve směru chodu hodinových ručiček). Bod L uvažujte pod tělesem 5 k tomuto tělesu pevně připojený ve vzdálenostech $\overline{O_{45}L} = 0,35$ m a $\overline{O_{56}L} = 0,25$ m od středů rotačních kinematických dvojic tělesa 5.</p> |
| 5 | <p>Str. 65, Příklad 5.19 Ze skript použijte pouze obrázek!!!</p> <p>Dáno: $R = 86$ mm, $e = 28$ mm. Pohyb hnacího rotoru 2 uvažujte rovnoměrně zrychlený s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 6$ s⁻². V počáteční poloze rotoru je $\varphi_{120} = 27 \cdot \pi/180$ rad a $\omega_{120} = 300$ s⁻¹ (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček). Vyřešte i pohyb druhého, neočíslovaného pístu. Bod L uvažujte v pravém horním rohu obdélníkové části tělesa 3, přičemž průmět úsečky KL do směru osy $\zeta = 10$ mm a do osy $\eta = 6$ mm.</p> |
| 6 | <p>Str. 65, Příklad 5.20 Ze skript použijte pouze obrázek!!! V obrázku nakreslenou osu x otočte o 180 stupňů.</p> <p>Dáno: $h = 20$ mm, $l = 60$ mm, harmonický pohyb bodu tělesa 2, ležícího na ose x nad bodem A $x(t) = -s_0 - s \sin(\Omega t + \gamma)$, $s_0 = 30$ mm, $s = 20$ mm, $\Omega = \pi/5$ s⁻¹, $\gamma = -\pi/2$ rad v časovém intervalu $t = < 0 ; 10 > s$, s krokem $\Delta t = 0,25$ s. Vyřešte i pohyb druhé, neočíslované části kleštin. Bod L leží nad úsečkou AB, $\overline{AL} = 50$ mm, $\overline{BL} = 15$ mm.</p> |
| 7 | <p>Str. 65, Příklad 5.21 Ze skript použijte pouze obrázek!!! Osu x uvažujte totožnou s čerchovanou čarou a počátek ve středu úsečky o délce $2e$.</p> <p>Dáno: $r = 45$ mm, $l = 220$ mm, $e = 35$ mm, harmonický pohyb středu rotační kinematické dvojice O_{23} tělesa 2: $x(t) = -s_0 - s \sin(\Omega t + \gamma)$, $s_0 = 230$ mm, $s = 25$ mm, $\Omega = \pi/3$ s⁻¹, $\gamma = -\pi/2$ rad v časovém intervalu $t = < 0 ; 6 > s$, s krokem $\Delta t = 0,15$ s. Vyřešte i pohyb druhé, neočíslované části mechanismu úchopné hlavice. Bod L uvažujte pod tělesem 3 k tomuto tělesu pevně připojený ve vzdálenostech $\overline{O_{23}L} = 120$ mm a $\overline{O_{34}L} = 120$ mm od středů rotačních kinematických dvojic tělesa 3. Bod K uvažujte na volném konci tělesa 4 ve vzdálenosti 135 mm od O_{14}.</p> |

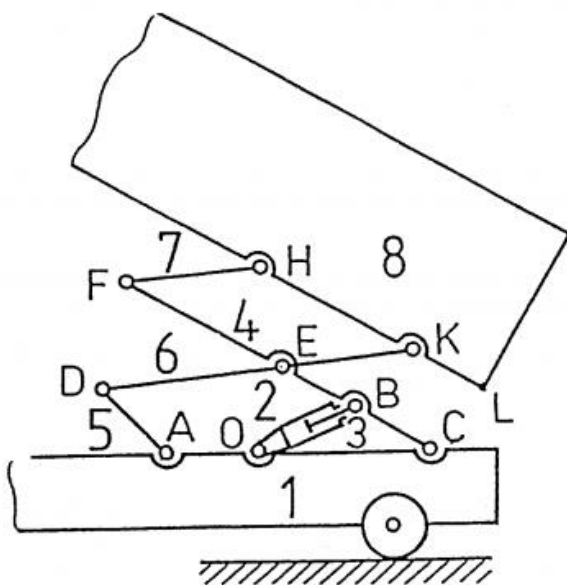
| | |
|----|---|
| 8 | <p>Str. 66, Příklad 5.24</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek!!! V obrázku nakreslenou osu y otočte o 180 stupňů. Délky členů 3, 4 a 5 jsou r.</p> <p>Dáno: $r = 450$ mm, $\delta = \pi/4$ rad, harmonický pohyb bodu A tělesa 2: $\overline{OA}(t) = s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma)$, $s_0 = 770$ mm, $s = 110$ mm, $\Omega = \pi/5$ s⁻¹, $\gamma = \pi/2$ rad v časovém intervalu $t = < 0 ; 10 >$ s, s krokem $\Delta t = 0,25$ s. Bod L uvažujte pod tělesem 3 k tomuto tělesu pevně připojený ve vzdálenostech $\overline{AL} = 250$ mm a $\overline{O_{34}L} = 250$ mm od středů rotačních kinematických dvojic tělesa 3.</p> |
| 9 | <p>Str. 70, Příklad 5.33</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek!!! Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě A.</p> <p>Dáno: $r = 48$ mm, $h = 92$ mm, $m = 200$ mm, $n = 230$ mm, $\nu = \pi/4$ rad, bod L je horní roh tělesa 5 o rozměrech 32 mm x 20 mm), $\varphi_{120} = 122 \cdot \pi/180$ rad (měřený od kladné osy x), $\omega_{120} = 30$ s⁻¹, $\alpha_{12} = 5$ s⁻² (všechny tři veličiny orientované proti směru chodu hodinových ručiček).</p> |
| 10 | <p>Str. 74, Příklad 5.39</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry (kromě nepotřebného rozměru \overline{BS})!!! Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě B_0.</p> <p>Dáno: Pohyb kliky 2 uvažujte rovnoměrně zrychlený s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 7$ s⁻² (ve směru chodu hodinových ručiček). V počáteční poloze kliky je $\varphi_{120} = 16 \cdot \pi/9$ rad (měřený od kladné osy x) a $\omega_{120} = 3$ s⁻¹ (ve směru chodu hodinových ručiček). Místo nepohyblivého bodu L řešte v tomto příkladu pohyb bodu K na úsečce BC ve vzdálenosti 410 mm od bodu B.</p> |
| 11 | <p>Str. 74, Příklad 5.40</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!! Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě A_0.</p> <p>Dáno: Harmonický pohyb $\overline{CD}(t) = s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma)$, $s_0 = 425$ mm, $s = 175$ mm, $\Omega = \pi/4$ s⁻¹, $\gamma = -\pi/2$ rad v časovém intervalu $t = < 0 ; 8 >$ s, s krokem $\Delta t = 0,2$ s. Čísla těles jsou: základní rám 1, hydraulický válec (s bodem C) – 2, píst (s bodem D) – 3, A_0CA – 4, B_0DB – 5 a AB – 6. Bod L uvažujte na tělese 3 ve vzdálenosti $\overline{DL} = 150$ mm.</p> |
| 12 | <p>Str. 75, Příklad 5.41</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek!!!</p> <p>Dáno: $\overline{HK} = 10$ mm, $\overline{BH} = 23$ mm, $\overline{HC} = 13$ mm, $\overline{CK} = 22,5$ mm, $\overline{CD} = 41$ mm, $\overline{CE} = 80$ mm, $\overline{OD} = 51$ mm, souřadnice bodu K: $x_K = 63$ mm, $y_K = 51$ mm, souřadnice bodu A: $x_A = 57$ mm, harmonický pohyb bodu B tělesa 2: $y_B(t) = s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma)$, $s_0 = 31$ mm, $s = 6$ mm, $\Omega = \pi/5$ s⁻¹, $\gamma = -\pi/2$ rad v časovém intervalu $t = < 0 ; 10 >$ s, s krokem $\Delta t = 0,25$ s. Bod L uvažujte v bodě E. Čísla těles jsou: základní rám 1, AB – 2, BH – 3, KHC – 4, CDE – 5 a OD – 6.</p> |
| 13 | <p>Str. 80, Příklad 6.4</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry (kromě rozměru $\overline{O_{13}A}$, který se týká jen nakreslené polohy)!!! Úhel $\angle TO_{13}A = 52,9^\circ$. Změňte pořadí indexů, např. O_{12} místo O_{21}, atd. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{13}.</p> <p>Dáno: V počáteční poloze vačky je úhel $\varphi = \varphi_{120} = \pi/3$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 100$ s⁻¹. Vačka se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 200$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček). Bod L je horní roh tělesa 5 o rozměrech 100 mm x 50 mm).</p> |

| | |
|----|---|
| 14 | <p>Str. 81, Příklad 6.6</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek!!! Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte ve středu kružnice o poloměru r.</p> <p>Dáno: $\overline{OA} = 90$ mm, $\overline{AB} = 630$ mm, $\overline{BC} = 630$ mm, $r = 130$ mm, souřadnice bodu O ve výše definovaném souřadnicovém systému: $x_0 = 300$ mm, $y_0 = -350$ mm a souřadnice bodu C: $x_C = -280$ mm. V počáteční poloze je úhel kliky $\varphi_{120} = \pi$ rad (měřený od kladné osy x), počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 15$ s⁻¹ a klika se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 2$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} ve směru chodu hodinových ručiček). Bod L uvažujte na úsečce BC ve vzdálenosti 250 mm od bodu B.</p> |
| 15 | <p>Str. 83, Příklad 6.9</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!! Změňte pořadí indexů, např. O_{12} místo O_{21}, atd. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{12}.</p> <p>Dáno: V počáteční poloze kliky je úhel $\varphi = \pi/6$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 50$ s⁻¹. Klika se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 10$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček). Bod L uvažujte v bodě T.</p> |
| 16 | <p>Str. 83, Příklad 6.10</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!! Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O.</p> <p>Dáno: harmonický pohyb $\varphi(t) = \Phi_0 + \Phi \sin(\Omega t + \gamma)$, $\Phi_0 = 110 \cdot \pi/180$ rad, $\Phi = 50,125 \cdot \pi/180$ rad, $\Omega = \pi/3$ s⁻¹, $\gamma = -\pi/2$ rad v časovém intervalu $t = < 0 ; 6 >$ s, s krokem $\Delta t = 0,15$ s. Bod L uvažujte v bodě K.</p> |
| 17 | <p>Str. 84, Příklad 6.11</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek!!! Změňte pořadí indexů, např. O_{12} místo O_{21}, atd. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{12}.</p> <p>Dáno: $h = 0,69$ m, $l = 0,48$ m, $\overline{O_{12}C} = \overline{O_{12}D} = 0,36$ m, $\overline{CD} = 0,24$ m, $\overline{DE} = 1,2$ m, $\overline{O_{16}E} = 0,75$ m, $\overline{O_{16}A} = 1,35$ m, $\overline{BC} = 1,54$ m, $\overline{AB} = 0,57$ m, v počáteční poloze kliky je úhel $\varphi = \pi/4$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 2,5$ s⁻¹. Klika se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 0,5$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček). Bod L uvažujte jako střed úsečky DE.</p> |
| 18 | <p>Str. 84, Příklad 6.12</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!! Změňte pořadí indexů, např. O_{12} místo O_{21}, atd. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{12}.</p> <p>Dáno: V počáteční poloze kliky je úhel $\varphi = 29 \cdot \pi/180$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 3$ s⁻¹. Klika se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 0,9$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček). Bod L je levý horní roh tělesa 5 o rozměrech 80 mm x 40 mm.</p> |
| 19 | <p>Str. 84, Příklad 6.13</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!! Změňte pořadí indexů, např. O_{12} místo O_{21}, atd. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{12}.</p> <p>Dáno: V počáteční poloze kliky je úhel $\varphi = \pi/4$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 3$ s⁻¹. Klika se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 0,9$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček). Délka tělesa 4 je 0,45 m a bod L leží v jeho nejnižším místě.</p> |

| | |
|----|--|
| 20 | <p>Str. 84, Příklad 6.14</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry (kromě rozměru $\overline{O_{12}D}$, který se týká jen nakreslené polohy)!!! Změňte pořadí indexů, např. O_{12} místo O_{21}, atd. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{12}.</p> <p>Dáno: Harmonický pohyb $\overline{O_{12}D}(t) = s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma)$, $s_0 = 695$ mm, $s = 175$ mm, $\Omega = \pi/8$ s⁻¹, $\gamma = -\pi/2$ rad v časovém intervalu $t = < 0 ; 16 > s$, s krokem $\Delta t = 0,4$ s. Bod L uvažujte v bodě A.</p> |
| 21 | <p>Str. 84, Příklad 6.15</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!! Změňte pořadí indexů O_{12} místo O_{21}. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{12}.</p> <p>Dáno: V počáteční poloze vačky je úhel $\varphi = \pi/12$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 50$ s⁻¹. Vačka se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 10$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček). Bod L je levý dolní roh tělesa 4 o rozměrech 160 mm x 80 mm.</p> |
| 22 | <p>Str. 85, Příklad 6.16</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!! Změňte pořadí indexů, např. O_{12} místo O_{21}, atd. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{12} a ve středu kolečka 4 uvažujte bod A.</p> <p>Dáno: V počáteční poloze vačky je úhel $\varphi = 33 \cdot \pi/180$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 100$ s⁻¹. Vačka se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 25$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček). Bod L leží na ose tělesa 5, procházející body A a O_{15}, ve vzdálenosti 0,35 m od bodu O_{15}.</p> |
| 23 | <p>Str.103, Příklad 8.4</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek!!! Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě E.</p> <p>Dáno: $\overline{OB} = 200$ mm, $\overline{BC} = 850$ mm, $\overline{EC} = 560$ mm, $\overline{CD} = 1650$ mm, souřadnice bodu O ve výše definovaném souřadnicovém systému: $x_O = 340$ mm a $y_O = 1060$ mm. V počáteční poloze je úhel úsečky OB $\varphi_{120} = \pi/3$ rad (měřený od kladné osy x), počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 52$ s⁻¹ a těleso 2 se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 83$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} ve směru chodu hodinových ručiček). Bod L uvažujte na úsečce CD ve vzdálenosti 220 mm od bodu C.</p> |
| 24 | <p>Str. 103, Příklad 8.5</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!! Těleso 2 neuvažujte, soustava se skládá pouze z těles 1,3,4,5,6 a 7. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě B.</p> <p>Dáno: Souřadnice bodu E ve výše definovaném souřadnicovém systému: $y_E = 0,45$ m. V počáteční poloze tělesa 3 je úhel $\varphi = 59 \cdot \pi/180$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{130} = 20$ s⁻¹. Těleso 3 se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{13} = 7$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} ve směru chodu hodinových ručiček). Bod L uvažujte jako střed úsečky DE.</p> |
| 25 | <p>Str. 107, Příklad 8.14</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek!!! Změňte pořadí indexů, např. O_{12} místo O_{21}, atd. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{15}.</p> <p>Dáno: $\overline{O_{12}A} = 480$ mm, $\overline{O_{12}O_{15}} = 800$ mm, $\overline{O_{15}B} = 1760$ mm, v počáteční poloze kliky je úhel $\varphi = 59 \cdot \pi/180$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 35$ s⁻¹. Klikla se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 13$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} ve směru chodu hodinových ručiček). Bod L je pravý horní roh tělesa 4 o rozměrech 160 mm x 240 mm.</p> |

| | |
|----|---|
| 26 | <p>Str. 108, Příklad 8.18</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek!!! Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O.</p> <p>Dáno: $\overline{OA} = 0,1$ m, $\overline{OF} = 0,5$ m, $\overline{FD} = 0,7$ m, $\overline{AC} = 0,5$ m, $\overline{CD} = 0,6$ m, $\overline{AB} = 0,3$ m, $\overline{DE} = 0,55$ m, $\overline{FE} = 0,2$ m, $\overline{BE} = 0,49$ m, v počáteční poloze kliky je úhel $\varphi = \pi/6$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 28$ s⁻¹. Klikla se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 9$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček). Bod L uvažujte vpravo od úsečky EB k této úsečce pevně připojený ve vzdálenostech $\overline{BL} = 0,35$ m a $\overline{EL} = 0,25$ m od středů rotačních kinematických dvojic tělesa 5.</p> |
| 27 | <p>Str. 109, Příklad 8.20</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!! Změňte pořadí indexů, např. O_{12} místo O_{21}, atd. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{12}.</p> <p>Dáno: V počáteční poloze kliky je úhel $\varphi = \pi/3$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 80$ s⁻¹. Klikla se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 13$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} orientované proti směru chodu hodinových ručiček). Bod L uvažujte vlevo od úsečky AB k této úsečce pevně připojený ve vzdálenostech $\overline{AL} = 0,4$ m a $\overline{BL} = 0,9$ m od středů rotačních kinematických dvojic tělesa 3.</p> |
| 28 | <p>Str. 109, Příklad 8.21</p> <p>Ze skript použijte pouze obrázek a zadané rozměry!!! Změňte pořadí indexů, např. O_{12} místo O_{21}, atd. Počátek základního souřadnicového systému s vodorovnou osou x směřující vpravo a svislou osou y směřující vzhůru uvažujte v bodě O_{12}.</p> <p>Dáno: V počáteční poloze kliky je úhel $\varphi = 59 \cdot \pi/180$ rad (viz obr) a počáteční úhlová rychlost $\omega_{120} = 28$ s⁻¹. Klikla se pohybuje s úhlovým zrychlením $\alpha_{12} = 9$ s⁻² (ω_{120} i α_{12} ve směru chodu hodinových ručiček). Bod L leží v nejvyšším místě tělesa 3 a jeho vzdálenost od bodu A je 0,3 m.</p> |

29



$$\overline{AO} = 800 \text{ mm}$$

$$\overline{OC} = 1160 \text{ mm}$$

$$\overline{BC} = 600 \text{ mm}$$

$$\overline{EB} = 600 \text{ mm}$$

$$\overline{AD} = 640 \text{ mm}$$

$$\overline{EF} = \overline{HK} = 1140 \text{ mm}$$

$$\overline{EK} = \overline{FH} = 880 \text{ mm}$$

$$\overline{KL} = 560 \text{ mm}$$

$$\overline{ED} = 1300 \text{ mm}$$

$$\overline{OB} = s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma)$$

$$s_0 = 850 \text{ mm}$$

$$s = 250 \text{ mm}$$

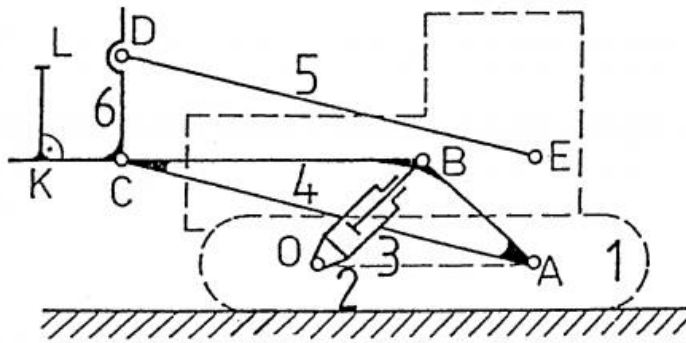
$$\Omega = \pi/4 \text{ s}^{-1}$$

$$\gamma = -\pi/2 \text{ rad}$$

$$t = \langle 0 ; 8 \rangle$$

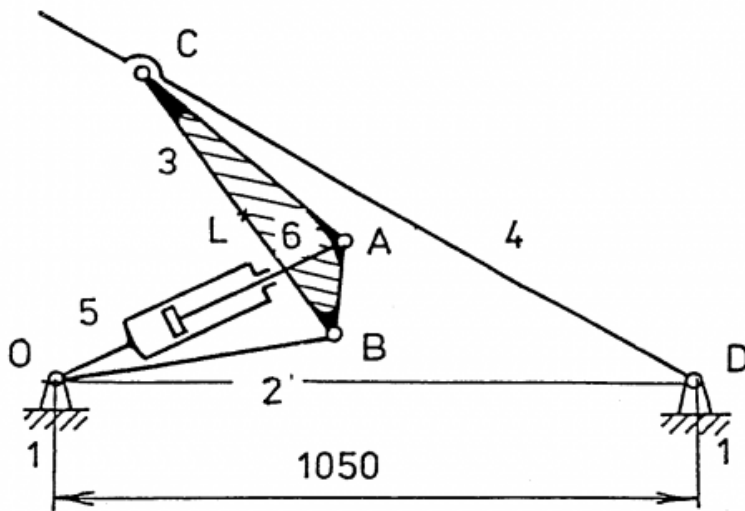
$$\Delta t = 0,2 \text{ s}$$

30



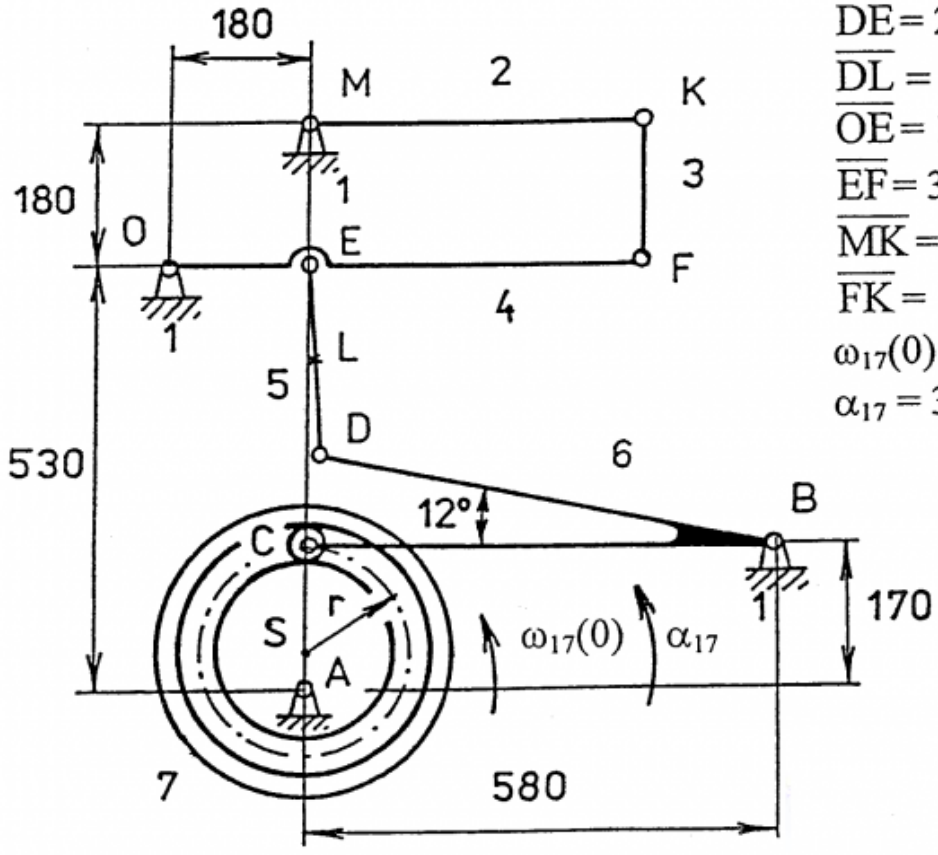
$$\begin{aligned} \overline{OA} &= 1555 \text{ mm} \\ \overline{AB} &= 1020 \text{ mm} \\ \overline{BC} &= 2080 \text{ mm} \\ \overline{AC} &= \overline{DE} = 2800 \text{ mm} \\ \overline{AE} &= \overline{CD} = 750 \text{ mm} \\ \overline{CK} &= 400 \text{ mm} \\ \overline{KL} &= 600 \text{ mm} \\ \overline{OB} &= s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma) \\ s_0 &= 1160 \text{ mm} \\ s &= 400 \text{ mm} \\ \Omega &= \pi/3 \text{ s}^{-1} \\ \gamma &= -\pi/2 \text{ rad} \\ t &= \langle 0 ; 6 \rangle \text{ s} \\ \Delta t &= 0,15 \text{ s} \end{aligned}$$

31



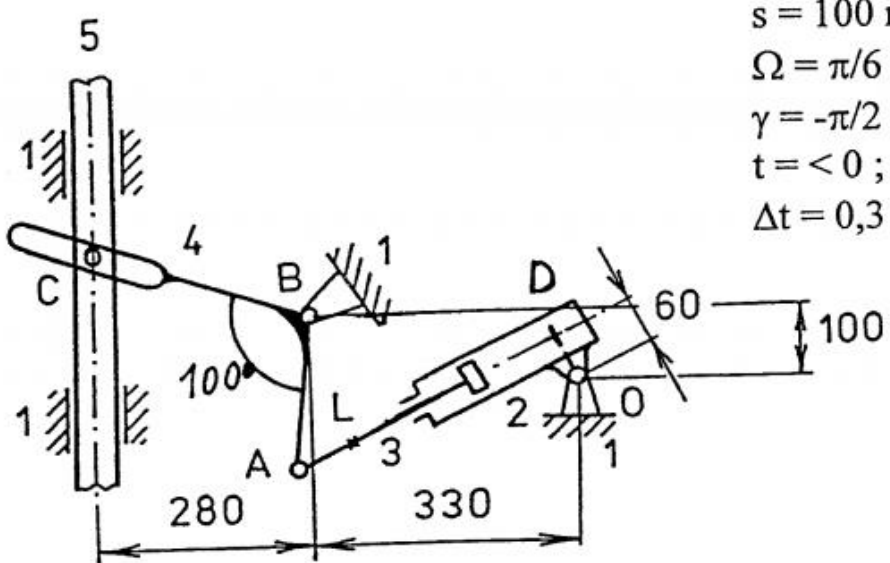
$$\begin{aligned} \overline{AB} &= 120 \text{ mm} \\ \overline{AC} &= 345 \text{ mm} \\ \overline{BC} &= 445 \text{ mm} \\ \overline{OB} &= 465 \text{ mm} \\ \overline{CD} &= 1020 \text{ mm} \\ \overline{BL} &= 210 \text{ mm} \\ \overline{OA} &= s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma) \\ s_0 &= 490 \text{ mm} \\ s &= 90 \text{ mm} \\ \Omega &= \pi/6 \text{ s}^{-1} \\ \gamma &= -\pi/2 \text{ rad} \\ t &= \langle 0 ; 12 \rangle \text{ s} \\ \Delta t &= 0,3 \text{ s} \end{aligned}$$

32



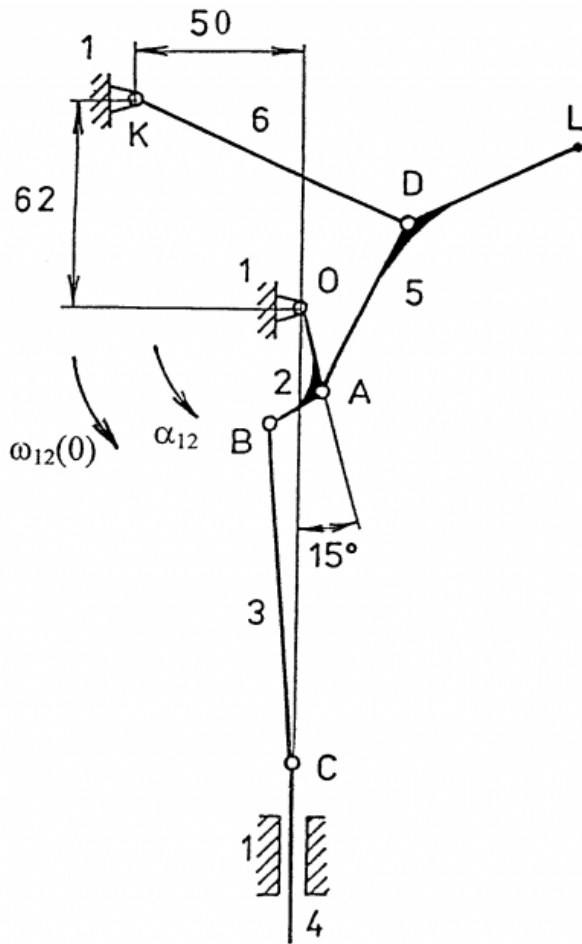
$r = 120 \text{ mm}$
 $\overline{AS} = 40 \text{ mm}$
 $\overline{BC} = \overline{BD} = 580 \text{ mm}$
 $\overline{DE} = 250 \text{ mm}$
 $\overline{DL} = \overline{EL}$
 $\overline{OE} = 180 \text{ mm}$
 $\overline{EF} = 320 \text{ mm}$
 $\overline{MK} = 320 \text{ mm}$
 $\overline{FK} = 180 \text{ mm}$
 $\omega_{17}(0) = 18 \text{ s}^{-1}$
 $\alpha_{17} = 30 \text{ s}^{-2}$

33



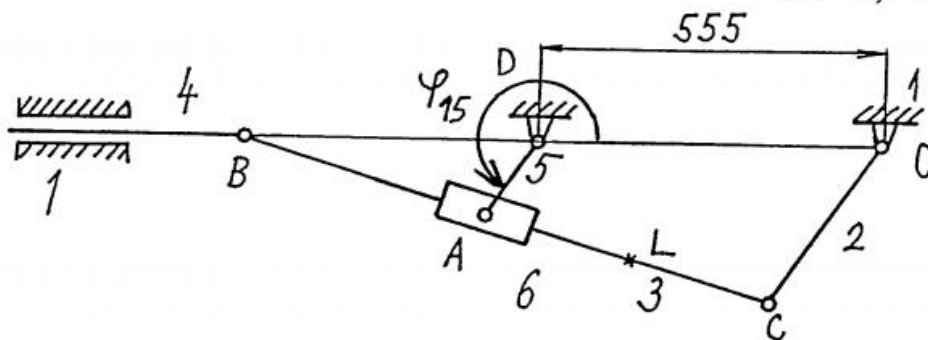
$\overline{AB} = 220 \text{ mm}$
 $\overline{AL} = 90 \text{ mm}$
 $\overline{AD} = s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma)$
 $s_0 = 300 \text{ mm}$
 $s = 100 \text{ mm}$
 $\Omega = \pi/6 \text{ s}^{-1}$
 $\gamma = -\pi/2 \text{ rad}$
 $t = \langle 0 ; 12 \rangle \text{ s}$
 $\Delta t = 0,3 \text{ s}$

34



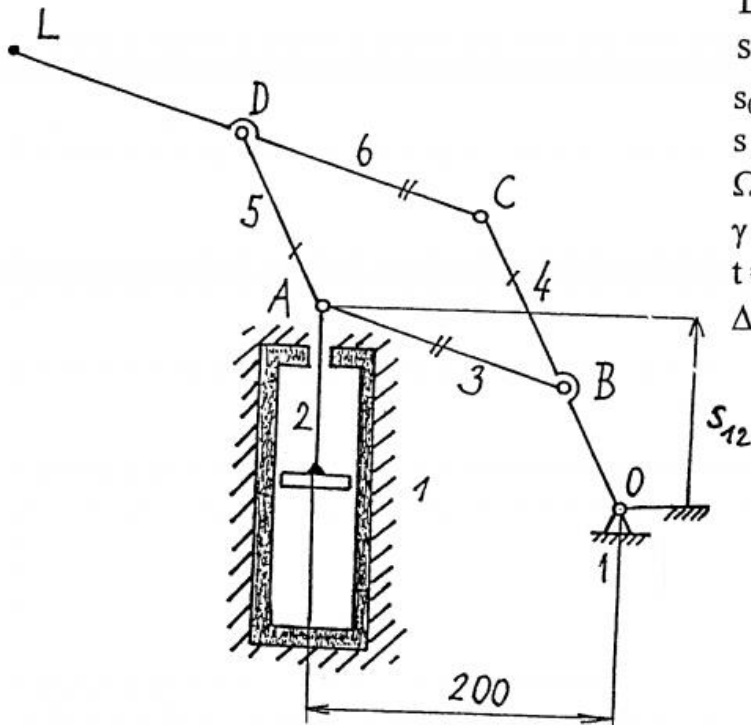
- $\overline{OA} = 28 \text{ mm}$
- $\overline{AB} = 20 \text{ mm}$
- $\overline{OB} = 38 \text{ mm}$
- $\overline{BC} = 103 \text{ mm}$
- $\overline{AD} = 60 \text{ mm}$
- $\overline{DL} = 62 \text{ mm}$
- $\overline{DK} = 98 \text{ mm}$
- úhel $ADL = 130^\circ$
- $\omega_{12}(0) = 43 \text{ s}^{-1}$
- $\alpha_{12} = 52 \text{ s}^{-2}$

35



- $\overline{DA} = 129 \text{ mm}$
- $\overline{BC} = 921 \text{ mm}$
- $\overline{CO} = 302 \text{ mm}$
- $\overline{BL} = 652 \text{ mm}$
- $\varphi_{15} = \Phi_0 + \Phi \sin(\Omega t + \gamma)$
- $\Phi_0 = 2^\circ$
- $\Phi = 105^\circ$
- $\Omega = \pi/4 \text{ s}^{-1}$
- $\gamma = -\pi/2 \text{ rad}$
- $t = \langle 0 ; 8 \rangle \text{ s}$
- $\Delta t = 0,2 \text{ s}$

36



$$\overline{OB} = 170 \text{ mm}$$

$$\overline{BC} = \overline{AD} = 160 \text{ mm}$$

$$\overline{AB} = \overline{CD} = 190 \text{ mm}$$

$$\overline{DL} = 210 \text{ mm}$$

$$s_{12} = s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma)$$

$$s_0 = 150 \text{ mm}$$

$$s = 100 \text{ mm}$$

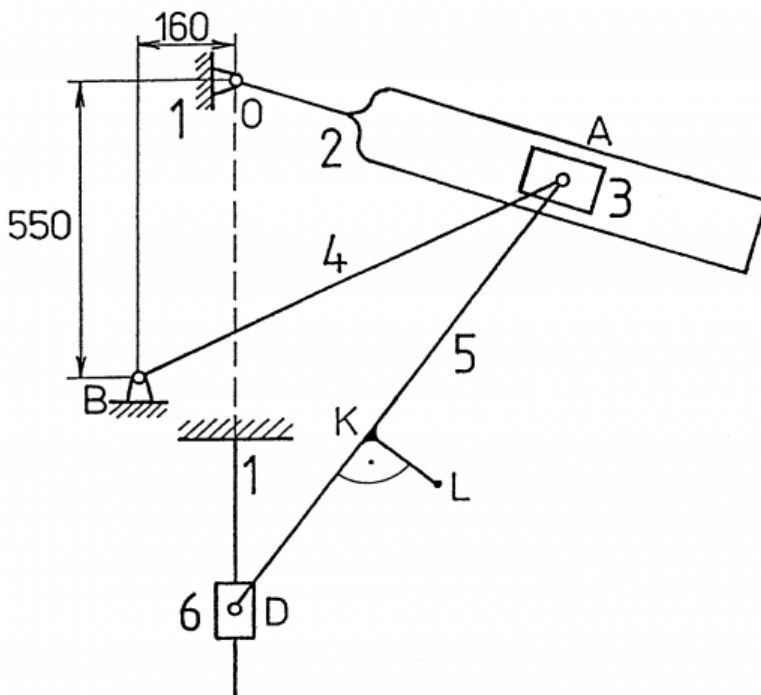
$$\Omega = \pi/3 \text{ s}^{-1}$$

$$\gamma = -\pi/2 \text{ rad}$$

$$t = \langle 0 ; 6 \rangle \text{ s}$$

$$\Delta t = 0,15 \text{ s}$$

37



$$\overline{AB} = 842 \text{ mm}$$

$$\overline{AD} = 990 \text{ mm}$$

$$\overline{AK} = 480 \text{ mm}$$

$$\overline{KL} = 360 \text{ mm}$$

$$\overline{OA} = s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma)$$

$$s_0 = 675 \text{ mm}$$

$$s = 200 \text{ mm}$$

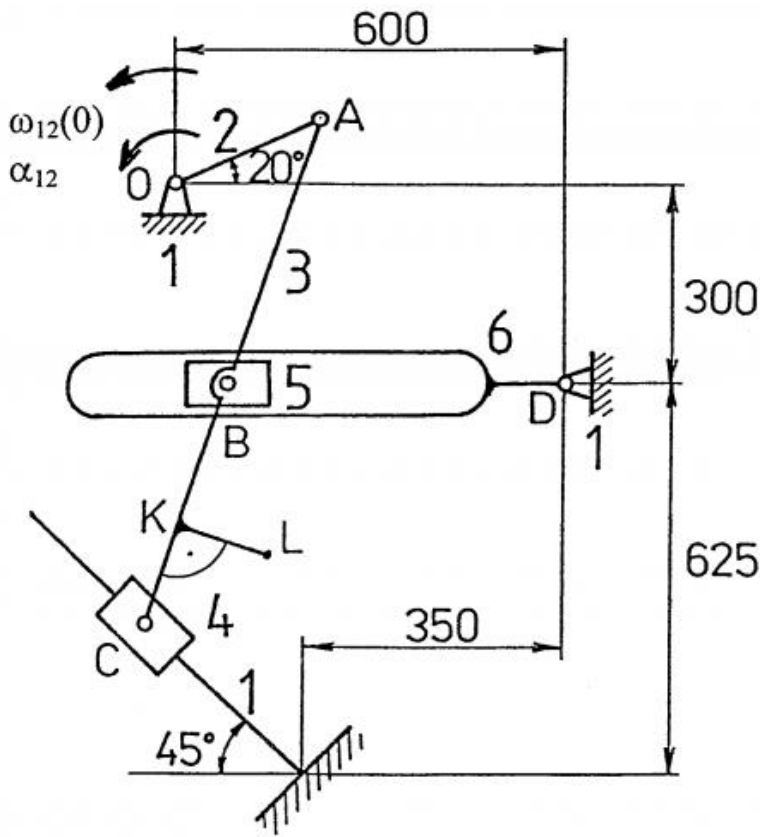
$$\Omega = \pi/5 \text{ s}^{-1}$$

$$\gamma = -\pi/2 \text{ rad}$$

$$t = \langle 0 ; 10 \rangle \text{ s}$$

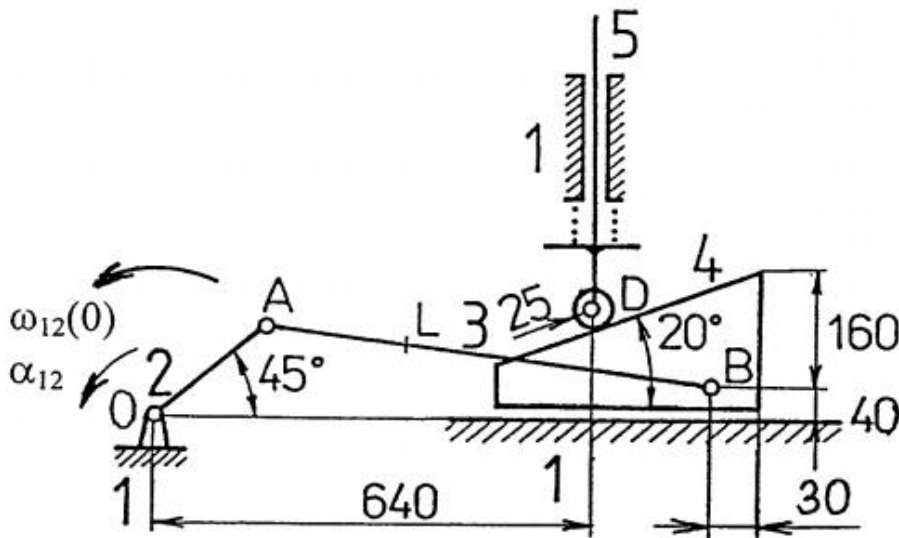
$$\Delta t = 0,25 \text{ s}$$

38



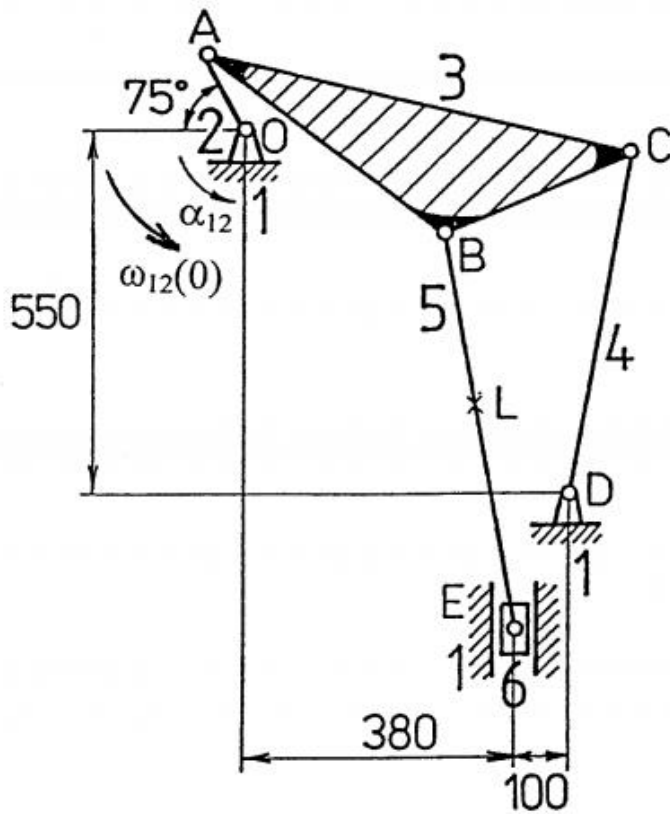
$\overline{OA} = 205 \text{ mm}$
 $\overline{AC} = 830 \text{ mm}$
 $\overline{AK} = 600 \text{ mm}$
 $\overline{KL} = 360 \text{ mm}$
 $\overline{AB} = 430 \text{ mm}$
 $\omega_{12}(0) = 56 \text{ s}^{-1}$
 $\alpha_{12} = 97 \text{ s}^{-2}$

39



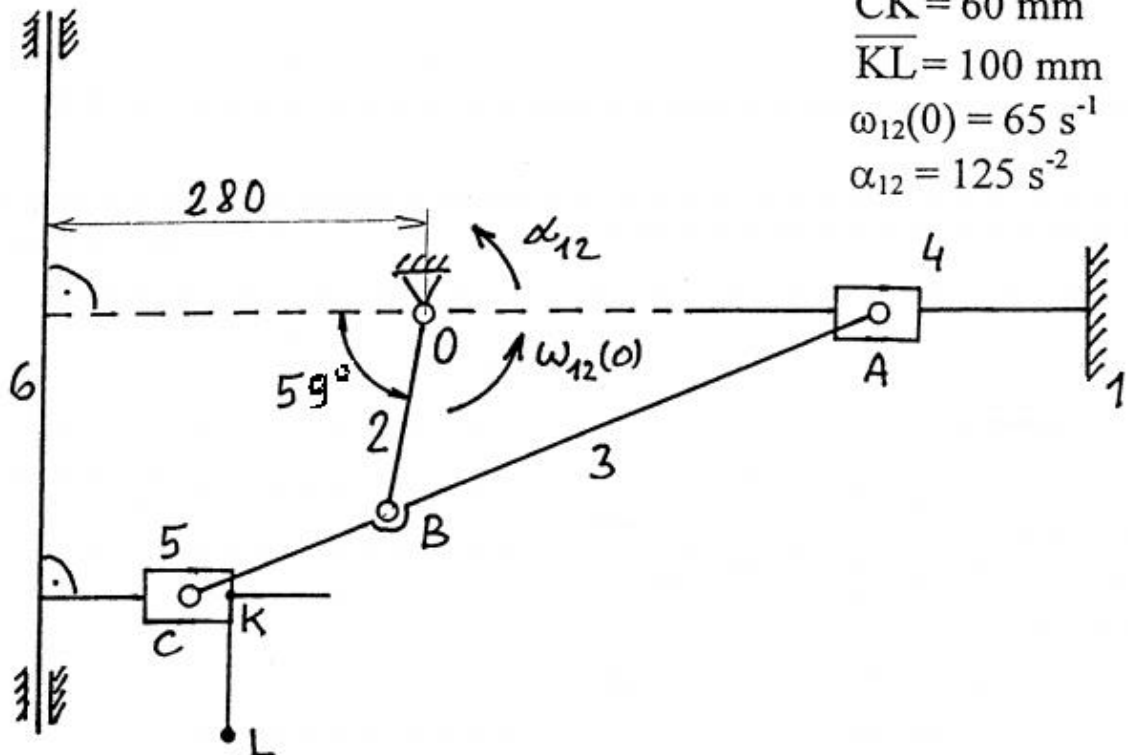
$\overline{OA} = 180 \text{ mm}$
 $\overline{AB} = 670 \text{ mm}$
 $\overline{AL} = 150 \text{ mm}$
 $\omega_{12}(0) = 27 \text{ s}^{-1}$
 $\alpha_{12} = 83 \text{ s}^{-2}$

40



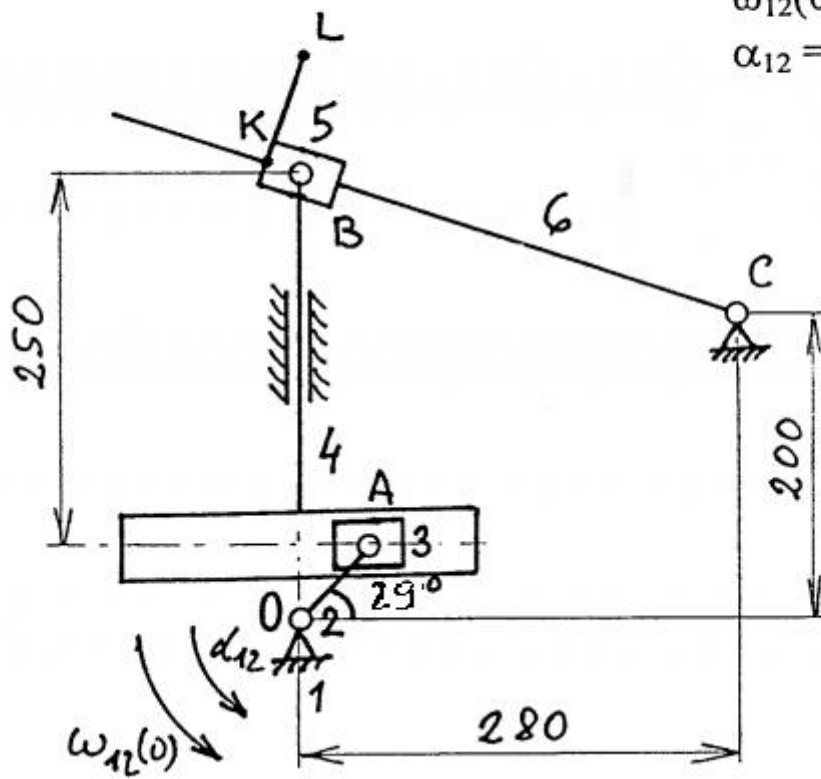
- $\overline{OA} = 135 \text{ mm}$
- $\overline{AB} = 435 \text{ mm}$
- $\overline{AC} = 635 \text{ mm}$
- $\overline{BC} = 305 \text{ mm}$
- $\overline{CD} = 515 \text{ mm}$
- $\overline{BE} = 615 \text{ mm}$
- $\overline{BL} = 235 \text{ mm}$
- $\omega_{12}(0) = 25 \text{ s}^{-1}$
- $\alpha_{12} = 35 \text{ s}^{-2}$

41



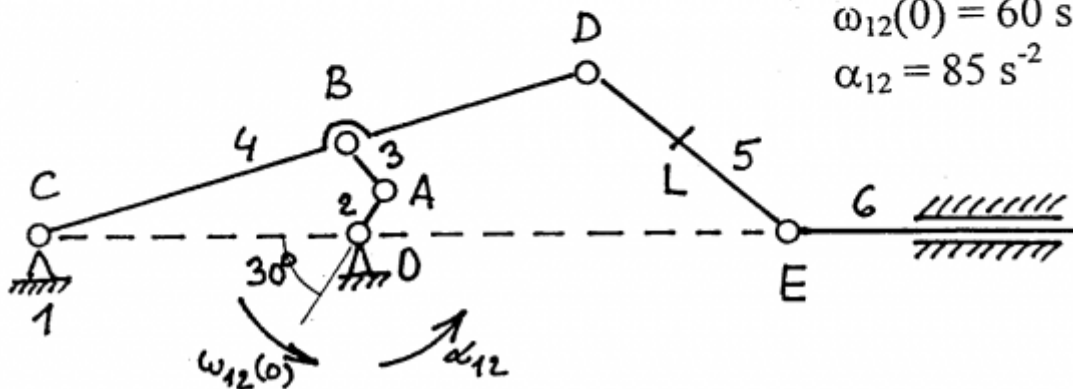
- $\overline{OB} = 140 \text{ mm}$
- $\overline{AB} = 360 \text{ mm}$
- $\overline{BC} = 150 \text{ mm}$
- $\overline{CK} = 60 \text{ mm}$
- $\overline{KL} = 100 \text{ mm}$
- $\omega_{12}(0) = 65 \text{ s}^{-1}$
- $\alpha_{12} = 125 \text{ s}^{-2}$

42



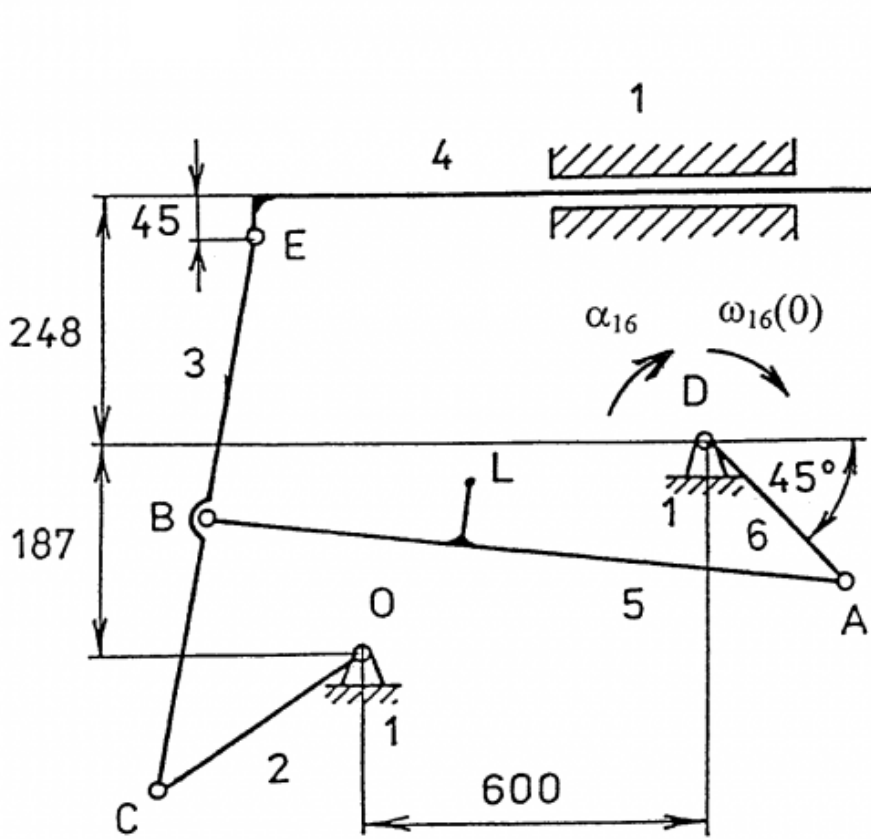
$$\begin{aligned} \overline{OA} &= 50 \text{ mm} \\ \overline{BK} &= 60 \text{ mm} \\ \overline{KL} &= 100 \text{ mm} \\ \omega_{12}(0) &= 100 \text{ s}^{-1} \\ \alpha_{12} &= 125 \text{ s}^{-2} \end{aligned}$$

43



$$\begin{aligned} \overline{OA} &= 60 \text{ mm} \\ \overline{AB} &= 100 \text{ mm} \\ \overline{BC} &= 450 \text{ mm} \\ \overline{OC} &= 450 \text{ mm} \\ \overline{CD} &= 800 \text{ mm} \\ \overline{DE} &= 360 \text{ mm} \\ \overline{DL} &= 120 \text{ mm} \\ \omega_{12}(0) &= 60 \text{ s}^{-1} \\ \alpha_{12} &= 85 \text{ s}^{-2} \end{aligned}$$

44



$$\overline{DA} = 220 \text{ mm}$$

$$\overline{AB} = 990 \text{ mm}$$

$$\overline{BE} = 340 \text{ mm}$$

$$\overline{CO} = 420 \text{ mm}$$

$$\overline{CE} = 620 \text{ mm}$$

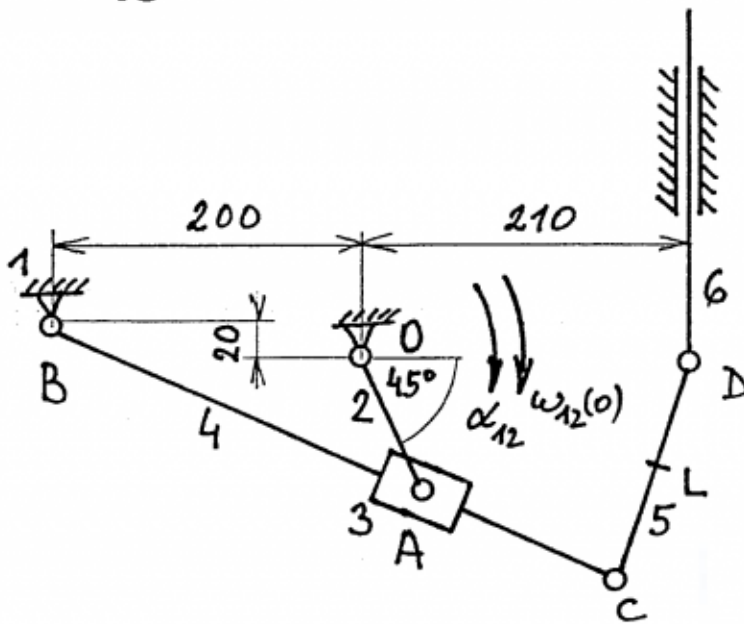
$$\overline{AL} = 660 \text{ mm}$$

$$\overline{BL} = 460 \text{ mm}$$

$$\omega_{16}(0) = 5 \text{ s}^{-1}$$

$$\alpha_{16} = 0,2 \text{ s}^{-2}$$

45



$$\overline{OA} = 100 \text{ mm}$$

$$\overline{BC} = 400 \text{ mm}$$

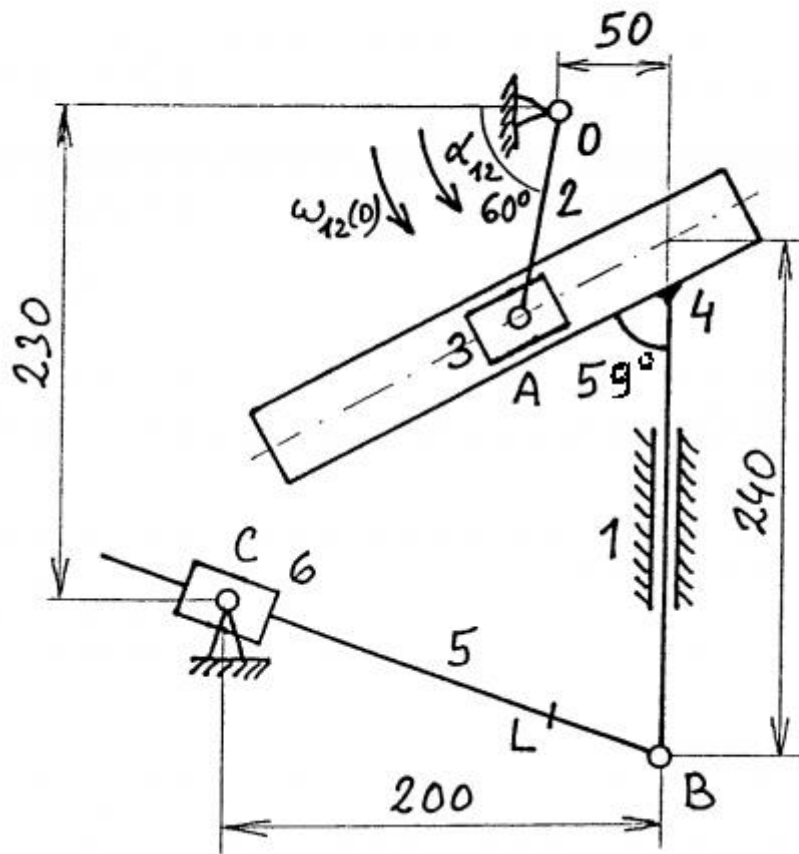
$$\overline{CD} = 150 \text{ mm}$$

$$\overline{CL} = 50 \text{ mm}$$

$$\omega_{12}(0) = 3 \text{ s}^{-1}$$

$$\alpha_{12} = 15 \text{ s}^{-2}$$

46



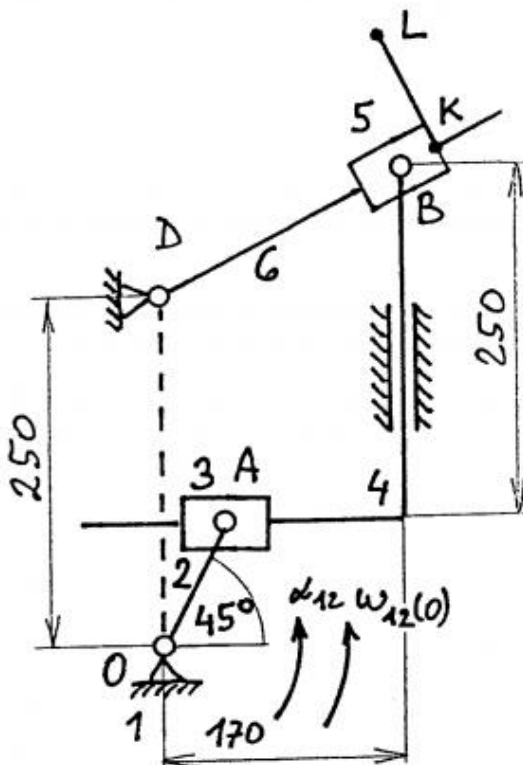
$$\overline{OA} = 100 \text{ mm}$$

$$\overline{BL} = 100 \text{ mm}$$

$$\omega_{12}(0) = 50 \text{ s}^{-1}$$

$$\alpha_{12} = 800 \text{ s}^{-2}$$

47



$$\overline{OA} = 100 \text{ mm}$$

$$\overline{BK} = 30 \text{ mm}$$

$$\overline{KL} = 80 \text{ mm}$$

$$\omega_{12}(0) = 50 \text{ s}^{-1}$$

$$\alpha_{12} = 800 \text{ s}^{-2}$$

48

$$\overline{AC} = 580 \text{ mm}$$

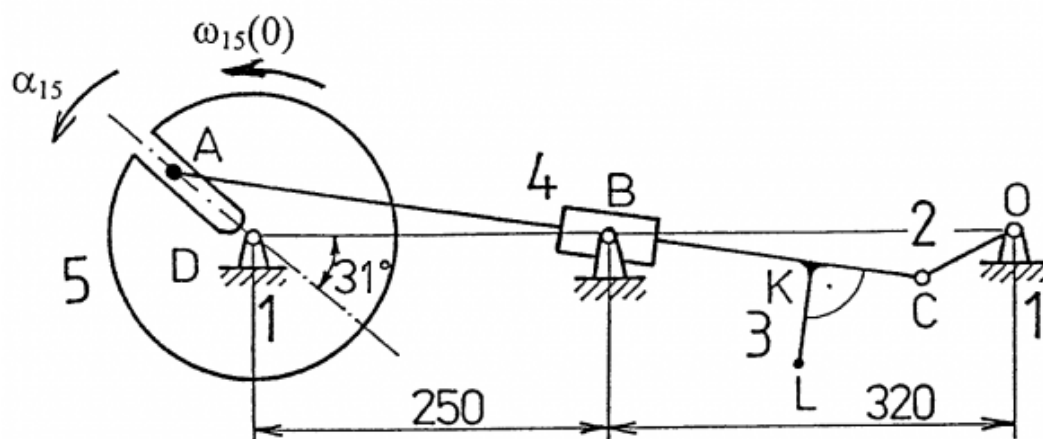
$$\overline{CO} = 110 \text{ mm}$$

$$\overline{CK} = 60 \text{ mm}$$

$$\overline{KL} = 80 \text{ mm}$$

$$\omega_{15}(0) = 7 \text{ s}^{-1}$$

$$\alpha_{15} = 0,8 \text{ s}^{-2}$$



49

$$\overline{OA} = 80 \text{ mm}$$

$$\overline{AC} = 240 \text{ mm}$$

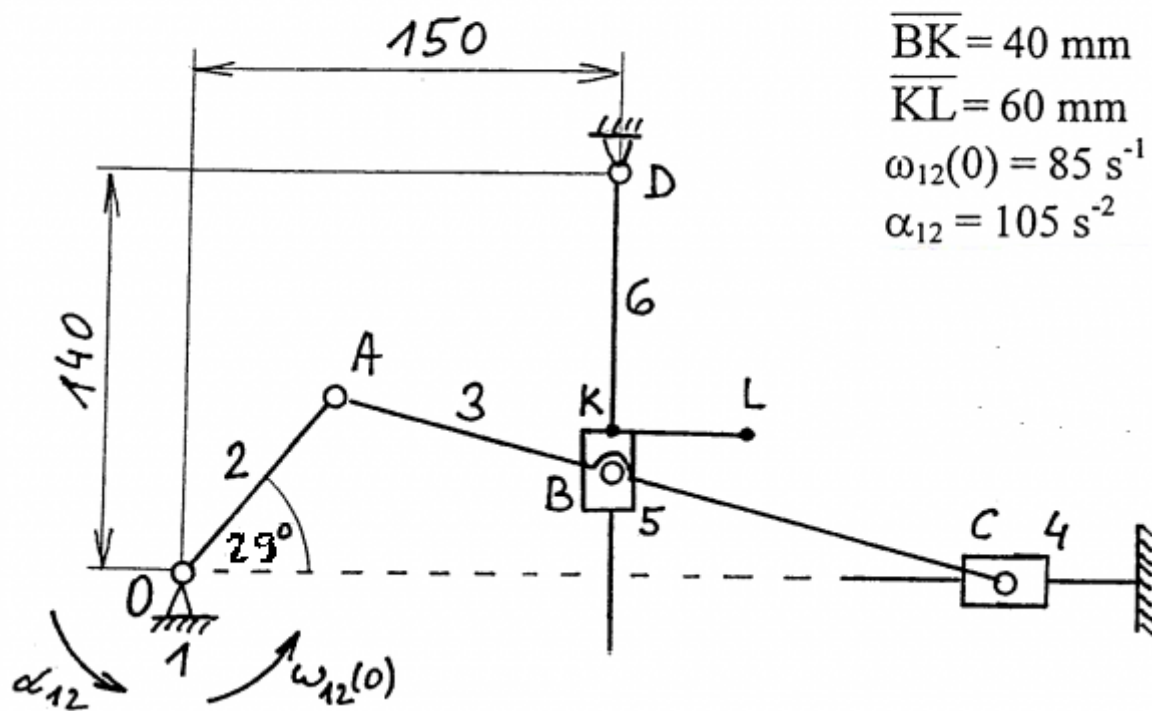
$$\overline{AB} = 100 \text{ mm}$$

$$\overline{BK} = 40 \text{ mm}$$

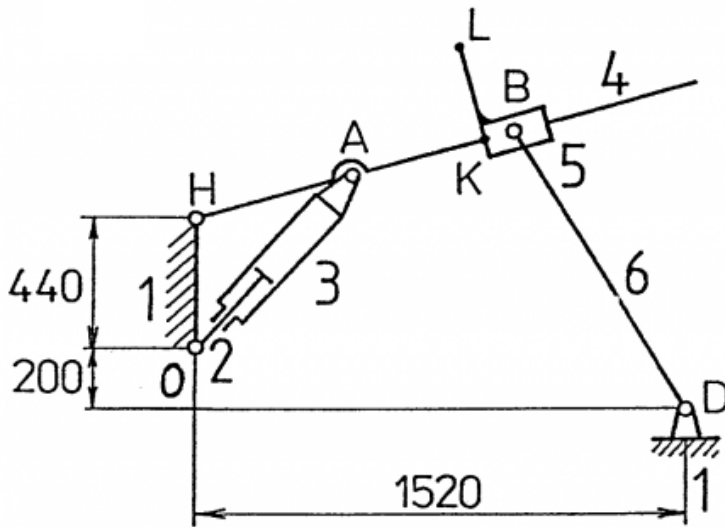
$$\overline{KL} = 60 \text{ mm}$$

$$\omega_{12}(0) = 85 \text{ s}^{-1}$$

$$\alpha_{12} = 105 \text{ s}^{-2}$$

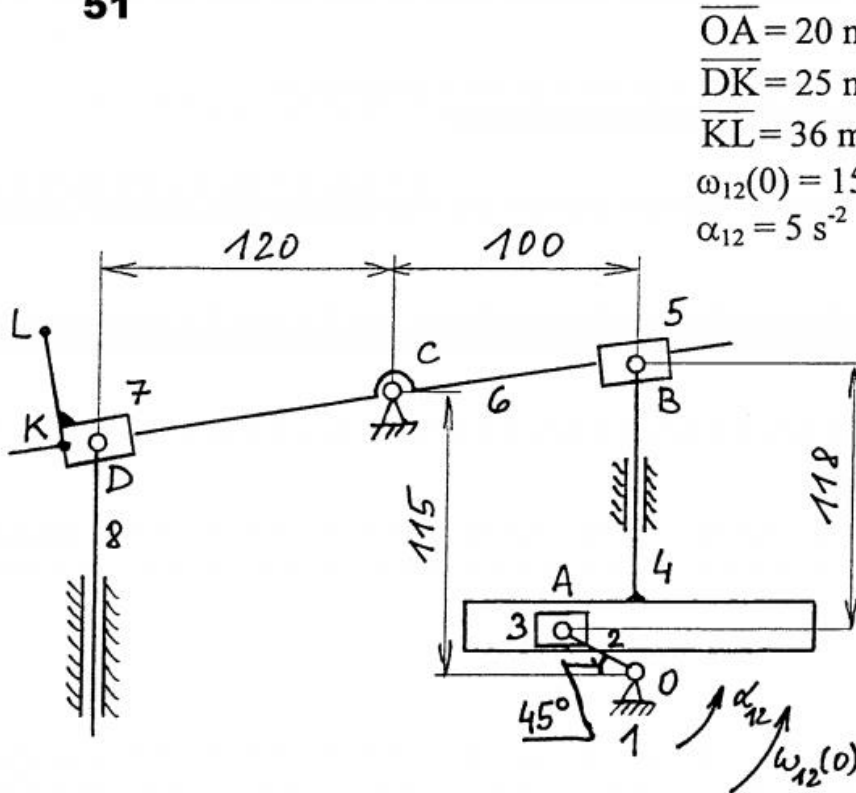


50



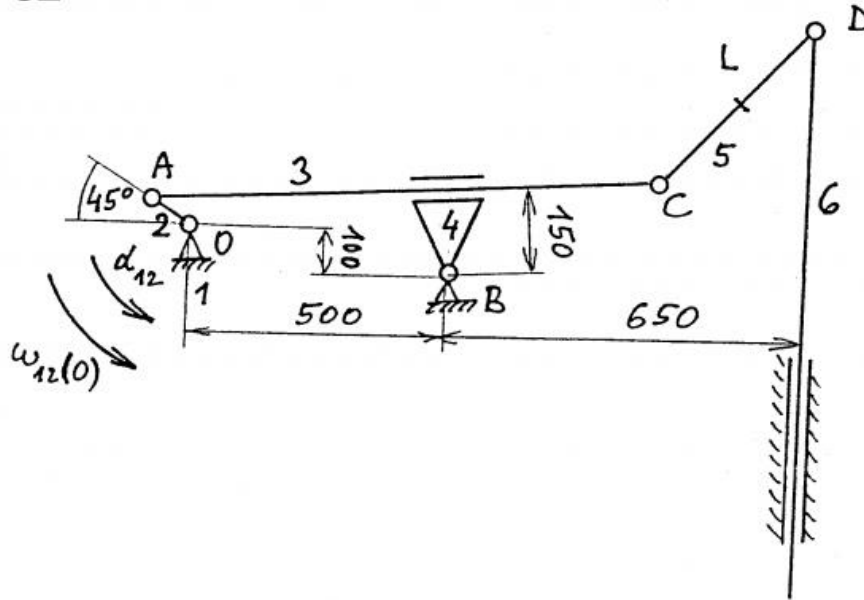
$\overline{AH} = 520 \text{ mm}$
 $\overline{BD} = 1150 \text{ mm}$
 $\overline{BK} = 130 \text{ mm}$
 $\overline{KL} = 420 \text{ mm}$
 $\overline{OA} = s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma)$
 $s_0 = 765 \text{ mm}$
 $s = 25,5 \text{ mm}$
 $\Omega = \pi/4 \text{ s}^{-1}$
 $\gamma = -\pi/2 \text{ rad}$
 $t = \langle 0 ; 8 \rangle \text{ s}$
 $\Delta t = 0,2 \text{ s}$

51



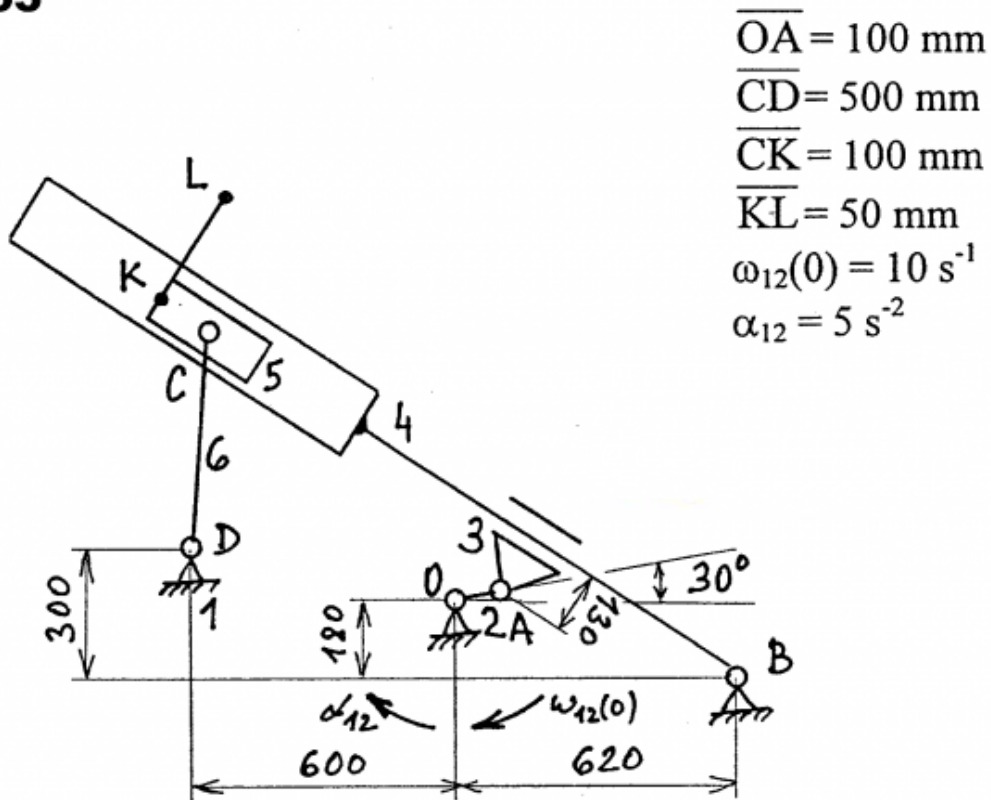
$\overline{OA} = 20 \text{ mm}$
 $\overline{DK} = 25 \text{ mm}$
 $\overline{KL} = 36 \text{ mm}$
 $\omega_{12}(0) = 15 \text{ s}^{-1}$
 $\alpha_{12} = 5 \text{ s}^{-2}$

52



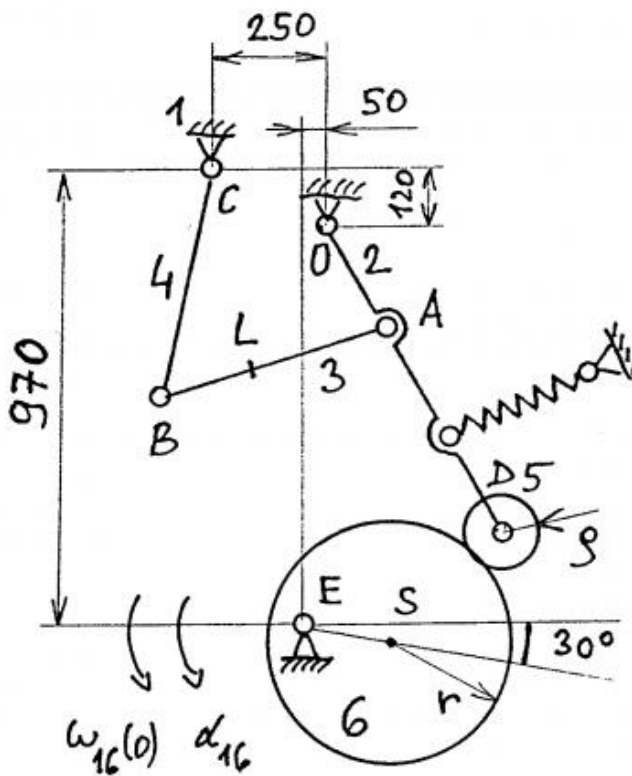
$$\begin{aligned} \overline{OA} &= 50 \text{ mm} \\ \overline{AC} &= 920 \text{ mm} \\ \overline{CD} &= 400 \text{ mm} \\ \overline{CL} &= 230 \text{ mm} \\ \omega_{12}(0) &= 3 \text{ s}^{-1} \\ \alpha_{12} &= 5 \text{ s}^{-2} \end{aligned}$$

53



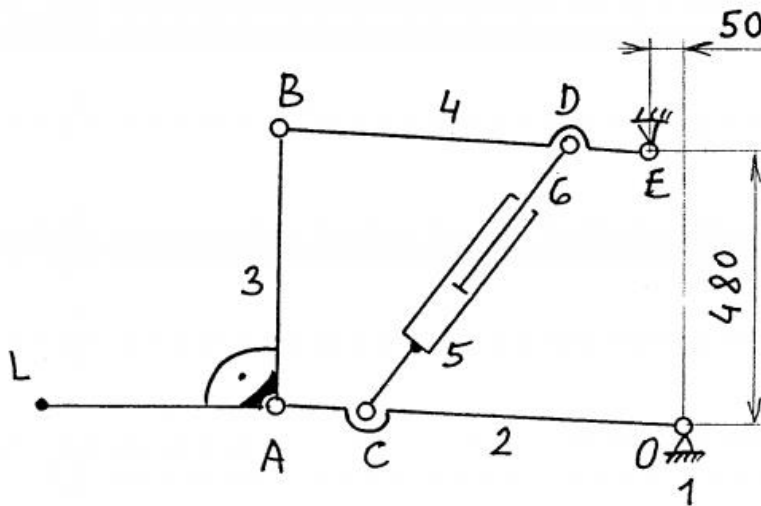
$$\begin{aligned} \overline{OA} &= 100 \text{ mm} \\ \overline{CD} &= 500 \text{ mm} \\ \overline{CK} &= 100 \text{ mm} \\ \overline{KL} &= 50 \text{ mm} \\ \omega_{12}(0) &= 10 \text{ s}^{-1} \\ \alpha_{12} &= 5 \text{ s}^{-2} \end{aligned}$$

54



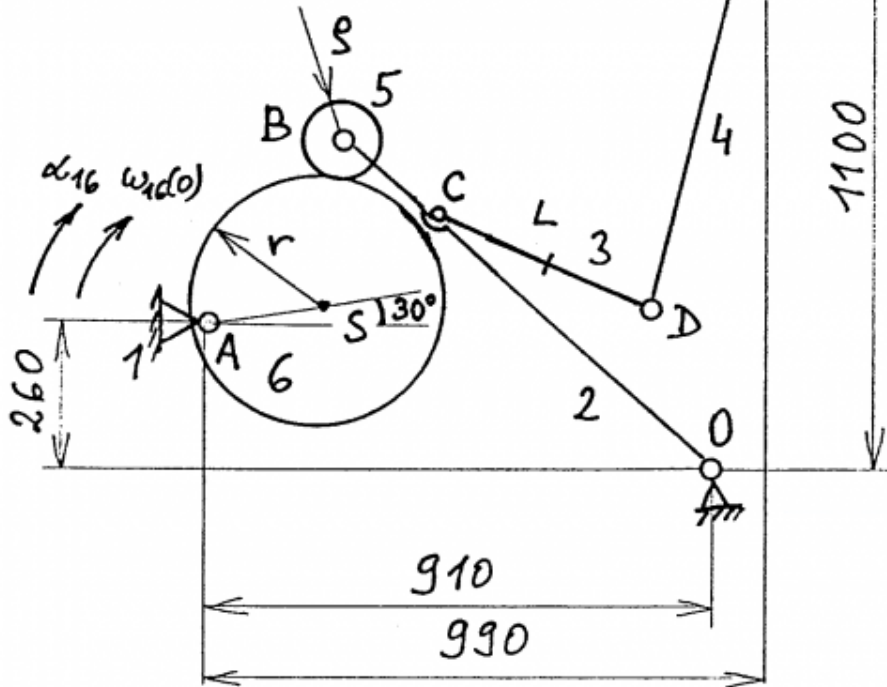
- $\overline{ES} = 200 \text{ mm}$
- $r = 250 \text{ mm}$
- $\rho = 80 \text{ mm}$
- $\overline{DO} = 750 \text{ mm}$
- $\overline{OA} = 250 \text{ mm}$
- $\overline{AB} = 500 \text{ mm}$
- $\overline{BC} = 500 \text{ mm}$
- $\overline{AL} = 340 \text{ mm}$
- $\omega_{16}(0) = 3 \text{ s}^{-1}$
- $\alpha_{16} = 6 \text{ s}^{-2}$

55



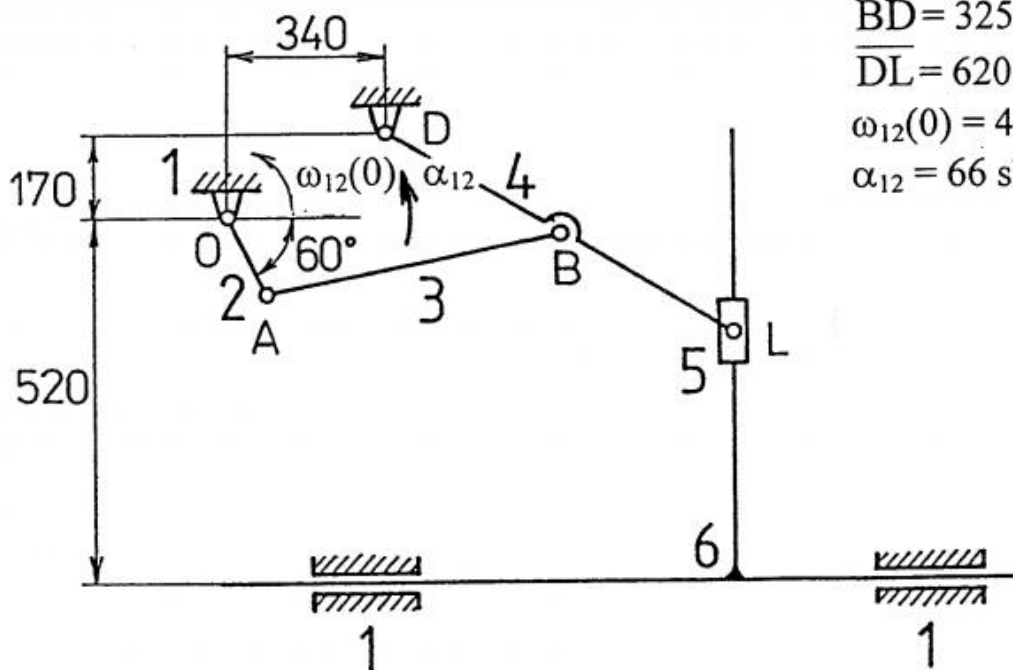
- $\overline{OA} = 700 \text{ mm}$
- $\overline{BE} = 650 \text{ mm}$
- $\overline{AB} = 480 \text{ mm}$
- $\overline{AC} = 150 \text{ mm}$
- $\overline{DE} = 150 \text{ mm}$
- $\overline{AL} = 430 \text{ mm}$
- $\overline{CD} = s_0 + s \sin(\Omega t + \gamma)$
- $s_0 = 369 \text{ mm}$
- $s = 225 \text{ mm}$
- $\Omega = 2 * \pi \text{ s}^{-1}$
- $\gamma = \pi/2 \text{ rad}$
- $t = < 0 ; 1 > \text{ s}$
- $\Delta t = 0,025 \text{ s}$

56



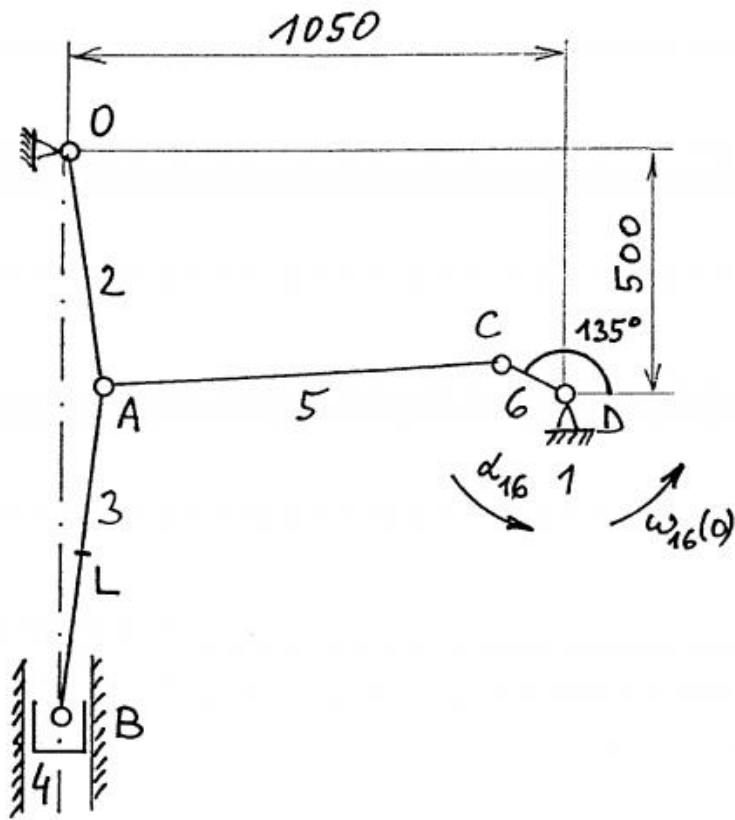
- $\overline{AS} = 200 \text{ mm}$
- $r = 220 \text{ mm}$
- $\rho = 80 \text{ mm}$
- $\overline{BC} = 200 \text{ mm}$
- $\overline{OC} = 700 \text{ mm}$
- $\overline{CD} = 450 \text{ mm}$
- $\overline{DE} = 840 \text{ mm}$
- $\overline{CL} = 400 \text{ mm}$
- $\omega_{16}(0) = 5 \text{ s}^{-1}$
- $\alpha_{16} = 22 \text{ s}^{-2}$

57



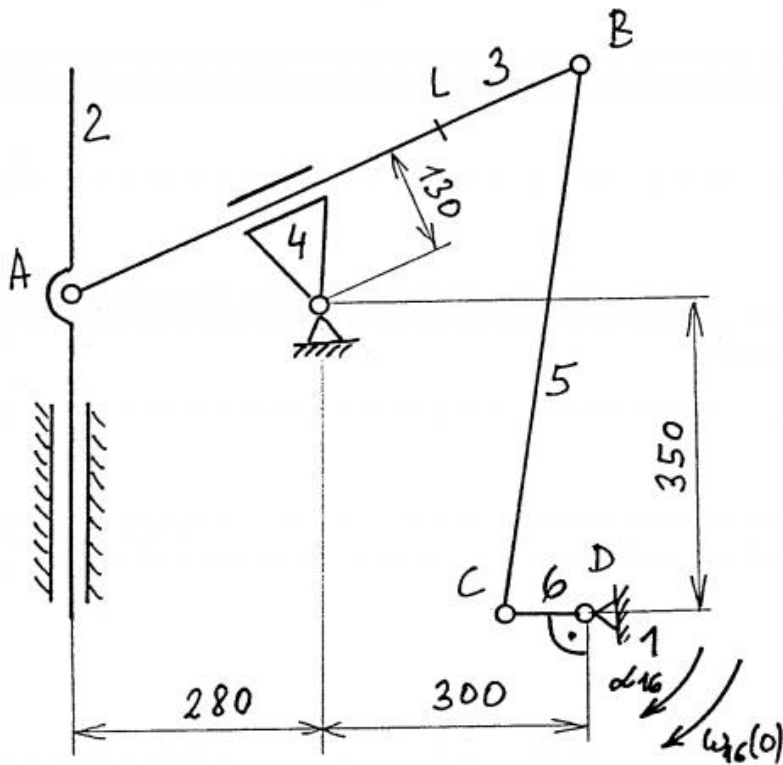
- $\overline{OA} = 100 \text{ mm}$
- $\overline{AB} = 555 \text{ mm}$
- $\overline{BD} = 325 \text{ mm}$
- $\overline{DL} = 620 \text{ mm}$
- $\omega_{12}(0) = 43 \text{ s}^{-1}$
- $\alpha_{12} = 66 \text{ s}^{-2}$

58



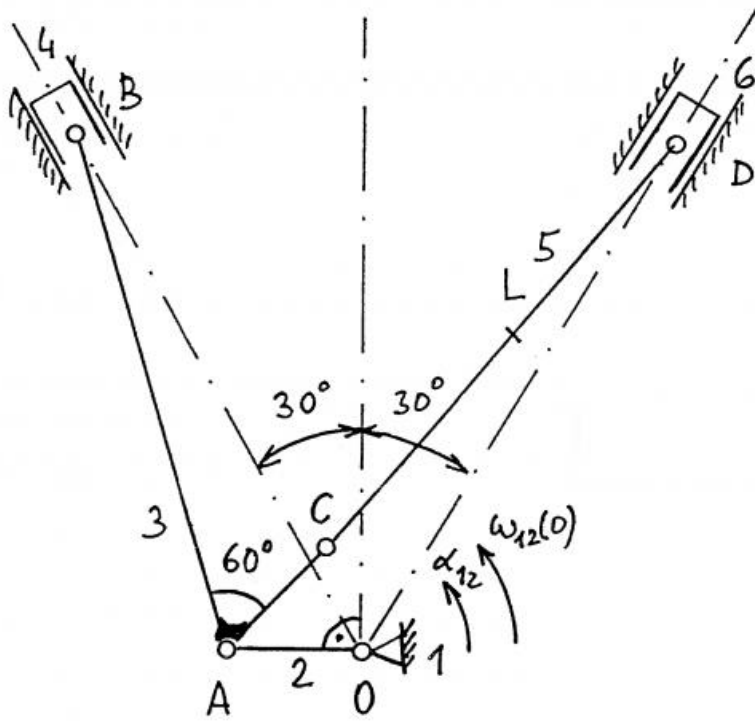
$\overline{OA} = 500 \text{ mm}$
 $\overline{AB} = 700 \text{ mm}$
 $\overline{AC} = 840 \text{ mm}$
 $\overline{CD} = 150 \text{ mm}$
 $\overline{AL} = 400 \text{ mm}$
 $\omega_{16}(0) = 6 \text{ s}^{-1}$
 $\alpha_{16} = 11 \text{ s}^{-2}$

59



$\overline{CD} = 90 \text{ mm}$
 $\overline{BC} = 630 \text{ mm}$
 $\overline{AB} = 630 \text{ mm}$
 $\overline{BL} = 250 \text{ mm}$
 $\omega_{16}(0) = 15 \text{ s}^{-1}$
 $\alpha_{16} = 2 \text{ s}^{-2}$

60



- $\overline{OA} = 100\text{ mm}$
- $\overline{AB} = 400\text{ mm}$
- $\overline{AC} = 100\text{ mm}$
- $\overline{CD} = 400\text{ mm}$
- $\overline{CL} = 150\text{ mm}$
- $\omega_{12}(0) = 160\text{ s}^{-1}$
- $\alpha_{12} = 190\text{ s}^{-2}$