



Bài tập nguyên lý máy có giải chi tiết

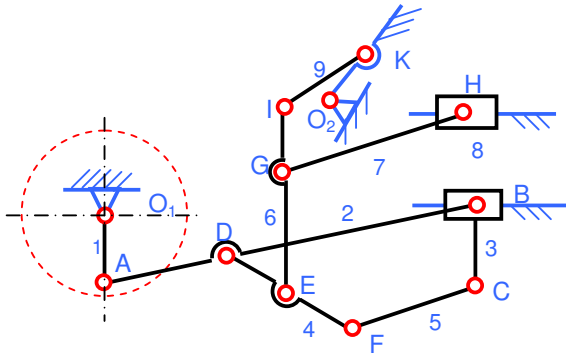
Kinh tế trong quản trị (Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng)



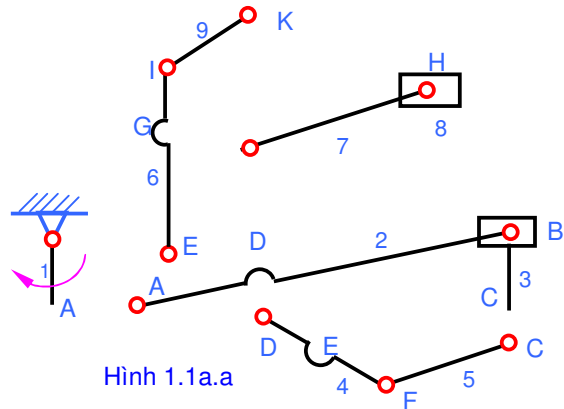
Scan to open on Studeersnel

CHƯƠNG 1: CẤU TRÚC VÀ XẾ LOẠI CƠ CẤU

1) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu phối hợp đầu máy xe lửa trên hình 1.1a và 1.1b.



Hình 1.1a



Hình 1.1a.a

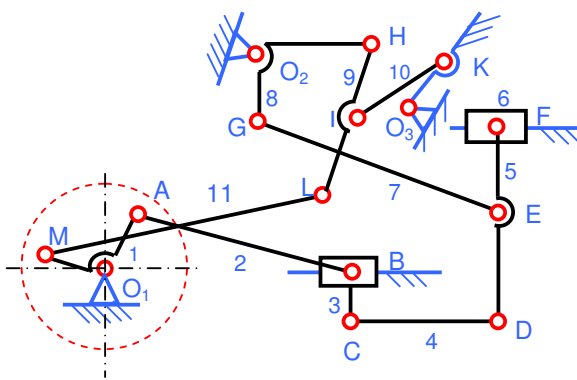
Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

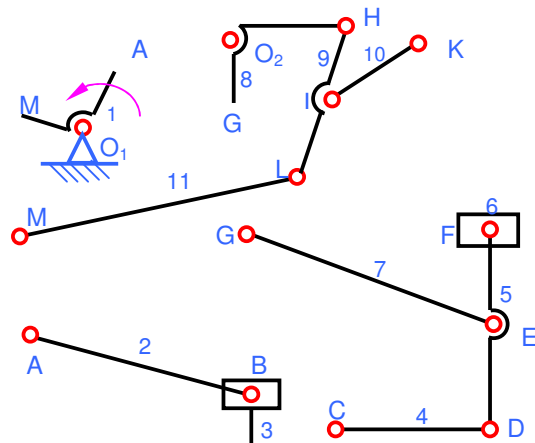
$$= 3 \cdot 9 - (2 \cdot 13 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, nhóm tịnh đỉnh được tách ra bao gồm 4 nhóm loại 2 (6,9; 7,8; 2,3; 4,5) như hình 1.1a.a. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu : $1 = 1 + 0 + 0 + 0 + 0$



Hình 1.1b



Hình 1.1b.b

Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

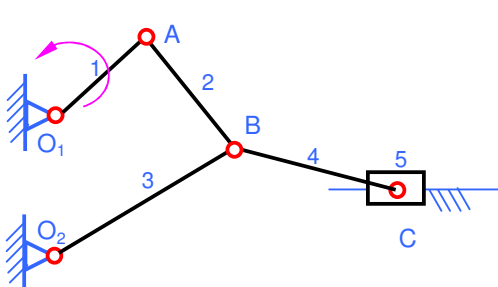
$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 \cdot 11 - (2 \cdot 16 + 0) + 0 - 0 = 1$$

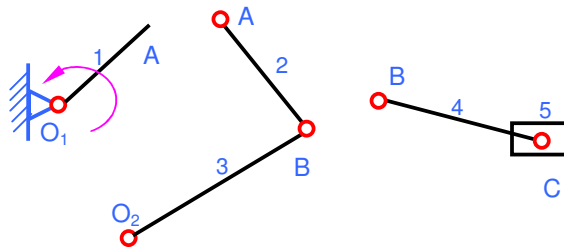
Chọn khâu 1 là khâu dẫn, nhóm tịnh đỉnh được tách ra bao gồm 1 nhóm loại 2 (2,3) và 2 nhóm loại 3 (4,5,6,7; 8,9,10,11) như hình 1.1b.b. Đây là cơ cấu loại 3.

Công thức cấu tạo cơ cấu : $1 = 1 + 0 + 0 + 0 + 0$

2) Tính bậc tự do và cơ cấu máy đập cơ khí (hình 1.2a) và máy ép thủy động (hình 1.2b)



Hình 1.2a



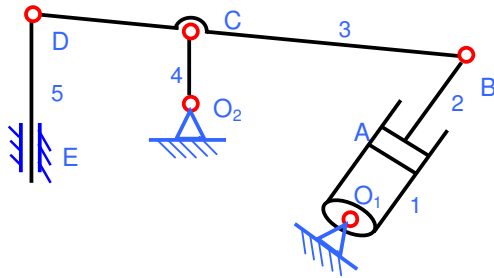
Hình 1.2a.a

Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

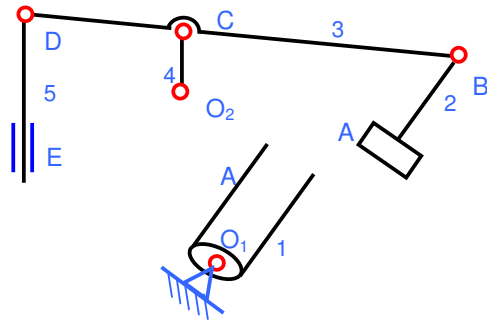
$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ = 3 * 5 - (2 * 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, nhóm tĩnh đỉnh được tách ra bao gồm 2 nhóm loại 2 (2,3; 4,5) như hình 1.2a.a. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu : $1 = 1 + 0 + 0$



Hình 1.2b



Hình 1.2bb

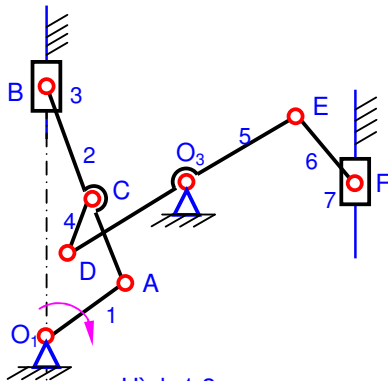
Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ = 3 * 5 - (2 * 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

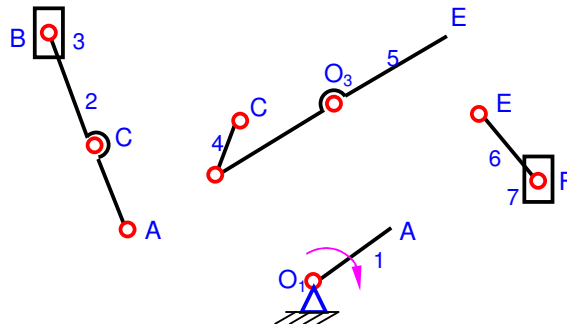
Chọn khâu 1 là khâu dẫn, khi tách nhóm ta chỉ có 1 nhóm tĩnh đỉnh loại 3 (2,3,4,5) như hình 1.1bb. Đây là cơ cấu loại 3.

Công thức cấu tạo cơ cấu : $1 = 1 + 0$

3) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu động cơ diesel (hình 1.3a)



Hình 1.3a



Hình 1.3b

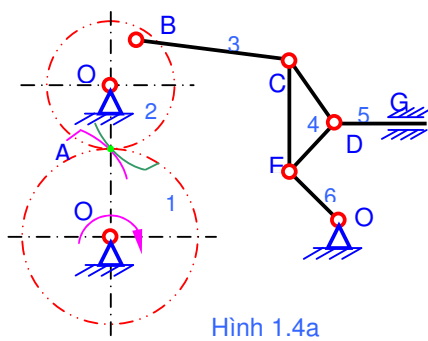
Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ = 3 * 7 - (2 * 10 + 0) + 0 - 0 = 1$$

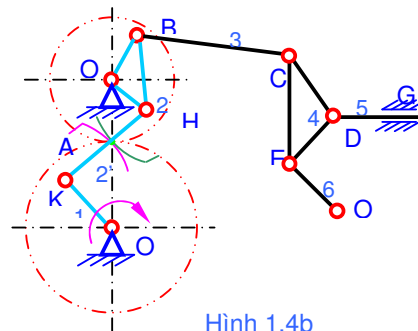
Chọn khâu 1 là khâu dẫn, khi tách nhóm ta chỉ có 3 nhóm tĩnh đỉnh loại 2 (2,3; 4,5; 6,7) như hình 1.3b. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu : $1 = 1 + 0 + 0 + 0$

4) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu bơm oxy (hình 1.4a)



Hình 1.4a



Hình 1.4b

Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 \cdot 6 - (2 \cdot 8 + 1) + 0 - 0 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là hai biên dạng răng đang tiếp xúc với nhau tại A, do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (hình 1.4b).

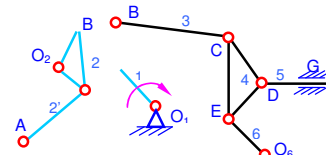
Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 \cdot 7 - (2 \cdot 8 + 0) + 0 - 0 = 1$$

khi tách nhóm ta có 1 nhóm tĩnh định loại 2: (2',2) và nhóm loại 3: (3,4,5,6) như hình 1.4c.

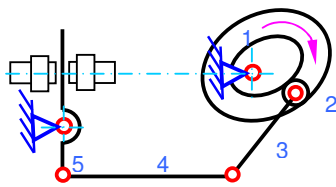
Đây là cơ cấu loại 3.

Công thức cấu tạo cơ cấu : $1 = 1 + 0 + 0$

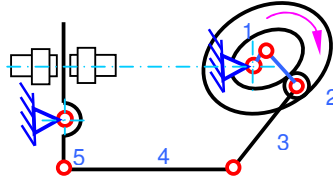


Hình 1.4c

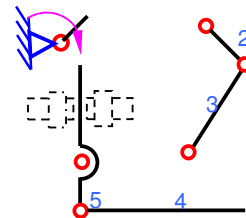
5) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu điều khiển nổi trục (hình 1.5a)



Hình 1.5a



Hình 1.5b



Hình 1.5c

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.5a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 \cdot 5 - (2 \cdot 6 + 1) + 0 - 1 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là khớp cam do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (hình 1.5b).

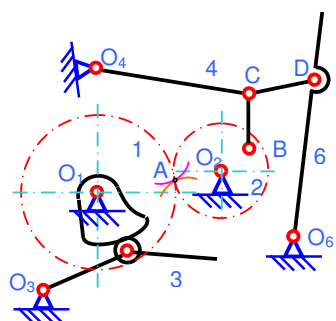
Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 \cdot 5 - (2 \cdot 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

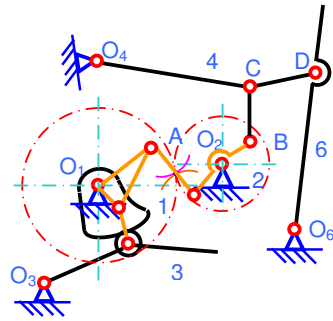
Khi tách nhóm ta có 2 nhóm tĩnh định loại 2: (2,3; 4,5) như hình 1.5c. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu : $1 = 1 + 0 + 0$

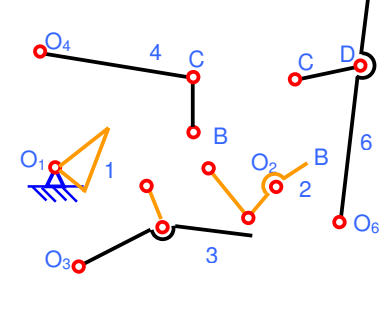
6) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu máy dệt vải dày, đập khổ dờ (hình 1.6a)



Hình 1.6a



Hình 1.6b



Hình 1.6c

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.6a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 \cdot 8 - (2 \cdot 10 + 2) + 0 - 1 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là khớp cam và khớp bánh răng, do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (hình 1.6b).

Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 \cdot 9 - (2 \cdot 13 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Khi tách nhóm ta có 4 nhóm tĩnh định loại 2 như hình 1.6c. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu : $1 = 1 + 0 + 0 + 0 + 0$

7) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu cắt kẻo tự động (hình 1.6a):

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.6a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 \cdot 7 - (2 \cdot 9 + 1) + 0 - 1 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là khớp cam (tiếp xúc giữa cam 1 và con lăn 2, do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (hình 1.6b).

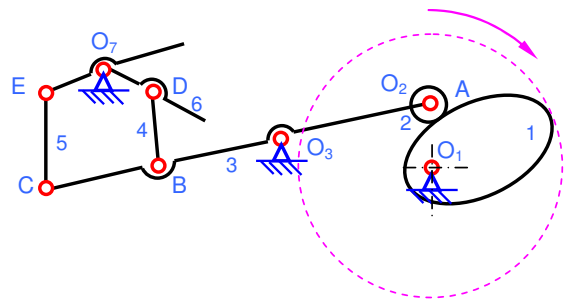
Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 \cdot 7 - (2 \cdot 10 + 0) + 0 - 0 = 1$$

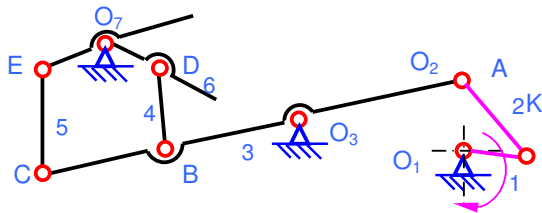
Khi tách nhóm ta có 3 nhóm tĩnh định loại 2 như hình 1.6c. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu:

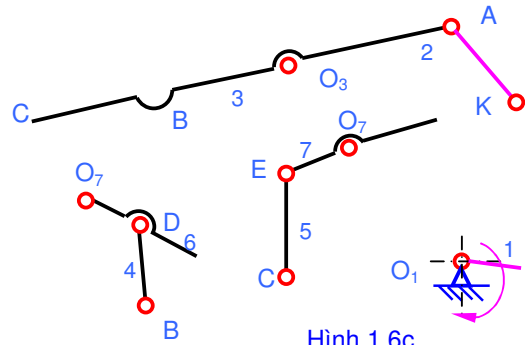
$$1 = 1 + 0 + 0 + 0 + 0$$



Hình 1.6a

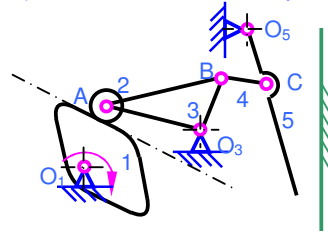


Hình 1.6b

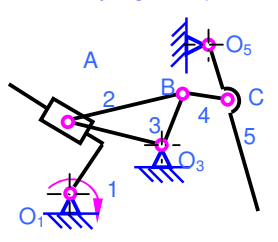


Hình 1.6c

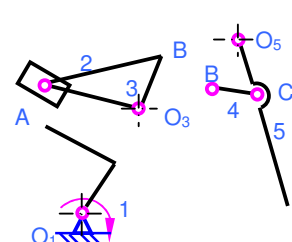
8) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu máy nghiền (hình 1.8a):



Hình 1.8a



Hình 1.8b



Hình 1.8c

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.8a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ = 3 \cdot 5 - (2 \cdot 6 + 1) + 0 - 1 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là khớp cam (tiếp xúc giữa cam 1 và con lăn 2), do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (do biên dạng cam tại vị trí tiếp xúc là phẳng nên thay thế khớp thấp là khớp tịnh tiến)(hình 1.8b).

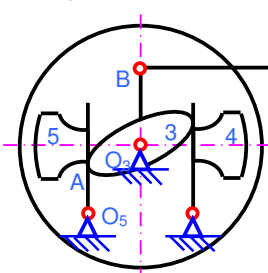
Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 \cdot 5 - (2 \cdot 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

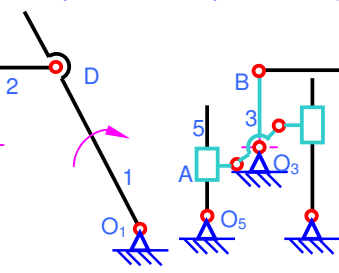
Khi tách nhóm ta có 2 nhóm tĩnh định loại 2 như hình 1.8c. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu: $1 = 1 + 0 + 0$

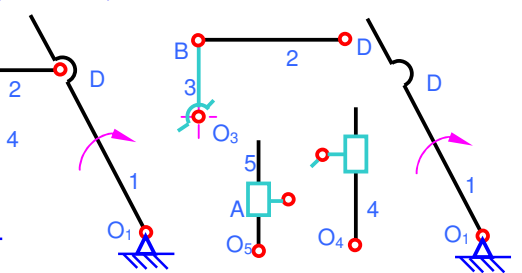
9) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu phanh má (hình 1.9a)



Hình 1.9a



Hình 1.9b



Hình 1.9c

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.9a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ = 3 \cdot 5 - (2 \cdot 6 + 2) + 0 - 0 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là khớp cam (tiếp xúc giữa cam 3 và khâu 4 và 5), do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (do biên dạng cam tại vị trí tiếp xúc là phẳng nên thay thế khớp thấp là khớp tịnh tiến)(hình 1.9b).

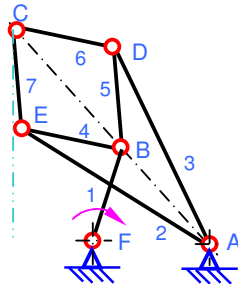
Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 \cdot 7 - (2 \cdot 10 + 0) + 0 - 0 = 1$$

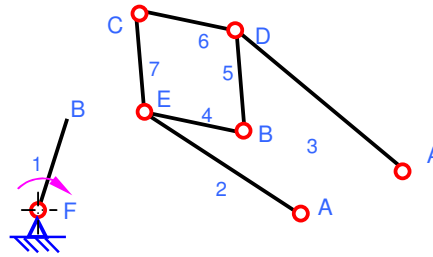
Khi tách nhóm ta có 3 nhóm tĩnh định loại 2 như hình 1.9c. Đây là cơ cấu loại 2.

$$\text{Công thức cấu tạo cơ cấu: } 1 = 1 + 0 + 0 + 0$$

- 10) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu vẽ đường thẳng Lipkin với các chiều dài $AD = AE$, $BD = DC = CE = EB$, $AF = FB$ (hình 1.11a)



Hình 1.10a



Hình 1.10b

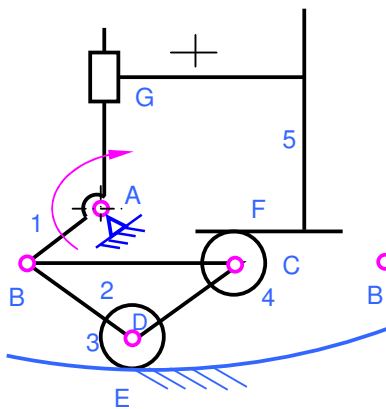
Bậc tự do cơ cấu Hình 1.10a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ = 3 \cdot 7 - (2 \cdot 10 + 0) + 0 - 0 = 1$$

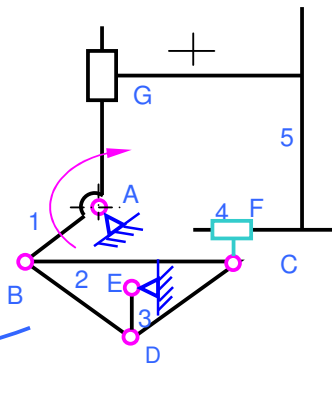
Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có chuỗi động kín BDCE nên khi tách nhóm ta có 1 nhóm tĩnh định loại 4 như hình 1.10b. Đây là cơ cấu loại 4

$$\text{Công thức cấu tạo cơ cấu: } 1 = 1 + 0$$

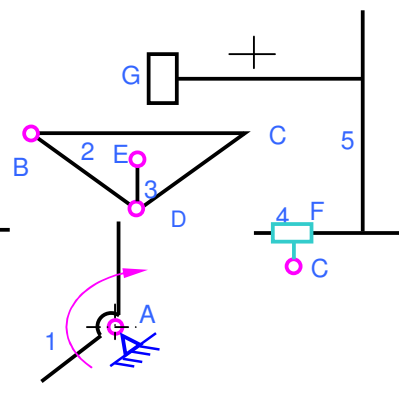
- 11) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu chuyển động theo quỹ đạo cho trước (hình 1.11a)



Hình 1.11a



Hình 1.11b



Hình 1.11c

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.11a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ = 3 \cdot 5 - (2 \cdot 5 + 2) + 0 - 2 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao chỗ tiếp xúc của hai con lăn 3 và 4 với giá và khâu 5 nên ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp như hình 1.11b. Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} = 3 \cdot 5 - (2 \cdot 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Khi tách nhóm ta có 2 nhóm tĩnh định loại 2 như hình 1.11c. Đây là cơ cấu loại 2

$$\text{Công thức cấu tạo cơ cấu: } 1 = 1 + 0 + 0$$

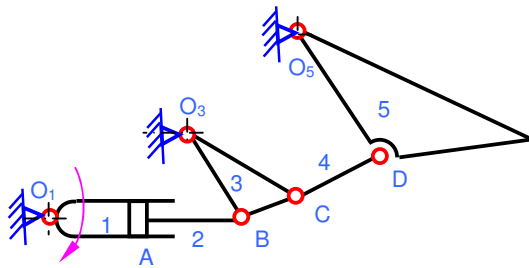
- 12) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu nâng thùng hạt giống (hình 1.12a) và cơ cấu nhấc lưỡi cày của máy nông nghiệp (hình 1.12b)

a) Xét hình 1.12a:

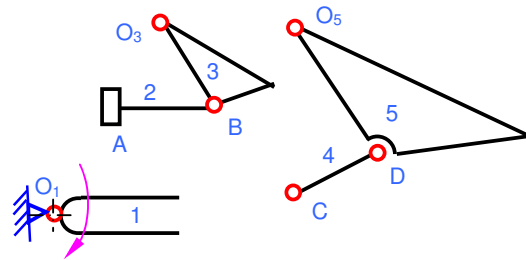
Bậc tự do cơ cấu Hình 1.12a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ = 3 \cdot 5 - (2 \cdot 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, tách nhóm ta có 2 nhóm tĩnh định loại 2 (2,3; 4,5) như hình 1.12aa.
 Đây là cơ cấu loại 2
 Công thức cấu tạo cơ cấu : $1 = 1 + 0 + 0$

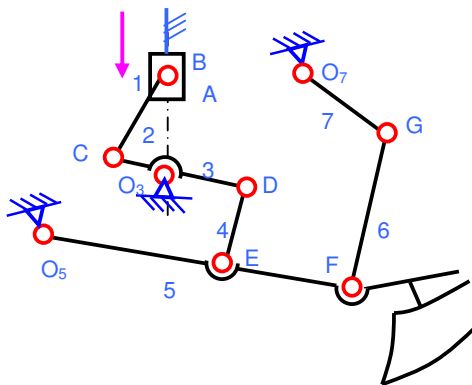


Hình 1.12a

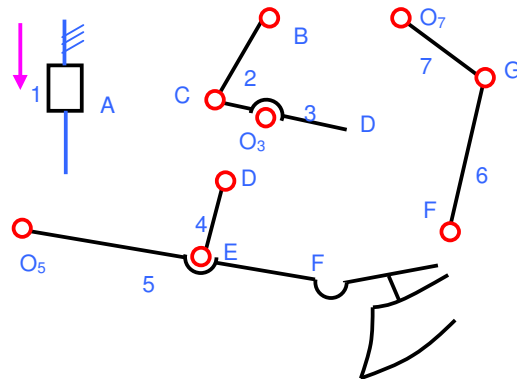


Hình 1.12aa

b) Xét hình 1.12b:



Hình 1.12b

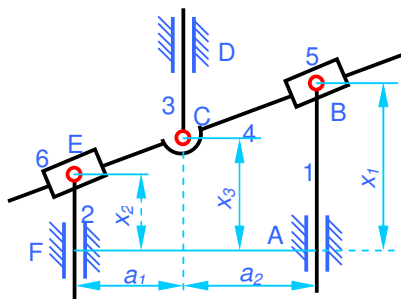


Hình 1.12bb

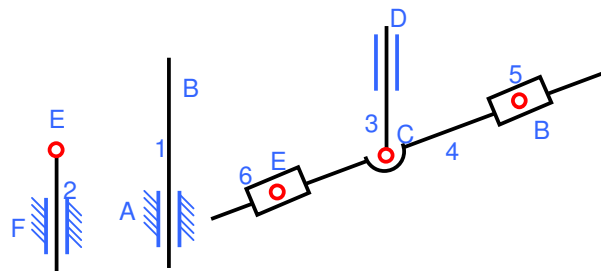
Bậc tự do cơ cấu Hình 1.13b được tính theo công thức:
 $W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$
 $= 3 \cdot 7 - (2 \cdot 10 + 0) + 0 - 0 = 1$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, tách nhóm ta có 3 nhóm tĩnh định loại 2 (2,3; 4,5; 6,7) như hình 1.12bb. Đây là cơ cấu loại 2
 Công thức cấu tạo cơ cấu : $1 = 1 + 0 + 0 + 0$

13) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu trong máy tính : cộng (hình 1.13a) và nhân (hình 1.13b)
 a) Xét hình 1.13a:



Hình 1.13.a



Hình 1.13aa

$$x_3 = \frac{x_1 a_2 + x_2 a_1}{a_1 + a_2}$$

Khi $a_1 = a_2$ thì $x_3 = \frac{x_1 + x_2}{2}$

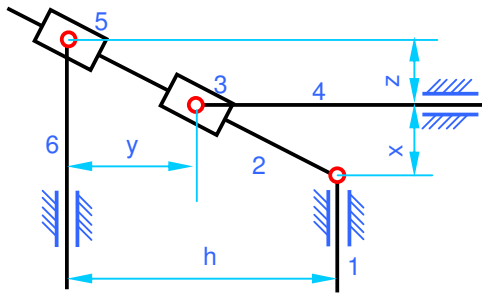
Bậc tự do cơ cấu Hình 1.14a được tính theo công thức:
 $W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$

$$= 3 \cdot 6 - (2 \cdot 8 + 0) + 0 - 0 = 2$$

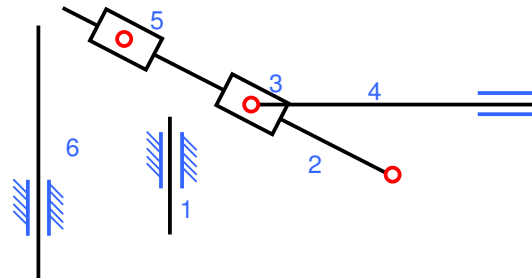
Chứng tỏ cơ cấu có 2 khâu dẫn, Chọn khâu 1 và 2 là khâu dẫn, tách nhóm ta có 1 nhóm tĩnh định loại 3 (3, 4, 5, 6) như hình 1.13aa. Đây là cơ cấu loại 3

Công thức cấu tạo cơ cấu : $2 = 2 + 0$

b) Xét hình 1.14b:



Hình 1.13b



Hình 1.13bb

$$z = \frac{xy}{h-y}$$

hi khâu 2 cố định: $\frac{y}{h-y} = \text{const} = t$, do vậy $z = tx$

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.13b được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

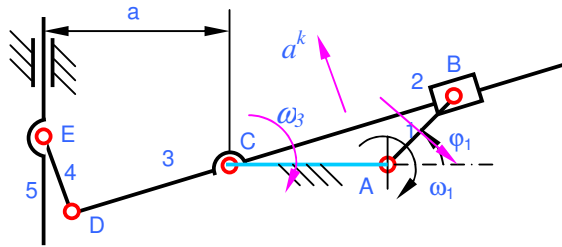
$$= 3 \cdot 6 - (2 \cdot 8 + 0) + 0 - 0 = 2$$

Chứng tỏ cơ cấu có 2 khâu dẫn, Chọn khâu 1 và 6 là khâu dẫn, tách nhóm ta có 1 nhóm tĩnh định loại 3 (2, 3, 4, 5) như hình 1.13bb. Đây là cơ cấu loại 3

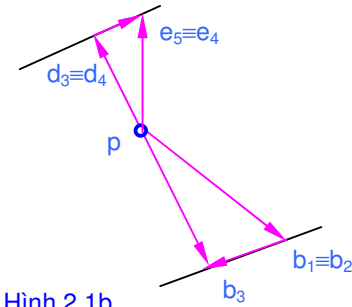
Công thức cấu tạo cơ cấu : $2 = 2 + 0$

CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH ĐỘNG HỌC CƠ CẤU PHẪNG LOẠI 2

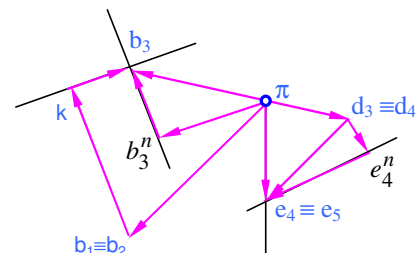
- 1) Xác định vận tốc và gia tốc của dao bào E trong cơ cấu máy bào xọc (hình 2.1a) khi tay quay 1 quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 10s^{-1}$ tại vị trí $\varphi_1 = 45^\circ$. Cho biết kích thước các khâu của cơ cấu: $l_{AB} = l_{ED} = 0,2m$; $l_{AC} = l_{CD} = 0,3m$; $a = 0,35m$.



Hình 2.1a



Hình 2.1b



Hình 2.1c

$B_1 \equiv B_2 \equiv B_3$, khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay, khâu 2 nối với khâu 3 bằng khớp trượt

$$\rightarrow \overrightarrow{V_{B_1}} = \overrightarrow{V_{B_2}} \neq \overrightarrow{V_{B_3}}$$

Giá trị: $V_{B_1} = V_{B_2} = \omega_1 l_{AB} = 10 \cdot 0,2 = 2m/s$, có phương vuông góc với khâu AB, chiều theo chiều vận tốc góc khâu 1.

$$\overrightarrow{V_{B_3}} = \overrightarrow{V_{B_2}} + \overrightarrow{V_{B_3B_2}} \quad (1)$$

Trong phương trình (1), $\overrightarrow{V_{B_3}}$ vuông góc với BC,

$\overrightarrow{V_{B_3B_2}}$ có phương song song với BC.

Chọn tỷ lệ xích để vẽ: $\mu_V = \frac{V_{B_2}}{pb_2} (m/s/mm)$. Hoạ đồ vận tốc được vẽ như ở hình 2.1b.

Đo giá trị véc tơ (pb_3) biểu diễn vận tốc điểm B₃ và nhân với tỷ lệ xích ta thu được giá trị thực vận tốc điểm B₃.

$$\rightarrow \omega_3 = \frac{V_{B_3}}{l_{BC}} = \mu_V \cdot \frac{pb_3}{l_{BC}}$$

Vì $\frac{V_{B_3}}{V_{D_3}} = \frac{l_{BC}}{l_{CD}}$, từ đó suy ra vận tốc của điểm D

$E_4 \equiv E_5$ và khâu 4 nối với khâu 5 bằng khớp quay:

$$\overrightarrow{V_{E_5}} = \overrightarrow{V_{E_4}} = \overrightarrow{V_{D_4}} + \overrightarrow{V_{E_4D_4}} \quad (2)$$

Trong phương trình này: $\overrightarrow{V_{E_4}}$ có phương thẳng đứng. $\overrightarrow{V_{E_4D_4}}$ có phương vuông góc với DE. Hoạ đồ được vẽ như ở hình 2.1b.

Ta đo đoạn pe_5 và nhân với tỷ lệ xích đã chọn sẽ có giá trị vận tốc khâu 5, chiều đi lên.

Tương tự ta cũng xác định được gia tốc:

$a_{B_1} = a_{B_2} = \omega_1^2 l_{AB} = 100 \cdot 0,2 = 20m/s^2$ có chiều hướng từ B đi vào A

$$\overrightarrow{a_{B_3}} = \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{B_3B_2}} + \overrightarrow{a^k}$$

Mặt khác $\overrightarrow{a_{B_3}} = \overrightarrow{a_{B_3C}^n} + \overrightarrow{a_{B_3C}^\tau}$, do vậy

$$\overrightarrow{a_{B_3}} = \overrightarrow{a_{B_3C}^n} + \overrightarrow{a_{B_3C}^\tau} = \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{B_3B_2}} + \overrightarrow{a^k} \quad (3)$$

Trong phương trình (3) :

$$\left| \overrightarrow{a_{B_3C}^n} \right| = \omega_3^2 \cdot l_{AB} ; \text{ đã xác định về giá trị có phương chiều hướng từ B đi vào C.}$$

$$\left| \overrightarrow{a_{B_3C}^t} \right| = \varepsilon_3 \cdot l_{AB} = ? ; \text{ phương vuông góc với BC.}$$

$$\left| \overrightarrow{a^k} \right| = 2\omega_2 \cdot V_{B_3B_2} = 2\omega_3 \cdot \mu_V b_2 b_3 ; \text{ Phương chiều lấy theo chiều } \overrightarrow{V_{B_3B_2}} \text{ quay đi một góc } 90^\circ \text{ theo chiều } \overrightarrow{\omega_3} .$$

$$\left| \overrightarrow{a_{B_3B_2}} \right| = ? , \text{ phương song song với BC.}$$

Phương trình (3) chỉ tồn tại 2 ẩn số, chọn tỷ lệ xích hoạ đồ gia tốc: $\mu_a = \frac{a_{B_2}}{\pi b_2} \quad (m/s^2 / mm)$.

Cách giải được trình bày trên hình 2.1c

Các giá trị được đo trực tiếp trên các véc tơ biểu diễn tương ứng sau đó nhân với tỷ lệ xích đã chọn. Xác định gia tốc góc khâu 3:

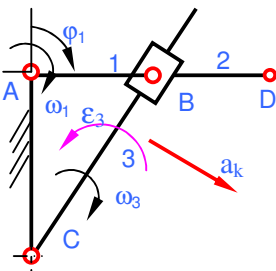
$$\varepsilon_3 = \mu_a \frac{b_3^n b_3}{l_{BC}}$$

Xác định gia tốc điểm D_3 cũng bằng phương pháp đồng dạng

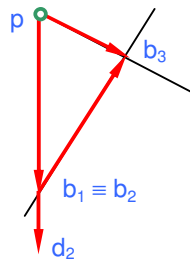
$$\overrightarrow{a_{E_4}} = \overrightarrow{a_{D_4}} + \overrightarrow{a_{E_4D_4}^n} + \overrightarrow{a_{E_4D_4}^t} \quad (4)$$

Cách lý luận cũng tương tự. Cách giải trình bày trên hình 2.1c

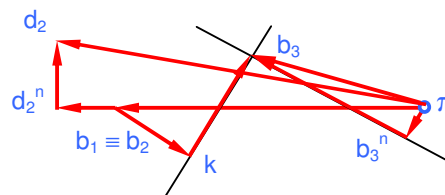
- 2) Tính vận tốc và gia tốc điểm D_2 ($\angle DBC = 120^\circ$) trên con trượt 2 của cơ cấu cu lít tại vị trí $\varphi_1 = 90^\circ$. Tay quay AB quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 20s^{-1}$. Cho biết kích thước các khâu của cơ cấu: $l_{AB} = l_{BD} = 0,5l_{BC} = 0,2m$.



Hình 2.2a



Hình 2.2b



Hình 2.2c

Sự tương quan kích thước đã cho ta thấy rằng tam giác ABC là nửa tam giác đều, ($\angle ABC = 60^\circ$) BD thuộc khâu 2. Để xác định vận tốc điểm D, trước tiên ta phải biết vận tốc điểm B_2 và vận tốc góc khâu 2, sau áp dụng định lý hợp vận tốc sẽ thu được vận tốc điểm D. Khâu 2 trượt trong khâu 3 và quay theo khâu 3 cho nên tốc độ góc khâu 2 cũng chính là tốc độ góc khâu 3.

$B_1 \equiv B_2 \equiv B_3$, khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay, khâu 2 nối với khâu 3 bằng khớp trượt

$$\rightarrow \overrightarrow{V_{B_1}} = \overrightarrow{V_{B_2}} \neq \overrightarrow{V_{B_3}}$$

Giá trị : $V_{B_1} = V_{B_2} = \omega_1 \cdot l_{AB} = 20 \cdot 0,2 = 4m/s$, có phương vuông góc với khâu AB, chiều theo chiều vận tốc góc khâu 1.

$$\overrightarrow{V_{B_3}} = \overrightarrow{V_{B_2}} + \overrightarrow{V_{B_3B_2}} \quad (1)$$

Trong phương trình (1), $\overrightarrow{V_{B_3}}$ vuông góc với BC, $\overrightarrow{V_{B_3B_2}}$ có phương song song với BC

Trong trường hợp đặc biệt này ta không cần chọn tỷ lệ xích. Hoạ đồ vận tốc được vẽ như ở hình 2.2b.

Tam giác pb_2b_3 đồng dạng với tam giác BCA , ta tính được vận tốc điểm b_3 : $V_{B_3} = V_{B_2} / 2 = 2m/s$.

Tốc độ góc khâu 3 và khâu 2: $\omega_2 = \omega_3 = \frac{V_{B_3}}{l_{BC}} = \frac{2}{0,4} = 5 \text{ rad/s}$. Chiều được xác định như hình vẽ

$$\vec{V}_{D_2} = \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{D_2 B_2} \quad (2)$$

Trong phương trình (2) ta đã biết vận tốc điểm B_2 , $|\vec{V}_{D_2 B_2}| = \omega_2 \cdot l_{BD} = 5 \cdot 0,2 = 1 \text{ m/s}$.

Chiều hướng từ trên xuống theo chiều ω_2 và vuông góc với BD. Hoạ đồ được vẽ tiếp như ở hình 2.2b. Giá trị vận tốc điểm D được tính:

$$|\vec{V}_{D_2}| = |\vec{V}_{B_2}| + |\vec{V}_{D_2 B_2}| = 4 + 1 = 5 \text{ m/s}$$

Tương tự ta cũng tính được gia tốc điểm D_2 :

$$\begin{aligned} \vec{a}_{B_1} &= \vec{a}_{B_2} \neq \vec{a}_{B_3} \\ |\vec{a}_{B_1}| &= |\vec{a}_{B_2}| = \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 400 \cdot 0,2 = 80 \text{ m/s}^2 \\ \vec{a}_{B_3} &= \vec{a}_{B_2} + \vec{a}_{B_3 B_2} + \vec{a}_k \\ \vec{a}_{B_3} &= \vec{a}_{B_3 C}^n + \vec{a}_{B_3 C}^\tau \\ \rightarrow \vec{a}_{B_2} + \vec{a}_{B_3 B_2} + \vec{a}_k &= \vec{a}_{B_3 C}^n + \vec{a}_{B_3 C}^\tau \quad (2) \end{aligned}$$

Trong phương trình trên (2) Ta có được:

\vec{a}_{B_2} : Đã xác định; $\vec{a}_{B_3 B_2}$: Giá trị chưa biết, phương song song với BC.

$$|\vec{a}_k| = 2\omega_3 \cdot V_{B_3 B_2} = 2 \cdot 5 \cdot 2\sqrt{3} = 20\sqrt{3} \text{ m/s}^2$$

$$|\vec{a}_{B_3 C}^n| = \omega_3^2 \cdot l_{BC} = 25 \cdot 0,4 = 10 \text{ m/s}^2$$

$$|\vec{a}_{B_3 C}^\tau| = \varepsilon_3 \cdot l_{BC} = ?, \text{ có phương vuông góc với BC.}$$

Phương trình (2) tồn tại 2 ẩn số, Hoạ đồ gia tốc được vẽ như ở hình 2.1c

Gia tốc góc khâu 2 và khâu 3 được tính như sau:

$$\begin{aligned} \varepsilon_2 = \varepsilon_3 &= \frac{a_{B_3 C}^\tau}{l_{BC}} \\ a_{B_3 C}^\tau &= \left(a_{B_2} - \left(\frac{a_{B_3}^n}{\cos 60^\circ} + \frac{a_k}{\sin 60^\circ} \right) \right) \sin 60^\circ + a_{B_3}^n \tan 60^\circ \\ &= (80 - 5 - 40) \frac{\sqrt{3}}{2} + 10\sqrt{3} = 47,63 \text{ m/s}^2 \\ \varepsilon_2 = \varepsilon_3 &= \frac{a_{B_3 C}^\tau}{l_{BC}} = \frac{47,63}{0,4} = 119,075 \text{ rad/s}^2 \end{aligned}$$

$$\vec{a}_{D_2} = \vec{a}_{B_2} + \vec{a}_{D_2 B_2}^n + \vec{a}_{D_2 B_2}^\tau \quad (3)$$

Trong phương trình (3) Ta đã biết:

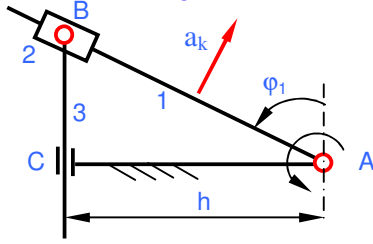
$$\vec{a}_{D_2 B_2}^n = \omega_2^2 \cdot l_{BD} = 25 \cdot 0,2 = 5 \text{ m/s}^2$$

$$|\vec{a}_{D_2 B_2}^\tau| = \varepsilon_2 \cdot l_{BD} = 119,075 \cdot 0,2 = 23,815 \text{ m/s}^2$$

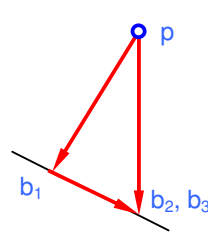
Hoạ đồ gia tốc được vẽ trên hình 2,2c

Giá trị gia tốc điểm D được tính: $a_{D_2} = \sqrt{(80+5)^2 + 28,815^2} = 88,27 m/s^2$

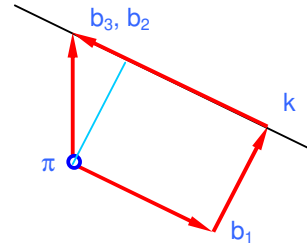
- 3) Tính vận tốc và gia tốc khâu 3 của cơ cấu tính tang một góc, nếu tay quay AB quay đều với vận tốc góc $\omega = 10 s^{-1}$, tại vị trí $\varphi_1 = 60^\circ$. Cho trước $h = 0,05m$ (hình 2.3a).



Hình 2.3a



Hình 2.3b



Hình 2.3c

Vì khâu 3 chuyển động tịnh tiến, cho nên mọi điểm trên khâu 3 đều có vận tốc và gia tốc như nhau. Chúng ta đi xác định vận tốc và gia tốc điểm B_3 .

$B_1 \equiv B_2 \equiv B_3$. Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp tịnh tiến, khâu 2 nối với khâu 3 bằng khớp quay:

$$\vec{V}_{B_1} \neq \vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{B_3}$$

$$V_{B_1} = \omega_1 \cdot l_{AB} = 2 \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,05 \cdot 10 = \frac{\sqrt{3}}{3} = 0,577 m/s$$

$$\vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{B_1} + \vec{V}_{B_2B_1} \quad (1)$$

$\parallel BC \quad \parallel AB$

Phương trình chỉ tồn tại hai ẩn số là giá trị vận tốc điểm B_2 và vận tốc tương đối giữa 2 điểm B_1 và B_2 . Hoạ đồ véc tơ vận tốc được vẽ như hình 2.3b.

Vận tốc điểm B_2 được tính như sau: $V_{B_2} = 2V_{B_1} \frac{\sqrt{3}}{3} = 0,67 m/s$. chiều được xác định như trên

hoạ đồ vận tốc (hình 2.3b).

Tương tự gia tốc ta cũng có: $\vec{a}_{B_1} \neq \vec{a}_{B_2} = \vec{a}_{B_3}$

$$|a_{B_1}| = \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 100 \cdot 2 \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,05 = 10 \frac{\sqrt{3}}{3} m/s^2$$

$$\vec{a}_{B_2} = \vec{a}_{B_1} + \vec{a}_{B_2B_1} + \vec{a}_k$$

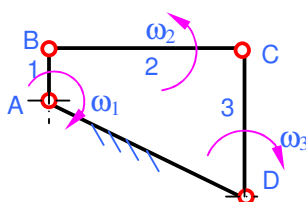
$\parallel BC \quad \parallel AB$

$$\vec{a}_k : \text{có giá trị là } 2 \cdot \omega_1 \cdot V_{B_2B_1} = 2 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{6} = 10 \frac{\sqrt{3}}{3} m/s^2.$$

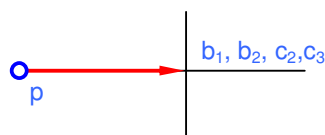
Phương chiều theo chiều của $\vec{V}_{B_2B_1}$ quay đi một góc 90° theo chiều ω_1 . Hoạ đồ gia tốc được vẽ như ở hình 2.3c. Giá trị gia tốc khâu 3 được tính:

$$a_{B_2} = a_{B_3} = 2a_k \frac{\sqrt{3}}{3} = 2 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = 6,7 m/s^2$$

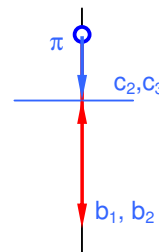
- 4) Tính vận tốc và gia tốc điểm C (hình 2.4a), vận tốc góc và gia tốc góc của các khâu 2 và 3 trong cơ cấu 4 khâu bản lề tại vị trí $\angle ABC = \angle BCD = 90^\circ$, nếu tay quay AB quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 20 s^{-1}$. Cho trước kích thước của các khâu $l_{AB} = l_{BC} = l_{CD} = 0,4m$.



Hình 2.4a



Hình 2.4b



Hình 2.4c

$B_1 \equiv B_2$. Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\begin{aligned}\overrightarrow{V_{B_1}} &= \overrightarrow{V_{B_2}} \\ V_{B_1} &= \omega_1 \cdot l_{AB} = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Tương tự: $C_2 \equiv C_3$ và

$$\begin{aligned}\overrightarrow{V_{C_2}} &= \overrightarrow{V_{C_3}} \\ \overrightarrow{V_{C_2}} &= \overrightarrow{V_{B_2}} + \overrightarrow{V_{C_2 B_2}} \\ \perp CD & \quad \perp BC\end{aligned} \quad (1)$$

Phương trình chỉ tồn tại hai ẩn số là giá trị vận tốc điểm C_2 và vận tốc tương đối giữa 2 điểm C_2 và B_2 . Hoạ đồ véc tơ vận tốc được vẽ như hình 2.3b.

Từ hoạ đồ ta thấy rằng vận tốc điểm C và vận tốc điểm B thuộc khâu 2 là bằng nhau, do vậy khâu 2 chuyển động tịnh tiến tức thời: $\omega_2 = 0$.

Vận tốc góc khâu 3:

$$\omega_3 = \frac{V_{C_3}}{l_{CD}} = \frac{2}{0,4} = 5 \text{ rad/s}$$

Chiều được xác định theo chiều V_{C_3} như hình vẽ.

Xác định gia tốc:

$$\begin{aligned}\overrightarrow{a_{B_1}} &= \overrightarrow{a_{B_2}} \\ |\overrightarrow{a_{B_1}}| &= \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 400 \cdot 0,1 = 40 \text{ m/s}^2 \\ \overrightarrow{a_{C_2}} = \overrightarrow{a_{C_3}} &= \overrightarrow{a_{C_3 D}^n} + \overrightarrow{a_{C_3 D}^\tau} = \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{C_2 B_2}^n} + \overrightarrow{a_{C_2 B_2}^\tau} \quad (2)\end{aligned}$$

Trên phương trình 2:

$\overrightarrow{a_{C_3 D}^n}$: Có giá trị bằng: $\omega_3^2 \cdot l_{CD} = 25 \cdot 0,4 = 10 \text{ m/s}^2$

$\overrightarrow{a_{C_3 D}^\tau}$: Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với CD

$\overrightarrow{a_{C_2 B_2}^n}$: có giá trị bằng 0 vì $\omega_2 = 0$.

$\overrightarrow{a_{C_2 B_2}^\tau}$: Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với BC.

Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của 2 gia tốc tiếp. Cách giải được trình bày trên hình 2.4c.

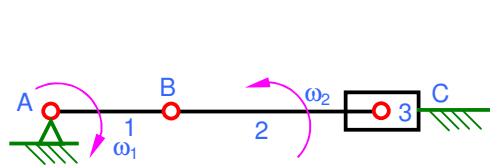
Gia tốc Điểm C bây giờ chỉ tồn tại gia tốc pháp có chiều hướng từ C đi vào D và có giá trị là 10 m/s^2 . Gia tốc tiếp bằng 0.

Gia tốc tiếp trong chuyển động tương đối giữa điểm C_2 đối với điểm B_2 là $\overrightarrow{a_{C_2 B_2}^\tau}$ được biểu

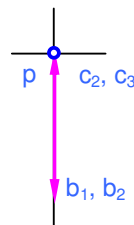
diễn bởi véc tơ $\overrightarrow{b_2 c_2}$ có giá trị là: $40 - 10 = 30 \text{ m/s}^2$.

Gia tốc góc khâu 2 được xác định: $\varepsilon_2 = 30 / 0,4 = 75 \text{ rad/s}^2$. chiều xác định như trên hình vẽ.

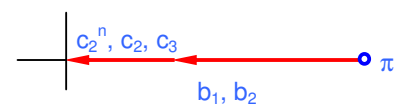
- 5) Tính vận tốc và gia tốc điểm C và vận tốc góc và gia tốc góc của thanh truyền 2 trong cơ cấu tay quay con trượt (hình 1.5a) khi tay quay và thanh truyền thẳng hàng. Biết tay quay AB quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 20 \text{ s}^{-1}$ và kích thước các khâu: $2l_{AB} = l_{BC} = 0,2 \text{ m}$.



Hình 2.5a



Hình 2.5b



Hình 2.5c

$B_1 \equiv B_2$. Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\begin{aligned}\vec{V}_{B_1} &= \vec{V}_{B_2} \\ V_{B_1} &= \omega_1 \cdot l_{AB} = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Tương tự: $C_2 \equiv C_3$ và

$$\begin{aligned}\vec{V}_{C_2} &= \vec{V}_{C_3} \\ \vec{V}_{C_2} &= \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{C_2 B_2} \\ \text{//AC} \quad \quad \quad \perp BC\end{aligned} \quad (1)$$

Phương trình chỉ tồn tại hai ẩn số là giá trị vận tốc điểm C_2 và vận tốc tương đối giữa 2 điểm C_2 và B_2 . Hoạ đồ véc tơ vận tốc được vẽ như hình 2.5b.

Từ hoạ đồ ta thấy rằng vận tốc điểm C bằng 0, vận tốc điểm B và vận tốc tương đối giữa điểm C đối với điểm B là bằng nhau về giá trị và ngược chiều nhau. Vận tốc góc khâu 2 được tính:

$$\omega_2 = \frac{V_{C_2 B_2}}{l_{BC}} = \frac{2}{0,2} = 10 \text{ rad/s}$$

Chiều xác định như hình vẽ (hình 2.5a)

Xác định gia tốc:

$$\begin{aligned}\vec{a}_{B_1} &= \vec{a}_{B_2} \\ |\vec{a}_{B_1}| &= \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 400 \cdot 0,1 = 40 \text{ m/s}^2 \\ \vec{a}_{C_2} &= \vec{a}_{C_3} = \vec{a}_{B_2} + \vec{a}_{C_2 B_2}^n + \vec{a}_{C_2 B_2}^\tau\end{aligned} \quad (2)$$

Trên phương trình 2:

$$\vec{a}_{C_2 B_2}^n : \text{có giá trị bằng: } \omega_2^2 \cdot l_{BC} = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_{C_2 B_2}^\tau : \text{Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với BC.}$$

$$\vec{a}_{C_2} : \text{có phương song song với AC, giá trị chưa biết.}$$

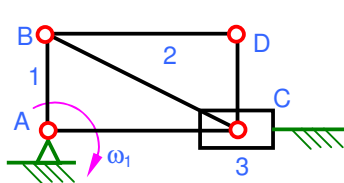
Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của gia tốc tiếp tương đối và gia tốc tuyệt đối điểm C. Cách giải được trình bày trên hình 2.5c.

Gia tốc Điểm C có chiều như hình vẽ và có giá trị bằng $40 + 20 = 60 \text{ m/s}^2$.

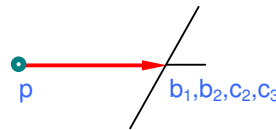
Gia tốc tiếp trong chuyển động tương đối giữa điểm C_2 đối với điểm B_2 là $\vec{a}_{C_2 B_2}^\tau$ được biểu

diễn bởi véc tơ $\vec{c}_2^n c_2$ có giá trị là 0, do vậy gia tốc góc khâu 2 bằng 0

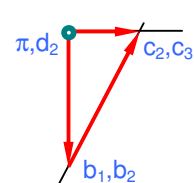
- 6) Tính vận tốc và gia tốc điểm D trên khâu 2 của cơ cấu tay quay con trượt (hình 2.6a) tại vị trí các góc $\angle CAB = \angle CDB = 90^\circ$. Biết tay quay AB quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 20 \text{ s}^{-1}$ và kích thước các khâu $l_{AB} = l_{CD} = 0,5 \text{ m}$, $l_{BC} = 0,1 \text{ m}$.



Hình 2.6a



Hình 2.6b



Hình 2.6c

$B_1 \equiv B_2$. Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\vec{V}_{B_1} = \vec{V}_{B_2} \quad \text{và} \quad V_{B_1} = \omega_1 \cdot l_{AB} = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ m/s}$$

Tương tự: $C_2 \equiv C_3$ và

$$\begin{aligned}\vec{V}_{C_2} &= \vec{V}_{C_3} \\ \vec{V}_{C_2} &= \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{C_2 B_2} \\ \text{//AC} \quad \quad \quad \perp BC\end{aligned} \quad (1)$$

Phương trình chỉ tồn tại hai ẩn số là giá trị vận tốc điểm C_2 và vận tốc tương đối giữa 2 điểm C_2 và B_2 . Hoạ đồ véc tơ vận tốc được vẽ như hình 2.6b.

Từ hoạ đồ ta nhận thấy rằng vận tốc tại điểm B và điểm C thuộc khâu 2 đều bằng nhau, khâu 2 chuyển động tịnh tiến tức thời, mọi điểm trên khâu 2 đều có vận tốc như nhau với giá trị bằng 2m/s , $\omega_2 = 0$.

$$\vec{V}_{B_1} = \vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{C_2} = \vec{V}_{C_3} = \vec{V}_{D_2}$$

Xác định gia tốc:

$$\vec{a}_{B_1} = \vec{a}_{B_2}$$

$$|\vec{a}_{B_1}| = \omega_1^2 l_{AB} = 400.0,1 = 40\text{m/s}^2$$

Chiều hướng từ B đi vào A

$$\vec{a}_{C_2} = \vec{a}_{C_3} = \vec{a}_{B_2} + \vec{a}_{C_2B_2}^n + \vec{a}_{C_2B_2}^\tau \quad (2)$$

Trên phương trình 2:

$$\vec{a}_{C_2B_2}^n : \text{có giá trị bằng: } \omega_2^2 l_{BC} = 0$$

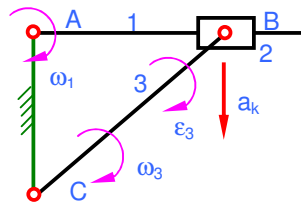
$$\vec{a}_{C_2B_2}^\tau : \text{Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với BC.}$$

$$\vec{a}_{C_2} : \text{có phương song song với AC, giá trị chưa biết.}$$

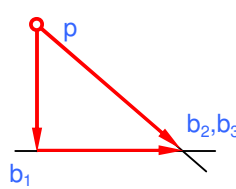
Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của gia tốc tiếp tương đối và gia tốc tuyệt đối điểm C. Cách giải được trình bày trên hình 2.6c.

Áp dụng định lý đồng dạng thuận: *Hình nối các mút véc tơ biểu diễn gia tốc tuyệt đối thì đồng dạng thuận với hình nối các điểm tương ứng trên cùng một khâu.* Ta tìm được điểm d_2 tương ứng với điểm D_2 trên khâu 2, đó chính là cực hoạ đồ gia tốc. Gia tốc điểm D bằng 0.

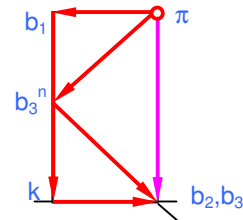
- 7) Tính vận tốc góc và gia tốc góc của các khâu trong cơ cấu culít (hình 2.7) ở vị trí góc $\angle BAC = 90^\circ$, nếu tay quay AB quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 10\text{rad/s}$ và kích thước các khâu là $l_{AB} = l_{AC} = 0,2\text{m}$.



Hình 2.7a



Hình 2.7b



Hình 2.7c

$B_1 \equiv B_2 \equiv B_3$. Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp tịnh tiến, khâu 2 nối với khâu 3 bằng khớp quay:

$$\vec{V}_{B_1} \neq \vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{B_3} \quad \text{và} \quad V_{B_1} = \omega_1 l_{AB} = 10.0,2 = 2\text{m/s}$$

$$\vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{B_1} + \vec{V}_{B_2B_1} \quad (1)$$

$$\perp BC \quad // AB$$

Phương trình (2) tồn tại 2 ẩn số. Cách giải được trình bày trên hoạ đồ vận tốc (hình 2.7b).

Vận tốc điểm B_2 và B_3 được xác định theo hoạ đồ:

$$V_{B_2} = V_{B_1} \sqrt{2} = 2\sqrt{2}\text{m/s}$$

$$\omega_3 = \frac{V_{B_3}}{l_{BC}} = \frac{2\sqrt{2}}{0,2\sqrt{2}} = 10\text{s}^{-1}$$

Như vậy: $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = 10\text{rad/s}$, chiều xác định như hình vẽ.

Tương tự gia tốc ta cũng có: $\vec{a}_{B_1} \neq \vec{a}_{B_2} = \vec{a}_{B_3}$

$$|\vec{a}_{B_1}| = \omega_1^2 l_{AB} = 100.0,2 = 20\text{m/s}^2 \quad \text{có chiều hướng từ B đi vào A.}$$

$$\vec{a}_{B_2} = \vec{a}_{B_1} + \vec{a}_{B_2B_1} + \vec{a}_k = \vec{a}_{B_3C} + \vec{a}_{B_3C}^\tau \quad (2)$$

Trong phương trình trên (2) Ta có được:

\vec{a}_{B_1} : Đã xác định; $\vec{a}_{B_2B_1}$: Giá trị chưa biết, phương song song với BC.

$|\vec{a}_k| = 2\omega_1.V_{B_2B_1} = 2.10.2 = 40m/s^2$, chiều lấy theo chiều $V_{B_2B_1}$ quay đi một góc 90° theo chiều ω_1 (hình 2.7a).

$$|\vec{a}_{B_3C}^n| = \omega_3^2.l_{BC} = 10.0,2\sqrt{2} = 20\sqrt{2}m/s^2$$

$$|\vec{a}_{B_3C}^\tau| = \varepsilon_3.l_{BC} = ? , \text{ có phương vuông góc với BC.}$$

Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số. Cách giải được trình bày trên hình 2.7c.

Từ hình vẽ ta tính được gia tốc tiếp của điểm B_3 , biểu diễn bởi $\vec{b}_3^n b_3$:

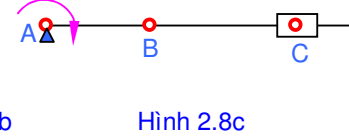
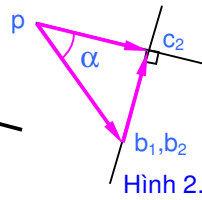
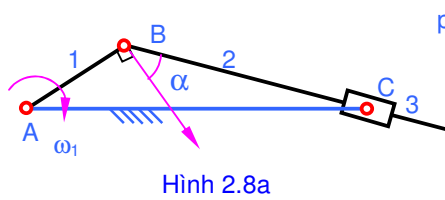
$$a_{B_3C}^\tau = 20\sqrt{2}m/s^2$$

$$\text{Gia tốc góc khâu 3: } \varepsilon_3 = \frac{20\sqrt{2}}{0,2\sqrt{2}} = 100rad/s^2$$

Do khâu 1 quay đều và tốc độ góc khâu 2 luôn bằng khâu 3 cho nên: $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0$.

8) Tìm vận tốc góc lớn nhất của culits 2 (hình 2.8a) qua vận tốc góc ω_1 của tay quay 1 cho trước ứng với ba trường hợp:

- a) $l_{AB} = 0,075m$; $l_{AC} = 0,3m$
- b) $l_{AB} = 0,075m$; $l_{AC} = 0,225m$
- c) $l_{AB} = 0,075m$; $l_{AC} = 0,150m$



$B_1 \equiv B_2$. Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\vec{V}_{B_1} = \vec{V}_{B_2} \quad \text{và} \quad V_{B_1} = \omega_1.l_{AB}$$

Chọn B_2 làm cực ta viết được phương trình véc tơ tính vận tốc điểm C_2 .

$$\vec{V}_{C_2} = \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{C_2B_2} \quad (1)$$

//BC ⊥BC

Phương trình trên chỉ tồn tại 2 ẩn số giá trị. Hoạ đồ vận tốc được vẽ như ở hình 2.8b.

Gọi α là góc hợp bởi phương vận tốc điểm B với phương của khâu BC. Tốc độ góc của khâu 2 được tính:

$$\omega_2 = \frac{V_{C_2B_2}}{l_{BC}} = V_{B_2} \frac{\sin \alpha}{l_{BC}} \quad (2)$$

Trong đẳng thức (2), muốn vận tốc góc khâu 2 đạt cực đại thì $\sin \alpha = 1$ và l_{BC} bé nhất.

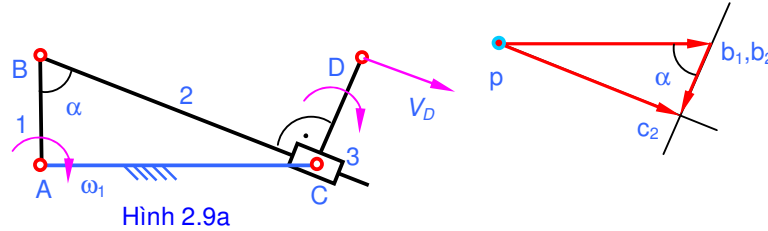
Khi đó $\alpha = 90^\circ$ và A, B, C thẳng hàng (hình 2.8c)

$$\text{a) } \omega_{2\max} = \frac{\omega_1.l_{AB}}{l_{AC} - l_{AB}} = \omega_1 \frac{0,075}{0,3 - 0,075} = \frac{\omega_1}{3}$$

$$\text{b) } \omega_{2\max} = \frac{\omega_1.l_{AB}}{l_{AC} - l_{AB}} = \omega_1 \frac{0,075}{0,225 - 0,075} = \frac{\omega_1}{2}$$

$$\text{c) } \omega_{2\max} = \frac{\omega_1.l_{AB}}{l_{AC} - l_{AB}} = \omega_1 \frac{0,075}{0,150 - 0,075} = \omega_1$$

- 9) Tính vận tốc điểm D trên khâu 3 của cơ cấu xy lanh quay (hình 2.9a và 2.9b) tại vị trí các góc $\angle BAC = \angle BCD = 90^\circ$, nếu tay quay AB quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 20 \text{ rad/s}$ và kích thước các khâu là $l_{AB} = l_{CD} = 0,1 \text{ m}$, $l_{AC} = 0,173 \text{ m}$.
- a) Xét hình 2.9a:



Hình 2.9a

Ta thấy rằng điểm D thuộc khâu 3, khâu 3 đang quay quanh C. Khâu 3 quay theo khâu 2 do đó tốc độ góc khâu 2 và khâu 3 là như nhau. Để tính được vận tốc điểm D chúng ta chỉ cần xác định được vận tốc góc khâu 3 thì vấn đề coi như được giải quyết xong.

$B_1 \equiv B_2$. Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\vec{V}_{B_1} = \vec{V}_{B_2} \quad \text{và} \quad V_{B_1} = \omega_1 \cdot l_{AB} = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ m/s}$$

Chọn B_2 làm cực ta viết được phương trình véc tơ tính vận tốc điểm C_2 .

$$\vec{V}_{C_2} = \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{C_2 B_2} \quad (1)$$

$\parallel BC$ $\perp BC$

Phương trình trên chỉ tồn tại 2 ẩn số giá trị. Hoạ đồ vận tốc được vẽ như ở hình 2.9a1.

Gọi α là góc hợp bởi phương AB với phương của khâu BC. Tốc độ góc của khâu 2 được tính:

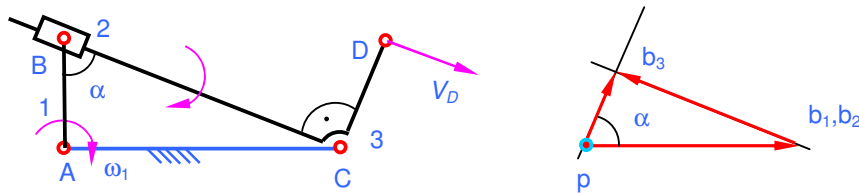
$$\omega_2 = \frac{V_{C_2 B_2}}{l_{BC}} = V_{B_2} \frac{\cos \alpha}{l_{BC}} = 2 \frac{0,1}{0,1^2 + 0,173^2} = 6,2 \text{ rad/s}$$

Vận tốc điểm D được tính như sau:

$$V_{D_3} = \omega_3 \cdot l_{CD} = 6,2 \cdot 0,1 = 0,62 \text{ m/s}$$

Chiều được xác định theo chiều ω_3 như hình 2.9a.

b) Xét hình 2.9b:



Hình 2.9b

Hình 2.9b1

Tương tự ta cũng tính được vận tốc góc khâu 3 thông qua phương trình véc tơ:

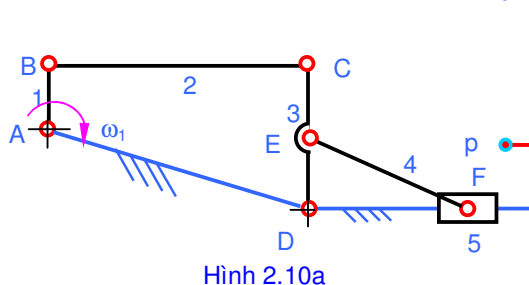
$$\vec{V}_{B_3} = \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{B_3 B_2} \quad (2)$$

$\perp BC$ $\parallel BC$

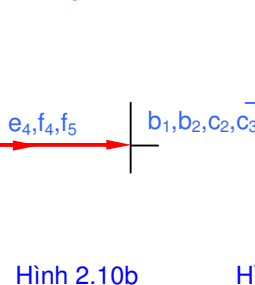
Hoạ đồ vận tốc cũng giống như trường hợp trên (hình 2.9b1)

Giá trị vận tốc điểm D và phương chiều cùng kết quả như trên.

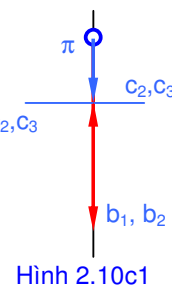
- 10) Tính vận tốc và gia tốc của điểm F trên cơ cấu sàng tải lắc (hình 2.10a) nếu tay quay AB quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 20 \text{ rad/s}$ tại vị trí AB và CE thẳng đứng. BC nằm ngang. Cho trước kích thước các khâu: $l_{AB} = l_{CE} = l_{DE} = l_{BC}/3 = 0,5 \text{ m}$, $l_{DF} = 0,1 \text{ m}$.



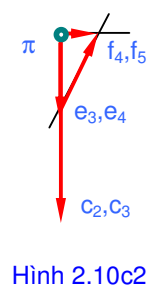
Hình 2.10a



Hình 2.10b



Hình 2.10c1



Hình 2.10c2

Đây là một tổ hợp gồm 2 cơ cấu hợp thành: Cơ cấu 4 khâu bản lề ABCD (tương tự bài số 4) và cơ cấu tay quay con trượt DEF (tương tự bài số 6)

$B_1 \equiv B_2$. Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\vec{V}_{B_1} = \vec{V}_{B_2} \quad \text{và} \quad V_{B_1} = \omega_1 \cdot l_{AB} = 20.0,1 = 2 \text{ m/s}$$

Tương tự như những bài đã giải, vị trí các khâu của cơ cấu ở vị trí đặc biệt. Khâu 2 chuyển động tịnh tiến tức thời:

→ $\omega_2 = 0$, Vận tốc điểm B và C của khâu 2 là bằng nhau

$$\vec{V}_{B_2} = \vec{V}_{C_2} = \vec{V}_{C_3}$$

Tương tự trên khâu 4, vận tốc điểm E và điểm F cũng bằng nhau:

$$\vec{V}_{E_3} = \vec{V}_{E_4} = \vec{V}_{F_4} = \vec{V}_{F_5} = \frac{\vec{V}_{C_3}}{2}$$

Khâu 4 tịnh tiến tức thời → $\omega_4 = 0$. $V_F = 1 \text{ m/s}$

Vận tốc góc khâu 3:

$$\omega_3 = \frac{V_{C_3}}{l_{CD}} = \frac{2}{0,2} = 10 \text{ rad/s}$$

Xác định gia tốc:

$$\vec{a}_{B_1} = \vec{a}_{B_2}$$

$$|\vec{a}_{B_1}| = \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 400.0,1 = 40 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_{C_2} = \vec{a}_{C_3} = \vec{a}_{C_3D}^n + \vec{a}_{C_3D}^\tau = \vec{a}_{B_2} + \vec{a}_{C_2B_2}^n + \vec{a}_{C_2B_2}^\tau \quad (2)$$

Trên phương trình 2:

$$\vec{a}_{C_3D}^n : \text{Có giá trị bằng: } \omega_3^2 \cdot l_{CD} = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_{C_3D}^\tau : \text{Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với CD}$$

$$\vec{a}_{C_2B_2}^n : \text{có giá trị bằng 0 vì } \omega_2 = 0.$$

$$\vec{a}_{C_2B_2}^\tau : \text{Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với BC.}$$

Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của 2 gia tốc tiếp. Cách giải được trình bày trên hình 2.10c1.

Gia tốc Điểm C bây giờ chỉ tồn tại gia tốc pháp có chiều hướng từ C đi vào D và có giá trị là 20 m/s^2 . Gia tốc tiếp bằng 0.

Gia tốc điểm E₃ bằng nửa gia tốc điểm C.

Xác định gia tốc điểm F

$$\vec{a}_{F_4} = \vec{a}_{F_5} = \vec{a}_{E_4} + \vec{a}_{F_4E_4}^n + \vec{a}_{F_4E_4}^\tau \quad (2)$$

Trên phương trình 2:

$$\vec{a}_{F_4E_4}^n : \text{có giá trị bằng: } \omega_4^2 \cdot l_{EF} = 0$$

$$\vec{a}_{F_4E_4}^\tau : \text{Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với EF.}$$

$$\vec{a}_{F_4} : \text{có phương song song với DF, giá trị chưa biết.}$$

Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của gia tốc tiếp tương đối và gia tốc tuyệt đối điểm C. Cách giải được trình bày trên hình 2.10c2 (Kế tiếp của hình 2.10c1)

Do sự tương quan đồng dạng cơ cấu ta có hệ thức:

$$\frac{a_{F_4}}{DE} = \frac{a_{E_4}}{DF} \rightarrow a_{F_4} = \frac{a_{E_4} \cdot DE}{DF} = \frac{10.0,1}{0,2} = 5 \text{ m/s}^2$$

CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH LỰC HỌC TRÊN CƠ CẤU PHẪNG LOẠI 2

- 1) Một con trượt chuyển động nhanh dần với gia tốc $a = 10\text{m/s}^2$. Không kể tới ma sát trên mặt trượt, tính công suất ngoại lực P đẩy vật chuyển động khi vật có vận tốc 5m/s . Biết khối lượng của con trượt là $m = 2\text{kg}$ (hình 3.1).

Áp dụng nguyên lý D'Alembert, thu được:

$$\vec{P} + \vec{P}_{qt} = 0$$

$$P_{qt} = m \cdot a = 2 \cdot 10 = 20\text{N}.$$

$$\rightarrow P = 10\text{N}$$

Công suất ngoại lực P đẩy vật chuyển động với vận tốc 5m/s :

$$\vec{P} \cdot \vec{V} = P \cdot V \cos(\vec{P}, \vec{V}) = 20 \cdot 5 = 100\text{W}$$



Hình 3.1

- 2) Hãy tính mômen của lực quán tính của bánh đà trong thời gian mở máy: Biết lúc bắt đầu mở máy vận tốc góc bằng 0 và sau 3 giây vận tốc tăng tỷ lệ với thời gian thì máy chuyển động bình ổn, với vận tốc góc trung bình $\omega = 21\text{s}^{-1}$; mômen quán tính của bánh đà là $J = 2\text{kg.m}^2$, trọng tâm của bánh đà ở ngay trên trục quay (hình 3.2)

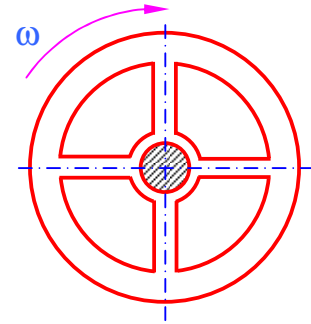
Phương trình chuyển động của bánh đà:

$$\omega = \varepsilon t$$

$$\rightarrow \varepsilon = \frac{\omega}{t} = \frac{21}{3} = 7\text{rad/s}^2$$

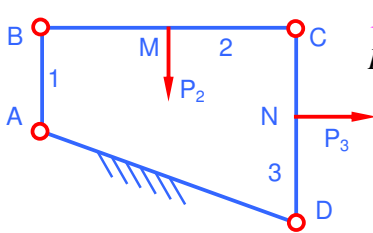
Mômen của lực quán tính được tính:

$$M = J \cdot \varepsilon = 2 \cdot 7 = 14\text{Nm}$$

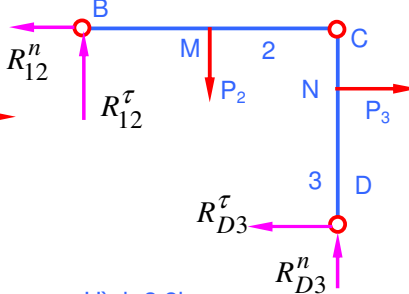


Hình 3.2

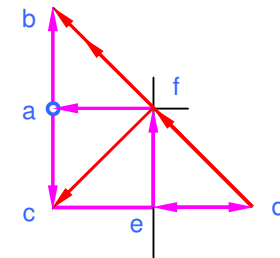
- 3) Tính những áp lực khớp động và lực cân bằng (đặt tại điểm giữa khâu AB theo phương vuông góc với khâu này), cho trước $l_{AB} = 0,1\text{m}$, $l_{BC} = l_{CD} = 0,2\text{m}$. Lực cân $P_2 = P_3 = 1000\text{N}$ tác động tại trung điểm các khâu. Lực cân P_2 hướng thẳng đứng xuống dưới, lực P_3 hướng nằm ngang sang phải như hình 3.3a. AB, CD thẳng đứng, BC nằm ngang



Hình 3.3a



Hình 3.3b



Hình 3.3c

Tách nhóm tĩnh định BCD và đặt lực vào các khớp chờ (hình 3.3b):

R_{12} và R_{D3} . Viết phương trình cân bằng lực cho toàn nhóm:

$$\vec{R}_{12} + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \vec{R}_{D3} = 0 \quad (1)$$

phương trình (1) tồn tại 4 ẩn số: Giá trị và phương chiều của 2 lực:

R_{12} và R_{D3} . Chia các áp lực này ra thành 2 thành phần (hình 3.3b)

$$\vec{R}_{12} = \vec{R}_{12}^n + \vec{R}_{12}^tau \quad \text{và} \quad \vec{R}_{D3} = \vec{R}_{D3}^n + \vec{R}_{D3}^tau$$

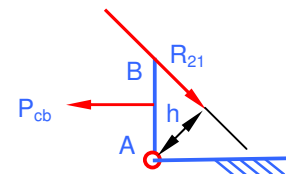
Lấy tổng mômen của các lực đối với điểm C thuộc khâu 2 và thuộc khâu 3:

$$\Sigma M_{(C_2)}(R_i) = R_{12}^tau \cdot l_{BC} - P_2 \cdot l_{MC} = 0$$

$$\rightarrow R_{12}^tau = 0,5P_2 = 500\text{N} > 0$$

\rightarrow Chiều R_{12}^tau đã chọn ban đầu là đúng.

$$\Sigma M_{(C_3)}(R_i) = R_{D3}^tau \cdot l_{CD} - P_3 \cdot l_{NC} = 0$$



Hình 3.3d

$$\rightarrow R_{D3}^{\tau} = 0,5P_3 = 500N > 0$$

→ Chiều R_{D3}^{τ} đã chọn ban đầu là đúng.

Viết lại phương trình cân bằng lực (1):

$$\overrightarrow{R_{12}^{\tau}} + \overrightarrow{P_2} + \overrightarrow{P_3} + \overrightarrow{R_{D3}^{\tau}} + \overrightarrow{R_{D3}^n} + \overrightarrow{R_{12}^n} = 0 \quad (2)$$

Phương trình (2) chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của R_{12}^n và R_{D3}^n . Cách giải được trình bày trên hình 3.3c.

Véc tơ \overrightarrow{df} biểu thị áp lực $\overrightarrow{R_{D3}}$ có giá trị là $500\sqrt{2}$ (N), có chiều như hình vẽ 3.3c

Véc tơ \overrightarrow{fb} biểu thị áp lực $\overrightarrow{R_{D3}}$ có giá trị là $500\sqrt{2}$ (N), có chiều như hình vẽ 3.3c

Viết phương trình cân bằng lực riêng cho khâu 2 để tính áp lực tại khớp C: $\overrightarrow{R_{23}} = -\overrightarrow{R_{32}}$

$$\overrightarrow{R_{12}} + \overrightarrow{P_2} + \overrightarrow{R_{32}} = 0 \quad (3)$$

Phương trình này chỉ tồn tại 2 ẩn số là giá trị và phương chiều của R_{32} . cách giải được vẽ ở hình 3.3c.

Véc tơ \overrightarrow{fc} biểu thị áp lực tại khớp C $\overrightarrow{R_{32}}$ có giá trị là $500\sqrt{2}$ (N), chiều như hình vẽ 3.3c.

Bây giờ ta đi tính lực cân bằng đặt tại điểm giữa khâu AB:

Phương trình cân bằng lực của khâu 1:

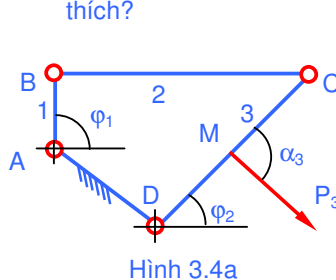
$$\overrightarrow{P_{cb}} + \overrightarrow{R_{21}} + \overrightarrow{R_{A1}} = 0 \quad (4)$$

Phương trình này tồn tại 3 ẩn số, để làm giảm bớt ẩn số, ta đi tìm giá trị P_{cb} :

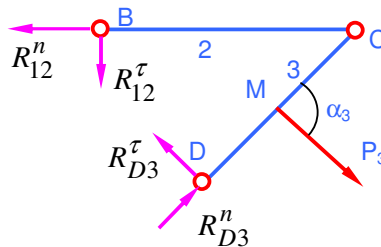
$$\Sigma M_{(A)}(R_i) = P_{cb} \cdot \frac{l_{AB}}{2} - R_{21} \cdot h = 0 \rightarrow P_{cb} = 2R_{21} \cdot \frac{h}{l_{AB}} = 2 \cdot 500\sqrt{2} \cdot \frac{0,1\sqrt{2}}{2 \cdot 0,1} = 500N$$

Phương trình 4 được giải ở hình 3.3d, và phương chiều của R_{A1} được biểu diễn như hình vẽ, giá trị được tính bằng 500N

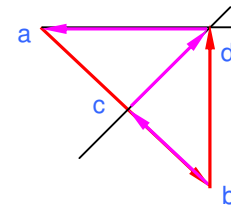
- 4) Tính những áp lực khớp động và moomen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cấu 4 khâu bản lề phẳng; cho trước $l_{AB} = l_{BC} / 4 = l_{CD} / 4 = 0,1m$; khâu BC nằm ngang; các góc $\varphi_1 = 90^\circ$, $\varphi_2 = 45^\circ$ và lực cản $P_3 = 1000N$ tác động tại trung điểm khâu 3 với $\alpha_3 = 90^\circ$ (hình 3.4a). Xét xem việc tính những áp lực khớp động ấy có phụ thuộc và vận tốc góc khâu dẫn không? Giải thích?



Hình 3.4a



Hình 3.4b



Hình 3.4c

Tách nhóm tĩnh định và đặt các áp lực tại khớp chờ.

Phương trình cân bằng lực được viết cho toàn nhóm:

$$\overrightarrow{R_{12}} + \overrightarrow{P_3} + \overrightarrow{R_{D3}} = 0 \quad (1)$$

Chia áp lực tại khớp chờ ra làm 2 thành phần như hình vẽ (hình 3.4b):

$$\Sigma M_{(C_2)}(R_i) = R_{12}^{\tau} \cdot l_{BC} = 0 \rightarrow R_{12}^{\tau} = 0$$

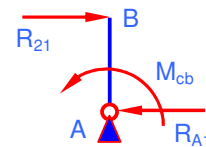
$$\Sigma M_{(C_3)}(R_i) = R_{D3}^{\tau} \cdot l_{CD} - P_3 \cdot l_{MC} = 0 \rightarrow R_{D3}^{\tau} = 0,5P_3 = 500N > 0$$

Chiều R_{D3}^{τ} đã chọn ban đầu là đúng

Phương trình cân bằng lực (1) được viết lại như sau:

$$\overrightarrow{P_3} + \overrightarrow{R_{D3}^{\tau}} + \overrightarrow{R_{D3}^n} + \overrightarrow{R_{12}^n} = 0 \quad (2)$$

Phương trình (2) chỉ tồn tại 2 ẩn số, hoạ đồ lực được vẽ như ở hình 3.4c.



Hình 3.4d

$R_{D3} = 500\sqrt{2}N$, chiều được xác định như hình vẽ

$R_{12} = 500\sqrt{2}N$, chiều cũng được xác định như hình vẽ.

Tính áp lực tại khớp trong C:

Xét sự cân bằng của khâu 2: $\vec{R}_{32} = -\vec{R}_{12}$, giá trị: $R_{32} = 500\sqrt{2}N$

Tính mômen cân bằng đặt trên khâu dẫn 1:

Chọn chiều M_{cb} như hình 3.4d.

$M_{cb} = R_{21} \cdot l_{AB} = 500\sqrt{2} \cdot 0,1 = 50\sqrt{2} \text{ Nm}$

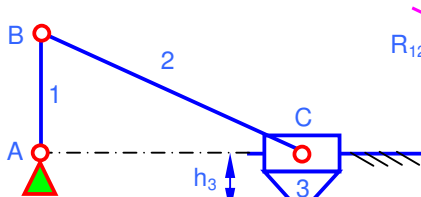
Áp lực tại khớp A: $\vec{R}_{A1} = -\vec{R}_{21}$, giá trị bằng $500\sqrt{2} \text{ N}$

Ta lập bảng so sánh:

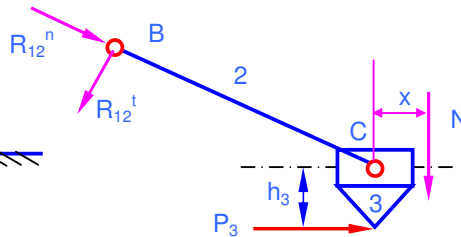
TT	Véc tơ biểu diễn	Véc tơ thật	Giá trị	Ghi chú
1	\vec{ab}	\vec{P}_3	1000N	
2	\vec{bc}	\vec{R}_{D3}^{τ}	500N	
3	\vec{cd}	\vec{R}_{D3}^n	500N	
4	\vec{da}	$\vec{R}_{12}^n = \vec{R}_{12}$	$500\sqrt{2}N$	
5	\vec{bd}	\vec{R}_{D3}	$500\sqrt{2}N$	
6	\vec{ad}	\vec{R}_{32}	$500\sqrt{2}N$	

Các giá trị trên khi tính không phụ thuộc vào vận tốc góc của khâu dẫn, bởi vì chúng ta không đi xác định lực quán tính

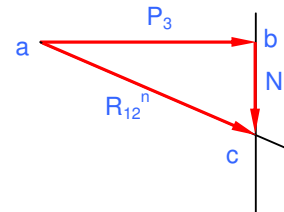
- 5) Tính những áp lực khớp động và mômen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cấu tay quay con trượt (hình 3.5a), cho trước $l_{AB} = l_{BC} / 2 = 0,1m$, AB thẳng đứng, AC nằm ngang. Lực cản $P_3 = 1000N$ nằm ngang cách rãnh trượt một đoạn $h_3 = 0,058m$. Sau đó nghiệm lại Kết quả M_{cb} bằng phương pháp công suất.



Hình 3.5a



Hình 3.5b



Hình 3.5c

Tách nhóm tĩnh định ra khỏi cơ cấu và đặt áp lực vào các khớp chờ (hình 3.5b):

Phương trình cân bằng lực được viết:

$$\vec{R}_{12} + \vec{N} + \vec{P}_3 = 0 \quad (1)$$

Phương trình (1) có 3 ẩn số, ta cần phải giảm bớt các ẩn số.

Chia áp lực ở khớp chờ B ra làm 2 thành phần (hình 3.5b):

$$\sum M_{(C_2)}(R_i) = R_{12}^{\tau} \cdot l_{BC} = 0 \rightarrow R_{12}^{\tau} = 0 \rightarrow \vec{R}_{12} = \vec{R}_{12}^n$$

$$\text{Phương trình (1) được viết lại: } \vec{P}_3 + \vec{N} + \vec{R}_{12}^n = 0 \quad (2)$$

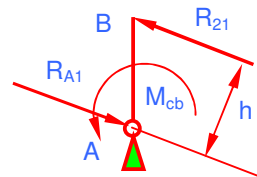
Hoạ đồ lực được vẽ như ở hình 3.5c.

Do tam giác ABC là nửa tam giác đều nên tam giác abc trên hình 3.5c cũng là nửa tam giác đều:

$$R_{12} = 2000 \frac{\sqrt{3}}{3} N, \quad N = 1000 \frac{\sqrt{3}}{3} N$$

Chiều của các lực đã chọn ban đầu là phù hợp.

Để tìm điểm đặt của áp lực N ta viết phương trình cân bằng mômen của các lực đối với điểm C_3 :



Hình 3.5d

$$P_3 \cdot h_3 - N \cdot x = 0 \rightarrow x = \frac{P_3 \cdot h_3}{N} = \frac{1000 \cdot 0,058}{1000} \sqrt{3} = 0,1m$$

Áp lực N đặt cách tâm C một khoảng 0,1m.

Để tính áp lực tại khớp trong C ta viết phương trình cân bằng lực riêng cho khâu 2:

$$\vec{R}_{12} + \vec{R}_{32} = 0 \rightarrow \vec{R}_{12} = -\vec{R}_{32} \rightarrow |\vec{R}_{12}| = |\vec{R}_{32}| = 2000 \frac{\sqrt{3}}{3} N$$

Tính mômen cân bằng đặt tại khâu dẫn:

Phương trình cân bằng lực tại khâu dẫn (hình 3.5d):

$$\vec{R}_{21} + \vec{R}_{A1} = 0 \rightarrow \vec{R}_{21} = -\vec{R}_{A1} \rightarrow |\vec{R}_{21}| = |\vec{R}_{A1}| = 2000 \frac{\sqrt{3}}{3} N$$

Mômen cân bằng có chiều được chọn như hình vẽ 3.5d:

$$M_{cb} = R_{21} \cdot h = 2000 \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,1 \sqrt{3} = 100 Nm$$

Chiều M_{cb} đã chọn là đúng.

Bây giờ chúng ta nghiệm lại kết quả trên bằng phương pháp công suất. Giả sử khâu AB quay với vận tốc góc ω_1 và chọn chiều M_{cb} như hình vẽ 3.5e.

$$\vec{M}_{cb} \cdot \vec{\omega}_1 + \vec{P}_3 \cdot \vec{V}_3 = 0 \quad (3)$$

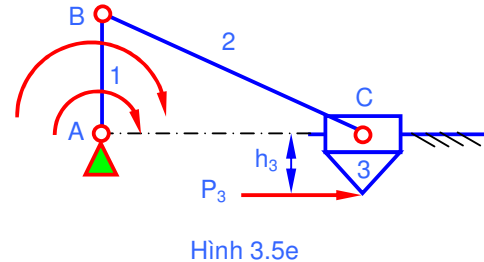
Ở chương 2 phần phân tích động học ta đã biết:

$$\vec{V}_{B1} = \vec{V}_{B2} = \vec{V}_{C2} = \vec{V}_{C3} = \vec{V}_3$$

Chiều của M_{cb} và ω_1 là cùng chiều, chiều của V_3 và P_3 là ngược nhau, do vậy từ phương trình (3) ta suy ra:

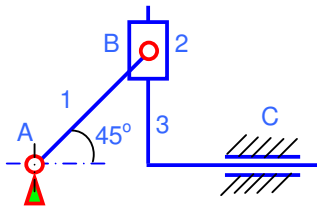
$$M_{cb} \cdot \omega_1 - P_3 \cdot V_3 = 0 \rightarrow M_{cb} = P_3 \cdot V_3 / \omega_1 = P_3 \cdot \omega_1 \cdot l_{AB} / \omega_1 = P_3 \cdot l_{AB} = 1000 \cdot 0,1 = 100 Nm.$$

Chiều M_{cb} và giá trị đã chọn là hoàn toàn đúng, phù hợp với phương pháp phân tích áp lực.

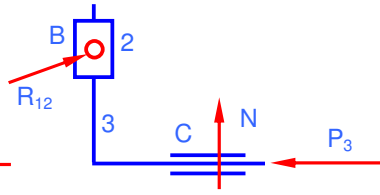


Hình 3.5e

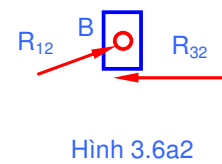
- 6) Tính những áp lực khớp động và mômen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cấu tính sin (hình 3.6a). Cho trước $l_{AB} = 0,1m$, $\varphi_1 = 45^\circ$, lực cản $P_3 = 1000N$. Sau đó giải bài toán khi rãnh trượt chỉ tiếp xúc ở 2 điểm C', C'' với khoảng cách C'C'' = 0,2m (hình 3.6b).



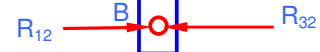
Hình 3.6a



Hình 3.6a1



Hình 3.6a2



Tách nhóm tĩnh định (hình 3.6a1)

Hình 3.6a3

Khớp trong là khớp tịnh tiến, do vậy viết phương trình cân bằng riêng cho từng khâu. Tách riêng khâu 2 (hình 3.6a2)

$$\vec{R}_{12} + \vec{N} = 0 \rightarrow \vec{R}_{12} = -\vec{N} \rightarrow 2 \text{ lực này song song và ngược chiều nhau.}$$

Lấy tổng mô men của các lực trên khâu 2 đối với điểm B₂ (có giá trị bằng 0) dẫn đến 2 lực \vec{R}_{12} , \vec{N} trực đối và đặt tại B (hình 3.6a3)

Xét riêng khâu 3:

$$\vec{R}_{23} + \vec{N} + \vec{P}_3 = 0$$

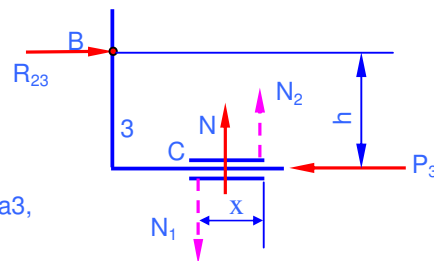
Chiếu phương trình này lên phương P_3 và N:

$$\rightarrow \vec{N} = 0 \text{ và } \vec{R}_{23} = -\vec{P}_3$$

Do vậy ta thấy rằng chiều các lực đã chọn trên hình 3.6a3, 3.6a4 là hợp lý và các lực có giá trị

$$R_{12} = R_{32} = R_{23} = P_3 = 2000N, N = 0$$

Do $\vec{R}_{23} = -\vec{P}_3$ và cách nhau một đoạn tạo nên một ngẫu:



Hình 3.6a4

$$R_{23} \cdot h = P_3 \cdot h = M$$

Chính vì thế, áp lực tại khớp C phải phân bố để tạo thành một ngẫu chống lại ngẫu lực M nói trên để khâu 3 ở trạng thái tĩnh định:

$$\vec{N}_1 + \vec{N}_2 = \vec{N} = 0; \quad \vec{N}_1 = -\vec{N}_2 \quad \text{và} \quad N_1 \cdot x = N_2 \cdot x = M$$

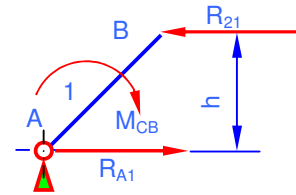
Xác định mômen cân bằng:

Xét khâu dẫn 1 (hình 3.6a5)

$$\text{Phương trình cân bằng lực: } \vec{R}_{21} + \vec{R}_{A1} = 0$$

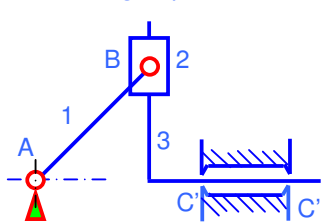
$$\rightarrow \vec{R}_{21} = -\vec{R}_{A1} = 0, \text{ có giá trị là } 1000\text{N}$$

$$M_{cb} = R_{21} \cdot h = 1000 \cdot 0,1\sqrt{2}/2 = 50\sqrt{2} \text{ Nm}$$

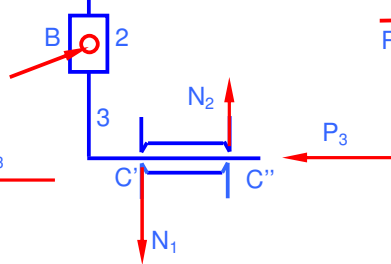


Hình 3.6a5

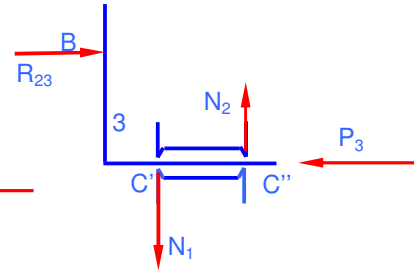
Ở trường hợp thứ hai, xét hình 3.6b



Hình 3.6b



Hình 3.6b2



Hình 3.6b3

Tác nhóm tĩnh định ra khỏi cơ cấu (hình 3.6b). Xét riêng khâu 3 (hình 3.6b3)

Phương trình cân bằng lực riêng cho khâu 3:

$$\vec{R}_{23} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{P}_3 = 0$$

$$\text{Do 2 lực } N_1 \text{ và } N_2 \text{ cùng phương, cho nên ta có: } \vec{N}_1 + \vec{N}_2 = \vec{N}$$

$$\text{Phương trình trên được viết lại: } \vec{R}_{23} + \vec{N} + \vec{P}_3 = 0.$$

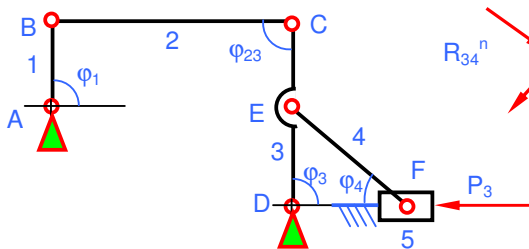
Lúc này cách giải tương tự như phần trên và lấy kết quả đã tính, do $N = 0$ cho nên: $\vec{N}_1 = -\vec{N}_2$.

Như vậy: $N_1 \cdot x = N_2 \cdot x = M$

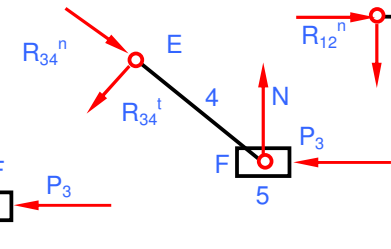
Hay:

$$N_1 = N_2 = M / x = R_{23} \cdot h / l_{C'C''} = 1000 \cdot 0,1\sqrt{2} / 2 \cdot 0,2 = 250\sqrt{2} \text{ N}$$

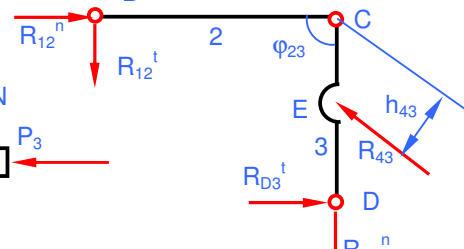
- 7) Tính những áp lực khớp động A, B, C, D và mômen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cấu máy sàng (hình 3.7a). Cho trước: $l_{AB} = l_{BC}/2 = l_{CD}/2 = l_{DE} = 0,1\text{m}$; $\varphi = \varphi_{23} = \varphi_3 = 90^\circ$; $\varphi_4 = 45^\circ$. lực cản $P_3 = 1000\text{N}$.



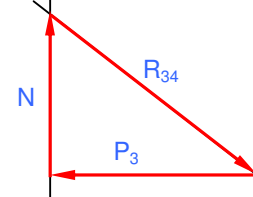
Hình 3.7a



Hình 3.7b



Hình 3.7c



Hình 3.7d

Tính cho nhóm tĩnh định ở xa khâu dẫn trước (nhóm 4,5).

Phương trình cân bằng lực cho nhóm (4,5) (hình 3.7b):

$$\vec{R}_{34} + \vec{N} + \vec{P}_3 = 0 \quad (1)$$

Phương trình này tồn tại 3 ẩn số, cần phải khử bớt ẩn số:

$$\vec{R}_{34} = \vec{R}_{34}^n + \vec{R}_{34}^t$$

$$\sum M_{(F_4)}(R_i) = R_{34}^t \cdot l_{EF} = 0 \rightarrow R_{34}^t = 0, \rightarrow \vec{R}_{34} = \vec{R}_{34}^n$$

Phương trình (1) bây giờ chỉ còn lại 2 ẩn số là giá trị của áp lực tại E và áp lực N. Hoạ đồ lực được vẽ như hình 3.7d.

Từ hoạ đồ lực ta xác định được giá trị:

$$N = P_3 = 1000\text{N}; R_{34} = R_D = 1000\sqrt{2} \text{ N.}$$

Hệ lực phẳng cân bằng, 3 lực đồng quy tại một điểm:

Áp lực N, R_{34} , P_3 đồng quy tại F. Phương chiều đã chọn ban đầu là hoàn toàn đúng.

Xét tiếp nhóm tĩnh định kế khâu dẫn (2,3)

Phương trình cân bằng lực:

$$\vec{R}_{43} + \vec{R}_{D3} + \vec{R}_{12} = 0 \quad (2)$$

Phương trình này tồn tại 4 ẩn số. Chia áp lực ở khớp chờ B và D ra làm 2 thành phần như hình 3.7c:

$$\sum M_{(C_2)}(R_i) = R_{12}^t \cdot l_{BC} = 0, \Rightarrow R_{12}^t = 0, \Rightarrow R_{12} = R_{12}^n$$

$$\sum M_{(C_3)}(R_i) = R_{D3}^t \cdot l_{CD} - R_{43} \cdot h_{43} = 0$$

$$R_{D3}^t = 1000\sqrt{2} \cdot 0,1\sqrt{2} / 2,0,2 = 500\text{N} \Rightarrow \text{Chiều chọn ban đầu là đúng.}$$

Phương trình cân bằng lực (2) được viết lại:

$$\vec{R}_{43} + \vec{R}_{D3}^t + \vec{R}_{D3}^n + \vec{R}_{12} = 0 \quad (3)$$

Phương trình này chỉ có 2 ẩn số, cách giải được trình bày trên hình 3.7e

Áp lực $R_{12} = R_B = 500\text{N}$ được biểu diễn bởi véc tơ \vec{da} .

Xét sự cân bằng khâu 2:

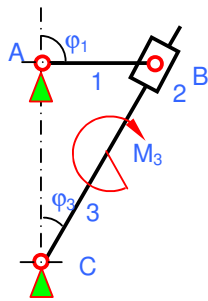
$$\vec{R}_{12} + \vec{R}_{32} = 0; \Rightarrow R_{12} = R_{32} = 500\text{N.}$$

Xét sự cân bằng lực của khâu dẫn: $\vec{R}_{21} + \vec{R}_{A1} = 0, \Rightarrow R_{21} = R_{A1} = 500\text{N}$

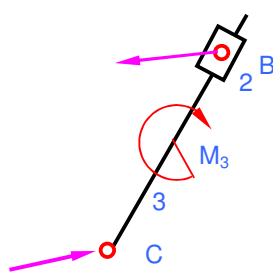
$$M_{cb} = R_{21} \cdot 0,1 = 500 \cdot 0,2 = 50\text{Nm}$$

Chúng ta không thể tính áp lực khớp động bắt đầu từ nhóm nối với khâu dẫn được, vì lúc này ta chưa biết được lực tác dụng lên khâu dẫn và hơn nữa, nếu thực hiện như vậy sẽ không tính đến sự tác động của các ngoại lực ở các nhóm xa khâu dẫn.

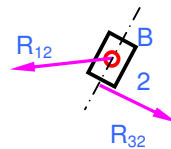
- 8) Tính những áp lực khớp động và mômen cân bằng đặt tựa khâu dẫn 1 của cơ cấu cu lít (hình 3.8a). Cho trước $l_{AB} = 0,3\text{m}$; $\varphi_1 = 90^\circ$; $\varphi_3 = 30^\circ$, mômen cản $M_3 = 600\text{Nm}$ đặt trên culits. Sau đó nghiệm lại kết quả tính M_{cb} bằng phương pháp công suất.



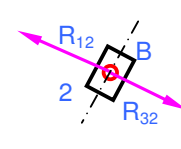
Hình 3.8a



Hình 3.8b



Hình 3.8c



Hình 3.8d

Tách nhóm tĩnh định (2,3); vì khớp trong là khớp tịnh tiến cho nên ta viết và giải phương trình lực riêng cho từng khâu:

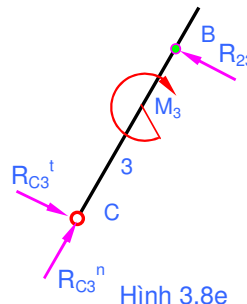
Tách riêng khâu 2 (hình 3.8c) ta viết được:

$$\vec{R}_{12} + \vec{R}_{32} = 0, \Rightarrow \vec{R}_{12} = -\vec{R}_{32} = 0 \quad (1)$$

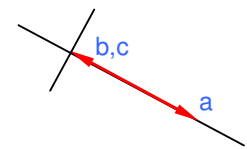
Lấy tổng mô men các lực đối với điểm B_2 :

$$\sum M_{(B_2)}(R_i) = R_{32} \cdot x = 0, \Rightarrow x = 0 \quad (2)$$

Hai lực R_{12} và R_{32} trực đối và đặt tại B, phương vuông góc với phương trượt BC (hình 3.8d).



Hình 3.8e



Hình 3.8f

Xét tiếp riêng khâu 3 (hình 3.8e)

$$\vec{R}_{C3}^{\tau} + \vec{R}_{C3}^n + \vec{R}_{23} = 0 \quad (3)$$

$$\sum M_{(B_3)}(R_i) = R_{C3}^{\tau} l_{BC} - M_3 ; \rightarrow R_{C3}^{\tau} = \frac{M_3}{l_{BC}} = \frac{600}{0,3 \cdot 2} = 1000N$$

Phương trình (3) được giải ở hoạ đồ lực (hình 3.8f). $R_{C3}^n = 0$

Nghĩa là $R_{C3} = R_{C3}^t = R_{23} = R_{32} = R_{12} = 1000N$.

Phương chiều của các lực đã chọn là hợp lý.

Tính mô men cân bằng đặt trên khâu dẫn 1:

Xets hình 3.8g: Chiều M_{cb} chọn trước, phương lực R_{21} hợp với phương của tay quay AB một góc 30° .

Phương trình cân bằng lực:

$$\vec{R}_{21} + \vec{R}_{A1} = 0, \rightarrow \vec{R}_{21} = -\vec{R}_{A1} = 0, \rightarrow |\vec{R}_{21}| = |\vec{R}_{A1}| = 1000N$$

$$M_{cb} = R_{21} \cdot l_{AB} / 2 = 1000 \cdot 0,3 / 2 = 150Nm.$$

Nghiệm lại M_{cb} bằng phương pháp công suất:

Hoạ đồ vận tốc cơ cấu được biểu diễn ở hình

$$V_{B_3} = \frac{V_{B_2}}{2} = \frac{\omega_1 \cdot l_{AB}}{2}$$

$$\omega_3 = \frac{V_{B_3}}{l_{BC}} = \frac{\omega_1 \cdot l_{AB}}{2 \cdot 2l_{AB}} = \frac{\omega_1}{4}$$

Chiều cùng chiều với vận tốc góc khâu 1

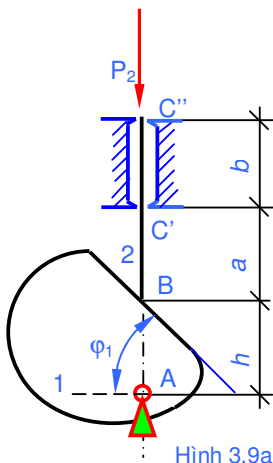
Chọn chiều M_{cb} cùng chiều với ω_1 , ta có:

$$M_{cb} \cdot \omega_1 + M_3 \cdot \omega_3 = 0, \rightarrow M_{cb} \cdot \omega_1 + M_3 \cdot \omega_3 = 0$$

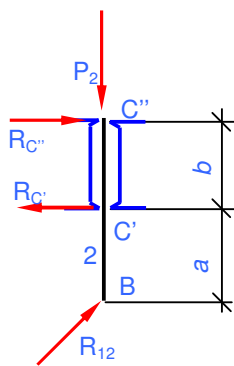
$$\rightarrow M_{cb} = -\frac{M_3 \cdot \omega_3}{\omega_1} = -\frac{M_3 \cdot \omega_1}{\omega_1 \cdot 4} = -\frac{M_3}{4} = -\frac{600}{4} = -150Nm$$

Chứng tỏ chiều M_{cb} đã chọn ban đầu là sai, chiều M_{cb} sẽ ngược lại chiều đã chọn. Kết quả phù hợp với việc tính toán mômen cân bằng theo phương pháp phân tích áp lực.

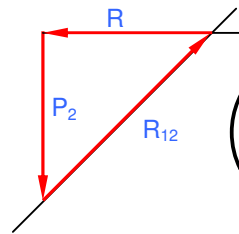
- 9) Tính những áp lực khớp động và mô men cân bằng đặt trên cam của cơ cấu (hình 3.9a). Tại vị trí tiếp xúc đang xeys, biên dạng cam là một đoạn thẳng làm với phương ngang một góc $\varphi_1 = 45^\circ$, $h = a = b = 0,1m$ và lực cân P_3 1000N. Sau đó hãy giải bài toán bằng cách thay thế khớp cao, rồi so sánh kết quả và phương pháp tính.



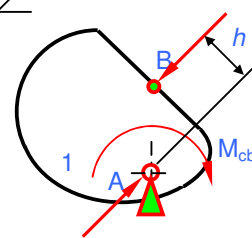
Hình 3.9a



Hình 3.9b



Hình 3.9c



Hình 3.9d

Tách riêng khâu 2 và đặt các lực vào (hình 3.9b):

$$\vec{P}_2 + \vec{R}_{C'} + \vec{R}_{C''} + \vec{R}_{12} = 0 \quad (1)$$

Vì $R_{C'}$ và $R_{C''}$ là cùng phương, do vậy hợp lực sẽ là R_C và chiều R sẽ theo chiều của véc tơ nào có giá trị lớn hơn.

Phương trình (1) được viết lại:

$$\vec{P}_2 + \vec{R}_C + \vec{R}_{12} = 0 \quad (2)$$

Phương trình (2) chỉ tồn tại 2 ẩn số : đó là giá trị của R_C và R_{12} . Cách giải được trình bày trên hình 3.9c.

Do $\varphi_1 = 45^\circ$ cho nên ta tính được giá trị:

$$R_C = P_2 = 1000N \text{ và } R_{12} = 1000\sqrt{2} \text{ N}$$

Lấy tổng mô men của các lực trên khâu 2 đối với điểm B_2 :

$$\sum M_{(B_2)}(R_i) = R_{C''}(a+b) - R_{C'} \cdot a = 0$$

→ $R_{C''} = R_{C'} / 2$. Áp lực R_C tại điểm C' lớn hơn áp lực $R_{C''}$ tại điểm C'' . Do vậy lực tổng R_C sẽ mang chiều của $R_{C'}$. Từ đó thấy rằng chiều các áp lực đã chọn là hợp lý. Giá của các lực là:

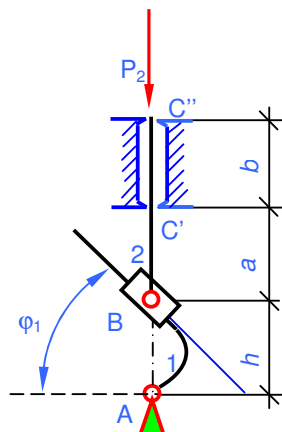
$$R_{C''} = 2000N \text{ và } R_{C'} = 1000N$$

Xét hình 3.9d. Moomen cân bằng được chọn như hình vẽ và giá trị được tính:

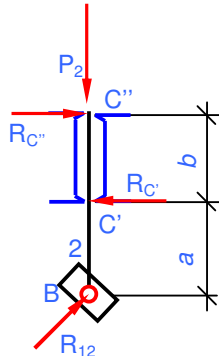
$$M_{cb} - R_{21}h = 0, \rightarrow M_{cb} = R_{21}h_{21} = 1000\sqrt{2} \cdot 0,1 \frac{\sqrt{2}}{2} = 100Nm$$

$$\text{Áp lực tại A được tính: } \vec{R}_{21} + \vec{R}_{A1} = 0 \rightarrow \vec{R}_{21} = -\vec{R}_{A1}, \rightarrow |\vec{R}_{21}| = |\vec{R}_{A1}| = 1000\sqrt{2}N$$

Xét trường hợp thay thế khớp cao ta có cơ cấu thay thế (hình 3.9e):



Hình 3.9e



Hình 3.9f

Tách nhóm tĩnh định (hình 3.9f), vì khớp trong là khớp quay, ta viết phương trình cân bằng lực cho toàn nhóm:

$$\vec{P}_2 + \vec{R}_{C''} + \vec{R}_{C'} + \vec{R}_{12} = 0 \quad (3)$$

Vì $R_{C'}$ và $R_{C''}$ là cùng phương, do vậy hợp lực sẽ là R_C và chiều R sẽ theo chiều của véc tơ nào có giá trị lớn hơn.

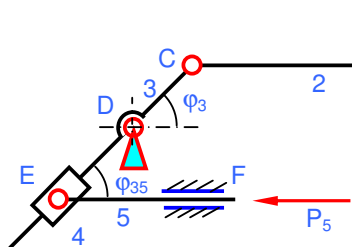
Phương trình (1) được viết lại:

$$\vec{P}_2 + \vec{R}_C + \vec{R}_{12} = 0$$

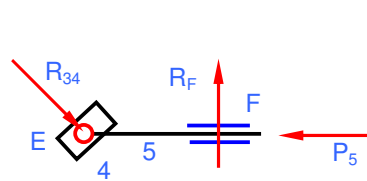
Cách giải hoàn toàn tương tự như phần trước (hình 3.9c)

Trong trường hợp thay thế khớp cao cho nên số khớp thấp nhiều hơn, việc xác định áp lực nhiều hơn một khớp. Nói chung 2 cách tính đều như nhau.

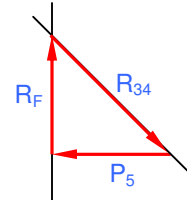
- 10) Tính những áp lực khớp động và moomen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cấu trên hình 3.10a. Cho trước kích thước: $l_{AB} = l_{BC} / 4 = l_{CD} / 2 = l_{DE} / 2 = 0,05m$, các góc $\varphi_1 = \varphi_{12} = 90^\circ$; $\varphi_3 = \varphi_{35} = 45^\circ$ và lực cản tác động nằm ngang trên khâu 5 là $P_5 = 400N$.



Hình 3.10a



Hình 3.10b



Hình 3.10c

Tách nhóm tĩnh định (4,5), đặt các lực vào, phương trình cân bằng lực cho toàn nhóm:

$$\vec{P}_5 + \vec{R}_F + \vec{R}_{34} = 0 \quad (1)$$

Đa giác lực được vẽ như ở hình 3.10c, chiều của các áp lực được xác định trên hoạ đồ, có giá trị tương ứng:

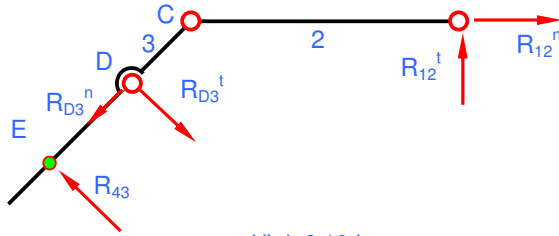
$$R_F = P_5 = 400N, \quad R_{34} = 400\sqrt{2} \text{ N.}$$

Tương tự như những bài trước khi xét riêng khâu 4:

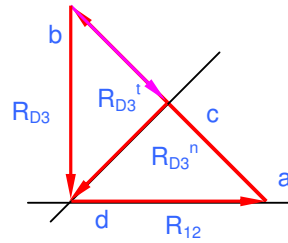
Áp lực R_{34} đi qua điểm E, Phương lực P_5 cũng đi qua E, do vậy phương của R_F cũng phải đi qua E.

Dĩ nhiên $\vec{R}_{34} = -\vec{R}_{54}$

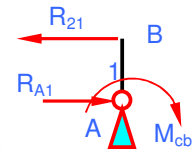
Xét nhóm tĩnh định gần khâu dẫn (hình 3.10d):



Hình 3.10d



Hình 3.10e



Hình 3.10f

Phương trình cân bằng lực cho toàn nhóm:

$$\vec{R}_{43} + \vec{R}_{D3} + \vec{R}_{12} = 0 \quad \text{Hay} \quad \vec{R}_{43} + \vec{R}_{D3}^t + \vec{R}_{D3}^n + \vec{R}_{12}^t + \vec{R}_{12}^n = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_{(C_2)}(R_i) = R_{D3}^t \cdot l_{CD} - R_{43} \cdot l_{CE} = 0$$

$$\rightarrow R_{D3}^t = R_{43} \frac{l_{CE}}{l_{CD}} = \frac{400\sqrt{2}}{2} = 200\sqrt{2}N$$

Chiều đã chọn ban đầu là đúng.

$$\sum M_{(C_3)}(R_i) = R_{12}^t \cdot l_{BC} = 0, \rightarrow R_{12}^t = 0$$

Phương trình (2) được viết lại như sau:

$$\vec{R}_{43} + \vec{R}_{D3}^t + \vec{R}_{D3}^n + \vec{R}_{12} = 0 \quad (3)$$

Phương trình này tồn tại 2 ẩn số là giá trị của R_{D3}^n và giá trị của R_{12} , cách giải được trình bày trên hình 3.10e. Phương chiều của các lực đã chọn là hợp lý. Giá trị được tính trực tiếp trên hoạ đồ lực:

$$R_{D3} = R_{12} = 400N$$

Xét sự cân bằng của khâu 2: $\vec{R}_{12} + \vec{R}_{32} = 0 \rightarrow$ 2 lực này ngược chiều nhau và có giá trị chính bằng 1000N.

Tính lực khâu dẫn.

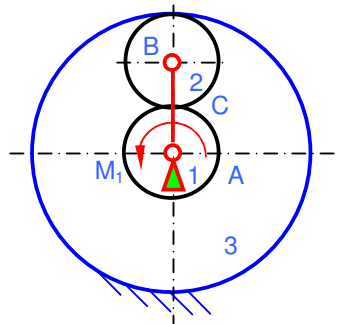
Xét hình 3.10f. Phương trình cân bằng lực:

$$\vec{R}_{21} + \vec{R}_{A1} = 0, \rightarrow |\vec{R}_{21}| = |\vec{R}_{A1}| = 400N$$

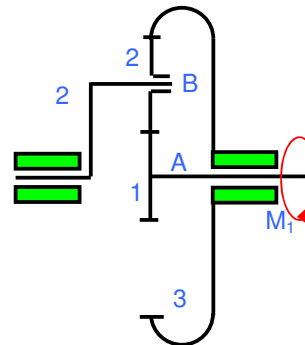
Chọn chiều M_{cb} như hình vẽ:

$$M_{cb} = R_{21} \cdot l_{AB} = 400 \cdot 0,1 = 40Nm$$

- 11) Tính áp lực khớp động tại B (khớp quay giữa bánh răng 2 và cần C) và mômen cân bằng M_{cb} trên cần C của cơ cấu bánh răng hành tinh (hình 3.11a), dưới tác động của mômen cân trên khâu 1: $M_1 = 20Nm$, cho trước mô đun của các bánh răng $m = 20mm$, góc ăn khớp tiêu chuẩn, số răng các bánh: $z_1 = z_2 = 20$; $z_3 = 60$.



Hình 3.11a



Hình 3.11b

Mômen cân bằng tác động lên cần C được tính từ phương trình cân bằng công suất:

$$M_{cb} \cdot \omega_C + M_1 \cdot \omega_1 = 0 \rightarrow M_{cb} = -M_1 \cdot \omega_1 / \omega_C$$

Xét chuyển động tương đối của cơ hệ đối với cần C:

$$\omega_{1C} = \omega_1 - \omega_C \quad \text{và} \quad \omega_{3C} = \omega_3 - \omega_C$$

$$\rightarrow \frac{\omega_1 - \omega_C}{\omega_3 - \omega_C} = 1 - \frac{\omega_1}{\omega_C} = -\frac{z_3}{z_1}$$

$$\rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_C} = 1 + \frac{z_3}{z_1} = 4$$

$$\rightarrow M_{cb} = -20 \cdot 4 = -80 \text{ Nm}$$

Chứng tỏ M_{cb} ngược chiều với M_1 .

$$\text{Ta có } R_{2C} = R_{02} = R_B$$

Xét sự cân bằng mô men của cần c.

$$R_B \cdot r_c + M_{cb} = 0$$

$$\text{Với } r_c = m(z_1 + z_2)/2 = 20(20 + 20)/2 = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Vậy: } R_B = -M_{cb}/r_c = -80/0,4 = -200 \text{ N}$$

- 12) Tính áp lực khớp động B (khớp giữa các bánh răng 2 và 2' với cần C) và mômen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cấu bánh răng gành tinh (hình 3.12), dưới tác động của mômen cản trên cần C: $M_c = 56 \text{ Nm}$; cho trước môđun của cặp bánh răng 1 và 2 là $m_I = 5 \text{ mm}$, của cặp bánh răng 3 và 2' là $m_{II} = 8 \text{ mm}$, góc ăn khớp $\alpha = 20^\circ$ và các số răng $Z_1 = 28$, $Z_2 = 84$, $Z_2' = 20$, $Z_3 = 50$.

Xét sự cân bằng mômen của cần C:

$$R_B \cdot r_c + M_c = 0$$

$$\text{Với } r_c = m(z_1 + z_2)/2 = 5(28 + 84)/2 = 280 \text{ mm}$$

$$R_B = -M_c / r_c = -56 / 0,28 = -200 \text{ N}$$

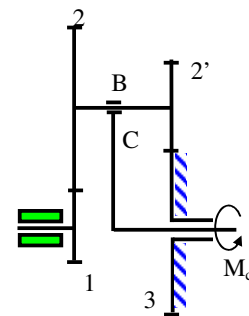
Mômen cân bằng đặt trên khâu 1 được tính:

$$M_{cb} \cdot \omega_1 + M_c \cdot \omega_c = 0$$

$$M_{cb} = -M_c \cdot \omega_c / \omega_1 = -M_c \cdot \left| 1 / i_{1c} \right| = -M_c \cdot \left| 1 / (1 - i_1^3) \right| =$$

$$= -M_c \cdot \left| 1 / (1 - (Z_3/Z_2')(Z_2/Z_1)) \right|$$

$$M_{cb} = -56 \cdot \left| 1 / (1 - (50/20)(84/28)) \right| = -8,6 \text{ Nm}$$



Hình 3.12