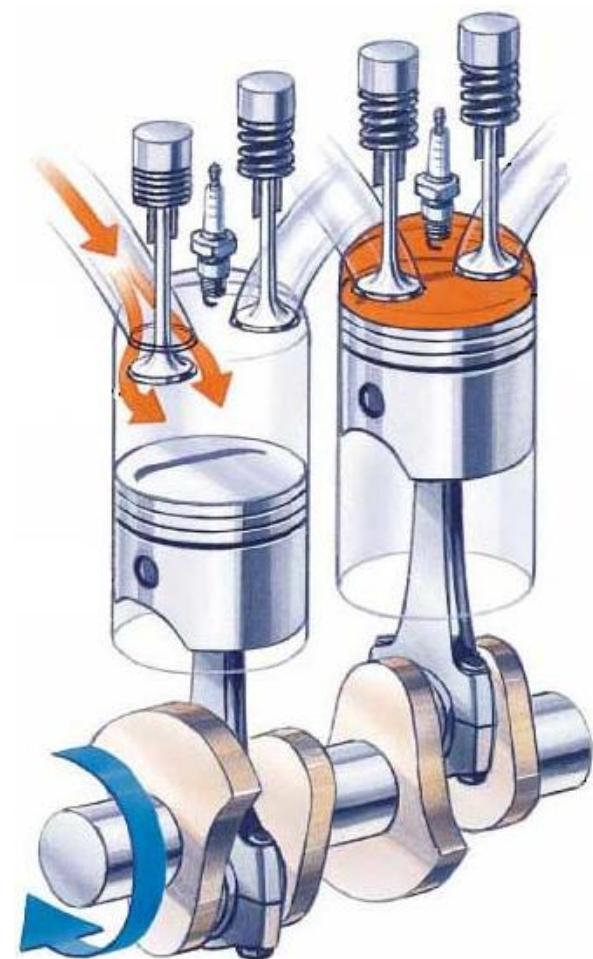


CƠ SỞ TRUYỀN ĐỘNG CƠ KHÍ

Nguyễn Hữu Hào

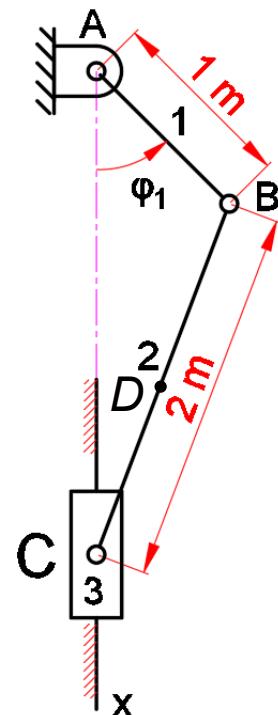


2.1. Bài toán vị trí và quỹ đạo

- ❖ **Cho trước:** Lược đồ động của cơ cấu
- ❖ **Yêu cầu:** Xác định quy luật chuyển vị của các khâu bị dẫn theo vị trí (góc quay) của khâu dẫn. Gồm:
 - Quy luật chuyển vị $s = s(\varphi)$ nếu khâu bị dẫn tịnh tiến
 - Quy luật chuyển động $\psi = \psi(\varphi)$ nếu khâu bị dẫn quay xung quanh 1 điểm cố định
 - Quỹ đạo của 1 điểm bất kỳ trên cơ cấu

2.1. Bài toán vị trí và quỹ đạo

❖ **Ví dụ minh họa 2.1:** Cho lược đồ động của cơ cấu tay quay con trượt, khâu dẫn khâu AB có chiều dài $L_{AB} = 1$ m, quay đều quanh trục cố định đi quay A . Thanh truyền BC có chiều dài $L_{BC} = 2$ m. Con trượt C trượt dọc theo thanh trượt thẳng đứng theo phương Ax . Yêu cầu xác định quy luật chuyển vị $s = s(\varphi)$ của con trượt C . Xác định quỹ đạo của điểm D là trung điểm thanh truyền BC .

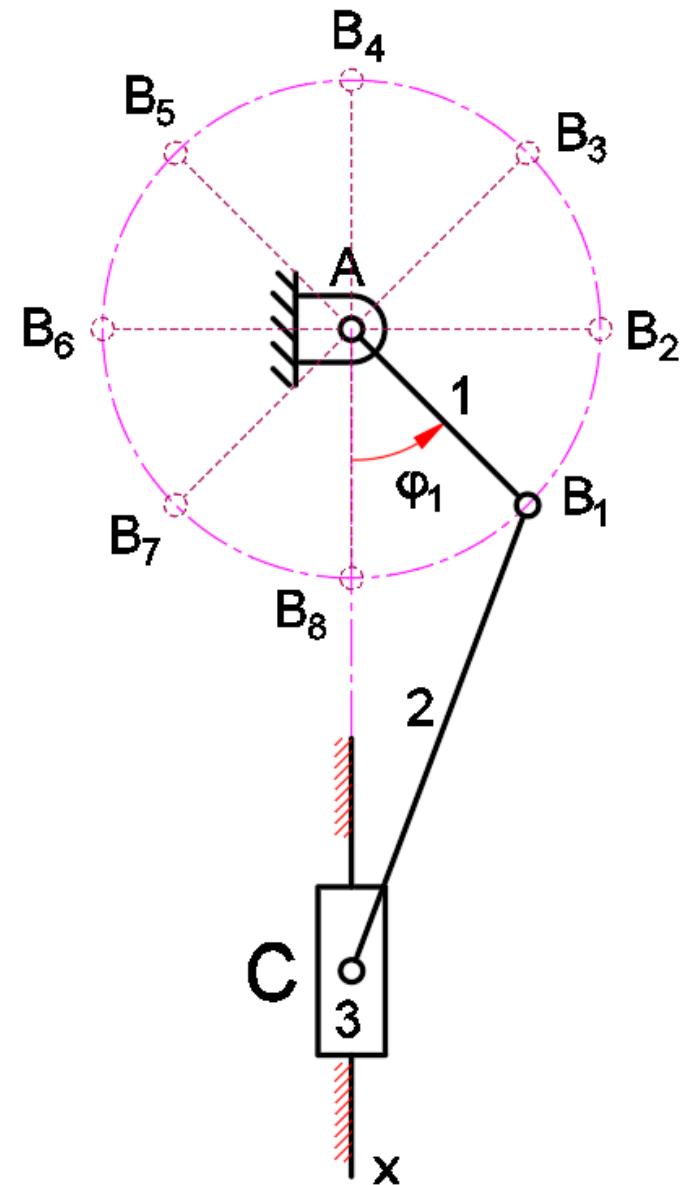


2.1. Bài toán vị trí và quỹ đạo

❖ Ví dụ minh họa 2.1:

- **Cách xây dựng đồ thị $s = s(\varphi)$:**
- ✓ **Bước 1:** Dựng vòng tròn tâm A , bán kính $L_{AB} = 1$ m.
- ✓ **Bước 2:** Chia vòng tròn (A, L_{AB}) thành n phần đều nhau bằng các điểm B_1, B_2, \dots, B_n .

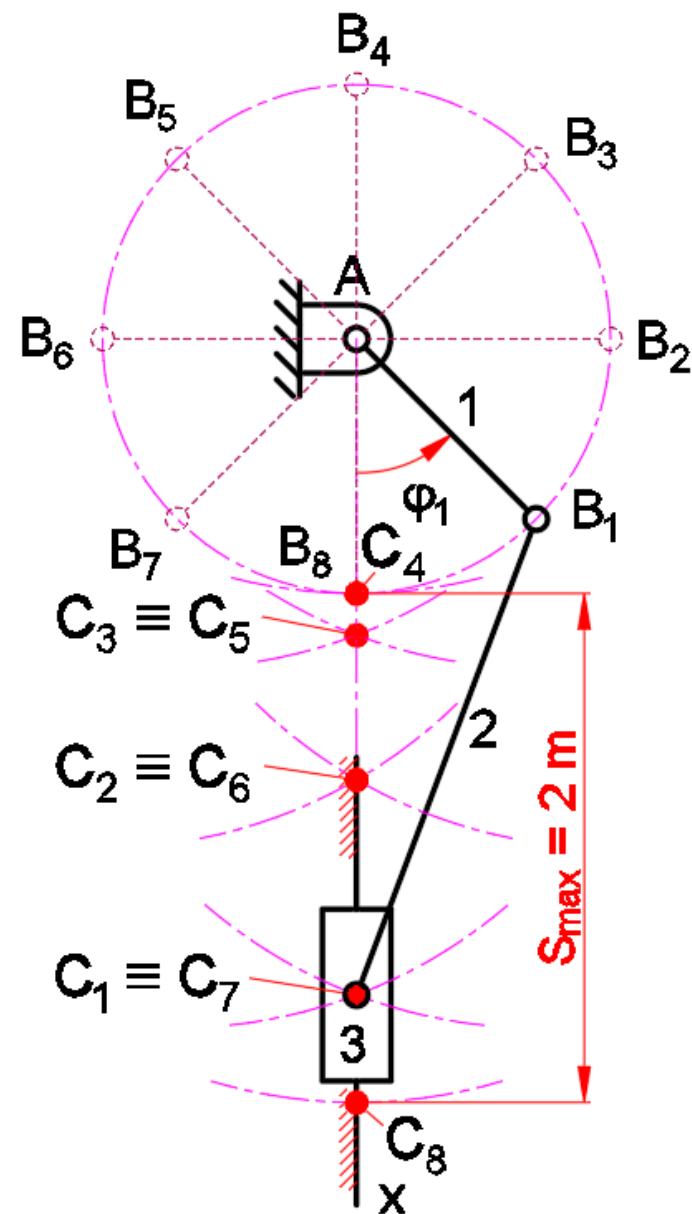
Lưu ý: Chia thành càng nhiều điểm càng chính xác nhưng sẽ bị rối, ở đây lấy $n = 8$ cho dễ quan sát.



2.1. Bài toán vị trí và quỹ đạo

❖ Ví dụ minh họa 2.1:

- **Cách xây dựng đồ thị $s = s(\varphi)$ (tiếp):**
- ✓ **Bước 3:** Dụng các đường tròn tâm B_i ($i = 1 \div 8$) bán kính $L_{BC} = 2$ m, đường tròn này cắt phương trượt Ax của con trượt C tại các điểm C_i ($i = 1 \div 8$).

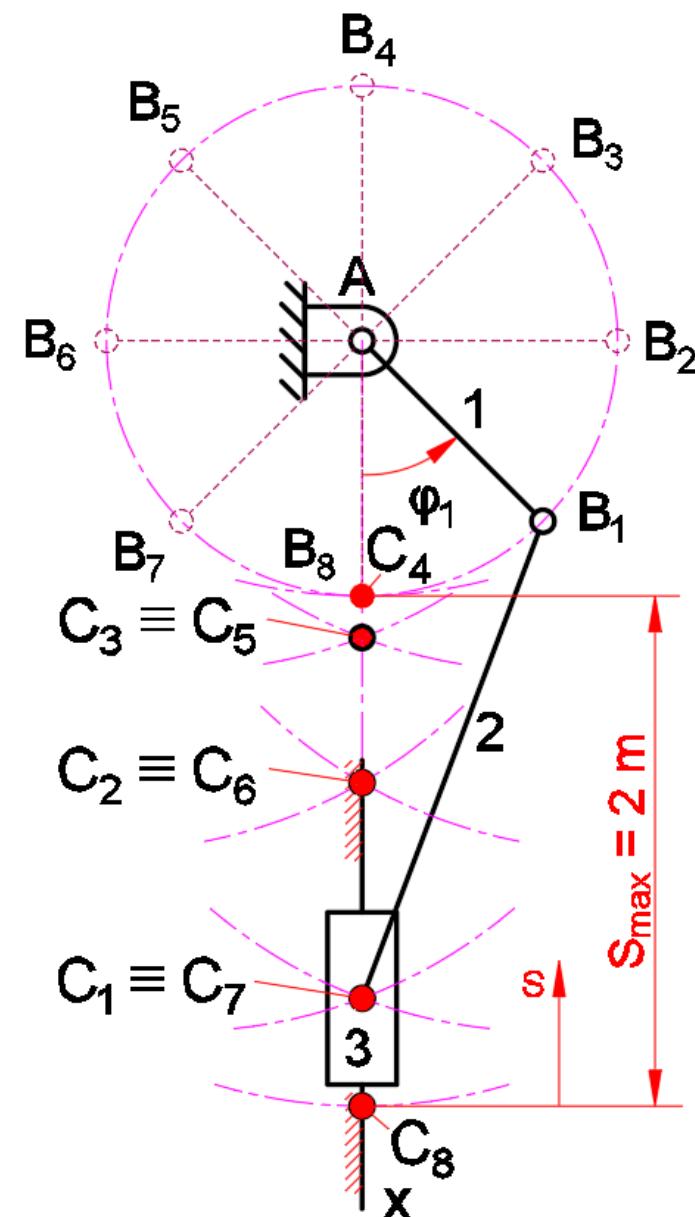


2.1. Bài toán vị trí và quỹ đạo

❖ Ví dụ minh họa 2.1:

- Cách xây dựng đồ thị $s = s(\varphi)$ (tiếp):

✓ **Bước 4:** Chọn vị trí C_8 của con trượt C tương ứng với vị trí B_8 của điểm B làm gốc để xác định s . Chiều dương để xác định s ngược với chiều Ax .

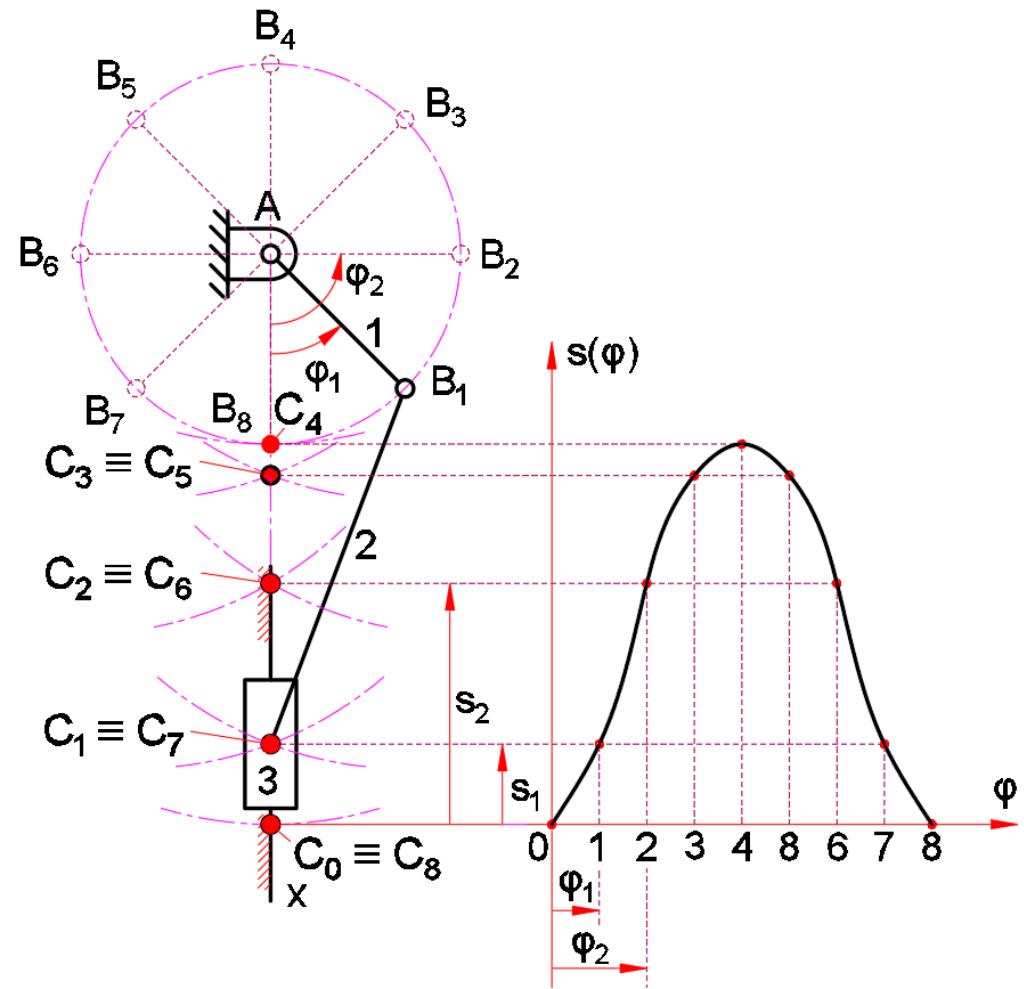


2.1. Bài toán vị trí và quỹ đạo

❖ Ví dụ minh họa 2.1: (tiếp)

- Cách xây dựng đồ thị $s = s(\varphi)$: (tiếp)

✓ **Bước 5:** Chọn Ax làm gốc để xác định góc quay φ của khâu dẫn AB . Chiều dương để xác định φ là chiều quay của φ_1 . Khi đó $s_i = C_0C_i$ là chuyển vị của con trượt C ứng với góc quay $\varphi_i = \widehat{xAB}$ của khâu dẫn AB . Với các cặp (φ_i, s_i) khác nhau, ta dựng được đồ thị chuyển vị $s = s(\varphi)$ của con trượt C theo góc quay φ của khâu dẫn AB .



2.1. Bài toán vị trí và quỹ đạo

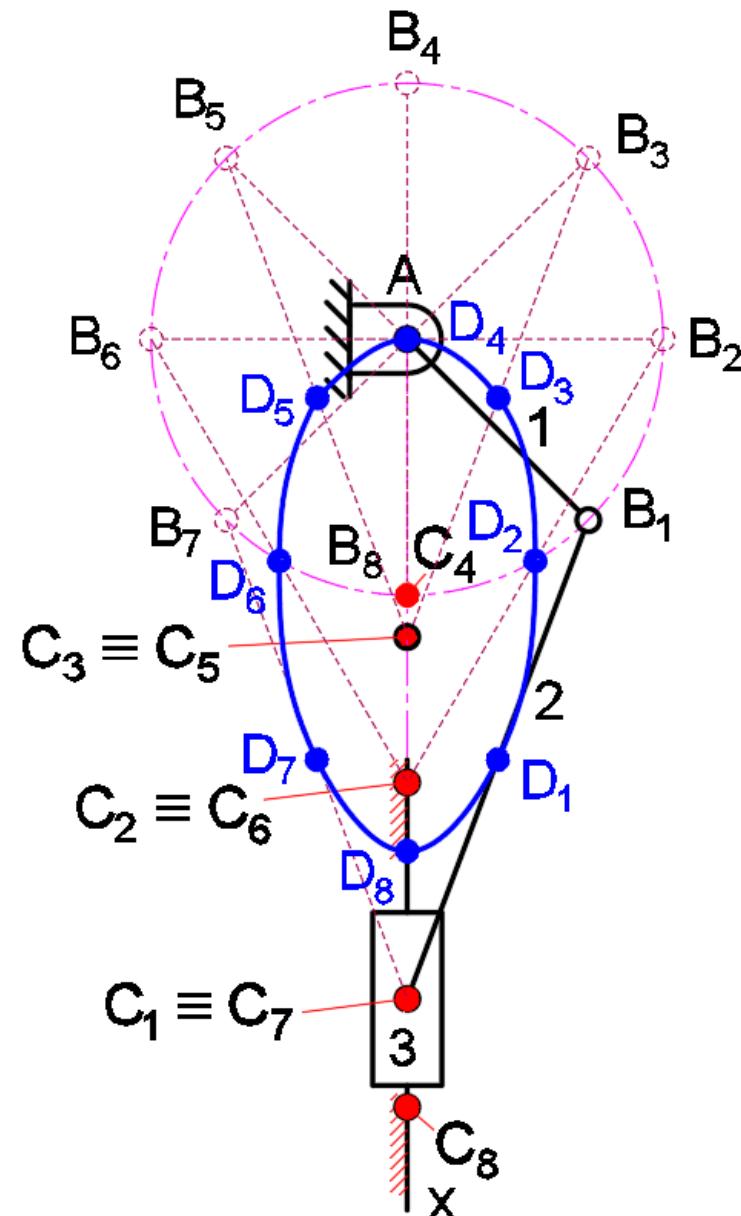
❖ Ví dụ minh họa 2.1: (tiếp)

- Xây dựng quỹ đạo của điểm D trên thanh truyền BC :

- ✓ Khi dựng các vị trí B_iC_i của thanh truyền BC , ta dựng các điểm D_i tương ứng trên B_iC_i .
- ✓ Nối các điểm D_i này lại, ta được quỹ đạo (D) của điểm D
- ✓ Đường cong (D), quỹ đạo của một điểm D trên thanh truyền BC được gọi là đường cong thanh truyền.

Lưu ý: Để cho thuận tiện, ở đây ta dựng quỹ đạo của điểm D là trung điểm của thanh truyền BC .

$$L_{BD} = L_{DC} = 1 \text{ m}$$



2.1. Bài toán vị trí và quỹ đạo

❖ Ví dụ minh họa 2.1: (tiếp)

- **Một số chú ý khi vẽ quỹ đạo:**

- ✓ Vì cơ cấu chuyển động có chu kỳ bằng $\varphi = 2\pi$ (sau một vòng quay của khâu dẫn AB, cơ cấu trở về vị trí ban đầu) nên quỹ đạo của điểm D là đường cong kín. Chu kỳ φ được gọi là chu kỳ vị trí hay chu kỳ động học của cơ cấu.
- ✓ Khi dựng họa đồ chuyển vị của cơ cấu, dùng tỷ xích μ_L (thường chọn sao cho phù hợp với kích thước khổ giấy)

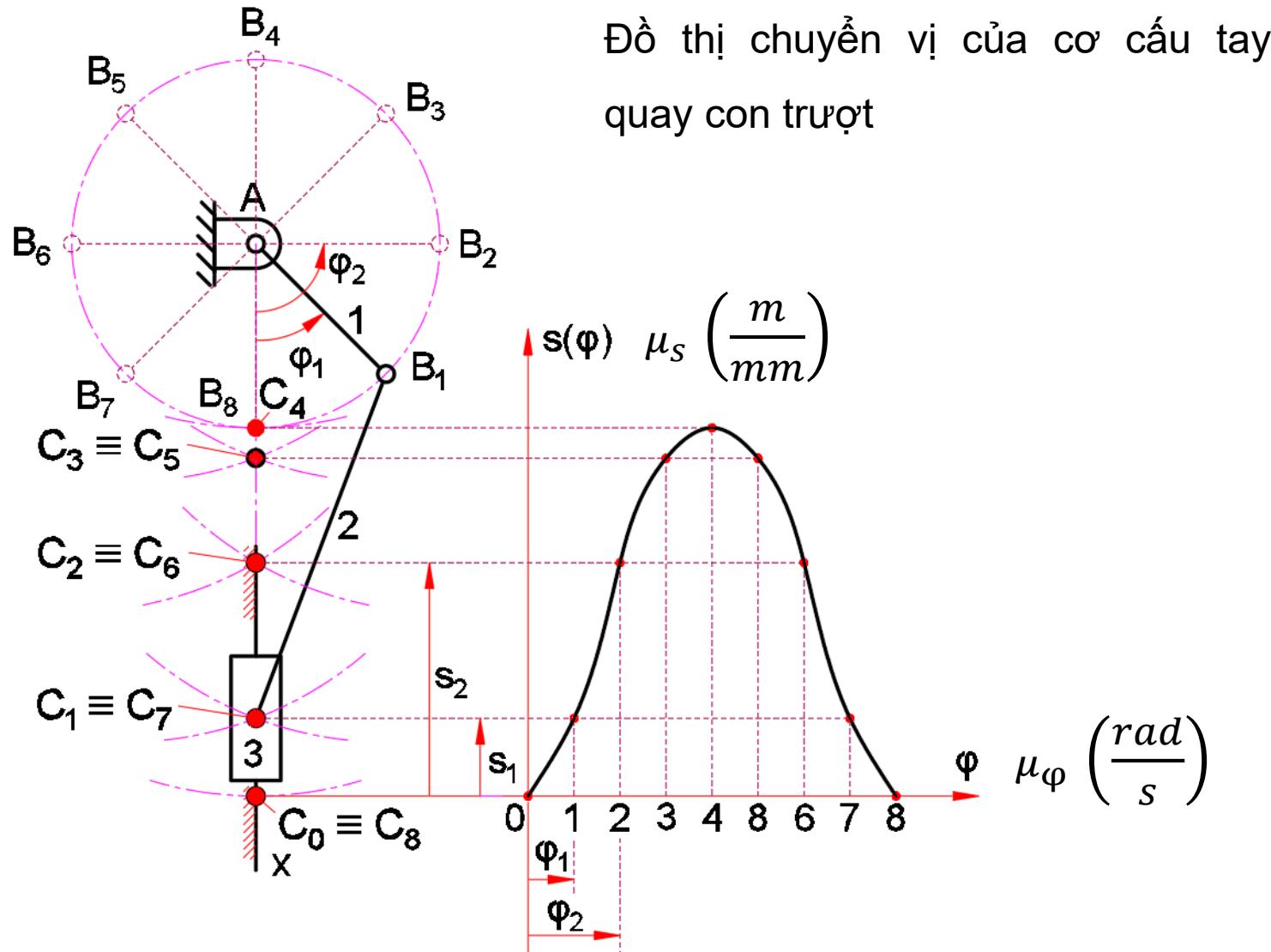
$$\mu_L = \frac{\text{Kích thước thực}}{\text{Độ dài đoạn biểu diễn}} = \frac{l_{AB}}{AB} \left(\frac{m}{mm} \right)$$

- ✓ Các trục s và φ của đồ thị chuyển vị $s = s(\varphi)$ cũng có tỷ xích lần lượt là μ_s và μ_φ

$$\mu_s \left(\frac{m}{mm} \right) \quad \text{và} \quad \mu_\varphi \left(\frac{rad}{s} \right)$$

2.1. Bài toán vị trí và quỹ đạo

❖ Ví dụ minh họa 2.1: (tiếp)

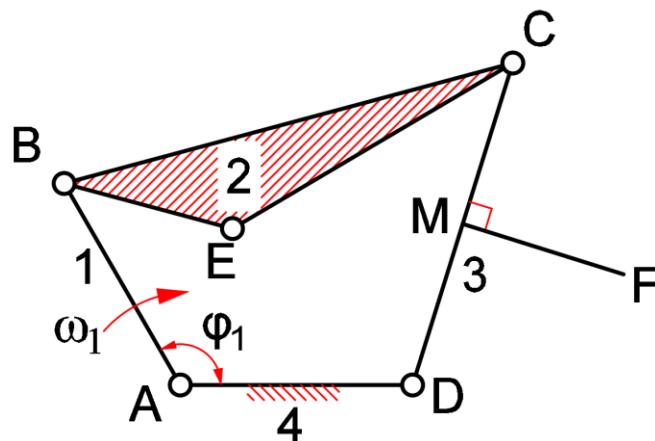


2.2. Bài toán vận tốc

- ❖ **Số liệu cho trước:** Lược đồ động của cơ cấu, khâu dẫn và quy luật vận tốc của khâu dẫn
- ❖ **Yêu cầu:** Xác định vận tốc của các khâu thuộc cơ cấu tại một vị trí cho trước.
- ❖ **Phương pháp giải:**
 - Sử dụng phương pháp họa đồ hoặc phương pháp giải tích
 - **Vận tốc của 1 khâu được xác định khi:** Hoặc biết vận tốc góc của khâu và vận tốc dài của 1 điểm thuộc khâu, hoặc biết vận tốc dài của 2 điểm thuộc khâu.
 - **Định lý đồng dạng thuận:**
 - ✓ Hình nối các điểm trên cùng một khâu đồng dạng thuận với hình nối mút các vectơ **vận tốc tuyệt đối** của các điểm đó trên họa đồ vận tốc.
 - ✓ Định lý đồng dạng thuận được áp dụng để xác định vận tốc của một điểm bất kỳ trên một khâu khi đã biết vận tốc hai điểm khác nhau thuộc khâu đó.

2.2. Bài toán vận tốc

❖ **Ví dụ 2.2:** Cho trước lược đồ động của cơ cấu 4 khâu bǎn lề $ABCD$. Khâu dẫn AB quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 10 \text{ rad/s}$. Cho kích thước các khâu: $L_{AB} = L_{AD} = 1 \text{ m}$, $L_{BC} = 2 \text{ m}$, $L_{BE} = 0,5 \text{ m}$, $L_{CD} = 1,45 \text{ m}$, $L_{MF} = 0,5L_{CD}$, $\widehat{CBE} = 30^\circ$, $\widehat{ABC} = 75^\circ$. Hãy xác định vận tốc của tất cả các khâu của cơ cấu, vận tốc của điểm E và điểm F tại vị trí khâu dẫn hợp với phương ngang 1 góc $\varphi_1 = 120^\circ$.

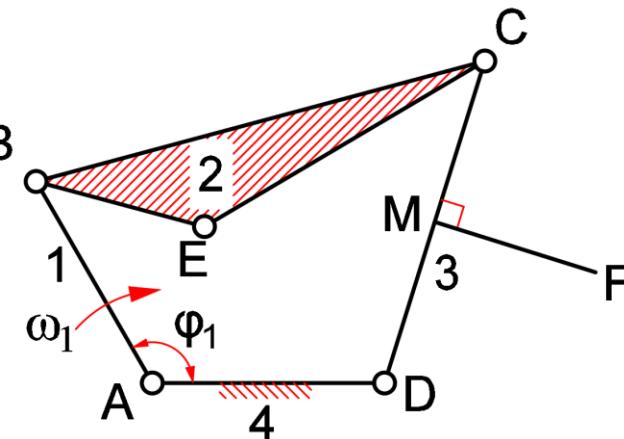


2.2. Bài toán vận tốc

❖ Bài giải VD 2.2:

• Phân tích:

- ✓ Khâu 1 quay quanh A cố định đã biết vận tốc góc và chiều dài L_{AB} nên ta tính được vận tốc dài của điểm $B \rightarrow$ vận tốc khâu 1 đã xác định.
- ✓ Vì B cũng thuộc khâu 2 chuyển động song phẳng nên để vận tốc khâu 2 xác định ta cần phải tìm vận tốc của nó.
- ✓ Để tìm vận tốc khâu 3 quay quanh D cố định thì cần phải biết vận tốc góc của khâu 3 và vận tốc dài của 1 điểm thuộc khâu 3. Ta sẽ tìm điểm vận tốc của điểm C sau đó sẽ tìm vận tốc góc của khâu 3.



2.2. Bài toán vận tốc

❖ Bài giải VD 2.2:

- Phương trình véc tơ vận tốc:

$$\vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{C/B}$$

Phương $\perp CD$ $\perp AB$ $\perp BC$

Chiều ? ?

Độ lớn $\omega_3 L_{CD}$ $\omega_1 L_{AB}$ $\omega_2 L_{BC}$

- **Vận tốc của điểm B:** $v_B = \omega_1 L_{AB} = 10 \cdot 1 = 10 \text{ m/s}$

- **Họa đồ véc tơ vận tốc:**

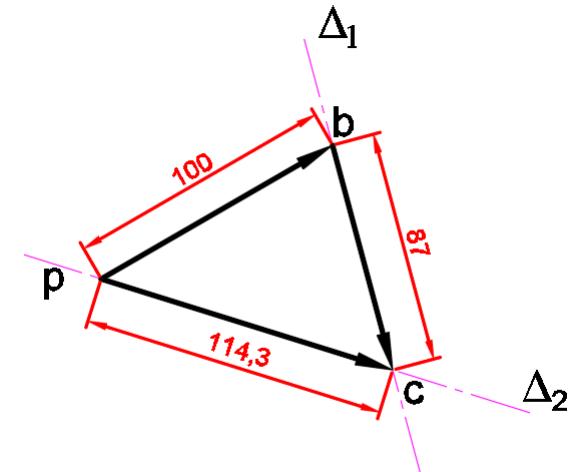
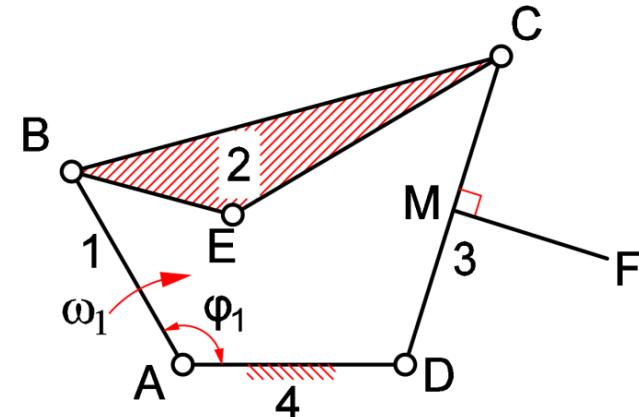
✓ Chọn tỷ lệ xích: $\mu_v = \frac{v_B}{pb} = \frac{10}{100} = 0,1 \left(\frac{\text{m/s}}{\text{mm}} \right)$

✓ Chọn 1 điểm p làm gốc, từ p vẽ véc tơ $pb = 100 \text{ mm}$ để biểu diễn vận tốc \vec{v}_B

✓ Qua b vẽ đường thẳng Δ_1 vuông góc với BC để thể hiện phương vận tốc $\vec{v}_{C/B}$

✓ Qua p vẽ đường thẳng Δ_2 vuông góc với DC để thể hiện phương vận tốc \vec{v}_C

✓ Như vậy ta có \overrightarrow{pc} biểu diễn \vec{v}_C và \overrightarrow{bc} biểu diễn $\vec{v}_{C/B}$



2.2. Bài toán vận tốc

❖ Bài giải VD 2.2:

- **Xác định vận tốc từ họa đồ:**

- ✓ Vận tốc của điểm C: Dùng thước đo độ dài pc.

$$v_C = pc \cdot \mu_v = 114,3 \cdot 0,1 = 11,43 \text{ m/s}$$

- ✓ Vận tốc góc của khâu 3:

$$\omega_3 = \frac{v_C}{L_{CD}} = \frac{11,43}{1,45} = 7,88 \text{ rad/s}$$

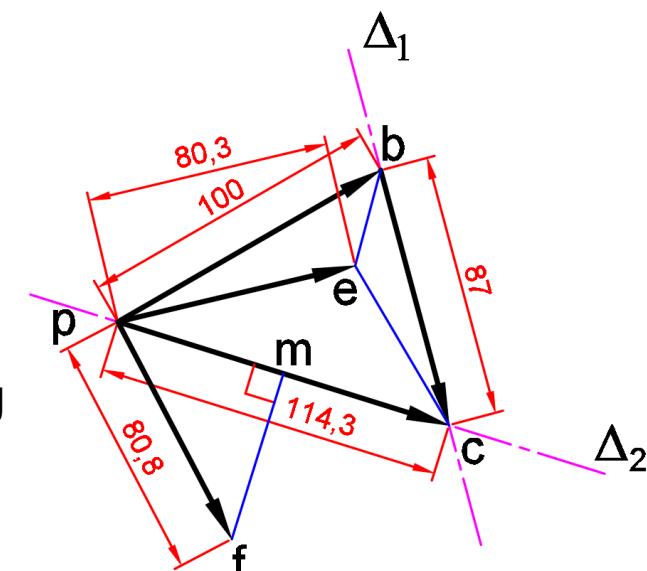
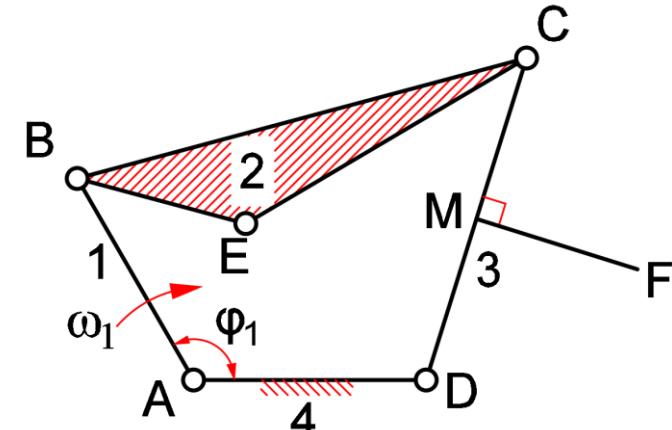
(Quay cùng chiều kim đồng hồ)

- ✓ Vận tốc tương đối của điểm C so với B: Dùng thước đo độ dài bc.

$$v_{C/B} = bc \cdot \mu_v = 87 \cdot 0,1 = 8,7 \text{ m/s}$$

- ✓ Vận tốc góc của khâu 2:

$$\omega_2 = \frac{v_{C/B}}{L_{BC}} = \frac{8,7}{2} = 4,35 \text{ rad/s} \quad (\text{Quay cùng chiều kim đồng hồ})$$



2.2. Bài toán vận tốc

❖ Bài giải VD 2.2:

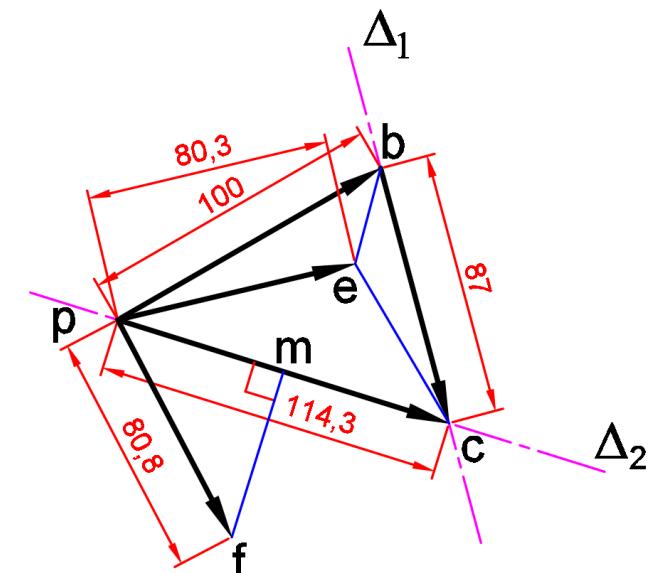
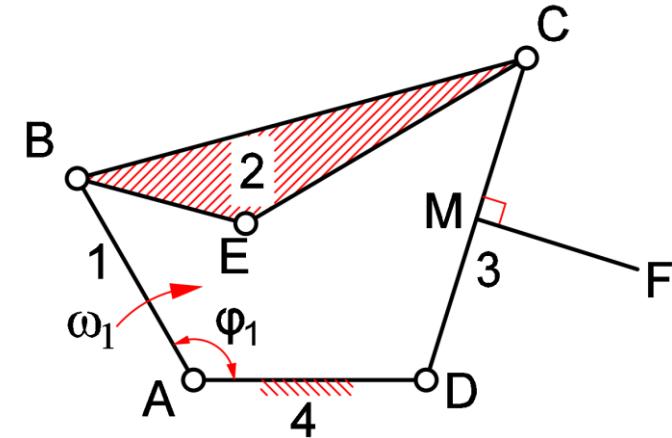
- **Xác định vận tốc từ họa đồ:**

- ✓ Vận tốc của điểm E và điểm F :

Cách 1 - Áp dụng định lý đồng dạng thuận: 3 điểm B, C, E cùng thuộc khâu 2. Mút của các véc tơ vận tốc của các điểm B, C, E lần lượt là các điểm b, c, e , ta có $\triangle BCE$ đồng dạng $\triangle bce$ (lưu ý B, C, E và b, c, e phải đi 1 vòng cùng chiều với nhau vì là đồng dạng thuận). Tương tự ta có $\triangle DCF$ đồng dạng $\triangle pcf$ (lưu ý mút của các véc tơ vận tốc của các điểm C, D lần lượt là c và $d \equiv p$). Như vậy ta có véc tơ \overrightarrow{pe} biểu diễn véc tơ vận tốc $\overrightarrow{v_E}$ và véc tơ \overrightarrow{pf} biểu diễn véc tơ vận tốc $\overrightarrow{v_F}$.

$$v_E = pe \cdot \mu_v = 80,3 \cdot 0,1 = 8,03 \text{ m/s} \quad (\text{Phương, chiều như trên họa đồ})$$

$$v_F = pf \cdot \mu_v = 80,8 \cdot 0,1 = 8,08 \text{ m/s} \quad (\text{Phương vuông góc với } DF, \text{ chiều như trên hình vẽ})$$



2.2. Bài toán vận tốc

❖ Bài giải VD 2.2:

- Xác định vận tốc từ họa đồ:

✓ Vận tốc của điểm E và điểm F :

Cách 2 – Sử dụng các phương trình véc tơ

$$\vec{v}_E = \vec{v}_B + \vec{v}_{E/B}$$

Phương ? $\perp AB$ $\perp BE$

Chiều ? \nearrow \swarrow

Độ lớn ? $\omega_1 L_{AB}$ $\omega_2 L_{BE}$

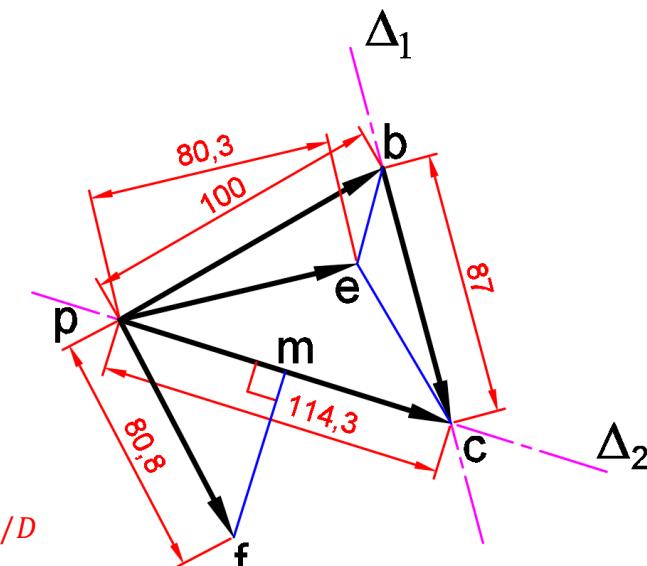
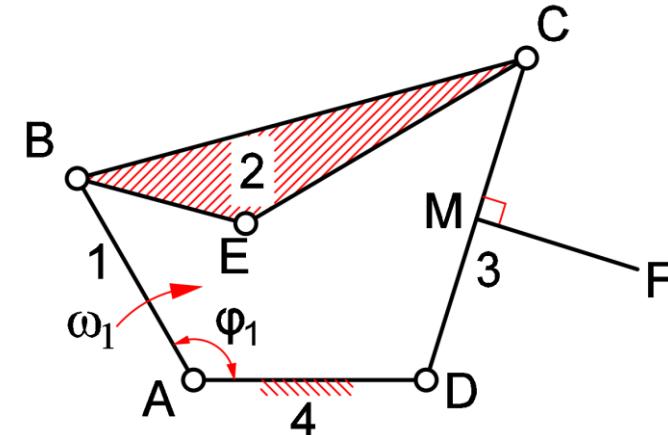
(Dựa vào họa đồ ta tìm được v_E)

$$\vec{v}_F = \vec{v}_D + \vec{v}_{F/D} \quad \text{Hay } \vec{v}_F \equiv \vec{v}_{F/D}$$

Phương $\perp DF$ – $\perp DF$

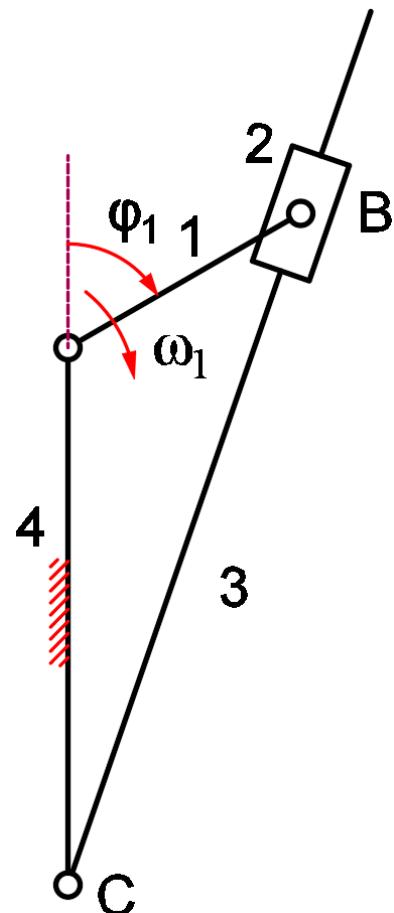
Chiều \searrow – \searrow

Độ lớn $\omega_3 L_{DF}$ 0 $\omega_3 L_{DF}$



2.2. Bài toán vận tốc

❖ **Ví dụ 2.3:** Cho cơ cấu Culit có độ dài các khâu $L_{AB} = 1$ m, $L_{AC} = 2$ m đã biết. Khâu dẫn 1 quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 10$ rad/s. Hãy xác định vận tốc của tất cả các khâu của cơ cấu tại vị trí khâu dẫn 1 có góc quay xác định $\varphi_1 = 60^\circ$



2.2. Bài toán vận tốc

❖ Minh họa phương pháp giải VD 2.3:

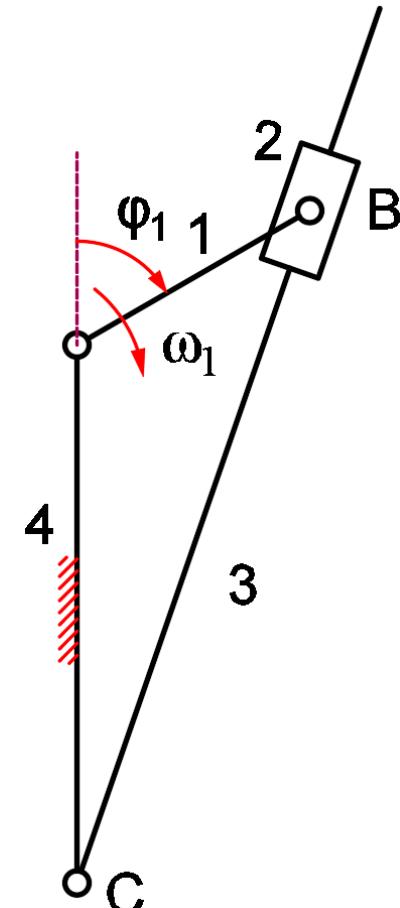
- Khâu 2 và 1 nối nhau bằng khớp quay nên $\vec{v}_{B2} = \vec{v}_{B1}$
- Khâu 2 và 3 nối nhau bằng khớp trượt nên $\omega_2 = \omega_3$
- Vậy, chỉ cần tìm vận tốc \vec{v}_{B3} của điểm B_3 (điểm B thuộc khâu 3)
- Phương trình véc tơ vận tốc:

$$\vec{v}_{B2} = \vec{v}_{B3} + \vec{v}_{B2/B3}$$

Phương $\perp AB$ $\perp BC$ // BC

Chiều \downarrow ? ?

Độ lớn $\omega_1 L_{AB}$ $\omega_3 L_{AB}$?



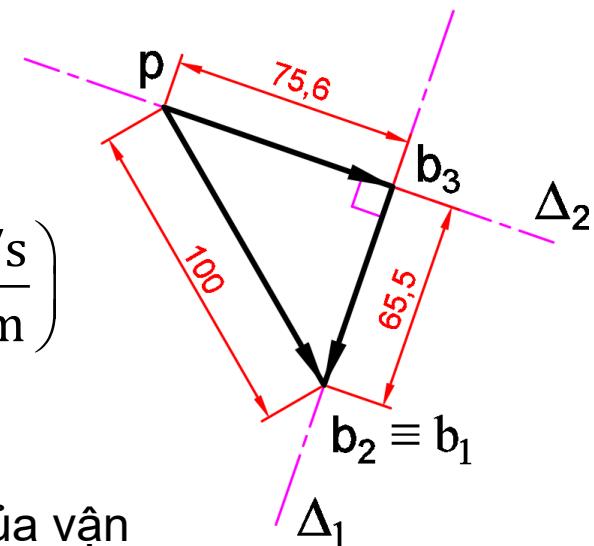
- Độ lớn vận tốc của điểm B_2 : $v_{B2} = v_{B1} = \omega_1 L_{AB} = 10 \cdot 1 = 10 \text{ m/s}$
- Độ dài BC: $L_{BC} = \sqrt{L_{AB}^2 + L_{AC}^2 - 2L_{AB}L_{AC} \cos BAC}$
 $= \sqrt{1^2 + 2^2 - 2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot \cos 120^\circ} = \sqrt{7} \text{ m}$

2.2. Bài toán vận tốc

❖ Minh họa phương pháp giải VD 2.3:

• Họa đồ véc tơ vận tốc:

- ✓ Chọn 1 tỷ lệ xích thích hợp: $\mu_v = \frac{v_{B2}}{pb_2} = \frac{10}{100} = 0,1 \left(\frac{\text{m/s}}{\text{mm}} \right)$
- ✓ Chọn p làm gốc, từ p vẽ $\overrightarrow{pb_2}$ biểu diễn $\overrightarrow{v_{B2}} \equiv \overrightarrow{v_{B1}}$
- ✓ Qua b_2 vẽ đường thẳng $\Delta_1 \parallel BC$ để thể hiện phương của vận tốc $\overrightarrow{v_{B2/B3}}$
- ✓ Qua p vẽ đường thẳng Δ_2 vuông góc với BC để hiện phương của vận tốc $\overrightarrow{v_{B3}}$
- ✓ Suy ra được $\overrightarrow{pb_3}$ biểu diễn $\overrightarrow{v_{B3}}$ và $\overrightarrow{b_2b_3}$ biểu diễn $\overrightarrow{v_{B2/B3}}$.



2.2. Bài toán vận tốc

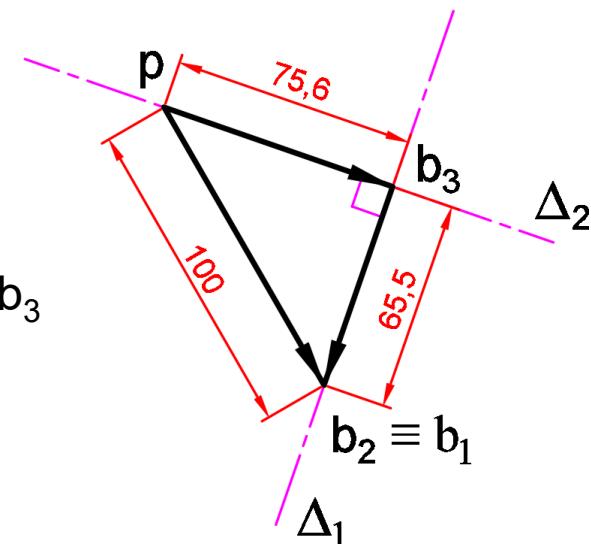
❖ Minh họa phương pháp giải VD 2.3:

• Xác định các vận tốc từ họa đồ:

✓ Vận tốc tương đối của B_2 so với B_3 : Dùng thước đo $b_2 b_3$

$$v_{B2/B3} = b_3 b_2 \cdot \mu_v = 65,5 \cdot 0,1 = 6,55 \text{ (m/s)}$$

(Phương, chiều như trên họa đồ)



✓ Vận tốc của điểm B_3 : Dùng thước đo $p b_3$

$$v_{B3} = p b_3 \cdot \mu_v = 75,6 \cdot 0,1 = 7,56 \text{ (m/s)}$$

(Phương, chiều như trên họa đồ)

✓ Vận tốc góc của khâu 3: $\omega_3 = \frac{v_{B3}}{L_{BC}} = \frac{7,56}{\sqrt{7}} = 2,86 \text{ rad/s}$

(Có chiều quay thuận theo chiều của v_{B3} , có nghĩa là quay cùng chiều kim đồng hồ)

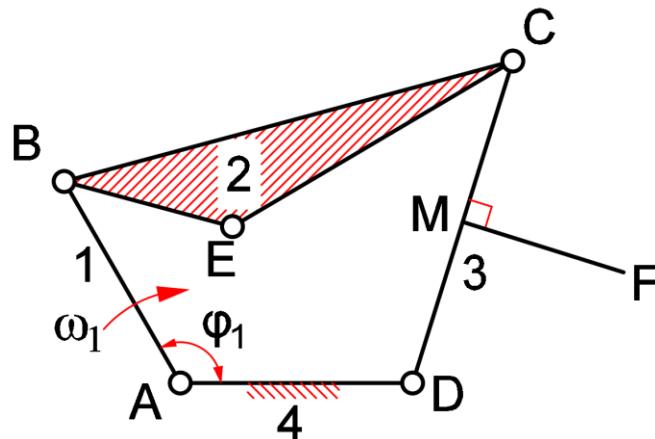
✓ Vận tốc góc của khâu 2: $\vec{\omega}_2 \equiv \vec{\omega}_3$

2.3. Bài toán gia tốc

- ❖ **Số liệu cho trước:** Lược đồ động của cơ cấu, khâu dẫn và quy luật vận tốc của khâu dẫn, quy luật gia tốc của khâu dẫn.
- ❖ **Yêu cầu:** Xác định gia tốc của các khâu thuộc cơ cấu tại một vị trí cho trước.
- ❖ **Phương pháp giải:**
 - Sử dụng phương pháp họa đồ hoặc phương pháp giải tích
 - **Gia tốc của 1 khâu được xác định khi:** Hoặc biết gia tốc góc của khâu và gia tốc dài của 1 điểm thuộc khâu, hoặc biết gia tốc dài của 2 điểm thuộc khâu.
 - Luôn luôn phải giải bài toán vận tốc trước bài toán gia tốc
 - **Định lý đồng dạng thuận:**
 - ✓ Hình nối các điểm trên cùng một khâu đồng dạng thuận với hình nối mút các vectơ **gia tốc tuyệt đối** của các điểm đó trên họa đồ gia tốc.
 - ✓ Định lý đồng dạng thuận được áp dụng để xác định gia tốc của một điểm bất kỳ trên một khâu khi đã biết gia tốc hai điểm khác nhau thuộc khâu đó.

2.3. Bài toán gia tốc

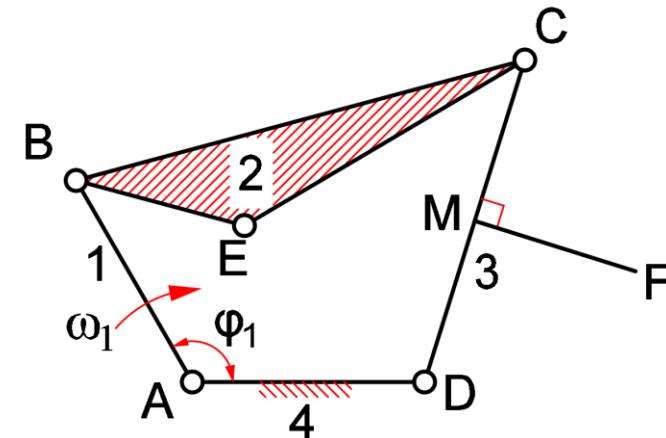
❖ **Ví dụ 2.4:** Cho trước lược đồ động của cơ cấu 4 khâu bǎn lề $ABCD$. Khâu dẫn AB quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 10 \text{ rad/s}$. Cho kích thước các khâu: $L_{AB} = L_{AD} = 1 \text{ m}$, $L_{BC} = 2 \text{ m}$, $L_{BE} = 0,5 \text{ m}$, $L_{CD} = 1,45 \text{ m}$, $L_{MF} = 0,5L_{CD}$, $\widehat{CBE} = 30^\circ$, $\widehat{ABC} = 75^\circ$. Hãy xác định gia tốc của tất cả các khâu của cơ cấu, gia tốc của điểm E và điểm F tại vị trí khâu dẫn hợp với phương ngang 1 góc $\varphi_1 = 120^\circ$.



2.3. Bài toán gia tốc

❖ Bài giải VD 2.4:

- Bài toán vận tốc đã giải xong ở ví dụ 2.2.
- Do gia tốc của 1 khâu xác định nếu biết gia tốc dài của 2 điểm thuộc khâu hoặc vận tốc góc, gia tốc góc khâu và gia tốc dài của 1 điểm thuộc khâu đó nên ở đây ta chỉ cần xác định gia tốc của điểm C.
- Phương trình véc tơ gia tốc:** $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{C/B}$



$$\begin{array}{ccccccccc}
 \vec{a}_C^n & + & \vec{a}_C^t & = & \vec{a}_B^n & + & \vec{a}_B^t & + & \vec{a}_{C/B}^n & + & \vec{a}_{C/B}^t \\
 \text{Phương} & // CD & \perp CD & & // AB & - & & // BC & \perp BC \\
 \text{Chiều} & C \rightarrow D & ? & & B \rightarrow A & - & & C \rightarrow B & ? \\
 \text{Độ lớn} & \omega_3^2 L_{CD} & \varepsilon_3 L_{CD} & & \omega_1^2 L_{AB} & 0 & & \omega_2^2 L_{BC} & \varepsilon_2 L_{BC}
 \end{array}$$

2.3. Bài toán gia tốc

❖ Bài giải VD 2.4:

- Độ lớn các gia tốc đã biết:

$$a_B^n = \omega_1^2 L_{AB} = 10^2 \cdot 1 = 100 \text{ m/s}^2$$

$a_B^t = \varepsilon_1 L_{AB} = 0 \cdot 1 = 0 \text{ m/s}^2$ (Khâu 1 quay đều nên gia tốc góc bằng 0)

$$a_{C/B}^n = \omega_2^2 L_{BC} = 4,35^2 \cdot 2 = 37,85 \text{ m/s}^2$$

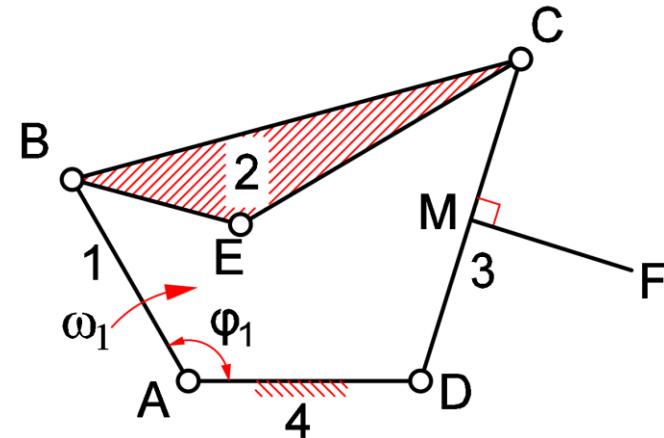
$$a_C^n = \omega_3^2 L_{CD} = 7,88^2 \cdot 1,45 = 90,04 \text{ m/s}^2$$

- Họa đồ véc tơ gia tốc:

✓ Chọn tỷ lệ xích: $\mu_a = \frac{a_B}{\pi b'} = \frac{100}{200} = 0,5 \left(\frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}} \right)$

✓ Chọn điểm π làm gốc. Từ π vẽ $\overrightarrow{\pi b'} \parallel AB$ biểu diễn $\overrightarrow{a_B^n}$

✓ Qua b' vẽ $\overrightarrow{b' n_{CB}} \parallel BC$ để biểu diễn $\overrightarrow{a_{C/B}^n}$

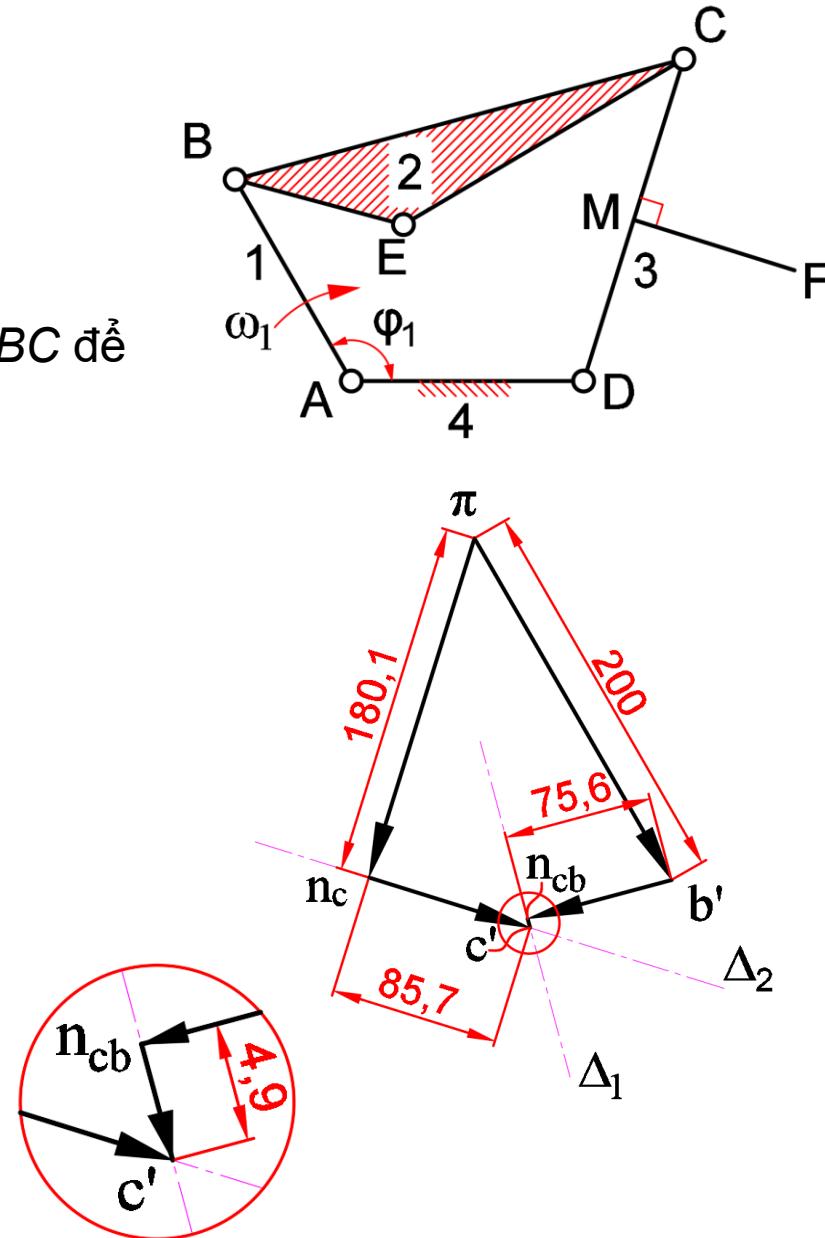


2.3. Bài toán gia tốc

❖ Bài giải VD 2.4:

• Họa đồ véc tơ gia tốc (tiếp):

- ✓ Qua n_{CB} vẽ đường thẳng Δ_1 vuông góc với BC để biểu diễn $\vec{a}_{C/B}^t$
- ✓ Trở về π vẽ $\pi n_c \parallel CD$ để biểu diễn \vec{a}_c^n
- ✓ Qua n_c vẽ đường thẳng Δ_2 vuông góc với CD để biểu diễn \vec{a}_c^t
- ✓ Hai đường Δ_1 và Δ_2 gắp nhau tại c'
- ✓ Suy ra πn_c biểu diễn \vec{a}_c^n , $n_c c'$ biểu diễn \vec{a}_c^t , $n_{cb} c'$ biểu diễn $\vec{a}_{C/B}^t$,



2.3. Bài toán gia tốc

❖ Bài giải VD 2.4:

• Họa đồ véc tơ gia tốc (tiếp):

- ✓ Để tìm các gia tốc của điểm E thuộc khâu 2 và điểm F thuộc khâu 3 ta áp dụng định lý đồng dạng thuận. ΔBEC đồng dạng với $\Delta b'e'c'$, véc tơ $\overrightarrow{\pi e'}$ biểu diễn gia tốc $\overrightarrow{a_e}$. ΔDFC đồng dạng với $\Delta \pi f'c'$, véc tơ $\overrightarrow{\pi f'}$ biểu diễn gia tốc $\overrightarrow{a_f}$.

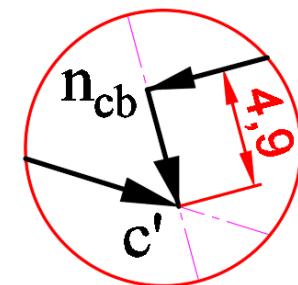
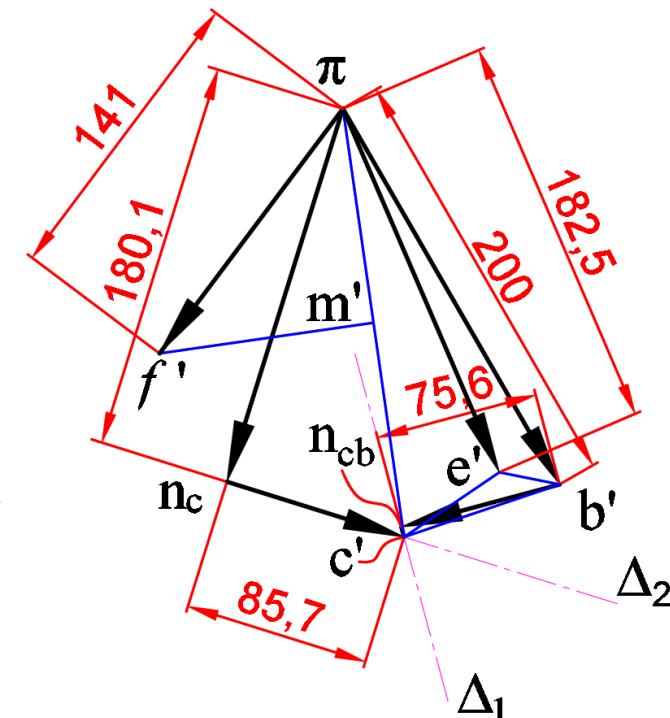
• Xác định các gia tốc từ họa đồ:

- ✓ Gia tốc tiếp tuyến của C so với B :

$$a_{C/B}^t = n_{cb} c' \cdot \mu_a = 4,9 \cdot 0,5 = 2,45 \text{ m/s}^2$$

- ✓ Gia tốc góc của khâu 2:

$$\varepsilon_2 = \frac{a_{C/B}^t}{L_{BC}} = \frac{2,45}{2} = 1,225 \text{ rad/s}^2 \quad (\text{Quay cùng chiều kim đồng hồ})$$



2.3. Bài toán gia tốc

❖ Bài giải VD 2.4:

• Xác định các gia tốc từ họa đồ (tiếp):

✓ Gia tốc tiếp tuyến của C thuộc khâu 3

$$a_C^t = n_c c' \cdot \mu_a = 85,7 \cdot 0,5 = 42,85 \text{ m/s}^2$$

✓ Gia tốc góc của khâu 3:

$$\varepsilon_3 = \frac{a_C^t}{L_{CD}} = \frac{42,85}{1,45} = 29,55 \text{ rad/s}^2$$

(Quay cùng chiều kim đồng hồ)

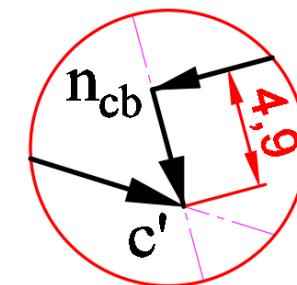
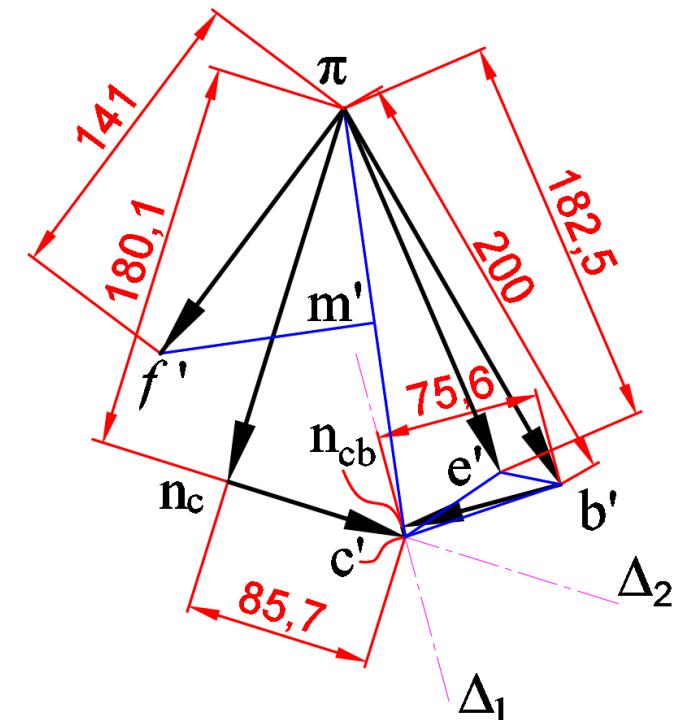
✓ Gia tốc của điểm E thuộc khâu 2

$$a_E = \pi e' \cdot \mu_a = 182,5 \cdot 0,5 = 91,25 \text{ m/s}^2$$

✓ Gia tốc của điểm F thuộc khâu 3

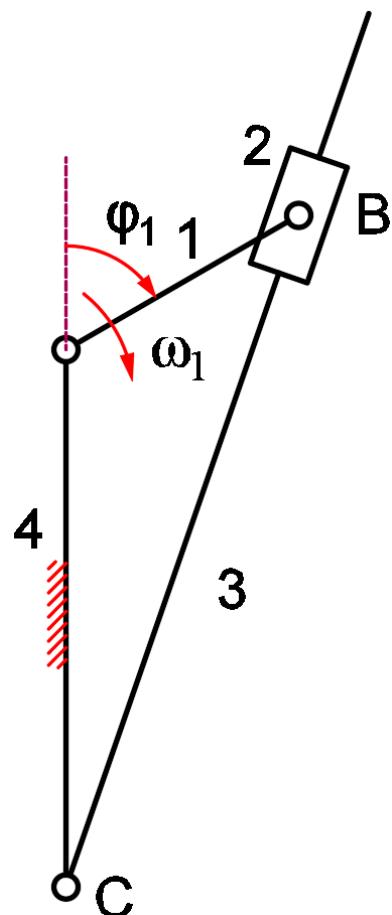
$$a_F = \pi f' \cdot \mu_a = 141 \cdot 0,5 = 70,5 \text{ m/s}^2$$

Lưu ý: Chiều của các véc tơ gia tốc dài như thể hiện trên họa đồ gia tốc.



2.3. Bài toán gia tốc

❖ **Ví dụ 2.5:** Cho cơ cấu Culit có độ dài các khâu $L_{AB} = 1$ m, $L_{AC} = 2$ m đã biết. Khâu dẫn 1 quay đều với vận tốc góc $\omega_1 = 10$ rad/s. Hãy xác định vận tốc của tất cả các khâu của cơ cấu tại vị trí khâu dẫn 1 có góc quay xác định $\varphi_1 = 60^\circ$



2.3. Bài toán gia tốc

❖ Minh họa phương pháp giải ví dụ 2.5:

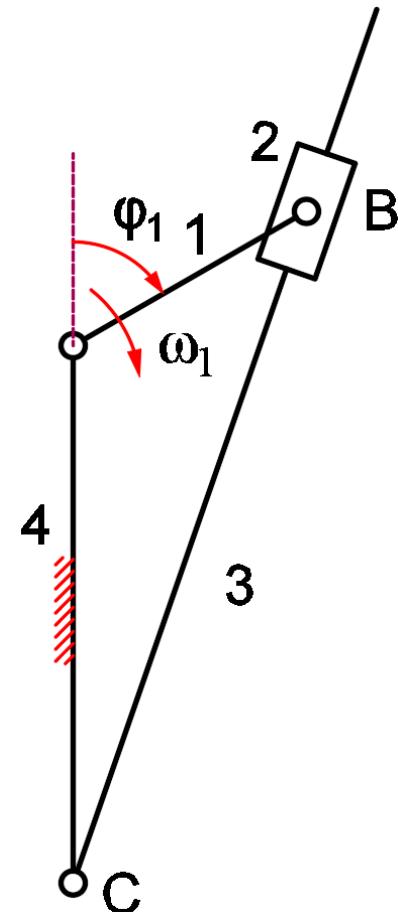
- Giả sử bài toán vận tốc đã giải xong ở ví dụ 2.3.
- Khâu 2 và 1 nối nhau bằng khớp quay nên: $\vec{a}_{B2} = \vec{a}_{B1}$
- Khâu 3 và khâu 2 nối nhau bằng khớp trượt nên:

$$\vec{\omega}_3 = \vec{\omega}_2 \quad \text{và} \quad \vec{\varepsilon}_3 = \vec{\varepsilon}_2 \quad .$$

• Phương trình véc tơ gia tốc:

$$\vec{a}_{B2} = \vec{a}_{B3} + \vec{a}_{B2/B3}^c + \vec{a}_{B2/B3}^r$$

Vì $\vec{a}_{B2} = \vec{a}_{B1} = \vec{a}_{B1}^n + \vec{a}_{B1}^t$ nên:



$$\vec{a}_{B1}^n + \vec{a}_{B1}^t = \vec{a}_{B3}^n + \vec{a}_{B3}^t + \vec{a}_{B2/B3}^c + \vec{a}_{B2/B3}^r$$

| | | | | | | |
|--------|----------|-----|----------|------------|------------|----------|
| Phương | $/ / AB$ | $-$ | $/ / BC$ | $\perp BC$ | $\perp BC$ | $/ / BC$ |
|--------|----------|-----|----------|------------|------------|----------|

| | | | | | | |
|-------|-------------------|-----|-------------------|-----|------------|-----|
| Chiều | $B \rightarrow A$ | $-$ | $B \rightarrow C$ | $?$ | \searrow | $?$ |
|-------|-------------------|-----|-------------------|-----|------------|-----|

| | | | | | | |
|--------|---------------------|-----|---------------------|------------------------|-----------------------|-----|
| Độ lớn | $\omega_1^2 L_{AB}$ | 0 | $\omega_3^2 L_{AB}$ | $\varepsilon_3 L_{BC}$ | $2\omega_3 v_{B2/B3}$ | $?$ |
|--------|---------------------|-----|---------------------|------------------------|-----------------------|-----|

2.3. Bài toán gia tốc

❖ Minh họa phương pháp giải ví dụ 2.5:

- **Tính độ lớn các gia tốc:**

✓ Gia tốc pháp tuyến của B thuộc khâu 1:

$$a_{B1}^n = \omega_1^2 L_{AB} = 10^2 \cdot 1 = 100 \text{ m/s}^2$$

✓ Gia tốc tiếp tuyến của B thuộc khâu 1:

$$a_{B1}^t = \varepsilon_1 L_{AB} = 0 \quad (\text{Khâu 1 quay đều nên } \varepsilon_1 = 0)$$

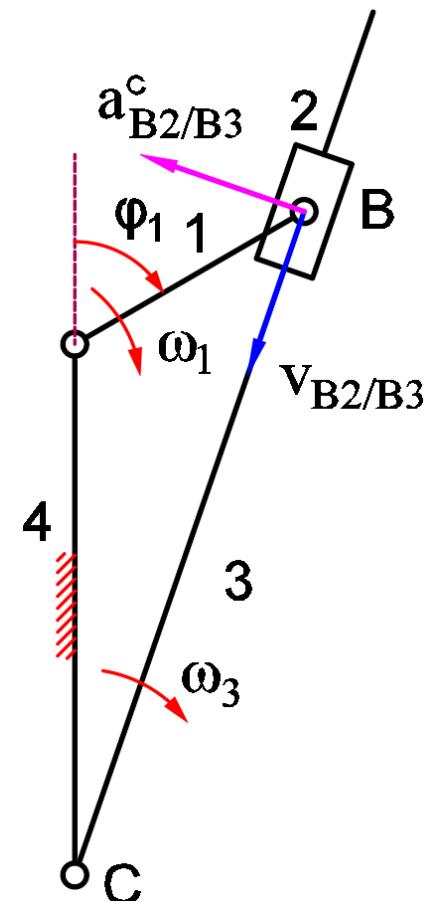
✓ Gia tốc pháp tuyến của B thuộc khâu 3:

$$a_{B3}^n = \omega_3^2 L_{BC} = 2,86^2 \cdot \sqrt{7} = 21,6 \text{ m/s}^2$$

✓ Gia tốc Coriolis:

$$a_{B2/B3}^c = 2\omega_3 v_{B2/B3} = 2 \cdot 2,86 \cdot 6,55 = 37,47 \text{ m/s}^2$$

(Chiều của gia tốc Coriolis được xác định bằng cách quay véc tơ vận tốc $\overrightarrow{v_{B2/B3}}$ đi 1 góc 90° theo chiều quay của ω_3)

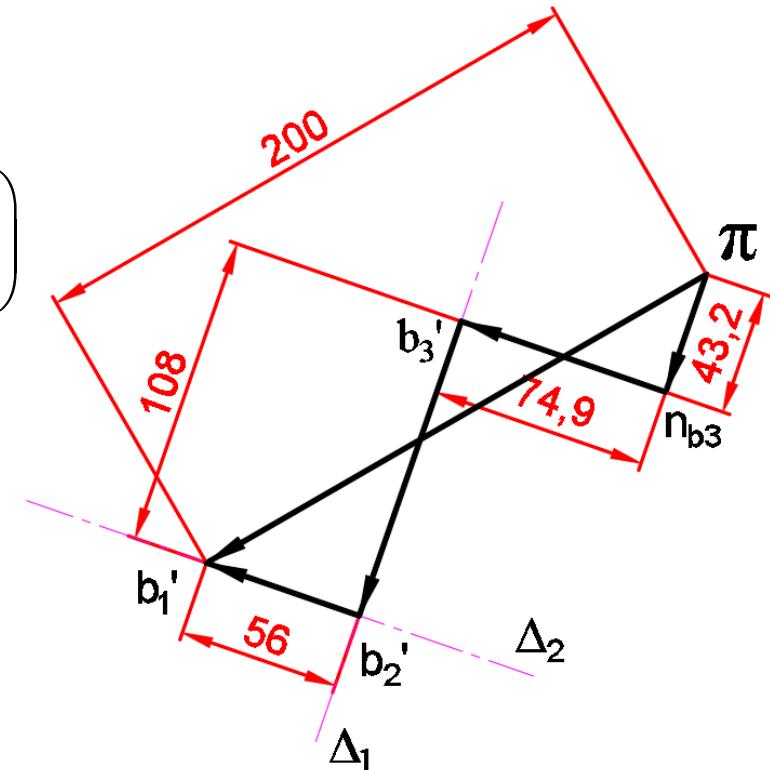


2.3. Bài toán gia tốc

❖ Minh họa phương pháp giải ví dụ 2.5:

- **Họa đồ véc tơ gia tốc:**

- ✓ Chọn tỷ lệ xích: $\mu_a = \frac{a_{B1}^n}{n_{b1}} = \frac{100}{200} = 0,5 \left(\frac{\text{m/s}^2}{\text{mm}} \right)$
- ✓ Chọn điểm π làm gốc. Từ π vẽ $\pi n_{b3} \parallel BC$ biểu diễn $\overrightarrow{a_{B3}^n}$
- ✓ Qua n_{b3} vẽ $n_{b3} b'_3$ vuông góc với BC để biểu diễn $a_{B2/B3}^C$
- ✓ Qua b'_3 vẽ đường thẳng $\Delta_1 \parallel BC$ để biểu diễn phương của $\overrightarrow{a_{B2/B3}^r}$
- ✓ Trở về gốc π . Vẽ $\pi b'_1 \parallel AB$ biểu diễn $\overrightarrow{a_{B1}^n}$
- ✓ Qua b'_1 vẽ đường thẳng Δ_2 vuông góc với BC để biểu diễn phương của $\overrightarrow{a_{B3}^t}$
- ✓ Suy ra $\overrightarrow{b'_3 b'_2}$ biểu diễn gia tốc $\overrightarrow{a_{B2/B3}^r}$; $\overrightarrow{b'_2 b'_1}$ biểu diễn gia tốc $\overrightarrow{a_{B3}^t}$



2.3. Bài toán gia tốc

❖ Minh họa phương pháp giải ví dụ 2.5:

- **Xác định gia tốc từ họa đồ:**

✓ Gia tốc tương đối của B_2 so với B_3 :

$$a_{B2/B3}^r = b'_3 b'_2 \cdot \mu_a = 108 \cdot 0,5 = 54 \text{ m/s}^2$$

✓ Gia tốc tiếp tuyến của điểm B_3 :

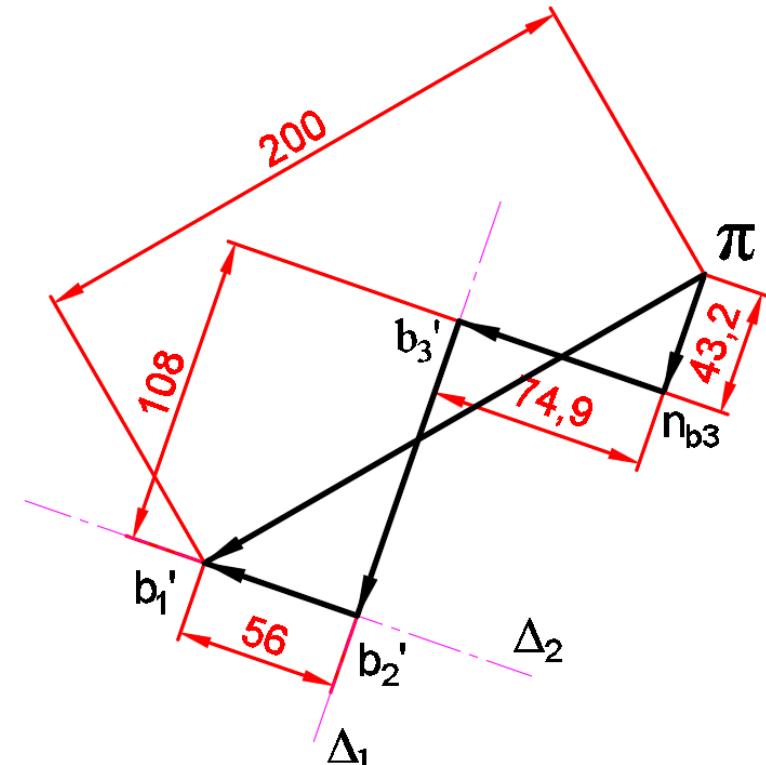
$$a_{B3}^t = b'_2 b'_1 \cdot \mu_a = 56 \cdot 0,5 = 28 \text{ m/s}^2$$

✓ Gia tốc góc của khâu 3:

$$\varepsilon_3 = \frac{a_{B3}^t}{L_{BC}} = \frac{28}{\sqrt{7}} = 4\sqrt{7} \text{ rad/s}^2$$

(Quay ngược chiều kim đồng hồ)

✓ Gia tốc góc của khâu 2: $\vec{\varepsilon}_2 \equiv \vec{\varepsilon}_3$



Lưu ý: Chiều của các gia tốc dài như được thể hiện trên họa đồ.