

BÀI TẬP TỰ GIẢI

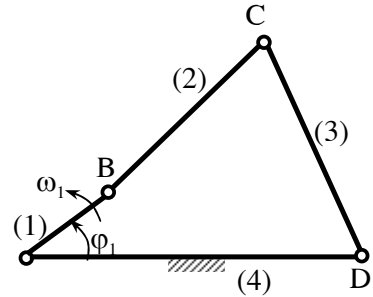
MÔN CƠ HỌC ỨNG DỤNG

Phần I. Cơ học vật rắn tuyệt đối

Bài 1.1 Cho cơ cấu bốn khâu bản lề với các chiều dài

$$AB = \frac{1}{3}BC = \frac{1}{3}CD = \frac{1}{4}AD = a; \quad \omega_1 = 100s^{-1}.$$

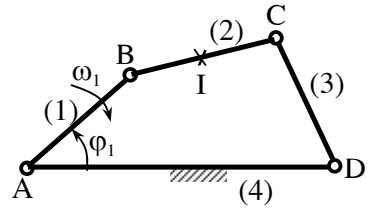
1. Xét điều kiện quay toàn vòng của khâu (1) và (3).
2. Xác định ω_2 và ω_3 khi $\varphi_1 = 0^\circ, 180^\circ$ và khi khâu (1) và (2) đuổi thẳng.



Hình 1.1

Bài 1.2 Cho cơ cấu bốn khâu bản lề phẳng với các chiều dài $AB = BC = CD = \frac{1}{2}AD = a; \quad \omega_1 = 60s^{-1}.$

1. Xét điều kiện quay toàn vòng của khâu (1) và (3).
2. Xác định ω_3 khi $\varphi_1 = 0^\circ, 60^\circ$.
3. Khi khâu (1) và (2) đuổi thẳng hãy xác định \vec{v}_I (I là trung điểm khâu 2).



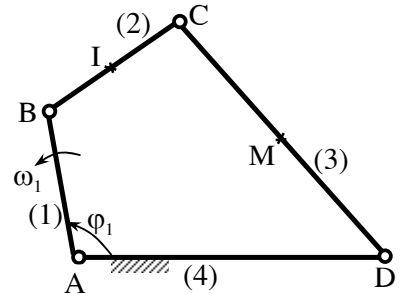
Hình 1.2

Bài 1.3 Cho cơ cấu bốn khâu bản lề phẳng như hình 1.3,

với các chiều dài $AB = BC = \frac{1}{\sqrt{3}}CD = \frac{1}{\sqrt{3}}DA = a;$

$$n_1 = 120 \text{ vg/ph.}$$

1. Xác định ω_2 và ω_3 khi $\varphi_1 = 90^\circ$.
2. Xác định tỷ số $i_{13} = \frac{\omega_1}{\omega_3}$ khi $\varphi_1 = 180^\circ$.
3. Xác định \vec{v}_I và \vec{v}_M khi $\varphi_1 = 90^\circ$ (I là trung điểm của BC, M là trung điểm của CD).

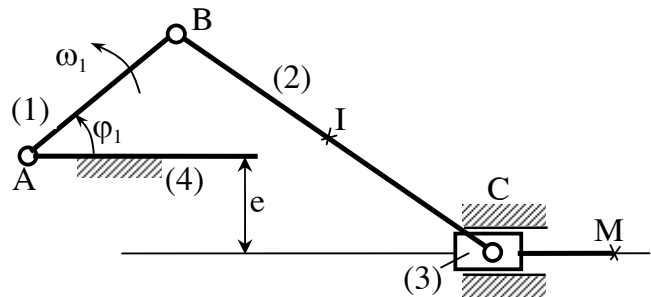


Hình 1.3

Bài 1.4 Cho cơ cấu tay quay con trượt như hình 1.4. Cho biết $AB = a; BC = 2a;$

$$e = \begin{cases} 0 \\ a/2 \end{cases}; \quad \omega = 100s^{-1}.$$

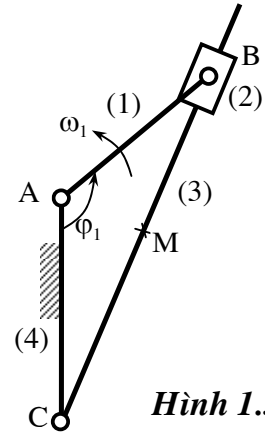
1. Khâu (1) có quay được toàn vòng hay không?
2. Xác định hành trình của khâu (3).
3. Xác định $i_{31} = \frac{v_3}{\omega_1}$ khi góc $\varphi_1 = 90^\circ$.
4. Xác định \vec{v}_3 khi $\varphi_1 = 270^\circ$ và \vec{v}_I khi $\varphi_1 = 0^\circ$ (I là trung điểm của BC)



Hình 1.4

Bài 1.5 Cho cơ cấu culít như hình 1.5. Biết $AB = a$; $AC = a\sqrt{3}$, $CM = a$; $\omega = 90 \text{ s}^{-1}$.

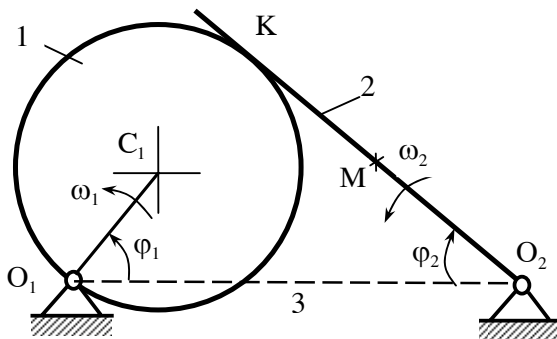
1. Xác định góc lắc ψ của khâu (3) và quãng đường M đi được khi AB quay được 2 vòng.
2. Xác định ω_3 khi $\varphi_1 = 0^\circ, 90^\circ$.
3. Xác định \vec{v}_M khi $\varphi_1 = 180^\circ$.



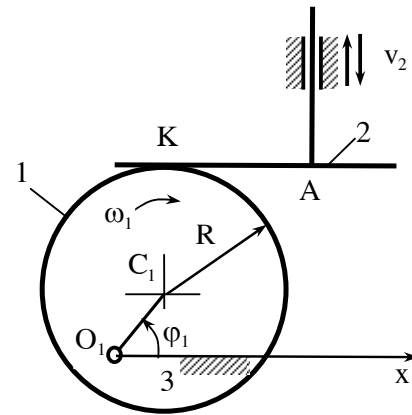
Hình 1.5

Bài 1.6 Cho cơ cấu cam cần đẩy đẩy bằng như hình 1.6. Cam là một đĩa tròn (C_1, R) quay lệch tâm với tâm sai $e = R = O_1C_1$, khoảng cách tâm $O_1O_2 = 4R$.

1. Xác định góc lắc φ_2 của cần lắc đẩy bằng (2).
2. Xác định ω_2 khi $\varphi_1 = 0^\circ, 180^\circ$.



Hình 1.6



Hình 1.7

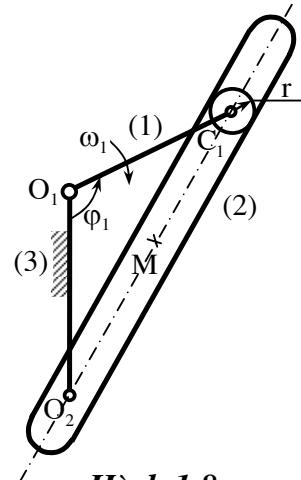
Bài 1.7 Cho cơ cấu cam như hình 1.7. Cam là một

đĩa tròn (C_1, R) quay lệch tâm với tâm sai $e = \frac{2}{3}R = O_1C_1$.

1. Hãy gọi tên cơ cấu cam đã cho và xác định \vec{v}_A (A nằm trên khâu (2)) theo ω_1 và φ_1 .
2. Xác định quãng đường của điểm A khi cam quay được 2 vòng.

Bài 1.8 Cho cơ cấu cam cần lắc. Cam là thanh O_1C_1 gắn chặt vào đĩa tròn (C_1, r). Cần (2) là một thanh có rãnh rộng $2r$ để đĩa tròn trượt trong đó. Biết $O_1C_1 = O_1O_2 = 6R$; $O_2M = 3R$;

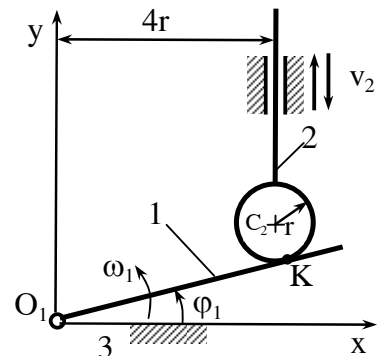
1. Xác định quãng đường M (thuộc cần) đi được khi cam quay được 1 vòng.
2. Xác định vận tốc của điểm M khi $\varphi_1 = 90^\circ$.



Hình 1.8

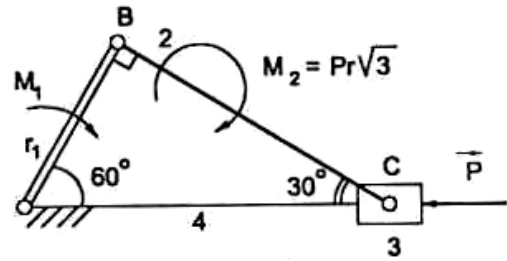
Bài 1.9 Cho cơ cấu cam như hình 1.9. Cam là một thanh thẳng quay quanh O, cần đẩy là một đĩa tròn (C_2, r).

1. Xác định quãng đường cần đi được khi cam rời vị trí $\varphi_1 = 0^\circ$ đến $\varphi_1 = 30^\circ$.
2. Xác định \vec{v}_2 của cần ở hai vị trí trên.



Hình 1.9

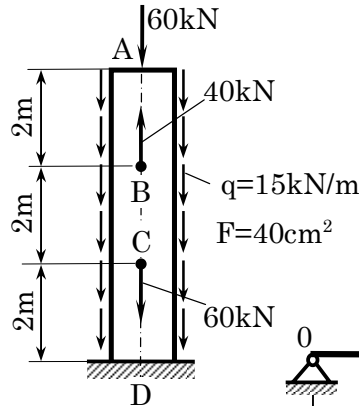
Bài 1.10 Cho cơ cấu tay quay con trượt ở trạng thái cân bằng dưới tác dụng của các lực và ngẫu lực, như trên hình 1.10. Xác định phản lực liên kết ở các khớp động A, B, C và mômen của ngẫu lực phát động M_1 . Bỏ qua ma sát ở các khớp động.



Hình 1.10

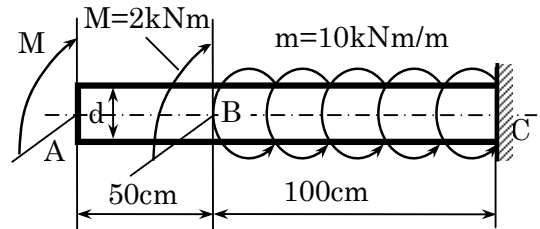
Phần II. Cơ học vật rắn biến dạng

Bài 2.1 Vẽ biểu đồ lực dọc của thanh chịu lực như hình 2.1.



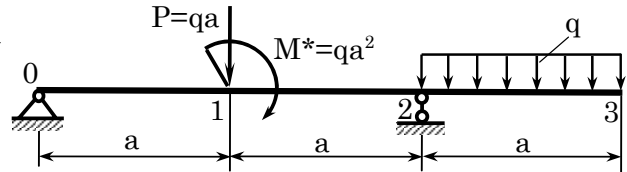
Hình 2.1

Bài 2.2 Vẽ biểu đồ mômen xoắn của thanh chịu lực như hình 2.2.



Hình 2.2

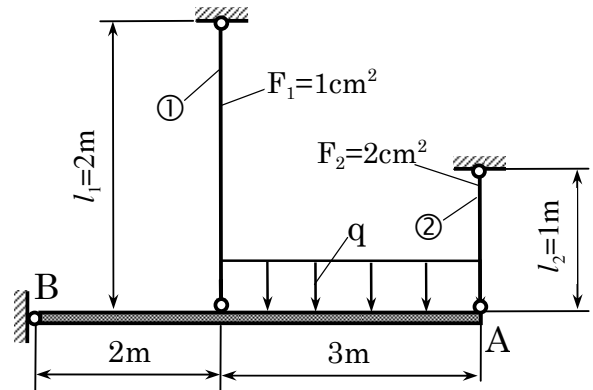
Bài 2.3 Vẽ biểu đồ lực cắt và mômen uốn của dầm chịu lực như hình 2.3.



Hình 2.3

Bài 2.4 Cho một hệ treo liên kết và chịu lực như hình 2.4. Hãy xác định lực cho phép $[q]$ tác dụng lên hệ theo hai điều kiện sau:

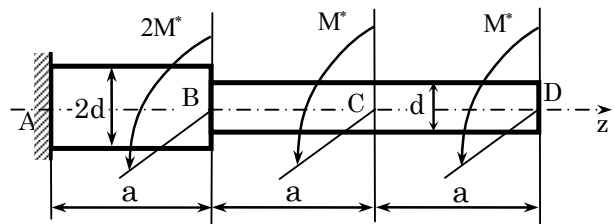
- 1) Điều kiện bền của thanh 1 và 2 với $[\sigma] = 16\text{kN/cm}^2$.
- 2) Theo điều kiện cứng: chuyển vị thẳng đứng của điểm A: $\Delta_A \leq 1,5\text{ cm}$. Biết các thanh AB, DE là tuyệt đối cứng, cho $E = 2 \cdot 10^4\text{ kN/cm}^2$.



Hình 2.4

Bài 2.5 Cho một trục chịu xoắn như hình 2.5.

- 1) Hãy vẽ biểu đồ mômen xoắn M_z và ứng suất tiếp lớn nhất τ_{\max} dọc theo trục z .
- 2) Xác định giá trị của M^* để trục làm việc an toàn về bền và cứng, biết $[\tau] = 10\text{kN/cm}^2$; $[\theta] = 2^\circ$; $d = 6\text{ cm}$; $G = 8 \cdot 10^3\text{ kN/cm}^2$; $a = 50\text{ cm}$.
- 3) Tính góc xoắn của mặt cắt D so với mặt cắt A.



Hình 2.5

Bài 2.6 Cho một dầm có liên kết và chịu lực như hình 2.6. Thanh gãy khúc CIK tuyệt đối cứng. Biết E , a , h , b , $[\sigma]$.

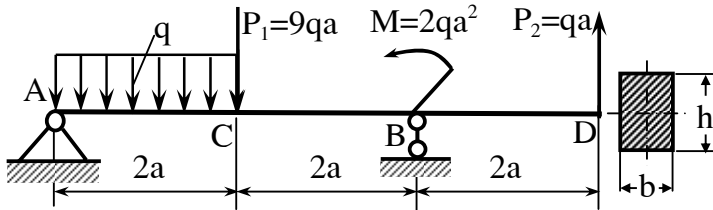
1. Vẽ biểu đồ lực cắt và mômen uốn.

2. Xác định tải trọng cho phép $[q]$, bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt.
3. Tính độ võng và góc xoay tại C.

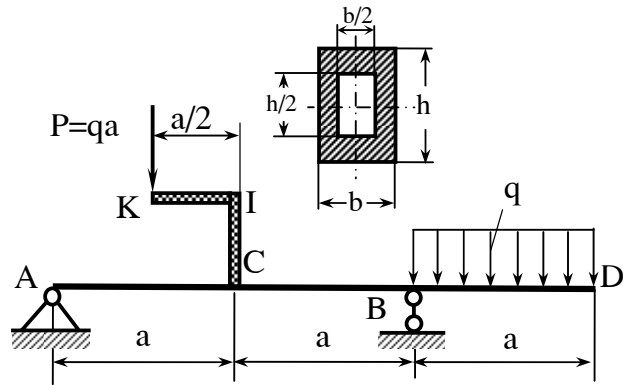
Bài 2.7 Cho một dầm có mặt cắt ngang, liên kết và chịu lực như hình 2.7.

Biết a (cm); q ($\frac{\text{kN}}{\text{m}}$); $b = \frac{a}{40}$; $h = \frac{a}{40}$.

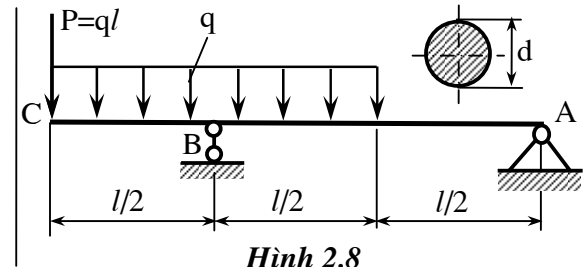
1. Vẽ biểu đồ lực cắt Q_y và mômen uốn M_x .
2. Tính giá trị ứng suất pháp lớn nhất trong dầm: $\max |\sigma_z|$ (N/cm^2).
3. Tính độ võng tại C và tại D, biết E.



Hình 2.7



Hình 2.6



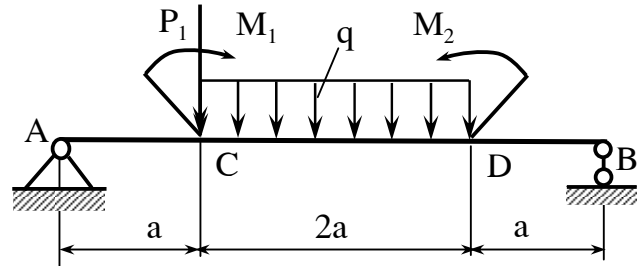
Hình 2.8

Bài 2.8 Cho một dầm có liên kết và chịu lực như hình 2.8.

1. Vẽ biểu đồ lực cắt Q_y và mômen uốn M_x .
2. Xác định d , biết l , q và $[\sigma]$. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt.
3. Tính độ võng và góc xoay tại C do P gây ra, biết $EJ_x = \text{const}$.

Bài 2.9 Cho một dầm liên kết và chịu lực như hình 2.9. Biết $P_1 = 5qa$; $M_1 = 5qa^2$; $M_2 = 2qa^2$.

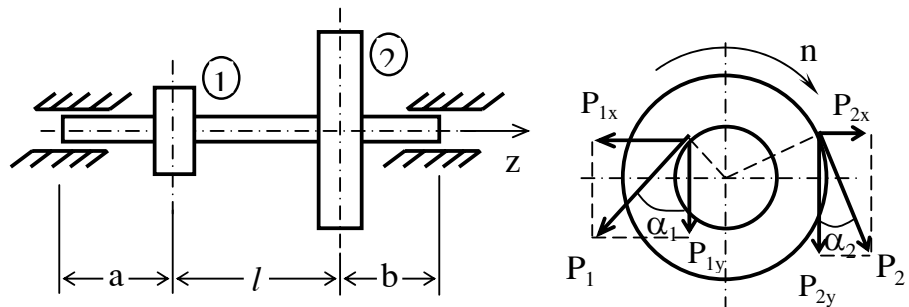
1. Vẽ biểu đồ lực cắt Q_y và mômen uốn M_x .
2. Tính giá trị ứng suất pháp lớn nhất trong dầm: $\max |\sigma_z|$, biết $W_x = 8a^3 \cdot 10^{-4}$.
3. Tính độ võng tại C và góc xoay tại D. Cho biết EJ_x .



Hình 2.9

Bài 2.10 Trục có hai bánh răng, bán kính

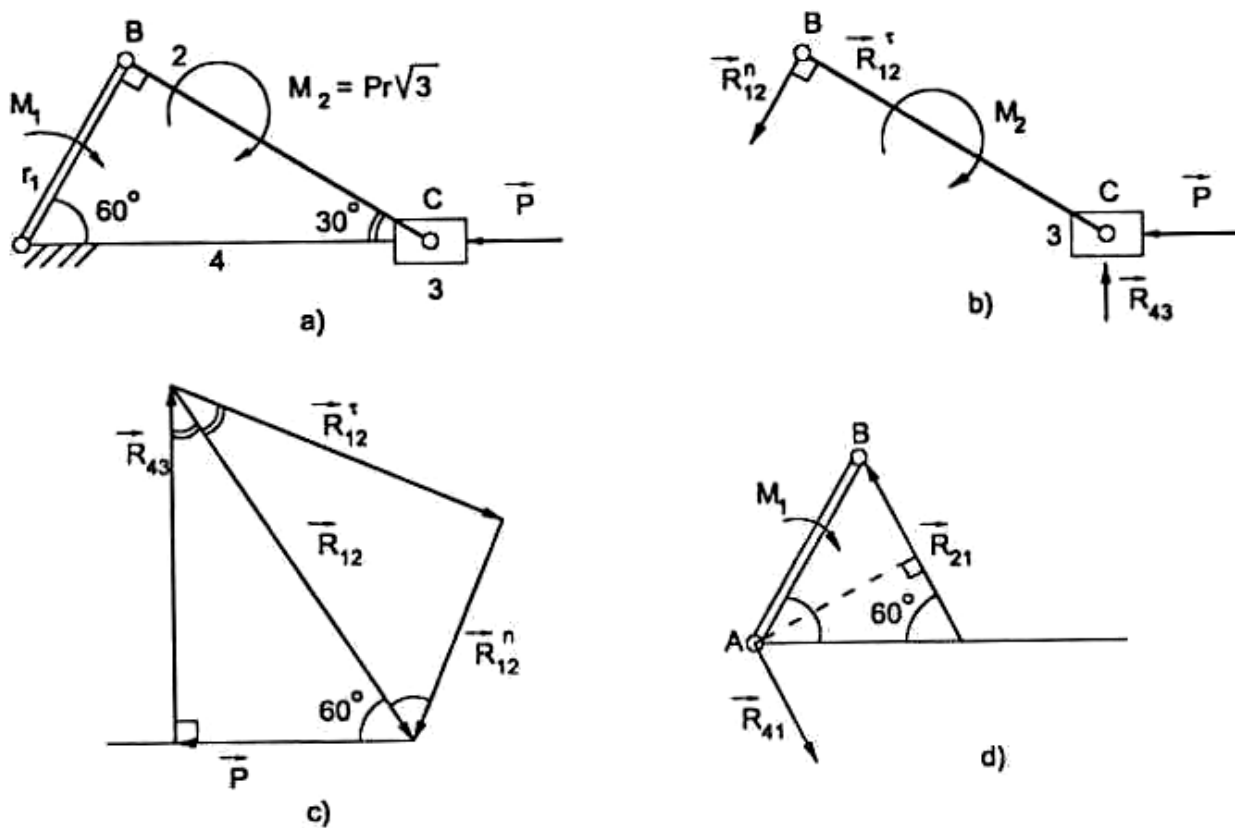
$r_1 = 6 \text{ cm}$; $r_2 = 12 \text{ cm}$. Lực theo phương tiếp tuyến của chúng tương ứng là P_1, P_2 . Góc giữa các lực này với phương thẳng đứng y là $\alpha_1 = 45^\circ$, $\alpha_2 = 30^\circ$. Chiều dài của đoạn trục $a = 10 \text{ cm}$; $b = 15 \text{ cm}$; $l = 25 \text{ cm}$. Trục có số vòng quay $n = 1000 \text{ vg/ph}$; công suất truyền tải của trục $N = 600 \text{ kW}$. Xác định đường kính trục theo thuyết bền USTLN. Biết $[\sigma] = 12 \text{ kN/cm}^2$.



Hình 2.10

HƯỚNG DẪN GIẢI

Bài 1.10: Cho cơ cấu tay quay con trượt ở trạng thái cân bằng dưới tác dụng của các lực và ngẫu lực, như trên hình 5-7. Xác định phản lực liên kết ở các khớp động A, B, C và mômen của ngẫu lực phát động M_1 . Bỏ qua ma sát ở các khớp động.



Hình 5-7

Bài giải

⇒ Cơ cấu tay quay con trượt có một bậc tự do.

⇒ Để xác định phản lực liên kết ta phải tách ra từ cơ cấu nhóm tĩnh định (2, 3) không chứa khâu phát động (1). Phản lực liên kết \vec{R}_{12} tại B (từ khâu 1 tác dụng lên khâu 2) được phân thành hai thành phần: \vec{R}_{12}^τ và \vec{R}_{12}^n , phản lực liên kết \vec{R}_{43} tại C (từ khâu 4 tác dụng lên khâu 3).

⇒ Từ điều kiện cân bằng nhóm tĩnh định:

$$\vec{M}_C = 0 \Rightarrow R_{12}^n BC - M_2 = 0 \Rightarrow R_{12}^n = \frac{M_2}{BC} = P$$

⇒ Chiều của \vec{R}_{12}^n như chiều giả thiết trên hình 5-7b.

$$\vec{R} = 0 \Rightarrow \vec{R} + \vec{R}_{43} + \vec{R}_{12}^\tau + \vec{R}_{12}^n = 0$$

⇒ Có thể tìm các ản \vec{R}_{43} và \vec{R}_{12}^r bằng cách lập phương trình hình chiếu trên phương \vec{P} và \vec{R}_{43} hoặc dựng đa giác lực. Ở đây ta giải theo cách dựng đa giác lực (hình 5-7c). Từ đó ta có:

$$R_{43} = R_{12}^r = P\sqrt{3}$$

$$R_{12} = \sqrt{(R_{12}^n)^2 + (R_{12}^r)^2} = 2P$$

⇒ Phản lực liên kết \vec{R}_{12} làm với phương AC góc 60° . Sau khi xác định được \vec{R}_{12} , dễ dàng tìm được lực liên kết tại khớp quay C: \vec{R}_{32} (từ khâu 3 tác dụng lên khâu 2) đối xong với \vec{R}_{12} (theo điều kiện cân bằng của khâu 2) còn $\vec{R}_{23} = -\vec{R}_{32}$.

⇒ Xét ngẫu lực M_1 và phản lực liên kết trên khâu phát động 1. Phản lực liên kết của khâu 2 đối với khâu 1: $\vec{R}_{21} = -\vec{R}_{12}$.

⇒ Từ điều kiện cân bằng của khâu 1, ta có:

$$\vec{M}_1 = \vec{M}_A(\vec{R}_{21}) \Rightarrow M_1 = R_{21}r \cos 30^\circ = Pr\sqrt{3}$$

⇒ Phản lực liên kết của giá 4 đối với khâu 1: $\vec{R}_{41} = -\vec{R}_{21} \Rightarrow R_{41} = P$

⇒ *Chú ý*: Có thể xác định mômen M_1 theo nguyên lý di chuyển khả dĩ như sau

- Tưởng tượng cho khâu 1 di chuyển khả dĩ $\delta\varphi_1$, vì cơ cấu có 1 bậc tự do nên các di chuyển khả dĩ $\delta\varphi_2$ của khâu 2 (quay quanh tâm vận tốc tức thời P_{24}) và δs_3 của con trượt 3, xác định phụ thuộc $\delta\varphi_1$. Theo nguyên lý di chuyển khả dĩ:

$$\vec{M}_1\delta\vec{\varphi}_1 + \vec{M}_2\delta\vec{\varphi}_2 + \vec{P}\delta\vec{s}_3 = 0 \text{ hay } M_1\delta\varphi_1 - M_2\delta\varphi_2 - P\delta s_3 = 0$$

Từ đó ta có:
$$M_1 = M_2 \frac{\delta\varphi_2}{\delta\varphi_1} + P \frac{\delta s_3}{\delta\varphi_1}$$

Chú ý rằng:
$$\frac{\delta\varphi_2}{\delta\varphi_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{AB}{P_{24}B}; \quad \frac{\delta s_3}{\delta\varphi_1} = \frac{v_3}{\omega_1} = AP_{13}$$

Ta được:
$$M_1 = M_2 \frac{\omega_2}{\omega_1} + P \frac{v_3}{\omega_1} = P \left(r\sqrt{3} \frac{AB}{P_{24}B} + AP_{13} \right) = Pr\sqrt{3}$$

