

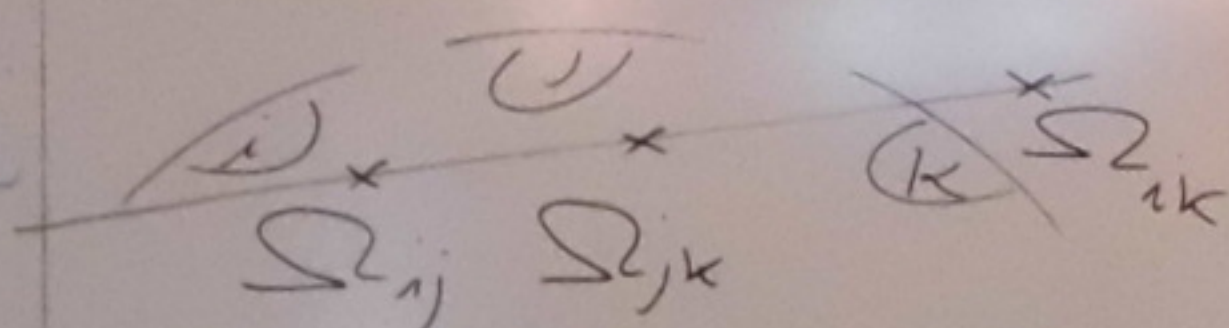
AC geometrica

- Approccio sistematico: si presuppone la labilità dell'intero sistema articolato di n corpi rigidi.

- Si determinano tutte le condizioni di allineamento di CIR assolute e relative secondo il I e II Th sulle catene cinematiche, ripartendoli a coppia o doppie o triple o triple di arti

- Computo doppie

$$n_d = \frac{n(n-1)}{2} \quad (k=2) \sim n^2 = n_r^{CIR}$$



$$n_t = \frac{n(n-1)(n-2)}{2 \cdot 3} = \frac{n(n-1)(n-2)}{6} \quad (k=3) \sim n^3$$

Calcolo combinatorio:

N di elementi di un sottoinsieme di k di un insieme di n :

$$N = \frac{1}{k!} \prod_{i=0}^{k-1} (n-i) = \frac{1}{k!} n(n-1)(n-2) \dots (n-k+1) = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

- n Condiz. all.

$$\begin{aligned} n_{ca} &= n_d + n_t \\ &= \frac{n(n-1)}{2} \left(\frac{2+n-2}{3} \right) \\ &= \frac{n(n-1)(n+1)}{6} \\ &= \frac{n^3 - n}{6} \sim n^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_a^{CIR} &= n \\ n_r^{CIR} &= n \frac{n-1}{2} \end{aligned}$$

- Se una e di all. risulta smontata, è libera la labilità di ogni punto del sistema (assoluta di i e j per doppie e relativa tra i, j e k per triple)

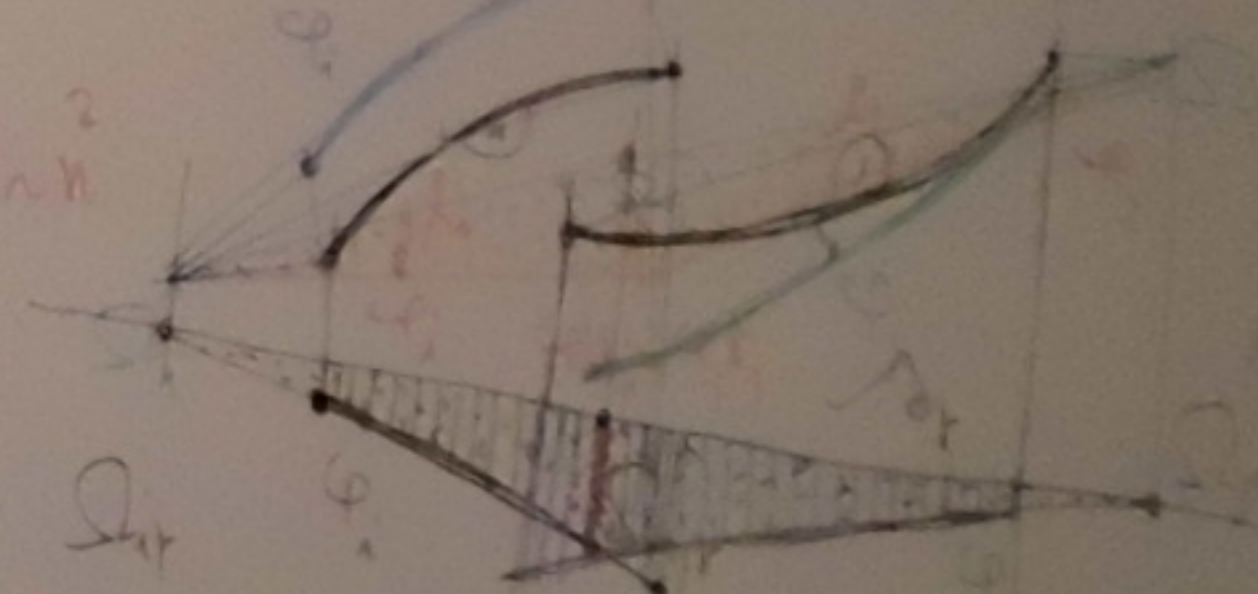
- Se tutti i CIR risultano univ. noti (e non sono tutti liberi) il sistema non è libero

- A volte, per determinare tutti i CIR è necessario risolvere la spq

- Se il sistema è una sola parte (m di n) risulta libero, $n = L-2$

- Potenziali CIR: procede al tracciamento delle catene cinematiche e dei punti di allineamento

$$n \frac{2+n-1}{2} = \frac{n(n+1)}{2} \sim n^2$$



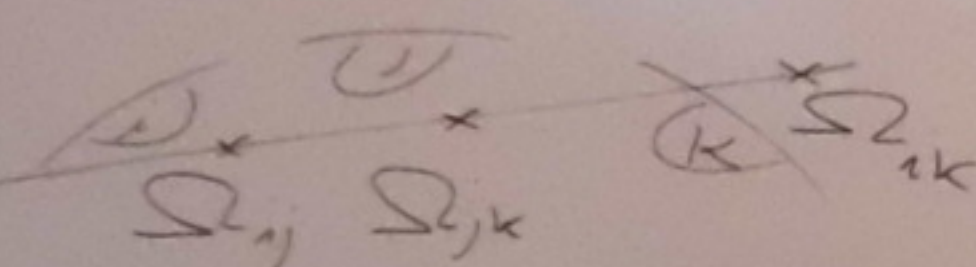
AC geometrica

- Approccio sistematico si presuppone la labilità dell'intero sistema articolato di n corpi rigidi.

- Si determinano tutte le condizioni di allacciamento di CIR assolute e relative secondo il I e II TA sulle catene cinematiche, si procede a coppia doppie e triple e triple di più.

- Computo doppie

$$n_d = \frac{n(n-1)}{2} (k=2) \sim n^2 = n_r^{CIR}$$



$$n_t = \frac{n(n-1)(n-2)}{2 \cdot 3} = \frac{n(n-1)(n-2)}{6} (k=3) \sim n^3$$

Calcolo combinatorio:
N di elementi di un sottoinsieme di k di un insieme di n:

$$N = \frac{1}{k!} \prod_{i=0}^{k-1} (n-i) = \frac{1}{k!} n(n-1)(n-2) \dots (n-k+1) = \frac{n!}{k!(n-k)!} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

- n condiz. all.

$$\begin{aligned} n_{ca} &= n_d + n_t \\ &= \frac{n(n-1)}{2} \left(\frac{2+n-2}{3} \right) \\ &= \frac{n(n-1)(n+1)}{6} \\ &= \frac{n(n-1)}{6} \sim n^3 \end{aligned}$$

- Potenziali CIR:

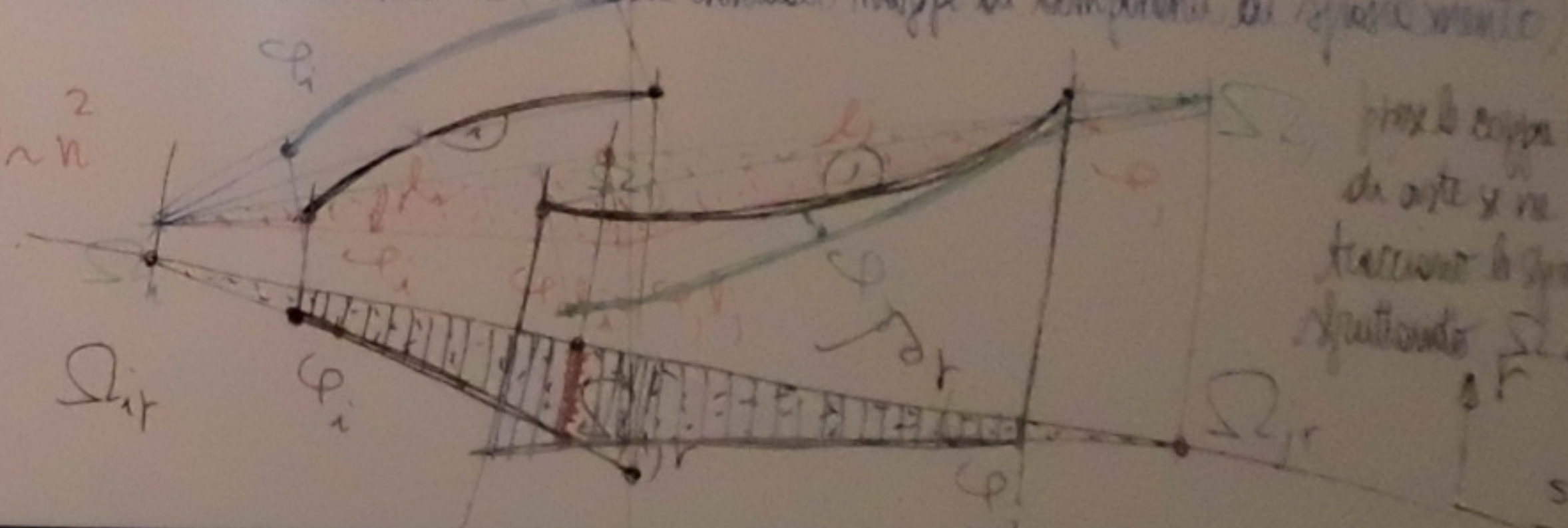
$$\begin{aligned} n_a^{CIR} &= n \\ n_r^{CIR} &= n \frac{n-1}{2} \end{aligned}$$

- Se una e di all. risulta smantata, è esclusa la labilità del corrispondente sottosistema (assoluta di i e) per doppie e relativa tra i, j, k per triple)

- Se tutti i CIR risultano univoc. noti (e non vi sono corpi digiuni) il sistema ha L=1

- A volte, per determinare tutti i CIR è necessario disegnare la sport.

- Se il sistema o una sua parte (m di n) risulta labile, si procede al tracciamento della catena cinematica (e di eventuali mappe di componenti di spostamento)



- Tracce
 Approssimazione cinematica in prospettiva
 la calcola nell'intero sistema
 articolato di n corpi rigidi.
 - Determinare tutti i movimenti
 di rotazione e di traslazione
 di ogni corpo rigido.
 - Determinare tutti i movimenti
 di rotazione e di traslazione
 di ogni corpo rigido.

- n condiz. all.

$$n_{ca} = n_d + n_e$$

$$= \frac{n(n-1)}{2} \left(\frac{3+n-2}{3} \right)$$

$$= \frac{n(n-1)(n+1)}{6}$$

$$= \frac{n(n-1)}{6} \sim n^3$$

- Potenziali CIR:

$$n_{ca} = n$$

$$n_r = n \frac{n-1}{2}$$

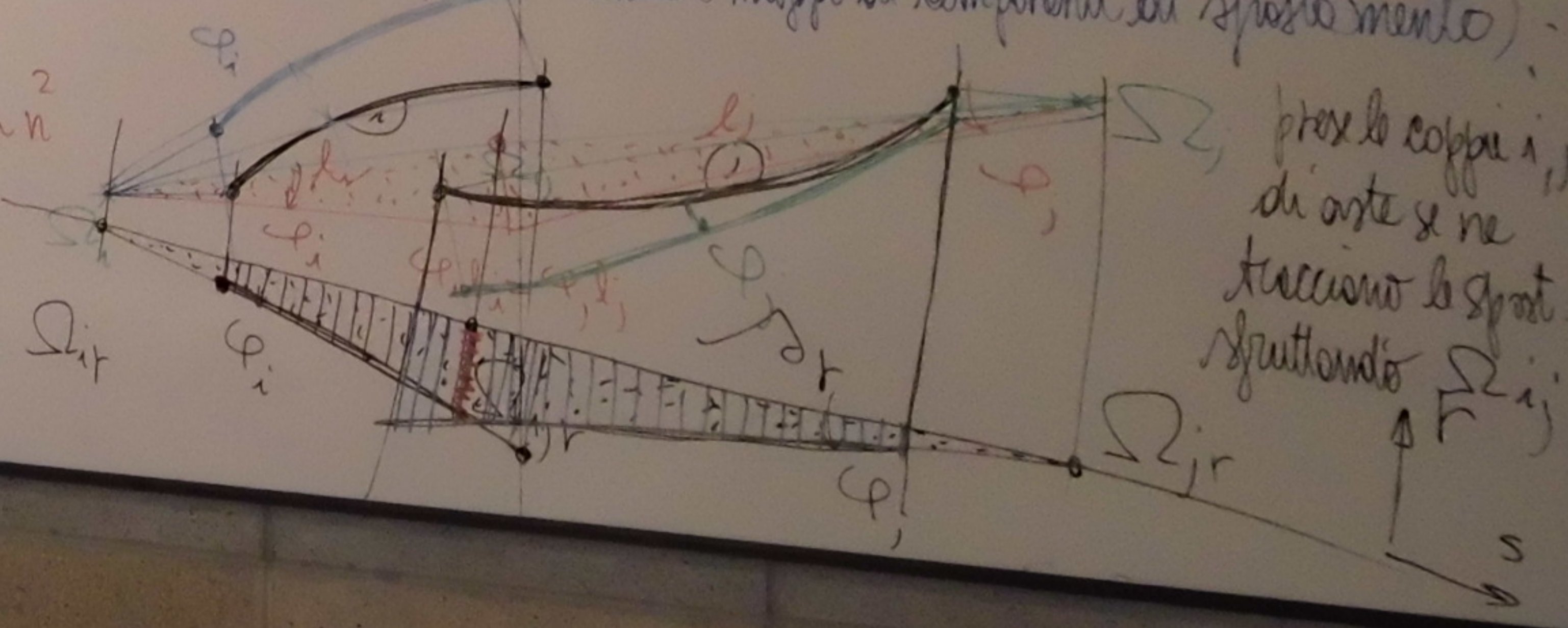
$$n_{ca} = n$$

$$n_r = n \frac{n-1}{2}$$

$$n_{ca} = n$$

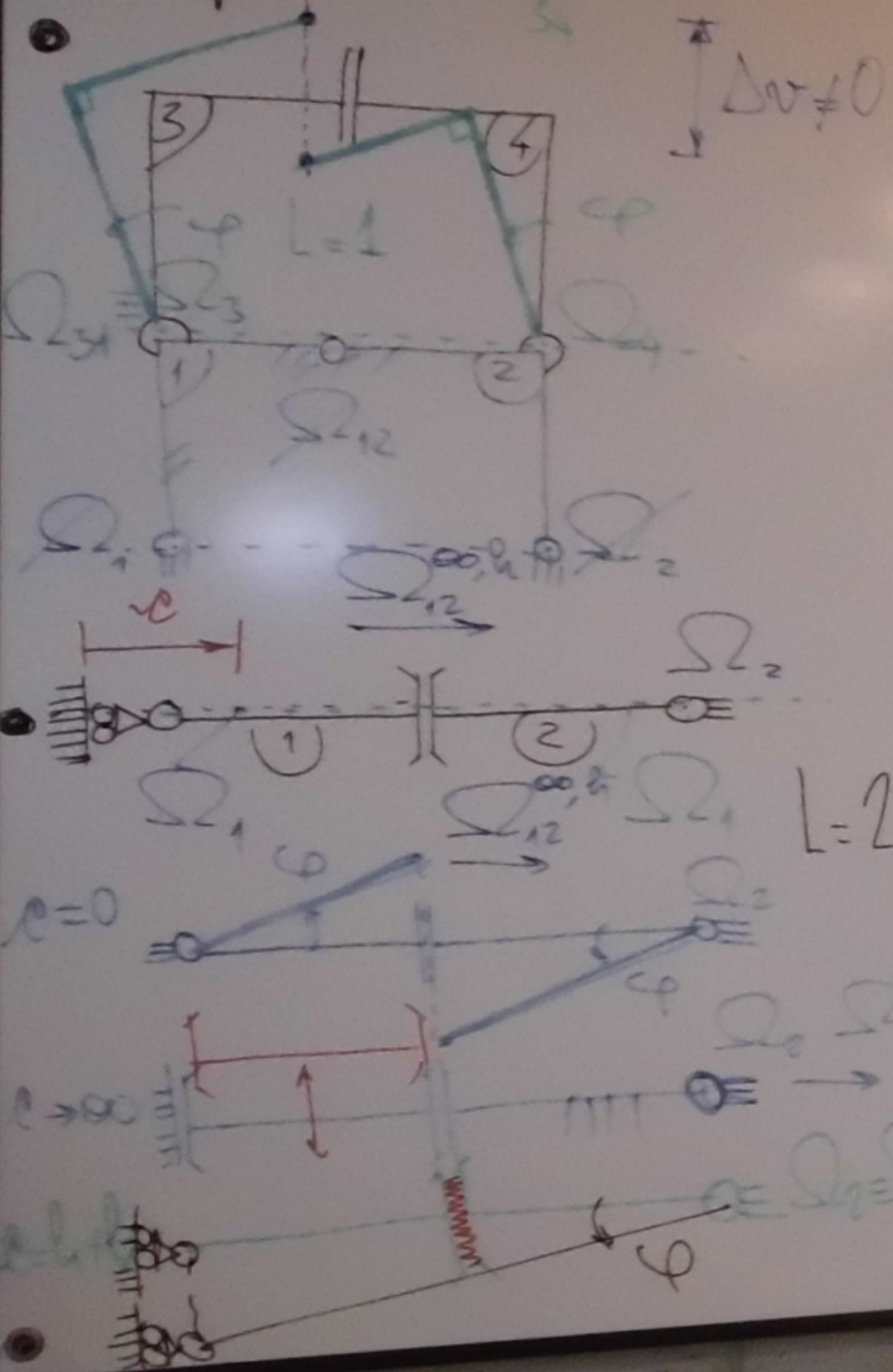
$$n_r = n \frac{n-1}{2}$$

- Se una e di all. risulta smentita, è esclusa la labilità del corrispondente sottosistema (assoluta di i e) per doppie e relativa tra i, j, k per triplete)
- Se tutti i CIR risultano univoc. noti (e non vi sono casi degeneri) il sistema ha $L=1$
- A volte, per determinare tutti i CIR è necessario disegnare la spost.
- Se il sistema o una sua parte (m di n) risulta labile, si

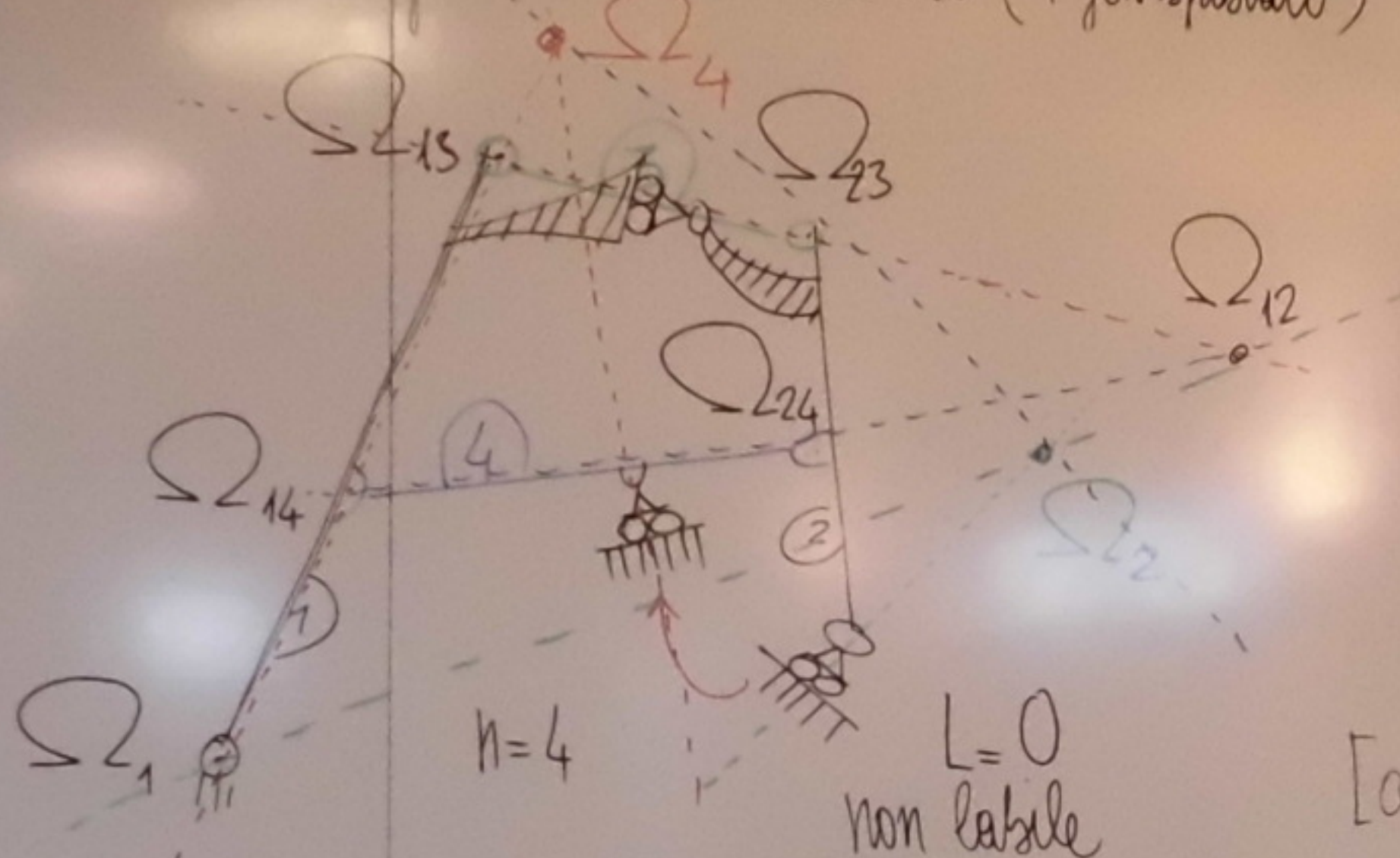


proce le coppie i, j
 di aste se ne
 tracciano le spost.
 sfruttando Σ_{ij}

Esempi



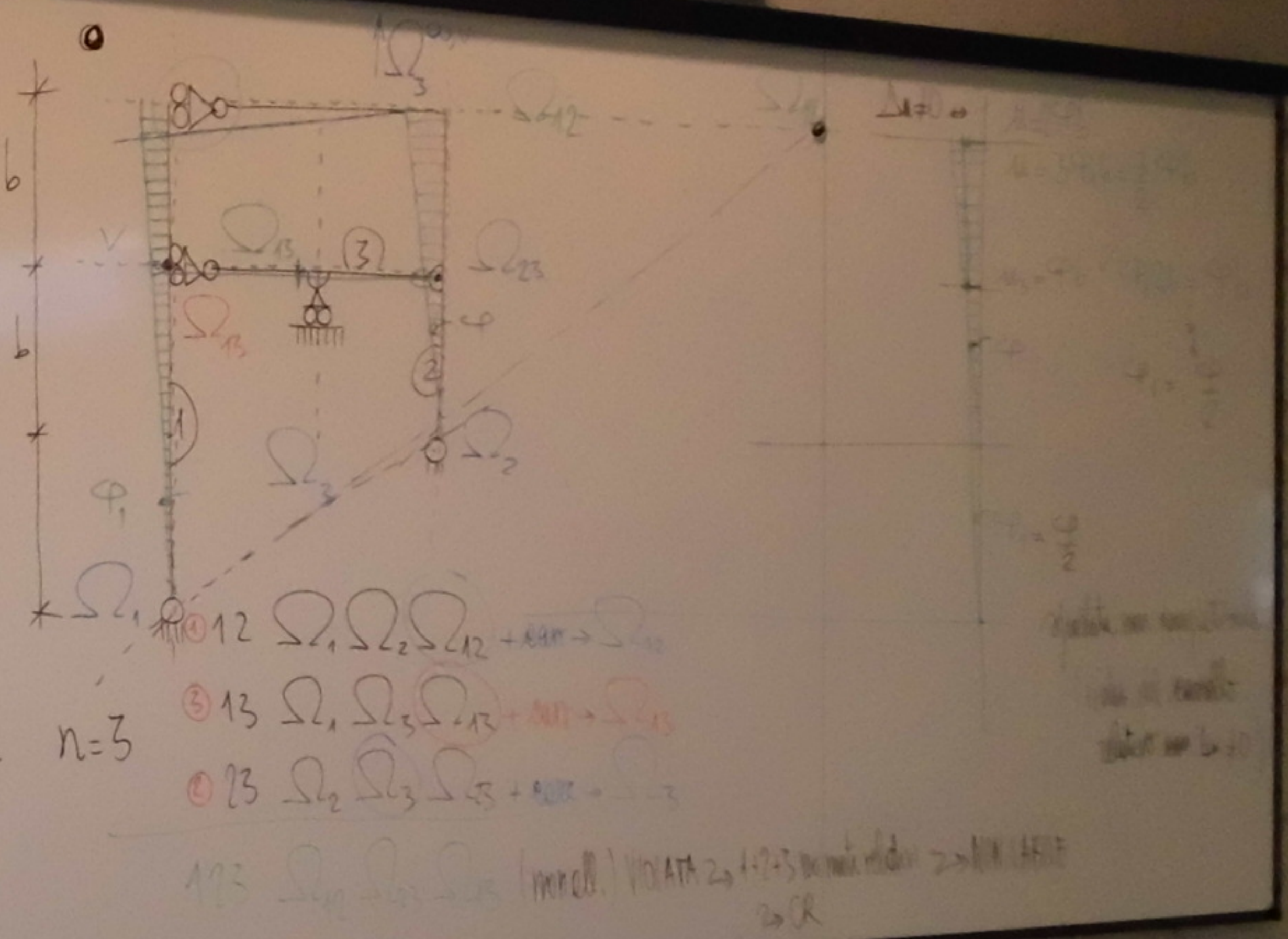
Pseudo quadrilatero articolato (1 gdl spostato)



$$n_d = \frac{n(n-1)}{2} = 6$$

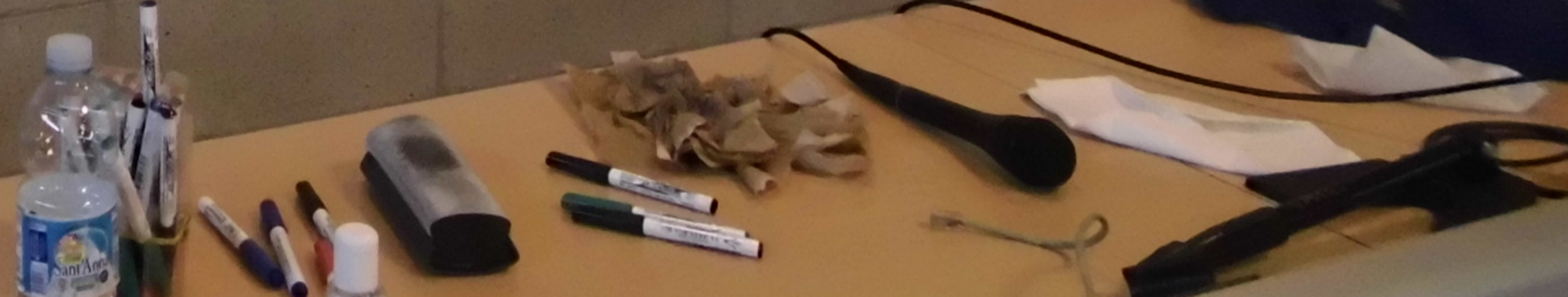
$$n_t = \frac{n(n-1)(n-2)}{6} = 4 \quad (\text{condens. in carrello})$$

- ③ 12 $\Omega_1 \Omega_2 \Omega_{12} + \Omega_{12} \Omega_{13} \Omega_{23}$ ass. biella 3 ✓
- ④ 13 $\Omega_1 \Omega_3 \Omega_{13} + \Omega_{13} \Omega_{23} \Omega_{34}$ ass. biella 4 ✓
- ⑤ 14 $\Omega_1 \Omega_4 \Omega_{14} + \Omega_{14} \Omega_{24} \Omega_{34}$ ass. biella 4 ✓
- ⑥ 23 $\Omega_2 \Omega_3 \Omega_{23} + \Omega_{23} \Omega_{34} \Omega_{45}$ ass. biella 4 ✓
- ⑦ 24 $\Omega_2 \Omega_4 \Omega_{24} + \Omega_{24} \Omega_{34} \Omega_{45}$ ass. biella 4 ✓
- ⑧ 34 $\Omega_3 \Omega_4 \Omega_{34} + \Omega_{34} \Omega_{45} \Omega_{56}$ ass. biella 4 ✓



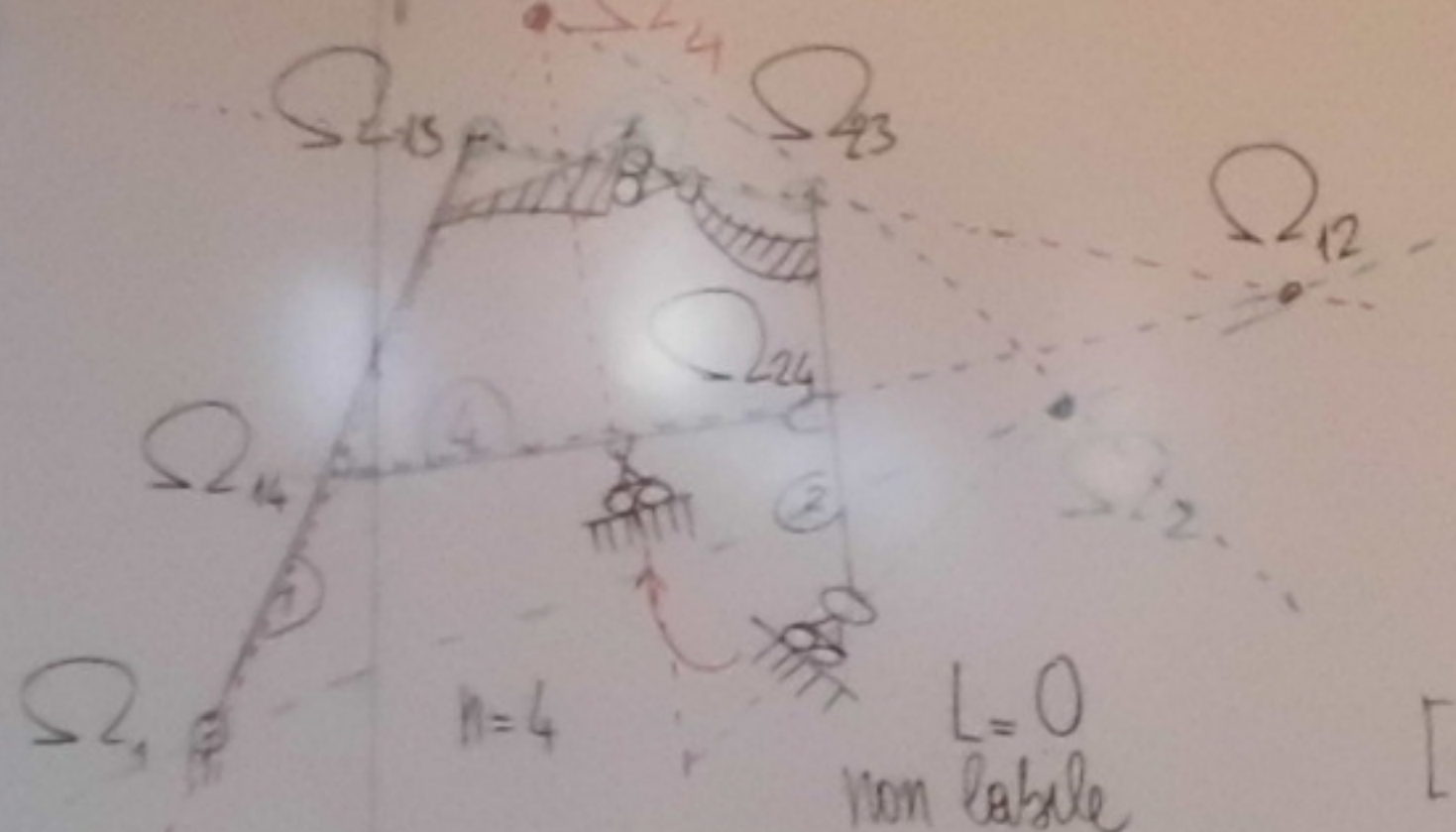
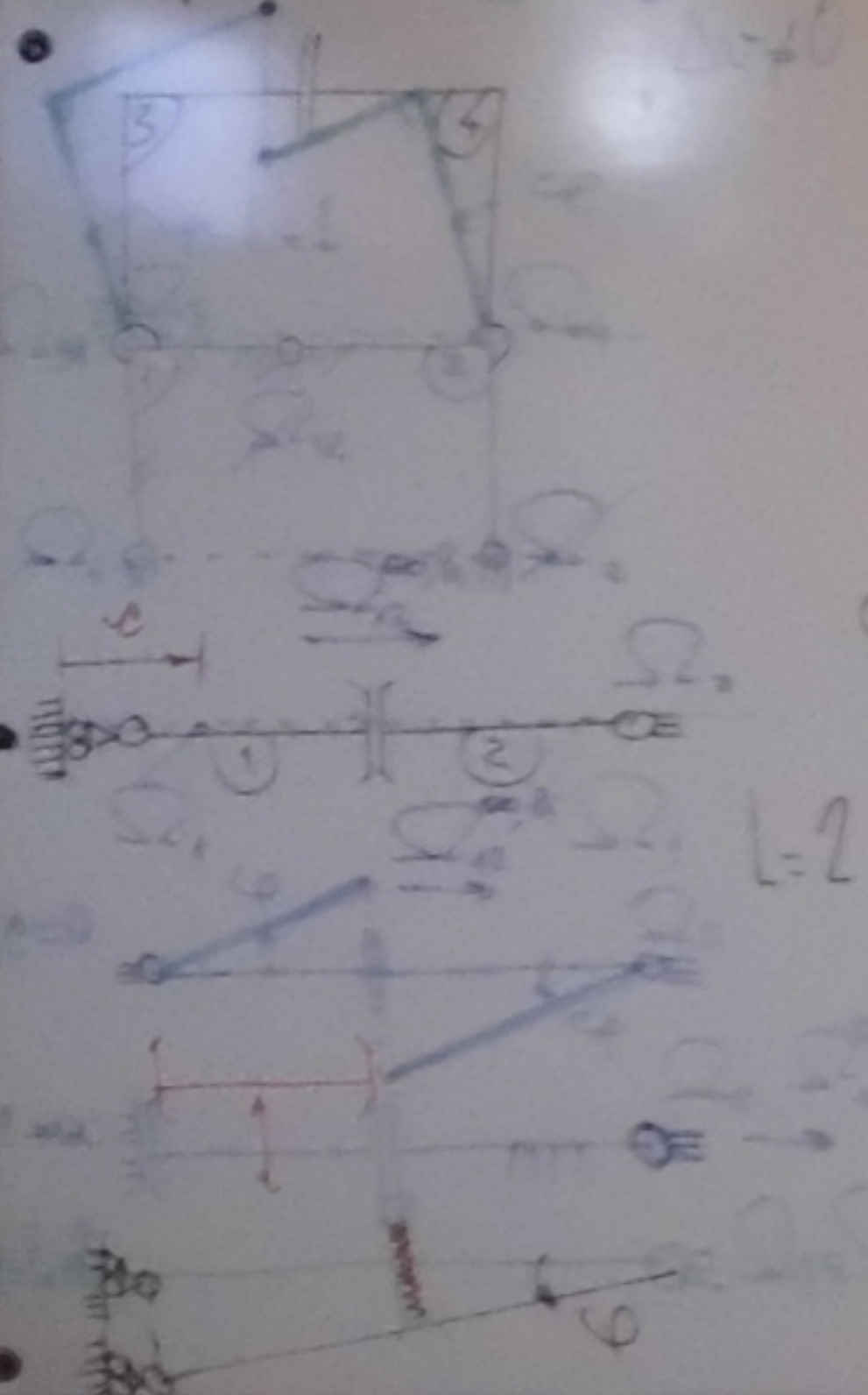
- ③ 12 $\Omega_1 \Omega_2 \Omega_{12} + \Omega_{12} \Omega_{13} \Omega_{23}$
- ④ 13 $\Omega_1 \Omega_3 \Omega_{13} + \Omega_{13} \Omega_{23} \Omega_{34}$
- ⑤ 23 $\Omega_2 \Omega_3 \Omega_{23} + \Omega_{23} \Omega_{34} \Omega_{45}$

193 $\Omega_{12} \Omega_{13} \Omega_{23}$ (imp.) VIOLATA 2, 1+2+3 biella ridotti > 3 bielle



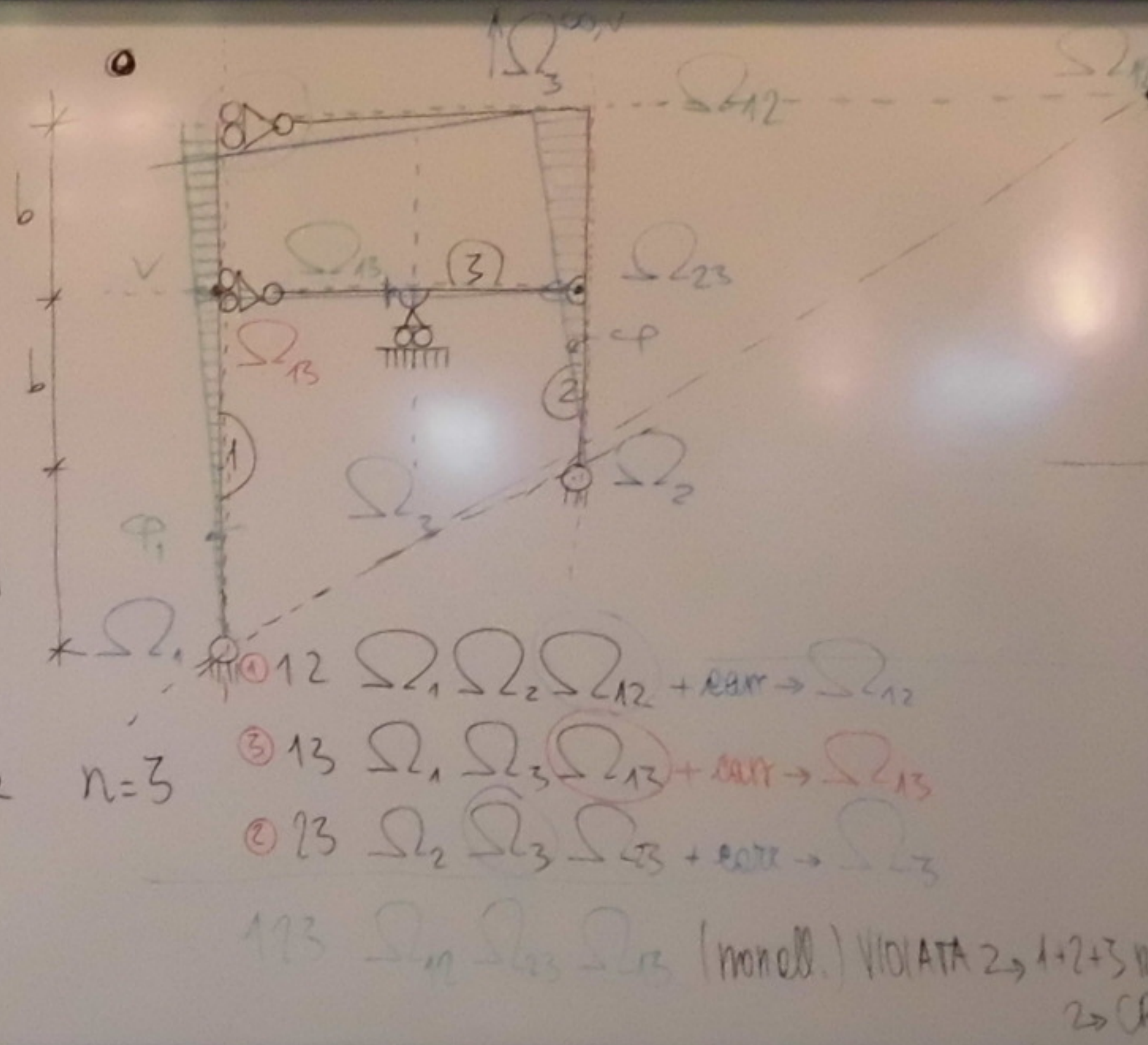
Esempio

Pseudo quadrilatero articolato (1 grado di libertà)



- $n_d = n(n-1) = 6$
- $n_t = \frac{n(n-1)(n-2)}{6} = 4$ (condens. in carrello)
- ③ 12 $\Omega_1 \Omega_2 \Omega_{12} + e \rightarrow \Omega_{12}$
- ④ 13 $\Omega_1 \Omega_3 \Omega_{13} + e \rightarrow \Omega_{13}$
- ⑤ 14 $\Omega_1 \Omega_4 \Omega_{14} + e \rightarrow \Omega_{14}$
- ⑥ 23 $\Omega_2 \Omega_3 \Omega_{23} + e \rightarrow \Omega_{23}$
- ⑦ 24 $\Omega_2 \Omega_4 \Omega_{24} + e \rightarrow \Omega_{24}$
- ⑧ 34 $\Omega_3 \Omega_4 \Omega_{34} + e \rightarrow \Omega_{34}$

[a valle da rison. stabile]



$\Delta \neq 0 \Rightarrow$

$n = 4, b = 4$

$n = 3, b = 3$

$n = 2, b = 2$

$n = 1, b = 1$

$n = 0, b = 0$

$n = -1, b = -1$

$n = -2, b = -2$

$n = -3, b = -3$

$n = -4, b = -4$

$n = -5, b = -5$

$n = -6, b = -6$

$n = -7, b = -7$

$n = -8, b = -8$

$n = -9, b = -9$

$n = -10, b = -10$

$n = -11, b = -11$

$n = -12, b = -12$

$n = -13, b = -13$

$n = -14, b = -14$

$n = -15, b = -15$

$n = -16, b = -16$

$n = -17, b = -17$

$n = -18, b = -18$

$n = -19, b = -19$

$n = -20, b = -20$

$n = -21, b = -21$

$n = -22, b = -22$

$n = -23, b = -23$

$n = -24, b = -24$

$n = -25, b = -25$

$n = -26, b = -26$

$n = -27, b = -27$

$n = -28, b = -28$

$n = -29, b = -29$

$n = -30, b = -30$

$n = -31, b = -31$

$n = -32, b = -32$

$n = -33, b = -33$

$n = -34, b = -34$

$n = -35, b = -35$

$n = -36, b = -36$

$n = -37, b = -37$

$n = -38, b = -38$

$n = -39, b = -39$

$n = -40, b = -40$

$n = -41, b = -41$

$n = -42, b = -42$

$n = -43, b = -43$

$n = -44, b = -44$

$n = -45, b = -45$

$n = -46, b = -46$

$n = -47, b = -47$

$n = -48, b = -48$

$n = -49, b = -49$

$n = -50, b = -50$

$n = -51, b = -51$

$n = -52, b = -52$

$n = -53, b = -53$

$n = -54, b = -54$

$n = -55, b = -55$

$n = -56, b = -56$

$n = -57, b = -57$

$n = -58, b = -58$

$n = -59, b = -59$

$n = -60, b = -60$

$n = -61, b = -61$

$n = -62, b = -62$

$n = -63, b = -63$

$n = -64, b = -64$

$n = -65, b = -65$

$n = -66, b = -66$

$n = -67, b = -67$

$n = -68, b = -68$

$n = -69, b = -69$

$n = -70, b = -70$

$n = -71, b = -71$

$n = -72, b = -72$

$n = -73, b = -73$

$n = -74, b = -74$

$n = -75, b = -75$

$n = -76, b = -76$

$n = -77, b = -77$

$n = -78, b = -78$

$n = -79, b = -79$

$n = -80, b = -80$

$n = -81, b = -81$

$n = -82, b = -82$

$n = -83, b = -83$

$n = -84, b = -84$

$n = -85, b = -85$

$n = -86, b = -86$

$n = -87, b = -87$

$n = -88, b = -88$

$n = -89, b = -89$

$n = -90, b = -90$

$n = -91, b = -91$

$n = -92, b = -92$

$n = -93, b = -93$

$n = -94, b = -94$

$n = -95, b = -95$

$n = -96, b = -96$

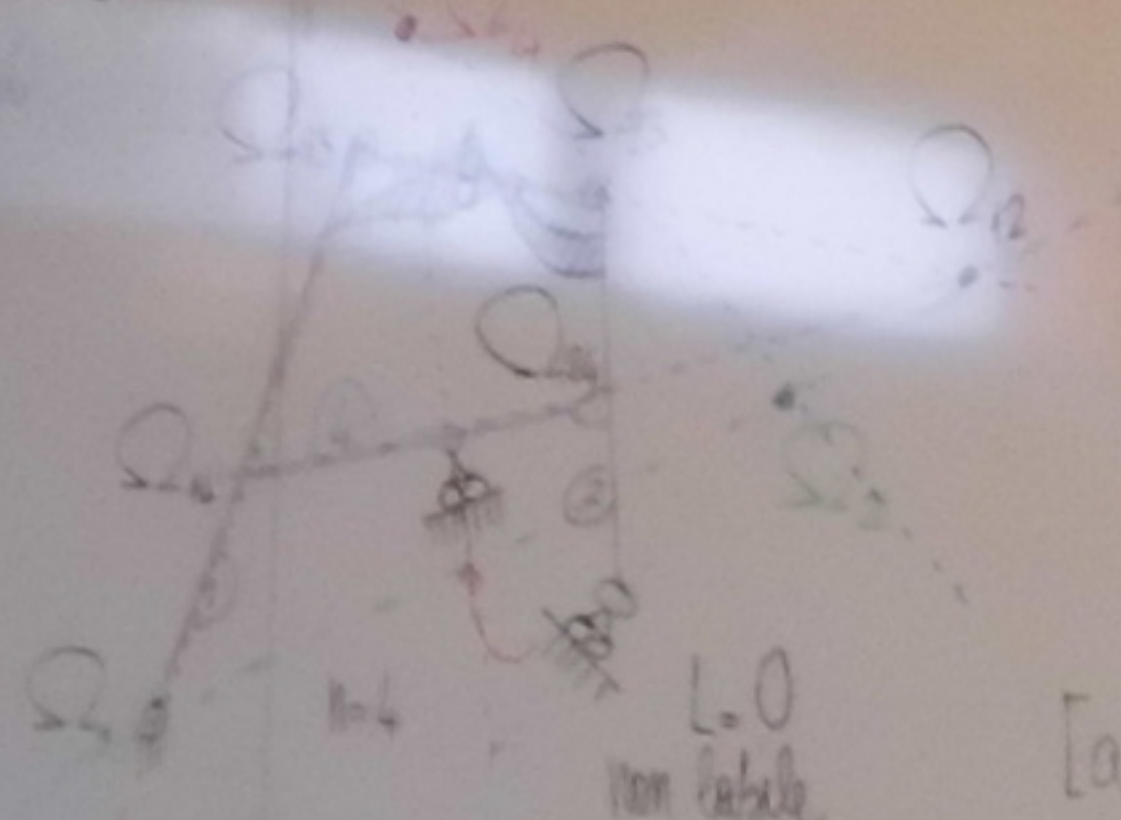
$n = -97, b = -97$

$n = -98, b = -98$

$n = -99, b = -99$

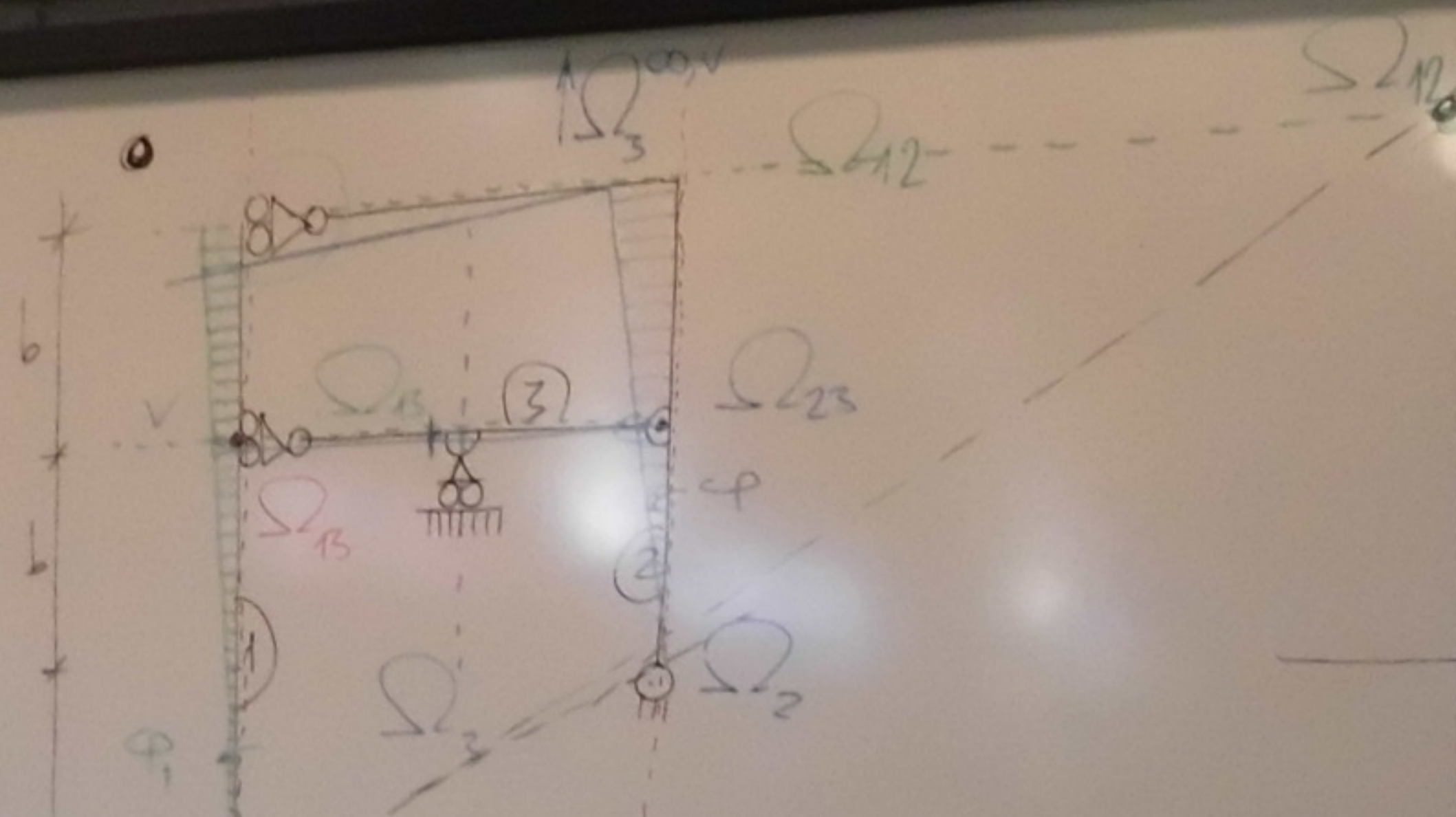
$n = -100, b = -100$

• Ponte con giunti articolati (1 per spuntato)



- $n_1 = n(n-1) = 6$
- $n_2 = n(n-1)(n-2) = 4$ (condens. in Baricello)
- ③ 12 $\Omega_1 \Omega_2 \Omega_{12} + \text{arr} \rightarrow \Omega_{12}$ con "bolla" 3 ✓
- ③ 13 $\Omega_1 \Omega_3 \Omega_{13} + \text{arr} \rightarrow \Omega_{13}$ con "bolla" 4 ✓
- ③ 23 $\Omega_2 \Omega_3 \Omega_{23} + \text{arr} \rightarrow \Omega_{23}$
- ③ 123 $\Omega_1 \Omega_2 \Omega_3 \Omega_{123} + \text{arr} \rightarrow \Omega_{123}$

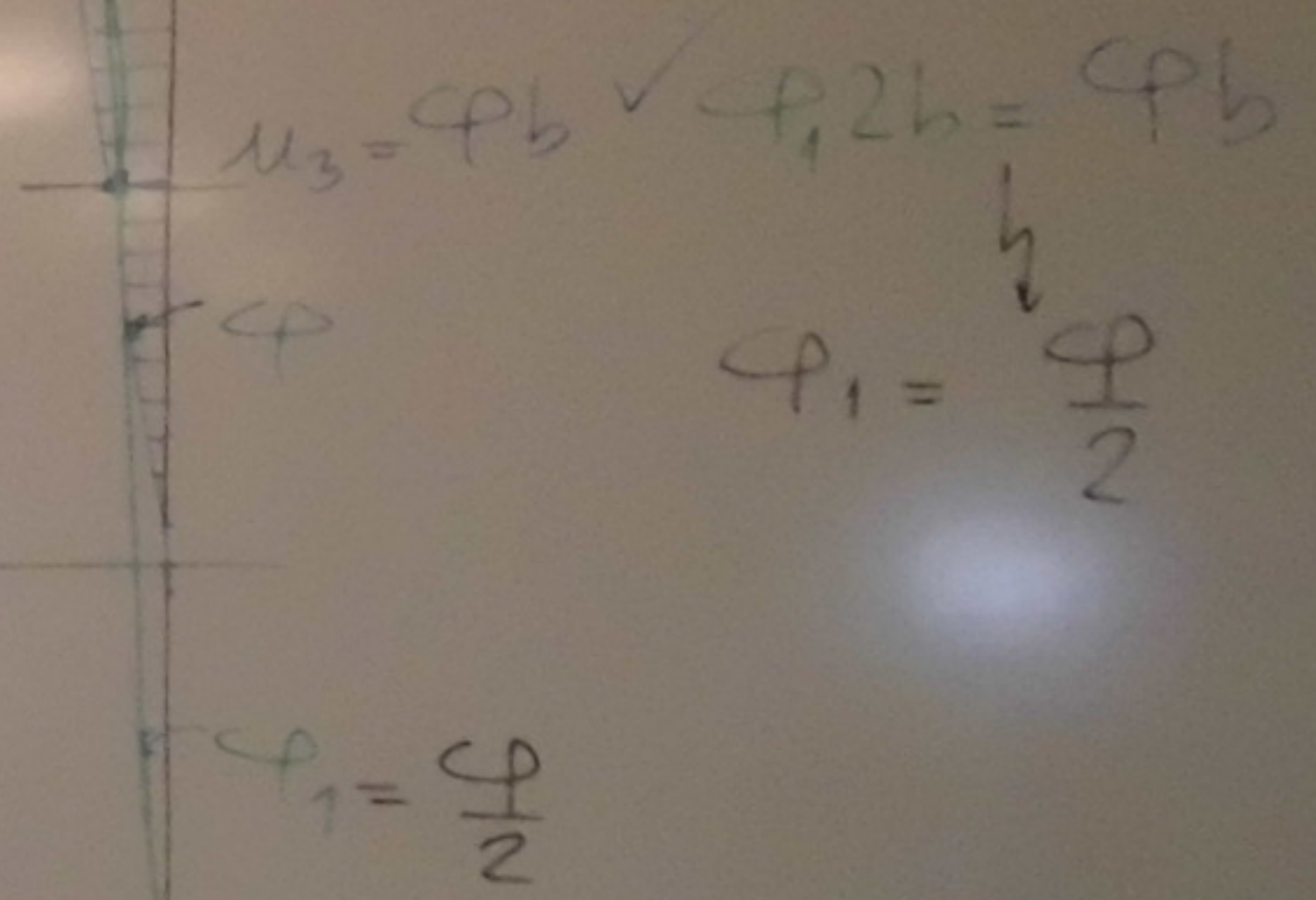
[a valle di rison. stabile]



- ③ 12 $\Omega_1 \Omega_2 \Omega_{12} + \text{arr} \rightarrow \Omega_{12}$
- ③ 13 $\Omega_1 \Omega_3 \Omega_{13} + \text{arr} \rightarrow \Omega_{13}$
- ③ 23 $\Omega_2 \Omega_3 \Omega_{23} + \text{arr} \rightarrow \Omega_{23}$
- ③ 123 $\Omega_1 \Omega_2 \Omega_3 \Omega_{123} + \text{arr} \rightarrow \Omega_{123}$

(non ell.) VIOLATA 2 $\rightarrow$ 1+2+3 no moti relativi $\rightarrow$ NON LABILE
 $\rightarrow$ CR

$$\Delta u \neq 0 \Leftrightarrow \begin{aligned} u &= 2\varphi_b \\ u &= 3\varphi_{1b} = \frac{3}{2}\varphi_b \end{aligned}$$



spostate non compatibili
 (violata del vincolo relativo con $\Delta u \neq 0$)