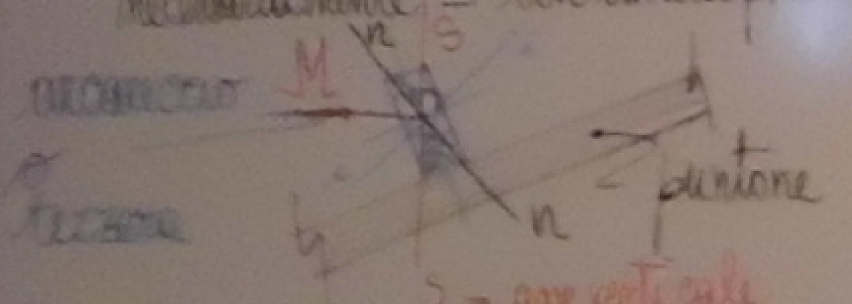
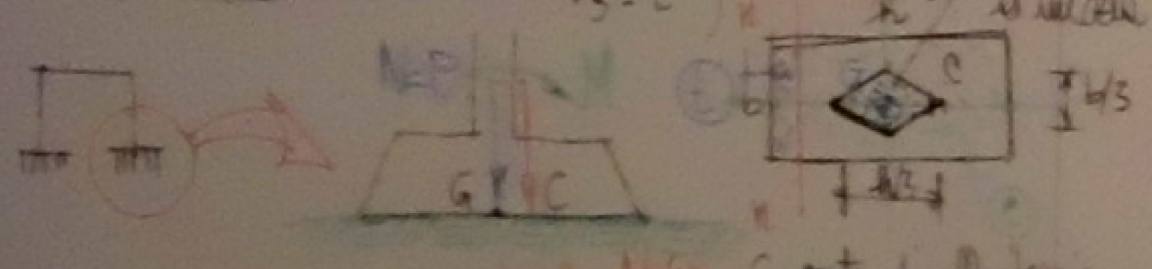
Sollecitazioni composte (interpretazione)
- flessione (deviata) (flessione generica, non retta, cioè con asse di sollecitazione non necessariamente ≡ con un asse princ. d'in.)
arcareccio
o terzera
puntone
s ≡ asse verticale
- tenso (presso) - flessione (azione normale "eccentrica" non centrata in G ⇒ N, M)
[retta]
nocciolo d'inerzia
N=P
G
C
h/3
b/3
e = M/N
C centro di sollecitazione
- Flessione deviata
$\alpha = \gamma + \pi/2$
$\tan\alpha = -\frac{1}{\tan\gamma}$
$r_i = \sqrt{\frac{J_i}{A}}$; $i = u, v$
$x \equiv u$
$y \equiv v$
$M_x = M\cos\gamma$
$M_y = M\sin\gamma$
$\frac{M_y}{M_x} = \tan\gamma$
σ_c^{max}
σ_t^{max}
asse di inflessione
$s \Rightarrow y = \tan\alpha\, x$
nel caso tra il vettore coppia M e l'asse principale con inerzia minore
Sforzo normale (Sovrapposizione degli effetti di due flessioni rette)
$(x, y)\ \sigma_{zz} = \frac{M_x}{J_x} y - \frac{M_y}{J_y} x$
lineare in x, y
M=Mx
M=My
−y<0
+y>0
Eq.ne asse neutro ($\sigma_{zz} \equiv 0$)
$\frac{M_x}{J_x} y - \frac{M_y}{J_y} x = 0 \Rightarrow y = \frac{M_y}{M_x}\frac{J_x}{J_y} x = \tan\beta\, x$ (retta passante per G)
fibre "neutre", prive di stato di sforzo (e di deformazione)
- Pertanto, il campo di sforzi normali

Sollecitazioni composte (interpretazione)

- Flessione (deviata) (flessione generica, non retta, cioè con asse di sollecitazione non necessariamente ≡ con un asse princ. d'in.)



- Presso (tenso)-flessione (azione normale "eccentrica" non centrata in G ⟹ N, M) [retta] nocciolo d'inerzia

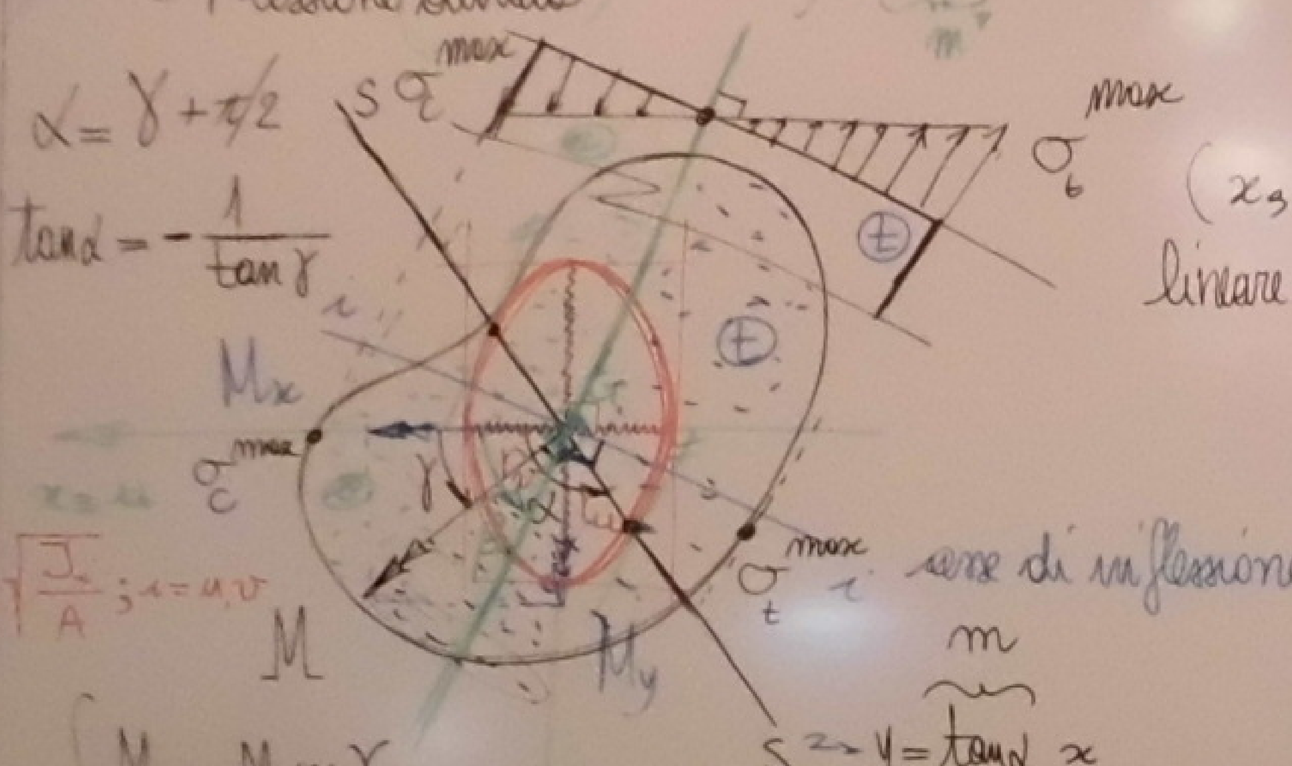


- Flessione deviata

$\alpha = \gamma + \pi/2$

$\tan\alpha = -\dfrac{1}{\tan\gamma}$

$r_i = \sqrt{\dfrac{J_i}{A}}\,;\ i = u, v$



$s \Rightarrow y = \underbrace{\tan\alpha}_{m}\, x$

$\begin{cases} M_x = M\cos\gamma \\ M_y = M\sin\gamma \end{cases}$

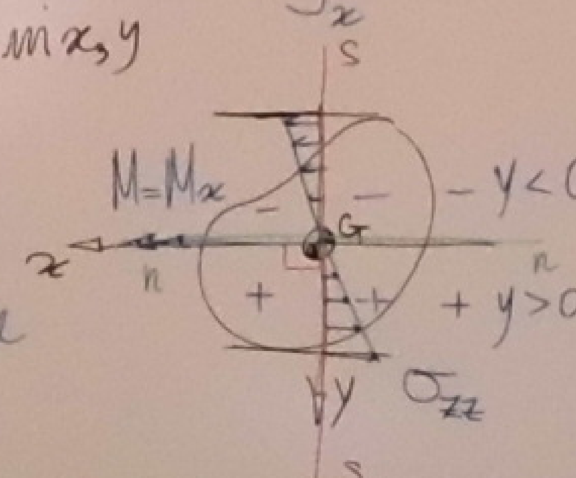
$\dfrac{M_y}{M_x} = \tan\gamma$

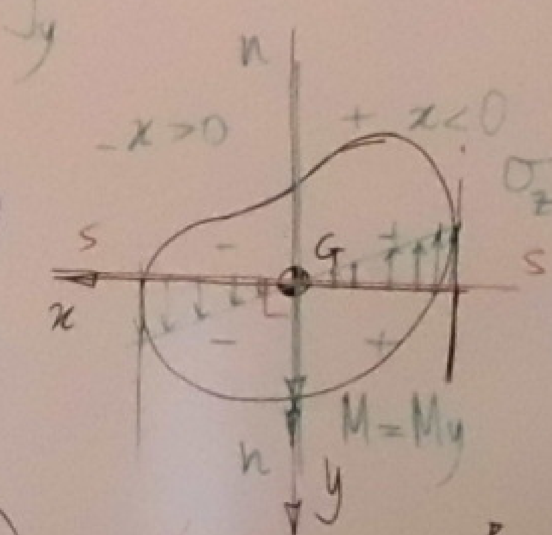
nel caso tra il vettore coppia M e l'asse principale con inerzia minore

Sforzo normale (Sovrapposizione degli Effetti di due flessioni rette)

$(x, y)\ \sigma_{zz} = +\dfrac{M_x}{J_x}\, y - \dfrac{M_y}{J_y}\, x$ (composizione algebrica)

lineare in x, y





Eq.ne asse neutro $(\sigma_{zz} \equiv 0)$

$\dfrac{M_x}{J_x} y - \dfrac{M_y}{J_y} x = 0 \Rightarrow y = \dfrac{M_y}{M_x}\dfrac{J_x}{J_y}\, x = \tan\beta\, x$ (retta passante per G)

$J_x = A r_x^2$, $J_y = A r_y^2$

$\underbrace{m'}$ coeff. angolare

fibre "neutre", prive di stato di sforzo (e di deformazione)

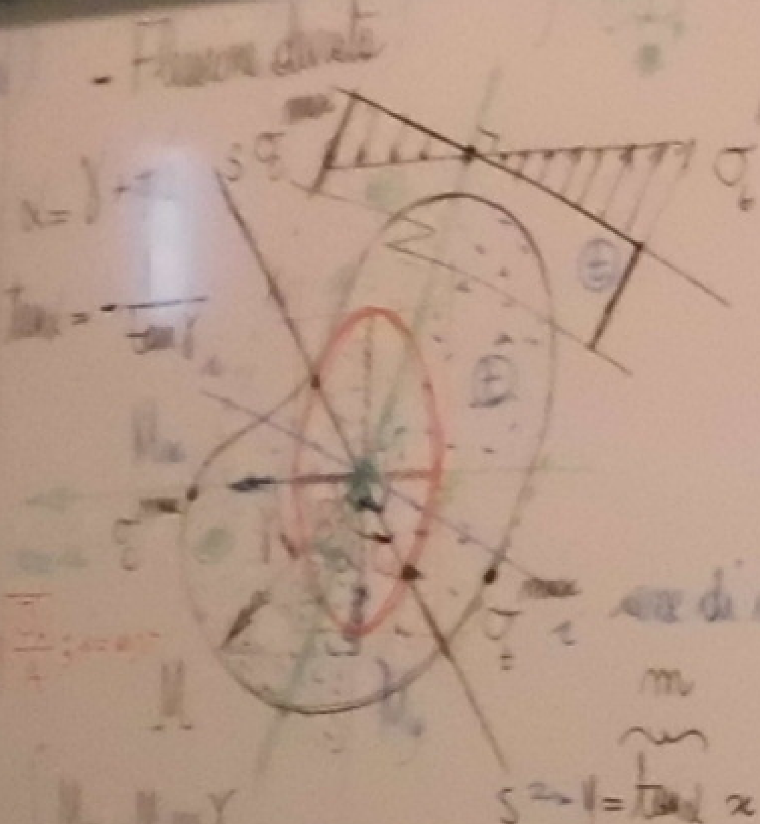
$m' = \tan\beta = \tan\gamma \dfrac{r_x^2}{r_y^2} = -\dfrac{1}{\underbrace{\tan\alpha}_{m}}\dfrac{r_x^2}{r_y^2} \Rightarrow \boxed{m\, m' = -\dfrac{r_x^2}{r_y^2}}$

- Pertanto, il campo di sforzo normale (interpretabile per sovrapposizione di due flessioni rette) risulta ancora lineare sulla sezione, con valore nullo lungo l'asse n-n, il quale resta baricentrico ($G \in n\text{-}n$) ma in generale non più ⊥ ad s-s, in virtù compreso tra M e l'asse con inerzia minore risultando il coniugato dell'asse s-s rispetto all'ellisse centrale d'inerzia della sezione

$J_{sn} = \displaystyle\int_A s\, n\, dA = 0$

Geometria proiettiva: involuzione dei diametri coniugati dell'ellisse centrale d'inerzia della sezione trasversale

L'asse n-n è il coniugato dell'asse s-s nella polarità d'inerzia avente come conica fondamentale l'ellisse d'inerzia

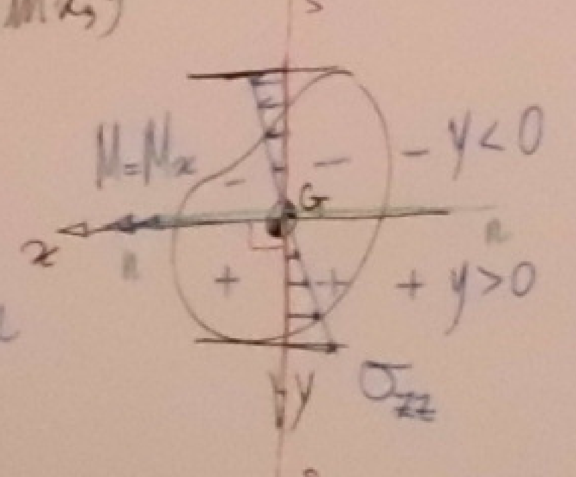


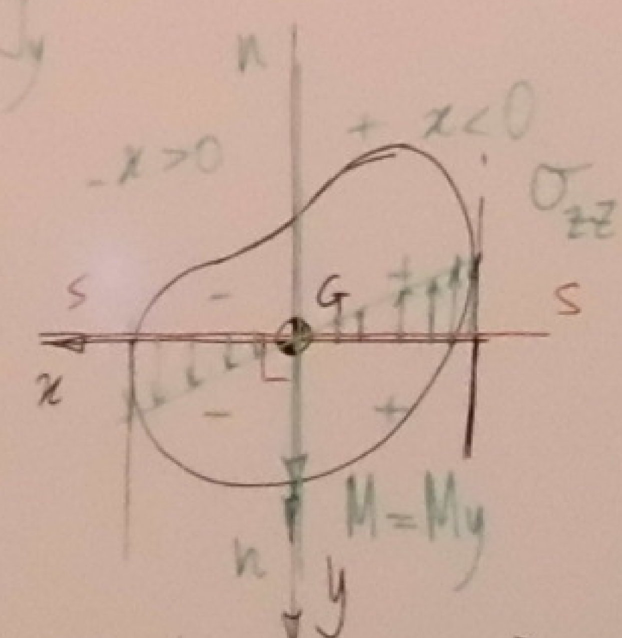
Sforzo normale (sovrapposizione degli effetti di due flessioni rette)

$$(x, y)\ \sigma_{zz} = + \frac{M_x}{J_x} y - \frac{M_y}{J_y} x$$

(composizione algebrica)

lineare in x, y





Eq.ne asse neutro $(\sigma_{zz} \equiv 0)$

$$\frac{M_x}{J_x} y - \frac{M_y}{J_y} x = 0 \Rightarrow y = \frac{M_y}{M_x} \underbrace{\frac{J_x}{J_y}}_{A r_x^2 / A r_y^2} x = \underbrace{\tan\beta}_{m'} x$$

(retta passante per G)

m' coeff. angolare

fibre "neutre", prive di stato di sforzo (e di deformazione)

$$m' = \tan\beta = \tan\gamma \frac{r_x^2}{r_y^2} = -\frac{1}{\underbrace{\tan\alpha}_{m}} \frac{r_x^2}{r_y^2} \Rightarrow \boxed{m m' = -\frac{r_x^2}{r_y^2}}$$

– Pertanto, il campo di sforzo normale (interpretabile per sovrapposizione di due flessioni rette) risulta ancora lineare sulla sezione, con valore nullo lungo l'asse n-n, il quale resta baricentrico ($G \in n\text{-}n$) ma in generale non più $\perp$ ad s-s, in verità compreso tra M e l'asse con inerzia minore

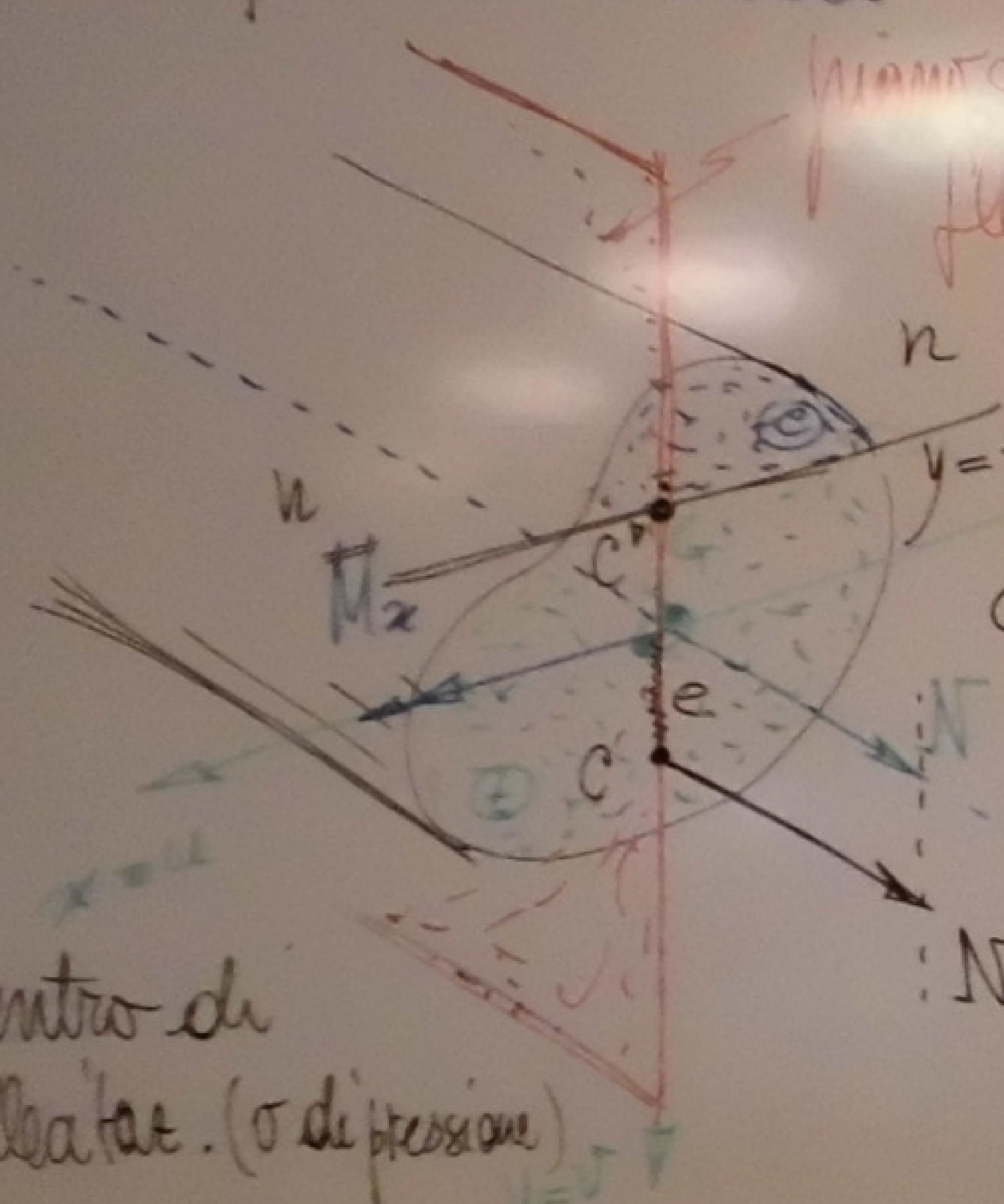
risultando il coniugato dell'asse s-s rispetto all'ellisse centrale d'inerzia della sezione.

$$J_{sn} = \int_A s n \, dA \equiv 0$$

Geometria proiettiva: involuzione dei diametri coniugati dell'ellisse centrale d'inerzia della sezione trasversale.

L'asse n-n è il coniugato dell'asse s-s nella polarità d'inerzia avente come conica fondamentale reale l'ellisse c. d'inerzia

Tenso-flessione (retta)



$\overline{CG} = e = e_x = \frac{M_x}{N}$ eccentricità

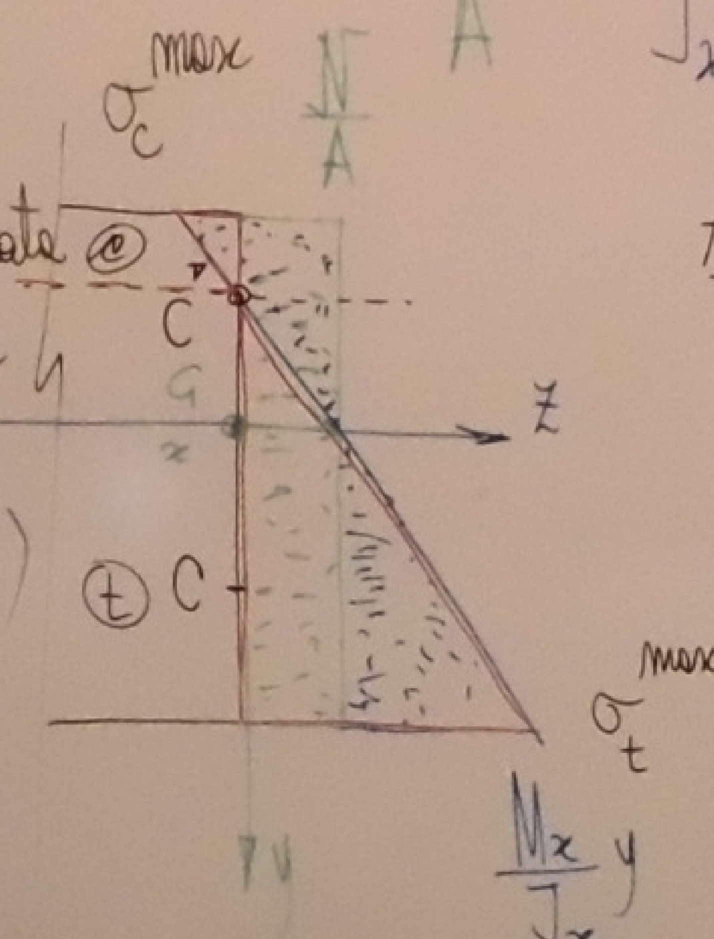
$(M_x = N\, e_x)$

C: centro di sollecitaz. (σ di pressione)

- Sollecitazione composta di N (centrata in G) e $M = M_x$ (flessione retta) $\Rightarrow$ azione normale N centrata in $C \neq G$

Campo di sforzo lineare per S.E.: $\sigma_{zz}(y) = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y \left(- \frac{M_y}{J_y} x \right) = \frac{N}{A}\left(1 + \frac{e}{r_x^2} y\right)$

sezione parzializzata (asse n-n taglia la sez.)



Sforzo lineare sulla sezione con valore nullo lungo n-n (in $C^{\triangledown}$)

Asse neutro ($\sigma_{zz} = 0$):

$$y = -e^{\triangledown} = -\frac{r_x^2}{e}$$

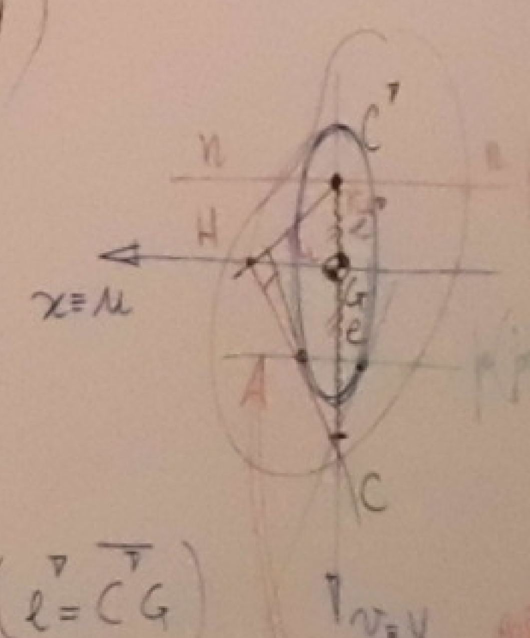
$e^{\triangledown} = \frac{r_x^2}{e}$ eccentricità di $C^{\triangledown}$ ($e^{\triangledown} = \overline{C^{\triangledown}G}$) (dalla parte opposta di C rispetto a G)

$$\boxed{e \cdot e^{\triangledown} = r_x^2}$$

$$\sqrt{e\, e^{\triangledown}} = r_x$$

r_x è medio geometrico tra e ed $e^{\triangledown}$

Geom. proiettiva: C e $C^{\triangledown}$ sono p.ti coniugati in una relazione (antipolarità d'inerzia) rispetto all'ellisse centrale d'in. (asse n-n è l'antipolare di C)



II Th. di Euclide

$\overline{CG}\ \overline{C^{\triangledown}G} = \overline{HG}^2 = r_x^2$

Nocciolo centrale d'inerzia S

Luogo dei p.ti C centri di sollecitazione con n-n esterno alla sezione (non parzializzata)

- $e \to \infty$ ($N = 0$) Solo M_x

Tenso-flessione (retta)
piano s-s della flessione retta
M = Mx
CG = e = ex = Mx / N
eccentricità
(Mx = N ex)
C centro di sollecitaz. (σ di pressione)
- Sollecitazione composta di N (centrata in G) e M = Mx (flessione retta) → azione normale N centrata in C ≠ G
Campo di sforzo lineare: σzz(y) = N/A + Mx/Jx y (- My/Jy x) = N/A (1 + e/rx² y)
per S.E.
sezione parzializzata
(asse n-n taglia la sez.)
Sforzo lineare sulla sezione con valore nullo lungo n-n (in C')
Asse neutro (σzz = 0):
y = -e' = -rx²/e
e' = rx²/e eccentricità di C' (e' = C'G)
(dalla parte opposta di C rispetto a G)
e·e' = rx²
√(e e') = rx
rx è medio geometrico tra e ed e'
Geom. proiettiva: C e C' sono p.ti coniugati in una relazione (antipolarità d'inerzia) rispetto all'ellisse centrale d'in.
(asse n-n è l'antipolare di C)
p' (antipolare di C)
simm. rispetto a G della polare p
p (polare di C)
costruz. grafica (det. di C')
II Th. di Euclide:
CG · C'G = HG² = ru²
Nocciolo centrale d'inerzia:
luogo dei p.ti C centri di sollecitazione con n-n esterno alla sezione (non parzializzata)
- e → ∞ (N = 0) - Solo Mx
n-n baric. e' = 0
- e → 0 (Mx = 0) - Solo N
n-n scompare e' → ∞
- è come se C e n-n (C') tendessero a convergere, con C' dalla parte opposta di C rispetto a G, a pagare la relazione e e' = rx²
- l'asse neutro non risulta più baricentrico (se N ≠ 0) e si colloca dal parte opposta del centro di sollecitaz. rispetto al baricentro

$= \frac{N}{A}\left(1 + \frac{e}{r_x^2} y\right)$
Asse neutro $(\sigma_{zz} = 0)$:
$y = -e^\nabla = -\frac{r_x^2}{e}$
$e^\nabla = \frac{r_x^2}{e}$ eccentricità di C^∇ $(e^\nabla = \overline{C^\nabla G})$
dalla parte opposta di C rispetto a G
$e \cdot e^\nabla = r_x^2$
$\sqrt{e\, e^\nabla} = r_x$
Geom. proiettiva: C e C^∇ sono p.ti coniugati in una relazione (antipolarità d'inerzia) rispetto all'ellisse centrale d'in.
(asse n-n è l'antipolare di C)
p^∇ (antipolare di C)
simm. rispetto a G
della polare p
p (polare di C)
costruz. grafica (det. di C^∇)
II Th. di Euclide:
$\overline{CG} \cdot \overline{C^\nabla G} = \overline{HG}^2 = r_u^2$
Nocciolo centrale d'inerzia:
luogo dei p.ti C, centri di sollecitazione con n-n esterno alla sezione (non parzializzata)
$- e \to \infty$ $(N = 0)$ - Solo M_x
n-n baric. $e^\nabla = 0$
$- e \to 0$ $(M_x = 0)$ - Solo N
n-n scompare $e^\nabla \to \infty$
- è come se C e n-n (C^∇) tendessero a raggiungersi, con C^∇ dalla parte opposta di C rispetto a G, a pagare la relazione $e\, e^\nabla = r_x^2$
- l'asse neutro non risulta più baricentrico (se $N \neq 0$) e si colloca dal parte opposta del centro di sollecitaz. rispetto al baricentro