

CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

A.A. 2018-2019

Prova scritta in aula del 25.06.2019

Parte II - Testo 1

CdS Edilizia ☐

CdS AdC ☐

CdS SdA ☐

Nota: I risultati numerici vanno riportati a penna su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui solli fogli a quadretti che sono stati forniti.

Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

Esercizio n. 1 (17 punti)

Risolvere mediante il Principio dei Lavori Virtuali (PLV) la struttura iperstatica riportata in Figura, assumendo, come incognita iperstatica, il momento flettente sull'appoggio di continuità B , M_B .

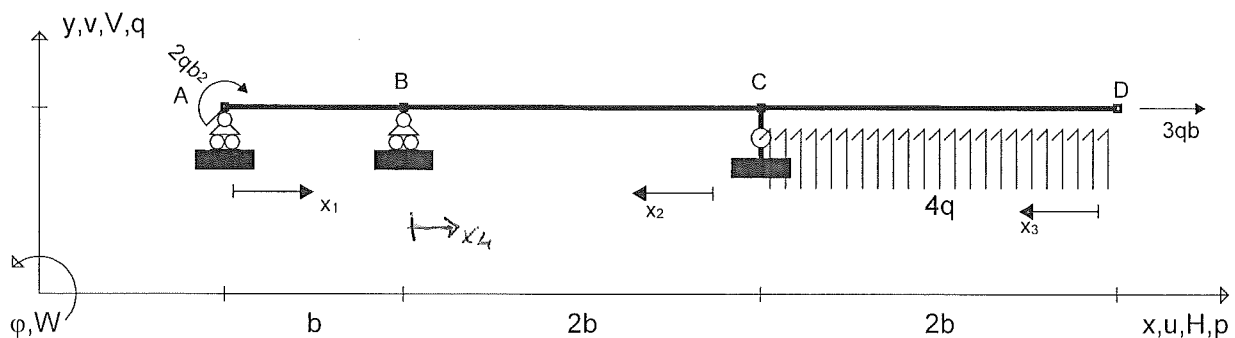
Dopo avere determinato l'iperstatica *tenendo conto solo della deformabilità flessionale*, calcolare le reazioni vincolari, le azioni interne e tracciare nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici.

Calcolare infine, riapplicando il PLV, lo spostamento verticale del punto D , v_D .

Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC_SdA 25.06.19*001



Esercizio n. 2 (7 punti)

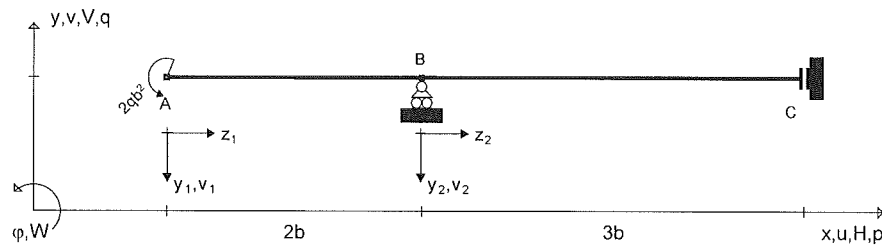
Per la struttura *isostatica*, indicata in Figura, determinare le reazioni vincolari e l'espressione delle azioni interne, nonché le condizioni al contorno imposte dai vincoli nei punti A , B e C .

Utilizzare quindi l'equazione della linea elastica per determinare:

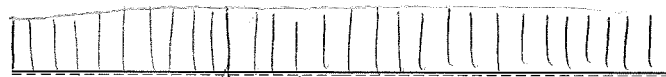
1. La deformata della linea d'asse, $v(z) = v_1(z_1) \cup v_2(z_2)$;
2. La sua derivata prima, $v'(z) = v_1'(z_1) \cup v_2'(z_2)$;
3. Lo spostamento verticale del punto A , v_A ;
4. La rotazione del punto B , θ_B .

Universita' di Cagliari

SdC_SdA 25.06.19*001



$\uparrow (+)$



$2qb^2$

$\curvearrowright (+)$

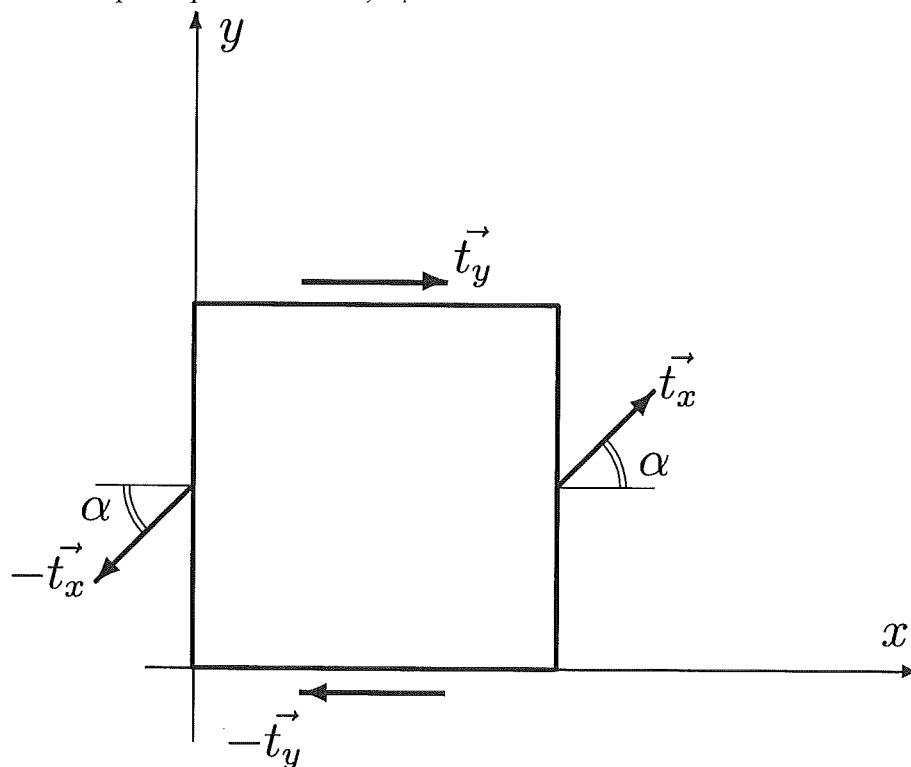
$$\begin{aligned}
 V_B (\uparrow) &= 0; H_C (\Rightarrow) = 0; M_C (\curvearrowright) = -2qb^2; \\
 N_{AB} &= 0; T_{AB} = 0; M_{AB} = -2qb^2; \\
 N_{BC} &= 0; T_{BC} = 0; M_{BC} = -2qb^2; \\
 \text{c.c in } A &= //; \text{c.c in } B = \begin{cases} v_1(z_1=2b) = v_2(z_2=0) = 0 \\ v_1'(z_1=2b) = v_2'(z_2=0) \end{cases}; \\
 \text{c.c in } C &= v_2'(z_2=3b) = 0; \\
 v_1(z_1) &= \frac{16qb^4}{EI} - \frac{10qb^3z_1}{EI} + \frac{qb^2z_1^2}{EI}; v_1'(z_1) = \frac{-10qb^3}{EI} + \frac{2qb^2z_1}{EI}; \\
 v_2(z_2) &= \frac{-6qb^3z_2}{EI} + \frac{qb^2z_2^2}{EI}; v_2'(z_2) = \frac{-6qb^3}{EI} + \frac{2qb^2z_2}{EI}; \\
 v_A &= \frac{16qb^4}{EI} (\downarrow); \theta_B = \frac{-6qb^3}{EI} (\angle \searrow)
 \end{aligned}$$

Esercizio n. 3 (9 punti)

Un elemento di materiale *in condizioni di equilibrio* è soggetto lungo le facce aventi come normali gli assi x e y ai vettori sforzo (piani) \vec{t}_x e \vec{t}_y , rispettivamente; di questi \vec{t}_x è inclinato rispetto all'asse x di un angolo $\alpha = +30^\circ$ (sicché $\cos \alpha = \sqrt{3}/2$; $\sin \alpha = 1/2$) e ha modulo di valore $|\vec{t}_x| = 190$ MPa. L'altro vettore sforzo, \vec{t}_y , è invece *orizzontale*, come indicato in Figura.

Si chiede di determinare le componenti σ_x , σ_y e τ_{xy} del tensore degli sforzi, costruire il cerchio di Mohr, determinare gli sforzi principali, σ_1 e σ_2 , e la massima tensione tangenziale, τ_{\max} .

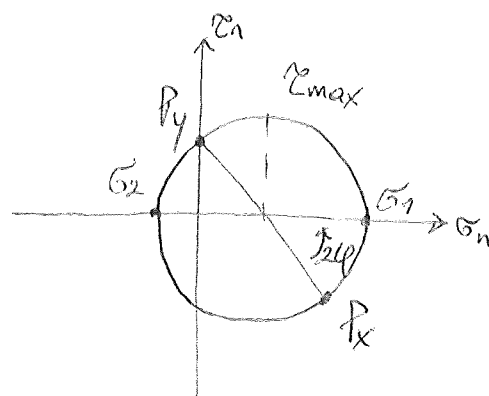
Determinare inoltre quanto vale l'angolo φ formato dall'asse x e dall'asse normale alla faccia sulla quale agisce lo sforzo principale massimo, σ_1 .



$$\sigma_x = 164.5448 \dots \text{ (MPa)}; \sigma_y = 0.0000 \dots \text{ (MPa)}; \tau_{xy} = 95.0000 \dots \text{ (MPa)};$$

$$\sigma_1 = 207.9456 \dots \text{ (MPa)}; \sigma_2 = -43.4008 \dots \text{ (MPa)}; \tau_{\max} = 125.6732 \dots \text{ (MPa)};$$

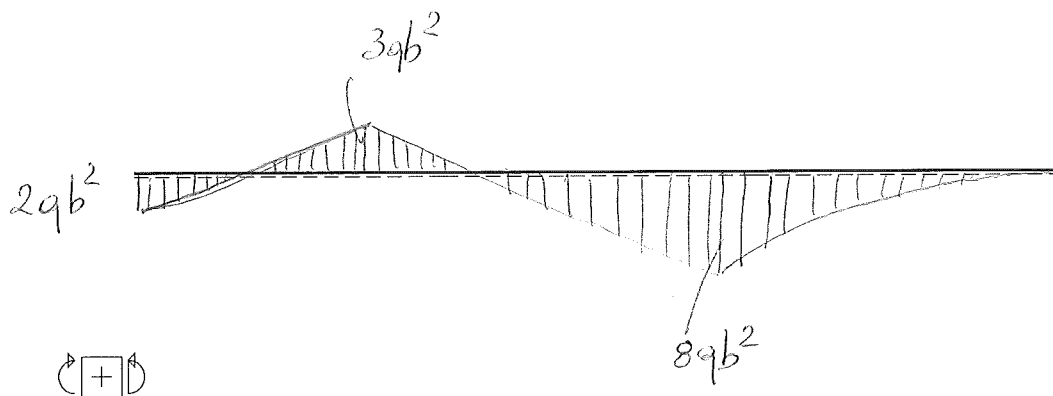
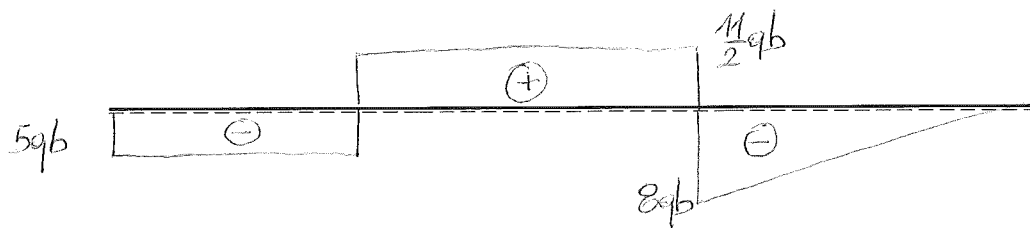
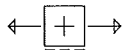
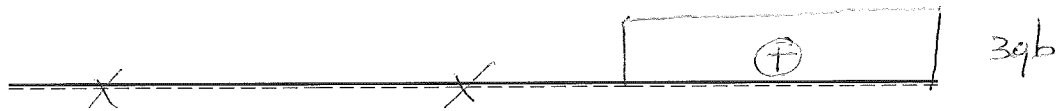
cerchio di Mohr:



$$P_x = (164.5448, -95.0000)$$

$$P_y = (0.0000, +95.0000)$$

$$\varphi = +24.5533 \dots (^\circ); \quad (5)$$



$$\begin{aligned}
 V_A (\uparrow) &= -5qb; & V_B (\uparrow) &= \frac{21}{2}qb; & H_C (\Rightarrow) &= -3qb; & V_C (\uparrow) &= -\frac{27}{2}qb; & M_B (\curvearrowright) &= -3qb^2; \\
 N_{AB} &= 0; & T_{AB} &= -5qb; & M_{AB} &= \frac{2qb^2}{2} - 5qb \cdot x_1; \\
 N_{CB} &= 0; & T_{CB} &= \frac{11}{2}qb; & M_{CB} &= \int 8qb^2 - \frac{11}{2}qb \cdot x_2; \\
 N_{DC} &= 3qb; & T_{DC} &= -4qb; & M_{DC} &= \frac{2qb^2}{2} - 4qb \cdot x_3; \\
 v_D &= \frac{50}{3} \frac{qb^4}{EI} (\uparrow)
 \end{aligned}$$

CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

A.A. 2018-2019

Prova scritta in aula del 25.06.2019

Parte II - Testo 2

CdS Edilizia ☐

CdS AdC ☐

CdS SdA ☐

Nota: I risultati numerici vanno riportati a penna su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui soli fogli a quadretti che sono stati forniti.

Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

Esercizio n. 1 (17 punti)

Risolvere mediante il Principio dei Lavori Virtuali (PLV) la struttura iperstatica riportata in Figura, assumendo, come incognita iperstatica, il momento flettente sull'appoggio di continuità B , M_B .

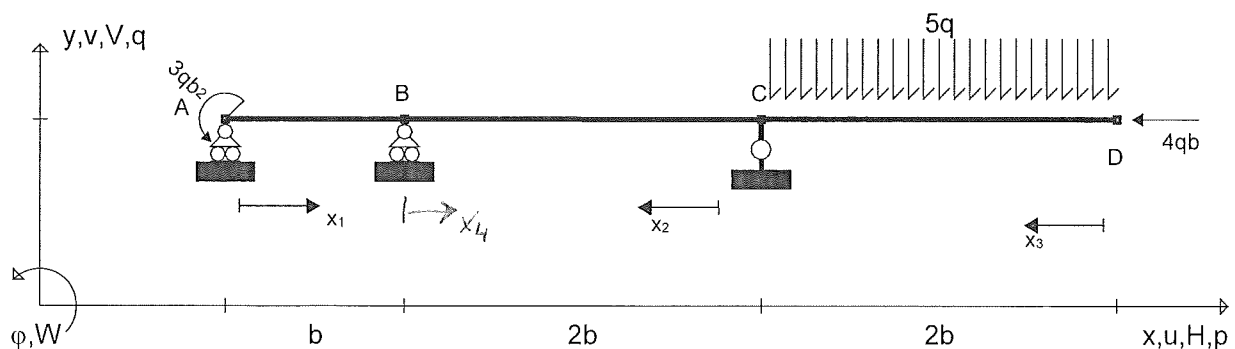
Dopo avere determinato l'iperstatica *tenendo conto solo della deformabilità flessionale*, calcolare le reazioni vincolari, le azioni interne e tracciare nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici.

Calcolare infine, riapplicando il PLV, lo spostamento verticale del punto D , v_D .

Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC_SdA 25.06.19*002



Esercizio n. 2 (7 punti)

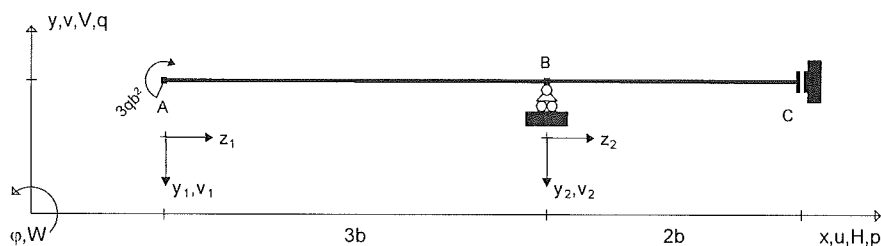
Per la struttura *isostatica*, indicata in Figura, determinare le reazioni vincolari e l'espressione delle azioni interne, nonché le condizioni al contorno imposte dai vincoli nei punti *A*, *B* e *C*.

Utilizzare quindi l'equazione della linea elastica per determinare:

1. La deformata della linea d'asse, $v(z) = v_1(z_1) \cup v_2(z_2)$;
2. La sua derivata prima, $v'(z) = v_1'(z_1) \cup v_2'(z_2)$;
3. Lo spostamento verticale del punto *A*, v_A ;
4. La rotazione del punto *B*, θ_B .

Universita' di Cagliari

SdC_SdA 25.06.19*002



$\uparrow (+)$



$\uparrow (+)$

$3qb^2$

$$V_B (\uparrow) = \dots 0 \dots; H_C (\Rightarrow) = \dots 0 \dots; M_C (\curvearrowright) = \dots 3qb^2 \dots;$$

$$N_{AB} = \dots 0 \dots; T_{AB} = \dots 0 \dots; M_{AB} = \dots 3qb^2 \dots;$$

$$N_{BC} = \dots 0 \dots; T_{BC} = \dots 0 \dots; M_{BC} = \dots 3qb^2 \dots;$$

$$\text{c.c in A} = \dots \text{---} \dots; \text{c.c in B} = \dots \begin{cases} v_1(z_1=3b) = v_2(z_2=0) = 0 \\ v_1'(z_1=3b) = v_2'(z_2=0) \end{cases} \dots;$$

$$\text{c.c in C} = \dots v_2'(z_2=2b) = 0 \dots;$$

$$v_1(z_1) = \dots -\frac{63}{2} \frac{qb^4}{EI} + 15 \frac{qb^3 z_1}{EI} - \frac{3}{2} \frac{qb^2 z_1^2}{EI} \dots; v_1'(z_1) = \dots \frac{15qb^3}{EI} - 3 \frac{qb^2 z_1}{EI} \dots;$$

$$v_2(z_2) = \dots \frac{6}{EI} \frac{qb^3 z_2^2}{2} - \frac{3}{2} \frac{qb^2 z_2^2}{EI} \dots; v_2'(z_2) = \dots \frac{6qb^3}{EI} - 3 \frac{qb^2 z_2}{EI} \dots;$$

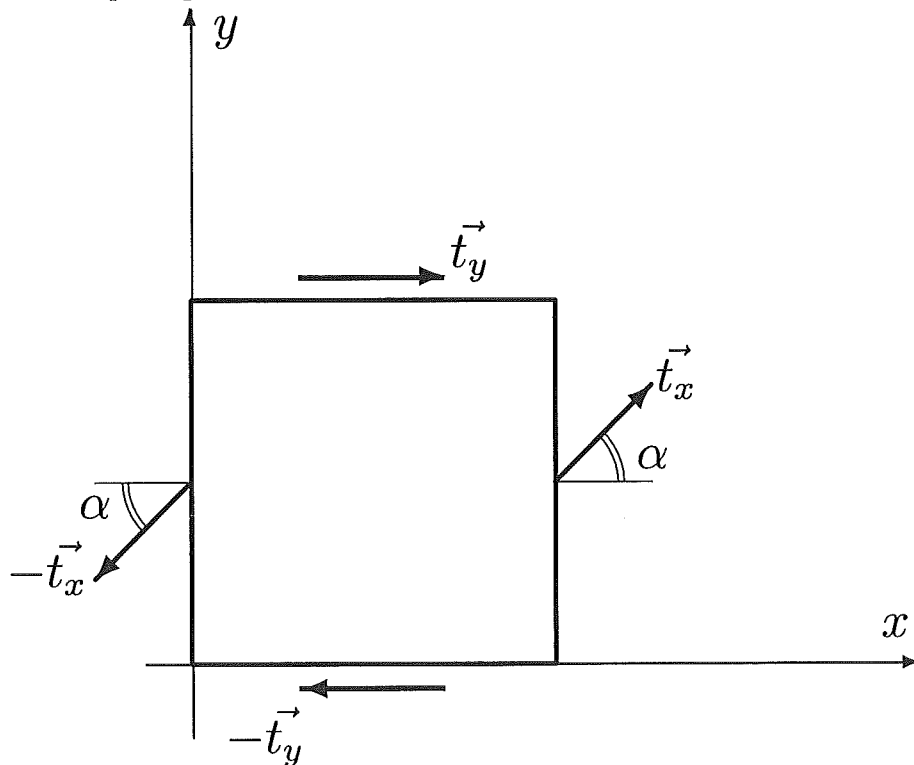
$$v_A = \dots -\frac{63}{2} \frac{qb^4}{EI} (\uparrow) \dots; \theta_B = \dots \frac{6qb^3}{EI} (\curvearrowright) \dots;$$

Esercizio n. 3 (9 punti)

Un elemento di materiale *in condizioni di equilibrio* è soggetto lungo le facce aventi come normali gli assi x e y ai vettori sforzo (piani) \vec{t}_x e \vec{t}_y rispettivamente; di questi \vec{t}_x è inclinato rispetto all'asse x di un angolo $\alpha = -30^\circ$ (sicché $\cos \alpha = \sqrt{3}/2$; $\sin \alpha = -1/2$) e ha modulo di valore $|\vec{t}_x| = 220$ MPa. L'altro vettore sforzo, \vec{t}_y , è invece *orizzontale*, come indicato in Figura.

Si chiede di determinare le componenti σ_x , σ_y e τ_{xy} del tensore degli sforzi, costruire il cerchio di Mohr, determinare gli sforzi principali, σ_1 e σ_2 , e la massima tensione tangenziale, τ_{\max} .

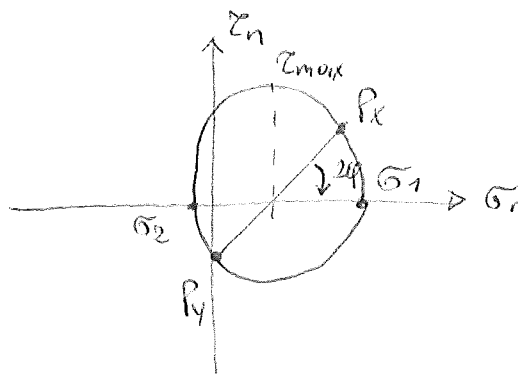
Determinare inoltre quanto vale l'angolo φ formato dall'asse x e dall'asse normale alla faccia sulla quale agisce lo sforzo principale massimo, σ_1 .



$$\sigma_x = 190.5256 \dots \text{ (MPa)}; \sigma_y = 0.0000 \dots \text{ (MPa)}; \tau_{xy} = -110.0000 \dots \text{ (MPa)};$$

$$\sigma_1 = 240.7791 \dots \text{ (MPa)}; \sigma_2 = -50.2535 \dots \text{ (MPa)}; \tau_{\max} = 145.5163 \dots \text{ (MPa)};$$

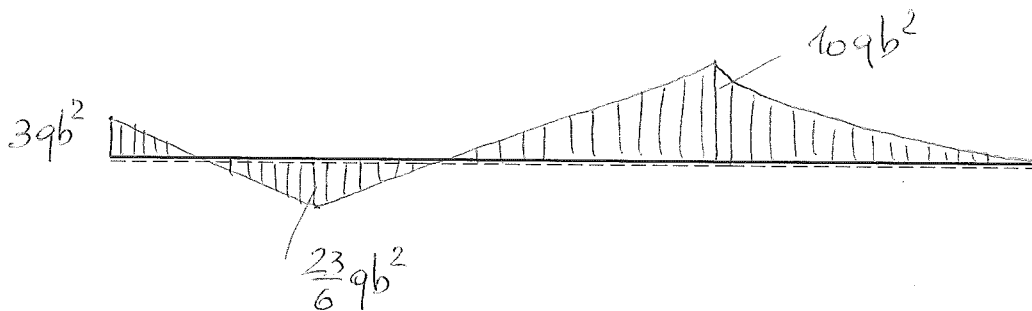
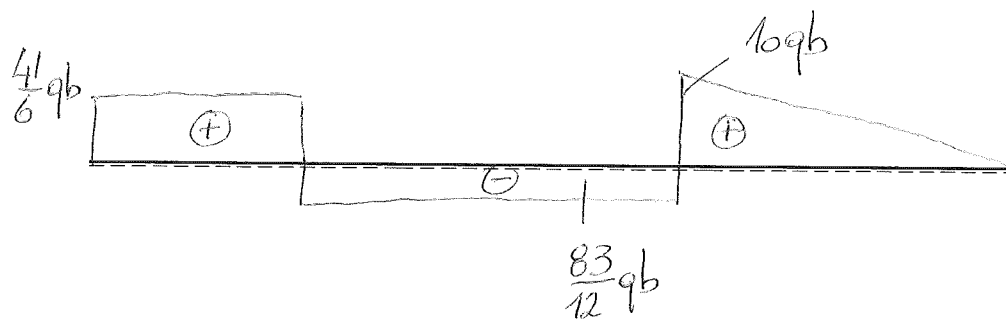
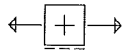
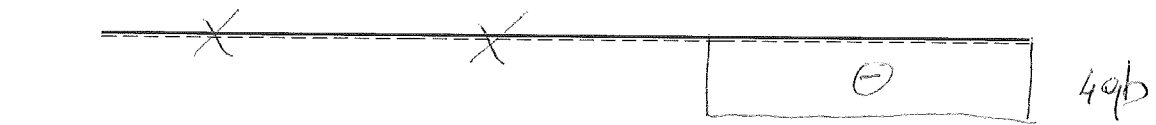
cerchio di Mohr:



$$P_x = (190.5256, +110.0000)$$

$$P_y = (0.0000, -110.0000)$$

$$\varphi = 24.5533 \dots (^\circ); \quad (\downarrow)$$



$$\begin{aligned}
 V_A (\uparrow) &= \frac{4l}{6} qb; \quad V_B (\uparrow) = -\frac{55}{4} qb; \quad H_C (\Rightarrow) = 4 qb; \quad V_C (\uparrow) = \frac{203}{12} qb; \quad M_B (\curvearrowright) = \frac{23}{6} qb^2; \\
 N_{AB} &= 0; \quad T_{AB} = \frac{4l}{6} qb; \quad M_{AB} = -3qb^2 + \frac{4l}{6} qb x_1; \\
 N_{CB} &= 0; \quad T_{CB} = -\frac{83}{12} qb; \quad M_{CB} = \begin{cases} -10qb^2 + \frac{83}{12} qb x_2 \\ \frac{23}{6} qb^2 - \frac{83}{12} qb x_4 \end{cases}; \\
 N_{DC} &= -4qb; \quad T_{DC} = 5qb; \quad M_{DC} = -\frac{5}{2} qb^2; \\
 v_D &= -\frac{187}{9} \frac{qb^4}{EI} \quad (\downarrow)
 \end{aligned}$$

CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

A.A. 2018-2019

Prova scritta in aula del 25.06.2019

Parte II - Testo 3

CdS Edilizia ☐

CdS AdC ☐

CdS SdA ☐

Nota: I risultati numerici vanno riportati a penna su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui soli fogli a quadretti che sono stati forniti.

Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

Esercizio n. 1 (17 punti)

Risolvere mediante il Principio dei Lavori Virtuali (PLV) la struttura iperstatica riportata in Figura, assumendo, come incognita iperstatica, il momento flettente sull'appoggio di continuità B , M_B .

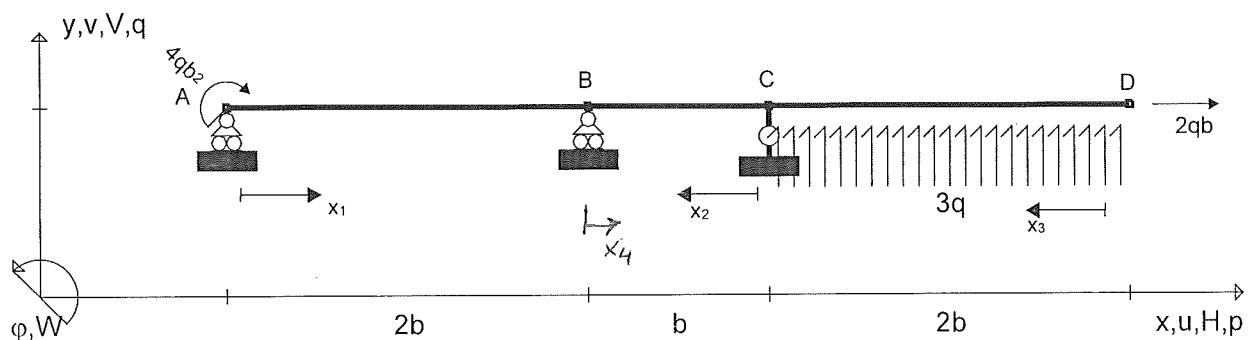
Dopo avere determinato l'iperstatica *tenendo conto solo della deformabilità flessionale*, calcolare le reazioni vincolari, le azioni interne e tracciare nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici.

Calcolare infine, riapplicando il PLV, lo spostamento verticale del punto D , v_D .

Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC_SdA 25.06.19*003



Esercizio n. 2 (7 punti)

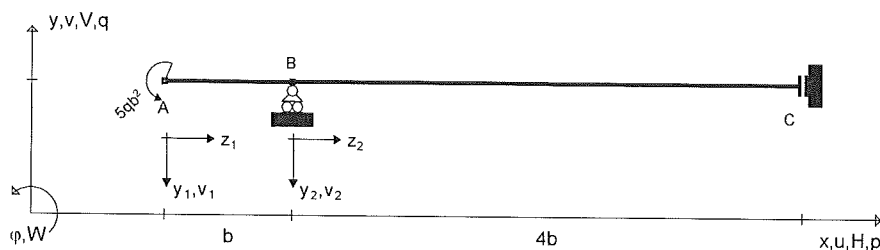
Per la struttura *isostatica*, indicata in Figura, determinare le reazioni vincolari e l'espressione delle azioni interne, nonché le condizioni al contorno imposte dai vincoli nei punti A , B e C .

Utilizzare quindi l'equazione della linea elastica per determinare:

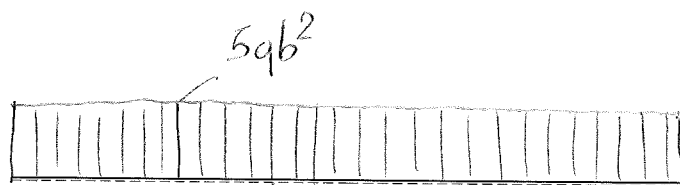
1. La deformata della linea d'asse, $v(z) = v_1(z_1) \cup v_2(z_2)$;
2. La sua derivata prima, $v'(z) = v_1'(z_1) \cup v_2'(z_2)$;
3. Lo spostamento verticale del punto A , v_A ;
4. La rotazione del punto B , θ_B .

Università' di Cagliari

SdC_SdA 25.06.19*003



$\uparrow (+)$



$\curvearrowright (+)$

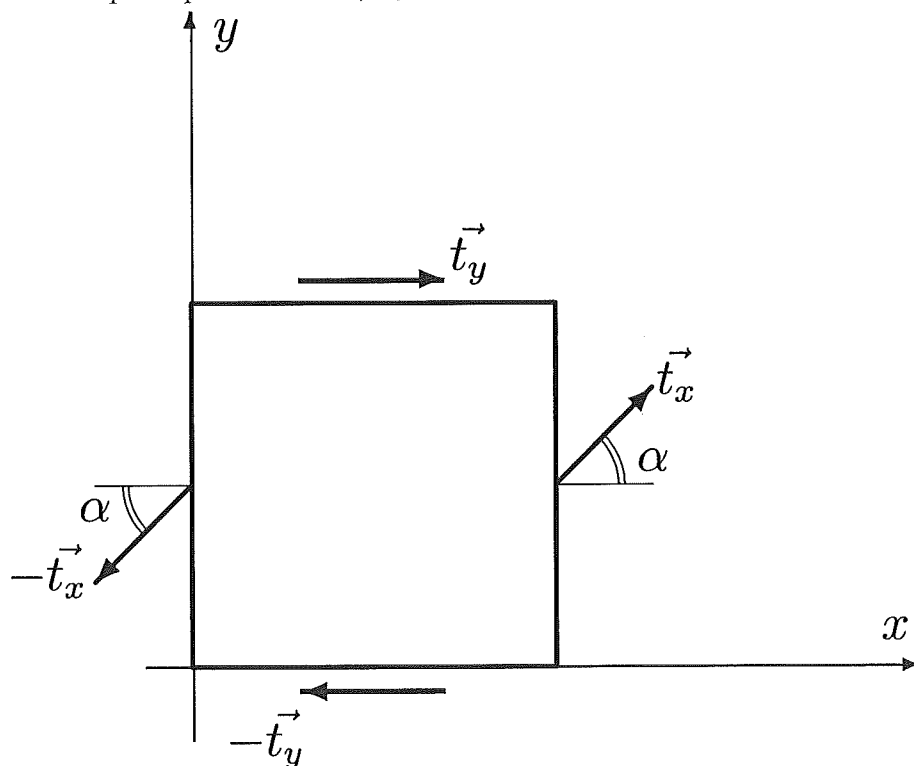
$$\begin{aligned}
 V_B (\uparrow) &= \dots 0 \dots; H_C (\rightarrow) = \dots 0 \dots; M_C (\curvearrowright) = \dots -5qb^2 \dots; \\
 N_{AB} &= \dots 0 \dots; T_{AB} = \dots 0 \dots; M_{AB} = \dots -5qb^2 \dots; \\
 N_{BC} &= \dots 0 \dots; T_{BC} = \dots 0 \dots; M_{BC} = \dots -5qb^2 \dots; \\
 \text{c.c in } A &= \dots \text{ } \dots; \text{c.c in } B = \dots \begin{cases} v_1(z_1=b) = v_2(z_2=0) = 0 \\ v_1'(z_1=b) = v_2'(z_2=0) \end{cases} \dots; \\
 \text{c.c in } C &= \dots v_2'(z_2=4b) = 0 \dots; \\
 v_1(z_1) &= \dots \frac{45}{2} \frac{qb^4}{EI} - \frac{25}{EI} qb^3 z_1 + \frac{5}{2} \frac{qb^2 z_1^2}{EI} \dots; v_1'(z_1) = \dots -\frac{25}{EI} qb^3 + 5 \frac{qb^2 z_1}{EI} \dots; \\
 v_2(z_2) &= \dots -\frac{20}{EI} qb^3 z_2 + \frac{5}{2} \frac{qb^2 z_2^2}{EI} \dots; v_2'(z_2) = \dots -\frac{20}{EI} qb^3 + 5 \frac{qb^2 z_2}{EI} \dots; \\
 v_A &= \dots \frac{45}{2} \frac{qb^4}{EI} \dots; \theta_B = \dots -\frac{20}{EI} qb^3 \dots
 \end{aligned}$$

Esercizio n. 3 (9 punti)

Un elemento di materiale *in condizioni di equilibrio* è soggetto lungo le facce aventi come normali gli assi x e y ai vettori sforzo (piani) \vec{t}_x e \vec{t}_y rispettivamente; di questi \vec{t}_x è inclinato rispetto all'asse x di un angolo $\alpha = +210^\circ$ (sicché $\cos \alpha = -\sqrt{3}/2$; $\sin \alpha = -1/2$) e ha modulo di valore $|\vec{t}_x| = 290$ MPa. L'altro vettore sforzo, \vec{t}_y , è invece *orizzontale*, come indicato in Figura.

Si chiede di determinare le componenti σ_x , σ_y e τ_{xy} del tensore degli sforzi, costruire il cerchio di Mohr, determinare gli sforzi principali, σ_1 e σ_2 , e la massima tensione tangenziale, τ_{\max} .

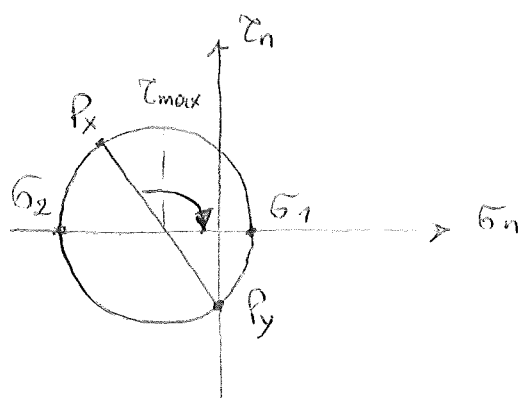
Determinare inoltre quanto vale l'angolo φ formato dall'asse x e dall'asse normale alla faccia sulla quale agisce lo sforzo principale massimo, σ_1 .



$$\sigma_x = -251.1474 \dots \text{ (MPa)}; \sigma_y = 0.0000 \dots \text{ (MPa)}; \tau_{xy} = -145.0000 \dots \text{ (MPa)};$$

$$\sigma_1 = +66.2433 \dots \text{ (MPa)}; \sigma_2 = -317.3967 \dots \text{ (MPa)}; \tau_{\max} = 191.8170 \dots \text{ (MPa)};$$

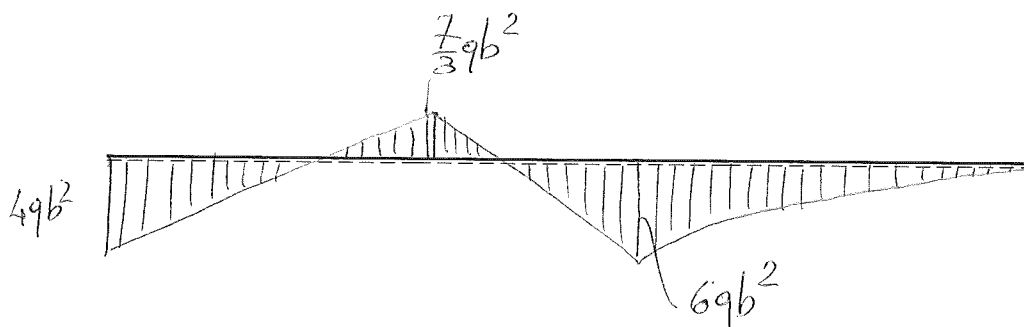
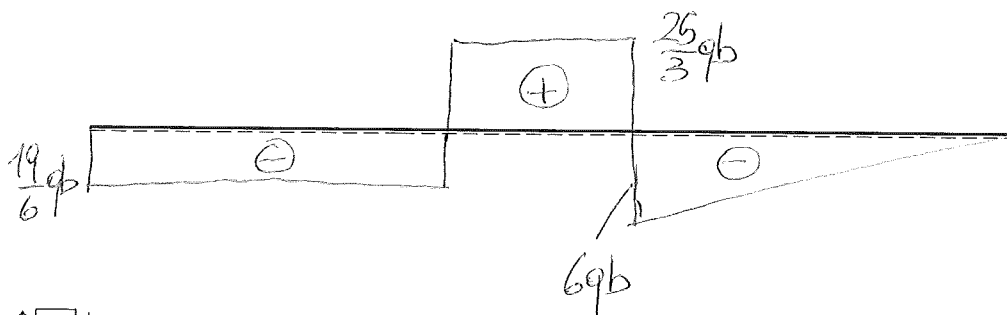
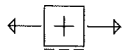
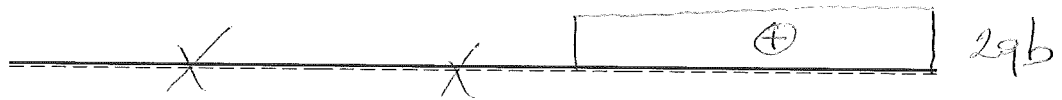
cerchio di Mohr:



$$P_x = (-251.1474, +145.0000)$$

$$P_y = (0.0000, -145.0000)$$

$$\varphi = -65.4467 \dots (^\circ); \quad (\downarrow)$$



$V_A (\uparrow) = -\frac{19}{6}qb$	$V_B (\uparrow) = \frac{23}{2}qb$	$H_C (\Rightarrow) = -2qb$	$V_C (\uparrow) = -\frac{43}{3}qb$	$M_B (\curvearrowright) = -\frac{7}{3}qb^2$
$N_{AB} = 0$	$T_{AB} = -\frac{19}{6}qb$	$M_{AB} = 4qb^2 - \frac{19}{6}qb x_1$		
$N_{CB} = 0$	$T_{CB} = \frac{25}{3}qb$	$M_{CB} = \int 6qb^2 - \frac{19}{6}qb x_2 + \frac{25}{3}qb x_4$		
$N_{DC} = 2qb$	$T_{DC} = -3qb$	$M_{DC} = \frac{3}{2}qb^2$		
$v_D = \frac{83}{3} \frac{qb^4}{EI}$	(↑)			

CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

A.A. 2018-2019

Prova scritta in aula del 25.06.2019

Parte II - Testo 4

CdS Edilizia ☐

CdS AdC ☐

CdS SdA ☐

Nota: I risultati numerici vanno riportati a penna su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui solli fogli a quadretti che sono stati forniti.

Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

Esercizio n. 1 (17 punti)

Risolvere mediante il Principio dei Lavori Virtuali (PLV) la struttura iperstatica riportata in Figura, assumendo, come incognita iperstatica, il momento flettente sull'appoggio di continuità B , M_B .

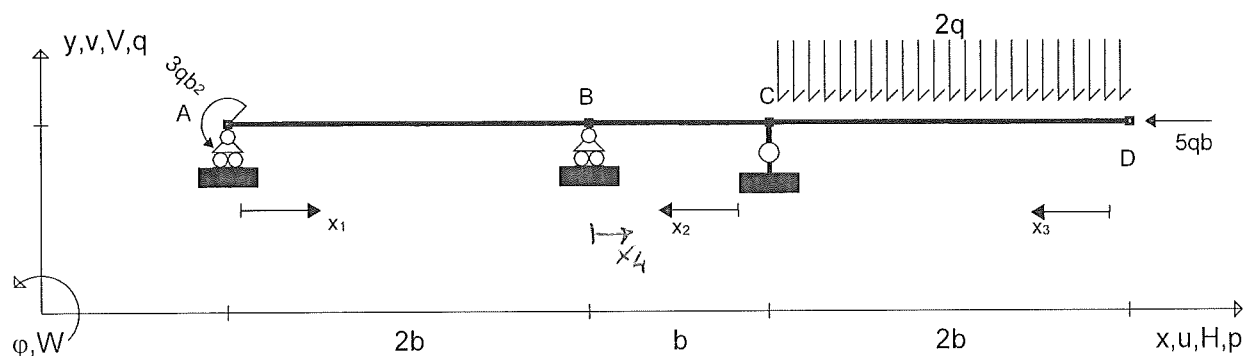
Dopo avere determinato l'iperstatica *tenendo conto solo della deformabilità flessionale*, calcolare le reazioni vincolari, le azioni interne e tracciare nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici.

Calcolare infine, riapplicando il PLV, lo spostamento verticale del punto D , v_D .

Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC_SdA 25.06.19*004



Esercizio n. 2 (7 punti)

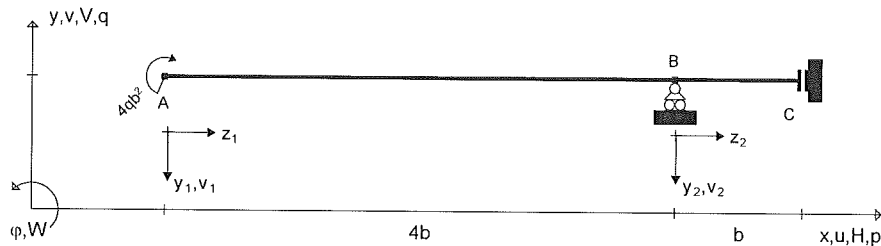
Per la struttura *isostatica*, indicata in Figura, determinare le reazioni vincolari e l'espressione delle azioni interne, nonché le condizioni al contorno imposte dai vincoli nei punti A , B e C .

Utilizzare quindi l'equazione della linea elastica per determinare:

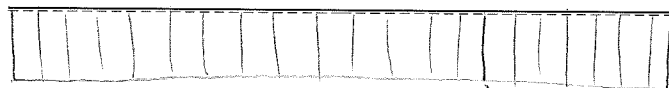
1. La deformata della linea d'asse, $v(z) = v_1(z_1) \cup v_2(z_2)$;
2. La sua derivata prima, $v'(z) = v_1'(z_1) \cup v_2'(z_2)$;
3. Lo spostamento verticale del punto A , v_A ;
4. La rotazione del punto B , θ_B .

Università' di Cagliari

SdC_SdA 25.06.19*004



$\uparrow (+)$



$\circlearrowleft (+)$

$4qb^2$

$$V_B (\uparrow) = 0; H_C (\rightarrow) = 0; M_C (\circlearrowleft) = 4qb^2;$$

$$N_{AB} = 0; T_{AB} = 0; M_{AB} = 4qb^2;$$

$$N_{BC} = 0; T_{BC} = 0; M_{BC} = 4qb^2;$$

$$\text{c.c in } A = \text{c.c in } B = \begin{cases} v_1(z_1 = 4b) = v_2(z_2 = 0) = 0 \\ v_1'(z_1 = 4b) = v_2'(z_2 = 0) \end{cases}$$

$$\text{c.c in } C = v_2'(z_2 = b) = 0;$$

$$v_1(z_1) = -\frac{48qb^4}{EI} + \frac{20qb^3z_1}{EI} - \frac{2qb^2z_1^2}{EI}; v_1'(z_1) = \frac{20qb^3}{EI} - \frac{4qb^2z_1}{EI};$$

$$v_2(z_2) = \frac{4qb^3z_2}{EI} - \frac{2qb^2z_2^2}{EI}; v_2'(z_2) = \frac{4qb^3}{EI} - \frac{4qb^2z_2}{EI};$$

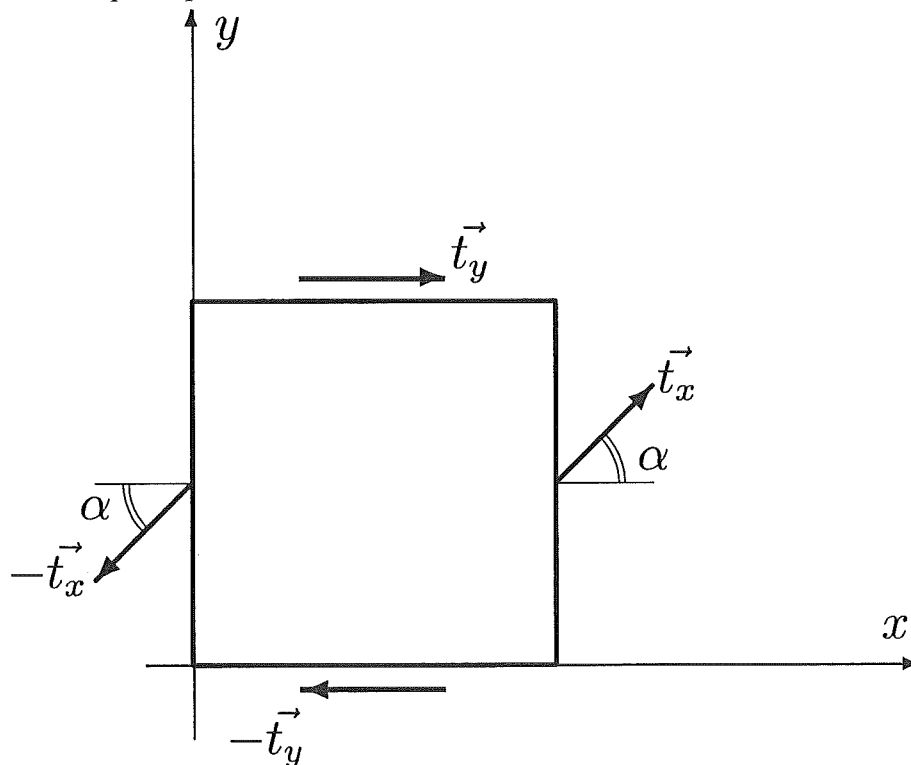
$$v_A = -\frac{48qb^4}{EI} (\uparrow); \theta_B = \frac{4qb^3}{EI} (\searrow);$$

Esercizio n. 3 (9 punti)

Un elemento di materiale *in condizioni di equilibrio* è soggetto lungo le facce aventi come normali gli assi x e y ai vettori sforzo (piani) \vec{t}_x e \vec{t}_y rispettivamente; di questi \vec{t}_x è inclinato rispetto all'asse x di un angolo $\alpha = +150^\circ$ (sicché $\cos \alpha = -\sqrt{3}/2$; $\sin \alpha = 1/2$) e ha modulo di valore $|\vec{t}_x| = 320$ MPa. L'altro vettore sforzo, \vec{t}_y , è invece *orizzontale*, come indicato in Figura.

Si chiede di determinare le componenti σ_x , σ_y e τ_{xy} del tensore degli sforzi, costruire il cerchio di Mohr, determinare gli sforzi principali, σ_1 e σ_2 , e la massima tensione tangenziale, τ_{\max} .

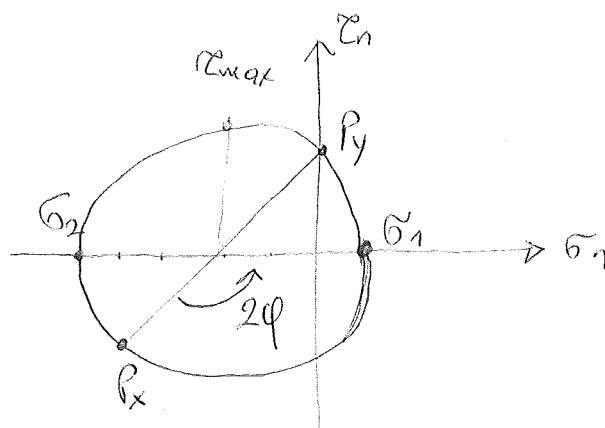
Determinare inoltre quanto vale l'angolo ϕ formato dall'asse x e dall'asse normale alla faccia sulla quale agisce lo sforzo principale massimo, σ_1 .



$$\sigma_x = -277.1281 \dots \text{ (MPa)}; \sigma_y = 0.0000 \dots \text{ (MPa)}; \tau_{xy} = 160.0000 \dots \text{ (MPa)};$$

$$\sigma_1 = +73.0960 \dots \text{ (MPa)}; \sigma_2 = -350.2242 \dots \text{ (MPa)}; \tau_{\max} = 24.6601 \dots \text{ (MPa)};$$

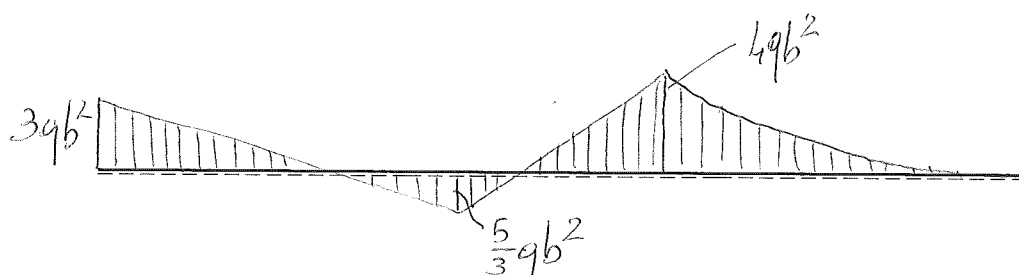
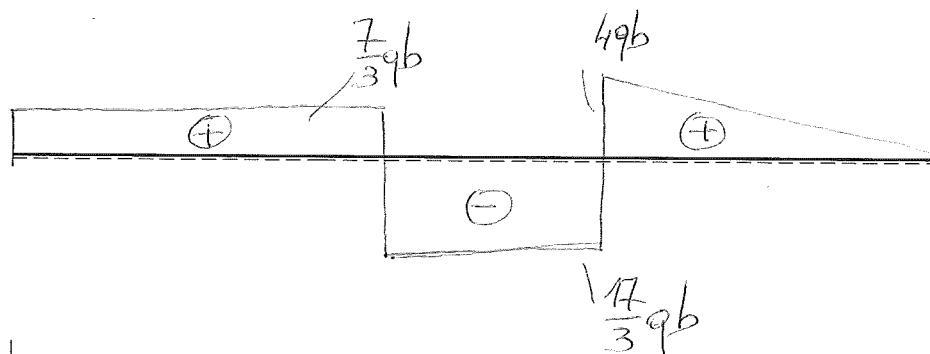
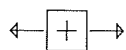
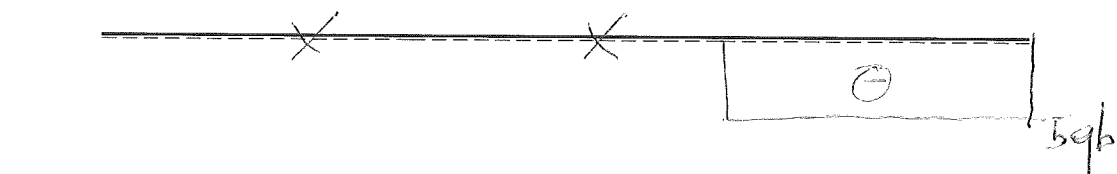
cerchio di Mohr:



$$P_x = (-277.1281, -160.0000)$$

$$P_y = (0.0000, +160.0000)$$

$$\phi = +65.4467 \dots (^\circ); \quad (J)$$



$$\begin{aligned}
 V_A(\uparrow) &= \dots \frac{7}{3}qb \dots; V_B(\uparrow) = \dots -8qb \dots; H_C(\Rightarrow) = \dots 5qb \dots; V_C(\uparrow) = \dots \frac{29}{3}qb \dots; M_B(\curvearrowright) = \dots +\frac{5}{3}qb^2 \dots; \\
 N_{AB} &= \dots 0 \dots; T_{AB} = \dots \frac{7}{3}qb \dots; M_{AB} = \dots -3qb^2 + \frac{7}{3}qb x_1 \dots; \\
 N_{CB} &= \dots 0 \dots; T_{CB} = \dots -\frac{17}{3}qb \dots; M_{CB} = \dots \int -4qb^2 + \frac{17}{3}qb x_2 \dots; \\
 N_{DC} &= \dots -5qb \dots; T_{DC} = \dots 29x_3 \dots; M_{DC} = \dots -qx_3^2 \dots; \\
 v_D &= \dots -\frac{55}{9} \frac{qb^4}{EJ} \dots
 \end{aligned}$$