

**CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**

A.A. 2024-2025

Esame scritto del 16.09.2025

Parte 1 - Testo 1

*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. Esprimere i risultati in forma frazionaria o con almeno 3 cifre decimali.*

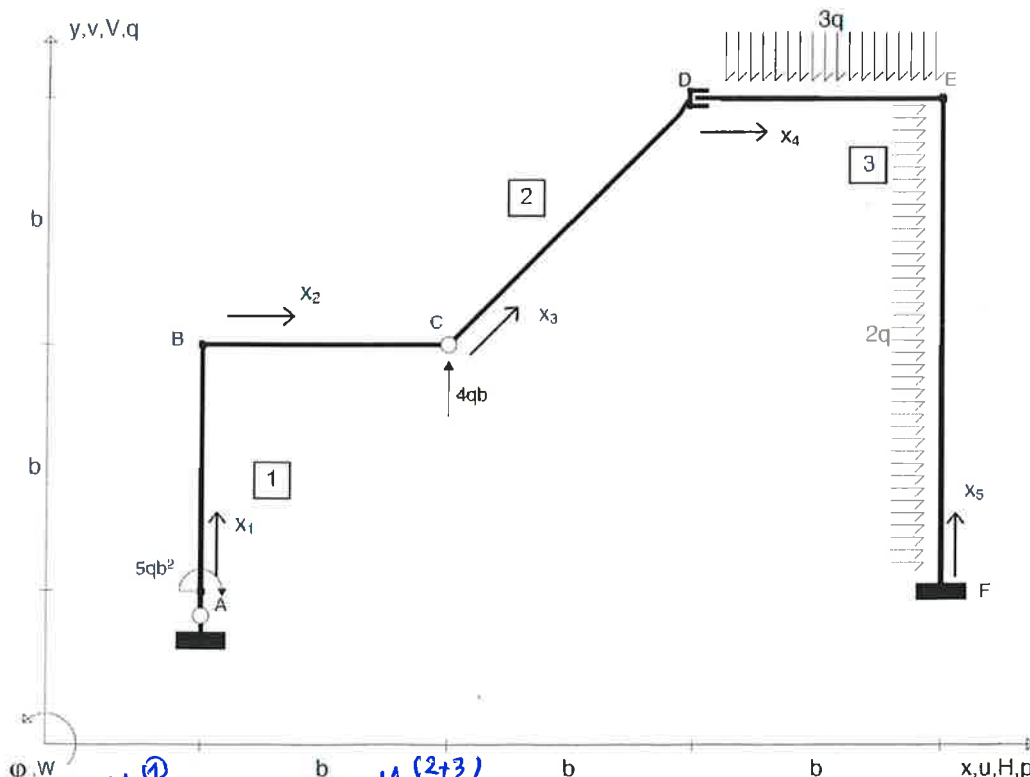
Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

**Esercizio n. 1 (17 punti)**

Risolvere la struttura isostatica riportata in Figura calcolando le reazioni vincolari, le equazioni delle azioni interne e tracciando nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici. Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC\_SdA 16.09.25\*001



Eq. ausiliarie  
 $M_{z(e)}^{(1)} = 0$  oppure  $M_{z(e)}^{(2+3)} = 0$   
 $R_x^{(1+2)} = 0$  oppure  $R_x^{(3)} = 0$

## Esercizio n. 2 (11 punti)

Per la struttura, indicata in Figura, determinare la reazione orizzontale  $H_A$  applicando il principio dei lavori virtuali (PLV). Si richiede di

1. Determinare le coordinate (riferite all'origine in  $A$ ) del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 1 (asta  $ABC$ ),  $C_1$ , del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 2 (asta  $CD$ ),  $C_2$ , del centro di istantanea rotazione relativo fra i due corpi,  $C_{12}$ ;
2. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
3. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente orizzontale dello spostamento virtuale del punto  $A$ ,  $u_A$ , e quella verticale dello spostamento virtuale del punto  $C$ ,  $v_C$ .

Calcolare poi, riapplicando il PLV, il valore del momento flettente nel punto  $B$ ,  $M_B$ .

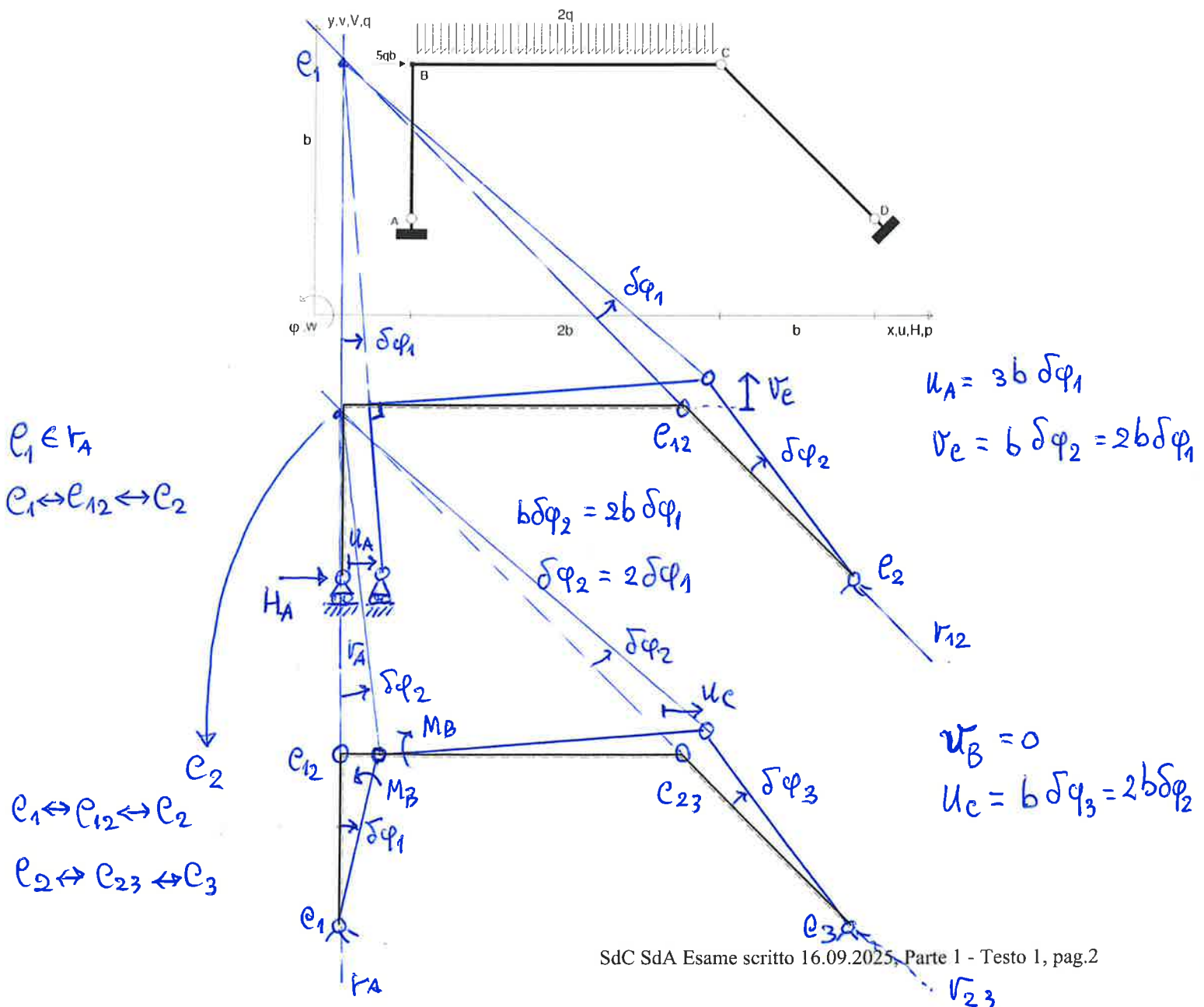
In questa situazione (nella quale la struttura è suddivisa nelle tre aste  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ) si richiede di:

4. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
5. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto  $B$ ,  $v_B$ , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto  $C$ ,  $u_C$ .

Nota: Nel caso di punti impropri, si indichino le coordinate dei centri di rotazione in questa forma:  $(\infty, m)$ , dove  $m$  è il coefficiente angolare della retta a cui appartiene il punto improprio.

Universita' di Cagliari

SdC\_SdA 16.09.25\*005



$$H_A (\Rightarrow) = -2qb; C_1 = (0, 3b); C_2 = (3b, 0); C_{12} = (2b, b);$$

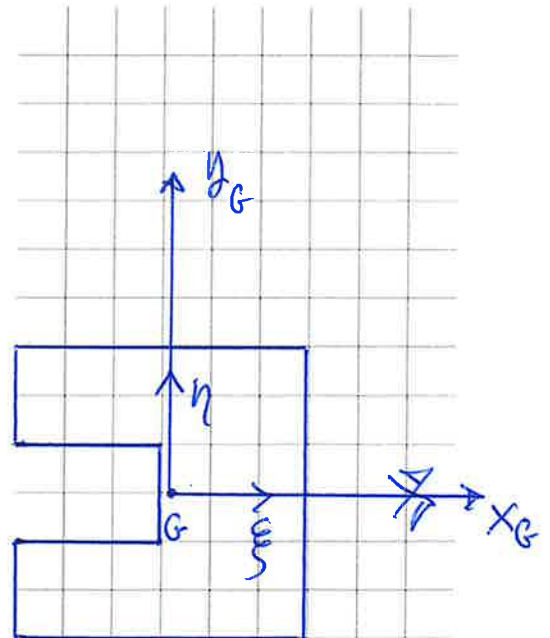
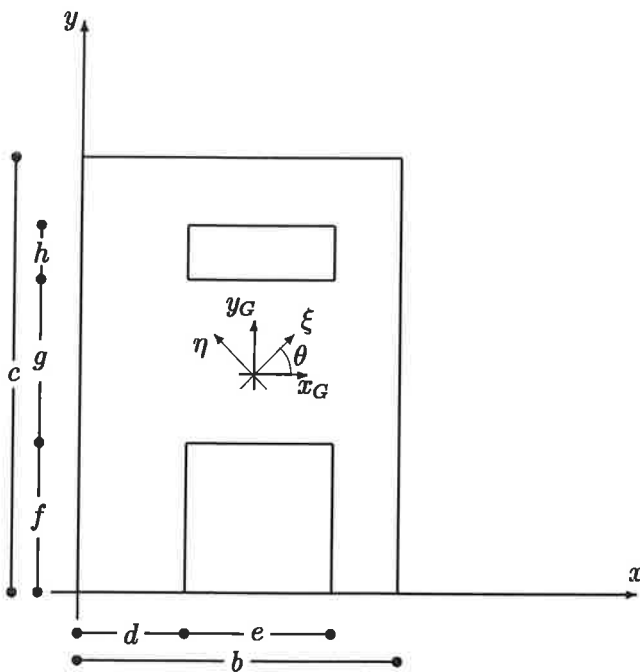
$$u_A = 3b\delta\varphi_1; v_C = b\delta\varphi_2 = 2b\delta\varphi_1$$

$$M_B (\curvearrowright) = 2qb^2; v_B = 0; u_C = b\delta\varphi_3 = 2b\delta\varphi_2$$

### Esercizio n. 3 (5 punti)

Per la lamina piana omogenea rappresentata in Figura (NB: Si noti che il disegno non è in scala!) nella quale le misure quotate sono le seguenti:  $b = 6a$ ;  $c = 6a$ ;  $d = 0$ ;  $e = 3a$ ;  $f = 0$ ;  $g = 2a$ ;  $h = 2a$  si richiede di:

- calcolare i momenti statici,  $S_x$  e  $S_y$  (rispetto agli assi  $x$  e  $y$  indicati);
- calcolare le coordinate del baricentro  $x_G$  e  $y_G$  rispetto ai medesimi assi;
- calcolare i momenti di inerzia  $J_{xG}$  e  $J_{yG}$  e il momento centrifugo  $J_{xGyG}$  rispetto agli assi baricentrici;
- calcolare i momenti centrali d'inerzia,  $J_\xi = J_{\max}$  e  $J_\eta = J_{\min}$  rispetto agli assi centrali d'inerzia,  $\xi$ ,  $\eta$ ;
- calcolare la tangente trigonometrica,  $\tan 2\theta$ , del doppio dell'angolo  $\theta$  formato dagli assi  $x_G$  e  $\xi$ .



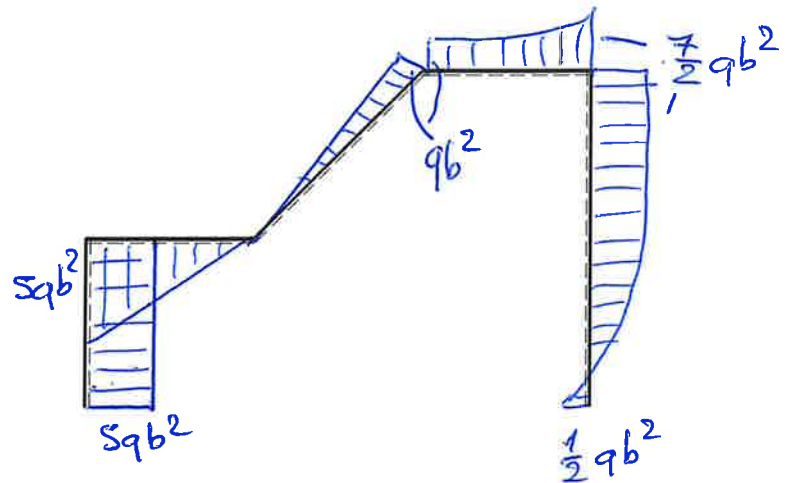
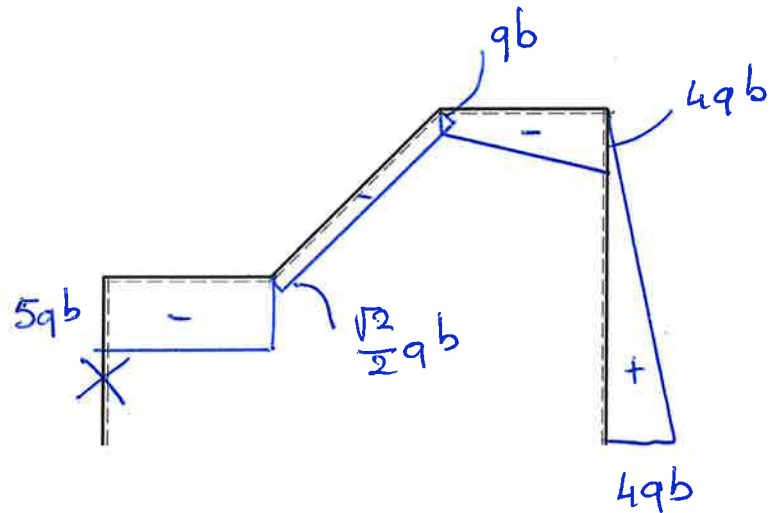
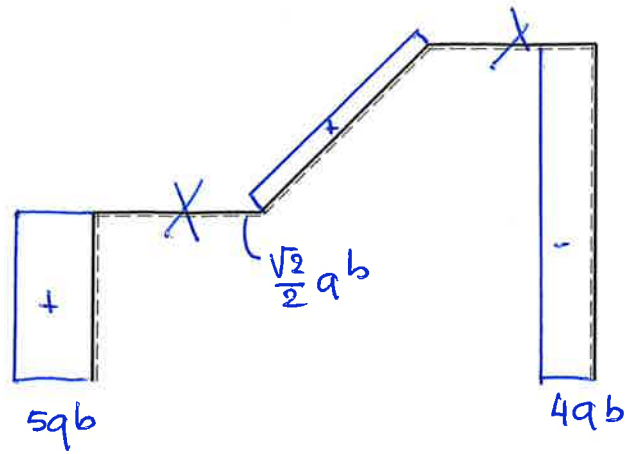
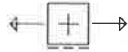
$$S_x = 90a^3; S_y = 99a^3;$$

$$x_G = \frac{33}{10}a = 3.3000a; y_G = 3a;$$

$$J_{xG} = 106a^4; J_{yG} = \frac{873}{10}a^4 = 87.3000a^4;$$

$$J_{xGyG} = 0; \tan 2\theta = 0;$$

$$J_\xi = J_{\max} = 106a^4; J_\eta = J_{\min} = \frac{873}{10}a^4;$$



$H_A(\Rightarrow) = 0$	$V_A(\uparrow) = -5qb$	$H_F(\Rightarrow) = -4qb$	$V_F(\uparrow) = 4qb$	$M_F(\curvearrowright) = \frac{1}{2}qb^2$
$N_{AB} = 5qb$	$T_{AB} = 0$	$M_{AB} = 5qb^2$		
$N_{BC} = 0$	$T_{BC} = -5qb$	$M_{BC} = 5qb^2 - 5qb x_2$		
$N_{CD} = \frac{\sqrt{2}}{2} qb$	$T_{CD} = -\frac{\sqrt{2}}{2} qb$	$M_{CD} = -\frac{\sqrt{2}}{2} qb x_3$		
$N_{DE} = 0$	$T_{DE} = -qb - 3qx_4$	$M_{DE} = -qb^2 - qb x_4 - \frac{3}{2} q x_4^2$		
$N_{FE} = -4qb$	$T_{FE} = 4qb - 2qx_5$	$M_{FE} = \frac{1}{2} qb^2 - 4qb x_5 + q x_5^2$		

**CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**

A.A. 2024-2025

Esame scritto del 16.09.2025

Parte 1 - Testo 2

*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. Esprimere i risultati in forma frazionaria o con almeno 3 cifre decimali.*

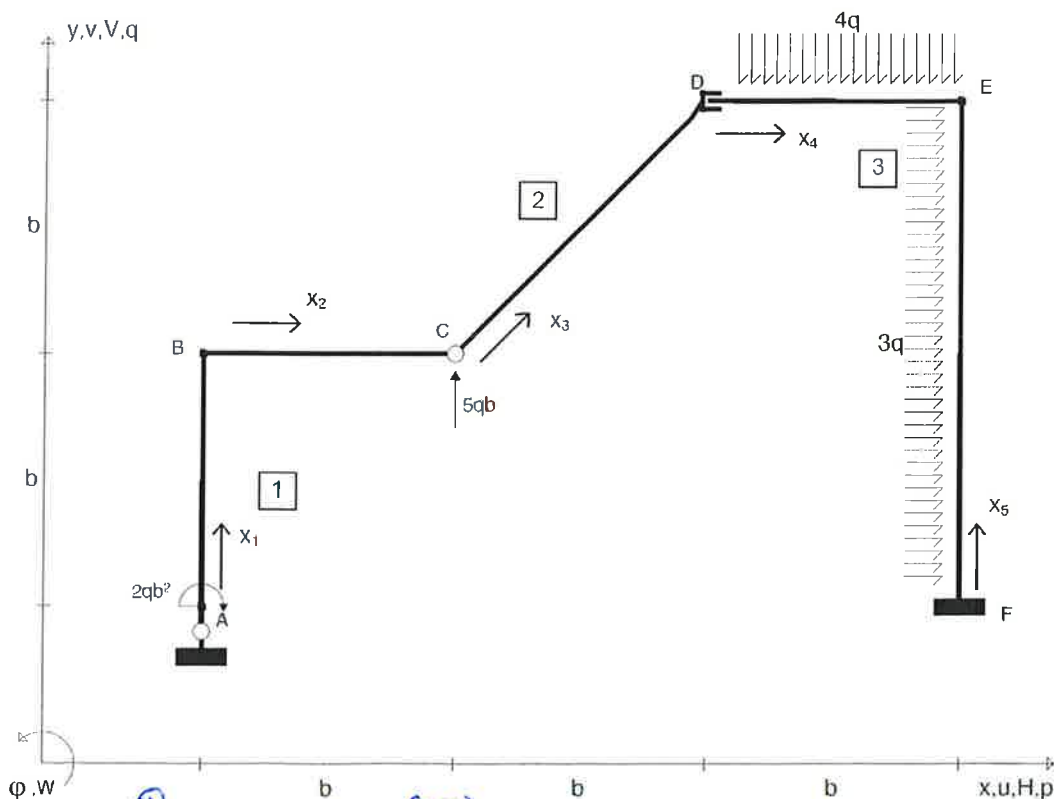
Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

**Esercizio n. 1 (17 punti)**

Risolvere la struttura isostatica riportata in Figura calcolando le reazioni vincolari, le equazioni delle azioni interne e tracciando nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici. Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC\_SdA 16.09.25\*002



Eq. ausiliarie

$$\begin{aligned} M_2(e) &= 0 \text{ oppure } M_2(e) = 0 \\ R_x^{(1+2)} &= 0 \text{ oppure } R_x^{(3)} = 0 \end{aligned}$$

## Esercizio n. 2 (11 punti)

Per la struttura, indicata in Figura, determinare la reazione orizzontale  $H_A$  applicando il principio dei lavori virtuali (PLV). Si richiede di

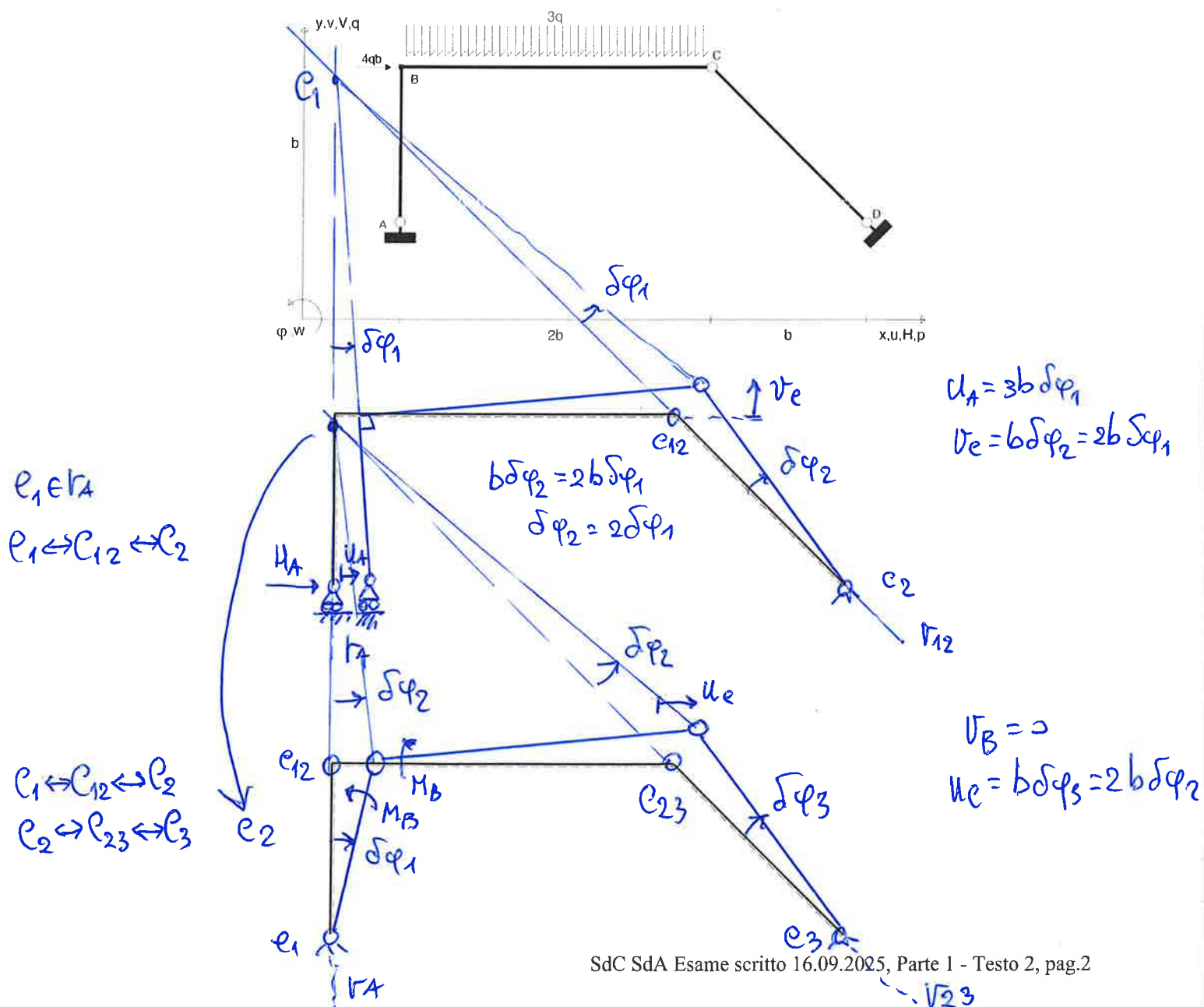
1. Determinare le coordinate (riferite all'origine in A) del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 1 (asta  $ABC$ ),  $C_1$ , del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 2 (asta  $CD$ ),  $C_2$ , del centro di istantanea rotazione relativo fra i due corpi,  $C_{12}$ ;
2. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
3. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente orizzontale dello spostamento virtuale del punto  $A$ ,  $u_A$ , e quella verticale dello spostamento virtuale del punto  $C$ ,  $v_C$ .

Calcolare poi, riapplicando il PLV, il valore del momento flettente nel punto  $B$ ,  $M_B$ .

In questa situazione (nella quale la struttura è suddivisa nelle tre aste  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ) si richiede di:

4. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
5. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto  $B$ ,  $v_B$ , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto  $C$ ,  $u_C$ .

Nota: Nel caso di punti impropri, si indichino le coordinate dei centri di rotazione in questa forma:  $(\infty, m)$ , dove  $m$  è il coefficiente angolare della retta a cui appartiene il punto improprio.



$$H_A (\Rightarrow) = \frac{-2}{3} qb; C_1 = (0, 3b); C_2 = (3b, 0); C_{12} = (2b, b);$$

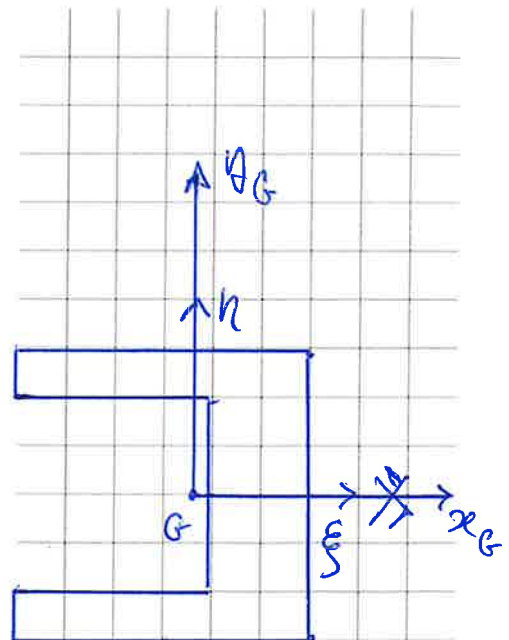
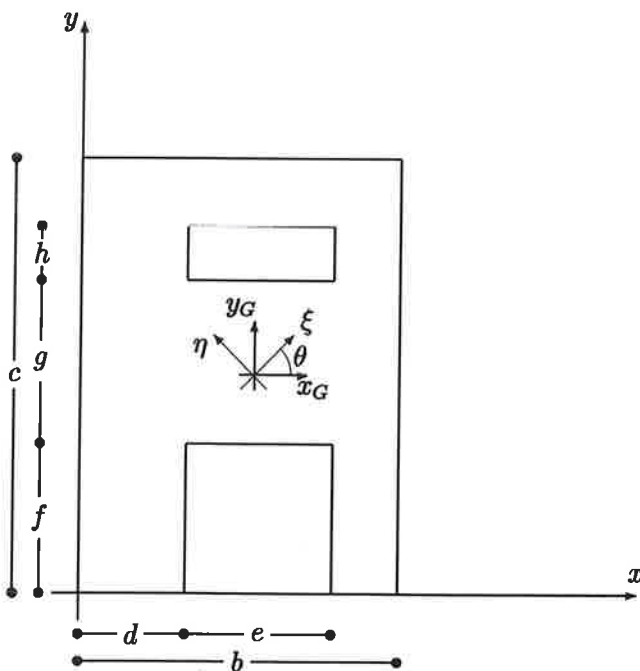
$$u_A = 3b\delta\varphi_1; v_C = b\delta\varphi_2 = 2b\delta\varphi_1;$$

$$M_B (\curvearrowright) = \frac{2}{3} qb^2; v_B = 0; u_C = b\delta\varphi_3 = 2b\delta\varphi_2$$

### Esercizio n. 3 (5 punti)

Per la lamina piana omogenea rappresentata in Figura (NB: Si noti che il disegno non è in scala!) nella quale le misure quotate sono le seguenti:  $b = 6a$ ;  $c = 6a$ ;  $d = 0$ ;  $e = 4a$ ;  $f = 0$ ;  $g = a$ ;  $h = 4a$  si richiede di:

- calcolare i momenti statici,  $S_x$  e  $S_y$  (rispetto agli assi  $x$  e  $y$  indicati);
- calcolare le coordinate del baricentro  $x_G$  e  $y_G$  rispetto ai medesimi assi;
- calcolare i momenti di inerzia  $J_{xG}$  e  $J_{yG}$  e il momento centrifugo  $J_{xGyG}$  rispetto agli assi baricentrici;
- calcolare i momenti centrali d'inerzia,  $J_\xi = J_{\max}$  e  $J_\eta = J_{\min}$  rispetto agli assi centrali d'inerzia,  $\xi$ ,  $\eta$ ;
- calcolare la tangente trigonometrica,  $\tan 2\theta$ , del doppio dell'angolo  $\theta$  formato dagli assi  $x_G$  e  $\xi$ .



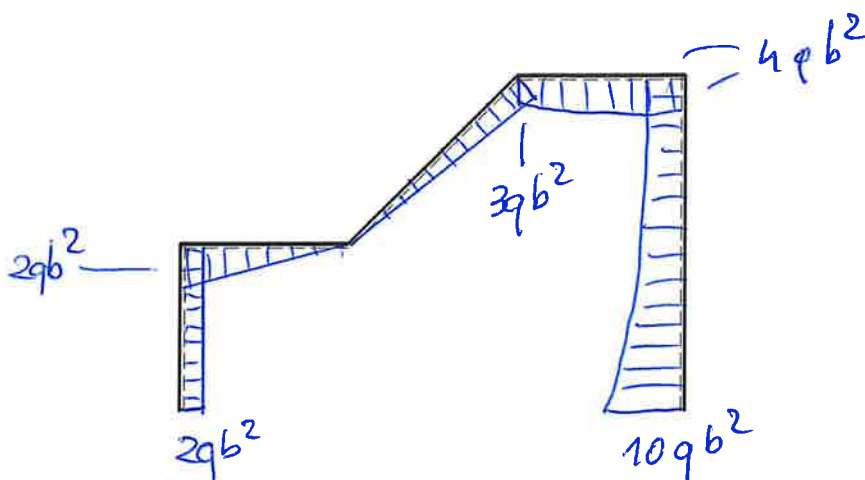
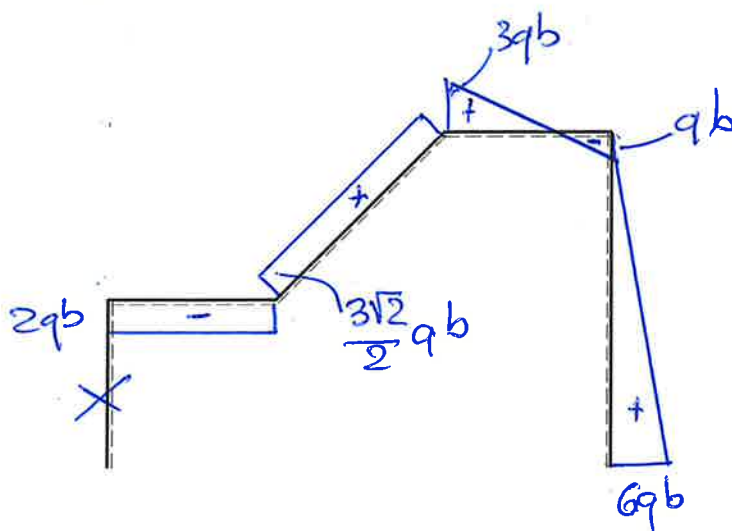
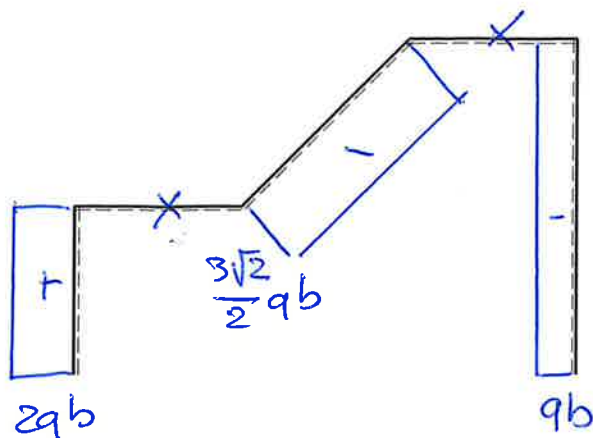
$$S_x = 60 a^3; S_y = 76 a^3;$$

$$x_G = \frac{19}{5} a = 3.80000 a; y_G = 3 a;$$

$$J_{xG} = \frac{260}{3} a^4 = 86.6667 a^4; J_{yG} = \frac{868}{15} a^4 = 57.8667 a^4;$$

$$J_{xGyG} = 0; \tan 2\theta = 0;$$

$$J_\xi = J_{\max} = \frac{260}{3} a^4; J_\eta = J_{\min} = \frac{868}{15} a^4;$$



$$\begin{aligned}
 H_A (\Rightarrow) &= 0; & V_A (\uparrow) &= -2qb; & H_F (\Rightarrow) &= -6qb; & V_F (\uparrow) &= qb; & M_F (\curvearrowright) &= 10qb^2; \\
 N_{AB} &= 2qb; & T_{AB} &= 0; & M_{AB} &= 2qb^2; \\
 N_{BC} &= 0; & T_{BC} &= -2qb; & M_{BC} &= 2qb^2 - 2qb \times x_2; \\
 N_{CD} &= -3\sqrt{2}/2 qb; & T_{CD} &= 3\sqrt{2}/2 qb; & M_{CD} &= 3\sqrt{2}/2 qb \times x_3; \\
 N_{DE} &= 0; & T_{DE} &= 3qb - 4q \times x_4; & M_{DE} &= 3qb^2 + 3qb \times x_4 - 2q \times x_4^2; \\
 N_{FE} &= -qb; & T_{FE} &= 6qb - 3q \times x_5; & M_{FE} &= 10qb^2 - 6qb \times x_5 + \frac{3}{2} q \times x_5^2;
 \end{aligned}$$

**CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**

A.A. 2024-2025

Esame scritto del 16.09.2025

Parte 1 - Testo 3

*Nota: I risultati numerici vanno riportati a penna su questo stesso foglio, nei riquadri predisposti; i calcoli (in forma ordinata) vanno allegati sui soliti fogli a quadretti che sono stati forniti. Esprimere i risultati in forma frazionaria o con almeno 3 cifre decimali.*

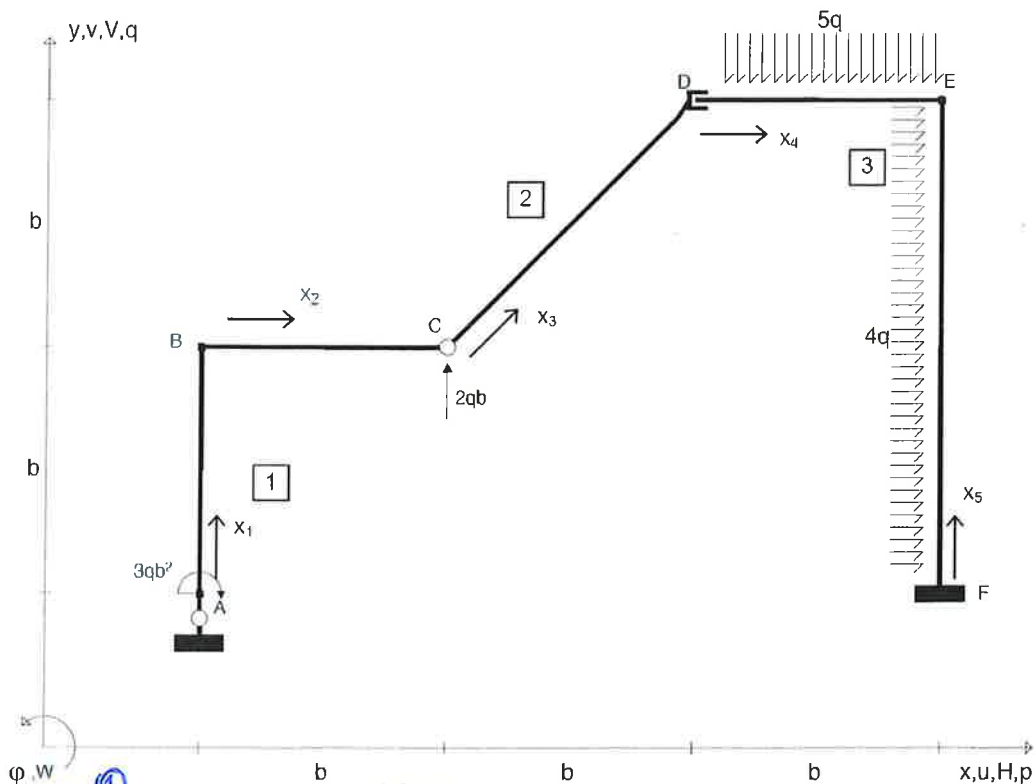
Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

**Esercizio n. 1 (17 punti)**

Risolvere la struttura isostatica riportata in Figura calcolando le reazioni vincolari, le equazioni delle azioni interne e tracciando nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici. Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC\_SdA 16.09.25\*003



Ep. ausiliare

$$M_{2(c)} = 0 \text{ oppure } M_{2(c)} = 0$$

$$R_x^{(1+2)} = 0 \text{ oppure } R_x^{(3)} = 0$$

## Esercizio n. 2 (11 punti)

Per la struttura, indicata in Figura, determinare la reazione orizzontale  $H_A$  applicando il principio dei lavori virtuali (PLV). Si richiede di

1. Determinare le coordinate (riferite all'origine in  $A$ ) del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 1 (asta  $ABC$ ),  $C_1$ , del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 2 (asta  $CD$ ),  $C_2$ , del centro di istantanea rotazione relativo fra i due corpi,  $C_{12}$ ;
2. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
3. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente orizzontale dello spostamento virtuale del punto  $A$ ,  $u_A$ , e quella verticale dello spostamento virtuale del punto  $C$ ,  $v_C$ .

Calcolare poi, riapplicando il PLV, il valore del momento flettente nel punto  $B$ ,  $M_B$ .

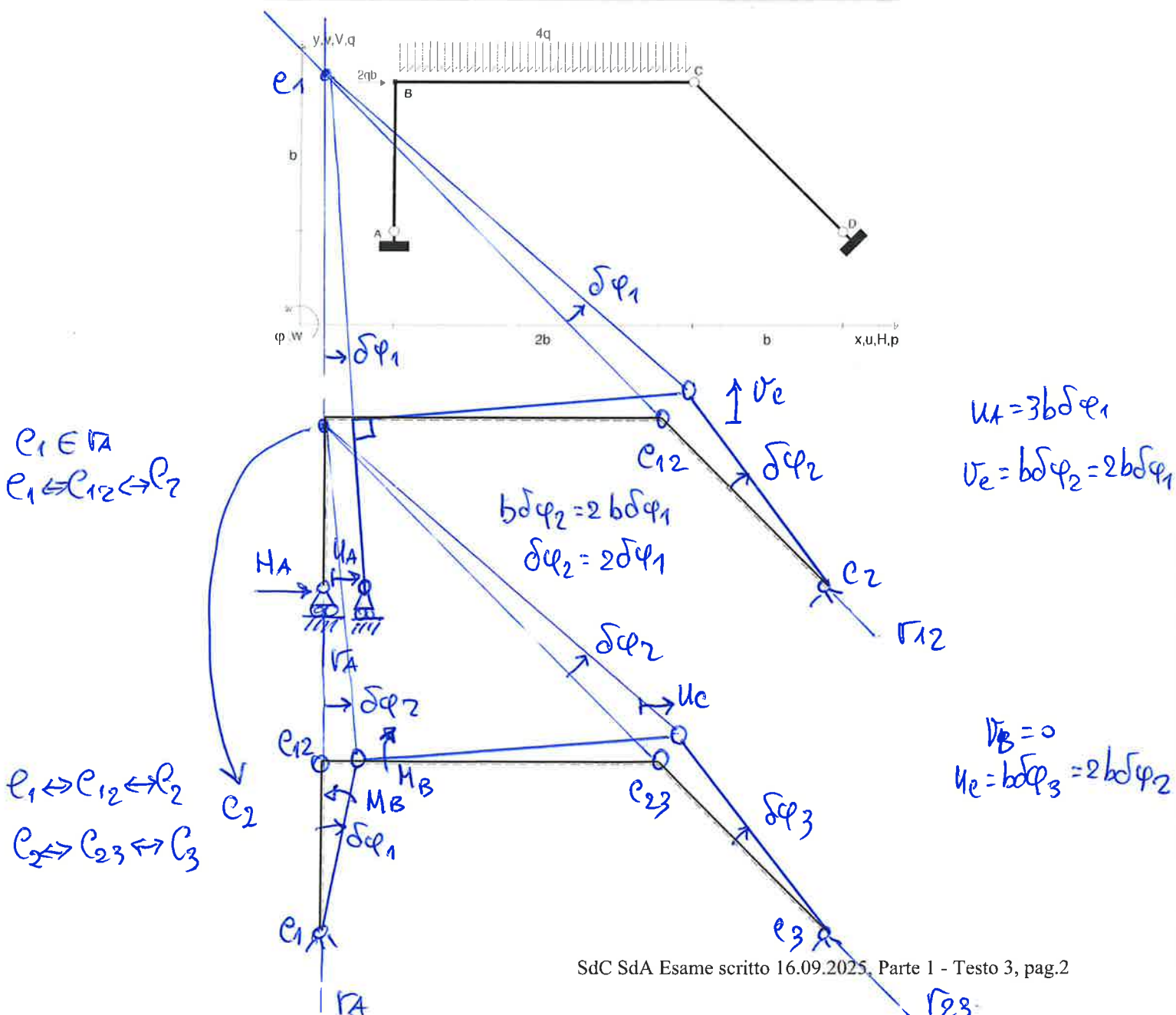
In questa situazione (nella quale la struttura è suddivisa nelle tre aste  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ) si richiede di:

4. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
5. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto  $B$ ,  $v_B$ , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto  $C$ ,  $u_C$ .

Nota: Nel caso di punti impropri, si indichino le coordinate dei centri di rotazione in questa forma:  $(\infty, m)$ , dove  $m$  è il coefficiente angolare della retta a cui appartiene il punto improprio.

Universita' di Cagliari

SdC\_SdA 16.09.25\*007



$$H_A (\Rightarrow) = \frac{4}{3} q b; C_1 = (0, 3b); C_2 = (3b, 0); C_{12} = (2b, b);$$

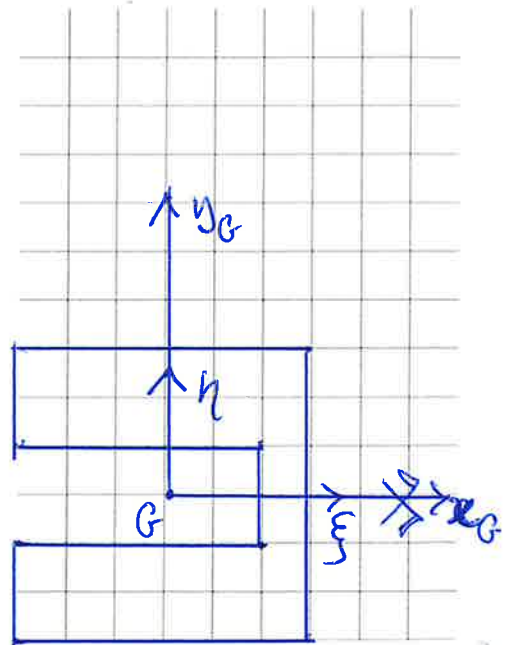
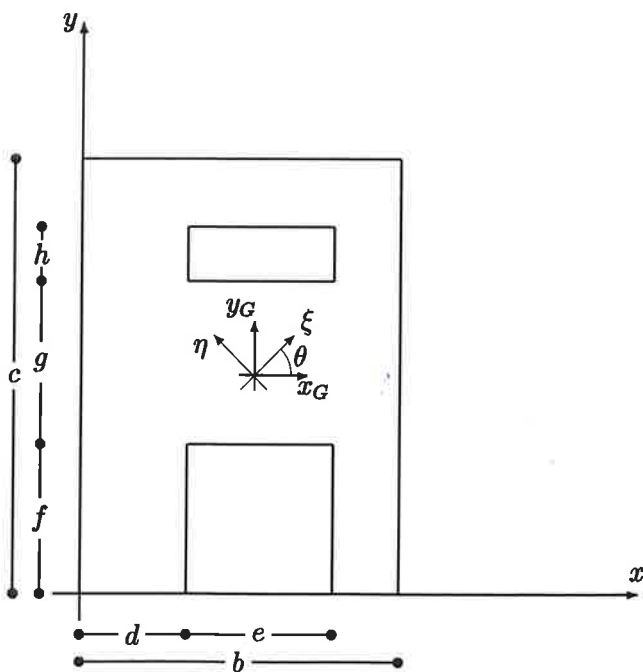
$$u_A = 3b \delta \varphi_1; v_C = b \delta \varphi_2 = 2b \delta \varphi_1;$$

$$M_B (\curvearrowright) = -\frac{4}{3} q b^2; v_B = 0; u_C = b \delta \varphi_3 = 2b \delta \varphi_2;$$

### Esercizio n. 3 (5 punti)

Per la lamina piana omogenea rappresentata in Figura (NB: Si noti che il disegno non è in scala!) nella quale le misure quotate sono le seguenti:  $b = 6a$ ;  $c = 6a$ ;  $d = 0$ ;  $e = 5a$ ;  $f = 0$ ;  $g = 2a$ ;  $h = 2a$  si richiede di:

- calcolare i momenti statici,  $S_x$  e  $S_y$  (rispetto agli assi  $x$  e  $y$  indicati);
- calcolare le coordinate del baricentro  $x_G$  e  $y_G$  rispetto ai medesimi assi;
- calcolare i momenti di inerzia  $J_{xG}$  e  $J_{yG}$  e il momento centrifugo  $J_{xGyG}$  rispetto agli assi baricentrici;
- calcolare i momenti centrali d'inerzia,  $J_\xi = J_{\max}$  e  $J_\eta = J_{\min}$  rispetto agli assi centrali d'inerzia,  $\xi$ ,  $\eta$ ;
- calcolare la tangente trigonometrica,  $\tan 2\theta$ , del doppio dell'angolo  $\theta$  formato dagli assi  $x_G$  e  $\xi$ .



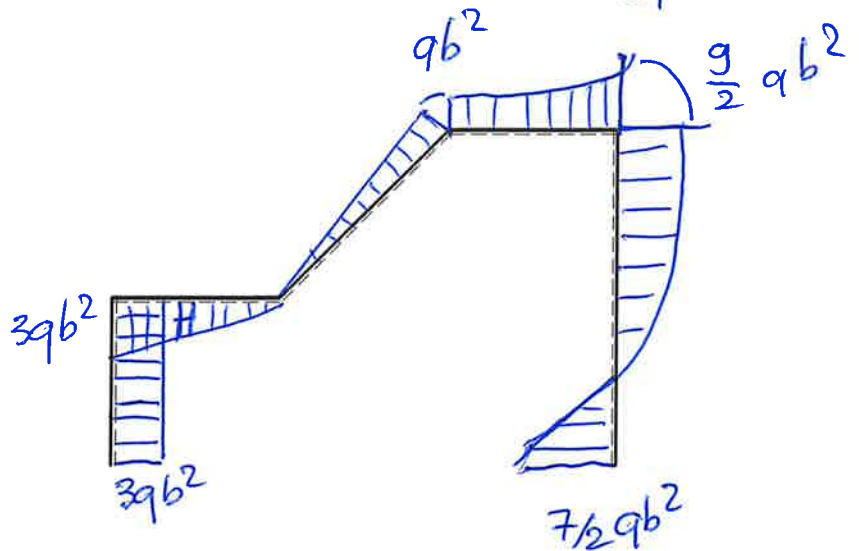
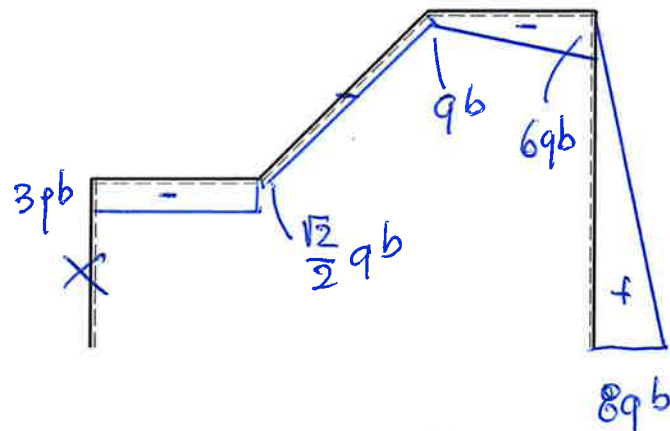
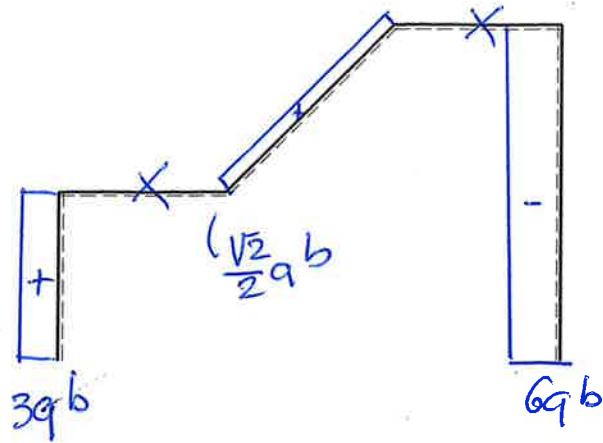
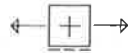
$$S_x = 78a^3; S_y = 83a^3;$$

$$x_G = \frac{83}{26}a \approx 3.1923a; y_G = 3a;$$

$$J_{xG} = \frac{314}{3}a^4 \approx 104.6667a^4; J_{yG} = \frac{6529}{78}a^4 \approx 83.7051a^4;$$

$$J_{xGyG} = 0; \tan 2\theta = 0;$$

$$J_\xi = J_{\max} = \frac{314}{3}a^4; J_\eta = J_{\min} = \frac{6529}{78}a^4;$$



$H_A (\Rightarrow) = 0$	$V_A (\uparrow) = -3qb$	$H_F (\Rightarrow) = -8qb$	$V_F (\uparrow) = 6qb$	$M_F (\curvearrowright) = \frac{7}{2}qb^2$
$N_{AB} = 3qb$	$T_{AB} = 0$	$M_{AB} = 3qb^2$		
$N_{BC} = 0$	$T_{BC} = -3qb$	$M_{BC} = 3qb^2 - 3qb x_2$		
$N_{CD} = \frac{\sqrt{2}}{2} qb$	$T_{CD} = -\frac{\sqrt{2}}{2} qb$	$M_{CD} = -\frac{\sqrt{2}}{2} qb x_3$		
$N_{DE} = 0$	$T_{DE} = -qb - 5q x_4$	$M_{DE} = -qb^2 - qb x_4 - \frac{5}{2} q x_4^2$		
$N_{FE} = -6qb$	$T_{FE} = 8qb - 4q x_5$	$M_{FE} = \frac{7}{2} qb^2 - 8qb x_5 + 2q x_5^2$		

**CORSO DI STATICA E SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**

A.A. 2024-2025

Esame scritto del 16.09.2025

Parte 1 - Testo 4

*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. Esprimere i risultati in forma frazionaria o con almeno 3 cifre decimali.*

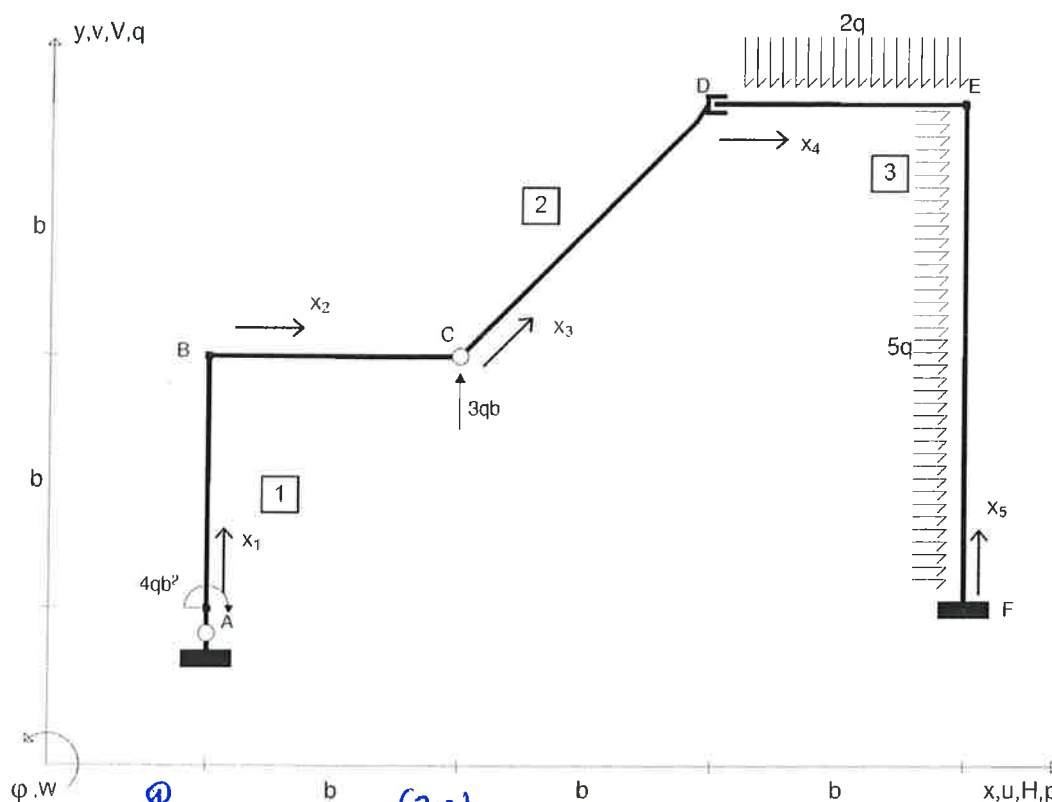
Allievo:.....e-mail:..... Matricola:.....

**Esercizio n. 1 (17 punti)**

Risolvere la struttura isostatica riportata in Figura calcolando le reazioni vincolari, le equazioni delle azioni interne e tracciando nello spazio predisposto nella pagina a fronte i corrispondenti grafici. Si rammenta che il diagramma del momento flettente va riportato dalla parte delle fibre tese.

Universita' di Cagliari

SdC\_SdA 16.09.25\*004



Eq. ausiliarie

$$\begin{aligned} M_{2(c)} &= 0 \text{ oppure } M_{2(c)}^{(2+3)} = 0 \\ R_x^{(1+2)} &= 0 \text{ oppure } R_x^{(3)} = 0 \end{aligned}$$

## Esercizio n. 2 (11 punti)

Per la struttura, indicata in Figura, determinare la reazione orizzontale  $H_A$  applicando il principio dei lavori virtuali (PLV). Si richiede di

1. Determinare le coordinate (riferite all'origine in  $A$ ) del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 1 (asta  $ABC$ ),  $C_1$ , del centro di istantanea rotazione assoluto del corpo 2 (asta  $CD$ ),  $C_2$ , del centro di istantanea rotazione relativo fra i due corpi,  $C_{12}$ ;
2. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
3. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente orizzontale dello spostamento virtuale del punto  $A$ ,  $u_A$ , e quella verticale dello spostamento virtuale del punto  $C$ ,  $v_C$ .

Calcolare poi, riapplicando il PLV, il valore del momento flettente nel punto  $B$ ,  $M_B$ .

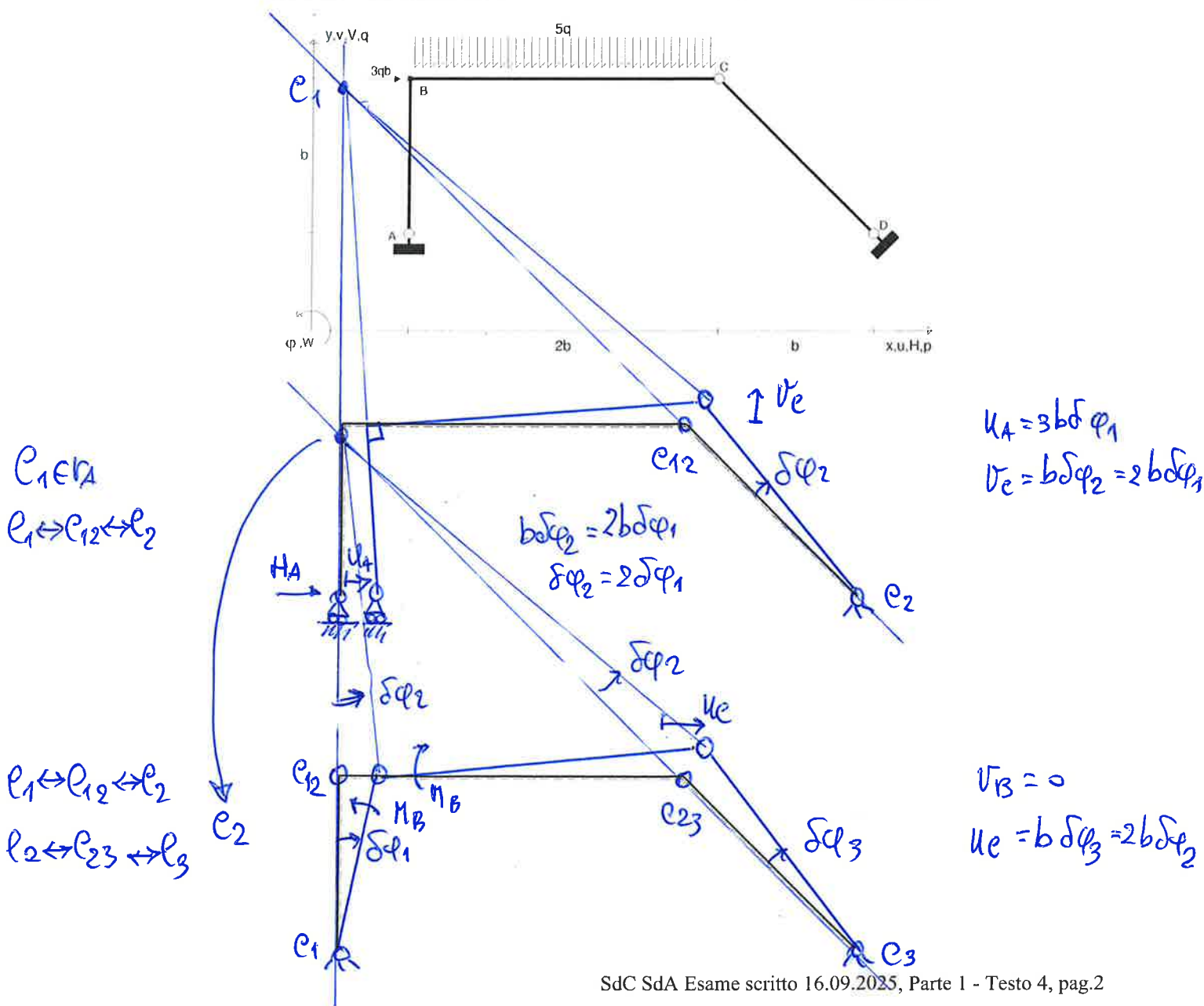
In questa situazione (nella quale la struttura è suddivisa nelle tre aste  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ) si richiede di:

4. Tracciare nel grafico predisposto la spostata rigida corrispondente agli spostamenti virtuali che la struttura può subire;
5. Valutare, in funzione dell'ampiezza dell'atto di moto, la componente verticale dello spostamento virtuale del punto  $B$ ,  $v_B$ , e quella orizzontale dello spostamento virtuale del punto  $C$ ,  $u_C$ .

Nota: Nel caso di punti impropri, si indichino le coordinate dei centri di rotazione in questa forma:  $(\infty, m)$ , dove  $m$  è il coefficiente angolare della retta a cui appartiene il punto improprio.

Universita' di Cagliari

SdC\_SdA 16.09.25\*008



$$H_A (\Rightarrow) = \frac{4}{3}qb; C_1 = \begin{pmatrix} 0 & 3b \\ 3b & 5\varphi_1 \end{pmatrix}; C_2 = \begin{pmatrix} 3b & 0 \\ 0 & 5\varphi_2 = 2b\delta\varphi_1 \end{pmatrix}; C_{12} = \begin{pmatrix} 2b & b \\ b & 2b \end{pmatrix};$$

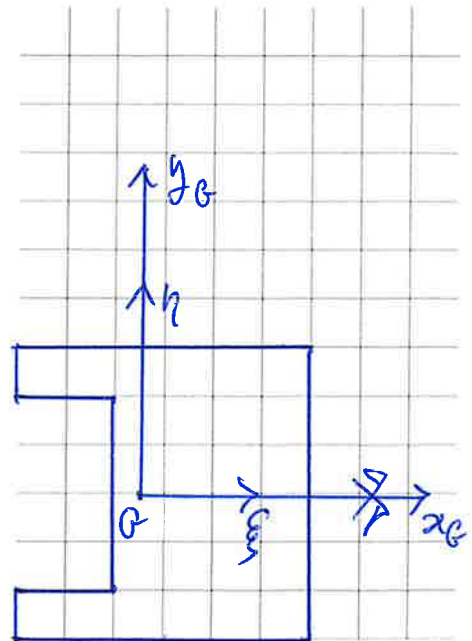
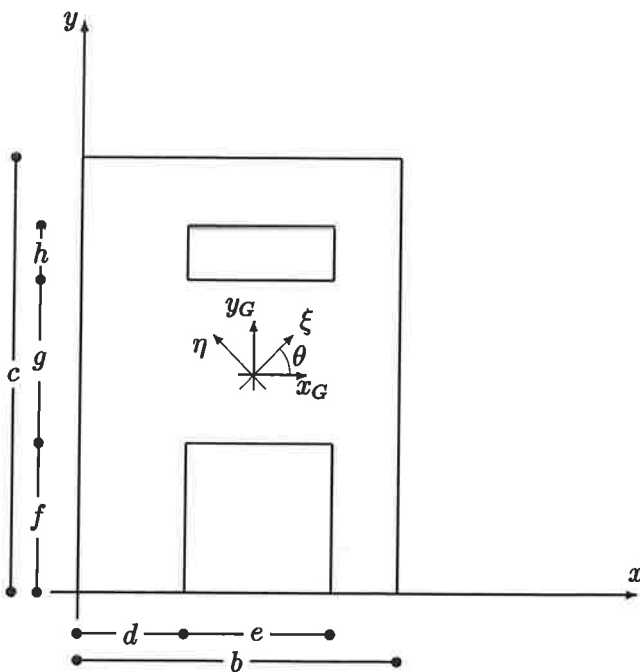
$$u_A = \dots; v_C = \dots;$$

$$M_B (\curvearrowright) = -\frac{4}{3}qb^2; v_B = 0; u_C = b\delta\varphi_3 = 2b\delta\varphi_2;$$

### Esercizio n. 3 (5 punti)

Per la lamina piana omogenea rappresentata in Figura (NB: *Si noti che il disegno non è in scala!*) nella quale le misure quotate sono le seguenti:  $b = 6a$ ;  $c = 6a$ ;  $d = 0$ ;  $e = 2a$ ;  $f = 0$ ;  $g = a$ ;  $h = 4a$  si richiede di:

- calcolare i momenti statici,  $S_x$  e  $S_y$  (rispetto agli assi  $x$  e  $y$  indicati);
- calcolare le coordinate del baricentro  $x_G$  e  $y_G$  rispetto ai medesimi assi;
- calcolare i momenti di inerzia  $J_{xG}$  e  $J_{yG}$  e il momento centrifugo  $J_{xGyG}$  rispetto agli assi baricentrici;
- calcolare i momenti centrali d'inerzia,  $J_\xi = J_{\max}$  e  $J_\eta = J_{\min}$  rispetto agli assi centrali d'inerzia,  $\xi$ ,  $\eta$ ;
- calcolare la tangente trigonometrica,  $\tan 2\theta$ , del doppio dell'angolo  $\theta$  formato dagli assi  $x_G$  e  $\xi$ .



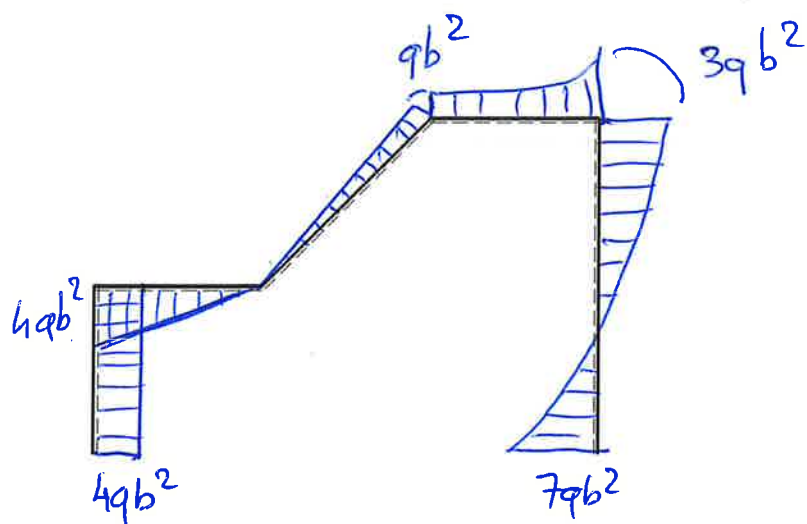
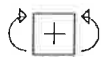
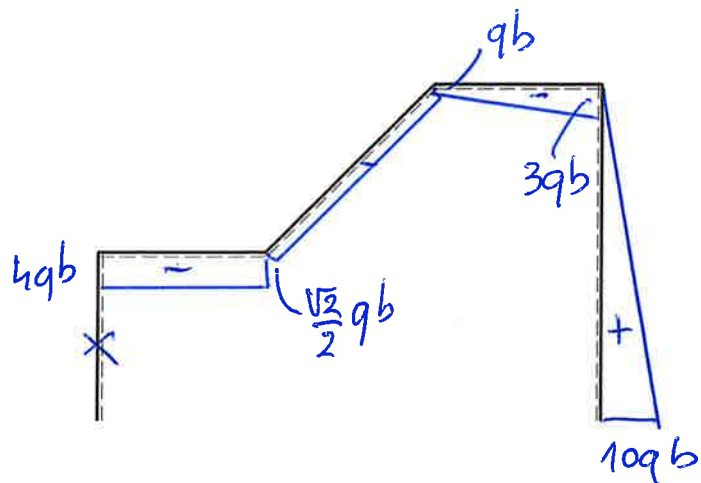
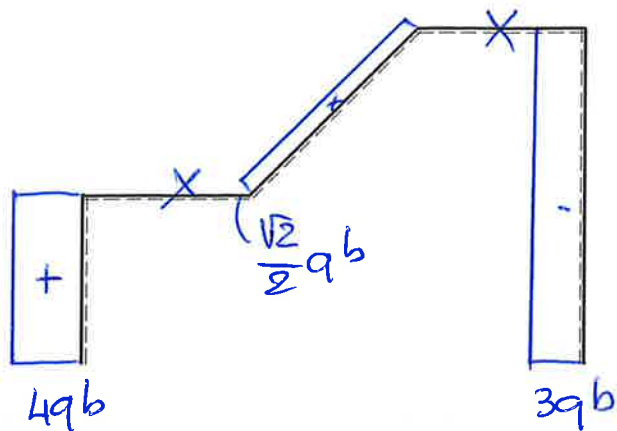
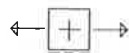
$$S_x = 84a^3; S_y = 100a^3;$$

$$x_G = \frac{25}{7}a = 3.5714a; y_G = 3a;$$

$$J_{xG} = \frac{292}{3}a^4 = 97.3333a^4; J_{yG} = \frac{1348}{21}a^4 = 64.1905a^4;$$

$$J_{xGyG} = 0; \tan 2\theta = 0;$$

$$J_\xi = J_{\max} = \frac{292}{3}a^4; J_\eta = J_{\min} = \frac{1348}{21}a^4;$$



$$\begin{aligned}
 H_A (\Rightarrow) &= 0; & V_A (\uparrow) &= -4qb; & H_F (\Rightarrow) &= -10qb; & V_F (\uparrow) &= 3qb; & M_F (\curvearrowright) &= 7qb^2; \\
 N_{AB} &= 4qb; & T_{AB} &= 0; & M_{AB} &= 4qb^2; \\
 N_{BC} &= 0; & T_{BC} &= -4qb; & M_{BC} &= 4qb^2 - 4qb x_2; \\
 N_{CD} &= \frac{\sqrt{2}}{2} qb; & T_{CD} &= -\frac{\sqrt{2}}{2} qb; & M_{CD} &= -\frac{\sqrt{2}}{2} qb x_3; \\
 N_{DE} &= 0; & T_{DE} &= -qb - 2q x_4; & M_{DE} &= -qb^2 - qb x_4 - q x_4^2; \\
 N_{FE} &= -3qb; & T_{FE} &= 10qb - 5q x_5; & M_{FE} &= 7qb^2 - 10qb x_5 + \frac{5}{2} q x_5^2;
 \end{aligned}$$