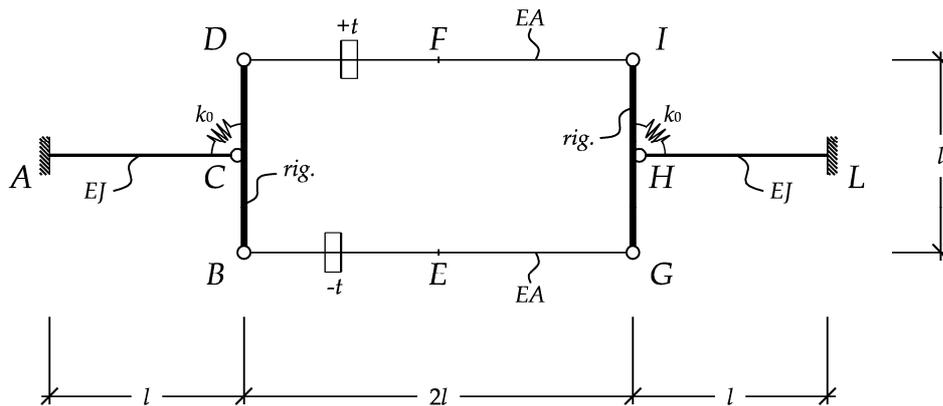


Università di Pisa  
 Esame di **SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**  
 Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale  
 Corso di Laurea in Ingegneria Civile e Ambientale

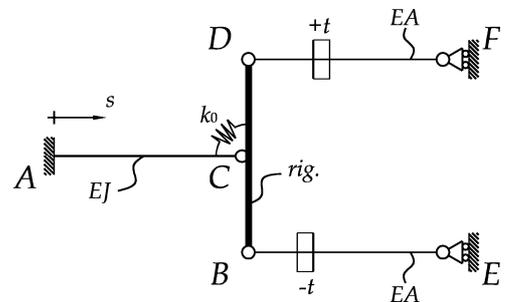
(docente: Prof. Ing. Stefano Bennati)

Prova scritta del 4 luglio 2013 - Parte I

**Problema.** Nel sistema di figura le travi AC e HL sono flessibili ed inestensibili, le travi BD e GI sono rigide, mentre le travi BG e DI sono estensibili. Sulle travi BG e DI agiscono le variazioni termiche, costanti nello spessore della trave, indicate.



- 1) Mostrare in base a quali considerazioni statiche e cinematiche sia possibile ridurre la soluzione del problema assegnato allo studio del sistema equivalente illustrato nella figura in basso a destra. [3]
- 2) Considerando che il sistema così semplificato è antisimmetrico rispetto alla direzione AC, quali informazioni sulle reazioni vincolari esterne possono essere dedotte? [2]
- 3) Risolvere il problema mediante il metodo delle forze, scegliendo come incognita iperstatica  $X_1$  il valore della coppia della molla in C. In particolare:
  - determinare le espressioni delle caratteristiche della sollecitazione nei sistemi  $F_0$  ed  $F_1$  e tracciarne con cura i diagrammi quotati; (\*)
  - scrivere l'equazione di elasticità e le espressioni formali (in termini di integrali) che permettono di determinare i coefficienti di Müller-Breslau  $\eta_{10}$  e  $\eta_{11}$ ;
  - calcolare i valori di  $\eta_1$ ,  $\eta_{10}$  e  $\eta_{11}$  e dell'incognita iperstatica  $X_1$ . [11]
- 4) Il problema poteva essere anche risolto utilizzando considerazioni di equilibrio ed altre considerazioni basate sul metodo della linea elastica. Per farlo, è sufficiente rispondere ai seguenti punti:
  - risolvere il problema della linea elastica per il tratto AC assumendo come nota la rotazione  $\theta$  (positiva se antioraria) dell'elemento rigido BD;
  - determinare gli sforzi normali nelle aste BE e DF in funzione di  $\theta$  e della variazione di temperatura;
  - scrivere l'equazione di equilibrio alla rotazione intorno a C dell'elemento BD che permette di determinare il valore dell'angolo di rotazione  $\theta$ . [14]
  - Calcolare il valore dell'angolo di rotazione  $\theta$  e dello spostamento verticale della sezione C nel caso in cui la rigidità estensionale delle aste BE e DF possa essere considerata infinita (assumere  $k_0 = EJ/l$ ). [facoltativo]



(\*) Att.ne: il disegno dei diagrammi è parte essenziale della soluzione.

**Avvertenze:** scrivere su ogni foglio protocollo il proprio nome, cognome e numero di matricola e corso di laurea; alla fine della prova, consegnare tutti i fogli utilizzati.

Studente \_\_\_\_\_ (matricola: \_\_\_\_\_)