

**ESAME DI MECCANICA – PRIMA PARTE**

Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica

**Esercizio 1**



Il cicloergometro in Fig. 1 è un dispositivo comunemente usato per il test da sforzo e più in generale per valutazioni di performance. Un sottoinsieme del sistema reale di Fig. 1, in particolare l'arto destro dell'atleta, può essere modellato come mostrato in Fig. 2: nel meccanismo equivalente in esame, il corpo rigido 1 è rappresentativo della coscia, 2 della gamba, 3 del sistema piede + pedale, 4 della pedivella. Nella configurazione in Fig. 2 sono note le quantità geometriche indicate (il baricentro del corpo 1,  $G_1$ , ed il punto  $F$  serviranno nell'esercizio 2). Supponendo che in un intorno di questa configurazione l'orientazione del corpo 3 sia costante (piede e pedale sempre orizzontali), il sistema ha un solo grado di libertà. Si assuma l'angolo di pedivella  $\theta_4$  come coordinata lagrangiana.

1. Determinare graficamente le posizioni dei centri delle velocità assoluti e di quelli relativi tra corpi adiacenti.
2. Si assuma nota la velocità angolare  $\dot{\theta}_4 < 0$  della pedivella. Per la determinazione delle velocità angolari della coscia e della gamba si ottenga l'equazione di chiusura e si risolva per via grafica (triangolo delle velocità, segni delle velocità incognite).
3. Assumendo  $\dot{\theta}_4 = -0.05$  rad/s, determinare numericamente le velocità angolari incognite di cui al punto precedente.
4. Ottenere l'equazione di chiusura per la determinazione delle accelerazioni angolari dei corpi 1 e 2.

**Esercizio 2**

Si consideri ancora la configurazione in Fig. 2 e si accolgano le seguenti ipotesi semplificative: la forza peso del corpo 1 (coscia,  $m_1 = 8$  kg) è l'unica forza peso non trascurabile; le azioni muscolari possono essere assimilate a coppie interne in corrispondenza delle articolazioni di anca, ginocchio e caviglia (ovvero, le cerniere  $A$ ,  $B$  e  $C$  sono attuate); gli effetti dinamici sono trascurabili rispetto alle altre forze in gioco (problema di statica).

1. Mediante una cella di carico (sensore) alloggiata nel pedale è stata misurata la reazione  $\mathbf{R}_F$  esercitata dal pedale sul piede: è applicata in  $F$  ed ha componenti  $R_{Fx} = 0$  e  $R_{Fy} = 270$  N (verso l'alto). Determinare tutte le coppie interne generate dai muscoli e tutte le reazioni articolari (corpi 1, 2, piede).
2. Determinare la coppia resistente applicata dal cicloergometro sul corpo 4 e le reazioni vincolari in corrispondenza del perno della pedivella (cerniera  $E$ ).
3. Riportare i diagrammi di corpo libero (relativi ai punti 1 e 2 sopra) risolti numericamente.

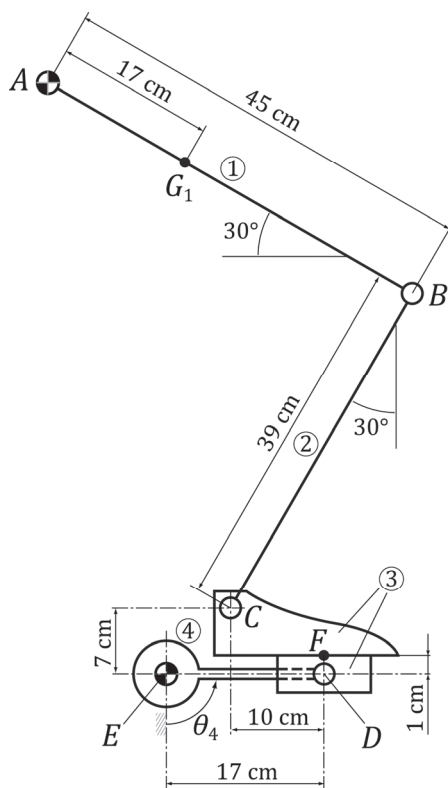


Figura 2

**ESAME DI MECCANICA – PRIMA PARTE DI INTERO**

*Corso di Laurea in Ingegneria Biomedica*

**Esercizio 1**



Il cicloergometro in Fig. 1 è un dispositivo comunemente usato per il test da sforzo e più in generale per valutazioni di performance. Un sottoinsieme del sistema reale di Fig. 1, in particolare l'arto destro dell'atleta, può essere modellato come mostrato in Fig. 2: nel meccanismo equivalente in esame, il corpo rigido 1 è rappresentativo della coscia, 2 della gamba, 3 del sistema piede + pedale, 4 della pedivella. Nella configurazione in Fig. 2 sono note le quantità geometriche indicate (il baricentro del corpo 1,  $G_1$ , ed il punto  $F$  serviranno nell'esercizio 2). Supponendo che in un intorno di questa configurazione l'orientazione del corpo 3 sia costante (piede e pedale sempre orizzontali), il sistema ha un solo grado di libertà. Si assuma l'angolo di pedivella  $\theta_4$  come coordinata lagrangiana.

1. Determinare graficamente le posizioni dei centri delle velocità assolute.
2. Si assuma nota la velocità angolare  $\dot{\theta}_4 < 0$  della pedivella. Per la determinazione delle velocità angolari della coscia e della gamba si ottenga l'equazione di chiusura e si risolva per via grafica (triangolo delle velocità, segni delle velocità incognite).
3. Assumendo  $\dot{\theta}_4 = -0.05$  rad/s, determinare numericamente le velocità angolari incognite di cui al punto precedente.
4. Ottenere l'equazione di chiusura per la determinazione delle accelerazioni angolari dei corpi 1 e 2.

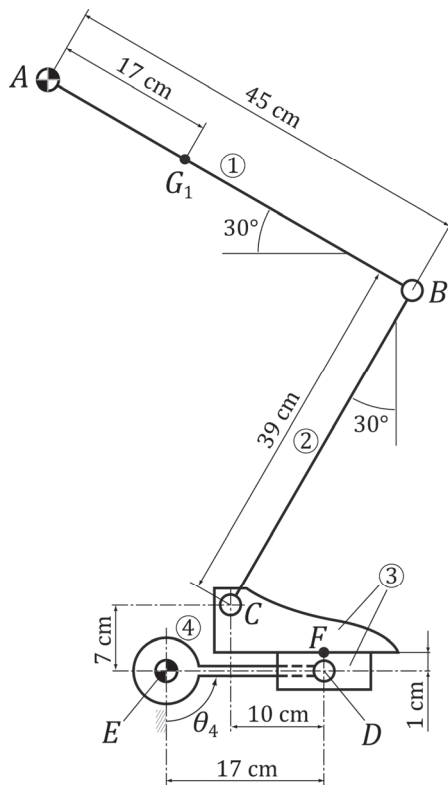


Figura 2

**Esercizio 2**

Si consideri ancora la configurazione in Fig. 2 e si accolgano le seguenti ipotesi semplificative: la forza peso del corpo 1 (coscia,  $m_1 = 8$  kg) è l'unica forza peso non trascurabile; le azioni muscolari possono essere assimilate a coppie interne in corrispondenza delle articolazioni di anca, ginocchio e caviglia (ovvero, le cerniere  $A$ ,  $B$  e  $C$  sono attuate); gli effetti dinamici sono trascurabili rispetto alle altre forze in gioco (problema di statica).

1. Mediante una cella di carico (sensore) alloggiata nel pedale è stata misurata la reazione  $\mathbf{R}_F$  esercitata dal pedale sul piede: è applicata in  $F$  ed ha componenti  $R_{Fx} = 0$  e  $R_{Fy} = 270$  N (verso l'alto). Determinare tutte le coppie interne generate dai muscoli e tutte le reazioni articolari (corpi 1, 2, piede).
2. Riportare i diagrammi di corpo libero (relativi al precedente punto 1) risolti numericamente.