

## Energia cinetica e Posizione della corsa d'accelerazione

Un'altra contestazione mi è stata fatta su una mia presunta affermazione che il CE (Costo Energetico) varia con il quadrato della velocità.

*“ ... il discorso sull'energia cinetica nn è corretto infatti se corro a 18km/h e non vario qst velocità nn cambierà nemmeno la mia energia cinetica e quindi non dovrò applicare una ultriore forza per aumentare la mia corsa.da qui si evince che non è vero come detto da Barba che il CE varia al quadrato della velocità”.*

Risposta: Finora abbiamo parlato di forze e quindi di vettori (i quali hanno punto di applicazione, modulo, direzione e verso), se si vuole affrontare il problema da un punto di vista energetico bisogna rinunciare ad alcuni aspetti geometrici e focalizzare l'attenzione su aspetti numerici! Fintanto che la velocità di un corpo rimane invariata è verissimo che la sua energia cinetica non varia ... se però stiamo percorrendo una strada in salita ciò che varia è invece l'energia potenziale! Sempre nei Fondamenti di Fisica esiste un famoso Teorema (quasi un divo tra i fisici!), che si riferisce alla Conservazione dell'Energia Meccanica e che coinvolge entrambe le tipologie di energie poc'anzi citate! Quindi, se l'energia cinetica rimane costante ma l'energia potenziale aumenta significa che l'energia meccanica sta aumentando ... e siccome l'energia non viene generata dal nulla qualcuno deve fornirla ... e chi sarà? Forse il corpo che si sta muovendo in salita?

Ricordo:  $E_{mec} = E_{n\ pot} + E_{n\ cin} = (m * g * h) + (1/2 * m * V^2) = K$  nel teorema di conservazione dell'energia meccanica.

Quando intervengono forze esterne o attriti si ha  $\Delta E_{mec}$  che può essere positiva se aggiungo energia, o negativa perchè gli attriti erodono l'energia potenziale contenuta nel sistema.

Chi è particolarmente curioso potrà accendere il suo PC e attraverso il suo motore di ricerca preferito integrare quanto detto in queste poche righe, il web è pieno di materiale informativo sui Fondamenti di Fisica!

Concludo ribadendo che è l'energia cinetica che varia con il quadrato della velocità e difatti nella mia relazione ho fatto l'esempio di un dispendio di energia cinetica diverso per medesime accelerazioni partendo da velocità diverse; in particolare gli esempi erano:

- Ipotesi per un soggetto di 80 kg di peso e variazione di 4 km/h:
  - da 0 a 4 km/h = 640 Joule
  - da 6 a 10 km/h = 4000 Joule
  - da 36 a 40 km/h = 64000 Joule

Probabilmente qualcuno avrà confuso “dispendio di energia” (cinetica) e “costo energetico” generando l'equivoco.

Per favore non attribuitemi frasi o scritti inesatti che non mi appartengono (trattasi di memoria labile, o dichiarazione errata per screditarmi?).

Di altra cosa trattasi del CE (Costo Energetico), per definizione quantità di energia spesa per unità di distanza, unità di misura kJ/km; J/(kg\*m).

Riguardo al CE ricordo che in uno studio di Kaneko ed al. il suo valore era, alla velocità di 14 km/h (equivalenti a 3,889 m/s e 4'17"14 al km), in un gruppo di fondisti inferiore di circa il 30% rispetto ad un gruppo di velocisti ed in particolare di 3,4 nei primi rispetto ai 4,6 dei secondi. Alla velocità di 20,5 km/h (equivalenti a 5,694 m/s e 2'55"61 al km), il valore era nei fondisti ancora inferiore del 13% rispetto al gruppo dei velocisti ed in particolare di 3,9 nei primi rispetto a 4,5 dei secondi.

Altri studi su mezzofondisti e maratoneti dimostrano come il CE misurato ad inizio e fine gara sia differente alla medesima velocità (evidentemente hanno avuto influenza le variazioni di alcuni parametri come la frequenza, il tempo di volo, il tempo di contatto, la componente orizzontale della spinta, la componente verticale della spinta, la stiffness). In pratica il CE aumenta nel tempo per effetto di un peggioramento della meccanica di corsa.

In particolare ricordo che gli atleti, soprattutto quelli tecnicamente più validi, posseggono una migliore coordinazione in generale ed una maggiore sensibilità di corsa che consente loro di modulare l'intensità della spinta e la sua direzione, in relazione alla velocità di avanzamento, mantenendo quasi costante l'oscillazione verticale del centro di gravità alle varie velocità. Al contrario, i soggetti scarsi al variare della velocità modificano anche il modo di correre; essi, difatti, presentano ampie escursioni verticali del centro di gravità ed effettuano dei movimenti scoordinati che si dimostrano non solo inefficaci per il

miglioramento della velocità, ma addirittura controproducenti sia per il suo incremento che per l'economia di corsa. In pratica il CE è una misura dell'efficienza della corsa, ed è minore nei soggetti più economici nella corsa e maggiore in coloro che corrono male. Esso è da considerare costante fino a velocità di circa 20 km/h, e dopo aumenta per effetto della resistenza aerodinamica che varia con il quadrato della velocità rispetto all'aria. Dipende dalla pendenza, e quindi aumenta in salita e diminuisce in discesa fino al 10%, per poi aumentare nuovamente con pendenze dal 20% a salire. Nei soggetti adulti la variabilità interindividuale del CE è di circa l'8%.

Trattasi di un dato, quindi, soggetto a delle variabilità a seconda dell'economia del movimento del soggetto e del tipo di prestazione motoria.

Una riflessione: per effettuare dei calcoli su soggetti con caratteristiche molto diverse tra loro (ad esempio tra un soggetto che corre bene ed uno che corre male, tenendo anche conto che chi corre male in piano correrà peggio in salita), durante prestazioni motorie varie (ad esempio corsa a velocità costante, corsa con cambi di accelerazione e direzione), e della variabilità interindividuale, non è un dato soggetto un po' ad approssimazione? Usare per i calcoli un unico valore uguale per tutti non è approssimazione?

Mi si risponderà che il modello, con una certa approssimazione, lo si può accettare; ma sia chiaro che pur sempre di approssimazione si tratta.

Essendo stato contestato anche a livello "energetico", ambito di cui non mi interessa e che tra l'altro non ho assolutamente toccato durante il mio intervento, propongo una riflessione: dai dati esposti nella diapositiva 5 (dati del "Scientific Research Project Biomechanical Analyses" ai mondiali di atletica di Berlino 2009, della "German Athletics Federation" della IAAF), si evince che Bolt percorre i primi 20m in 2"89 effettuando 11,24 passi. Nella diapositiva 35 era presentata una immagine di un'altra gara di Bolt, dove era possibile notare che il cronometro posto alle spalle dei corridori era fermo sul tempo di 2"1 con gli atleti 4m circa oltre la linea di cambio della staffetta, e quindi all'incirca 14m dopo la partenza, ed è possibile, inoltre, notare come essi siano già quasi raddrizzati. Con qualche approssimazione si può quindi dire che Bolt abbia effettuato circa 8 passi per percorrere quella distanza.

A questo punto: quale è il modello dell'accelerazione da confrontare con la salita? Quello con il soggetto fermo sui blocchi, sul primo passo, sul secondo, sul terzo, etc., sulla media calcolata su alcuni passi, sulla media fino a quando il soggetto è raddrizzato? Può una immagine statica su una determinata angolazione esistente solo sulla prima posizione essere presa d'esempio per tutta la fase d'accelerazione quando questa è fatta di angoli diversi per ogni passo?

Nella tabella seguente sono presentati i dati della corsa di Bolt per frazioni di 20 metri.

<b>Distanze intermedie</b>	<b>Tempi intermedi</b>	<b>N° di passi</b>	<b>Lunghezza media del passo</b>	<b>Frequenza media del passo</b>
0 - 20 metri	2"89	11,24	1,78	3,89
20 - 40 metri	1"75	7,94	2,52	4,54
40 - 60 metri	1"67	7,49	2,67	4,49
60 - 80 metri	1"61	7,22	2,77	4,49
80 - 100 metri	1"66	7,02	2,85	4,23

Nella tabella seguente sono presentati i dati della frazione dei primi 20 metri

<b>Distanze intermedie</b>	<b>Tempi intermedi</b>	<b>N° di passi</b>	<b>Lunghezza media del passo</b>	<b>Frequenza media del passo</b>
0 - 10 metri	1"89	6,8	1,47	3,59
10 - 20 metri	0"99	4,3	2,33	4,26

E' molto interessante considerare l'estrema variabilità della lunghezza dei primi passi (quelli appartenenti alle frazioni 0-10m e 10-20m), che mostra come la dinamica della corsa si sviluppi in maniera crescente riguardo l'ampiezza del passo di corsa e della frequenza, ma che, soprattutto in relazione al primo parametro, comporta, conseguentemente, posizioni del corpo diverse ad ogni appoggio (a titolo di pura curiosità si riferisce che nel finale di gara i passi di Bolt hanno superato i 3 metri).

E' quindi decisamente azzardato, data la variabilità della lunghezza dei passi iniziali con le relative posizioni inclinate del corpo per ogni appoggio, poter individuare un'unica posizione che possa essere definita della "corsa di accelerazione".

Inoltre Bolt percorre il tratto 0-10m in 1"89, il tratto 10-20m in 0"99, ed i successivi tratti in un intervallo tra 0"81 e 0"9; per poter già correre l'intervallo 10-20m in 0"99, il velocista deve essere in una posizione che gli consente di realizzare le condizioni di frequenza ed ampiezza del passo per sviluppare punte elevate di velocità (d'altronde il compito del velocista è quello di cercare rapidamente la posizione che gli consente di sviluppare le più elevate punte di velocità e cioè quella eretta). Vi invito a ricordare la partenza "frog" di Ben Johnson (dopato) che, grazie ad una esplosività incredibile fornitagli dagli "additivi", raggiungeva molto prima degli altri la posizione eretta per potere subito sviluppare le frequenze e le ampiezze necessarie per toccare prima possibile punte di velocità elevate.

In conclusione, come si arriva a definire tale la posizione di accelerazione?

Forse si tratta di una media tra posizioni? E tra quali posizioni? E' una sola posizione? In base a cosa è stabilita come "la posizione d'accelerazione" ?

Mi si risponderà che il modello presentato, con una certa approssimazione, lo si può accettare; ma sia chiaro che pur sempre di approssimazione, e molta, si tratta.

In conclusione, consiglio di consultare esperti dei vari argomenti trattati e vedrete cosa vi diranno in merito alle mie affermazioni.