



Zeno Martini (admin)

IL CONCETTO DI LAVORO NELLA FISICA

1 August 2004

Domanda:

Egr. prof. Martini io e un mio amico abbiamo fatto una scommessa. Entrambi siamo d'accordo che la definizione di lavoro è forza per spostamento ($L = F \cdot s$), ma ci troviamo in disaccordo sul fatto che se si parte per esempio da Roma per un viaggio e si torna dopo un percorso arbitrario sempre a Roma; allora lo spostamento sarà uguale a zero e di conseguenza si ha il lavoro ciclico che è pari a zero. Ecco le nostre due tesi:

1. Secondo me dato che in fisica come nel mondo reale non esiste lo zero (che è un concetto prettamente matematico); il lavoro non sarà zero ma comunque sarà prossimo a quest'ultimo.
2. secondo il mio amico è assurdo pensare che non vi sia lavoro dato che un qualsiasi mezzo ma anche una persona spende energia per viaggiare e non conta assolutamente niente il fatto di tornare allo stesso punto di partenza.

Risponde admin

Beh, la ragione è molto di più dalla parte del tuo amico. Basta anche un po' di buon senso per essere d'accordo con lui, anche senza sapere con precisione cos'è il lavoro in fisica. Se fai il tuo giro in macchina e torni allo stesso punto e poi guardi nel serbatoio, troverai meno benzina. Perché la benzina è sparita? A qualcosa deve pur essere servito il suo consumo! Ha sicuramente riscaldato il motore, ma non solo ovviamente: ha anche creato la forza che ha fatto avanzare la macchina facendole acquistare energia cinetica e mantenendola nonostante gli attriti dell'aria e dell'asfalto, che la consumano trasformandola in calore. Questa forza, F , c'è sempre ad ogni spostamento comunque piccolo, pensiamolo lungo s . Per ognuno di questi spostamenti essa fa un lavoro $F \cdot s$, ed il percorso chiuso, lungo L , contiene L/s spostamenti; la forza che spinge l'automobile fa un lavoro che è la somma dei lavori di tutti gli spostamenti, cioè $F \cdot L$ se F è costante od è il valore medio delle forze dei singoli spostamenti.

Un errore che fai, e con te anche il tuo amico, visto che siete concordi su questo punto, è considerare che forza per spostamento sia il lavoro senza precisare che la componente della forza che dà il lavoro è quella che ha la stessa direzione dello spostamento. La definizione corretta di lavoro è infatti $L = F \cdot s \cdot \cos \alpha$ dove α è l'angolo che la direzione dello spostamento forma con la retta d'azione della forza. $F \cdot \cos \alpha$

è proprio la componente della forza F nella direzione dello spostamento. Se $\alpha = 90^\circ$ $L=0$, se $\alpha < 90^\circ$ $L > 0$ (lavoro motore, la F è favorevole al moto), se $\alpha > 90^\circ$ $L < 0$ (lavoro resistente: la F si oppone al moto).

E' evidente che ritornando al punto di partenza lo spostamento finale è nullo, ma non è quello lo spostamento da considerare.

Il lavoro lungo per percorso qualsiasi, matematicamente si calcola con [l'integrale di linea](#); si deve suddividere il percorso in tanti segmenti, calcolare per ognuno il lavoro della forza, eseguendo il prodotto tra la lunghezza del segmento e la componente della forza nella sua direzione, fare infine la somma per trovare il lavoro totale.

Quando un'automobile si sposta c'è sempre una componente della forza nella direzione dello spostamento, per equilibrare l'attrito dell'aria e delle ruote sull'asfalto e per fare riacquistare l'energia cinetica alla macchina durante le accelerazioni. Quindi alla fine del percorso chiuso il lavoro c'è stato, come dimostra il livello di carburante sceso nel serbatoio. Il lavoro fatto da un sistema è infatti anche dato da una diminuzione dell'energia disponibile energia. Un sistema meccanico diminuisce la sua energia quando produce lavoro e calore: è il [primo principio della termodinamica](#). La quantità di benzina è l'energia di cui la macchina dispone. Il suo consumo si trasforma in calore (attriti tra le parti in movimento del motore) dell'aria durante il movimento dell'automobile e delle ruote sull'asfalto) e lavoro di spostamento. Questo è dato dalla forza che la fa avanzare vincendo l'attrito dell'aria e delle ruote sull'asfalto.

Esistono forze o meglio campi di forze all'interno dei quali uno spostamento corrispondente ad un percorso chiuso dà luogo, per le forze del campo, ad un lavoro nullo. Sono detti campi conservativi e tali sono il campo gravitazionale ed il campo elettrostatico. Significa che durante il percorso chiuso le forze fanno un lavoro positivo, quando hanno una componente concorde con lo spostamento (forza motrice), ed un ugual lavoro negativo, la componente è discorde (forza resistente). Non è il caso della forza di propulsione dell'automobile che durante tutto il circuito ha sempre una componente nella direzione dello spostamento che serve a vincere gli attriti permettendole di avanzare. Solo in un'eventuale discesa il motore fa un lavoro resistente, che comunque non fa risalire il livello della benzina nel serbatoio, ma si trasforma per attrito in calore.