Corso di Laurea in Biotecnologie Agro–Industriali
Prova scritta di Fisica - A.A. 2015-16 - June 15, 2016

(1) Una scatola di 350 kg è fatta scivolare verso l'alto lungo un piano inclinato di 30° per un tratto lungo 7 m, grazie a una forza di 5000 N, parallela al piano. L'attrito è trascurabile. Calcola il lavoro fatto dalla forza esterna, quello fatto dalla gravità e quello fatto dalla forza risultante normale al piano.

(2) Nell'elettroforesi delle proteine le molecole da analizzare sono ionizzate (private di un elettrone), poste in un gel e accelerate da ferme mediante un campo elettrico. Ogni molecola, una volta ionizzata, possiede una carica elettrica netta pari a $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C (quella del protone). Se il campo elettrico agisce per un tempo t, molecole di massa diversa si spostano lungo il gel percorrendo spazi diversi. Trova l'espressione della massa della molecola in funzione dello spostamento, della sua carica elettrica e delle condizioni imposte dall'esterno (intensità del campo e tempo di azione).
[**suggerimento**] sulla molecola agisce una forza di tipo elettrico che ne provoca lo spostamento.

(3) Un organismo flagellato si muove scuotendo la coda in un mezzo liquido. Il moto della coda di questo organismo si può descrivere matematicamente come un'onda trasversale che si propaga. In uno spermatozoo di 40 μm di lunghezza, la coda assume un aspetto ondulatorio nel quale si possono osservare esattamente due sinusoidi complete. Qual è la lunghezza d'onda di quest'oscillazione? La coda oscilla 33 volte in un secondo. Calcola la velocità con la quale l'impulso emesso dalla testa dello spermatozoo si propaga lungo la sua coda.

SOLUZIONE

(1) Il lavoro fatto da una forza è $\Delta L = \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{s}$, dove il punto rappresenta il **prodotto scalare**. Quando forza e spostamento sono paralleli il prodotto è uguale a quello ordinario tra i moduli $\Delta L = F \Delta s$ perciò il calcolo del lavoro nel primo caso è banale:

$$\Delta L = F \Delta s = 5\,000 \times 7 = 35\,000\,\mathrm{J}\,. \tag{1}$$

Il lavoro fatto dalla gravità non è altro che la variazione di energia potenziale della scatola. Ponendo pari a zero l'energia potenziale nello stato iniziale, la sua variazione sarà $\Delta U = -\Delta L = mgh$ dove h è l'altezza raggiunta dalla scatola alla fine del percorso. Se il piano è inclinato di $30°$,

$$h = \ell \times \sin\theta = 7 \times \sin 30° = 7 \times \frac{1}{2} = 3.5\,\mathrm{m}\,. \tag{2}$$

Di conseguenza il lavoro svolto dalla forza peso è

$$\Delta L = -\Delta U = -mgh = -350 \times 9.8 \times 3.5 \simeq -12\,\mathrm{kJ}\,. \tag{3}$$

Osserviamo che la forza peso è rivolta verso il basso, mentre la scatola si muove verso l'alto, perciò il lavoro fatto dalla forza peso è negativo.

Quello fatto dalle forze normali è evidentemente nullo essendo pari a $90°$ l'angolo compreso tra questa forza e lo spostamento. Il prodotto scalare tra due vettori tra loro perpendicolari è nullo.

(2) Una particella carica si sposta in seguito all'applicazione di un campo elettrico E perché su essa agisce una forza d'intensità $F = qE$. L'accelerazione subita dalla particella è, per la Legge di Newton,

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}\,. \tag{4}$$

Quest'accelerazione è costante e quindi la molecola subisce, in un tempo t, uno spostamento pari a

$$\Delta s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{qE}{2m} t^2\,. \tag{5}$$

Basta invertire quest'equazione per trovare quanto richiesto e cioè

$$m = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{qE}{2\Delta s} t^2\,. \tag{6}$$

In questo modo si possono identificare molecole diverse presenti in una soluzione.

(3) Se si vedono due oscillazioni vuol dire che ci sono due lunghezze d'onda complete nello spazio di 40 μm il che permette di dire che la lunghezza d'onda $\lambda = 20\,\mu\mathrm{m}$. La velocità di propagazione dell'onda è una grandezza che ha le dimensioni di una lunghezza divisa un tempo e quindi è facile ricordare che

$$v = \frac{\lambda}{T} \tag{7}$$

dove T è il periodo dell'onda. Noi conosciamo la **frequenza** dell'onda che è pari a $f = 33$ Hz (33 oscillazioni al secondo), che è legata al periodo dalla relazione

$$T = \frac{1}{f} \tag{8}$$

perciò

$$v = \lambda f = 20 \times 10^{-6} \times 33 = 660 \times 10^{-6}\,\mathrm{ms}^{-1}\,. \tag{9}$$