Il Corso di Fisica per Scienze Biologiche

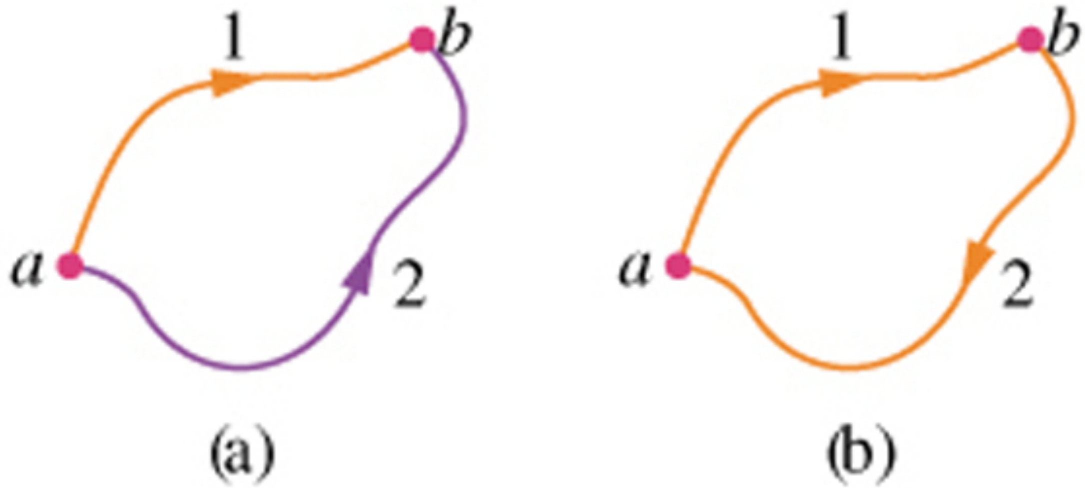
- Prof. Attilio Santocchia
- Ufficio presso il Dipartimento di Fisica (Quinto Piano) Tel. 075-585 2708
- E-mail: attilio.santocchia@pg.infn.it
- Web: http://www.fisica.unipg.it/~attilio.santocchia
- Testo: Fondamenti di Fisica (Halliday-Resnick-Walker, Casa Editrice Ambrosiana)

L’Energia Potenziale

- L’Energia Potenziale rappresenta la capacità di un corpo di compiere lavoro in funzione della sua posizione.
- Il lavoro compiuto infatti può essere espresso come la differenza di una quantità funzione solo della posizione
- La funzione dipende dal tipo di forza che stiamo studiando:
  - Forza Peso: $L=-(mgy_b-mgy_a)=-(W_b-W_a) \Rightarrow W=mgy$ e $L=-\Delta W$
  - Forza Elastica: $L=-(½kx_2^2- ½kx_1^2)= -(W_2-W_1) \Rightarrow W= ½kx^2$ e $L=-\Delta W$
- L’Energia Potenziale W compare sempre come “variazione” ΔW; può quindi essere alterata di un valore costante senza che il risultato fisico cambi…
- Si dice che l’Energia Potenziale è definito a meno di una costante additiva arbitraria:
  - $W_{peso}= mgh+W_0$
  - $W_{elastica}= ½kx^2+W_0$

Il Lavoro nelle Forze Conservative

Studiamo il lavoro compiuto lungo un percorso chiuso nel caso di una forza conservativa



Campo di Forze

- Si definisce campo vettoriale una regione dello spazio in cui ad ogni punto posso associare un vettore.
- Un Campo di Forze è quindi una regione dello spazio in cui ad ogni punto è associata una forza
- Noi viviamo in un campo di forze gravitazionale.
- Conoscendo quindi il valore della funzione Energia Potenziale $W(x,y,z)=mgy$, posso calcolare il valore della forza che agisce su ogni corpo immerso nel campo di forze in ogni punto dello spazio.

Conservazione dell'Energia

- Consideriamo un sistema meccanico senza attrito in presenza di un campo di forze conservativo
- Le uniche forme di energia che ci interessano solo l'Energia Meccanica potenziale e cinetica.
- Considero il sistema ad un dato istante e calcolo l'Energia totale del sistema $E_{tot}=\Sigma K+ \Sigma W$
- Supponiamo ora che uno dei corpi del sistema (in precedenza vincolato in una posizione ad una altezza diversa da 0), stia ora cadendo e consideriamo l'istante $t_{finale}=t_{iniziale}+1$ secondi a causa della forza di gravità…
- Ripetiamo il conto dell'Energia Totale. Nella somma precedente devo solo considerare la variazione di energia cinetica del corpo che è caduto e la variazione di energia potenziale

$$\Delta K = \frac{1}{2} m v^2_{Finale} - \frac{1}{2} m v^2_{iniziale} = \frac{1}{2} m g^2$$

$$\Delta U = mg(y_{finale} - y_{iniziale}) = mg\left(-\frac{1}{2} g t^2\right) = -\frac{1}{2} m g^2$$

- Le due variazioni si annullano…
- **L'Energia Totale è conservata**! Questa conclusione è sempre vera se il campo di forze è conservativo e siamo in assenza di attrito.

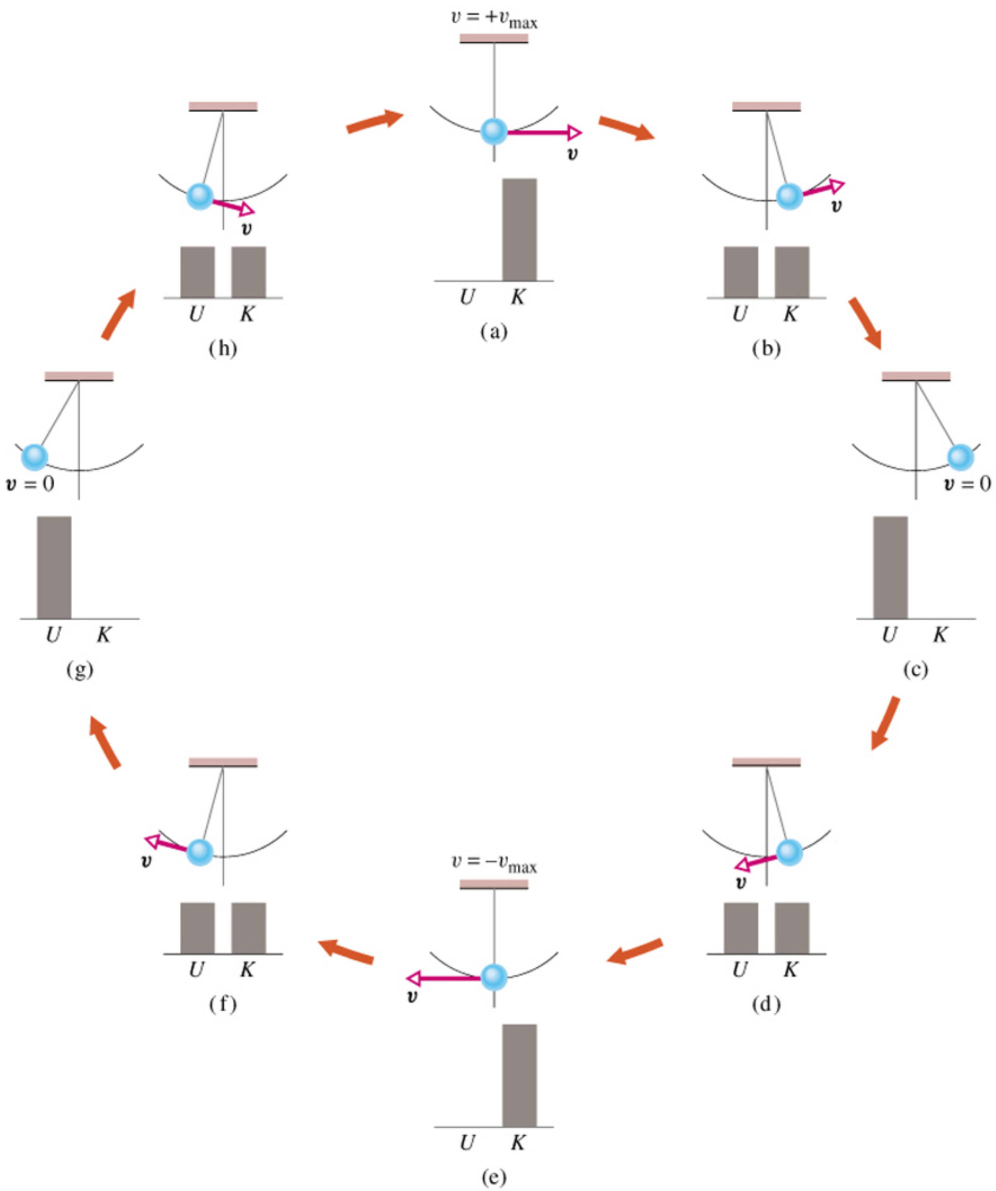
Energia Potenziale Elastica

- Vediamo ora lo stesso problema ad un Sistema Elastico. No Attrito. Allungo la molla dalla posizione di riposo di uno spostamento A e all'istante $t=0$ lascio la molla libera da fattori esterni. L'origine del sistema di riferimento è nel punto a riposo della molla
- Abbiamo studiato il moto: è un moto armonico la cui legge è $x(t)=A\cos\omega t$
- L'energia potenziale per ogni istante è $W= \frac{1}{2}kx^2= \frac{1}{2}kA^2\cos^2\omega t$
- L'energia cinetica si ottiene ricordando che per il moto armonico $v=dx/dt=-A\omega \sin\omega t \Rightarrow K= \frac{1}{2}mv^2= \frac{1}{2}m(-A\omega \sin\omega t)^2= \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \sin^2\omega t$
- Ricordo inoltre che per il moto armonico di una molla $\omega = \sqrt{(K/m)}$ e quindi si ottiene:

$$
\begin{aligned}
E_{tot} &= W + K = \frac{1}{2}kA^2\cos^2\omega t + \frac{1}{2}m\omega^2A^2\sin^2\omega t \\
&= \frac{1}{2}A^2\left(k\cos^2\omega t + m\omega^2\sin^2\omega t\right) \\
&= \frac{1}{2}A^2k\left(\cos^2\omega t + \sin^2\omega t\right) = \frac{1}{2}A^2k
\end{aligned}
$$

L'Energia Totale è costante e non dipende dal tempo!

Un altro esempio: il Pendolo



Il Pendolo è un altro caso di moto armonico… anche in questo caso siamo in un campo di forze conservativo (il campo gravitazionale) e l'energia totale si conserva

Lavoro delle Forze non Conservative (Attrito)

- In presenza di Forze non Conservative (come l’attrito) si può calcolare ancora il lavoro svolto.
- Facciamo un esempio: un corpo che si muove su un piano orizzontale nel campo di forze gravitazionale:
  - In assenza di attrito le forze applicate al corpo sono la forza peso e la reazione vincolare normale alla superficie. Se il corpo si muove, per il primo principio della dinamica il moto è rettilineo uniforme poiché la risultante delle forze è nulla. L’energia cinetica è costante (la velocità non varia) e l’energia potenziale pure (il piano è orizzontale quindi non varia la coordinata verticale)
  - In presenza di attrito, esiste una forza che si oppone al moto. Il moto è uniformemente decelerato. In un certo periodo di tempo il corpo si ferma. L’energia potenziale del corpo non è variata (il piano è orizzontale). L’energia cinetica invece è completamente scomparsa
- **L’Energia MECCANICA non si è conservata! Che fine ha fatto???**

La conservazione dell'Energia

- Ci sono poche sicurezze nella vita…
- … ma la **Conservazione dell'Energia** è una di quelle!
- In questo caso uno studio più attento del sistema in esame, può mostrare che l'energia cinetica si è trasformata in calore (che noi sappiamo essere un'altra forma di energia)
- Qualunque sistema studiamo, avremo che l'energia totale del sistema si conserva…
- … e se non è così, significa che stiamo trascurando qualche cosa!