

FISICA GENERALE I

Docente: Prof. G. Carboni
giovanni.carboni@cern.ch

Esercitatore: Dott. R. Petrillo
roberto.petrillo@roma2.infn.it

Anno Accademico 2012 - 2013

Queste lezioni sono scaricabili in formato pdf
dalla pagina

<http://people.roma2.infn.it/carboni>

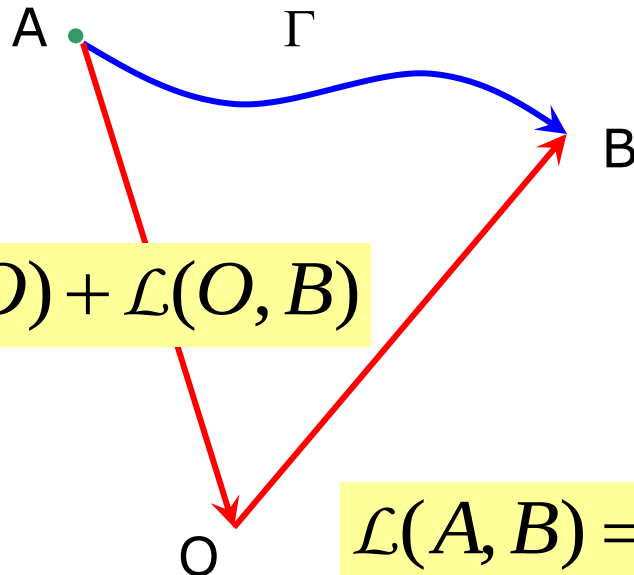
UTENTE: fis1_studenti
PW: disp_fis1

→ *Necessario Adobe Reader*

Energia potenziale

Applichiamo il teorema delle forze vive a un campo di forza conservativo

$$\mathcal{L}(A, B) = \frac{1}{2} m(v_B^2 - v_A^2)$$



$$\mathcal{L}(A, B) = \mathcal{L}(A, O) + \mathcal{L}(O, B)$$

$$\mathcal{L}(A, B) = \mathcal{L}(A, O) - \mathcal{L}(B, O)$$

$$\mathcal{L}(A, O) - \mathcal{L}(B, O) = \frac{1}{2} m(v_B^2 - v_A^2)$$

possiamo mettere l'equazione sotto la forma

$$\mathcal{L}(A, O) + \frac{1}{2} m v_A^2 = \mathcal{L}(B, O) + \frac{1}{2} m v_B^2$$

in questo modo ogni membro dell'espressione riguarda un singolo punto (A o B)

Se adesso considerassimo un terzo punto ecc. avremmo

$$\mathcal{L}(A, O) + \frac{1}{2}mv_A^2 = \mathcal{L}(B, O) + \frac{1}{2}mv_B^2 = \mathcal{L}(C, O) + \frac{1}{2}mv_C^2 = \dots$$

cioè la grandezza

$$\mathcal{L}(X, O) + \frac{1}{2}mv_X^2$$

si mantiene **costante** durante il movimento, qualsiasi sia il punto X considerato.

$$\mathcal{L}(X, O) = U(X)$$

una volta scelto O questa è una funzione del punto X .
 U chiama **Energia Potenziale**

★ Principio di conservazione dell'energia (meccanica)

$$\text{Energia} = U(X) + \frac{1}{2}mv_X^2 = \text{costante}$$

E. potenziale
o Potenziale

E. cinetica

★ Valido per tutte le forze conservative

$$U(X) = \mathcal{L}(X, O)$$

è l'energia potenziale

Dipende solo dalla posizione X

Per calcolarla devo calcolare il lavoro fatto dalla forza del campo nello spostamento da X a O



Ma O cosa rappresenta?

L'abbiamo scelto in modo del tutto arbitrario

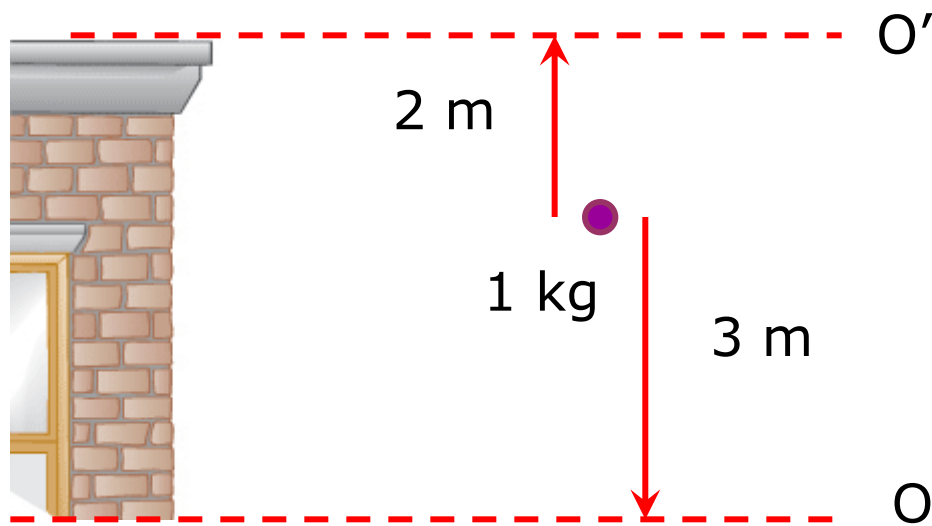
Ci serve solo come riferimento

$$U(O) = \mathcal{L}(O, O) = 0$$

→ O è il punto in cui il potenziale vale zero

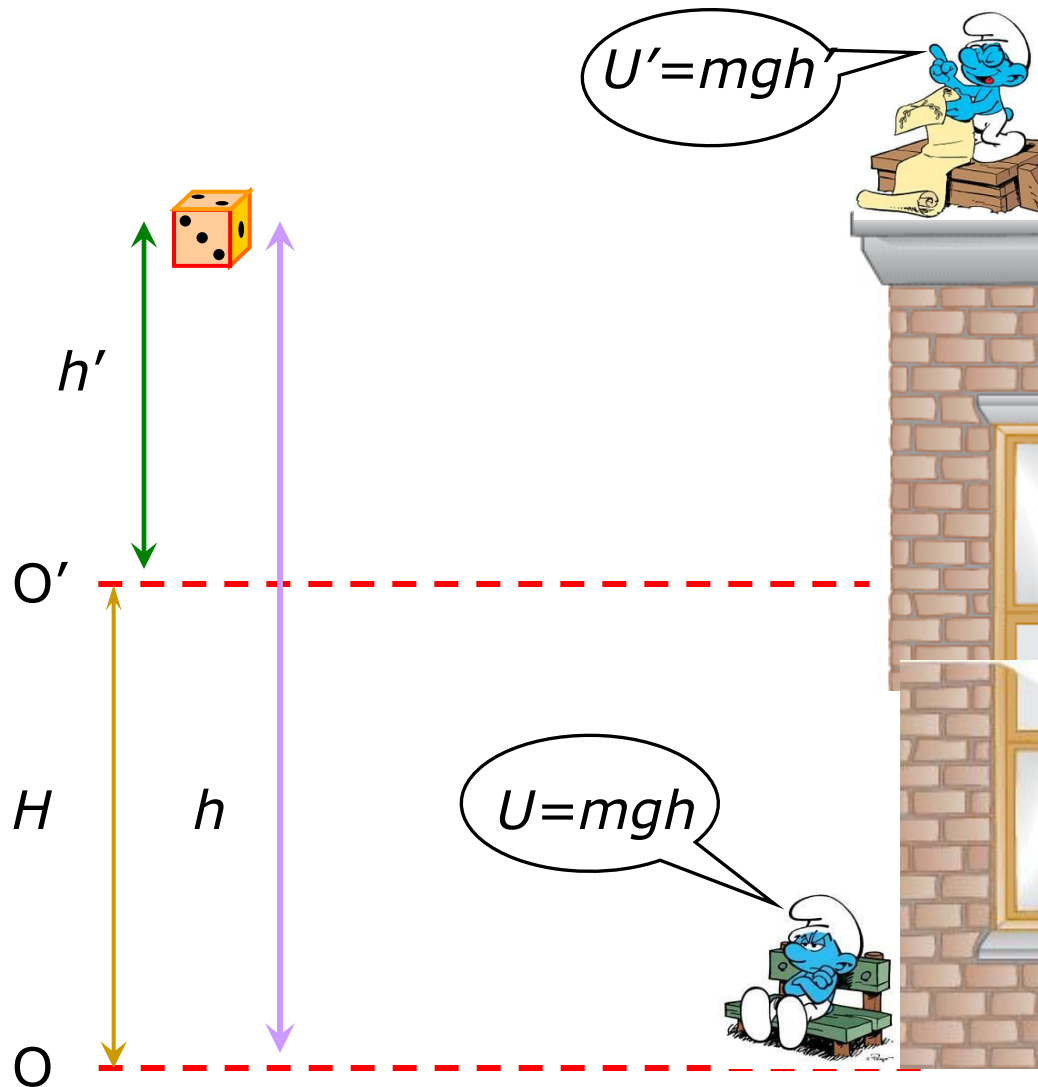
Posso scegliere per O il punto che mi fa più comodo.

☞ *Ovviamente non posso poi cambiare O in corso d'opera!*

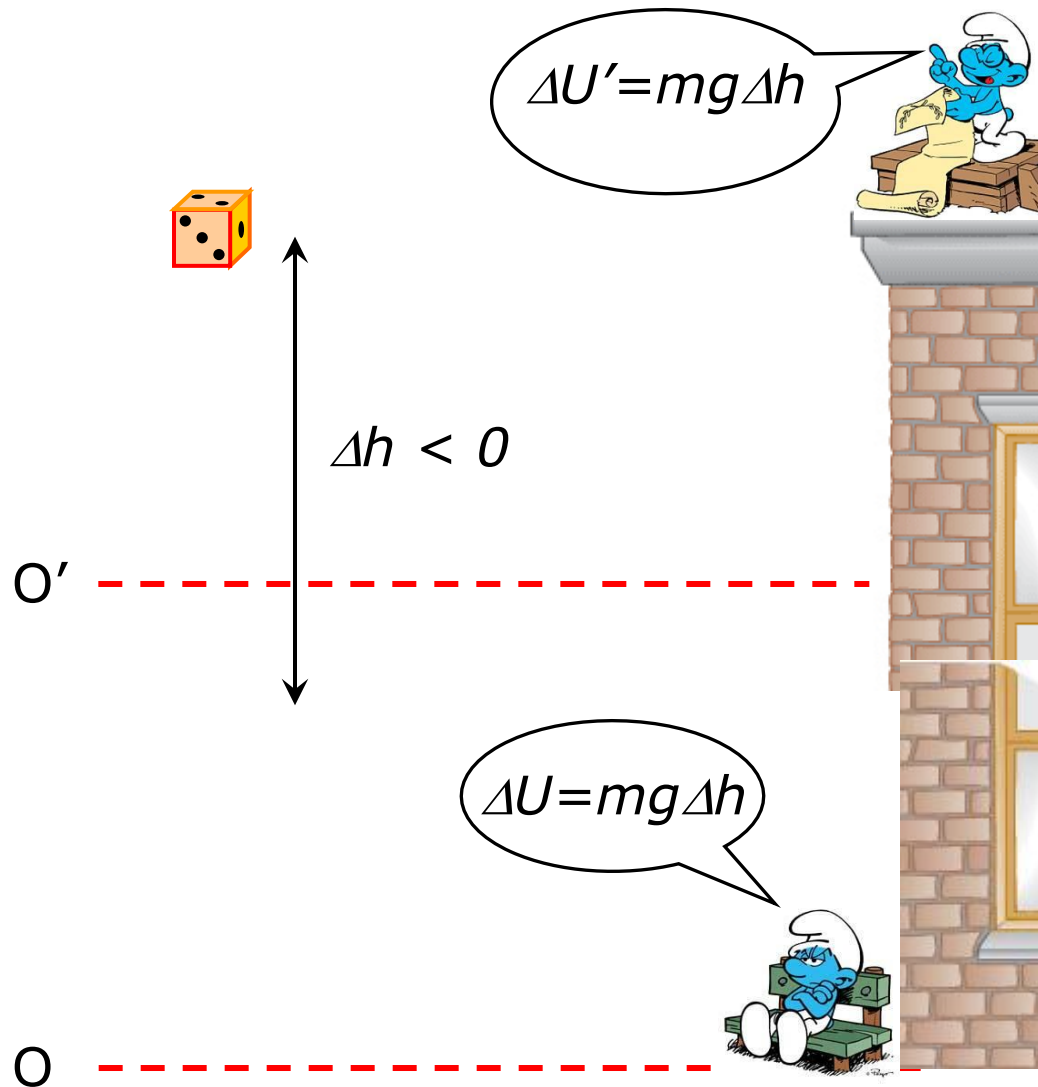


Riferendosi a O $U = 1 \times 3 \times 9,8 = 29,4 \text{ J}$

Riferendosi a O' $U' = -1 \times 2 \times 9,8 = -19,6 \text{ J}$



$$U-U'=mgH$$



$$\Delta U' = \Delta U$$

➔ *I due osservatori misurano la stessa variazione di E. Potenziale*

in effetti quelle che contano sono solo le differenze dell'energia potenziale.

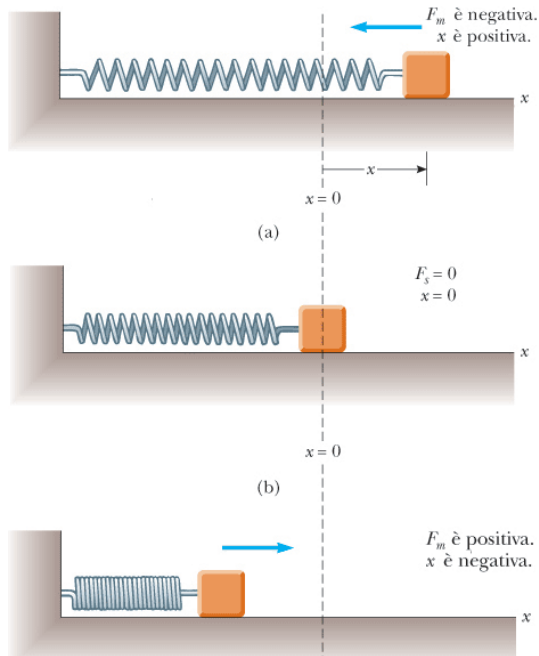
Queste si traducono in differenze dell'energia cinetica che è la vera grandezza osservabile.

La scelta di O non influisce sulle differenze di U e quindi nemmeno su quelle di T (E. cinetica)

Diciamo anche che l'energia potenziale è definita a meno di una costante (quindi nemmeno il suo segno è importante)

Anche l'energia totale assoluta non ha senso, ed è definita anch'essa a meno di una costante

Forza elastica



$$U(x) = \mathcal{L}(x,0) = \frac{1}{2} kx^2$$

$U=0$ con la molla a riposo

$$E = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mv^2$$

Molla compressa di Δx , blocco fermo $E = \frac{1}{2} k\Delta x^2$

Molla distesa, blocco in moto $E = \frac{1}{2} m\Delta v^2$

Le forze centrali

Si chiamano forze centrali quelle che sono dirette verso un centro di forza

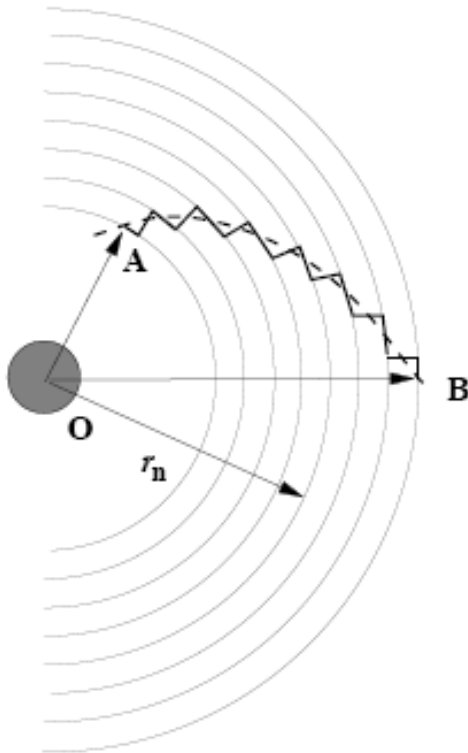
Esempi classici

- forza di gravitazione
- forza elettrostatica
- forza elastica nello spazio

Dimostriamo che tutte le forze centrali sono conservative

Percorso da A a B

tratteggio: percorso reale
spezzata: approssimazione



notiamo che se ci muoviamo
a $r=\text{costante}$ la forza non fa
lavoro in quanto ortogonale
allo spostamento

l'unico lavoro viene fatto passando da
 $r_n \rightarrow r_{n+1}$

$$d\mathcal{L} = F(r)dr$$

Negativo se F attrattiva, positivo se repulsiva

$$\mathcal{L}(A, B) = \int_{r_A}^{r_B} F(r) dr$$

Il lavoro quindi dipende solo dalle distanze dal centro dei due punti ed è indipendente dal percorso stesso



La forza centrale è quindi conservativa

Potenziale della forza centrale

$$U(r) = \mathcal{L}(r, O) = \int_r^{r_0} F(r) dr$$

Forza gravitazionale o coulombiana

$$F(r) = k \frac{1}{r^2}$$

- $k > 0$ repulsiva
- $k < 0$ attrattiva

Potenziale della forza centrale

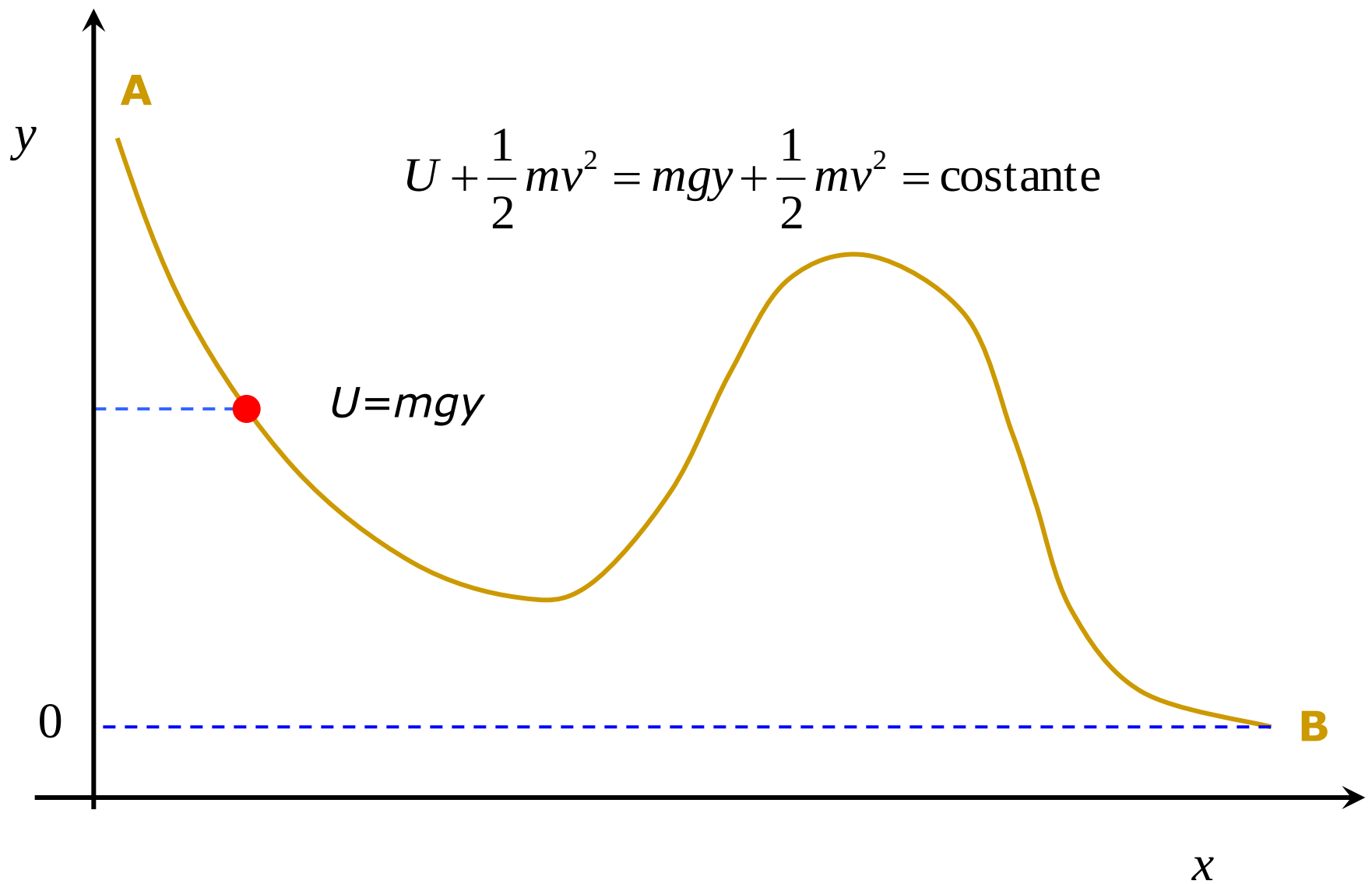
$$U(r) = k \int_r^{r_o} \frac{1}{r^2} dr = k \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_o} \right)$$

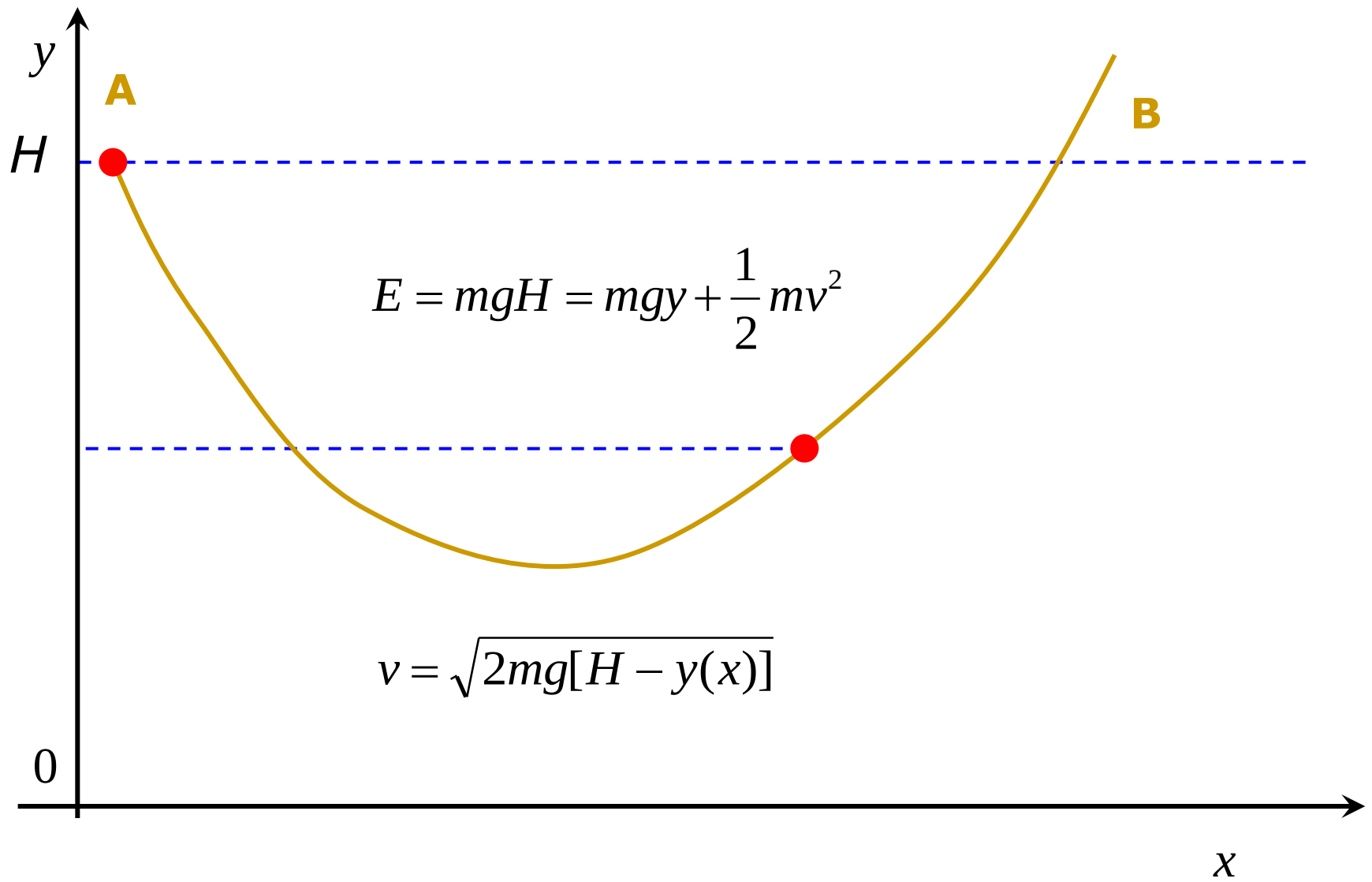
Normalmente si sceglie $r_o = \infty$ così $U(\infty) = 0$

$$U(r) = \frac{k}{r}$$

per il campo gravitazionale l'energia potenziale è quindi negativa ($k < 0$)

Appendice





Forza elastica

