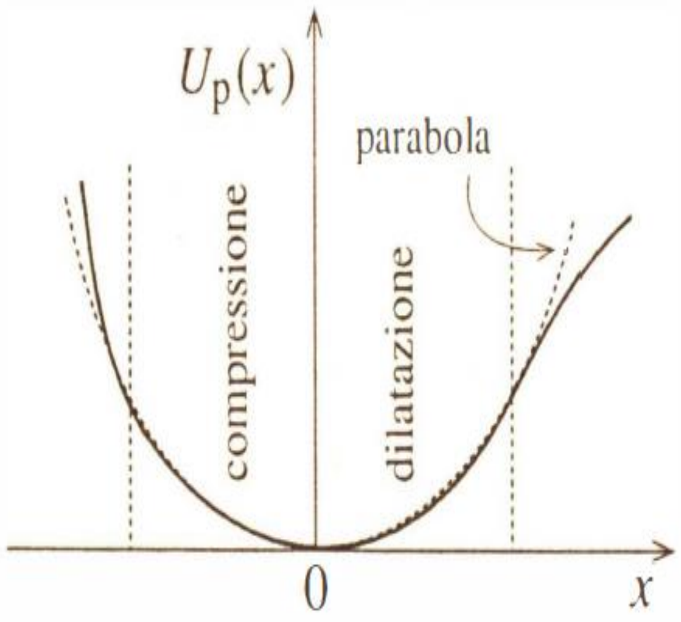
Grafici dell’energia per alcune forze

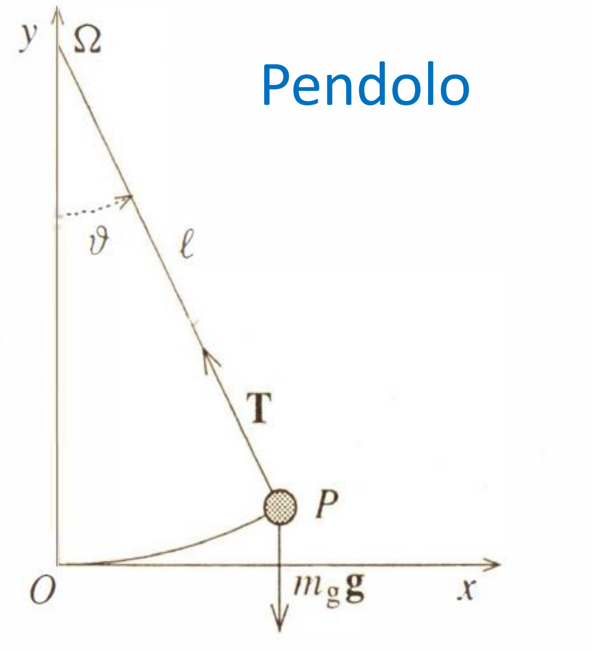
Oscillatore armonico

$$U(x) = \frac{1}{2} k\, x^2$$



La posizione $x = 0$ corrisponde al minimo dell’energia potenziale, essa è quindi di equilibrio stabile. Se si scosta il punto materiale dall’equilibrio esso oscilla di moto periodico; il moto è anche armonico se lo spostamento massimo dall’equilibrio non è troppo grande, se il moto rimane limitato cioè alla zona in cui la forza di richiamo dipende linearmente dallo spostamento o, detto in termini dell’energia, in cui l’energia potenziale è parabolica (tra le linee tratteggiate in figura).

Grafici dell'energia per alcune forze



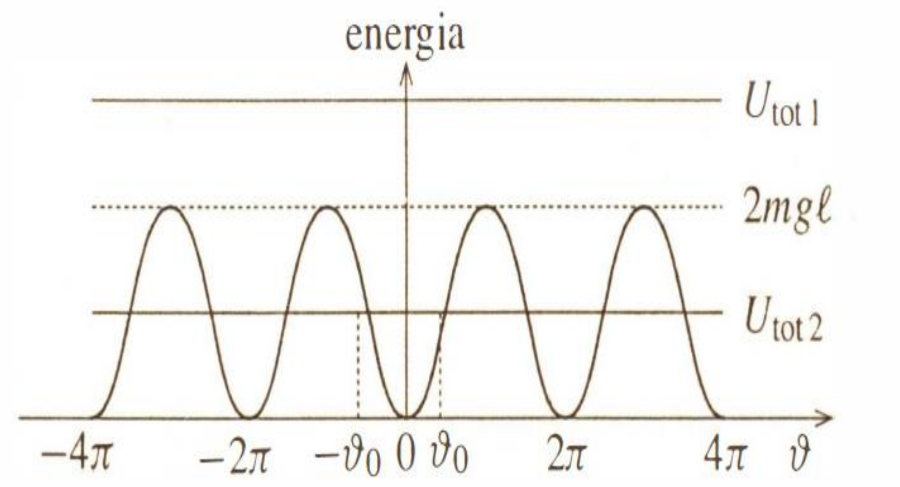
Pendolo

Se U_{tot} > 2 m g l: il pendolo ha un'energia cinetica sufficiente da compiere giri da 360°.

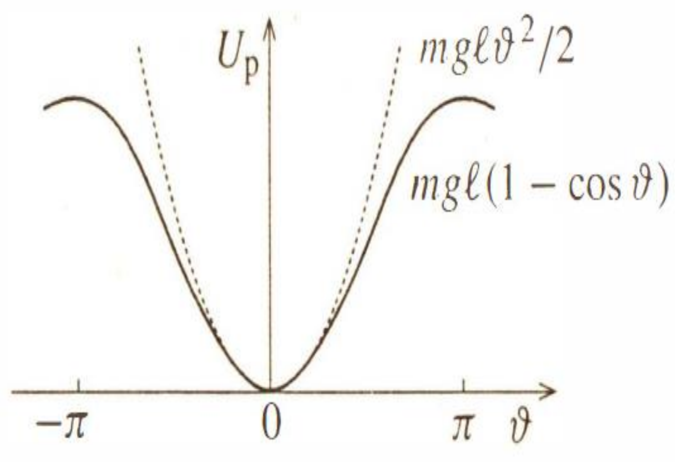
Se U_{tot} < 2 m g l: il pendolo oscilla tra $-\vartheta_0$ e ϑ_0. Il moto è armonico solo per piccoli angoli di oscillazione

$$U_p(\vartheta) = mg\ell(1-\cos\vartheta) = 2mg\ell\sin^2(\vartheta/2) \quad \cong \quad \frac{1}{2}mg\ell\vartheta^2$$

se ϑ_0 è sufficientemente piccolo

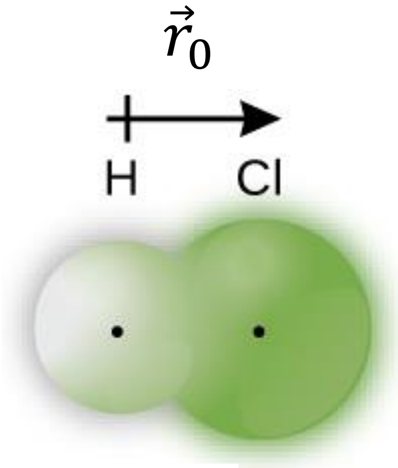


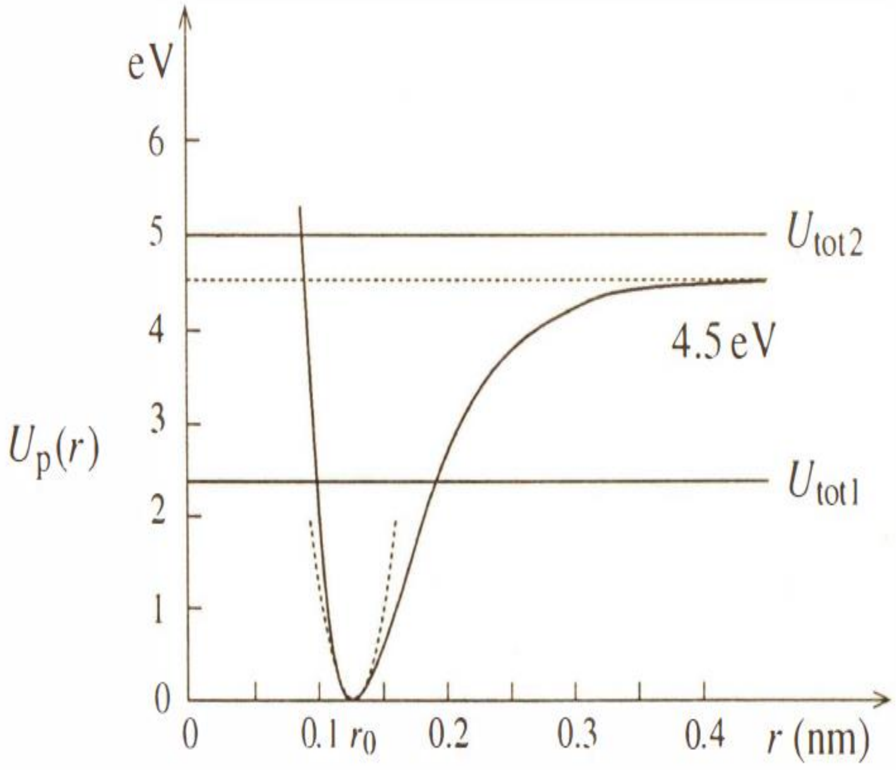
(b)



Grafici dell'energia per alcune forze

Molecola HCl

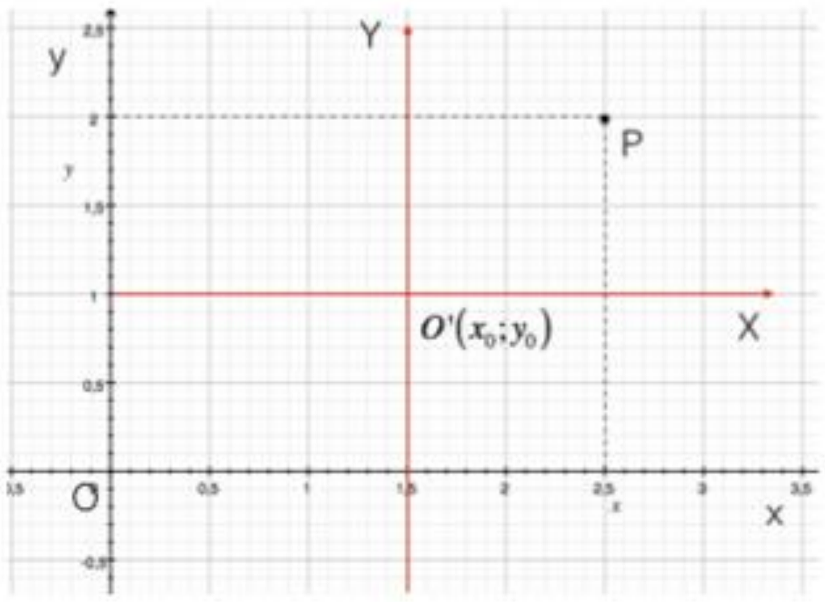




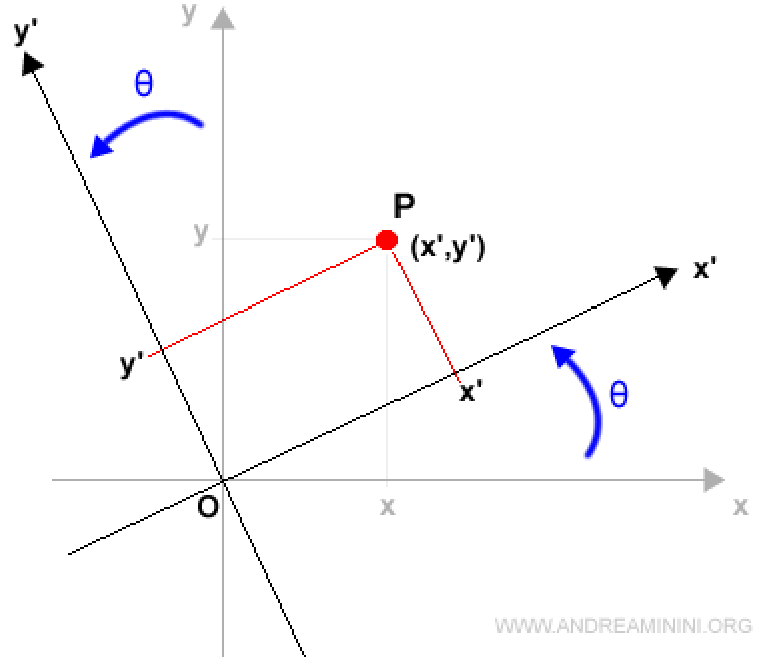
Se U_{tot} > 4.5 eV (energia di legame della molecola) la molecola si dissocia

Se U_{tot} < 4.5 eV la molecola è legata

Moti relativi



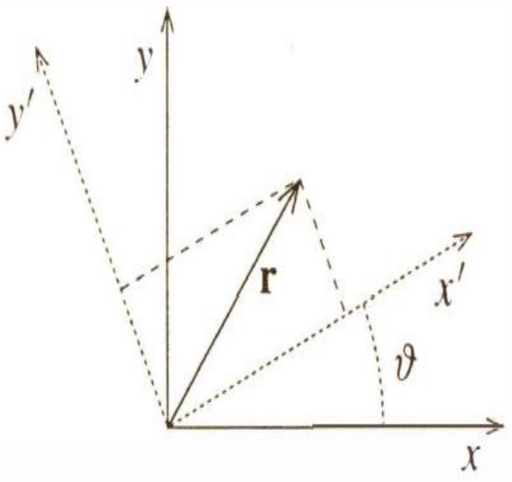
Traslazione degli assi



Rotazione degli assi

Una rototraslazione è la composizione tra una rotazione e una traslazione, e quindi è un'isometria, cioè una trasformazione geometrica che lascia inalterate le distanze.

Moti relativi: covarianza sotto rotazione e traslazione



$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

$$F_x = ma_x, \qquad F_y = ma_y, \qquad F_z = ma_z$$

$$\begin{aligned} F'_x &= \quad F_x \cos\vartheta + F_y \sin\vartheta & a'_x &= \quad a_x \cos\vartheta + a_y \sin\vartheta \\ F'_y &= -F_x \sin\vartheta + F_y \cos\vartheta & a'_y &= -a_x \sin\vartheta + a_y \cos\vartheta \\ F'_z &= \quad F_z & a'_z &= \quad a_z \end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} F'_x \\ F'_y \\ F'_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\vartheta & \sin\vartheta & 0 \\ -\sin\vartheta & \cos\vartheta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} F'_x &= \quad ma_x \cos\vartheta + ma_y \sin\vartheta = m(\quad a_x \cos\vartheta + a_y \sin\vartheta) \\ F'_y &= -ma_x \sin\vartheta + ma_y \cos\vartheta = m(-a_x \sin\vartheta + a_y \cos\vartheta) \\ F'_z &= \quad ma_z \end{aligned}$$

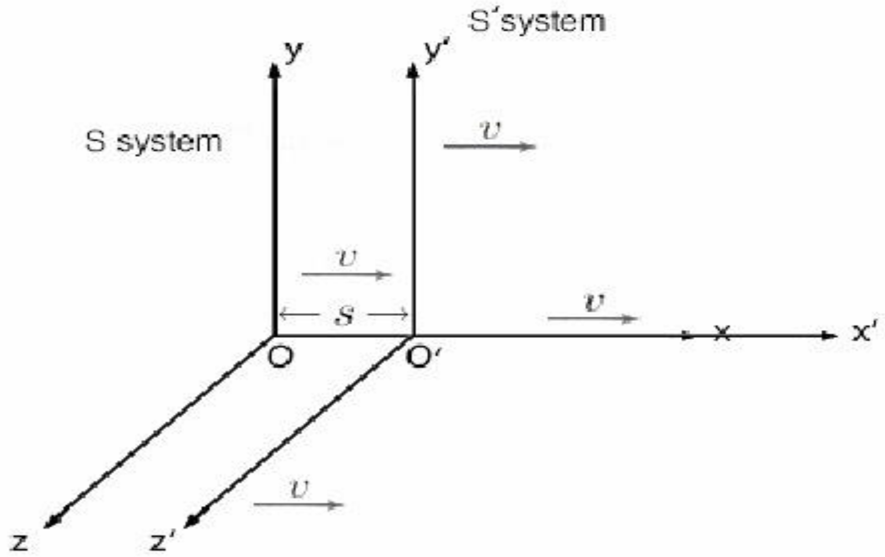
$$F'_x = ma'_x, \qquad F'_y = ma'_y, \qquad F'_z = ma'_z$$

Se ruoto il sistema di riferimento le grandezze vettoriali cambiano. Ma le relazioni fisiche tra di loro restano le stesse.

Lo stesso vale sotto una traslazione

Moto relativo traslatorio uniforme. Invarianza di Galileo

Immaginiamo che due sistemi di riferimento siano in moto rettilineo uniforme uno rispetto all’altro.

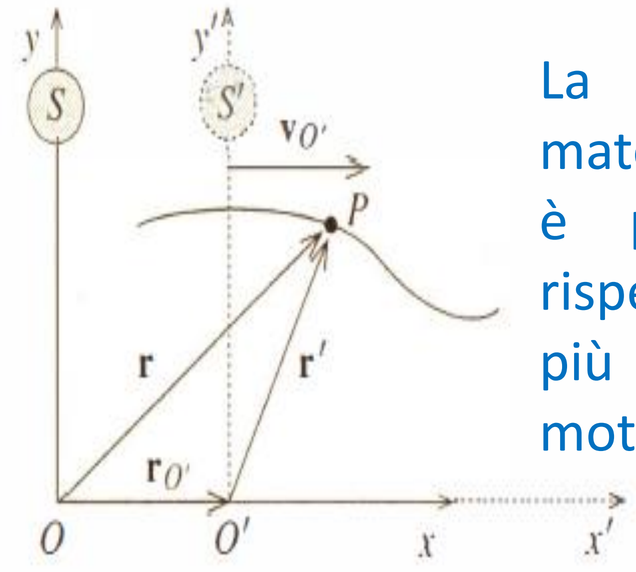


$$\left.\begin{aligned} x' &= x - vt \\ y' &= y \\ z' &= z \\ t' &= t \end{aligned}\right\} \text{Galilean Transformation Equations}$$

$$\left.\begin{aligned} x &= x' + vt' \\ y &= y' \\ z &= z' \\ t &= t' \end{aligned}\right\} \text{Galilean Inverse Transformation Equations}$$

Diamo le relazioni tra i raggi vettori, le velocità e le accelerazioni nei due sistemi

$$\mathrm{r} = \mathrm{r}' + \mathrm{r}_{O'} \qquad \mathrm{v} = \mathrm{v}' + \mathrm{v}_{O'}$$



La velocità del punto materiale P nel sistema fisso è pari alla sua velocità rispetto al sistema in moto più la velocità del sistema in moto rispetto a quello fisso.

$$\mathrm{a} = \mathrm{a}'$$

Le accelerazioni nei due sistemi di riferimento sono identiche