Fondamenti di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

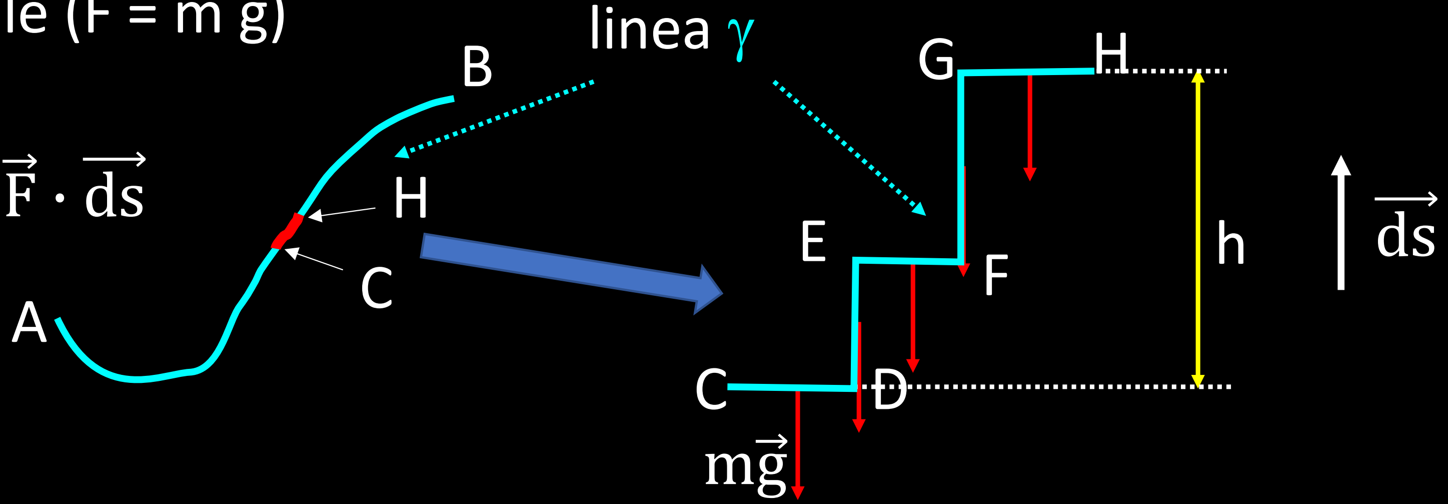
Mercoledì 16 novembre 2022
SINCRONA meet/ett-wttu-agt
14:45-15:30

ENERGIA POTENZIALE

$$dL = \vec{F} \cdot \overrightarrow{ds}$$

lavoro gravitazionale (F = m g)

$$L = \int_{\gamma A}^{B} dL = \int_{\gamma A}^{B} \vec{F} \cdot \overrightarrow{ds}$$



$$\int_{\gamma A}^{B} dL = \int_{\gamma A}^{B} \vec{F} \cdot \overrightarrow{ds} = \int_{\gamma A}^{B} m\vec{g} \cdot \overrightarrow{ds} = -m\,g\,h = U(A) - U(B)$$

U energia potenziale
(solo se forze conservative)

posto $U(A) = 0 \rightarrow U(B) = mgh$

il lavoro gravitazionale non dipende dalla linea γ
ma solo dagli estremi del percorso → conservativo

ENERGIA POTENZIALE

lavoro elastico (F = -kx)   x: deformazione   x = 0: molla a riposo

$$\int_{\gamma A}^{B} dL = \int_{\gamma A}^{B} \vec{F} \cdot \overrightarrow{ds} = \int_{0}^{x} -kx \cdot dx = -\frac{1}{2} k\, x^2 = U(0) - U(x)$$

$$\text{posto } U(0) = 0 \;\rightarrow U(x) = \frac{1}{2} k\, x^2$$

lavoro elastico indipendente dal percorso → conservativo

CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

$$\int_A^B dL = \int_{\gamma A}^B \vec{F} \cdot \overrightarrow{ds} = \int_{v_A}^{v_B} d\left(\frac{1}{2} mv^2\right)$$

$$\vec{F} = \vec{F}_{cons} + \vec{F}_{non\ cons}$$

$$\int_{\gamma A}^B dL = \int_{\gamma A}^B \vec{F}_{cons} \cdot \overrightarrow{ds} + \int_{\gamma A}^B \vec{F}_{non\ cons} \cdot \overrightarrow{ds} = E_{CIN}(B) - E_{CIN}(A)$$

$$U(A) - U(B) + L_{non\ cons} = E_{CIN}(B) - E_{CIN}(A)$$

$$L_{non\ cons} = -U(A) + U(B) + E_{CIN}(B) - E_{CIN}(A)$$

$$L_{non\ cons} = [U(B) + E_{CIN}(B)] - [U(A) + E_{CIN}(A)]$$

$$L_{non\ cons} = E(B) - E(A)$$

Se $L_{non\ cons} = 0$ si conserva l'energia meccanica E (cinetica + potenziale):

$$E(B) = E(A)$$

FORZE NON CONSERVATIVE

L'attrito è una forza non conservativa: l'energia dissipata nei microurti fra i corpi a contatto si distribuisce nei due materiali producendo un aumento dell'agitazione termica (innalzamento della temperatura). L'energia meccanica che viene dissipata si trasforma in calore.

Il lavoro compiuto dalla forza d'attrito non dipende solo dagli estremi della traiettoria ma da tutto il percorso.
P.es. per trascinare un oggetto su un piano scabro lungo una linea chiusa fino a tornare al punto di partenza (posizione iniziale e finale coincidenti) occorre energia.

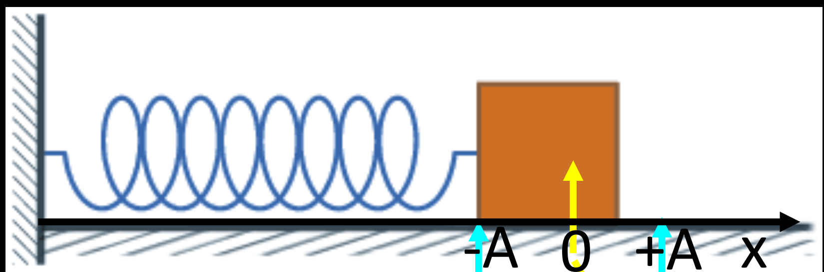
ENERGIA POTENZIALE E CINETICA

SISTEMA MASSA-MOLLA

Una massa m = 60 g oscilla armonicamente sotto l'unica azione di una molla. La sua energia meccanica è di 12 J mentre l'energia potenziale, in unità base del SI, è $U(x) = 3\,x^2$. Determinare l'ampiezza dell'oscillazione e la velocità massima

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

$E_{CIN} = \frac{1}{2}\,m\,v^2$



$U_{MAX} = \frac{1}{2}\,k\,A^2 = 3(\pm A)^2 = 12\text{ J} \rightarrow A = 2\text{ m}$

$E_{CIN\ MAX} = \frac{1}{2}\,m\,v_{MAX}^2 = 12\text{ J} \rightarrow v_{MAX} = 20\text{ m/s}$

$E_{CIN} = 0 \quad U = \frac{1}{2}\,k\,A^2$

$E = \frac{1}{2}\,k\,A^2$

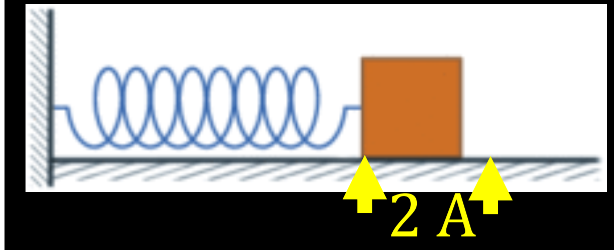
$E_{CIN} = \frac{1}{2}\,m\,v_{MAX}^2 \quad U = 0$

$E = \frac{1}{2}\,m\,v_{MAX}^2$

MOTO ARMONICO

SISTEMA MASSA-MOLLA

$$\frac{d^2u(t)}{dt^2} + \omega^2 u(t) = 0 \leftrightarrow u(t) \text{ armonica di periodo } T = \frac{2\pi}{\omega}$$



$$F_{elastica} = -k\,x \qquad F = m\,a = m\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$-k\,x = m\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\boxed{\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0}$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$x(t) = A\cos(\omega t + \varphi)$$

ENERGIA POTENZIALE E CINETICA

SISTEMA MASSA-MOLLA

- $x(t) = A\cos(\omega t + \varphi)$
- $v(t) = -A\omega\sin(\omega t + \varphi)$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

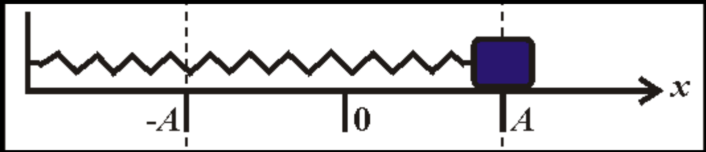
$$m = \frac{k}{\omega^2}$$

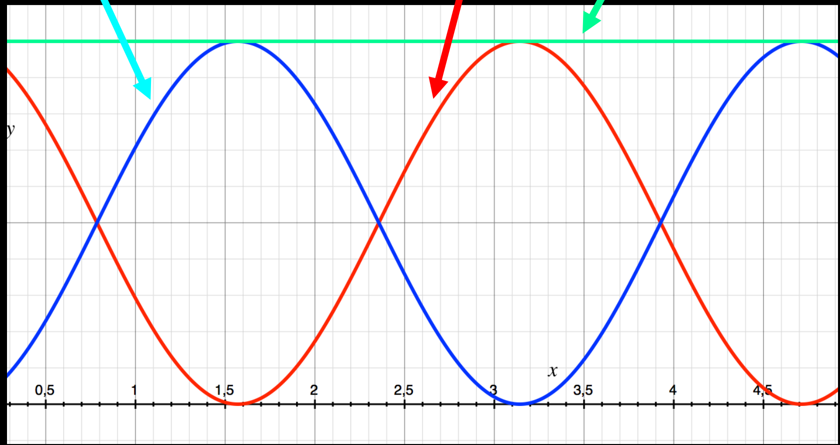
$$U(t) = \frac{1}{2}k\,[A\cos(\omega t + \varphi)]^2 = \frac{1}{2}k\,A^2\cos^2(\omega t + \varphi)$$

$$E_{CIN}(t) = \frac{1}{2}m[-A\omega\sin(\omega t + \varphi)]^2 = \frac{1}{2}m\,A^2\omega^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

$$= \frac{1}{2}\frac{k}{\omega^2}A^2\omega^2\sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}k\,A^2\sin^2(\omega t + \varphi)$$

$$E(t) = U(t) + E_{CIN}(t) = \frac{1}{2}k\,A^2[\cos^2(\omega t + \varphi) + \sin^2(\omega t + \varphi)] = \frac{1}{2}k\,A^2$$





CONSERVAZIONE ENERGIA vs ATTRITO

Un blocco di materiale di massa m viene lanciato con velocità iniziale v_0 su un piano orizzontale scabro (coefficiente di attrito dinamico: μ_d).

Come varia la velocità nel tempo?

$$F_{Ad} = \mu_d F_\perp = \mu_d m g \rightarrow F_{Ad} = ma \rightarrow a = \mu_d g$$
$$v(t) = v_0 - a t = v_0 - \mu_d g t$$

Quando si ferma?

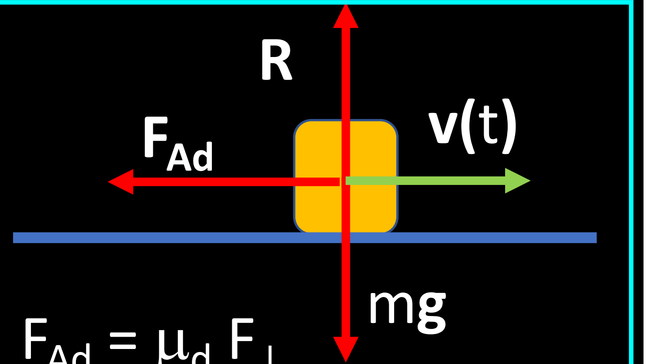
$$0 = v_0 - \mu_d g t^* \rightarrow t^* = v_0/(\mu_d g)$$

Come varia l'energia nel tempo?

$$E_{CIN}(t) = ½ m v(t)^2 = ½ m (v_0 - \mu_d g t)^2$$

Quanta energia viene complessivamente trasformata in calore?

$$L = E_{CIN}(t^*) - E_{CIN}(0) = 0 - ½ m v(0)^2 = - ½ m v_0^2 \qquad Q = ½ m v_0^2$$

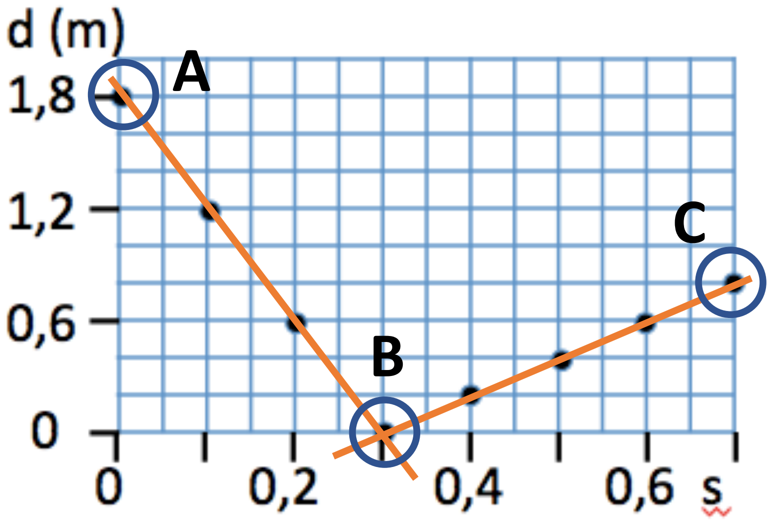


$F_{Ad} = \mu_d F_\perp$

attrito dinamico: nella direzione del moto ma nel verso opposto

CONSERVAZIONE ENERGIA

Durante un crash test viene misurata ogni 0,1 s la distanza d del paraurti anteriore di un'automobile di massa m = 800 kg da una parete.
Ricavare dal grafico la velocità prima e dopo l'urto con la parete e dedurne l'energia dissipata nell'urto



v_{prima} = (0-1,8) m / (0,3-0) s = -6 m/s → E_{CIN}(prima) = ½ m v_{prima}^2 = 14,4 kJ

v_{dopo} = (0,8-0) m/(0,7-0,3) s = 2 m/s → E_{CIN}(dopo) = ½ m v_{dopo}^2 = 1,6 kJ

L = E_{CIN}(dopo) - E_{CIN}(prima) = -12,8 kJ

Fondamenti di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

Mercoledì 23 novembre 2022
12:00-13:00
AULA 1B