

Fondamenti di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

Mercoledì 23 novembre 2022
AULA B1
12:05-13:00

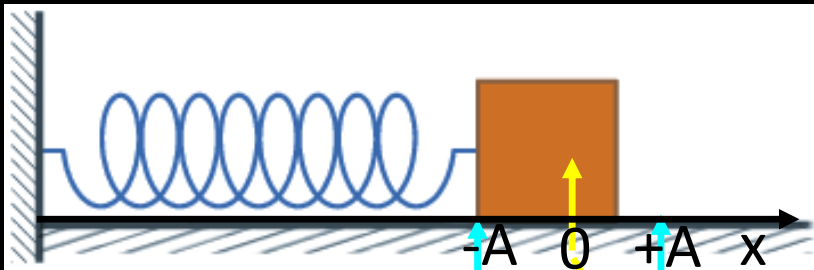
ENERGIA POTENZIALE E CINETICA

SISTEMA MASSA-MOLLA

Una massa $m = 60 \text{ g}$ 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

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

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



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

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

$$E_{\text{CIN}} = 0 \quad U_{\text{MAX}} = \frac{1}{2} k A^2$$

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

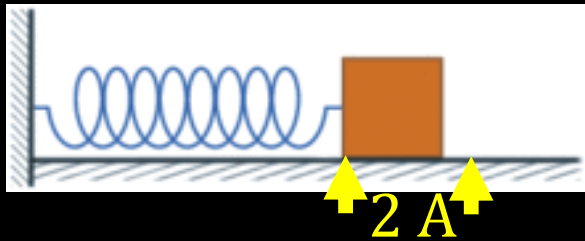
$$E_{\text{CIN MAX}} = \frac{1}{2} m v_{\text{MAX}}^2 \quad U = 0$$

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

MOTO ARMONICO

SISTEMA MASSA-MOLLA

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



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

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

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

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

ENERGIA POTENZIALE E CINETICA

SISTEMA MASSA-MOLLA

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

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

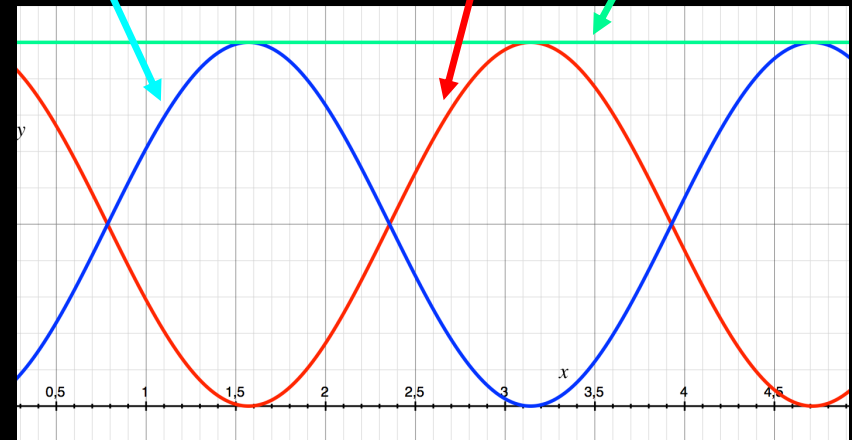
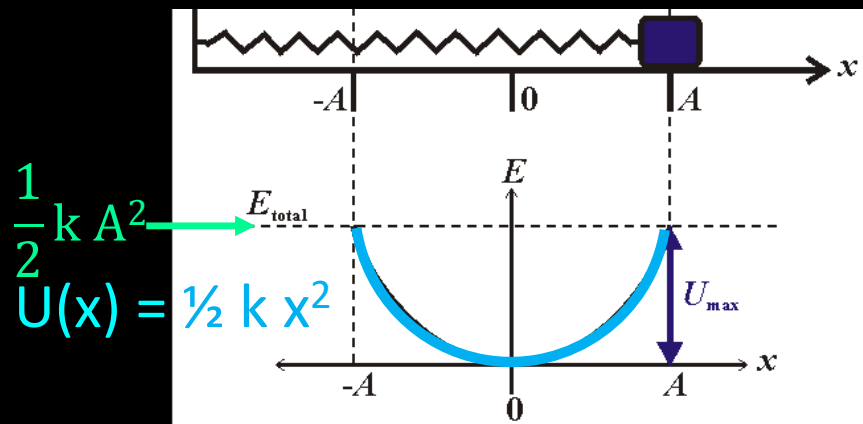
$$U(t) = \frac{1}{2} k [A \cos(\omega t + \varphi)]^2 = \frac{1}{2} k A^2 \cos^2(\omega t + \varphi)$$

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

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

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

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



ENERGIA NEL MOTO ARMONICO SMORZATO

SISTEMA MASSA-MOLLA

- $x(t) = A e^{-\gamma t} \cos(\omega t + \varphi)$
- $v(t) = A[-\cancel{\gamma e^{-\gamma t}}] \cos(\omega t + \varphi) + A e^{-\gamma t}[-\omega \sin(\omega t + \varphi)]$

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

se lo smorzamento è "piccolo" $\gamma \rightarrow 0$

- $x(t) = A e^{-\gamma t} \cos(\omega t + \varphi)$
- $v(t) \simeq A e^{-\gamma t}[-\omega \sin(\omega t + \varphi)]$

$$U(t) = \frac{1}{2} k \{A e^{-\gamma t} \cos(\omega t + \varphi)\}^2 = \frac{1}{2} k A^2 e^{-2\gamma t} \cos^2(\omega t + \varphi)$$

$$\begin{aligned} E_{\text{CIN}}(t) &= \frac{1}{2} m \{A e^{-\gamma t}[-\omega \sin(\omega t + \varphi)]\}^2 = \frac{1}{2} m A^2 e^{-2\gamma t} \omega^2 \sin^2(\omega t + \varphi) \\ &= \frac{1}{2} \frac{k}{\omega^2} A^2 e^{-2\gamma t} \omega^2 \sin^2(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2} k A^2 e^{-2\gamma t} \sin^2(\omega t + \varphi) \end{aligned}$$

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

ENERGIA NEL MOTO ARMONICO SMORZATO

SISTEMA MASSA-MOLLA

In quanto tempo l'energia diventa un quarto di quella iniziale? $E(t) = \frac{1}{2} k A^2 e^{-2\gamma t}$

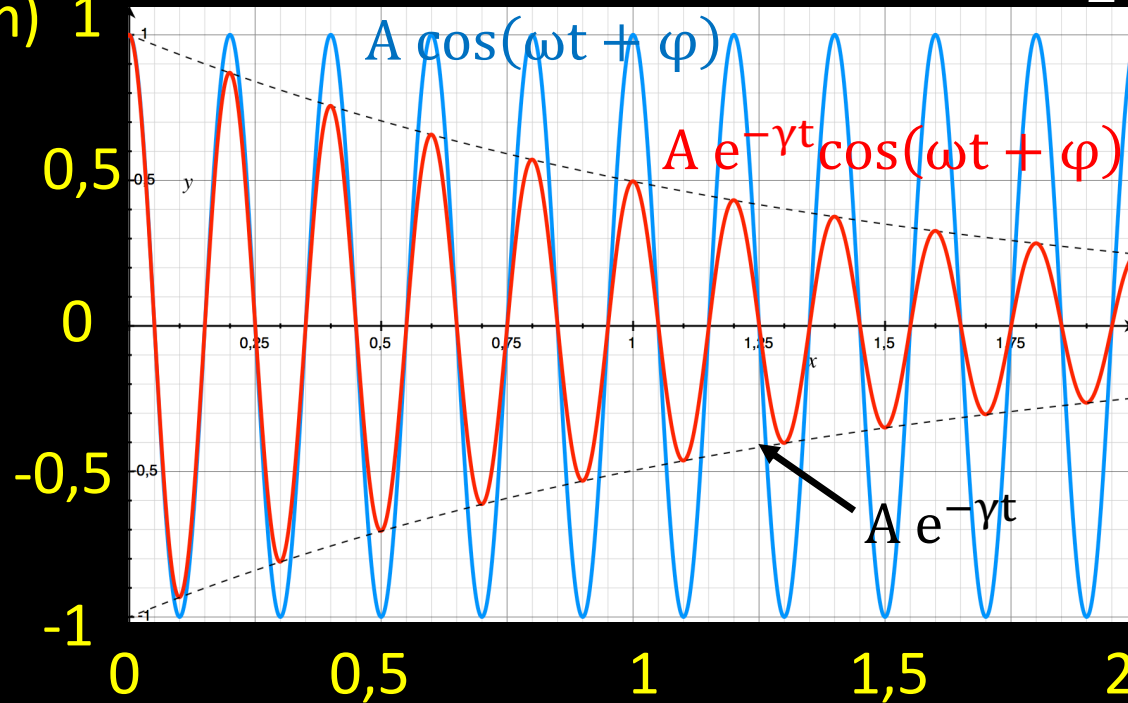
Quante pseudo oscillazioni ha effettuato in quel tempo ?

$$E(0) = \frac{1}{2} k A^2$$

$A = 1 \text{ cm}; T = 0,2 \text{ s}; \gamma = 0,7$

$$E(t^*) = \frac{1}{2} k A^2 e^{-2\gamma t^*} = \frac{1}{4} E(0) = \frac{1}{8} k A^2$$

$x \text{ (cm)}$



$$e^{-2\gamma t^*} = \frac{1}{4}$$

$$-2\gamma t^* = \ln \frac{1}{4}$$

$$t^* = 1 \text{ s}$$

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?

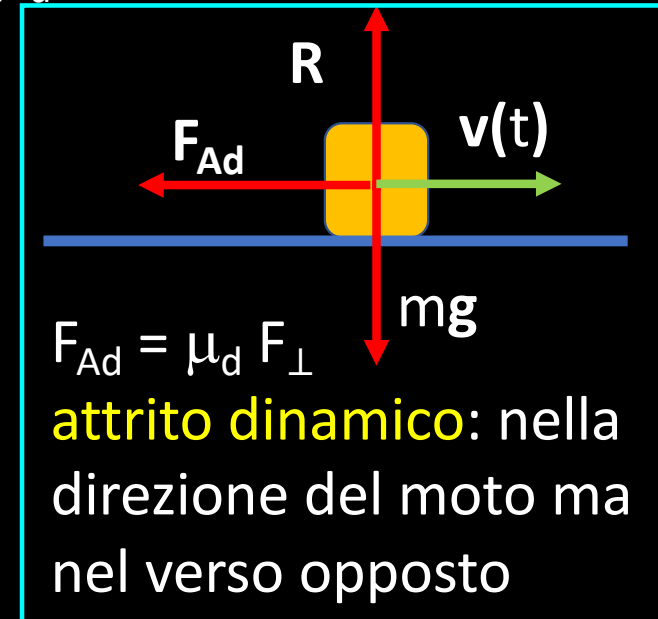
$$0 = v_0 - \mu_d g t^* \rightarrow t^* = v_0 / (\mu_d g)$$

Come varia l'energia nel tempo?

$$E_{CIN}(t) = \frac{1}{2} m v(t)^2 = \frac{1}{2} m (v_0 - \mu_d g t)^2$$

Quanta energia viene complessivamente trasformata in calore?

$$L = E_{CIN}(t^*) - E_{CIN}(0) = 0 - \frac{1}{2} m v_0^2 = -\frac{1}{2} m v_0^2 \quad Q = \frac{1}{2} m v_0^2$$



CONSERVAZIONE ENERGIA vs ATTRITO

Un blocco di massa m può scendere lungo un piano scabro, inclinato di θ rispetto all'orizzontale.

E' trattenuto da una molla di costante elastica k e lunghezza a riposo trascurabile fissata all'estremità superiore del piano.

Il blocco viene lasciato libero di scendere lungo il piano e si arresta senza oscillare dopo aver percorso uno spazio d .

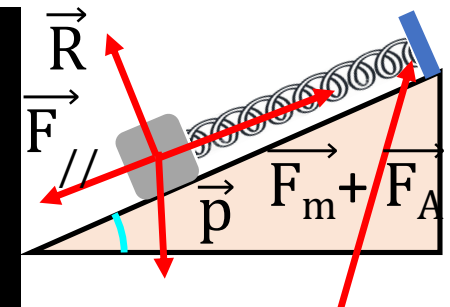
Ricavare la relazione che determina il coefficiente di attrito dinamico fra blocco e piano.

$$L_{ATT} = E(d) - E(0) = [E_{CIN}(d) + U_g(d) + U_m(d)] - [E_{CIN}(0) + U_g(0) + U_m(0)]$$

$$-\mu_d mg \cos\theta d = [0 - mg d \sin\theta + \frac{1}{2} k d^2] - [0 + 0 + 0]$$

$$\mu_d = [-mg d \sin\theta + \frac{1}{2} k d^2] / [-mg \cos\theta d] = \text{tg } \theta - \frac{1}{2} k d / (mg \cos\theta)$$

resta fermo se $k d - mg \sin\theta < \mu_s mg \cos\theta$



ENERGIA E POTENZA

Spesso occorre conoscere quanto rapidamente l'energia viene generata/prodotta/erogata/trasmessa/dissipata/assorbita/ecc...

$$P = \frac{dL}{dt}$$

potenza: lavoro/energia per
unità di tempo

$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ secondo}}$$

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

$$dL = P dt \rightarrow L = \int_0^t P(t) dt$$

Cos'è un chilowattora (1 kWh)?

$$1 \text{ kWh} = 10^3 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3,6 \text{ MJ}$$

ENERGIA

ENERGIA E POTENZA

CALORE

il calore è una forma di energia: nel SI si misura in joule (altrimenti in calorie)

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

$$1 \text{ Cal} = 1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J}$$

$$P = \frac{dL}{dt}$$

Potenza: lavoro/energia/calore
per unità di tempo

$$2200 \text{ Cal/1d} = 2200 \times 4186 / 24 \times 3600 = 100 \text{ W}$$

potenza termica erogata da 50 studenti: 5 kW

$$2200 \text{ Cal} = 100 \text{ W} \times 24 \text{ h} = 2400 \text{ Wh} = 2,4 \text{ kWh}$$

biscotti al cioccolato 5 Cal/g

tritolo 0,65 Cal/g

la potenza dipende dalla rapidità della reazione chimica
(ossidazione: digestione – esplosione)

POTENZA vs VELOCITA'

$$P = \frac{dL}{dt} = \frac{(\vec{F} \cdot d\vec{s})}{dt} = \vec{F} \cdot \frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

grandezza fisica	unità di misura		unità base del SI
forza	newton	N	1 N = 1 kg x 1 m/s ²
lavoro/energia/calore	joule	J	1 J = 1 N x 1 m
potenza	watt	W	1 W = 1 J/ 1s

Forza: prodotta applicata

Energia: prodotta fornita immagazzinata trasmessa dissipata

Potenza: prodotta generata assorbita

Fondamenti di fisica generale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

Mercoledì 23 novembre 2022
ASINCRONA (meet/**ett-wttu-agt**)
14:00-15:00