LEGENDA

1. Cinematica
    - Moto rettilineo uniforme
    - Moto rettilineo uniformemente accelerato
    - Gittata
    - Moto circolare uniforme
    - Moto armonico
    - Moto relativo
2. Dinamica
    - Principio di conservazione della quantità di moto
    - Forza peso
    - Reazione vincolare
    - Attrito
    - Forza elastica
    - Tensione
    - Pendolo semplice
3. Energia
    - Cinetica
    - Lavoro
    - Th. delle Forze vive
    - Th. delle Forze conservative
    - Potenziale
    - Meccanica
    - Forze conservative
    - Potenza
    - Quantità di moto
    - Leggi di conservazione
4. Sistema di particelle
    - Momento angolare
    - Momento torcente
    - Th. di König
5. Urti
    - Elastico
    - Anelastico
    - Completamente anelastico
6. Corpo rigido
    - Momento di inerzia
    - Th. di Huygens-Steiner
    - Equilibrio statico
7. Gravitazione
    - Formula gravitazionale
    - Leggi di Keplero
8. Pendolo fisico
9. Elettrostatica
    - Legge di Coulomb
    - Campo elettrostatico
    - Legge di Gauss
    - Energia Potenziale elettrica
    - Potenziale elettrico
10. Circuiti
    - Capacità
    - Resistenza
    - Corrente
    - Potenza
11. Magnetismo
    - Legge di Biot-Savart
    - Effetto Hall
    - Legge di Ampere
    - Legge di Faraday
    - Forza di Lorentz
12. Induttanza
13. Equazioni di Maxwell
14. Carica e scarica dei Condensatori
    - Carica
    - Scarica

CINEMATICA

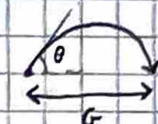
$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ moto uniformemente acc.

$x(t) = x_0 + v_0 t$ moto rettilineo uniforme

$v(t)$ cost (uniforme) $v(t) = v_0 + at$ (unif. acc.)

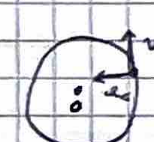
$v = \frac{dx}{dt}$ $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$

GITTATA $G = \frac{v_0^2}{g} \operatorname{sen} 2\theta$



Moto circolare uniforme (velocità e acc. costanti in modulo)

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$ $[rad/s]$ $\omega = \frac{v}{R}$



$a_c = \frac{v^2}{R}$ $a_T = 0$ $\alpha = \frac{a_T}{R}$

$= \omega^2 R$

$\theta(t) = \theta_0 + \omega t + \frac{1}{2} \alpha t^2$ acc. cost

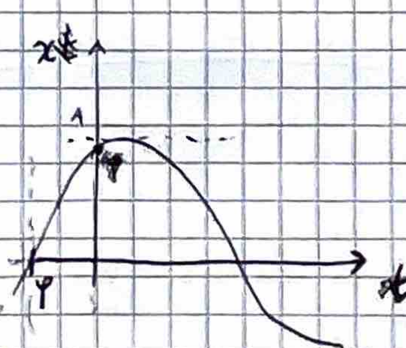
$\theta(t) = \theta_0 + \omega t$ vel. → angolari cost

Moto armonico (per le molle)

$T = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v}$ $\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ $[Hz]$

$x(t) = A \operatorname{sen}(\omega t + \varphi)$

ampiezza massima — pulsazione angolare — fase iniziale



$v(t) = \frac{dx}{dt} = \omega A \cos(\omega t + \varphi)$

$a(t) = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 A \operatorname{sen}(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x(t)$

Moti relativi

$$\underbrace{a_A}_{\text{assoluta}} = \overbrace{a'}^{\text{relativa}} + \overbrace{a_T}^{\text{di trascinamento}}$$

DINAMICA

1) $p = mv$ (q.tà di moto)

Principio di conservazione della q.tà di moto p

2) $F = \frac{dp}{dt}$ (se $\frac{dm}{dt} = m$ (m cost.) $\Rightarrow$ $F = ma$)

Forze applicate producono accelerazione.

3) $F_{AB} = -F_{BA}$ (azione e reazione)

Forza peso $P = -mg$

Reazione vincolare $\bar{N} + \bar{f}_{appl.y} = \bar{0}$

Attrito $F_{att} = \mu N$ <
- statico $F_s \le \mu_s N$
- dinamico $F_d = \mu_d N$ $(\mu_d < \mu_s)$

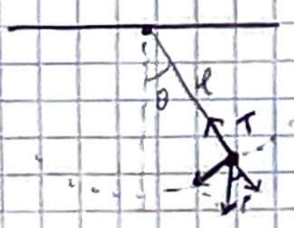
Forza elastica $\bar{F}_{el} = -k\underbrace{\bar{x}}_{(x-l_0)}$ (legge di Hooke)

$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$ (moto armonico) $\omega = \sqrt{k/m}$

Tensione $\bar{T} = -\bar{f}_{appl.x}$

$T_1 = T_2$ se $a = 0$ o carrucola ideale

Pendolo semplice



$$\begin{cases} T - mg\cos\theta = m\overbrace{a_r}^{\text{radiale}} = m\omega^2 l \\ -mg\sin\theta = m a_T = m\frac{d^2}{dt^2}(l\theta) \end{cases}$$

$(T = 2\pi\sqrt{g/l})$ $\theta(t) = \theta_{max}\cos(\Omega t + \varphi)$ con $\Omega = \sqrt{g/l}$

ENERGIA

Cinetica $K = \frac{1}{2} m v^2$

Lavoro $L = \bar{F} \cdot \bar{s}$ $[J]$ $= F \cdot s \cdot \cos\theta$

Se $\bar{F} \parallel \bar{s} \Rightarrow L_{max}$

Se $\bar{F} \perp \bar{s} \Rightarrow L = 0$

Th. delle forze vive $L = \Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$

Th. forze conservative $L = -\Delta U = U_i - U_f$

Potenziale < forza peso $U = mgh$; forza elastica $U = \frac{1}{2} k (x - l_0)^2$

E Meccanica $E_M = U + K$

Forze conservative $\Delta E_M = 0 \iff$ se agiscono solo f. cons

Potenza $P = \frac{dL}{dt} = \bar{F} \cdot \bar{v}$

$\Delta E_M = F_{non\ conservative}$

Q.TÀ DI MOTO

$p = m \cdot v$

$I = \Delta p = p_f - p_i = F \cdot \Delta t = \int_{t_i}^{t_f} F\, dt$

impulso

LEGGI DI CONSERVAZIONE

p cost $\iff \Sigma F_{est} = 0$

L_T cost $\iff \Sigma \tau = 0$

E cost $\iff \cancel{\Sigma} L_{NON\ CONS.} = 0$

SISTEMA DI PARTICELLE

$$x_{CM} = \frac{\sum x_i m_i}{\sum m_i} = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots x_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

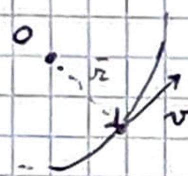
$$v_{CM} = \frac{\sum v_i m_i}{\sum m_i} \Rightarrow M v_{CM} = \sum_i v_i m_i$$

Sistema isolato $\Rightarrow$ p costante

$$a_{CM} = \frac{\sum a_i m_i}{\sum m_i} \Rightarrow M a_{CM} = \sum a_i m_i$$

MOMENTO ANGOLARE

$$\bar{L} = \bar{r} \wedge \bar{p} = m \cdot \bar{r} \wedge \bar{v}$$

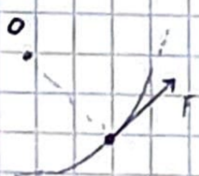


$L \perp$ al piano del foglio

Nel moto circolare $\quad L = m \, r \cdot v = m r^2 \omega$

MOMENTO TORCENTE

$$\bar{\tau} = \bar{r} \wedge \bar{F}$$



$r \parallel F \Rightarrow \tau = 0$

$r \perp F \Rightarrow \tau$ max

$$\Delta L = \bar{r} \wedge \bar{I} \qquad M = \frac{dL}{dt}$$

$\bar{I}$ → impulso

$M_{ext} = 0 \Rightarrow L$ cost.

Th. di König $\quad \bar{L} = \bar{L}^* + M \bar{r}_{CM} \wedge \bar{v}_{CM}$

URTI

- Elastico < conservazione q.tà di moto; conservazione energia cinetica — $m_i v_i = m_f v_f$; $\frac{1}{2} m_i v_i^2 = \frac{1}{2} m_f v_f^2$
- Anelastico < conservazione q.tà di moto; energia rilasciata con deformazioni o esplosioni — $m_i v_i = m_f v_f$
- Compl. anelastico < conserv. q.tà di moto; i corpi dell'urto sono attaccati — $m_i v_i = (m_1 + m_2) v_f$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$\begin{cases} m_i v_i = m_f v_f \\ \frac{1}{2} m_i v_i^2 = \frac{1}{2} m_f v_f^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_{1f} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{2 m_2}{m_1 + m_2} v_{2i} \\ v_{2f} = \frac{2 m_1}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_{2i} \end{cases}$$

CORPO RIGIDO

$$m = \int_V \rho \, dV$$

densità

Se ρ è costante <
- 1 dim $\lambda = \frac{m}{l}$
- 2 dim $\sigma = m/S$
- 3 dim $\rho = m/V$

ρ costante $\Rightarrow$ x_{cm} corrisponde al centro geometrico

Momento di inerzia

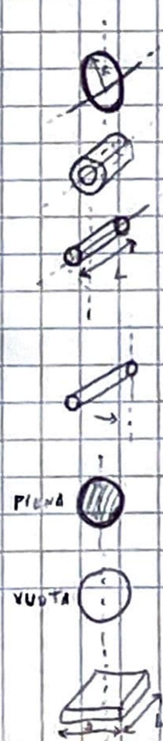
$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$I \sim m$
$\omega \sim v$

I momenti d'inerzia cambia formula per ogni figura geometrica

Th. Huygens-Steiner

$$I_p = I_{CM} + M d^2$$



$I_l = MR^2$ $\quad I_v = \frac{1}{2} MR^2$

$I = \frac{1}{2} M (R_1^2 + R_2^2)$

$I_l = \frac{1}{2} MR^2$

$I_v = \frac{1}{4} MR^2 + \frac{1}{12} ML^2$

$I = \frac{1}{3} ML^2$

$I = \frac{2}{5} MR^2$

$I = \frac{2}{3} MR^2$

$I = \frac{1}{12} M (a^2 + b^2)$

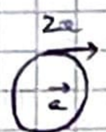
$\Sigma \tau = I\alpha$ (analoga a $\Sigma F = ma$)

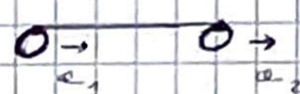
$L = \int \tau \, d\theta = \tau \Delta\theta$ ($\approx$ ~~k~~ $I = F\Delta t$)

lavoro $\approx mv$ q.tà di moto

$L_z = \boxed{I \cdot \omega}$

EQ. STATICO $\begin{cases} \Sigma F = 0 \\ \Sigma \tau = 0 \end{cases}$

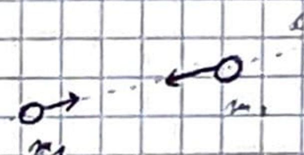




$a_1 = a_2$

GRAVITAZIONE

$F = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{d}$



$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{Kg^2}$ $\left[Kg \frac{m}{s^2} \frac{m^2}{Kg^2} = \frac{m^3}{s^2 Kg} \right]$

γ

Leggi di Keplero

1) Le orbite dei pianeti sono piane e formano un'ellisse con il Sole che occupa uno dei 2 fuochi.

2) Il raggio vettore descrive aree proporzionali ai tempi impiegati a descriverle

3) $T^2 \propto a^3$ $\left(T^2 = \underbrace{\frac{4\pi^2}{GM}}_{cost.} r^3 \right)$

$E_K = -\frac{1}{2} \gamma \frac{Mm}{r} < 0$ (cerchio)

$E_K = -\frac{(Mm)^2 \gamma^2}{(M+m) 2 L^2} (1 - e^2)$

$E \geq 0$ → il corpo non ritorna

$E < 0$ → il corpo ritornerà in orbita

PENDOLO FISICO

$$\tau = -Mgh \sin\theta$$

$$\theta(t) = \theta_{max}\cos(\omega t + \varphi) \quad \text{con} \quad \omega = \sqrt{\frac{Mgh}{I}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{I}{Mgh}}$$

Fisica 2

LEGGE DI COULOMB

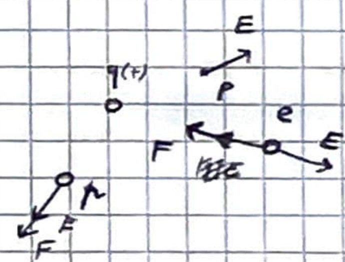
$$\vec{F} = K\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{u} \quad \text{con} \quad K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \quad [N]$$

$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ (ε_0 ← nel vuoto)

$\varepsilon_r > 1$ ($\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r$ ← in un materiale)

CAMPO ELETTROSTATICO

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$



$$\lambda = \frac{dq}{dx} = \frac{q_{tot}}{L}$$

$$\sigma = \frac{dq}{dS} = \frac{q_{tot}}{A}$$

$A = ab$

$$\rho = \frac{dq}{dV} = \frac{q_{tot}}{V}$$

$V = abc$

$$dE = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \Longrightarrow E = \int \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

SFERA

LEGGE DI GAUSS

$$\phi_E = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \qquad \phi_E = \int E\, dS$$

$$E(r) = \begin{cases} \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 R^2} & \text{se } r \geq R \\ \cancel{\dfrac{qR^2}{4\pi\varepsilon_0 R}}\ 0 & \text{se } r < R \end{cases}$$

sfera cava

$$E(r) = \begin{cases} \dfrac{|\rho| r}{3\varepsilon_0} & \text{se } r \leq R \\ \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{|Q|}{R^2} = \dfrac{|\rho| R^3}{3\varepsilon_0 r^2} & \text{se } r > R \end{cases}$$

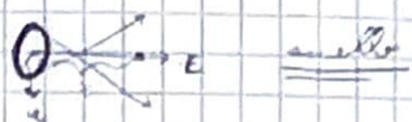
sfera piena isolante

Nei materiali conduttori le cariche si distribuiscono sulla superficie.

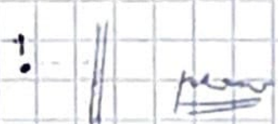
$$|E(p)| = \begin{cases} 0 & \text{se } P \in \Sigma \\ >0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$ → spazio interno della figura/solido

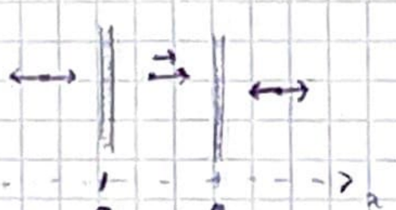
$$E(z) = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 R^2}\left(1 - \frac{z}{\sqrt{z^2+R^2}}\right) \Longleftrightarrow$$

$$E(x) = \frac{q\,x}{4\pi\varepsilon_0 (a^2+x^2)^{3/2}}$$



$$E(x) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$





$$E(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } x \notin (0,a) \\ \frac{\sigma}{\varepsilon_0} & \text{se } x \in (0,a) \end{cases}$$

$$E(x) = \frac{\lambda l}{4\pi\varepsilon_0 x\sqrt{x^2+l^2}}$$

$$\left(E(x) = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon x}\right)$$

$F = qE$ forza elettrica

$dW = F \cdot ds \Rightarrow W = L = \int F\, ds$

ENERGIA POTENZIALE ELETTRICA $U_{el} = qV$

$$L = -\Delta U$$

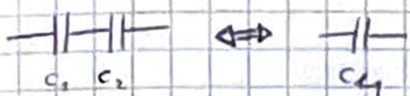
POTENZIALE ELETTRICO $V = Ed$

$$V = \int_r^\infty E\, ds$$

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$ rispetto ad un punto distante r

CIRCUITI

CAPACITÀ $C = \frac{q}{\Delta V}$ $\Delta V = \frac{Q}{C}$ $Q = C \Delta V$



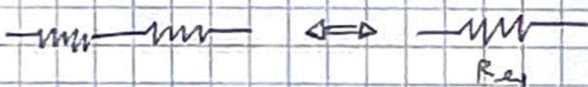
$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_i \frac{1}{C_i}$ in serie

$C_{eq} = \sum_i C_i$ in parallelo

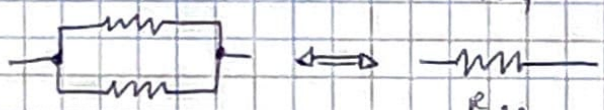
$U = \frac{1}{2} C \Delta V^2$ $C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$

RESISTENZA $R = \rho \frac{h}{A}$

Legge di Ohm $V = Ri$ $R = \frac{V}{i}$ $i = \frac{V}{R}$



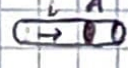
$R_{eq} = \sum_i R_i$ in serie



$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_i 1/R_i$ in parallelo

CORRENTE $i = \frac{dq}{dt}$ $\left(= \frac{q}{t} \text{ in cond. stazionarie} \right)$

$J = \frac{i}{A}$



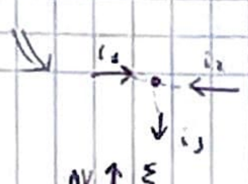
POTENZA $P = Ri^2 = \frac{V^2}{R} = Vi$

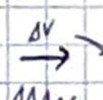
Kirchhoff $\sum i = 0 \quad \forall$ nodo

$\sum V = 0 \quad \forall$ maglia

Prese tutte le correnti entranti $\Rightarrow$ Eq. delle maglie + eq. correnti $\Rightarrow$ $i_1 > 0$, $i_2 > 0$, $i_3 < 0$

verso sbagliato

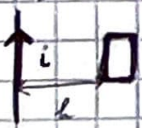




cadute di tensione

MAGNETISMO

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi h}$$



$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$

Legge di Biot-Savart: $d\bar{B} = \dfrac{\mu_0 i \, d\bar{s} \cdot \bar{r}}{4\pi r^3}$

Effetto Hall: $j = \dfrac{i}{A} = n e v_d$

v_d = velocità di deriva $= \dfrac{j}{ne} = \dfrac{i}{neA}$

$\cancel{B} \,|\!\cancel{E}|\, \cancel{E} \,| E | = | vB|$

$$\bar{B} = \varepsilon_0 \mu_0 \bar{v} \times \bar{E} = \frac{1}{c^2} \bar{v} \wedge \bar{E}$$

Legge di Ampere $\oint B \, ds = \mu_0 i$

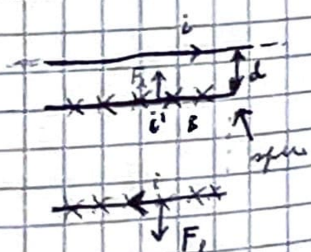
Legge di Faraday $\varepsilon = - \dfrac{d\Phi_B}{dt}$

$$\Phi_B = \int_S B \, ds \qquad (\varepsilon = - BLv)$$

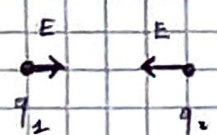
Forza di Lorentz

$$\bar{F}_L = q \bar{v} \wedge \bar{B}$$

$$F_L = i \bar{l} \wedge \bar{B}$$



$$q \frac{dx}{dt} \wedge B = \frac{dq}{dt} x \wedge B = i x \wedge B$$

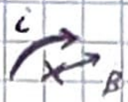


Dove c'è la carica c'è un campo ~~magnetico~~ elettrico

Dove c'è corrente c'è un campo elettrico

i non indotta

spira



ENTRANTE ORARIO

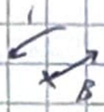
USCENTE ANTIORARIO

$$\frac{d\Phi_B}{dt} \neq 0$$

$\Rightarrow$ i indotta (con verso opposto)

$\downarrow$

$\mathcal{E} \neq 0$



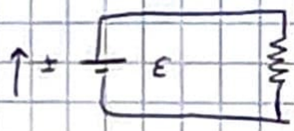
ENTRANTE ANTIORARIO

USCENTE ORARIO

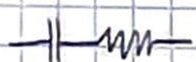
Se B costante nel tempo (Φ_B cost.) allora

$$\frac{d\Phi_B}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = 0$$ nessuna f.e.m.

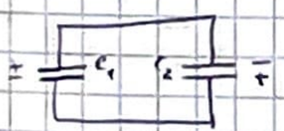
forza elettromotrice



Un generatore è un esempio di f.e.m.



$$i(t) = i_0 e^{-t/RC}$$ Carica/scarica cond.



$$\begin{cases} C_1' + C_2' = C_1 - C_2 \\ \frac{Q_1'}{C_1} = \frac{Q_2'}{C_2} \end{cases}$$

cons. della carica

cond. d'equilibrio

INDUTTANZA

$$L = \frac{N\Phi_B}{i}$$

$B = \mu_0 n i$ nel solenoide

$$\mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$$

$\downarrow$

coeff. di autoinduttanza

EQ. DI MAXWELL

$$\nabla \cdot E = \frac{\rho}{\varepsilon_0} \qquad \nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot B = 0 \qquad \nabla \times B = \mu_0 j + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}$$

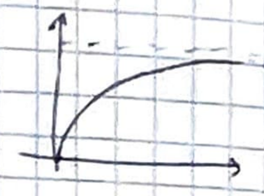
CARICA E SCARICA

Carica

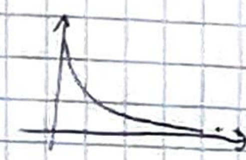
$$q(t) = \overbrace{C\mathcal{E}}^{q_0}\left(1 - e^{-t/RC}\right)$$

$$i(t) = \underbrace{\frac{\mathcal{E}}{R}}_{i} e^{-t/RC}$$

$$V_c(t) = \mathcal{E}\left(1 - e^{-t/RC}\right)$$



q/V



i

Scarica

$$q(t) = q_0 e^{-t/RC}$$

$$V_c(t) = V_0 e^{-t/RC} = \frac{q_0}{C} e^{-t/RC}$$

$$i(t) = \frac{V_0}{R} e^{-t/RC}$$