DIMOSTRAZIONI



- $\underline{M}(O) = \sum (P_m - O) \wedge \underline{F}_m$

  $\underline{M}(O') = \sum (P_m - O') \wedge \underline{F}_m$

  $\overset{!}{=} \sum (P_m - O) \wedge \underline{F}_m - (O' - O) \wedge \underline{R}$ infatti $(P_m - O') = (P_m - O) - (O' - O)$

  LEGGE DI VARIAZIONE DEL MOMENTO AL VARIARE DEL POLO $\rightarrow$ $\underline{M}(O') = \underline{M}(O) - (O' - O) \wedge \underline{R}$

$\{\underline{M}(O) = (P - O) \wedge \underline{R}\}$

$\{\underline{R} = \sum \underline{P}_m\}$

- ASSE CENTRALE : $\underline{M}(A) \wedge \underline{R} = 0 \rightarrow \underline{M}(A) \parallel \underline{R}$

  retta $\parallel$ a $\underline{R}$ rispetto alla quale $\underline{M}(A) \parallel \underline{R} \rightarrow \underline{M}(A) \cdot \underline{R} = 0$

  $[(A - O) \wedge \underline{R}] \wedge \underline{R} = \underline{M}(O) \wedge \underline{R}$

  $+ \underline{R}^2 (A - O) + [(A - O) \cdot \underline{R}] \underline{R} = \underline{M}(O) \wedge \underline{R} \rightarrow (A - O) = + \dfrac{\underline{M}(O) \wedge \underline{R}}{R^2}$

  $\downarrow$ $(A - O) \perp \underline{R}$

  Se $R = 0 \rightarrow A$ è indefinito $\rightarrow$ PUNTO DELL'ASSE CENTRALE

  diff. da $\underline{M}(A) = 0$

- CENTRO DEI VETORI PARALLELI

  $\underline{M}(O) \Rightarrow \sum (P_m - O) \wedge \underline{F}_m = (C - O) \wedge \underline{R}$ (se $\sum (P_m - O) \wedge \underline{F}_m = (C - O) \wedge \underline{R}$)

  vuoto se luogo dei punti dove $\underline{M} \neq 0$

  $\sum (P_m - O) \wedge \underline{F}_m - (C - O) \wedge \underline{R} = 0$

  $\sum (P_m - O) \underline{F}_m \wedge \underline{u} - (C - O) \cdot \underline{R} \wedge \underline{u} = 0$

  $[\sum (P_m - O) \underline{F}_m - (C - O) \underline{R}] \wedge \underline{u} = 0 \rightarrow (C - O) = \dfrac{\sum (P_m - O) \underline{F}_m}{R}$

  OPPURE : $\underline{M}(C) = 0$

  $\underline{M}(C) = \underline{M}(O) - (C - O) \wedge \underline{R} = 0 \rightarrow (C - O) = \dfrac{\sum (P_m - O) \underline{F}_m}{R}$

  $\underline{M}(O) = \sum (P - O) \wedge \underline{F}_m$

  punto attorno al quale ruota l'asse centrale

  $(P_m - C) = (P_m - O) - (C - O)$

  versore $\rightarrow \underline{M}(C) = \underline{M}(O) - (C - O) \wedge \underline{R}$

  $\underline{M}(C) = \sum (P - C) \wedge \underline{F}_m$

  $\underline{u} = \begin{cases} \text{VERSORE DELLA} \\ \text{DIREZIONE} \\ \text{COMUNE DEI} \\ \text{VETTORI} \end{cases}$

$\{\underline{R} = \sum \underline{P}_m\}$

- COSENI DIRETTORI

  $\alpha_1 = \sin\vartheta \cdot \cos\varphi$

  $\alpha_2 = \sin\vartheta \cdot \sin\varphi$

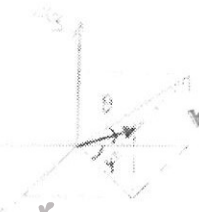
  $\alpha_3 = \cos\vartheta$

  $\alpha_1 = \cos\vartheta \sin\varphi$

  $\alpha_2 = \cos\vartheta \cos\varphi$

  $\alpha_3 = \sin\vartheta$

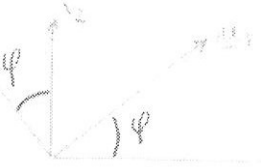
  

  Coseni che la direzione della retta forma con gli assi coordinati

- COORDINATE SFERICHE

  $\begin{cases} \underline{u}_r = \cos\varphi\, \underline{i} + \sin\varphi\, \underline{j} \\ \underline{u}_\varphi = -\sin\varphi\, \underline{i} + \cos\varphi\, \underline{j} \end{cases}$ $\dot{\underline{u}}_r = -\sin\varphi\, \underline{i} + \cos\varphi\, \underline{j} = \dot{\varphi}\, \underline{u}_\varphi$

  $\dot{\underline{u}}_r = -\cos\varphi\, \underline{i} - \sin\varphi\, \underline{j} = \dot{\varphi}\, \underline{u}_r$

- **FRENET-SERRET**: P = "corpo" PUNTO; S = ASCISSA CURVILINEA; CURVA = INSIEME DEI PUNTI

$\frac{1}{\rho}$ = FLESSIONE DELLA CURVA

$dS = \sqrt{dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2}$ $\quad S = \int \sqrt{dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2}\, d\lambda$ $\quad dP = r \cdot \underline{u}_r$

$\frac{dP}{dt} = \dot{r}\,\underline{u}_r$ $\quad \frac{dP}{d\varphi} = \frac{dr}{d\varphi}\underline{u}_r + r\,\underline{u}_\varphi$ $\quad \frac{dP}{dS} = \underline{T}$ ← sarebbe tangente

$\underline{B}(S) = \underline{T}(S) \wedge \underline{N}(S)$

Come curva di esplora se non eseguire queste operazioni in C_3.

$\frac{d\underline{T}}{dS} = \frac{1}{\rho}\underline{N}$

$\rho = \frac{[1 + f'(x)^2]^{3/2}}{|f''(x)|}$ → PRIMA CURVATURA (curve piane)

$\underline{T} \wedge \underline{N} = \underline{B}$

$\frac{d\underline{N}}{dS} = \frac{d}{dS}\underline{T} \wedge \underline{B} + \frac{1}{\rho}\underline{T} \wedge \frac{d\underline{B}}{dS}$ ← normale

$\frac{d\underline{B}}{dS} = \frac{1}{\tau}\underline{N}$ ← binormale

$\frac{1}{\tau}$ = TORSIONE o II° CURVATURA

$\underline{N} = \text{vers}\frac{d\underline{T}}{dS}$

- **FORMULE FONDAMENTALI NEI CORPI RIGIDI**

$(P-O) = \text{costante}$ $\quad (P-O)\cdot(P-O) = \text{costante}$

$\underline{\omega} = \omega \underline{k}$

$\frac{d}{dt}(P-O)^2 = 2(P-O)\frac{d}{dt}(P-O) = 0 \rightarrow (P-O) \perp \frac{d}{dt}(P-O) \rightarrow \frac{d}{dt}(P-O) = \underline{\omega} \wedge (P-O)$

$\frac{d}{dt}(P-O) = \underline{v}_P - \underline{v}_O \rightarrow \underline{v}_P = \underline{v}_O + \underline{\omega} \wedge (P-O)$

- **ATTO DI MOTO RIGIDO**: $dP = dO + \underline{\delta} \wedge (P-O)$ — costante · ACC. ANGOLARE

{ SAREBBE L'INTEGRALE DELLE FORM. FOND. DEI CORPI RIGIDI IN dt,

- **CENTRO ISTANTANEO DEL MOTO**

$\underline{v}_C = 0 \rightarrow 0 = \underline{v}_O + \underline{\omega} \wedge (C-O) \rightarrow \underline{\omega} \wedge (C-O) = -\underline{v}_O \rightarrow \underline{\omega} \wedge [\underline{\omega} \wedge (C-O)] = -\underline{\omega} \wedge \underline{v}_O \rightarrow$

$\rightarrow \underline{\omega}[\underline{\omega}\cdot(C-O)] - \omega^2(C-O) = -\underline{\omega} \wedge \underline{v}_O \rightarrow (C-O) = \frac{\underline{\omega} \wedge \underline{v}_O}{\omega^2}$ $\quad \left\{\frac{\underline{k} \wedge \underline{v}_O}{\psi}\right\}$

$\omega \perp (C-O)$

- **CINEMATICA RELATIVA**

$(P-\Omega) = (P-O) + (O-\Omega)$

$\frac{d}{dt}(P-\Omega) = \frac{d}{dt}(P-O) + \frac{d}{dt}(O-\Omega)$

$\frac{d}{dt}(P-O) = \dot{\gamma}_1 \underline{u}_1 + \dot{\gamma}_2 \underline{u}_2 + \dot{\gamma}_3 \underline{u}_3 + \gamma_1 \dot{\underline{u}}_1 + \gamma_2 \dot{\underline{u}}_2 + \gamma_3 \dot{\underline{u}}_3$

$\underline{v}_R$ $\qquad\qquad$ $\underline{\omega} \wedge (P-O)$

$\frac{d}{dt}\underline{v}_R = \ddot{\gamma}_1 \underline{u}_1 + \ddot{\gamma}_2 \underline{u}_2 + \ddot{\gamma}_3 \underline{u}_3 + \dot{\gamma}_1 \dot{\underline{u}}_1 + \dot{\gamma}_2 \dot{\underline{u}}_2 + \dot{\gamma}_3 \dot{\underline{u}}_3$

$\underline{a}_R$ $\qquad\qquad$ $\underline{\omega} \wedge \underline{v}_R$

$\underline{v}_P = \underline{v}_R + \underline{\omega} \wedge (P-O) + \underline{v}_O \rightarrow \underline{v}_P = \underline{v}_R + \underline{v}_T$

DERIVO: $\underline{a}_P = \underline{a}_R + \underline{\omega} \wedge \underline{v}_R + \underline{a}_O + \dot{\underline{\omega}} \wedge (P-O) + \underline{\omega} \wedge \left[\frac{d}{dt}(P-O)\right]$

$\underline{a}_P = \underline{a}_R + \underline{a}_O + \dot{\underline{\omega}} \wedge (P-O) + \underline{\omega} \wedge [\underline{\omega} \wedge (P-O)] + 2\underline{\omega} \wedge \underline{v}_R$

$\underline{a}_P = \underline{a}_R + \underline{a}_T + \underline{a}_C$

ACCELERAZIONE DI CORIOLIS $= \underline{a}_{CO} = 2\underline{\omega} \wedge \underline{v}_R$

ACCELERAZIONE TENSUPETA $= \underline{a}_C = \omega^2 \cdot R$

$A_T = \omega^2 \wedge (P-O)$

master COPY cartoleria

ENERGIA POTENZIALE E LAVORO

$$dL = \underline{F}\cdot d\underline{P} = F_1 dx_1 + F_2 dx_2 + F_3 dx_3$$

$$\begin{cases} \underline{F} = F_1\underline{\hat{\imath}}_1 + F_2\underline{\hat{\imath}}_2 + F_3\underline{\hat{\imath}}_3 \\ d\underline{P} = dx_1\underline{\hat{\imath}}_1 + dx_2\underline{\hat{\imath}}_2 + dx_3\underline{\hat{\imath}}_3 \end{cases}$$

$$dV = \frac{\partial V}{\partial x_1}dx_1 + \frac{\partial V}{\partial x_2}dx_2 + \frac{\partial V}{\partial x_3}dx_3 = \nabla V\, d\underline{P}$$

$$\underline{F} = -\nabla V \qquad dV = -\underline{F}\,d\underline{P}$$

OPERAZIONI SUI CAMPI

$$\underline{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x_1}\underline{\hat{\imath}}_1 + \frac{\partial}{\partial x_2}\underline{\hat{\imath}}_2 + \frac{\partial}{\partial x_3}\underline{\hat{\imath}}_3$$

DIVERGENZA: $\mathrm{div}\,\underline{F} = \underline{\nabla}\cdot\underline{F} = \frac{\partial F_1}{\partial x_1} + \frac{\partial F_2}{\partial x_2} + \frac{\partial F_3}{\partial x_3}$

ROTORE: $\mathrm{rot}\,\underline{F} = \underline{\nabla}\wedge\underline{F} = \left(\frac{\partial F_3}{\partial x_2} - \frac{\partial F_2}{\partial x_3}\right)\underline{\hat{\imath}}_1 + \left(\frac{\partial F_1}{\partial x_3} - \frac{\partial F_3}{\partial x_1}\right)\underline{\hat{\imath}}_2 + \left(\frac{\partial F_2}{\partial x_1} - \frac{\partial F_1}{\partial x_2}\right)\underline{\hat{\imath}}_3$

- MASSA: $m = \int dm \rightarrow m = \int_c \mu\, dc$

CENTRO DI MASSA: $m(G-O) = \int_c \mu(P-O)dc \rightarrow x_{CM} = \frac{1}{M}\int_c (P-O)dc$

MOMENTO DI INERZIA

tendenza dei corpi ad opporsi alla rotazione.

$$I = \int_c \mu d^2 dc \rightarrow d = (P-O)\wedge\underline{\mu}$$

FORMULA DI STAYNER (T. ASSI PARALLELI): $I_O = I_G + mc^2$

$$I_O = \int_c \mu[(P-O)\wedge\underline{\mu}]^2 dc = \int_c \mu[(P-G)\wedge\underline{\mu}]^2 dc + \int_c \mu[(G-O)\wedge\underline{\mu}]^2 dc +$$

$$+\int_c \mu[2(P-G)(G-O)\wedge\underline{\mu}]\,dc$$

$(P-O)^2 = (P-G)^2 + (G-O)^2$

$m(G-G) = 0$

I_G (BARICENTRO DEL CORPO) è il momento di inerzia minimo, gli altri aggiungono sempre una quantità positiva.

MOMENTI D'INERZIA RISPETTO AD UNA RETTA QUALSIASI

$$A = I_{y_1} = \int \mu(y_2^2 + y_3^2)\,dc$$
$$B = I_{y_2} = \int \mu(y_1^2 + y_3^2)\,dc$$
$$C = I_{y_3} = \int \mu(y_1^2 + y_2^2)\,dc$$

MOMENTI CENTRIFUGHI → possono

$$D = \int \mu\, y_2 y_3\, dc$$
$$E = \int \mu\, y_1 y_3\, dc$$
$$F = \int \mu\, y_2 y_1\, dc$$

a) anche < 0
b) $= 0$ se uno dei piani di simmetria

CASO GENERICO (3D)

CASO PIANO:

$$\begin{cases} A = \int_c \mu\, y_2^2\, dc \\ B = \int_c \mu\, y_1^2\, dc \\ C = \int_c \mu(x_1^2 + y_2^2)dc = A + B \end{cases}$$

$$\begin{cases} D = 0 \\ E = 0 \\ F = \int \mu\, y_2 y_1\, dc \end{cases}$$

TENSORE (= MATRICE) D'INERZIA:

$$\begin{bmatrix} A & -F & -E \\ -F & B & -D \\ -E & -D & C \end{bmatrix} = \sigma$$

$$[(P-O)\wedge \underline{\omega}^2] = \begin{bmatrix} \underline{i}_1 & \underline{i}_2 & \underline{i}_3 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \end{bmatrix}^2 = (\gamma_2\alpha_3-\gamma_3\alpha_2)^2+(\gamma_3\alpha_1-\gamma_1\alpha_3)^2+(\gamma_1\alpha_2-\gamma_2\alpha_1)^2$$

ENERGIA CINETICA

$$T = \int_C \mu |(P-O)\wedge\underline{\omega}|^2 dC \rightarrow T(\alpha_1,\alpha_2,\alpha_3) = \alpha_1^2\int_C \mu(\gamma_3^2+\gamma_2^2)dC + \alpha_2^2\int_C \mu(\gamma_1^2+\gamma_3^2)dC - 2\alpha_1\alpha_2\int_C \mu\gamma_1\gamma_2 dC$$
$$+\alpha_3^2\int_C \mu(\gamma_1^2\gamma_3^2)dC - 2\alpha_2\alpha_3\int_C \mu\gamma_2\gamma_3 dC - 2\alpha_1\alpha_3\int_C \mu\gamma_1\gamma_3 dC$$

$T = \alpha_1^2 A + \alpha_2^2 B + \alpha_3^2 C + 2\alpha_1\alpha_3 D - 2\alpha_1\alpha_3 E - 2\alpha_1\alpha_2 F$ → è indipendente dalla scelta di $\underline{i}_1, \underline{i}_2, \underline{i}_3$

TENSORE DI INERZIA $= \sigma = \begin{bmatrix} A & -F & -E \\ -F & B & -D \\ -E & -D & C \end{bmatrix}$

è riferito alla terna, ma se cambia terna, cambiano gli elementi in modo che $\underline{T}$ sia invariante.

$$\sigma\cdot\underline{\omega} = \begin{bmatrix} A & -F & -E \\ -F & B & -D \\ -E & -D & C \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{bmatrix}$$

RAGGIO D'INERZIA (o GIRATORE) = come si distribuiscono le componenti di un oggetto attorno al suo asse di rotazione

$$\delta^2 = \frac{I}{m}$$

- **PRINCIPIO DEI LAVORI VIRTUALI**

EQUILIBRIO → le forze vincolari compiono $dL \geq 0$

EQUILIBRIO → le forze attive compiono $dL \leq 0$

- **QUANTITÀ DI MOTO**

$$\underline{Q} = \int_C \mu \underline{v}_P dC \quad [MLT^{-1}]$$

$\underline{v}_P = \underline{v}_O + \underline{\omega}\wedge(P-O) \rightarrow \underline{Q} = \int_C \mu \underline{v}_O dC + \int_C \mu[\underline{\omega}\wedge(P-O)]dC \rightarrow$

$\rightarrow \underline{v}_O\int_C \mu dC + \underline{\omega}\wedge\int_C \mu(P-O)dC \rightarrow \underline{Q} = m[\underline{v}_O + \underline{\omega}\wedge(G-O)] \rightarrow \underline{Q} = m\underline{v}_O$

- **MOMENTO QUANTITÀ DI MOTO** o MOMENTO ANGOLARE $\underline{K} = \int_C \mu(P-O)\wedge\underline{v}_P dC$ $[\underline{K}] = [\underline{Q}]\cdot L = [ML^2T^{-1}]$ → LUNGHEZZA

$$\underline{K} = \int_C \mu(P-O)\wedge\underline{v}_O dC + \int_C \mu(P-O)\wedge[\underline{\omega}\wedge(P-O)]dC$$

$\left[\int_C \mu(P-O)dC\right]\wedge\underline{v}_O = m(G-O)\wedge\underline{v}_O$ $\quad (P-O)\wedge[\underline{\omega}\wedge(P-O)] = \underline{\omega}(P-O)^2 - [\underline{\omega}(P-O)](P-O)$

$(P-O) = \gamma_1\underline{u}_1 + \gamma_2\underline{u}_2 + \gamma_3\underline{u}_3$ $\quad \underline{\omega} = p\underline{u}_1 + q\underline{u}_2 + r\underline{u}_3$

$[p(\gamma_1^2+\gamma_2^2+\gamma_3^2) - (p\gamma_1+q\gamma_2+r\gamma_3)\gamma_1]\cdot\underline{u}_1 + [\dots]\underline{u}_2 + [\dots]\underline{u}_3$

$$m(G-O)\wedge\underline{v}_O = \int_C \mu[p(\gamma_2^2+\gamma_3^2) - q\gamma_1\gamma_2 - r\gamma_1\gamma_3]\underline{u}_1 dC + \int_C \mu\dots\underline{u}_2 dC + \int_C \mu\dots\underline{u}_3 dC =$$

$\rightarrow \underline{K}_O = m\cdot(G-O)\wedge\underline{v}_O + \sigma\underline{\omega}$ $\quad \underline{K}_{\omega_1} = \sigma_{\omega_1}\underline{\omega}$

$\sigma\cdot\underline{\omega} = \begin{bmatrix} A & -F & -E \\ -F & B & -D \\ -E & -D & C \end{bmatrix}$ $\quad \underline{\omega} = p\underline{u}_1 + q\underline{u}_2 + r\underline{u}_3$

TENSORE

TEOREMA DI DIRICHET-LAGRANGE

Se V presenta un minimo isolato allora quella è una posizione di equilibrio stabile $V'=0$, $V''>0 \rightarrow$ STABILE

ENERGIA CINETICA

$$T = \sum \frac{1}{2} m_h V_h^2 = \frac{1}{2}\int \mu V_P^2 \, dC = \frac{1}{2}\int \mu V_0^2 \, dC + \frac{1}{2}\int \mu [\omega \wedge (P-O)^2] \, dC + \int \mu V_0 [\omega \wedge (P-O)] \, dC$$

$$T = \frac{1}{2} m V_0^2 + \frac{1}{2} I \omega^2 + m V_0 [\omega \wedge (G-O)]$$

$\rightarrow V_0 \cdot \omega \wedge \int \mu (P-O) \, dC$

EQUAZIONI FONDAMENTALI DELLA DINAMICA

$$\begin{cases} R = \dot{Q} = m a_G \\ M(G) = \dot{K}(G) \end{cases}$$

$\frac{dQ}{dt} = m a_G = \vec{F} + \vec{\Phi}$

$\frac{dK_{(O)}}{dt} = \Sigma t_{(O)}$ (momenti forze esterne) $+ \Psi_{(O)}$ (momenti reazioni vincolari)

EQUAZIONI DI EULERO

$K = \sigma \cdot \omega = \begin{bmatrix} A & 0 & 0 \\ 0 & B & 0 \\ 0 & 0 & C \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p\underline{\mu}_1 \\ q\underline{\mu}_2 \\ r\underline{\mu}_3 \end{bmatrix} = A p \underline{\mu}_1 + B q \underline{\mu}_2 + C r \underline{\mu}_3$

(σ = TENSORE D'INERZIA)

$\dot{K} = A\dot{p}\underline{\mu}_1 + B\dot{q}\underline{\mu}_2 + C\dot{r}\underline{\mu}_3 + Ap\underbrace{\dot{\underline{\mu}}_1}_{\omega \wedge \underline{\mu}_1} + Bq\underbrace{\dot{\underline{\mu}}_2}_{\omega \wedge \underline{\mu}_2} + Cr\underbrace{\dot{\underline{\mu}}_3}_{\omega \wedge \underline{\mu}_3} = m$

$Ap(r\underline{\mu}_2 - p\underline{\mu}_3) \quad Bq(p\underline{\mu}_3 - r\underline{\mu}_1) \quad Cr(q\underline{\mu}_1 - q\underline{\mu}_2)$

$$\begin{cases} m\underline{\mu}_1 = A\dot{p} - (B-C)qr \\ m\underline{\mu}_2 = B\dot{q} - (C-A)rp \\ m\underline{\mu}_3 = C\dot{r} - (A-B)pq \end{cases}$$

$$\begin{cases} \omega \wedge \underline{\mu}_1 = -q\underline{\mu}_3 + r\underline{\mu}_2 = \dot{\underline{\mu}}_1 \\ \omega \wedge \underline{\mu}_2 = p\underline{\mu}_3 - r\underline{\mu}_1 = \dot{\underline{\mu}}_2 \\ \omega \wedge \underline{\mu}_3 = -p\underline{\mu}_2 + q\underline{\mu}_1 = \dot{\underline{\mu}}_3 \end{cases}$$

K = MOMENTO DELLA QUANTITÀ DI MOTO = MOMENTO ANGOLARE

K DI UN PUNTO MATERIALE ↑ PRODOTTO VETTORIALE TRA VETTORE $(O-P)$ E Q. DI M. DEL PUNTO

$$\left\{ \vec{L} = \vec{r} \wedge \vec{P} \right\} \left[\frac{Kg \cdot m^2}{s} \right]$$

LAGRANGIANA: $\boxed{\mathcal{L} = T - V}$ → ~~LAVORO~~ = EN. CINETICA + EN. POTENZIALE

EQUAZIONI CARDINALI DELLA DINAMICA

$$\begin{cases} m\vec{a}_G = \vec{R} \rightarrow [\text{RISULTANTE FORZE ATTIVE}] \\ \dot{K}_G = \dot{H}_G \rightarrow [\text{MOMENTO DELLA RISULTANTE DELLE FORZE ATTIVE}] \end{cases}$ (RISPETTO AL CENTRO DI MASSA)

$\dot{K}_G$: [DERIVATA MOMENTO DELLA QUANTITÀ DI MOTO]; H_G: [MOMENTO DELLA QUANTITÀ DI MOTO]

$m a_G = \dot{Q} \rightarrow$ [DERIVATA QUANTITÀ DI MOTO]

UGUALE

$$\left[K = \int_C \mu (P-O) \wedge V_P \, dC \right]$$ MOMENTO ANGOLARE

$\dot{K}_G = 0 \rightarrow K(t) = K_0$ ma ω = costante $= \sigma \cdot \omega$ (EULERO)