



SIA  $C_{TOT}$  IL CENTRO DI MASSA DI TUTTO IL SISTEMA  $M+m$ ,  $\vec{r}_{C_{TOT}} \equiv (x_{C_{TOT}}, y_{C_{TOT}})$

SIA  $C_M$  IL CENTRO DI MASSA DEL SUPPORTO,  $\vec{r}_{C_M} \equiv (x_{C_M}, y_{C_M}) \Rightarrow \dot{\vec{r}}_{C_M} = 0 \quad \ddot{\vec{r}}_{C_M} = 0$

SIA  $C_m$  IL CENTRO DI MASSA DELLA PALA  $\vec{r}_{C_m} \equiv (x_{C_m}, y_{C_m})$

$$\begin{cases} x_{C_m} = d \sin \theta \\ y_{C_m} = H - d \cos \theta \end{cases} \quad \begin{cases} \dot{x}_{C_m} = d \omega \cos \theta \\ \dot{y}_{C_m} = d \omega \sin \theta \end{cases} \quad \begin{cases} \ddot{x}_{C_m} = -d \omega^2 \sin \theta \\ \ddot{y}_{C_m} = d \omega^2 \cos \theta \end{cases}$$

⊙ APPLICHIAMO LA 1<sup>a</sup> EQ CARDINALE A TUTTO IL SISTEMA. LE FORZE ESTERNE SONO  $\vec{F}$  (L'INCOGNITA) E  $(M+m)\vec{g}$

$$\vec{F} + (M+m)\vec{g} = (M+m)\ddot{\vec{r}}_{C_{TOT}} = M\ddot{\vec{r}}_{C_M} + m\ddot{\vec{r}}_{C_m} \quad \text{CHE PROIETTATA SUI DUE ASSI DIVENTA}$$

$$\begin{cases} F_x = m\ddot{x}_{C_m} = -md\omega^2 \sin \theta \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_y - (M+m)g = m\ddot{y}_{C_m} \Rightarrow F_y = (M+m)g + md\omega^2 \cos \theta \end{cases}$$

$$a) F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(M+m)^2 g^2 + m^2 d^2 \omega^4 + 2(M+m)md\omega^2 \cos \theta g}$$

$$c+b) \theta=0 \quad F_{MAX} = (M+m)g + md\omega^2 \quad \theta=\pi \quad F_{MIN} = (M+m)g - md\omega^2$$

$$d) 2(M+m)md\omega^2 \cos \theta = -m^2 d^2 \omega^4 \Rightarrow \cos \theta = -\frac{md\omega^2}{2(M+m)g}$$

SCRIVIAMO IL MOMENTO ANGOLARE DEL SISTEMA RISPETTO AD O

$$L_z = (\vec{r}_{C_M} \times M\dot{\vec{r}}_{C_M})_z + (\vec{r}_{C_m} \times m\dot{\vec{r}}_{C_m})_z = m(x_{C_m}\dot{y}_{C_m} - y_{C_m}\dot{x}_{C_m})$$

$$L_z = m(d \sin \theta \cdot d \omega \sin \theta - (H - d \cos \theta) d \omega \cos \theta) = m(d^2 - Hd \cos \theta) \omega$$

⊙ APPLICHIAMO LA 2<sup>a</sup> EQ CARDINALE A TUTTO IL SISTEMA. I MOMENTI MECCANICI ESTERNI SONO  $M_2$  (L'INCOGNITA) E LA GRAVITA' SULLA PALA,

$$M_2 - mgd \sin \theta = \frac{dL_z}{dt} \quad M_2 = mgd \sin \theta + m\omega^2 dH \sin \theta \quad \text{QUINDI}$$

$$e) M_2 = md \sin \theta (g + \omega^2 H) \quad f) \text{ MAX E MIN PER } \theta = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}$$