

RESUMEN

ESTÁTICA DEL CUERPO RÍGIDO

CUERPO RÍGIDO $\left\{ \begin{array}{l} \text{TRADUCCIÓN} \\ \text{ROTAÇÃO} \\ \text{ROTOTRADUCCIÓN} \end{array} \right.$

$$\text{EQUILIBRIO} \Rightarrow \underline{\vec{F} = 0} \text{ y } \underline{\vec{N} = 0}$$

(CUALQUIER PUNTO)

$$(\vec{N} = \sum_i \vec{r}_i \wedge \vec{F}_i = \sum_i \vec{r}'_i \wedge \vec{F}_i = \vec{N}')$$

$$\underline{\text{VINCULO}} \Rightarrow \underline{\vec{F} + \vec{f} = 0} \text{ y } \underline{\vec{N} + \vec{n} = 0}$$

PUNTO FIJO:

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{f} = -\vec{F} \\ \vec{N} = 0 \end{array} \right. \quad \vec{n} = 0 \quad (\vec{f} \text{ PARA EL PUNTO FIJO})$$

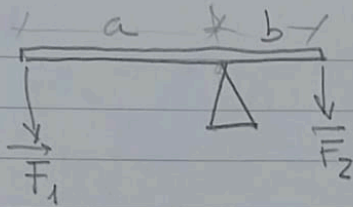
EJE FIJO:

$\vec{f}$ SIEMPRE SOBRE EL EJE

$$\Rightarrow \vec{n} \text{ CON DIRECCIÓN A PUNTO SOBRE EL EJE}$$
$$\vec{n} \perp \text{EJE}$$

$$\vec{M}(\text{eje}) \rightarrow \underline{\vec{N} \cdot \vec{n} = N_n = 0}$$

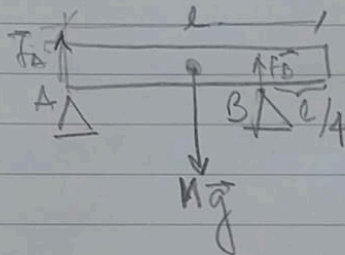
MOMENTO DE $\vec{F}$ RESPECTO DEL EJE FIJO NULO



$$N_m = 0 = F_1 a - F_2 b = 0$$

$$F_1 = \frac{b}{a} F_2$$

Deso



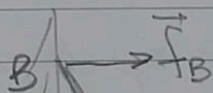
$$M\vec{g} + \vec{f}_A + \vec{f}_B = 0$$

$$\textcircled{A} \quad \vec{r} \times M\vec{g} + \vec{r}_B \wedge \vec{f}_B = 0$$

Modulos:

$$\left. \begin{aligned} -Mg + f_A + f_B &= 0 \\ \frac{1}{2}l Mg - \frac{3}{4}l f_B &= 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} f_A &= \frac{1}{3}Mg \\ f_B &= \frac{2}{3}Mg \end{aligned}$$

ESQUEMA:



$$M\vec{g} + \vec{f}_t + \vec{f}_n + \vec{f}_B = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} f_n = Mg \\ f_B = f_t \end{cases}$$

$$\textcircled{A} : l \cos \alpha f_B - x \sin \alpha \cdot Mg = 0$$

(x: distancia del CM a la base + persona al punto A)

3

$$f_0 = \frac{x}{l} \pm \mu \alpha M g = f_t$$

CONDICION

$$F_t \leq \mu F_n \Rightarrow \frac{x}{l} \leq \frac{\mu}{\tan \alpha} = \frac{\tan \alpha_e}{\tan \alpha}$$

$$\text{Si } \alpha < \alpha_e \Rightarrow \frac{\tan \alpha_e}{\tan \alpha} > 1 \Rightarrow \frac{x}{l} > 1$$

SE CUMPLE SIEMPRE
PARA TODA POSICION EN
LA ESCALERA

$$\text{Si } \alpha > \alpha_e \Rightarrow \frac{\tan \alpha_e}{\tan \alpha} < 1$$

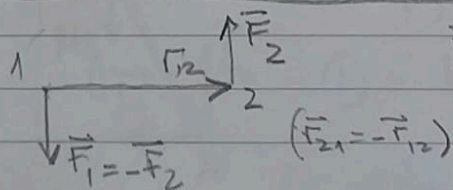
PARA x CERCA DE B (x CERCA DE l)

$$\left(\frac{x}{l} \right) > \frac{\tan \alpha_e}{\tan \alpha}$$

SUBIR POR ENCIMA DE

$$x = \frac{l \tan \alpha_e}{\tan \alpha} \quad \underline{\text{DERECHA}}$$

PAR DE FUERZAS O CUPLA



$$\vec{N} = \vec{r}_{12} \wedge \vec{F}_2 = \vec{r}_{21} \wedge \vec{F}_1$$

(1) (2)

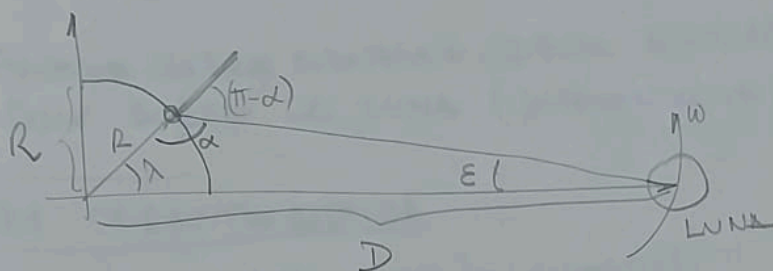
$$\vec{C} = \vec{r}_{12} \wedge \vec{F}_2 = \vec{r}_{21} \wedge \vec{F}_1$$

A) GRAVITACION

NEWTON (S. XVII) $\Rightarrow$ GRAVITACION UNIVERSAL
(MANTENIA QUE CAS $\equiv$ LUNA)

g EN LA TIERRA SE MIDE

$\equiv$ ¿LUNA? MEDIR DISTANCIA A LA LUNA



LUNA EN EL CENIT EN EL ECUADOR
DESDE LATITUD λ : SE VERA FORMANDO $(\pi - \alpha)$
CON LA VERTICAL

$\Rightarrow$ TEOREMA DEL SENOS

$$\frac{D}{\sin \alpha} = \frac{R}{\sin E} \Rightarrow D = R \frac{\sin \alpha}{\sin E}$$

$$\downarrow$$

$$\frac{D}{R} \approx 60,1$$

ACELERACION CENTRÍPETA DE LA LUNA

$$a = \omega^2 D$$

PERIODO $\approx$ 4 SEMANAS (27,3 DÍAS) $\approx 2,3 \times 10^6$ s.
(T)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2,67 \frac{10^{-6}}{\text{s.}}$$

$$D = 384.400 \text{ km} \Rightarrow a = 0,0027 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \ll g$$

$$\left(\frac{g}{a} \approx 3630 \right)$$

b)

NEWTON OBSERVÓ: $\left(\frac{D}{R}\right)^2 = \frac{g}{a}$
 $(\omega^2 = 3600)$

$\Rightarrow$ ACELERACIONES y $(F_{ma}) \Rightarrow$ FUERZAS
 VANAN INVERSAMENTE CON
 EL CUADRADO DE LA DISTANCIA

FUERZA SOBRE MARIANA IGUAL NATURALMENTE
 QUE SOBRE LA LUNA (DIFERENCIA LA DISTANCIA)

OTRA CARACTERÍSTICA

CAÍDA EN EL VACÍO DE LOS CUERPOS
INDEPENDIENTE DE LA MASA

$$a = \frac{F}{m} \Rightarrow F \propto m$$

PODA QUE $a = g$ NO DEPENDE
 DE LA MASA

ACCIÓN Y REACCIÓN

TIERRA $\leftarrow$ LUNA $\Rightarrow$ LUNA $\leftarrow$ TIERRA
 $\vec{F}_{TL} = -\vec{F}_{LT}$

$\Rightarrow F \propto$ (AMBAS MASAS)

$$\Rightarrow \boxed{\vec{F}_{12} = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}}$$

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$$

(MASA ESFERICA : CONCENTRADA EN EL CENTRO)

c)

$$\vec{F} = m \vec{a}$$

$$m \vec{a} = - \frac{G M m}{r^2} \hat{r}$$

EQUIVALENCIA

$$\vec{a} = - \frac{G M}{r^2} \hat{r} \quad \left(\text{módulo } a = \frac{GM}{r^2} \right)$$

SUPERFICIE DE LA TIERRA

$$g = \frac{G M_T}{R^2}$$

(R: RADIO DE LA TIERRA)

$$g = 9,8 \frac{m}{s^2} \Rightarrow M_T = \frac{R^2 g}{G} \approx \underline{\underline{6 \times 10^{24} kg}}$$

$$g_{\text{DATA}} = (9,79769 \pm 0,00004) \frac{m}{s^2}$$

g VARIA CON LA ALTURA

$$g_h = \frac{G M_T}{(R+h)^2} = \frac{G M_T}{R^2 \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2} = \frac{g_0}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2}$$

$$(si \ h \ll R \Rightarrow g_h \approx g_0)$$

Campo
Gravitatorio

$$\vec{F} = m \vec{C} = \frac{G M m}{r^2} \hat{r} \quad ; \quad \boxed{\vec{C} = \frac{\vec{F}}{m}}$$

$$\vec{C} = G \frac{M}{r^2} \hat{r} \quad \left(g = \frac{G M_T}{R^2} \right)$$

d) SATELITES

$$a_r = \frac{GM}{r^2}$$

(CENTRIFUGA POR GRAVEDAD)

MOVIMIENTO SATELITE ORBITA CIRCULAR
ALREDEDOR DE LA TIERRA

$$\omega^2 r = \frac{v^2}{r} = a_r = \frac{GM}{r^2}$$

AC. CENTRIFUGA

$$v = \sqrt{r a_r}$$

$$\text{Si } r = R : a_r = g \Rightarrow v \approx 8 \frac{\text{Km}}{\text{s}}$$

SATELITE SINCRONICO ($\omega = \omega_T$)
(1 VUELTA POR DIA)

$$\omega^2 r = \frac{GM_T}{r^2} ; \quad \omega = \omega_T = \frac{2\pi}{86400 \text{ s.}}$$

$$= 7,29 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{s.}}$$

$$r^3 = \frac{GM_T}{\omega^2} ; \quad r^3 = g \frac{R^2}{\omega^2}$$

$$g = \frac{GM_T}{R^2}$$

$$r = 42.000 \text{ Km} \rightarrow \underline{h = 35.600 \text{ Km}}$$

GRANDE SOBRE EL ECUADOR DIRECCION
O → E PARECERA FIJO

2) ENERGIA GRAVITATORIA

DEFINIR 0 DE LA E_p EN "INFINITO"
($\frac{1}{r^2} \rightarrow 0$)

$$\vec{F} = -G \frac{Mm}{r^3} \vec{r}$$

$$\vec{F} \cdot d\vec{r} = -\frac{GMm}{r^2} dr = GMm d\left(\frac{1}{r}\right)$$

$\vec{F} \parallel d\vec{r}$

$$(dr^x = \alpha r^{x-1} dr)$$

Trabajo

$$\int_r^\infty \vec{F} \cdot d\vec{r} = GMm \int_r^\infty d\left(\frac{1}{r}\right) = -\frac{GMm}{r} = \underline{\underline{U(r)}}$$

ENERGIA POTENCIAL GRAVITATORIA EN r
DE m EN EL CAMPO GRAVITATORIO DE M

(-): PARA LLEVAR A ∞ DEBEMOS REALIZAR
TRABAJO CONTRA LA ATRACCION

$$\underline{\int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r}} = U(r_1) - U(r_2) = \underline{GMm \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)}$$

Llevar del radio A h.

$$\begin{aligned} T = U(1) - U(2) &= U(R) - U(R+h) \\ &= -\frac{GMm}{R} + \frac{GMm}{R+h} \end{aligned}$$

f) $g = \frac{GM}{r^2} \Rightarrow$

$$T = -Lmg + Rmg \frac{R}{R+h}$$

$$\underline{T = Lmg \left(\frac{R}{R+h} - 1 \right) = Lmg \frac{h}{R+h}}$$

$$h \ll R \rightarrow \underline{T = mgh = -U(R+h)}$$

INFLUENCIA DE LA LUNA MAREAS

Efecto
LUNA
SOBRE
m $\propto \frac{1}{r^2}$

$$a_L = \frac{GM_L}{r^2}$$

$$a_{CL} - a_{TL}$$

(Cuerpo LUNA - TIERRA LUNA)

$$a_{TL} = \frac{GM_L}{r_{TL}^2}$$

$$a_{CL} = \frac{GM_L}{(r_{TL} - R)^2}$$

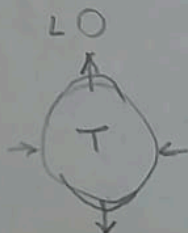
(R: RADIO
TIERRA)

$$a_{CL} - a_{TL} \Big|_C = \frac{2GM_L R}{r_{TL}^3}$$

PUNTO MAS CERCA
DE LA LUNA

$$a'_{CL} - a_{TL} \Big|_A = -2 \frac{GM_L R}{r_{TL}^3}$$

PUNTO MAS LEJOS



MAREA

9)

PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA

(EINSTEIN DE IDEAS DE GAUSSO Y HERMELING)

GNU LEO

EXPERIMENTO DE LA TORRE DE PISA

Amoiba 2 DIEDRAS : $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ GRANDE} \\ 1 \text{ PEQUENA} \end{array} \right.$

* AMBAS CORREN CON IGUAL VELOCIDAD
(DEBIDAMENTE RESISTENCIA DEL AIRE)

⇒ PROPIEDADES DEL CAMPO GRAVITATORIO

INTENSIDAD DEL CAMPO SOBRE UN CUERPO

ES PROPORCIONAL A LA MAYA $\times$

È IL CORPO (MASSA GRAVITAZIONALE)

PERO TAMBIEN INERCIA AL MOVIMIENTO
M EN $F=ma$

TAMMEN MASSA
(MASSA INERZIALE)

NEWTON

NEWTON
IN PERSPECTIVE (DYNAMICS + GRAVITATION)

$$M_{\text{INERCIAL}} = M_{\text{GRAVITACIONAL}}$$



PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA

C₂)

→ CAMPO GRAVITATORIO UNIFORME

EQUIVALENTE

A UNA ACELERACION

$$\left(g = \frac{GM_T}{R^2} \right)$$

(NOCIÓN DE ARRIBA Y ABAJO EN AVIÓN QUE ACELERA (CURVA))

IMAGEN:

INSECTO CAYENDO EN UNA DE
LAS PIEDRAS DE GALILEO

VERIA A LA OTRA INMOVIL

FLOTANDO

AL LADO
(SIN CAMPO GRAV.)

(ACELERACION DE CAIDA CANCELA
EL CAMPO GRAVITATORIO)

(EN EL VUELO SE LE PARECE LA
SENSACION DE NO GRAVEDAD)
a=0

"MOVIMIENTO INERCIAL"
($\vec{F}_{\text{net}} = 0$)

PERO CON GRAVEDAD: (PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA)

{ NO HAY MANERA DE DECIR SI UNA
FUERZA GRAVITACIONAL ESTÁ ACTUANDO
O LO QUE SE SIENTE COMO SI LO FUERA
ES EL EFECTO DE UNA ACELERACION

{ CANCELAR LA FUERZA GRAVITATORIA
CAYENDO LIBREMENTE CON ELLA }

c3)

INSECTO CAYENDO (Y ASTROBUTA)

CUENTAN COMO "MOVIMIENTO INERCIAL"

PARADO EN LA TIERRA NO ESCUCHA
MOVIMIENTO INERCIAL; A LA EINSTEIN

SI LO EJ. A LA NEWTON (PESO NO EJ)

(PESO COMPRENDIDO POR LA DESACUON NORMAL)

NO SON SEÑALABAMIENTOS NIUA CONO MEDUICKE
EINSTEIN.