


* LEY DE GRAVITACIÓN

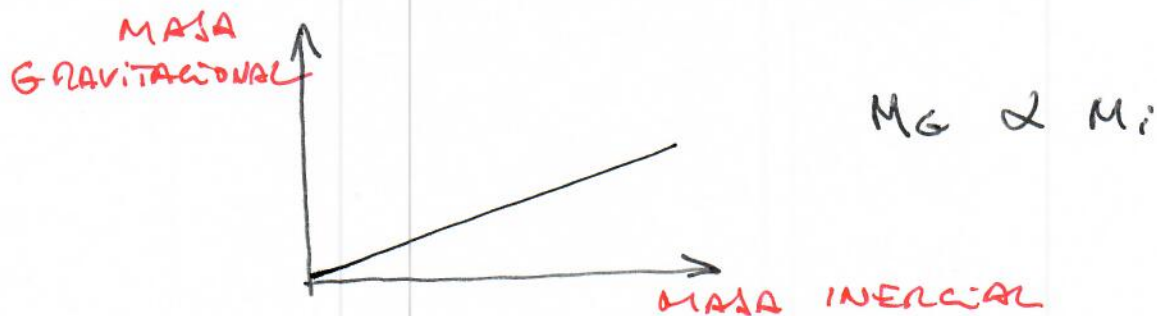
NEWTON ESTABLECIÓ LA LEY QUE REGULA LA ATRACCIÓN GRAVITACIONAL ENTRE UN CUERPO



$$|F_G| \propto \frac{m_A m_B}{r^2} (*)$$

DOnde m_A y m_B SON LAS MASA GRAVITACIONALES DE AMBOS CUERPOS

LA MASA GRAVITACIONAL ES ESTRICTAMENTE PROPORCIONAL A LA MASA INERCIAL



SE ELIGE LA UNIDAD DE LA MASA GRAVITACIONAL DE MODO QUE EL COEFICIENTE DE PROPORCIONALIDAD SEA = 1

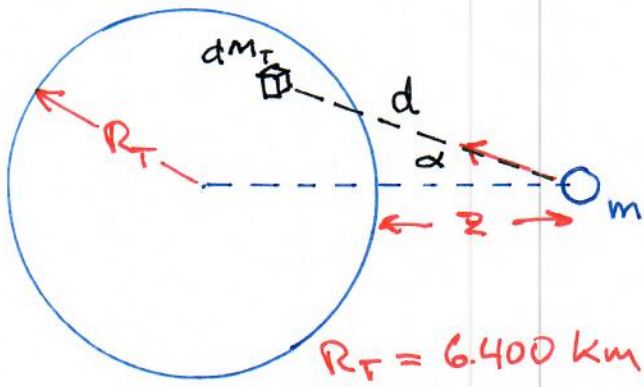
$$\therefore 1 \text{ kg}_{M_G} = 1 \text{ kg}_{M_I}$$

DEFINIDA LA UNIDAD DE MASA GRAVITACIONAL DE ESTE MODO RESULTA QUE \propto EU (*) ES:

CONSTANTE GRAVITACIONAL $G = 6,673 \pm 0,003 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

FUERZA GRAVITACIONAL TERRESTRE

(2)



$$d\vec{F}_G = G \frac{m dm_T}{d^2} \cos \alpha$$

$$dM_T = \rho dV$$

↑ DENSIDAD DE LA TIERRA

$$|\vec{F}_G| = Gm \iiint_{V_T} \rho \frac{\cos \alpha}{d^2} dV$$

INTEGRAL DE VOLUMEN SOBRE TODO EL VOLUMEN DE LA TIERRA

SE PUEDE DEMOSTRAR QUE ...

$$|\vec{F}_G| = G \frac{m M_T}{(R_T + z)^2}$$

EQUIVALENTE A QUE SI TODA LA MASA DE LA TIERRA ESTUVIERA CONCENTRADA EN SU CENTRO

APROXIMACIÓN SI $z \ll R_T$
PEQUEÑO c/R R_T

$$(z \ll R_T)$$

$$|\vec{F}_G| = GmM_T \frac{1}{R_T^2 \underbrace{(1+y)^2}_{f(y)}} \quad y = z/R_T$$

EXPANSIÓN DE $f(y)$ ALREDEDOR DE $y=0$

TAYLOR

$$f(y) = f(0) + \frac{df}{dy} \Big|_{y=0} y + \frac{1}{2!} \frac{d^2f}{dy^2} \Big|_{y=0} y^2 + \dots$$

APROXIMACIÓN DE PRIMER ORDEN..

3

Si $y = \frac{z}{R_T}$ ES PEQUEÑO $\rightarrow y^2$ ES DESPRECIABLE FRENTE A y

$$f(0) = 1$$

$$\frac{df}{dy} = -2(1+y)^{-3} \rightarrow \left. \frac{df}{dy} \right|_{y=0} = -2$$

$$f(y) \approx 1 - 2y$$

$$|F_G| = \frac{G M_T}{R_T^2} \left(1 - 2 \frac{z}{R_T} \right)$$

$$g_0 = G \frac{M_T}{R_T^2} = 9.81 \text{ m s}^{-2}$$

$$|F_G| \approx m g_0 \left(1 - 2 \frac{z}{R_T} \right)$$

EN EL TOPE DE LA ATMOSFERA EFECTIVA
($z = 20 \text{ km}$)

$$\frac{2z}{R_T} \approx 0.00625$$

NIVEL ORBITAL TÍPICO DE SATELITES

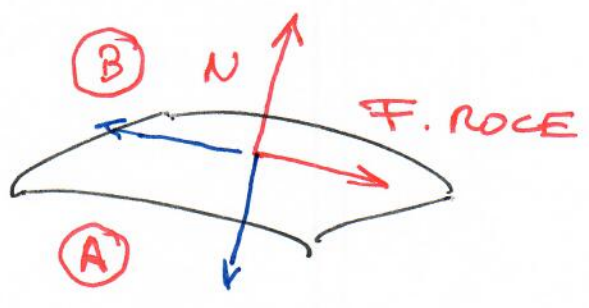
$$z = 500 \text{ km}$$

$$\frac{2z}{R_T} \approx 0.156$$

PARA TODOS LOS EFECTOS PRÁCTICOS SE PUEDE CONSIDERAR QUE CERCA DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA LA FUERZA GRAVITACIONAL ES CONSTANTE $|F_g| = mg_0$

PERO NO PARA ESTUDIOS GRAVIMÉTRICOS!

* FUERZAS DE INTERACCIÓN EN LA SUPERFICIE DE CONTACTO ENTRE DOS CUERPOS

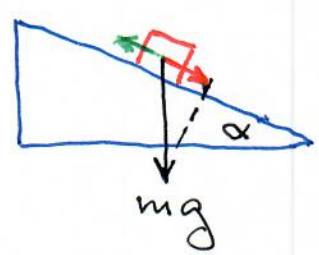


F. NORMAL : PERPENDICULAR A LA SUPERFICIE DE CONTACTO. ACTÚA SOBRE UN SOLO CUERPO (ACCIÓN Y REACCIÓN)

F. ROCE : TANGENTE A LA SUPERFICIE. ACTÚA SOBRE LOS DOS CUERPOS (ACCIÓN Y REACCIÓN)

* FUERZA DE ROCE ESTÁTICO

FUERZAS DE INTERACCIÓN ENTRE MOLÉCULAS DE DOS CUERPOS EN CONTACTO, LOS MANTIENEN UNIDOS A PESAR DE FUERZAS EXTERNAS QUE FAVORECEN EL MOVIMIENTO RELATIVO DE DESLIZAMIENTO ENTRE ELLOS.



F. ROCE COMPENSA LA COMPONENTE DE LA FUERZA GRAVITACIONAL QUE HARÍA MOVER LA PARTÍCULA.

$$F. \text{ ROCE ESTÁTICO} = mg \text{ sen } \alpha$$

$$\alpha = 0 \quad F_r = 0$$

LA FUERZA DE ROCE ESTÁTICO ES VARIABLE

PERO EN CADA CONDICIÓN TIENE UN MÁXIMO (LAS FUERZAS DE INTERACCIÓN MOLECULAR NO PUEDEN RESISTIR CUALQUIER ESFUERZO EXTERNO PARA DESPLAZAR UN DO CUERPO ENTRE SÍ)

EXPERIMENTALMENTE SE DETERMINA QUE

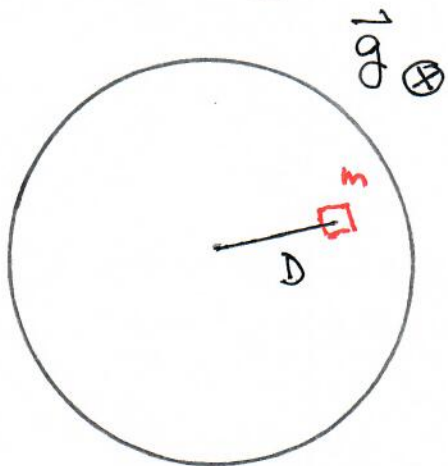
$$\boxed{|\vec{F}_{R.E.}|_{\text{MAX}} = \mu_e |\vec{N}|}$$

\vec{N} : FUERZA NORMAL

μ_e : COEF. ROCE ESTÁTICO

EJEMPLO

(6)



• PLATAFORMA ROTA CON ACELERACIÓN ANGULAR CONSTANTE $\ddot{\theta} = \alpha$ A PARTIR DE $t=0$

• BLOQUE DE MASA m COLOCADO A DISTANCIA D DEL CENTRO DE LA PLATAFORMA

• COEFICIENTE DE ROCE ESTÁTICO = μ_e

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{ROCE}}$$

NO HAY MOVIMIENTO EN LA VERTICAL $\rightarrow \vec{N} + \vec{F}_{\text{ROCE}} = 0$

$$\vec{N} + m\vec{g} = 0 \rightarrow \boxed{N = mg}$$

$$\vec{a} = (\ddot{\rho} - \rho\dot{\theta}^2)\hat{\rho} + (\rho\ddot{\theta} + 2\dot{\rho}\dot{\theta})\hat{\theta}$$

$\rho = R \rightarrow \dot{\rho} = \ddot{\rho} = 0$ (MIENTRAS EL BLOQUE NO DESLICE)

~~$\vec{F}_{\text{ROCE}} \neq 0$~~ $\ddot{\theta} = \alpha \rightarrow \boxed{\dot{\theta} = \alpha t}$

$$\vec{F}_{\text{roce}} = -mD\alpha^2 t^2 \hat{\rho} + mD\alpha \hat{\theta}$$

$$|\vec{F}_{\text{roce}}| = mD\alpha [1 + \alpha^2 t^4]^{1/2}$$

$$|\vec{F}_{roce\ max.}| = m D \alpha (1 + \alpha^2 t^{*4})^{1/2} = \mu_e m g$$

$$t^* = \left[\frac{\left(\frac{\mu_e g}{D \alpha}\right)^2 - 1}{\alpha^2} \right]^{1/4}$$

o ROCE CINÉTICO

LAS CAUSAS SON LAS MISMAS. INTERACCIÓN A NIVEL MOLECULAR ENTRE LOS CUERPOS EN CONTACTO

EXPERIMENTALMENTE SE ENCUENTRA QUE

$$F_{ROCE\ CINÉTICO} = \mu_c |\vec{v}|$$

μ_c AL IGUAL QUE μ_e DEPENDEN DE LA NATURALEZA DE LOS CUERPOS EN CONTACTO

EN TODO CASO $\mu_c < \mu_e$

$$\vec{F}_{ROCE\ CINÉTICO} = -\mu_c |\vec{v}| \hat{v}_r$$

\hat{v}_r : VECTOR UNITARIO QUE APUNTA EN EL SENTIDO DE LA VELOCIDAD RELATIVA DEL CUERPO C/R A LA SUPERFICIE DE CONTACTO