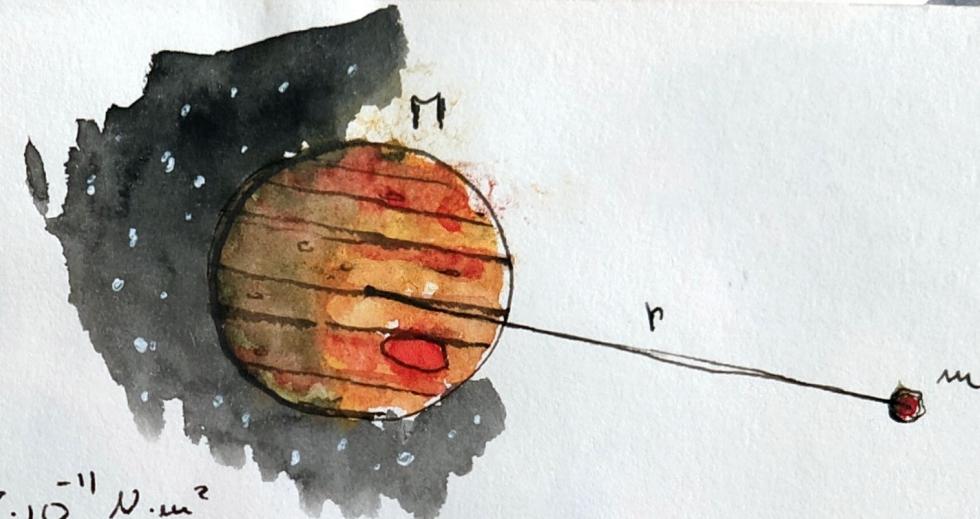


# LEGGE DI GRAVITAZIONE UNIVERSALE DI NEWTON



COSTANTE  $6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$

$$F = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

FORZA ATTRATTIVA  
LUNGO LA CONGIUNGENTE  
DEI DUE CORPI

DIRETTAMENTE PROPORZIONALE  
ALLE MASSE

INVERSALEMENTE PROPORZIONALE  
AL QUADRATO DELLA DISTANZA  
TRA I CENTRI



## VELOCITÀ ORBITALE

VELOCITÀ

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

SPAZIO PERCORSO

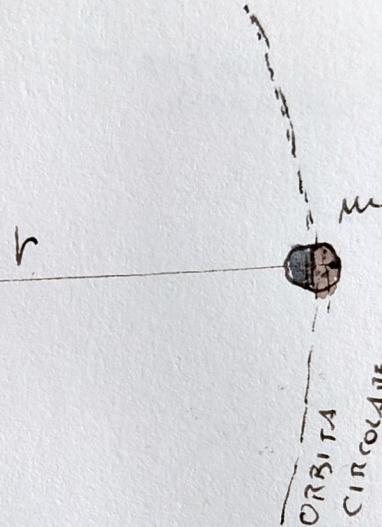
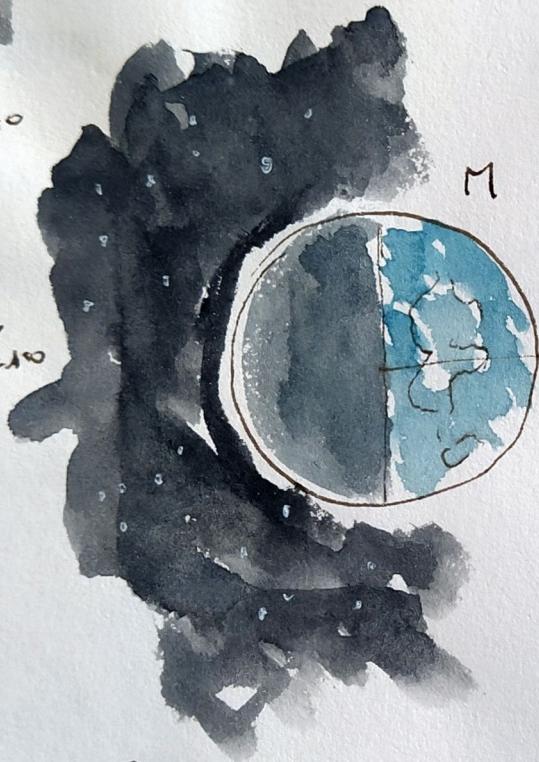
$T$  = Tempo impiegato

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$T^2 \propto r^3$$

III LEGGE DI  
KEPLERO

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$



FORZA  
CENTRIPETA

FORZA  
GRAVITAZIONALE

$$mv^2/r = G \frac{m}{r^2}$$

LA VELOCITÀ ORBITALE DECRESCΕ  
CON LA RADICE DELL'INVERSO  
DECCA DISTANEA.



VELOCITÀ DI  
FUGA



ENERGIA  
CINETICA

$$E = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{GMm}{R}$$

FUGA  
MECCANICA

ENERGIA  
POТЕЕИАЛ

$$E > 0$$

CONDIZIONE PER  
FUGGIRE  
ALL'INFINITO

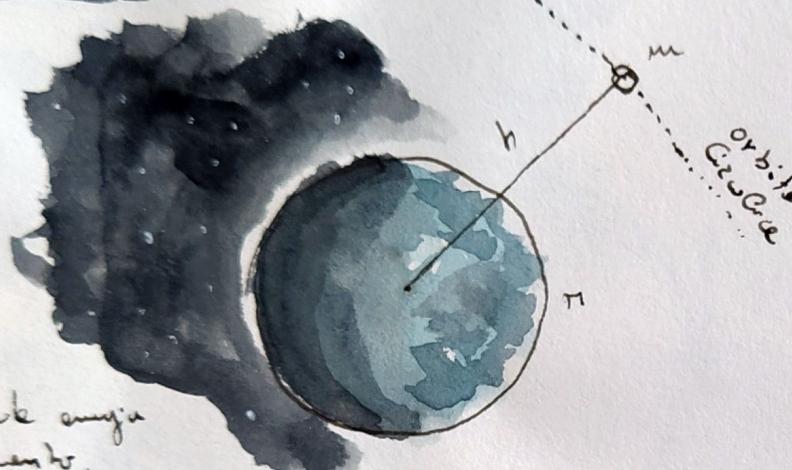
$$V \geq \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

VELOCITÀ MINIMA  
PER FUGGIRE DAL  
CAMPO GRAVITAZIONALE  
DI  $M$  PARTENDO  
DALLA SUPERFICIE.



VELOCITÀ DI FUGA =  $\sqrt{2} \cdot$  VELOCITÀ ORBITALE

## TEOREMA DEL VIRIALE



Le onde sono anche  
per raggiungere,  
dunque è questo di  
una temperatura.



Formazione  
STELLARE

Energia  
Mecanica      Energia  
Cinetica      Energia  
Potenziale

$$E = \frac{1}{2} mv^2 - G \frac{Mm}{r}$$

Velocità  
Orbitale

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

Caso particolare,  
ma vale in  
generale.

$$E = -\frac{1}{2} mv^2$$

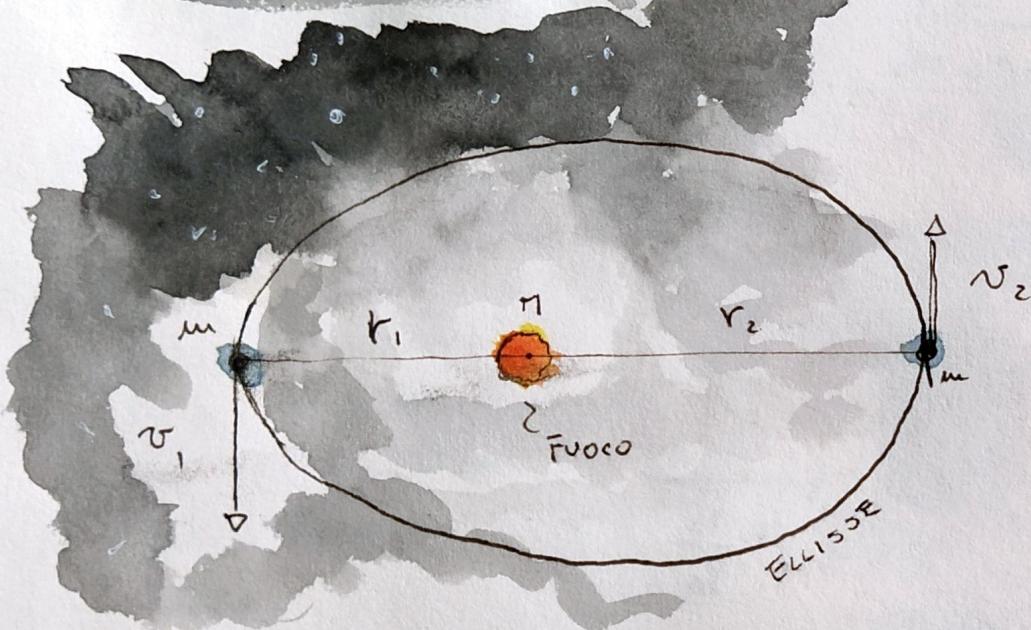
$$E_0 - E_C \sim \text{Energia Cinetica}$$

Se un sistema possiede  
energie, l'energia  
cinetica (Temperatura)  
aumenta.

In un sistema legato  
gravitazionalmente c'è anche  
totale è negativa ed  
è l'opposto dell'energia cinetica.



## ORBITA ELLITTICA



$$\frac{1}{2} \mu v_1^2 - \frac{GM\mu}{r_1} = \frac{1}{2} \mu v_2^2 - \frac{GM\mu}{r_2}$$

CONSERVAZIONE  
DELL'ENERGIA



CONSERVAZIONE DEL  
MOMENTO ANGOLARE

$$\mu v_1 r_1 = \mu v_2 r_2$$



$$v_1 = \sqrt{\frac{2GM}{(r_1 + r_2)r_1}}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{(r_1 + r_2)r_2}}$$

## RAGGIO DI HILL

ENTRO QUALE DISTANZA  $r$  L'INFLUENZA GRAVITAZIONALE  
DI  $m$  SU  $M$  È DOMINANTE SU QUELLA DI  $M$ ?



$$\text{Se } m \text{ orbita intorno a } m \quad \mu \omega^2 r = \frac{G \cancel{m} m}{r^2} \rightarrow \omega^2 = \frac{G m}{r^3}$$

$$\text{Se } m \text{ orbita intorno a } M \quad \mu \omega^2 (R+r) = \frac{G M \mu}{(R+r)^2} \rightarrow \omega^2 = \frac{GM}{(R+r)^3}$$

$$\text{Se } r \ll R \quad (R+r)^3 \sim R^3$$

$$\frac{G \mu}{r^3} > \frac{G M}{R^3} \rightarrow$$

$$r < \left(\frac{\mu}{M}\right)^{1/3} R$$

giusto andamento  
con  $\mu, M$  e  $R$

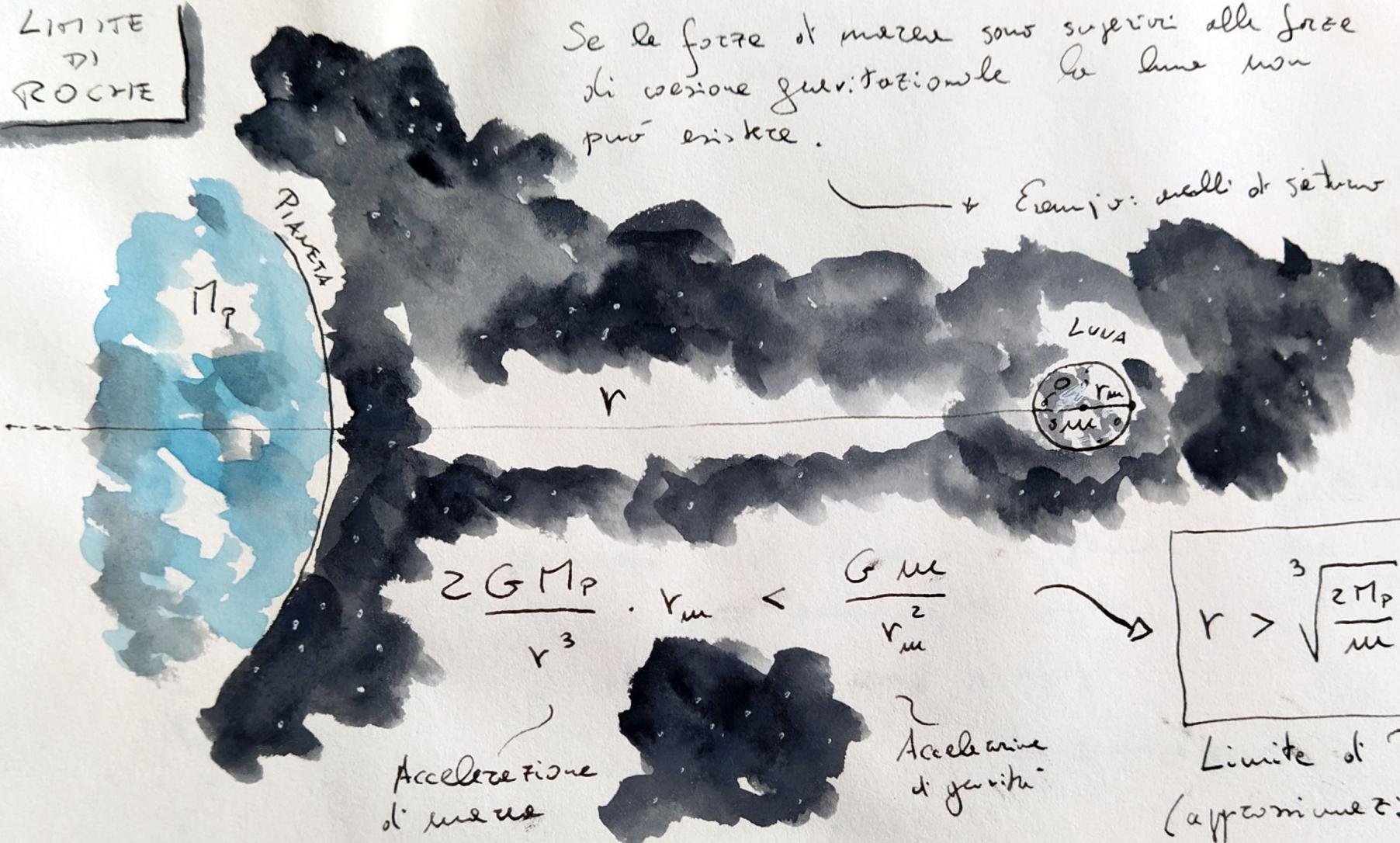
Raggio di Hill

(è solo un'approssimazione)

LIMITE  
DI  
ROCHE

Se le forze di marea sono superiori alla forza  
di gravità gravitazionale la luna non  
può esistere.

→ Esempio: motti di saturno



Domanda: perché i satelliti artificiali  
possono orbitare ben al di sotto  
del limite di Roche?