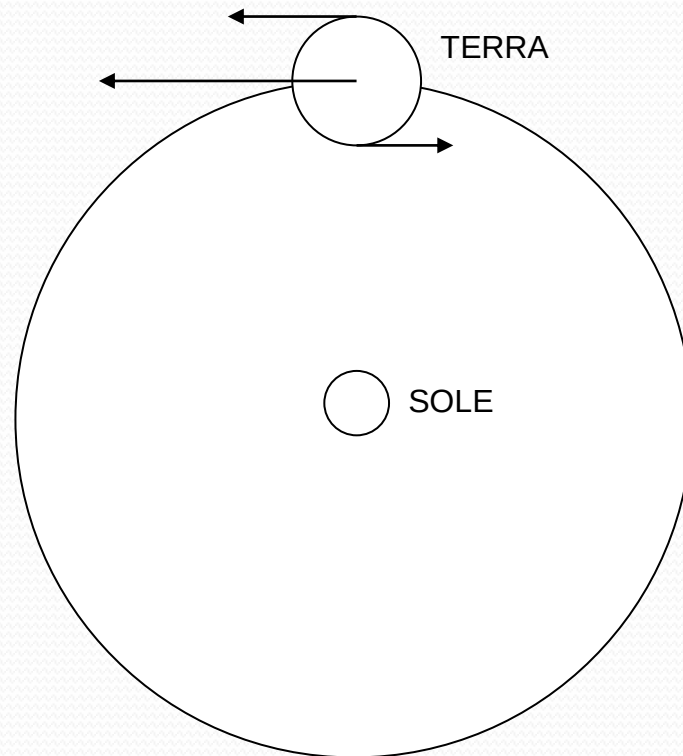


GALILEO, NEWTON E LE MAREE 1

Ledo Stefanini

LA TEORIA DI GALILEO



Se indichiamo con Ω la velocità angolare di rotazione terrestre e con V la velocità della Terra sulla sua orbita, sappiamo che

$$\Omega = 7,3 \times 10^{-5} \frac{rad}{s}$$

e che

$$V = 3 \times 10^4 \frac{m}{s}$$

- Durante la notte, la velocità dovuta alla rotazione ha lo stesso verso della velocità di rivoluzione V ; durante il giorno, verso opposto. Ne segue che, nel riferimento del Sole, la velocità di ogni punto dell'equatore passa da $V - \Omega R$ a mezzogiorno a $V + \Omega R$ a mezzanotte, con una variazione di $2\Omega R$ in 12 ore.

- 
- Si tratta di una variazione notevole:
 - il suo valore per l'equatore è 930 m/s ogni 12 ore.
 - È in questa accelerazione che Galileo individua la causa delle maree.

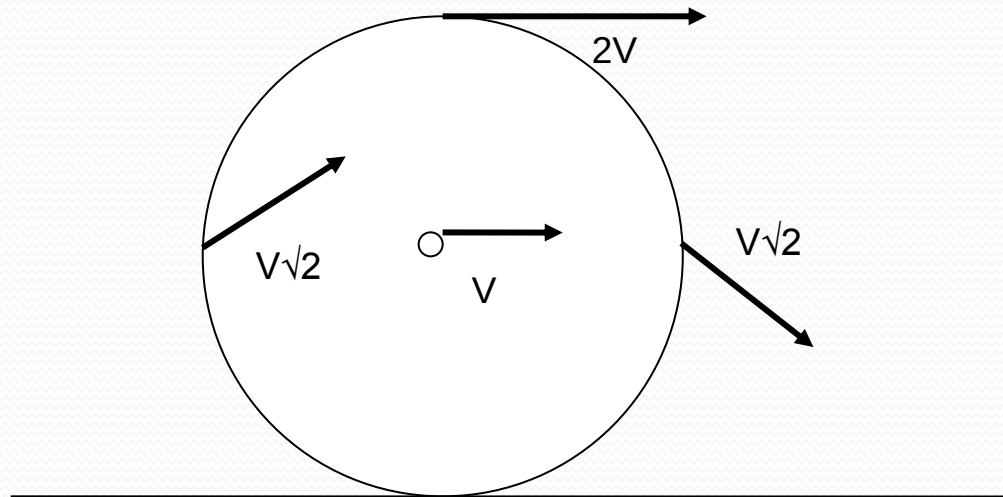
- *... i quali effetti possiamo più apertamente dichiarare e manifestare al senso con l'esempio di una di queste barche le quali continuamente vengono da Lizzafusina, piene d'acqua dolce per uso della città. Figuriamoci dunque una tal barca venirsene con mediocre velocità per la Laguna, portando placidamente l'acqua della quale ella sia piena, ma che poi, o per dare in secco o per altro impedimento che le sia opposto, venga notabilmente ritardata; non perciò l'acqua contenuta perderà, al pari della barca, l'impeto già concepito, ma, conservandoselo, scorrerà avanti verso la prua, dove notabilmente si alzerà, abbassandosi dalla poppa:*

ma se, per l'opposito, all'istessa barca nel mezo del suo placido corso verrà con notabile agumento aggiunta nuova velocità, l'acqua contenuta, prima di abituarsene, restando nella sua lentezza, rimarrà indietro, cioè verso la poppa, dove in conseguenza si solleverà, abbassandosi dalla prua”.

Dal “DIALOGO SOPRA I DUE MASSIMI SISTEMI”

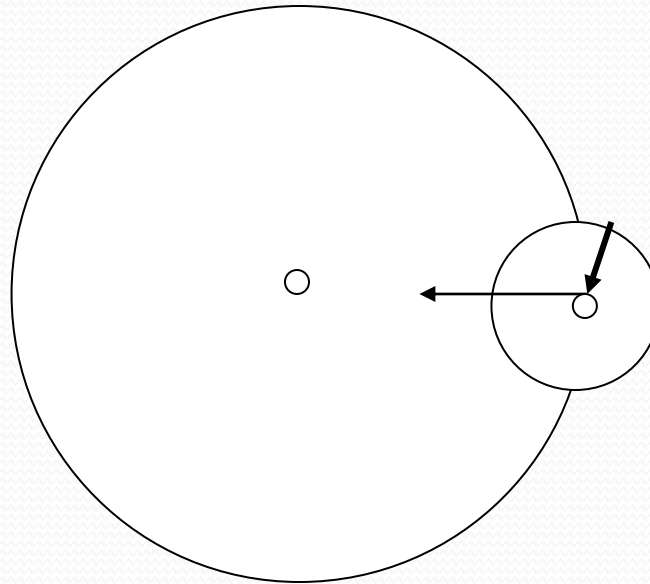
ACCELERAZIONI IN UNA RUOTA DA BICICLETTA

Velocità dei punti della ruota

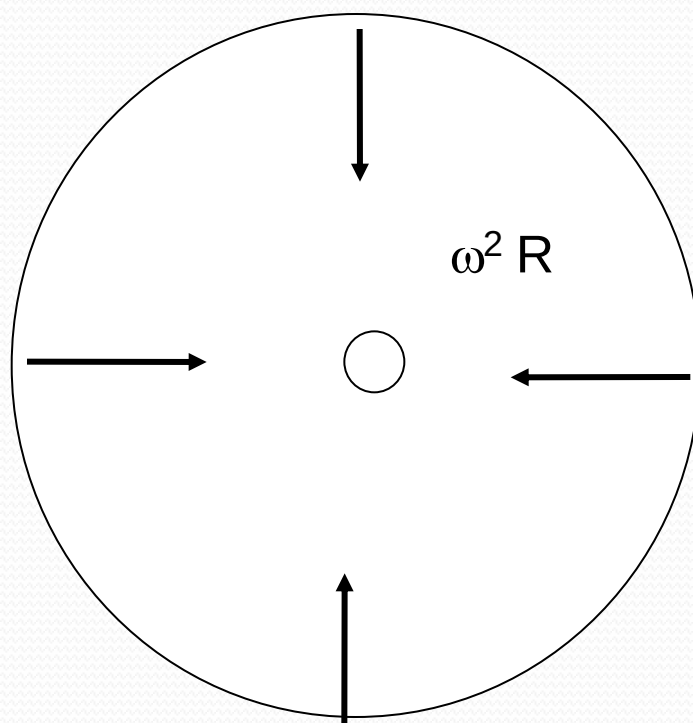


- Nel tempo di un periodo, ogni punto della ruota passa dalla quiete alla velocità $2V$ e poi ancora alla quiete.
- Pertanto, tutti i punti della ruota sono soggetti ad accelerazione.
- Questa accelerazione è costante e diretta verso il centro della ruota.

- Assimiliamo la Terra ad una piattaforma che ruota su un perno fissato sul bordo di una piattaforma rotante più grande.



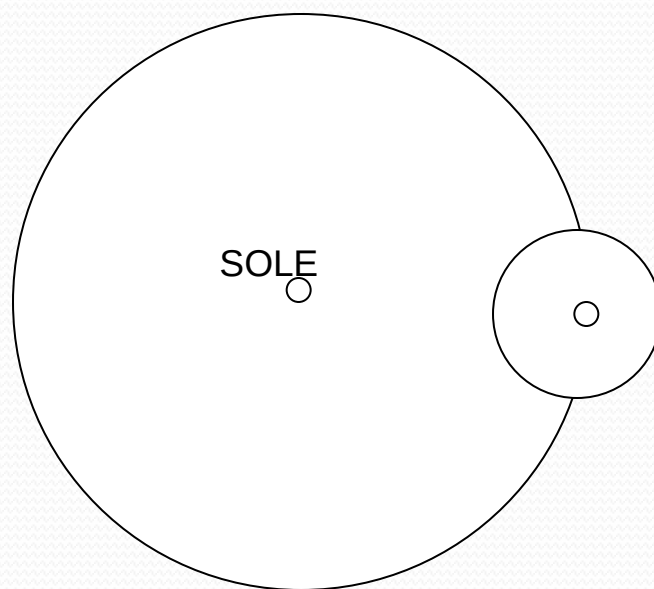
Nel sistema di riferimento del mozzo



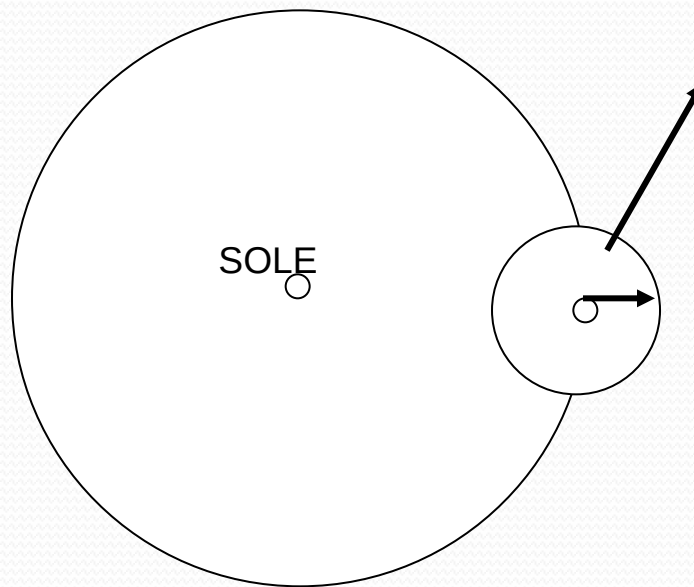
- Nel passaggio dal sistema di riferimento del mozzo a quello del terreno (in moto rettilineo uniforme rispetto al primo) le accelerazioni si conservano.
- Quindi, ogni punto della ruota è soggetto ad un'accelerazione $\omega^2 R$ diretta verso il centro.
- Un osservatore posto sul bordo della ruota rivelerebbe una FORZA CENTRIFUGA.

- 
- APPLICAZIONE DEL CONCETTO NEWTONIANO DI FORZA CENTRIFUGA AL MODELLO DI GALILEO

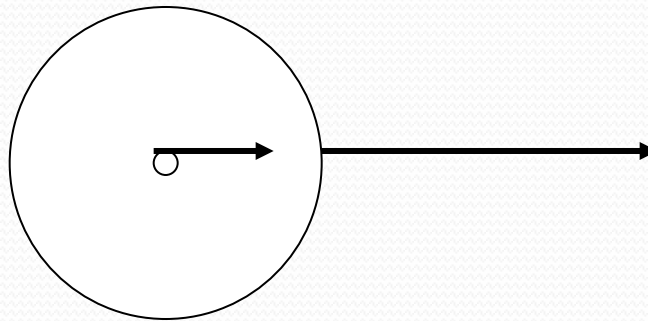
- La Terra sia una piattaforma girevole intorno ad un asse che è fissato al bordo di una giostra circolare.



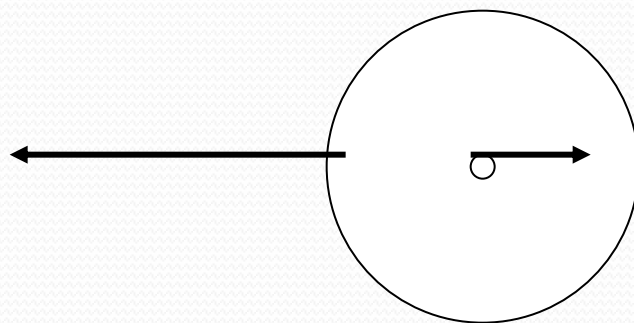
- Un osservatore posto sul bordo della piattaforma registra una doppia forza centrifuga:



- La forza centrifuga dovuta alla rotazione è 5 volte quella dovuta alla rivoluzione.
- A mezzanotte le due accelerazioni si sommano



- A mezzogiorno si sottraggono:



- per cui, nelle 24 ore, la forza (per unità di massa) passerebbe da

$$\omega^2 r + \Omega^2 R$$

a

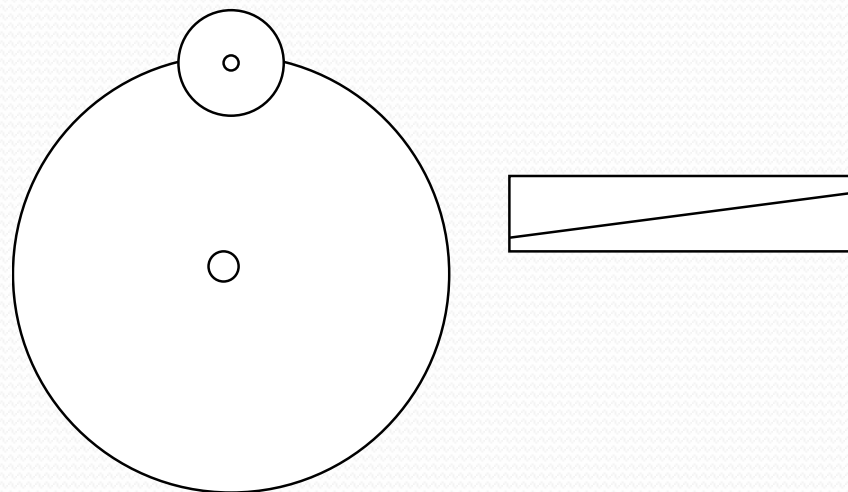
$$\omega^2 r - \Omega^2 R .$$

Tenendo presente che

$$\omega^2 r = 3,4 \times 10^{-2} \frac{m}{s^2}$$

$$\Omega^2 R = 6,0 \times 10^{-3} \frac{m}{s^2}$$

- Se il modello fosse quello di una vasca piena d'acqua rotante sul bordo di una piattaforma rotante,

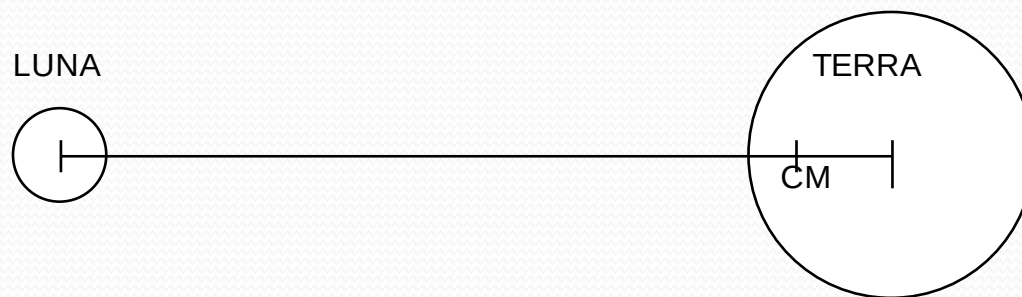


- l'osservatore posto sul bordo della vasca vedrebbe il livello dell'acqua raggiungere un massimo e un minimo una volta per ogni giro della vasca.
- Il modello fallisce per due motivi:
- 1. Non spiega perché vi sono due maree ogni giorno e non una sola
- 2. Richiede che sull'acqua agisca il peso.

TEORIA DI NEWTON

- FORZE CENTRIFUGHE

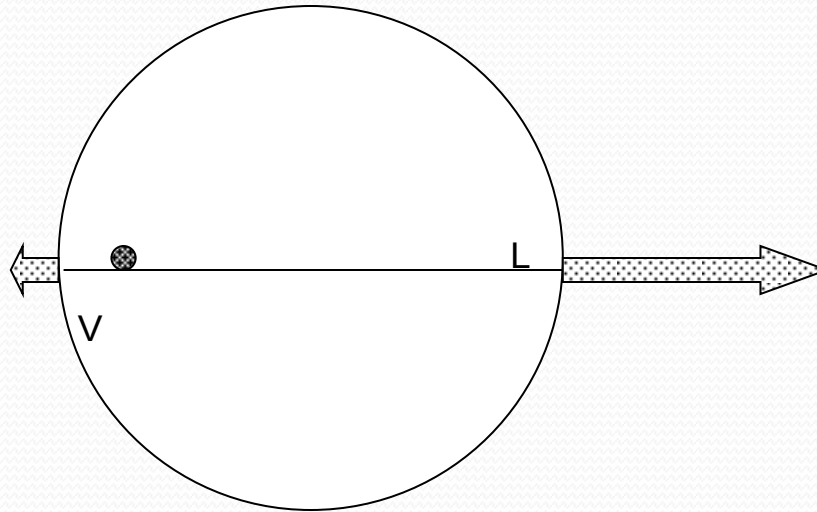
IL SISTEMA TERRA-LUNA



- La massa della Terra è circa 81 volte quella della Luna.
- La distanza Terra-Luna è circa 60 raggi terrestri.
- Il centro di massa del sistema Terra-Luna si trova ad una distanza (dal centro della Terra)

$$X_{CM} = \frac{1}{81} 60R \cong \frac{3}{4} R$$

- La Terra ruota, con un periodo di 28 giorni, intorno al centro di massa:



- Un osservatore equatoriale sperimenta un'accelerazione CENTRIFUGA che in L è maggiore che in V:

$$\frac{a_L}{a_V} = \frac{d_L}{d_V} = \frac{\frac{7}{4}R}{\frac{1}{4}R} = 7$$

- L'accelerazione centrifuga minima (in V) è

$$a_V = \omega^2 \frac{R}{4} \cong 1,1 \times 10^{-5} \frac{m}{s^2}$$

- L'accelerazione centrifuga massima (in L) è

$$a_L = 7a_V \cong 8 \times 10^{-5} \frac{m}{s^2}$$

- Al passaggio dalla culminazione della Luna alla sua opposizione si accompagna una variazione (diurna) locale di peso di

$$6,6 \times 10^{-5} \text{ N/kg}$$

ovvero

$$6,6 \text{ mg/kg}$$