

ANTICHITÀ

2 problemi distinti

- caduta oggetti
- moti dei pianeti

1) **TOLONEO** 11 sec.
geocentrica

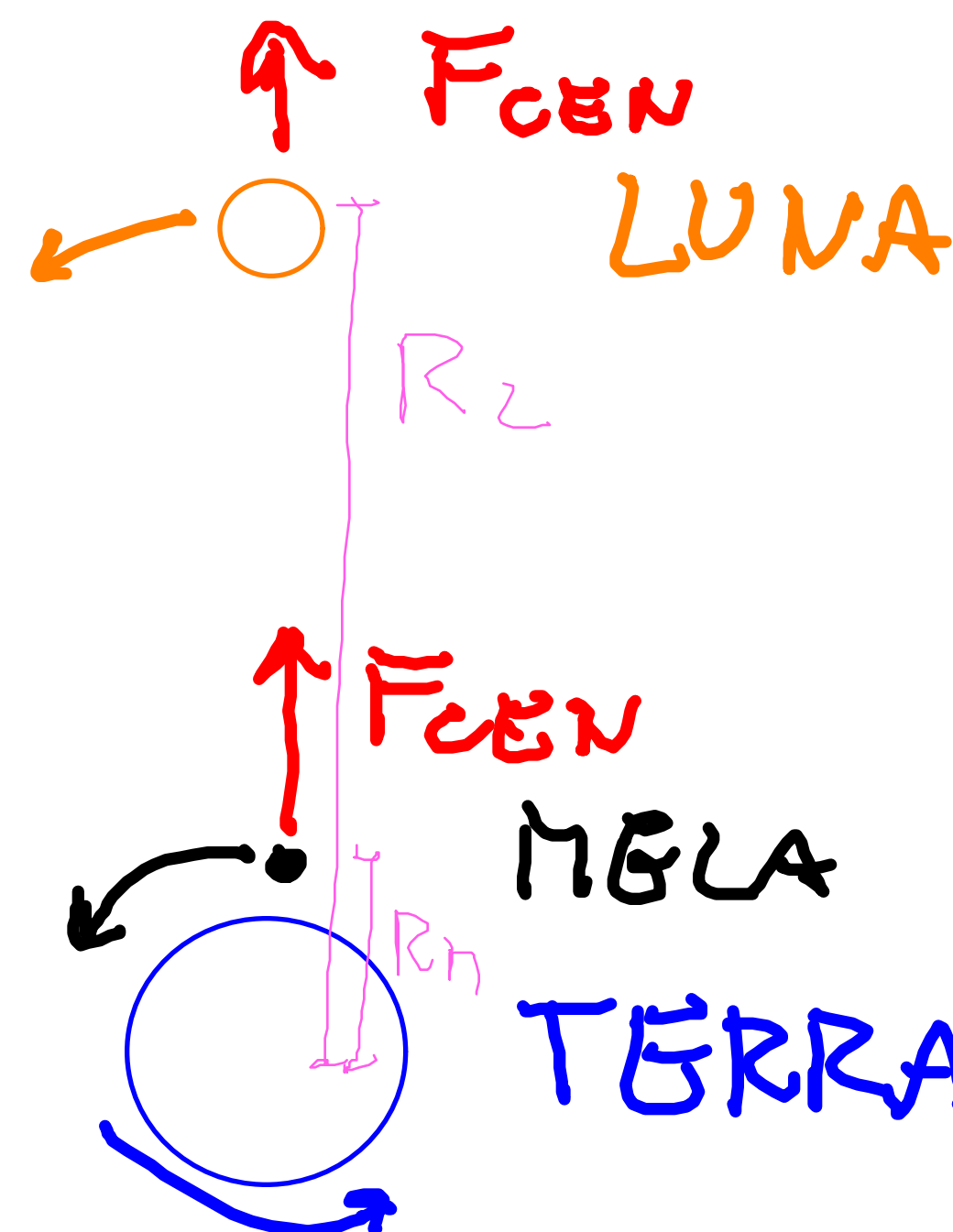
2) **COPERNICO** XVI sec.
eliocentrica

3) **KEPLERO** XVII sec.
3 leggi

NEWTON (1665)

1) orbite pianeti

$$\left(\frac{R_M}{R_L}\right)^2 = 2.75 \times 10^{-4}$$



$$a_L = \frac{v_L^2}{R_L} = \frac{1}{R_L} \frac{(2\pi R_L)^2}{T^2} \quad T = 27.3 \text{ g}$$
$$a_M = 9.8 \text{ (m/s}^2) \quad \frac{a_L}{a_M} = 2.78 \times 10^{-4} \text{ km}$$

$R_L = 384400$

$$F = m a = m \frac{A}{r^2}$$

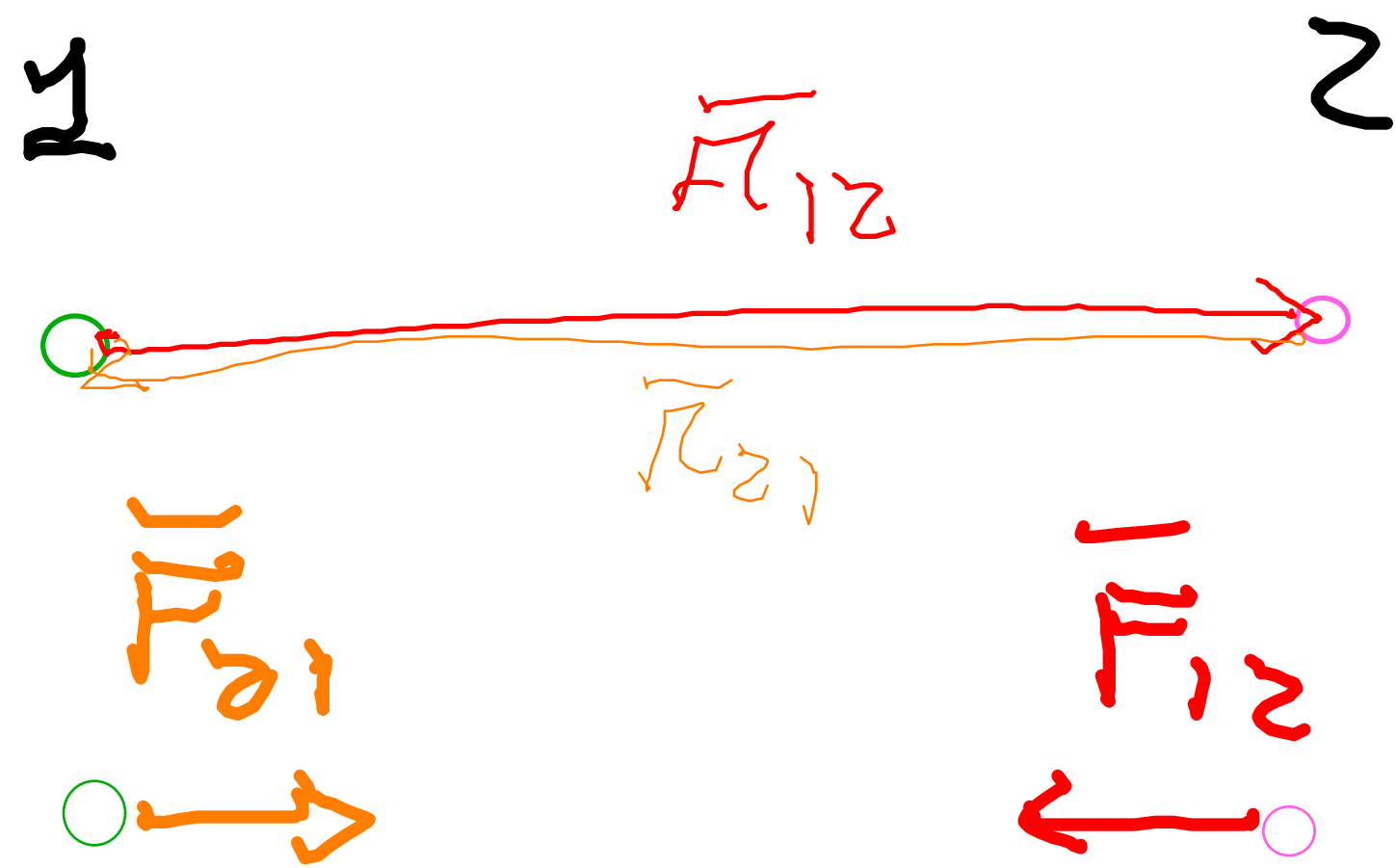
III legge Newton

$$F_{12} = m_2 \frac{A}{r_{12}^2} = F_{21} = m_1 \frac{B}{r_{21}^2}$$



$$F_{12} = F_{21} = \boxed{G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}}$$

Vettoriale



$$\vec{F}_{12} = G \frac{m_1 m_2}{r_{12}} \left(-\hat{r}_{12} \right)$$

$$\vec{F}_{21} = G \frac{m_1 m_2}{r_{21}} \left(-\hat{r}_{21} \right)$$

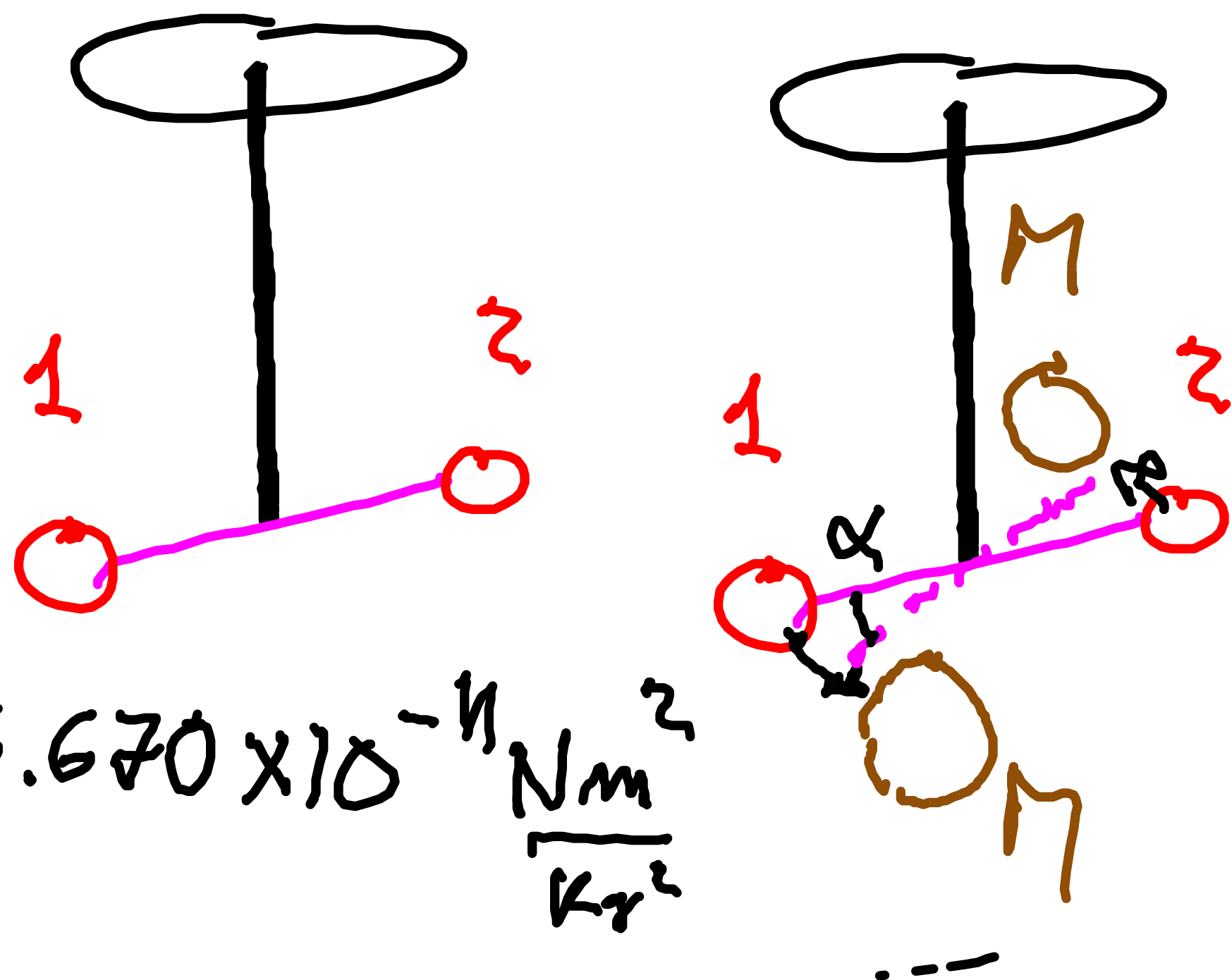
$$\vec{F} = \ominus G \frac{m_1 m_2}{r_{12}} \frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}}$$

FORZA
ATTRATTIVA

G sconosciuta fino 1798!

$$F = m_1 \frac{A}{r_{12}^2}$$

STIMA G: Henry Cavendish
Bilancia a torsione



$$G = 6.670 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$$

MASSA

II Newton: $F = m a$

impedimento al moto
MASSA INERZIALE

Gravitazione: $F = \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} G$

generatrici di forza
MASSA GRAVITAZIONALE

$M_1 \equiv M_G$
stima G usando moto dei corpi

CAMPO GRAVITAZIONALE

$$F = \frac{G m_1 m_2}{r^2} = m_2 a \rightarrow a = \frac{G m_1}{r^2}$$

↑
massa di
prova

↑
dipende solo
da corpo ①

GRAVITAZIONE

1) mette m_1 → "modifica" spazio

2) mette m_2 → ottengo forza

CAMPO

modifica delle qualità
dello spazio dovuta alla
presenza di:

- una massa → GRAVITAZ.

- una carica → ELETTRICO
elettrica

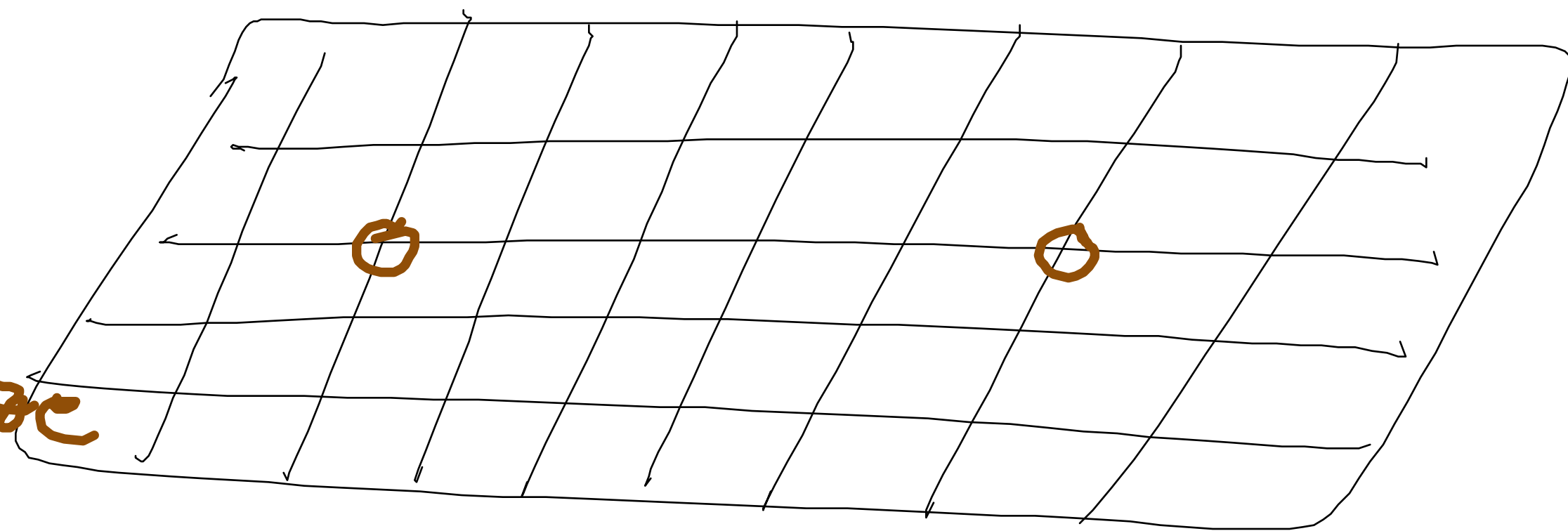
- ...

CAMPO GRAVITAZIONALE

SPAZIO METRICO SENZA MASSA

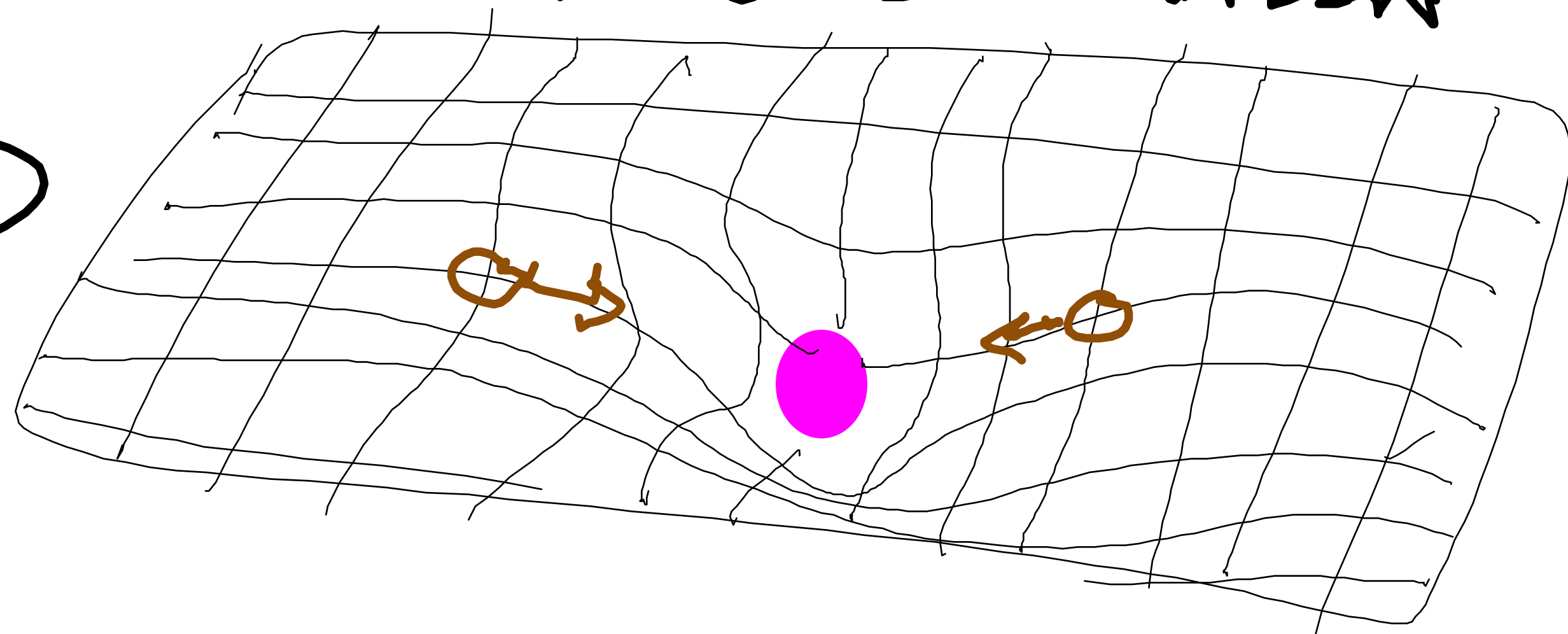
2D

NO Forze



SPAZIO METRICO CON MASSA

2D



CAMPO

modifica delle qualità dello spazio dovuta alla presenza di:

- una massa \rightarrow GRAVITAZ.

- una carica \rightarrow ELETTRICO
elettrica

- ...

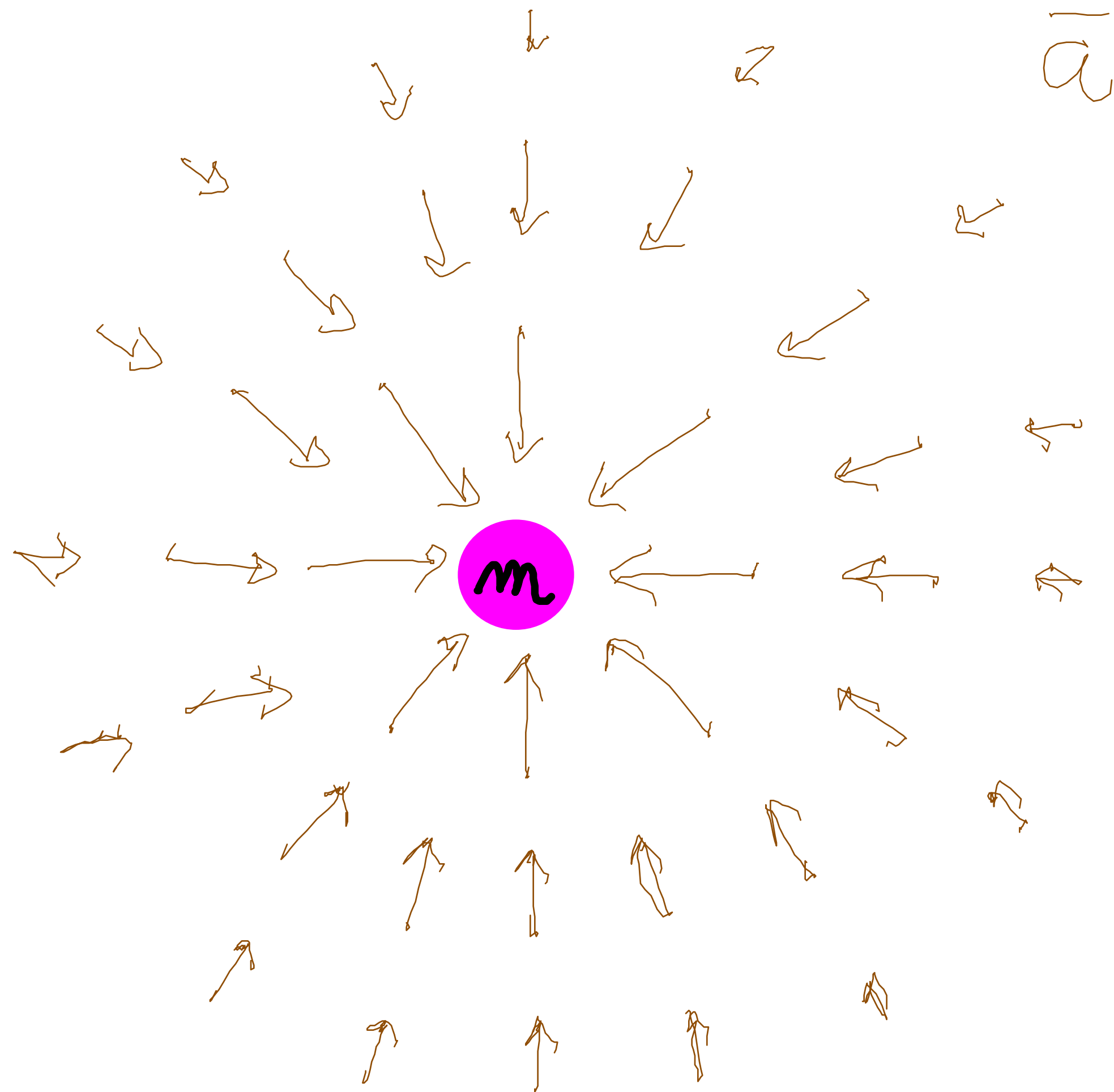
CAMPO GRAVITAZIONALE

$\frac{F}{m_2} = \text{accelerazione}$

$$\left[\frac{L}{T^2} \right]$$

CAMPO GRAVITAZIONALE

→ distribuzione spaziale di
vettori accelerazioni



MODULO

$$a = \frac{Gm}{r^2}$$

DIREZIONE

$$\hat{a} = - \hat{r} = - \frac{\vec{r}}{r}$$

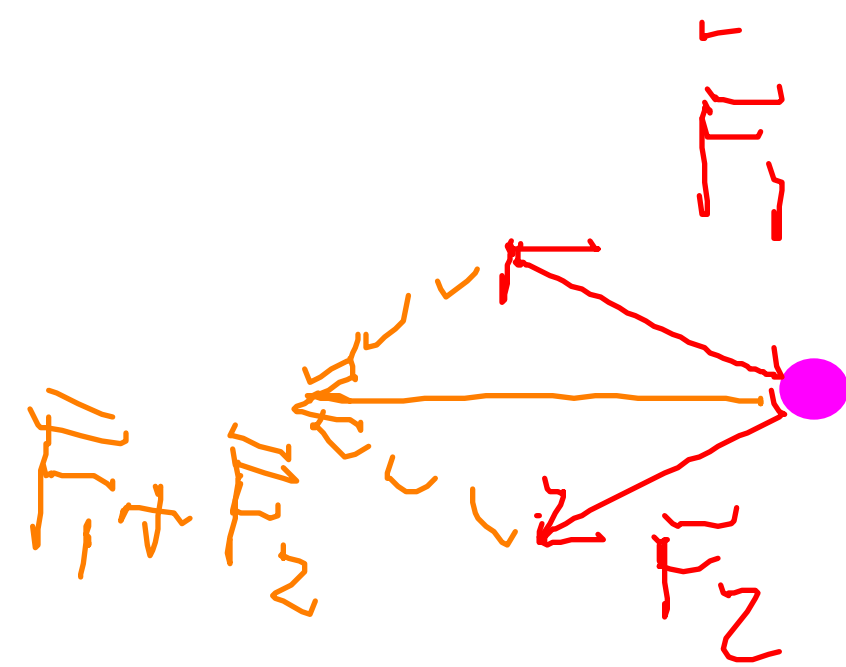
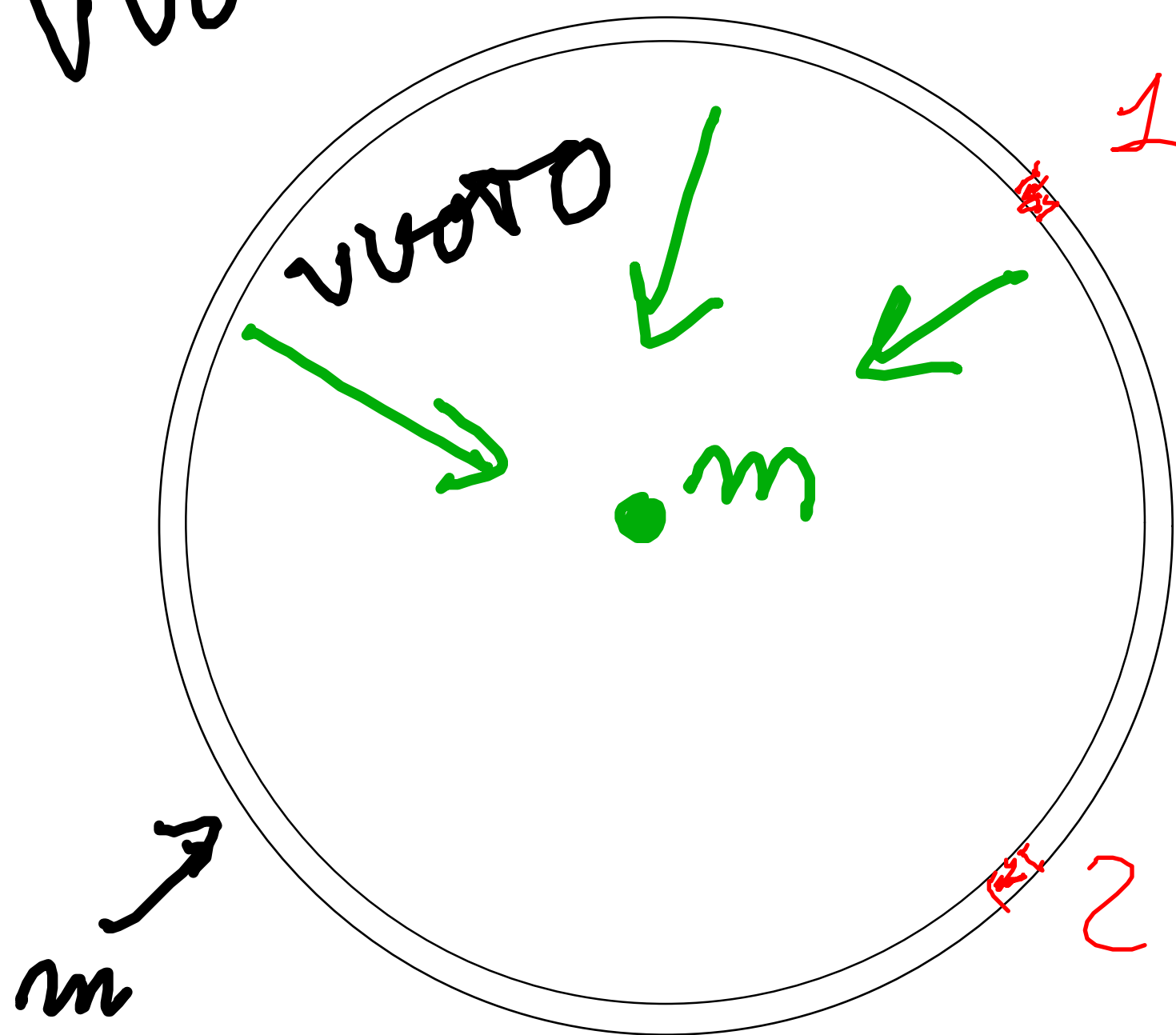
VERSO

CAMPO CENTRALE

TEOREMA DEI GUSCI I

→ simmetria sferica

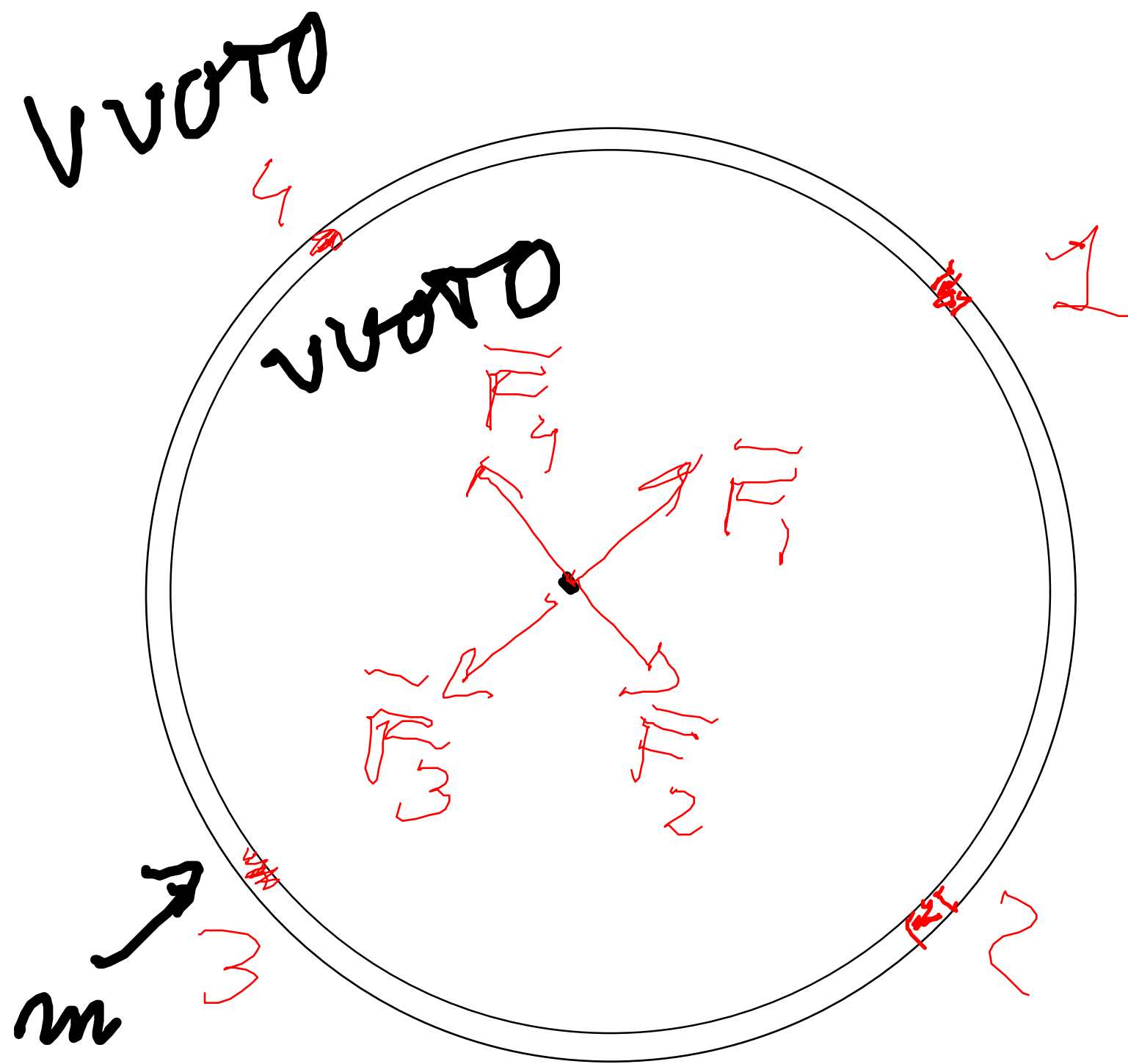
VUOTO



I: Un guscio sferico di massa uniforme attrae una particella esterna come se tutta la massa fosse concentrata al suo centro

TEOREMA DEI GUSCI II

→ simmetria sferica

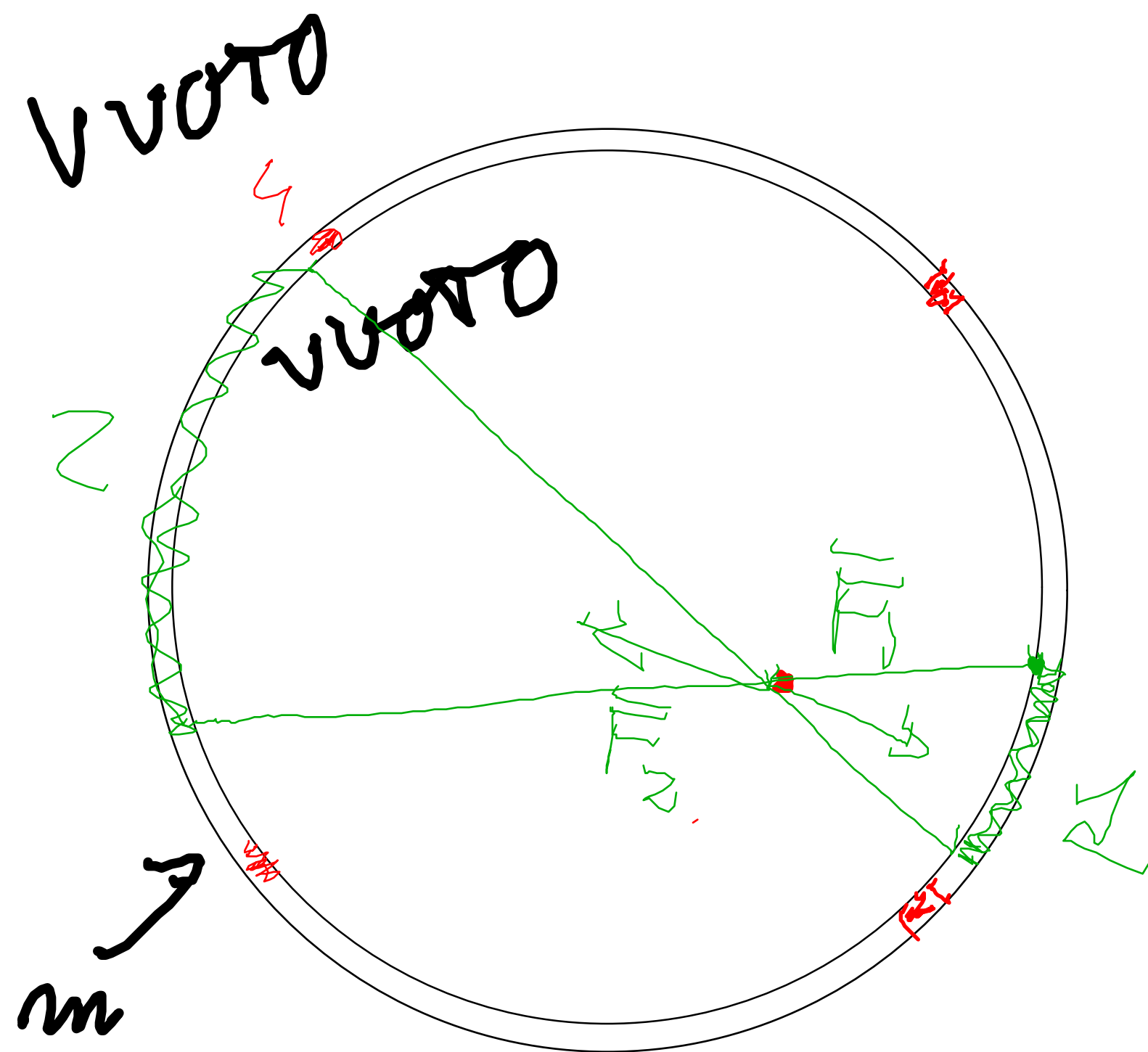


$$\sum \vec{F} = 0$$

Un guscio sferico di massa uniforme non esercita alcuna forza gravitazionale su una particella collocata in un punto qualsiasi all'interno

TEOREMI DEI GUSCI

→ simmetria sferica



$$\Sigma \vec{F} = 0$$

II: Un guscio sferico di massa uniforme non esercita alcuna forza gravitazionale su una particella collocata in un punto qualsiasi all'interno

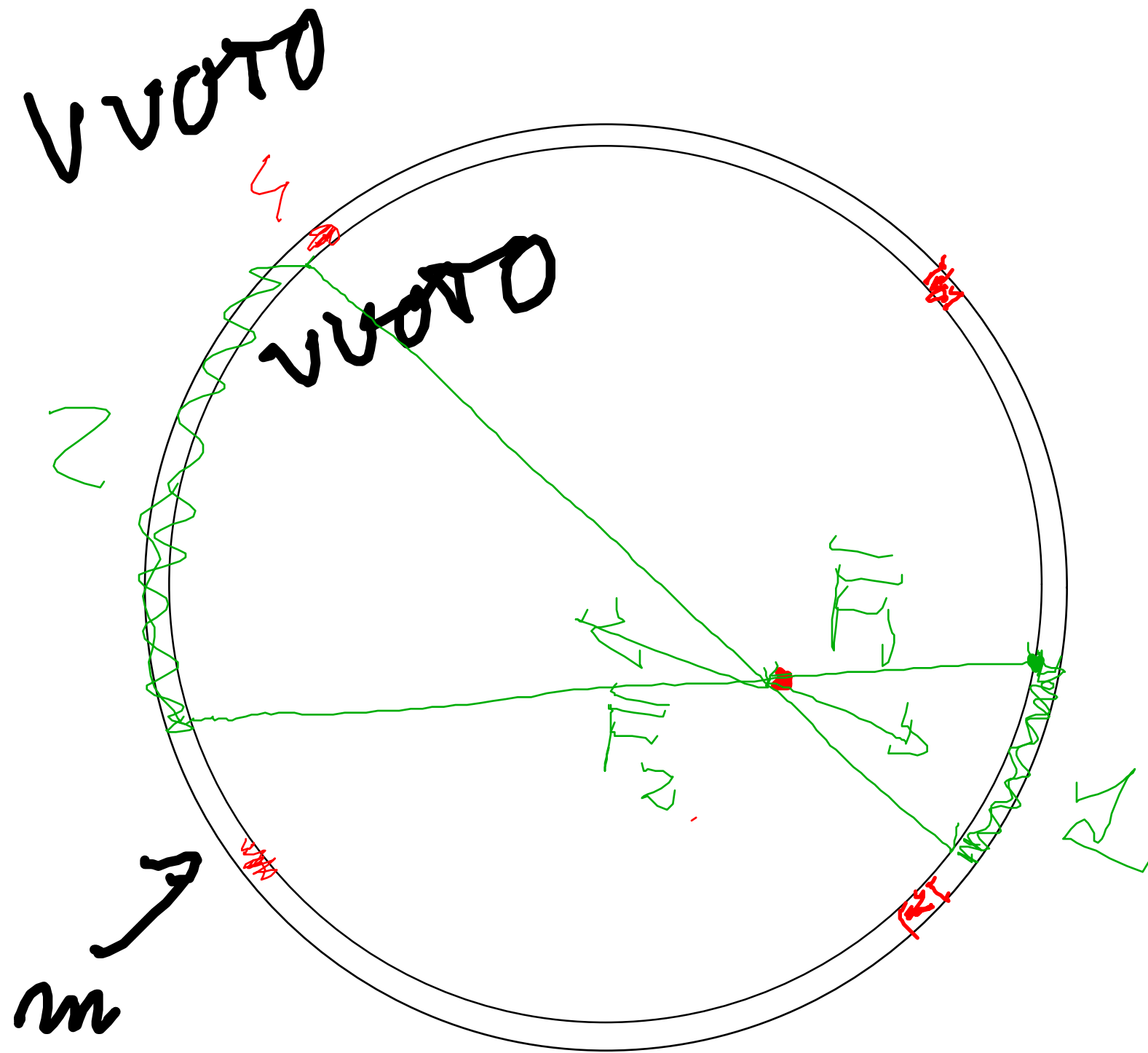
1: minor distanza
meno massa

2: maggior distanza
maggiore massa

dist: $\sim \frac{1}{r^2}$
massa: $\sim r^2$

TEOREMA DEI GUSCI II

→ simmetria sferica

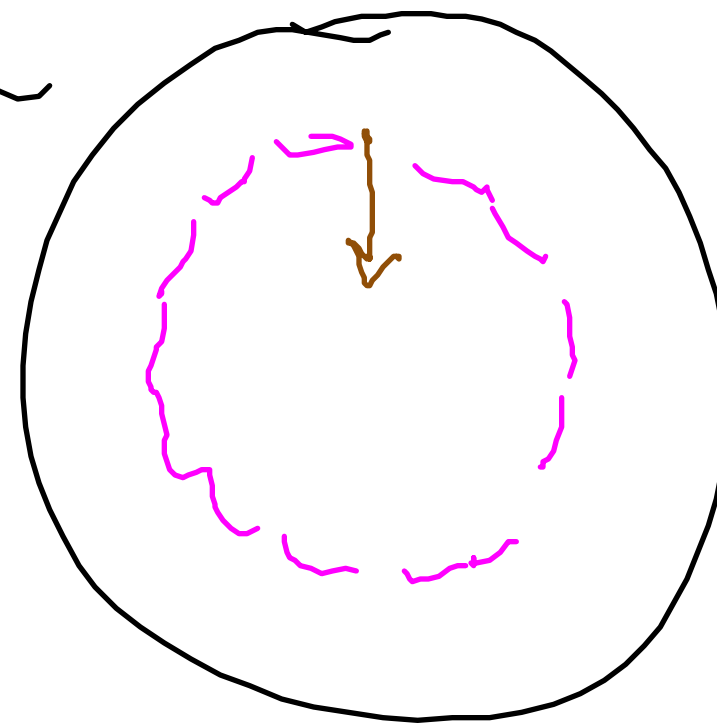


$$\sum \vec{F} = 0$$

II: Un guscio sferico di massa uniforme non esercita alcuna forza gravitazionale su una particella collocata in un punto qualsiasi all'interno

COROLLARIO

Terra



all'interno di una sfera piena il campo è dovuto solo alla porzione interna