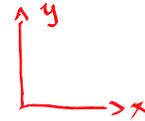


Le MRUA :-)

$$\vec{g} = \begin{bmatrix} 0 \\ -9,81 \end{bmatrix}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

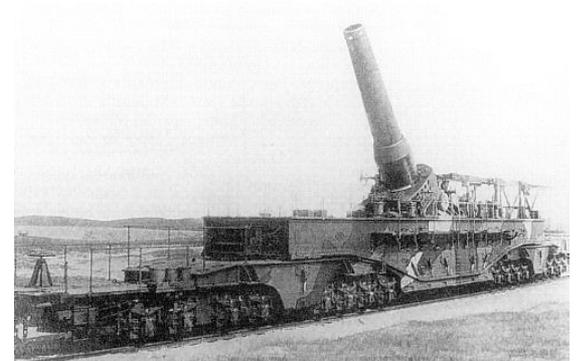


$$\vec{x}(t) : \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix}_{xy} = \begin{bmatrix} u_0 t + x_0 \\ -gt^2/2 + v_0 t + y_0 \end{bmatrix}_{xy}$$

$$\vec{v}(t) : \begin{bmatrix} v_x(t) \\ v_y(t) \end{bmatrix}_{xy} = \begin{bmatrix} u(t) \\ v(t) \end{bmatrix}_{xy} = \begin{bmatrix} u_0 \\ -gt + v_0 \end{bmatrix}_{xy}$$

$$\vec{a}(t) : \begin{bmatrix} a_x(t) \\ a_y(t) \end{bmatrix}_{xy} = \begin{bmatrix} 0 \\ -g \end{bmatrix}_{xy}$$

La description mathématique du mouvement d'un projectile sous l'effet de la gravité en négligeant la friction de l'air et des tas d'autres effets rigolos comme la rotation de la terre...



En général

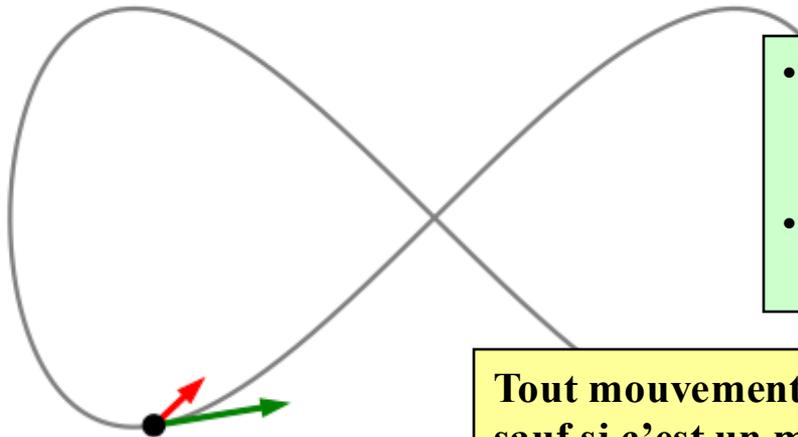
$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{x}}{dt}(t) = \frac{dx}{dt}(t) \vec{e}_x + \frac{dy}{dt} \vec{e}_y$$

$$\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt}(t) = \frac{dv_x}{dt}(t) \vec{e}_x + \frac{dv_y}{dt} \vec{e}_y$$

vitesse $\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt}$

accélération $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{x}}{dt^2}$

Ne pas oublier !



- La vitesse instantanée est tangente à la trajectoire !
- L'accélération correspond à un changement de norme et/ou de direction de la vitesse !

Tout mouvement présente toujours une accélération, sauf si c'est un mouvement rectiligne uniforme.

C'est dû au changement de direction ou du module de la vitesse !

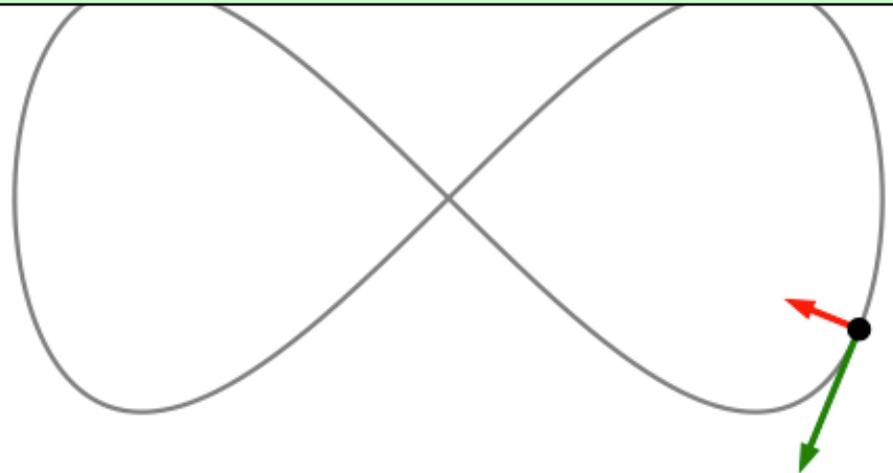
$$\frac{d\vec{x}}{dt}(t) = \vec{v}(t)$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt}(t) = \vec{a}(t)$$

$$m \vec{a}(t) = \sum \vec{F}(t)$$

- La position, la vitesse, l'accélération, les forces sont des vecteurs !
Il faut donc bien maîtriser l'algèbre vectorielle !
- A l'exception du mouvement rectiligne à vitesse constante, tout autre type de mouvement présente une **accélération centripète** due au changement de direction et/ou de norme de la vitesse.

Ne pas
oublier !



$$\frac{d\vec{x}}{dt}(t) = \vec{v}(t)$$

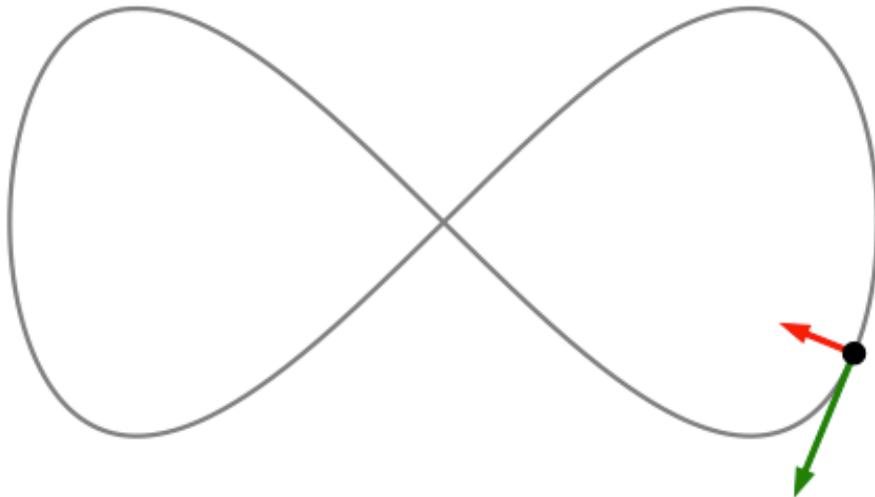
$$\frac{d\vec{v}}{dt}(t) = \vec{a}(t)$$

$$m \vec{a}(t) = \sum \vec{F}(t)$$

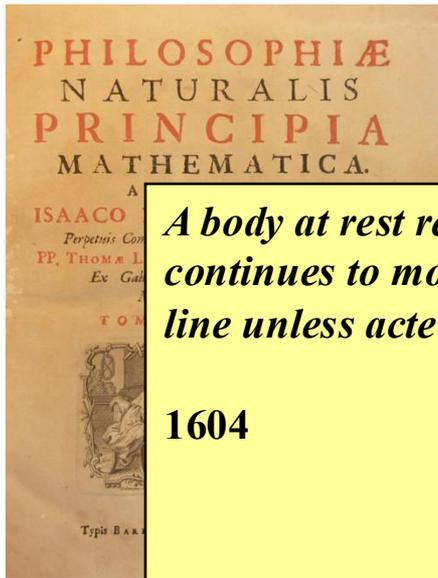
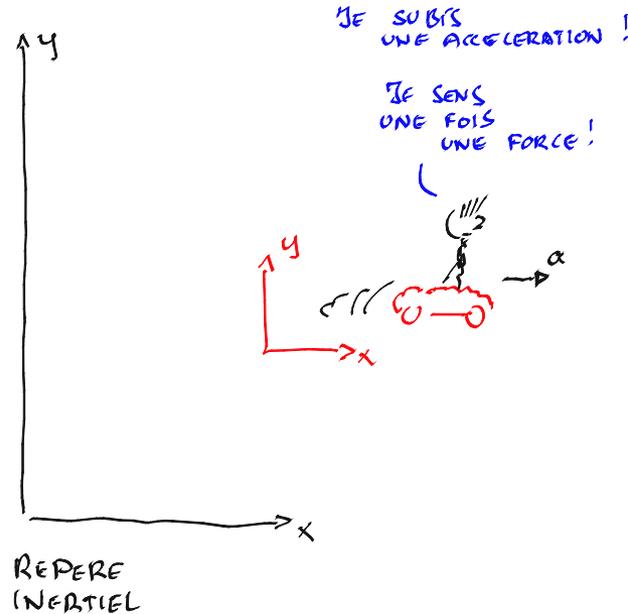
La cinématique est la description mathématique des mouvements sans se soucier de leur origine !

Le mouvement est décrit par des vecteurs dont les composantes sont des fonctions du temps

Cinématique



La première loi de Newton



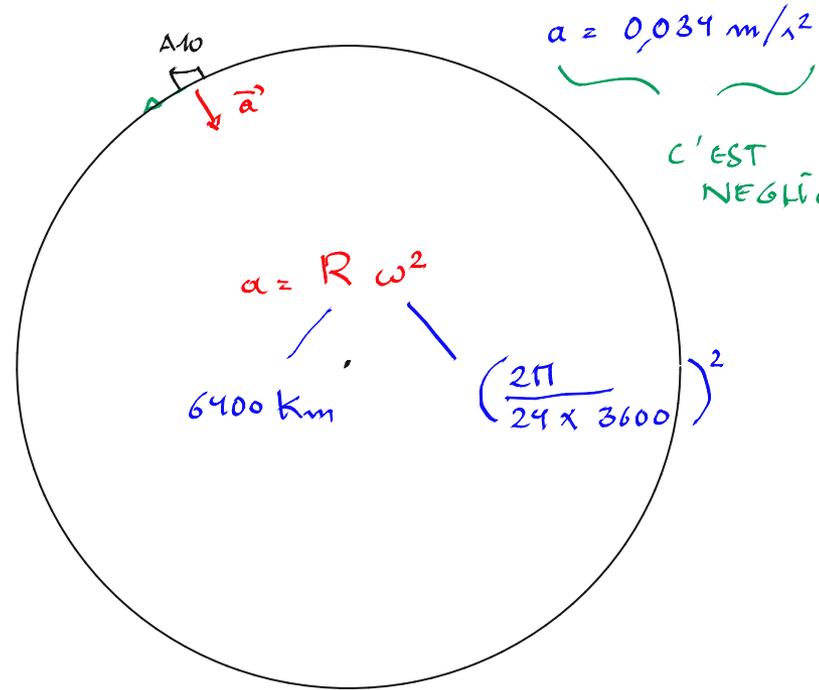
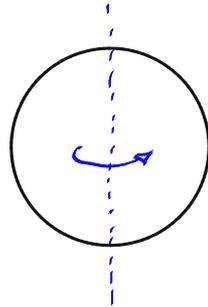
A body at rest remains at rest and a body in motion continues to move at constant velocity along a straight line unless acted upon by an external force...

1604



A10 : est-ce un repère inertiel ?

LA TERRE AUTOUR D'ELLE MÊME
LA TERRE TOURNE AUTOUR DU SOLEIL
LE SOLEIL ROUGE DANS LA VOIE LACTÉE



C'EST NEGLIGGABLE

C'EST 15 X PLUS PETIT QUE L'EFFET DE LA ROTATION DE LA TERRE

$$\frac{d\vec{x}}{dt}(t) = \vec{v}(t)$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt}(t) = \vec{a}(t)$$

$$m \vec{a}(t) = \sum \vec{F}(t)$$

Dynamique

La dynamique explique le mouvement des corps en faisant appel aux notions de **forces** et de **masses**.

Théorie de Newton :
Principae, 1687

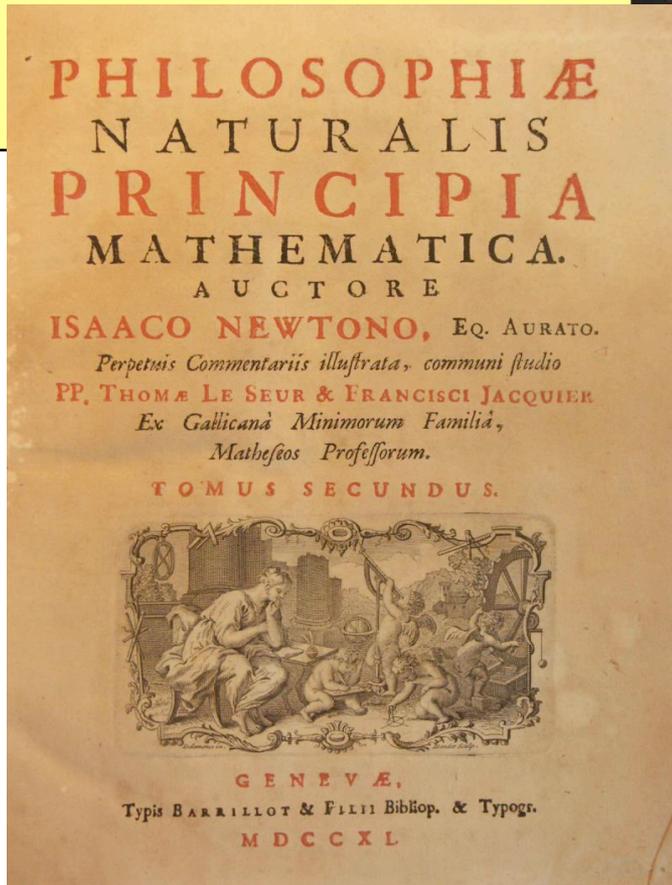


Every body perseveres in its state of rest or of uniform motion in a right line unless it is compelled to change that state by forces impressed upon it...

Principae, 1687



Newton



Galileo

A body at rest remains at rest and a body in motion continues to move at constant velocity along a straight line unless acted upon by an external force...

1604



$$\frac{d\vec{x}}{dt}(t) = \vec{v}(t)$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt}(t) = \vec{a}(t)$$

$$m \vec{a}(t) = \sum \vec{F}(t)$$

La cinématique est la description mathématique des mouvements sans se soucier de leur origine !

Le mouvement est décrit par des vecteurs dont les composantes sont des fonctions du temps

Cinématique

Dynamique

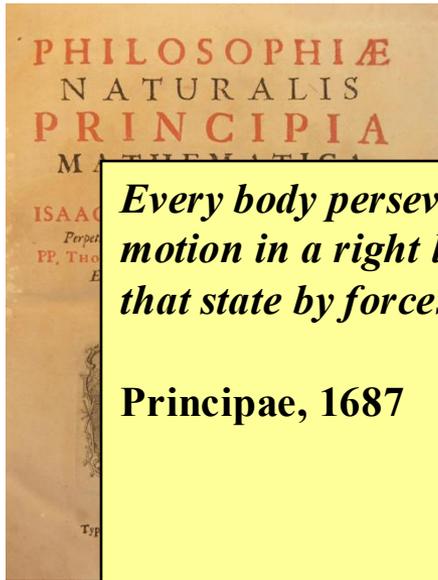
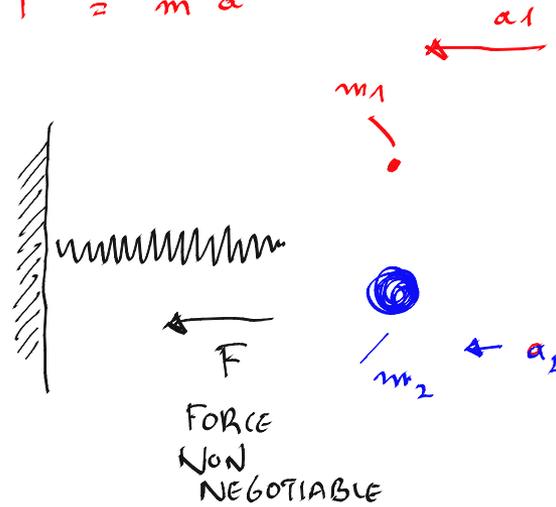
La dynamique explique le mouvement des corps en faisant appel aux notions de **forces et de **masses**.**

**Théorie de Newton :
Principae, 1687**



La seconde loi de Newton

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

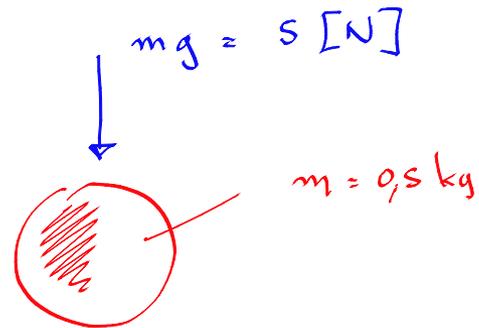


Every body perseveres in its state of rest or of uniform motion in a right line unless it is compelled to change that state by forces impressed upon it...

Principiae, 1687



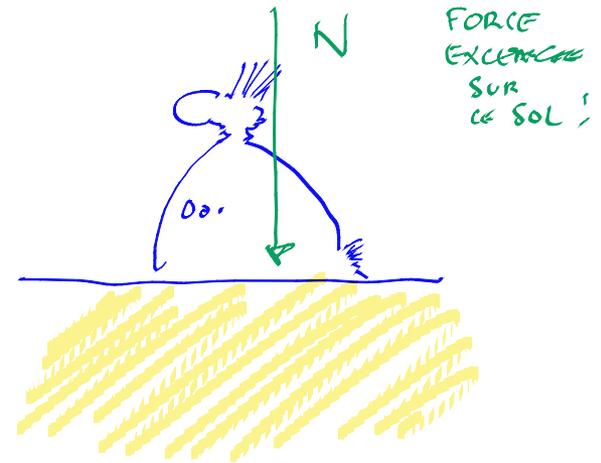
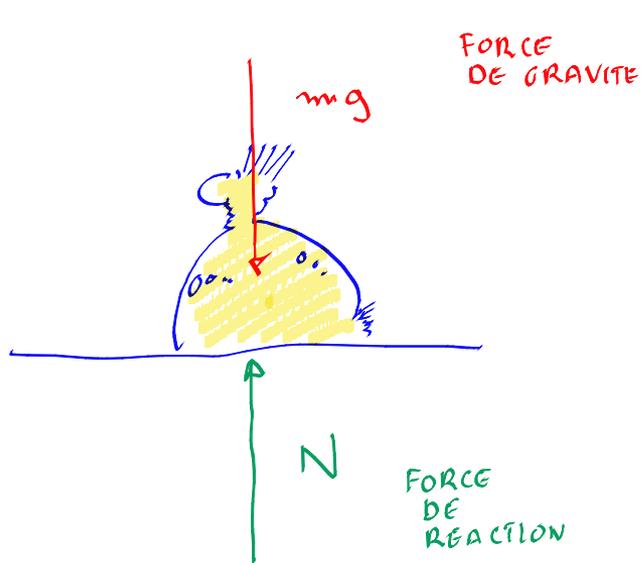
Force de gravité !



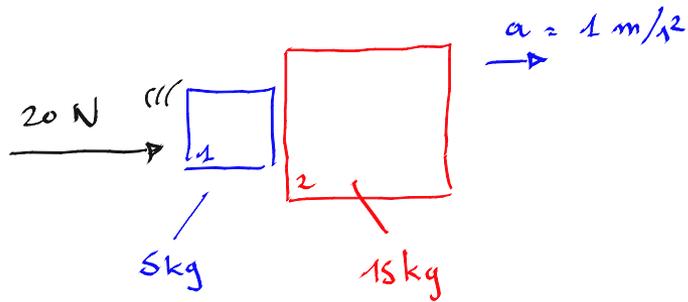
$$F = \underset{\substack{0,5 \\ \text{kg}}}{m} \underset{10 \text{ m/s}^2}{g} = 5 \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right] = [\text{N}]$$

La troisième loi

Action = réaction !

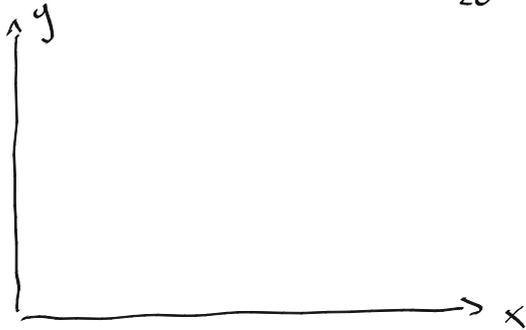


Un petit exemple



$$F = (m_1 + m_2) a$$

20 / $\underbrace{\quad}_{20 = m}$



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

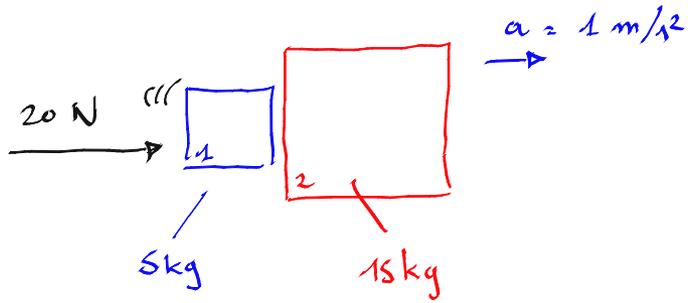
$$\begin{bmatrix} 20 \\ 0 \end{bmatrix} = m \begin{bmatrix} a_x \\ a_y \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} 20 = m a_x \\ 0 = m a_y \end{cases}$$

$$\vec{a} = \begin{bmatrix} a_x \\ a_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

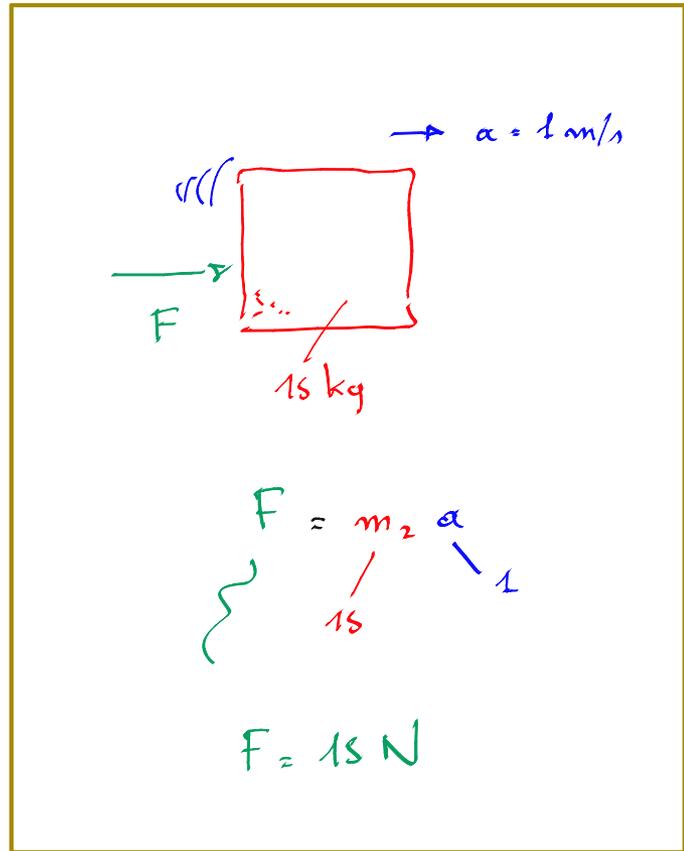
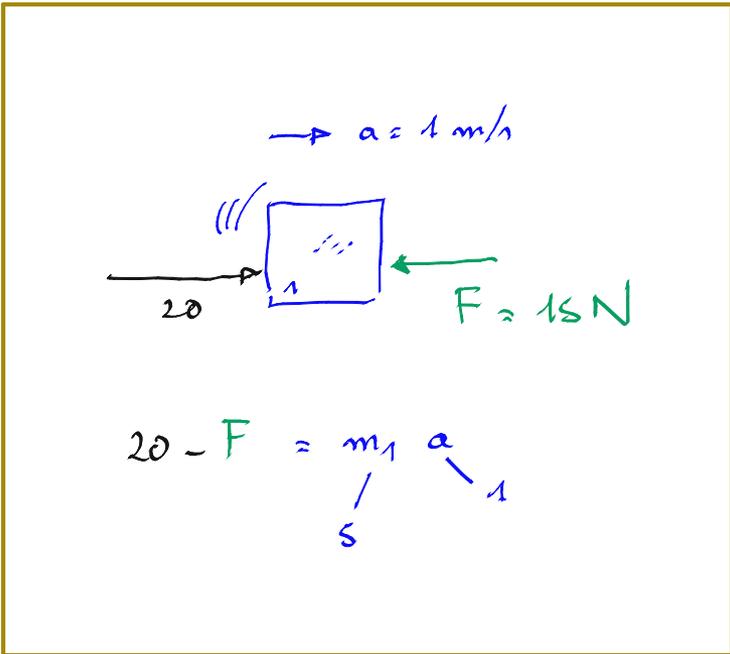
$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 1$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 20$$

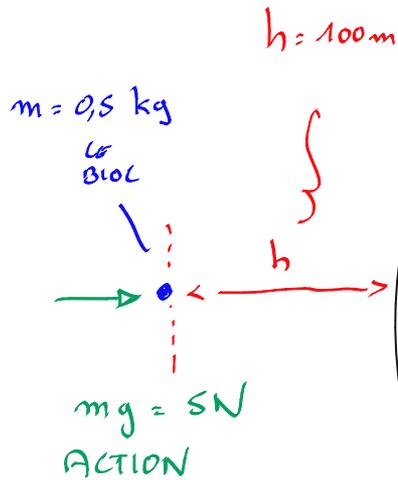


$$F = (m_1 + m_2) a$$

\swarrow \swarrow \swarrow
 20 20 = m 1



Un truc rigolo !



$$F = M a$$

$6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

$$a = \frac{5}{6} \cdot 10^{-24} \text{ m/s}^2$$

$$d = a \frac{t^2}{2} = \frac{50}{6} \cdot 10^{-24} \text{ m}$$

C'EST PAS MESURABLE

$$y(t) = h - g \frac{t^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{20} \approx 4,5 \text{ sec}$$

$$\frac{t^2}{2} = \frac{h}{g} \approx \frac{100}{10}$$

Première loi de Newton

Dans un référentiel galiléen, tout corps conserve son état de repos ou son mouvement rectiligne uniforme si la résultante des forces extérieures agissant sur le corps est nulle.

Seconde loi de Newton

$$m \vec{a}(t) = \sum \vec{F}(t)$$

Dans un référentiel galiléen, la résultante des forces agissant sur une particule de masse m produit une accélération de même orientation !

Le coefficient de proportionnalité est l'inverse de la masse.

La première loi de Newton n'est donc qu'un cas particulier de la seconde loi :-)

Troisième loi de Newton

$$\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$$

La force exercée par un objet B sur un objet A est égale en module et de sens opposé à la force exercée par l'objet A sur l'objet B .

Les 3 lois de Newton



Masse

Forces

$$m \vec{a}(t) = \sum \vec{F}(t)$$

Une mesure de la quantité de matière ?
Ou plutôt une indication de la
difficulté de faire varier la vitesse d'un
corps en y appliquant une force.

Les forces ne sont pas visibles, mais
leurs effets le sont... Il y a des forces
de contact et des forces à distances.

scalaire

vecteurs !

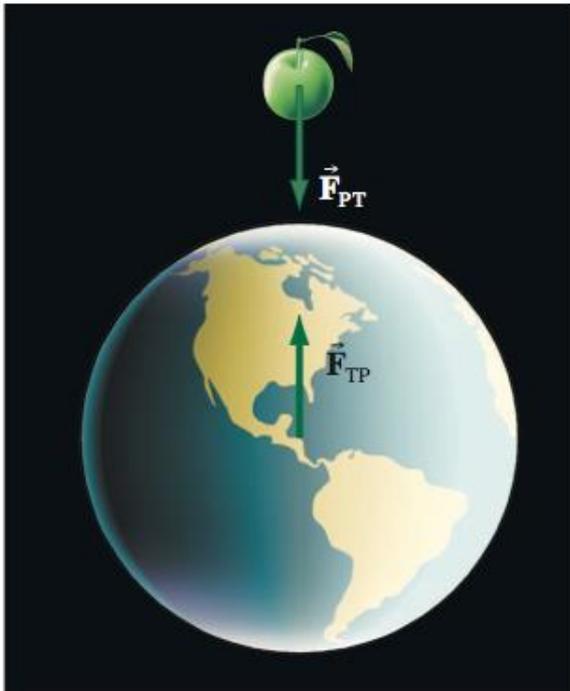
Isaac Newton
Principae, 1687



Troisième loi de Newton

$$\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$$

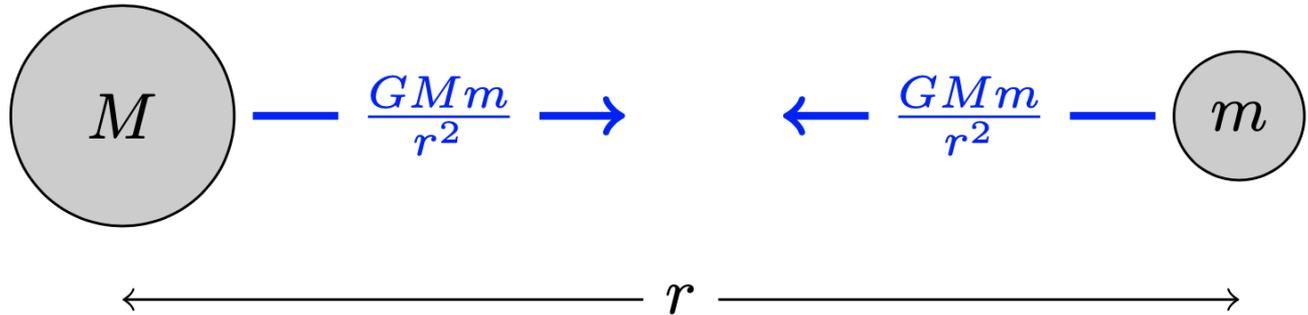
La force exercée par un objet B sur un objet A est égale en module et de sens opposé à la force exercée par l'objet A sur l'objet B



Action Réaction

Une force n'est jamais isolée

Les forces apparaissent toujours comme des **paires action-réaction.**

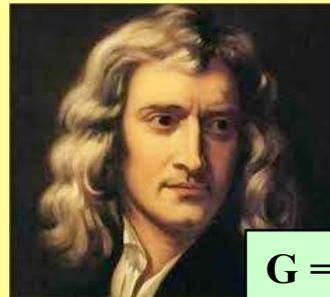


Théorie de la gravitation universelle

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

Il s'agissait ensuite d'imaginer une force qui permet d'expliquer le mouvement des planètes autour du soleil...

C'est ce qu'a fait Isaac en 1687.



$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$$

constante universelle de gravitation

Google

constante universelle de gravitation

Tous Images Vidéos Livres Actualités Plus Outils

Environ 87 800 résultats (0,38 secondes)

G : constante de gravitation universelle ($G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$).

Assistance scolaire personnalisée
<https://www.assistancescolaire.com> ; reviser-une-notion ;

La loi de la gravitation universelle

À propos des extraits

Autres questions :

Quelle est la valeur de G ?

Est-ce que G est constante ?

Quelle est la valeur de la constante de gravitation universelle ?

Comment s'appelle la constante G ?

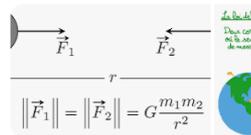
Commentaires

Constante grav

En physique, la constante connue comme la constante notée G, est la constante universelle de la gravitation.

Base SI : mètre cube par la carrée $\text{m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

Dimension : $\text{M}^{-1} \cdot \text{L}^3 \cdot \text{T}^{-2}$



$$F = \frac{G M_{\text{terre}} m}{R_{\text{terre}}^2} = mg$$



$$R_{\text{terre}} = 6371 \text{ km}$$

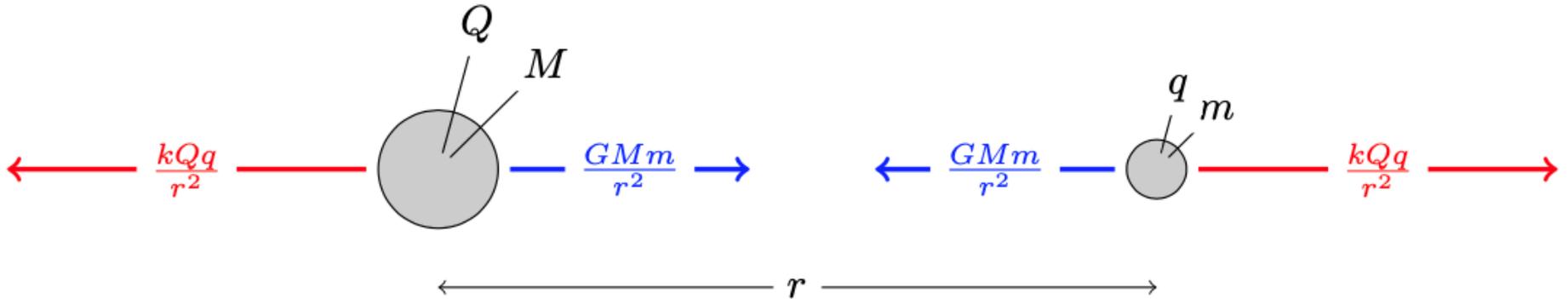
$$M_{\text{terre}} = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$$

La force de gravité = mg

La force de Coulomb...

$$F = \frac{kQq}{r^2}$$

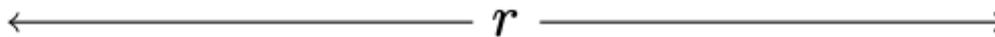
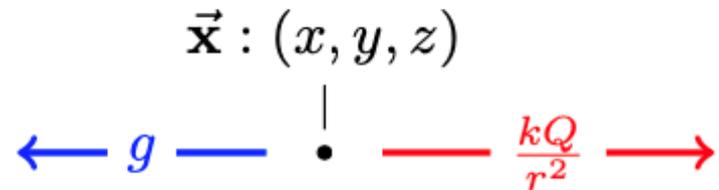
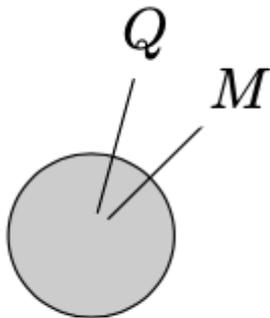


$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

... et la force de gravité

Le champ électrique...

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$



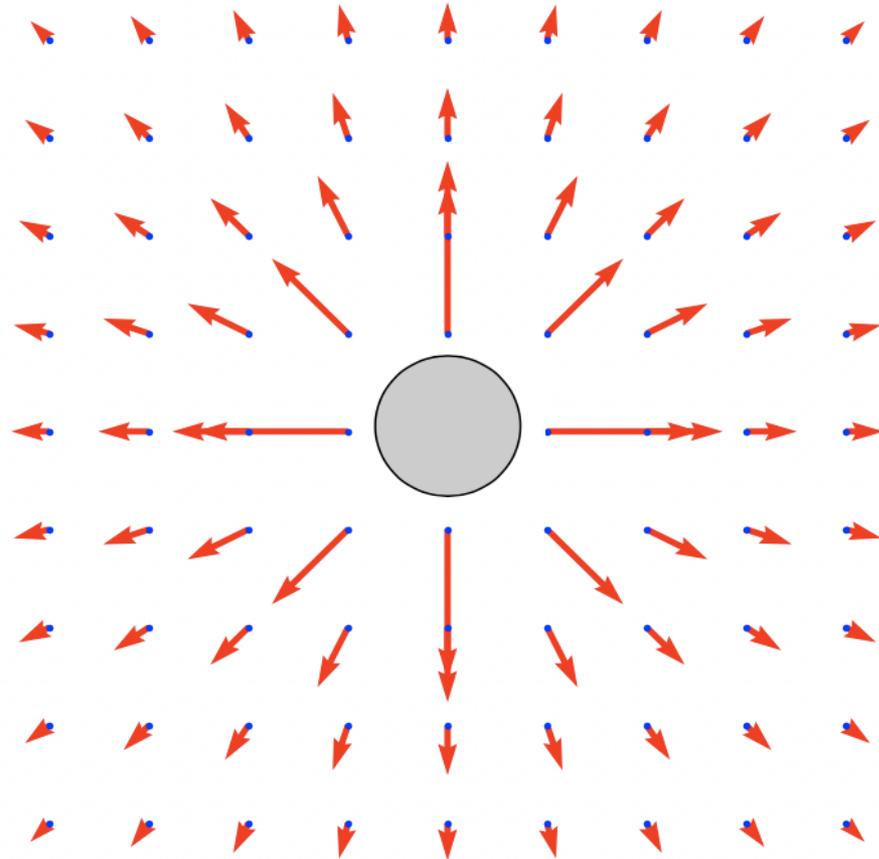
$$E = \frac{GM}{\underbrace{r^2}_g}$$

... et le champ gravitationnel

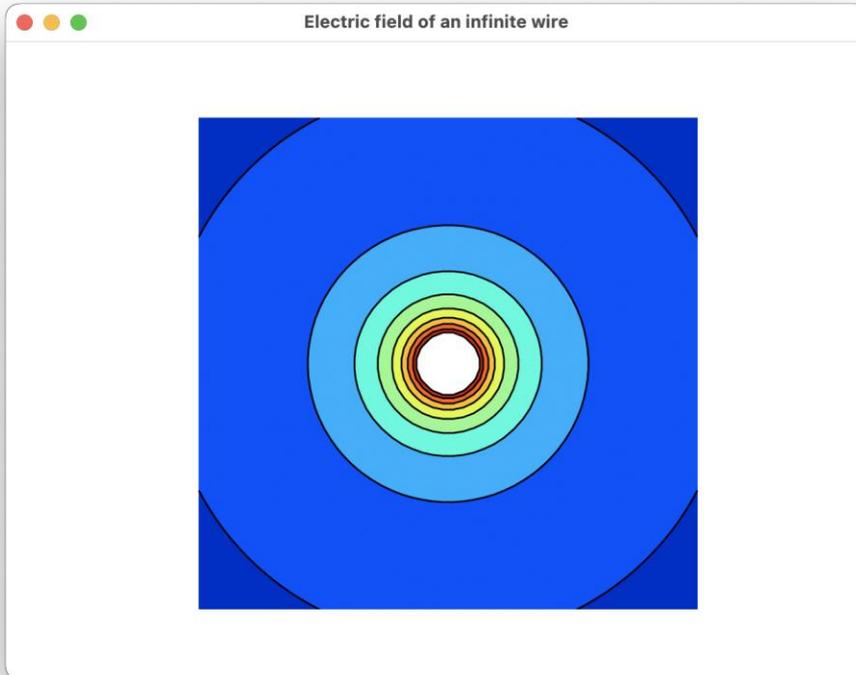
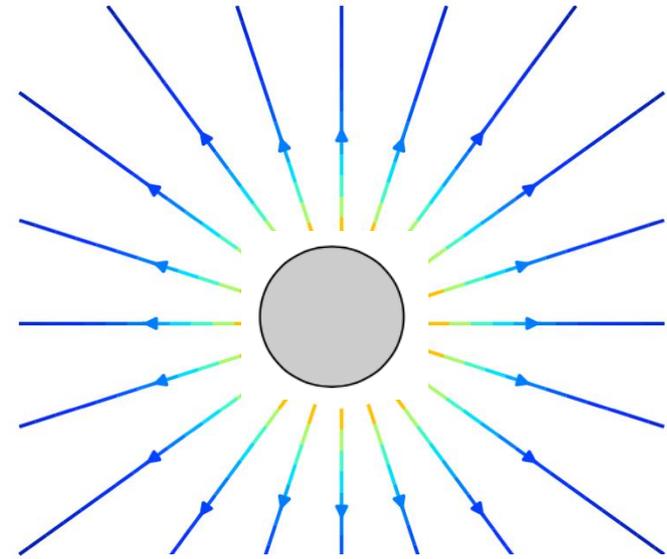
Un câble infini chargé perpendiculaire au plan

En 2D, c'est plus facile !

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$$



Lignes du champ ...

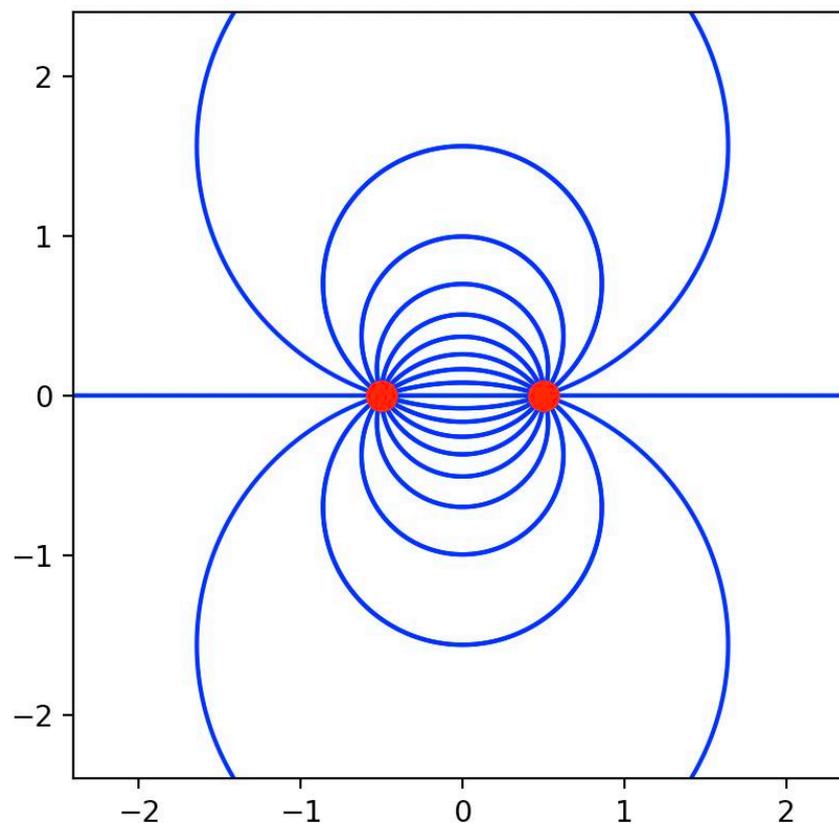


$$\vec{E}(\vec{x}) = \begin{bmatrix} E_x(x, y) \\ E_y(x, y) \\ 0 \end{bmatrix}$$

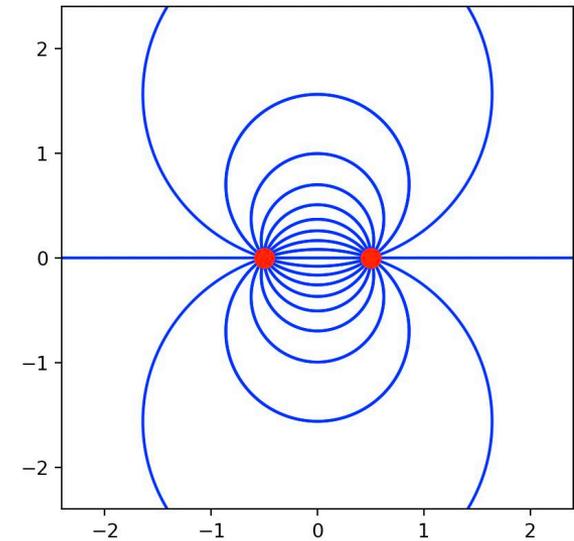
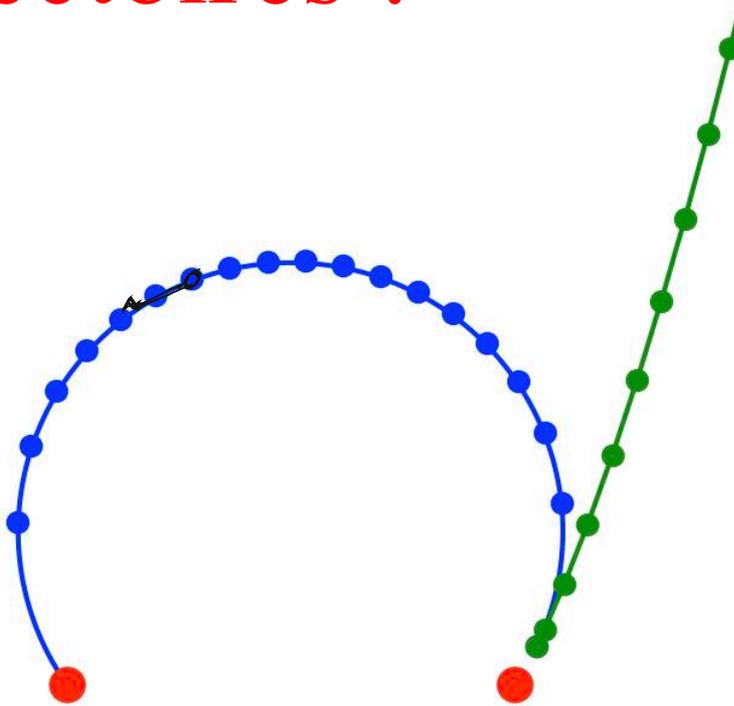
$$E(\vec{x}) = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

... intensité du champ !

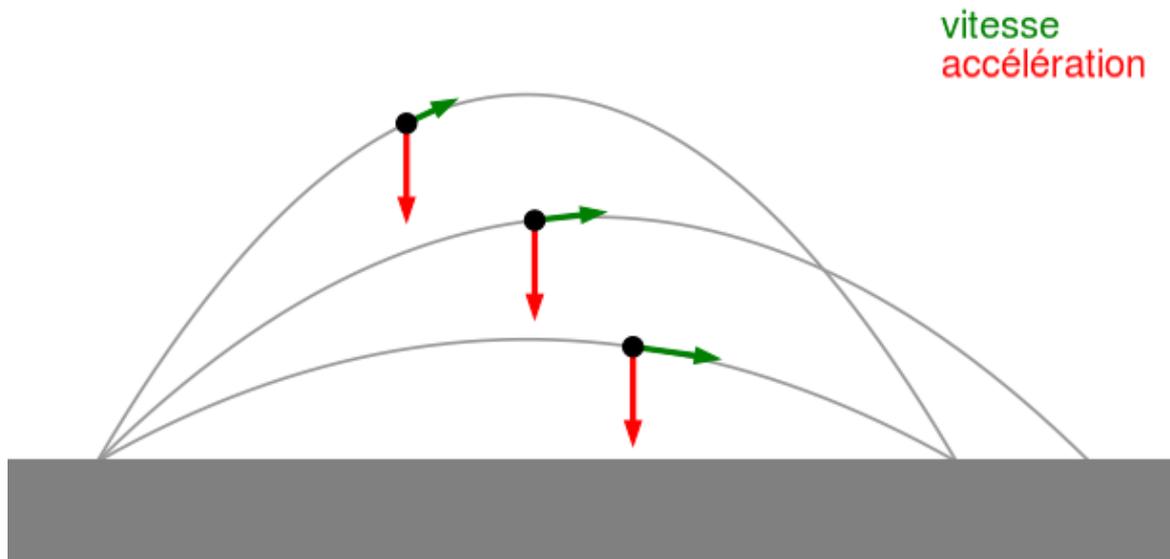
Deux cables chargés perpendiculaires au plan



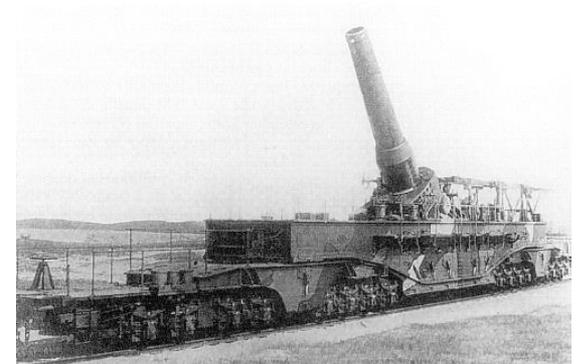
Les lignes du champ
ne sont pas des
trajectoires !



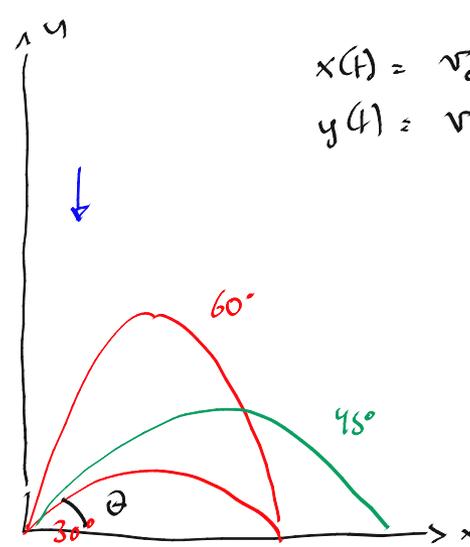
Le MRUA :-)



**Comment obtenir la distance de l'impact
par rapport à l'obusier ?**



La trajectoire de l'obus est une parabole !



$$x(t) = v_0 \cos \theta t$$

$$y(t) = v_0 \sin \theta t - g \frac{t^2}{2}$$

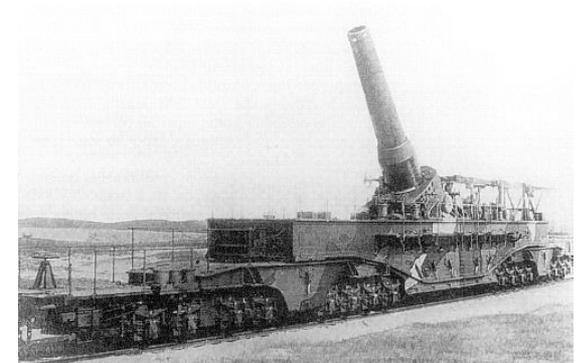
$$t = \frac{x}{v_0 \cos \theta}$$

$$y = v_0 \sin \theta t - \frac{g}{2} t^2$$

$$y = v_0 \sin \theta \frac{x}{v_0 \cos \theta} - \frac{g}{2} \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \theta}$$

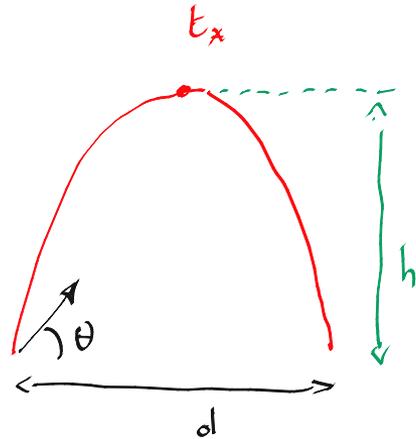
$$y(x) = \underbrace{t \sin \theta}_{\text{cst}} x - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \theta} x^2$$

Un peu d'artillerie



Hauteur maximale ?
Où va tomber l'obus ?

SOMMET



$$\underbrace{y'(t_*)}_{=0} = v_0 \sin \theta - g t_*$$

$$t_* = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$$

SOL

$$0 = y(t_s)$$

$$t_s = 2 t_*$$

$$x(t_s) = v_0 \cos \theta \cdot \frac{2 v_0 \sin \theta}{g}$$

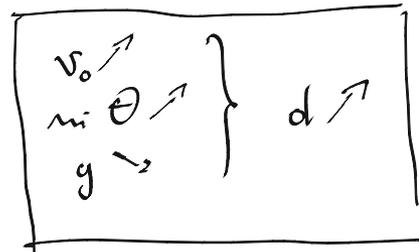
$$= v_0^2 \frac{\sin(2\theta)}{g}$$

$\frac{m^2}{s^2}$ $\frac{m}{s^2}$

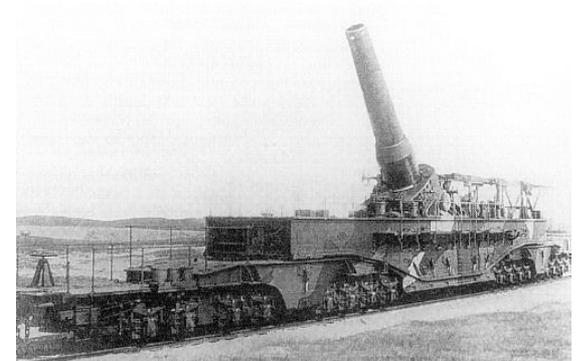
$$y(t_*) = v_0 \sin \theta \cdot \frac{v_0 \sin \theta}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{g^2}$$

h t_x t_*^2

$$= \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$$



Un peu d'artillerie



Quand
faut-il
lacher
la bombe ?

Physics 3.5.3e - Dropping a Bomb - Projectile Motion - YouTube

Page précédente Page suivante Actualiser itube.com/watch?v=IhY9LBNVroo

YouTube BE

Copyright (c) 2007 by Derek Owens

36

3e - Dropping a Bomb - Projectile Motion

Derek Owens · 962 vidéos

10 413

34 1

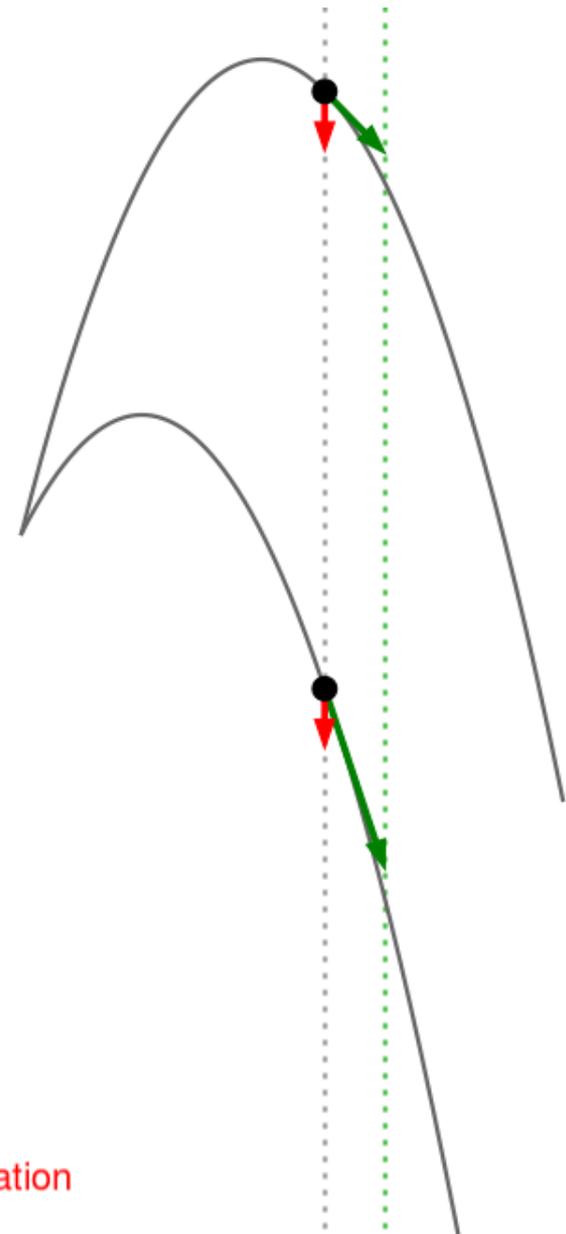
<http://www.youtube.com/watch?v=IhY9LBNVroo>

Quand faut-il lâcher la bombe ?

Si la vitesse initiale de la bombe est celle de l'avion, alors la vitesse horizontale de la bombe restera égale à celle de l'avion

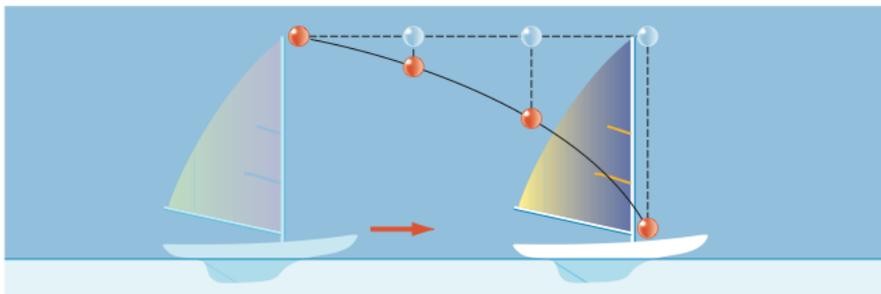


vitesse
accélération

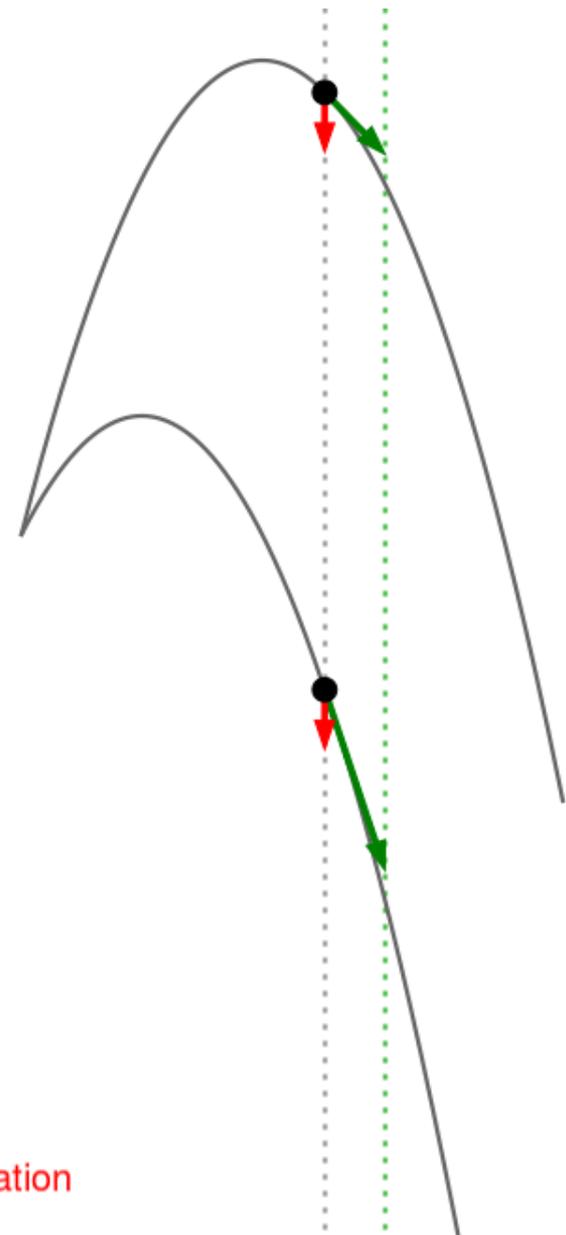


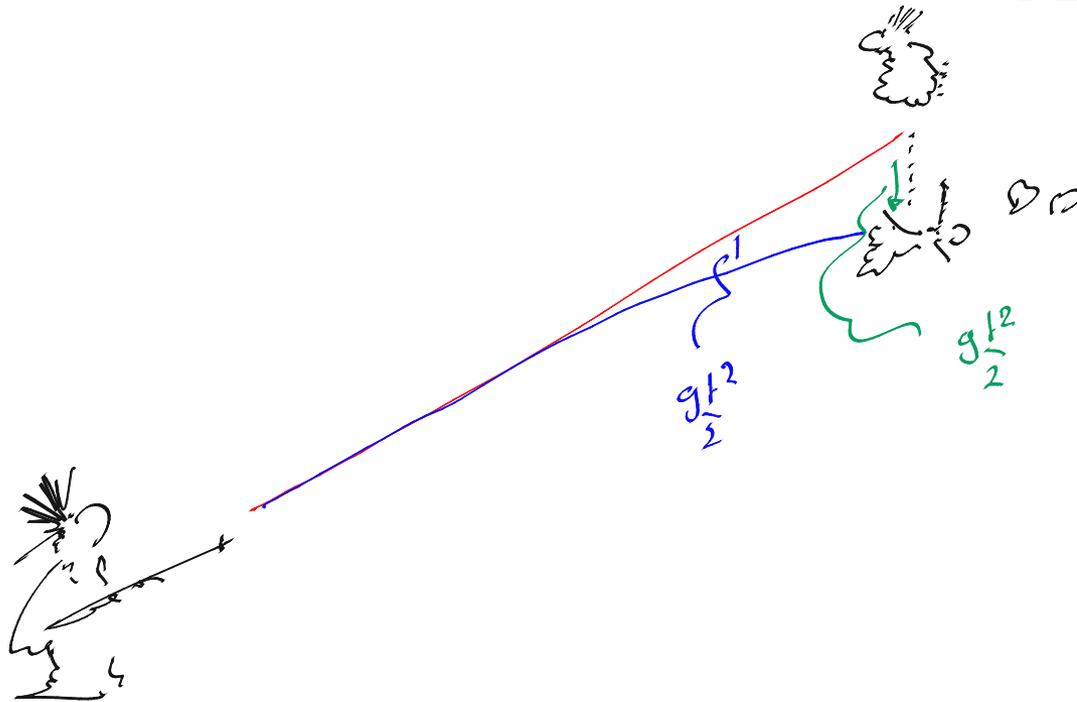
Si on lâche
la bombe du
haut du mât
du bateau ?

Si la vitesse initiale de la bombe est celle du bateau,
alors la vitesse horizontale de la bombe
restera égale à celle du bateau.



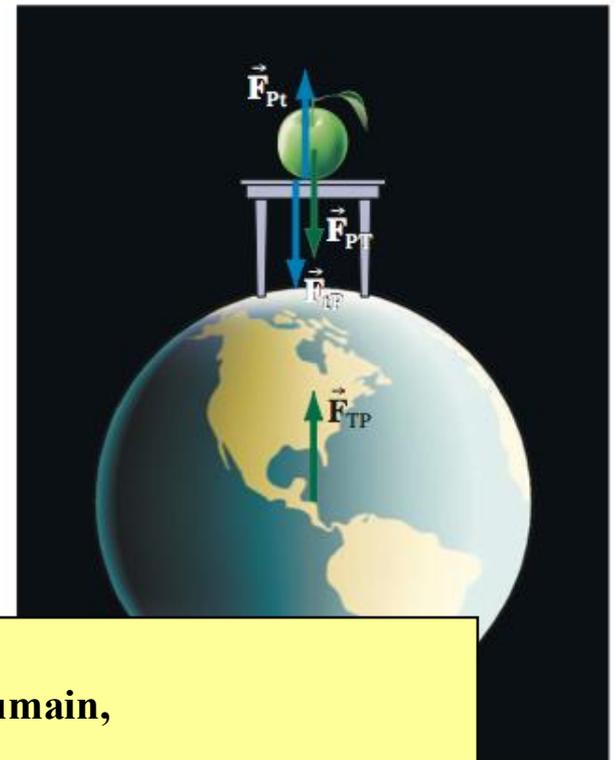
vitesse
accélération





Histoire d'un singe
et d'un chasseur !

Systeme de particules



Pour analyser la stabilité d'un pont,
pour prédire le fonctionnement d'une machine ou du corps humain,
on va isoler les diverses composantes
en tirant profit de la troisième loi de Newton !

Il est maintenant possible de prédire le comportement de systèmes avec plusieurs
corps qu'on va approximer comme des **particules** (ou **points matériels**).

Une particule est un corps de volume nul,
mais de masse finie...

C'est évidemment une fiction mathématique !

Mais cela permet d'utiliser le modèle mathématique très simple
qu'est la mécanique du point.

$$\frac{d\vec{x}}{dt}(t) = \vec{v}(t)$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt}(t) = \vec{a}(t)$$

$$m \vec{a}(t) = \sum \vec{F}(t)$$

Les 3 lois de Newton !



Ne pas
oublier !

- Si la somme de forces sur un corps est nulle, tout corps reste au repos ou en mouvement à vitesse constante dans un **repère inertiel** !
- La seconde loi de Newton ($F=ma$) met en relation l'accélération, la masse et les forces dans un **repère inertiel** !
- La force exercée par un objet sur un autre est opposée à celle exercée par l'autre corps sur lui-même. C'est le fameux principe : action-réaction :-)