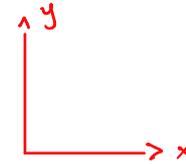


Le MRUA :-)

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



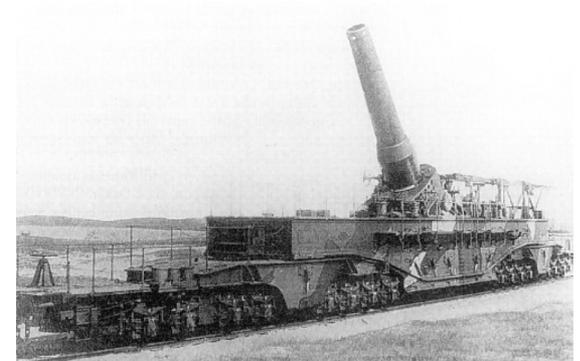
$$\vec{g} = \begin{bmatrix} 0 \\ -9,81 \end{bmatrix}$$

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

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

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

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

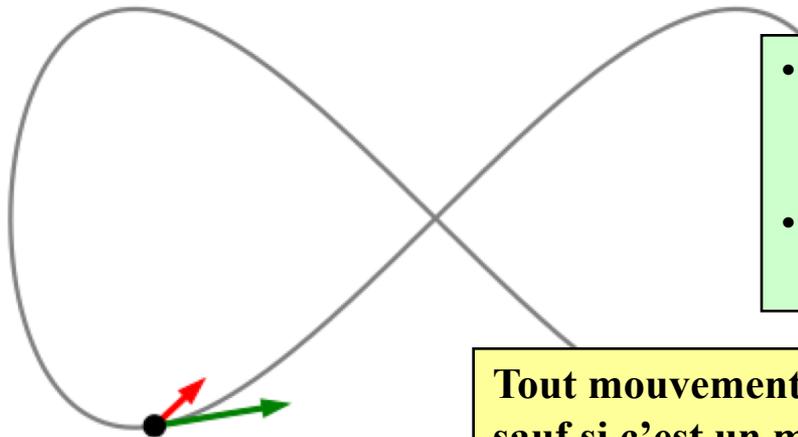
$$\vec{v}(t) = \frac{d\vec{x}}{dt}(t) = \frac{dx}{dt}(t) \vec{e}_x + \frac{dy}{dt} \vec{e}_y$$

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

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 !

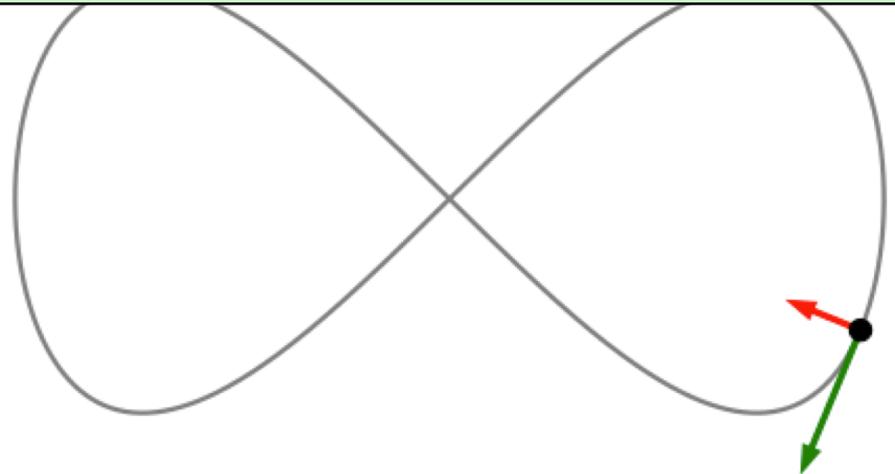
$$\frac{d\vec{x}}{dt}(t) = \vec{v}(t)$$

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

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

- 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 !



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

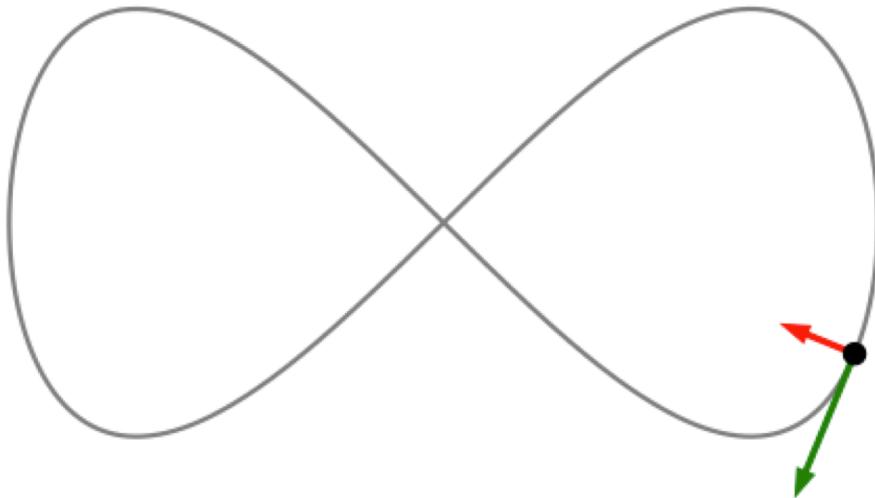
$$\frac{d\vec{v}}{dt}(t) = \vec{a}(t)$$

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

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

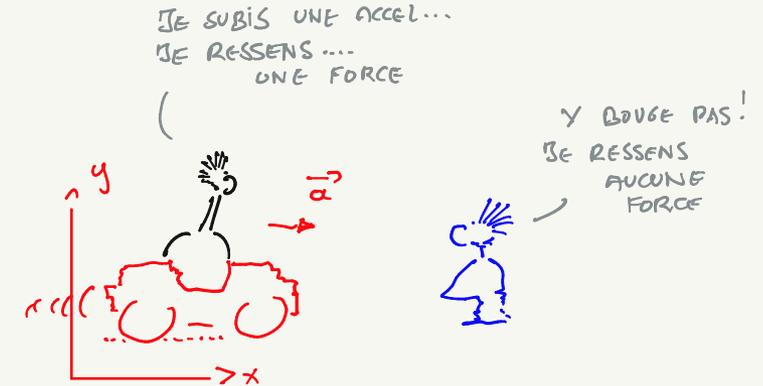
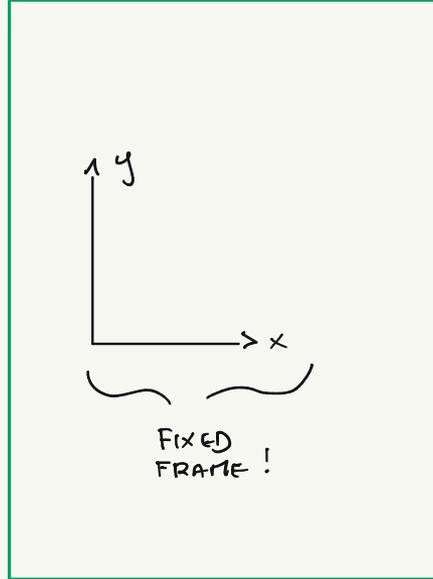
Le mouvement est décrit par des vecteurs dont les composantes sont des fonctions du temps

Cinématique

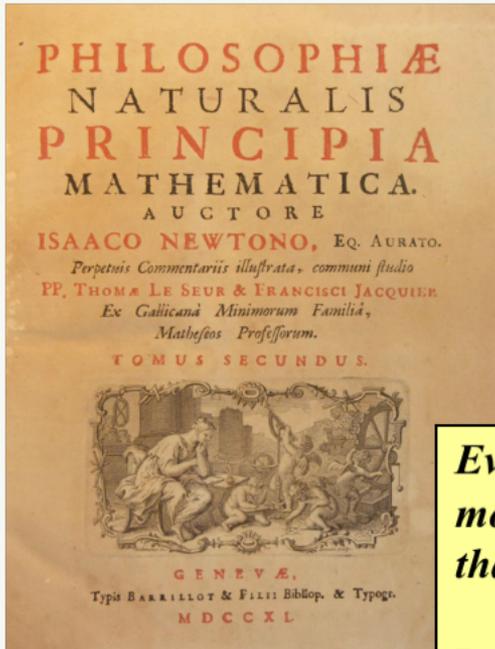


1

1^{re} LOI DE NEWTON



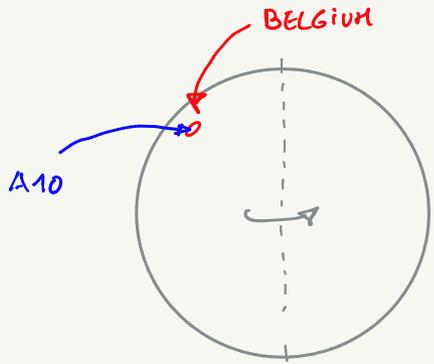
VALABLE
UNIQUEMENT DANS
UN SYSTEME D'AXES INERTIEL
QUI NE SUBIT AUCUNE ACCELERATION!



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

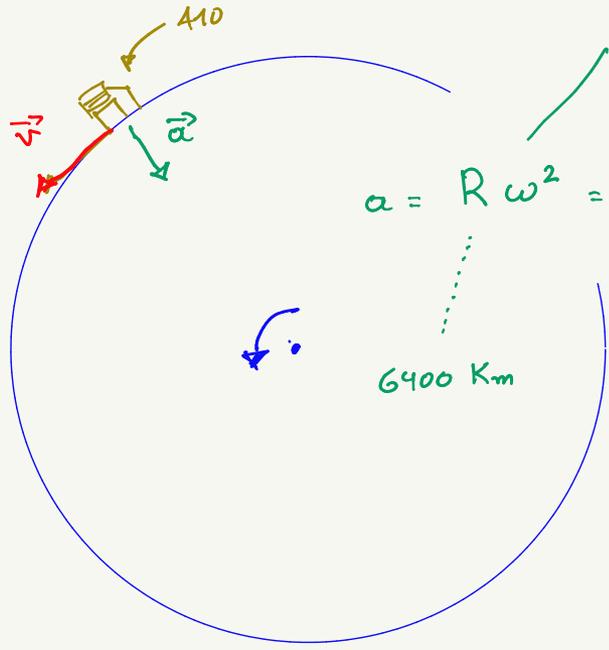
A10
= REPERE
INERTIEL ?



- LA TERRE TOURNE SUR ELLE-MÊME
- LA TERRE TOURNE AUTOUR DU SOLEIL
- LE SOLEIL TOURNE DANS LA VOIE LACTÉE

5 X PLUS
PETIT !

ACCELERATION
CENTRIFUGE



$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \left(\frac{2\pi}{24 \times 3600}\right)^2$$

$$a = R \omega^2 = 0,034 \text{ m/s}^2$$

C'EST PETIT !

C'EST
NEGLIGEABLE :-)

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

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

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

Dynamique

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

Théorie de Newton :
Principae, 1687

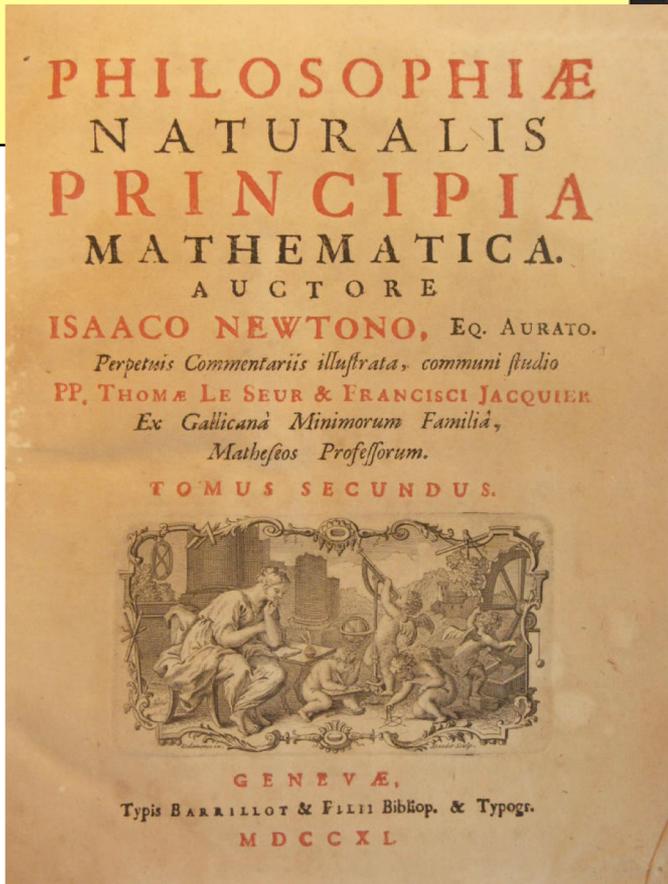


Every body perseveres in its state of rest or of uniform motion in a right line unless it is compelled to change that state by forces impressed upon it...

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**.**

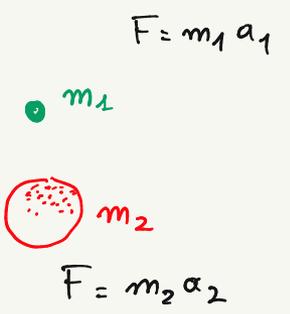
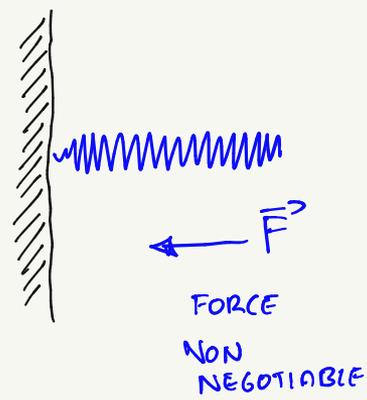
**Théorie de Newton :
Principae, 1687**



2

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

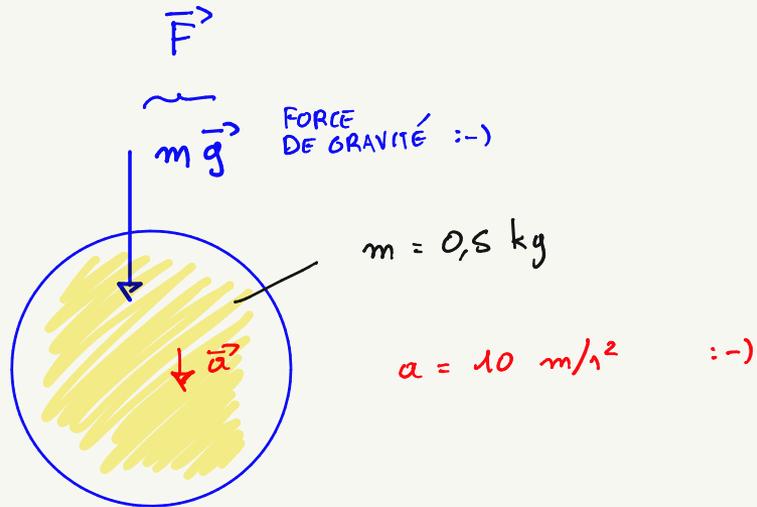
VALABLE
UNIQUEMENT
DANS UN REPERE INERTIEL !



FAIT
EXPERIMENTAL

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

FORCE : DIRECTION DE L'ACCELERATION
NORME = NORME x MASSE
ACCELERATION



$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$F = mg = 5 \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right] = 5 \text{ [N]}$$

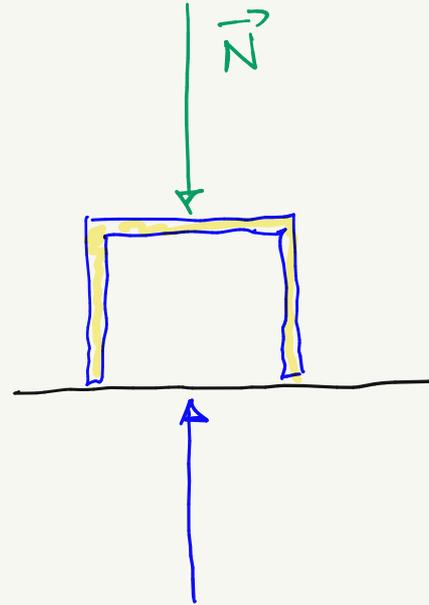
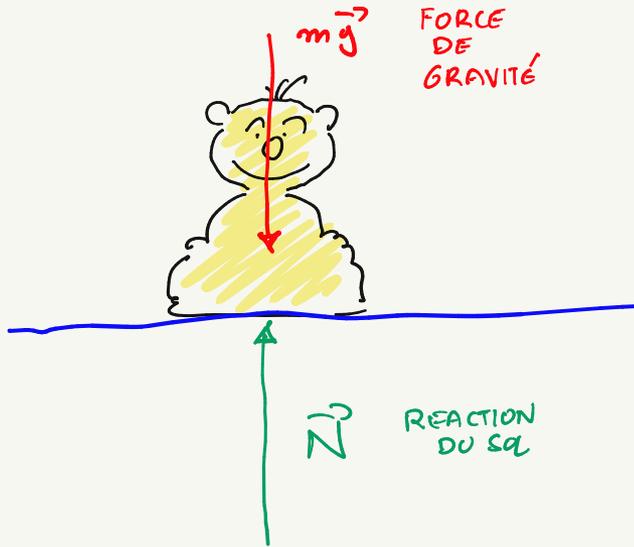
3

3^e LOI
ACTION
= REACTION

VRAI DANS
TOUS SYSTEMES D'AXES !

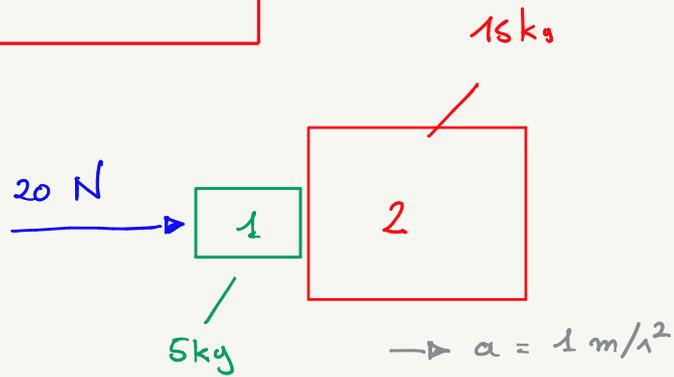
PROOF
BELIEVE

NO !
YES !



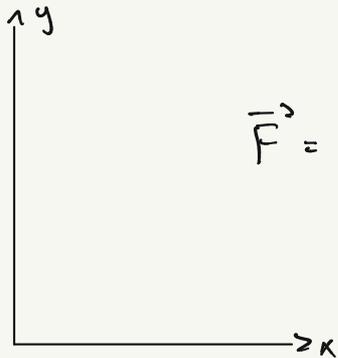
4

EXAMPLE



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

$\begin{matrix} 20 & 5 & 15 \end{matrix}$



$$\vec{F} = \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \\ 0 \end{bmatrix}$$

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

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

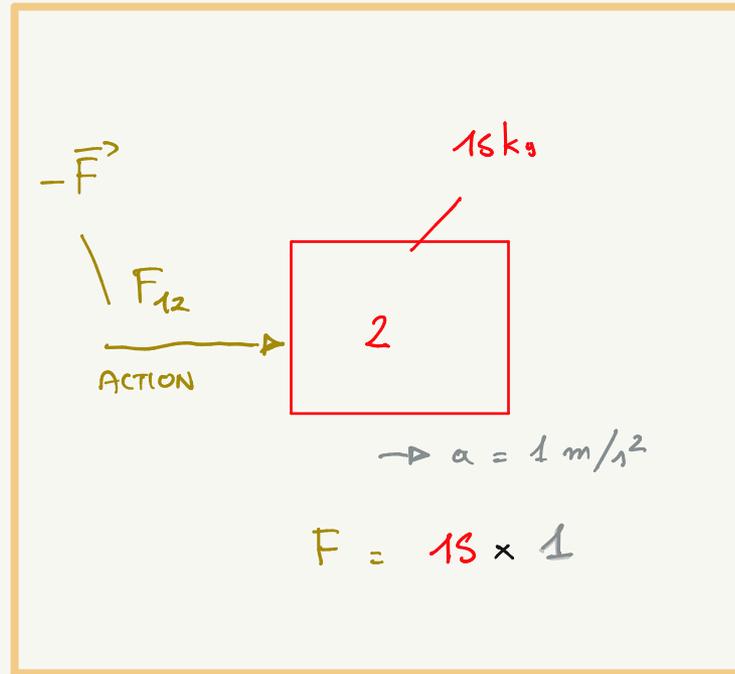
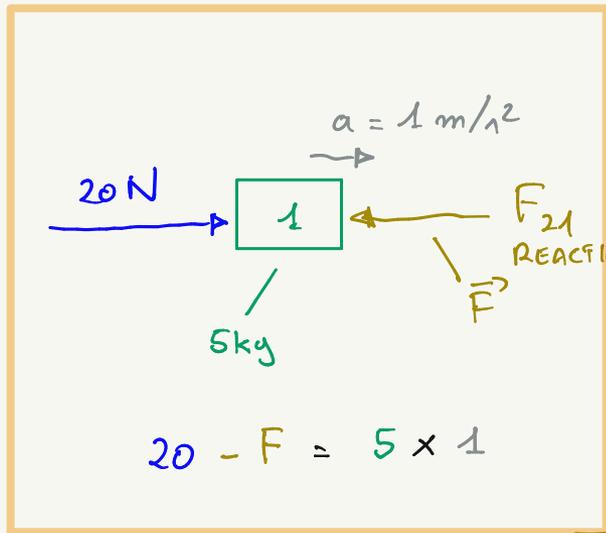
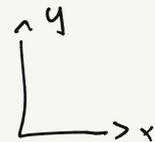
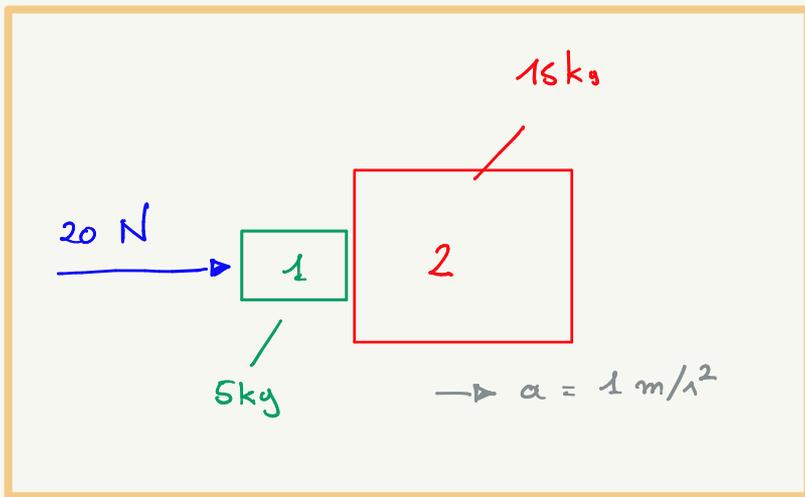
$$\begin{cases} 20 = m a_x \\ 0 = m a_y \end{cases}$$



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

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

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



$$\vec{F} = \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -15 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 15$$

5

UN TRUC RIGOLO!

$m = 0,5 \text{ kg}$

$mg = 5 \text{ N}$

ACTION

$h = 100 \text{ m}$

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

$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{200}{10}} = \sqrt{20} = 4,5 \text{ sec}$

$F = M a$

5 N

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

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

LA TERRE

5 N
REACTION

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

Première loi de Newton

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

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

La résultante des forces agissant sur une particule de masse m produit une accélération de même orientation ! 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

Isaac Newton
Principae, 1687



Masse

Forces

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

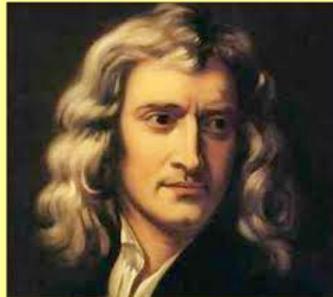
Une mesure de la quantité de matière ?
Ou plutôt une indication de la
difficulté de faire varier la vitesse d'un
corps en y appliquant une force.

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 !

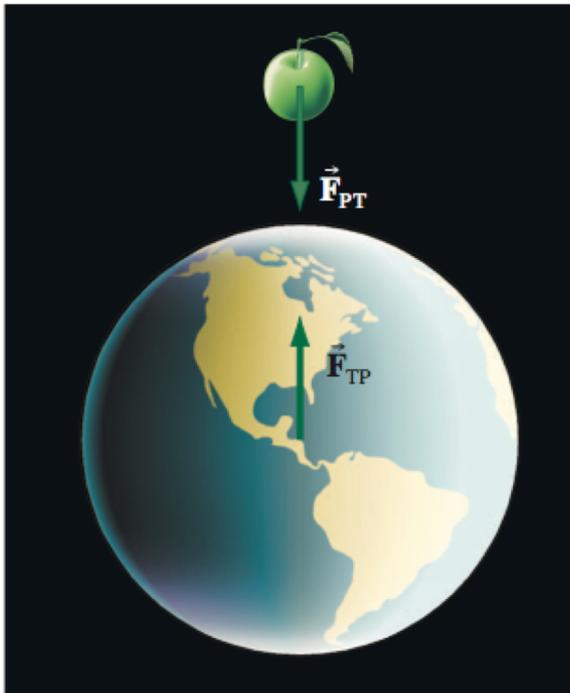
Isaac Newton
Principae, 1687



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.**

Constante gravitationnelle - Wikipedia

fr.wikipedia.org/wiki/Constante_gravitationnelle

4.2 La constante gravitationnelle de Gauss

5 Voir aussi

5.1 Bibliographie

5.2 Articles connexes

5.3 Liens externes

5.4 Notes et références

Valeur [modifier | modifier le code]

La constante gravitationnelle G est une constante de proportionnalité de la cette dernière suivant la loi en carré inverse des distances et étant proportio

Valeur dans le SI [modifier | modifier le code]

G correspond à la force entre deux masses d'un kilogramme chacune, diste

Dans les unités SI, le CODATA recommande la valeur suivante¹ :

$$G = 6,673\,84(80) \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2},$$

les chiffres entre parenthèses donnant la valeur de l'incertitude standard, qui est :

$$\pm 0,000\,80 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2},$$

soit une incertitude relative de :

peut également exprimer cette constante en :

Une autre estimation qui n'a autorité est donnée par l'Union astronomique internationale (Standish 1995).

Valeur CGS [modifier | modifier le code]



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

$$F_g = \frac{GmM}{r^2}$$

Théorie de la gravitation universelle

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.



masse terre - Recherche Google

masse terre

Page précédente Page suivante Actualiser

https://www.google.be/search?q=masse+terre&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.r

Recherche Images E-mail Drive Agenda Sites Groupes Contacts Maps Plus

Google masse terre benjamin.legat@student.uclouvain.be

Web Images Maps Plus Outils de recherche

Environ 12.800.000 résultats (0,23 secondes)

Les cookies assurent le bon fonctionnement de nos services. En utilisant ces derniers, vous acceptez l'utilisation des cookies.

OK En savoir plus

5,972E24 kg

Terre, Masse

Signaler un problème/Plus d'infos

Masse de la Terre - Wikipédia

fr.wikipedia.org/wiki/Masse_de_la_Terre

La masse de la Terre (M_e ou M_T, notée M dans la suite de l'article) est estimée à 5,9736×10²⁴ kg. Elle est obtenue à partir de la connaissance très précise ...

Méthodes directes pour ... - Masse de la Terre et ... - Masse de la Terre et mesures ...

Terre

Planète

La Terre est la troisième planète du Système solaire par ordre de distance croissante au Soleil, et la quatrième par masse.

Wikipédia

Rayon

Âge : 4,54 milliards d'années

Distance

Masses

Superficie

Population

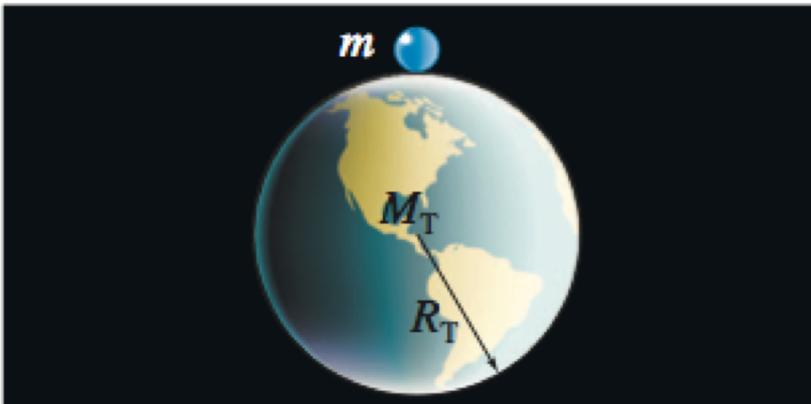
$$P = \frac{GmM_{\text{terre}}}{R_{\text{terre}}^2} = mg$$

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

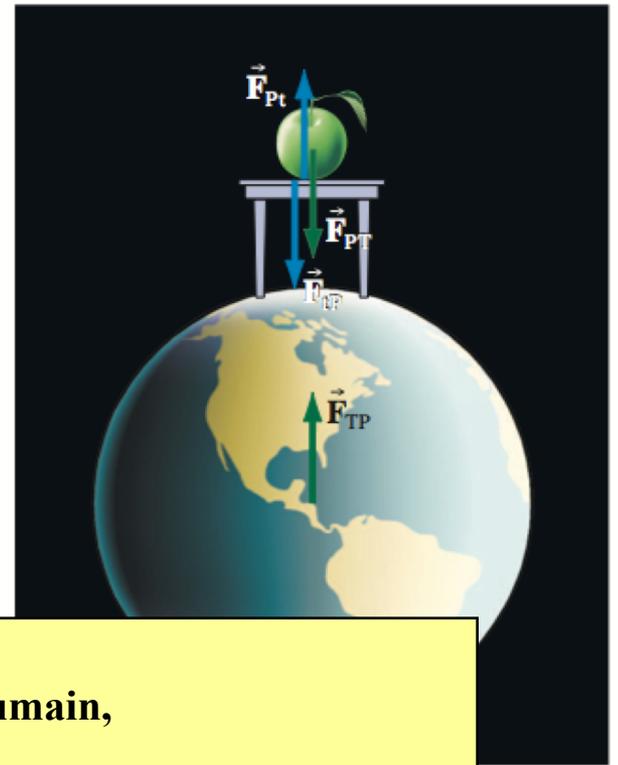
$$M_{\text{terre}} = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

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

La force de gravité = mg



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 !

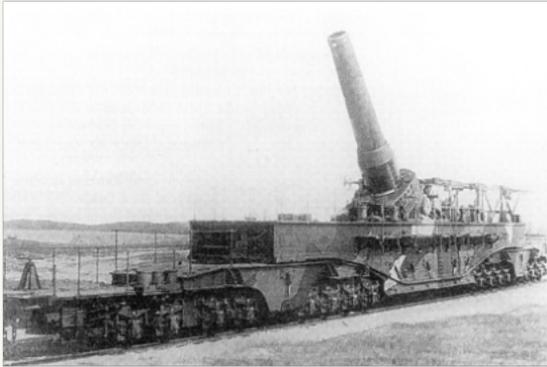


Ne pas
oublier !

- 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 l'opposée de celle exercée par l'autre corps sur lui-même. C'est le fameux principe : action-réaction :-)

6

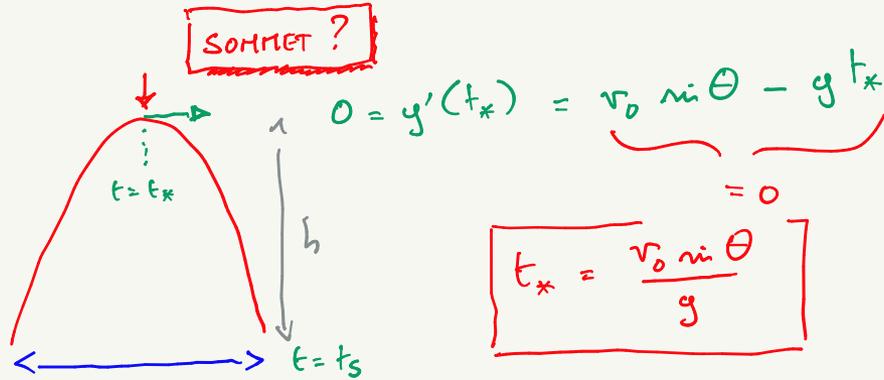
UN PEU D'ARTILLERIE



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

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

SOMMET ?



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

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

SOL ?

$$0 = y(t_s)$$



TRICKY
CALCULATION !

$$t_s = 2 t_*$$

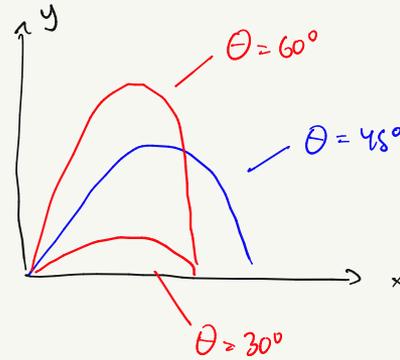
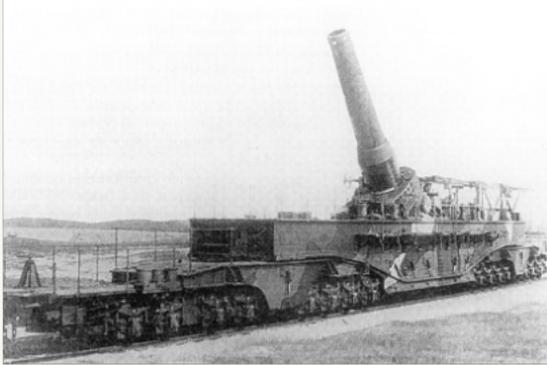
$$= \frac{2 v_0 \sin \theta}{g}$$

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

$2 \cos \theta \sin \theta = \sin(2\theta)$

6

UN PEU D'ARTILLERIE



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

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

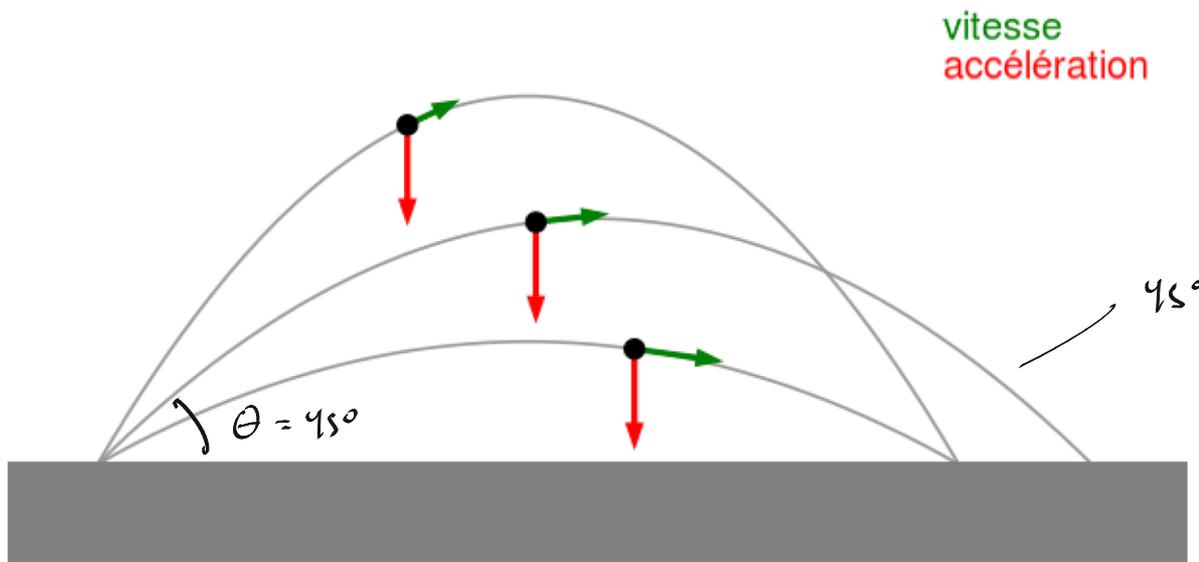
$$y(t) = v_0 \sin \theta t - g \frac{t^2}{2}$$

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

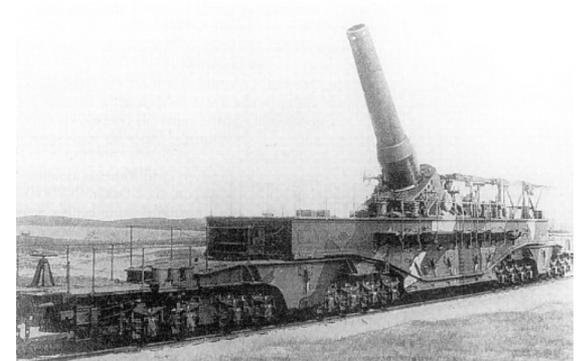
$$y(x) = v_0 \sin \theta \frac{x}{v_0 \cos \theta} - \frac{g}{2} \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \theta}$$

$$= \underbrace{\tan \theta}_{\text{CST}} x - \underbrace{\frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \theta}}_{\text{CSF}} x^2$$

Le MRUA :-)



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



Quand
faut-il
lacher
la bombe ?

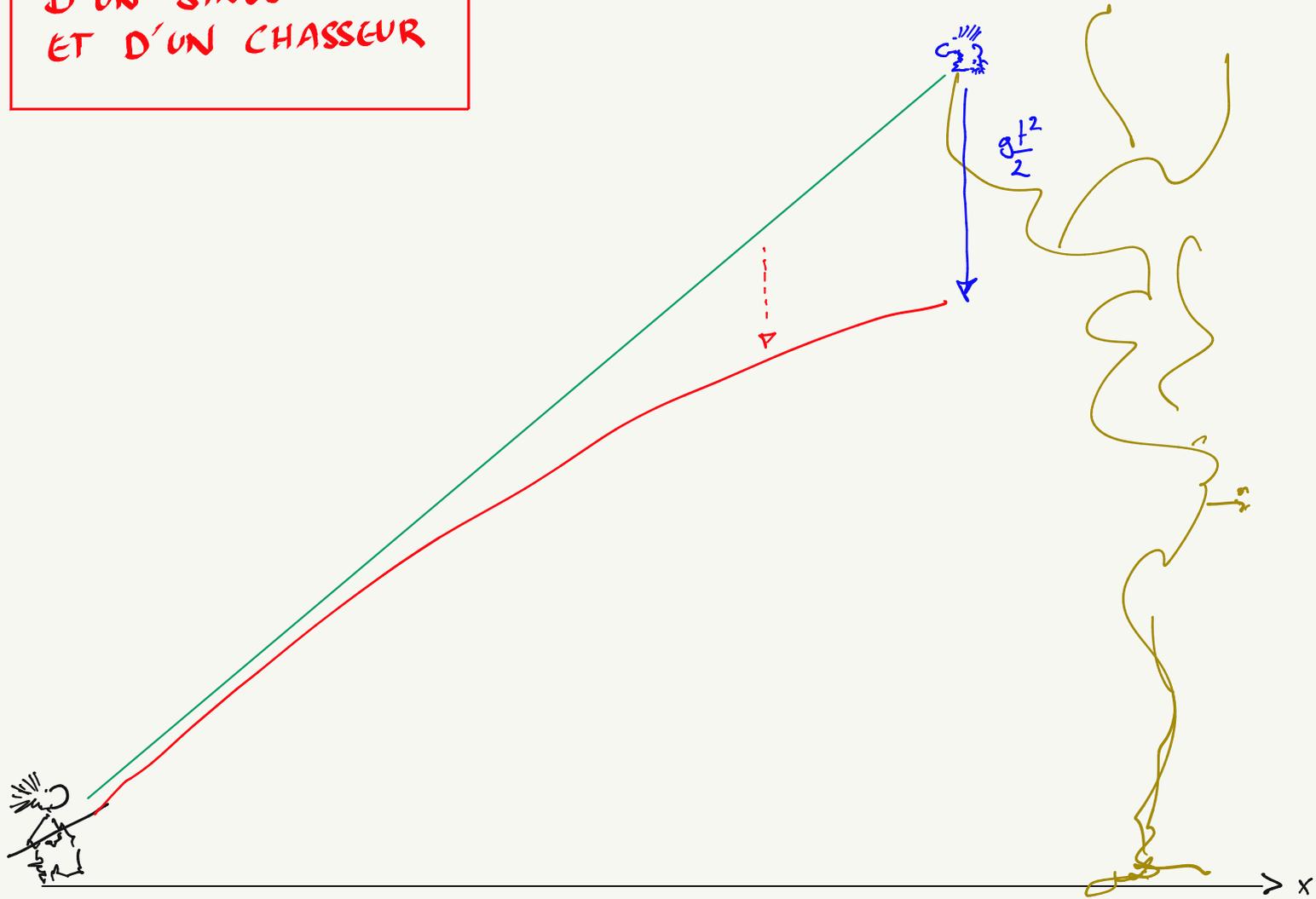
The screenshot shows a YouTube video player with the following details:

- Browser: Safari, address bar shows `itube.com/watch?v=IhY9LBNVroo`.
- Page Title: Physics 3.5.3e - Dropping a Bomb - Projectile Motion - YouTube
- Search Bar: Contains the text "motion bomb from plane".
- Video Player: Shows a black background with a red dashed parabolic trajectory of a bomb falling from an airplane. The airplane is shown in four sequential positions at the top of the frame. A red arrow points to the impact point of the bomb.
- Video Title: 3e - Dropping a Bomb - Projectile Motion
- Channel Name: Derek Owens · 962 vidéos
- View Count: 10 413
- Engagement: 34 likes, 1 dislike.

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

7

HISTOIRE
D'UN SINGE
ET D'UN CHASSEUR

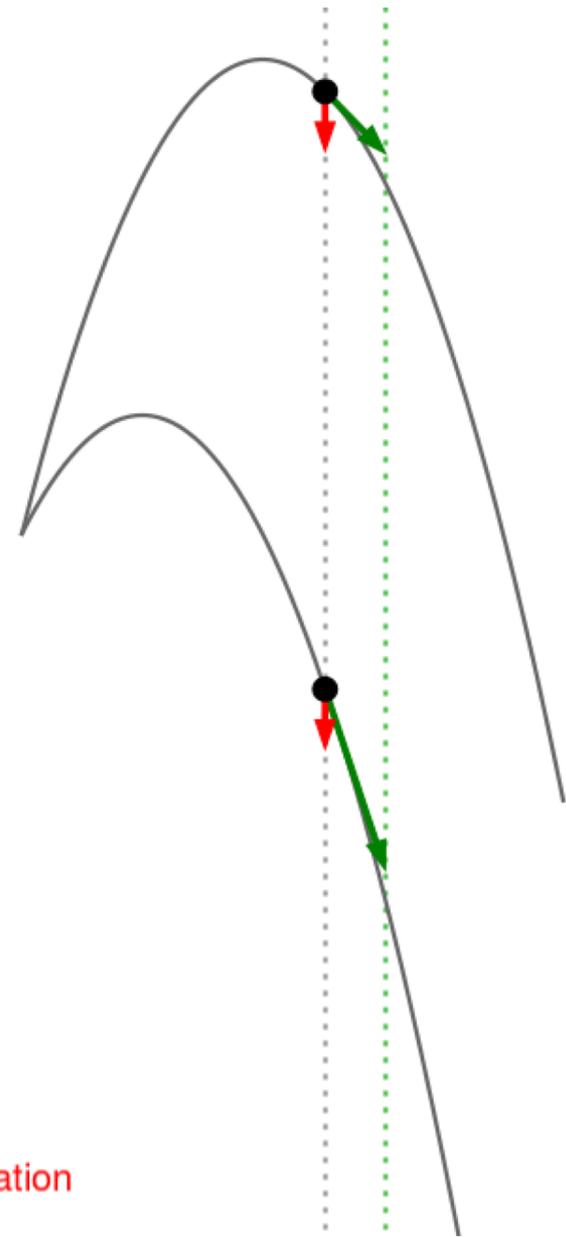


Quand faut-il lâcher la bombe ?

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

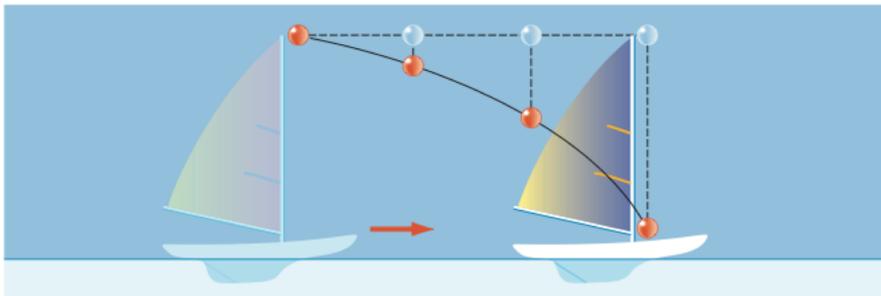


vitesse
accélération



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

