Mouvements et forces

1) Principe d’inertie

Système ,centre de masse ,principe d’inertie, référentiel Galiléen

2) Deuxième loi de Newton

Enoncé, cas particulier de l’équilibre

3) Exercices

Exercice n°40 page 333

Exercice n°48 page 335 (a et b)

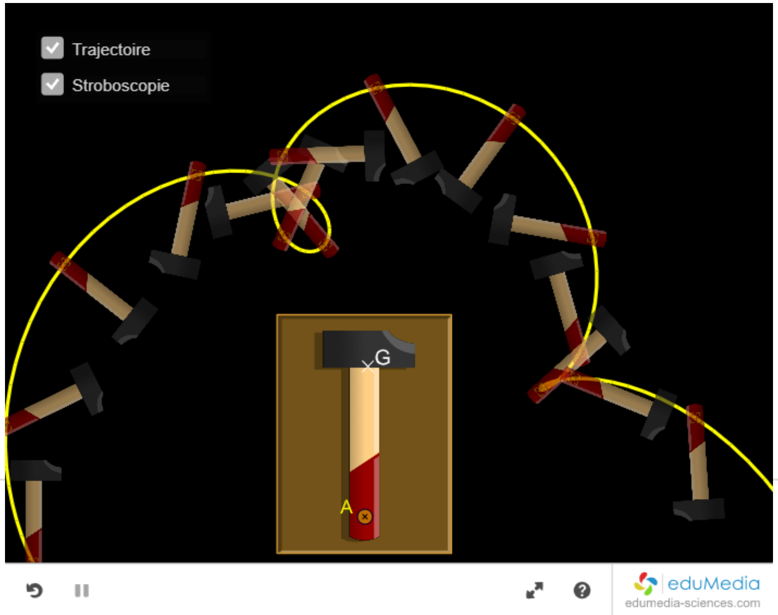
Exercice n°51 page 335

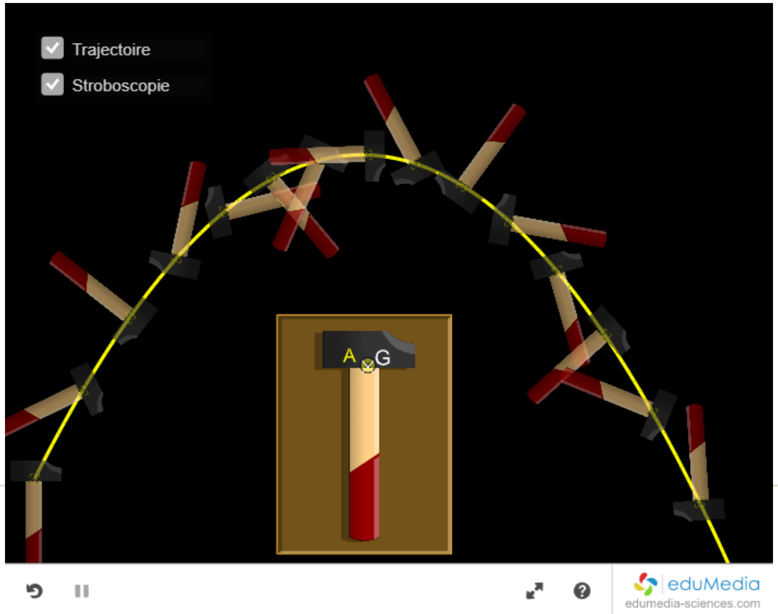
Programme officiel

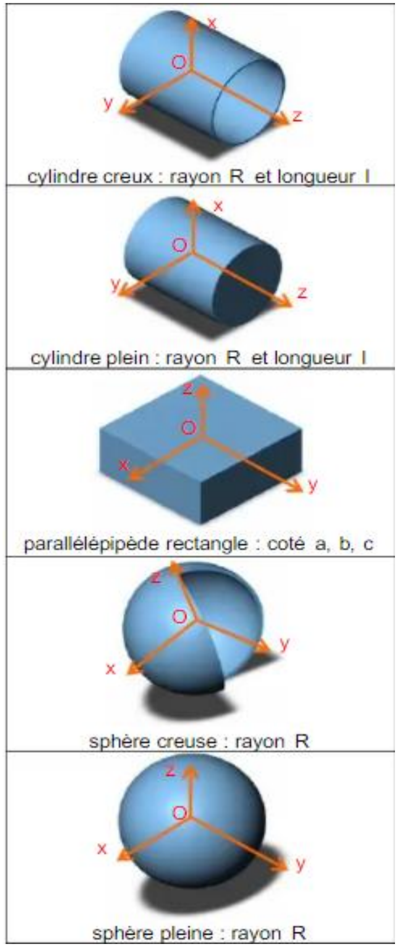
Deuxième loi de Newton	
Centre de masse d’un système.	Justifier qualitativement la position du centre de masse d’un système, cette position étant donnée.
Référentiel galiléen. Deuxième loi de Newton. Équilibre d'un système.	Discuter qualitativement du caractère galiléen d’un référentiel donné pour le mouvement étudié. Utiliser la deuxième loi de Newton dans des situations variées pour en déduire : - le vecteur accélération du centre de masse, les forces appliquées au système étant connues ; - la somme des forces appliquées au système, le mouvement du centre de masse étant connu.

1) Principe d'inertie

Un système est un solide ou un ensemble de points matériels.
Tout ce qui ne fait pas partie du système constitue la milieu extérieur.
Le mouvement d'un système est modélisé par le mouvement d'un point particulier , le centre de masse auquel on affecte la masse totale du système.
Le centre de masse d'un solide homogène est confondu avec son centre de symétrie (s'il en a un). Ce point n'appartient pas toujours au solide.
Animation



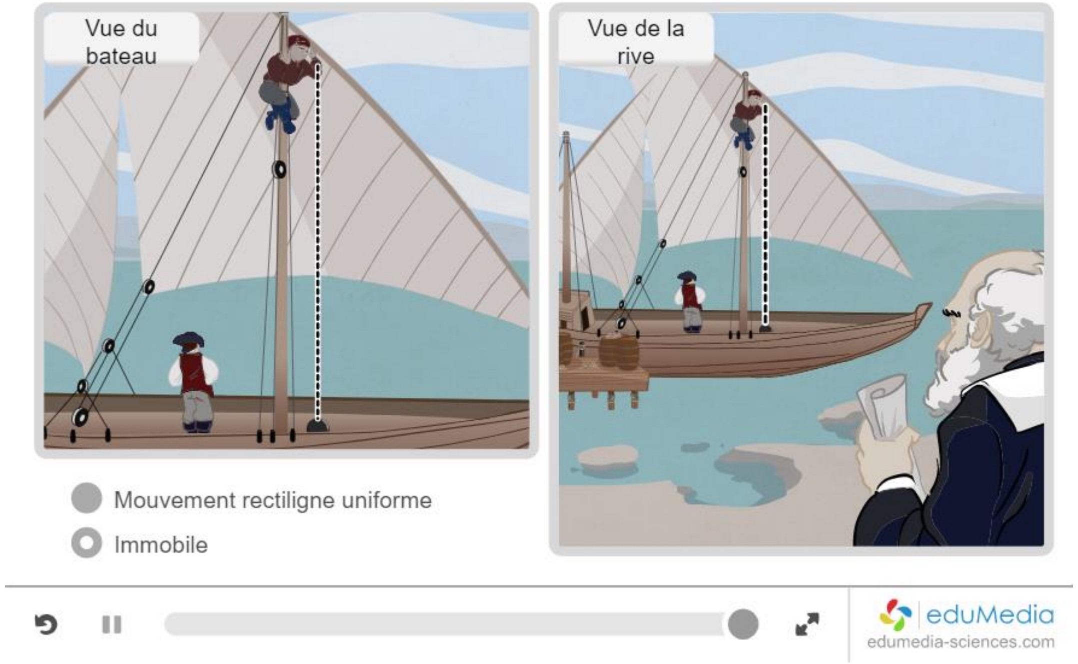


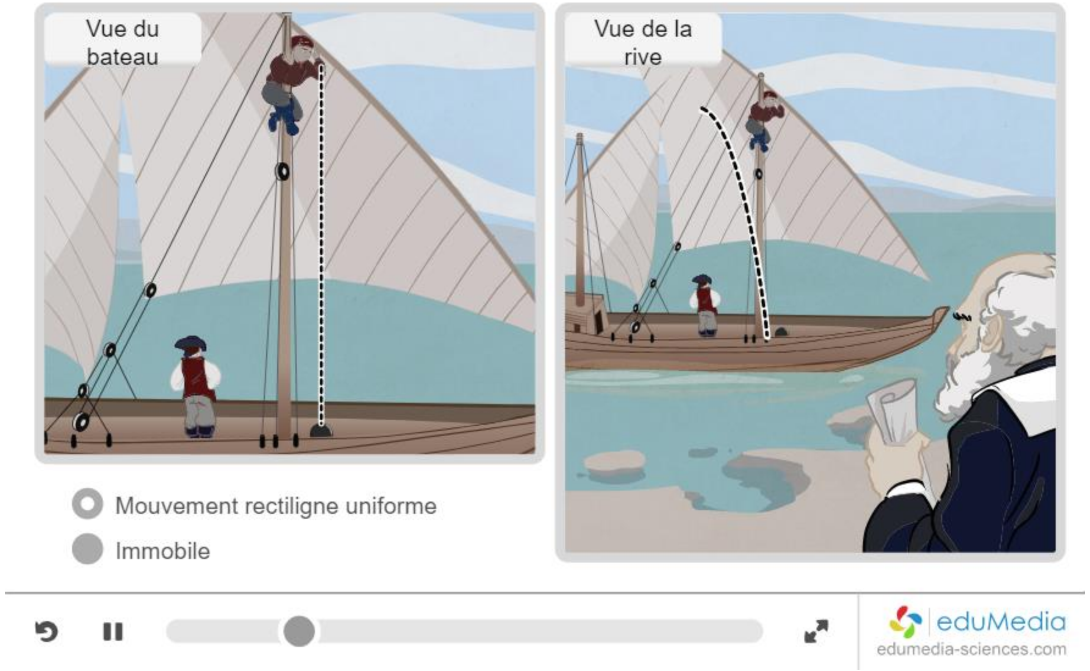


Un système est isolé s’il n’est soumis à aucune force extérieure.
Un système est pseudo-isolé s’il est soumis à des forces qui se compensent.

<u>Première loi de Newton ou principe d’inertie</u> :
Dans un référentiel galiléen le centre de masse d’un système isolé ou pseudo-isolé est soit au repos soit en mouvement rectiligne uniforme.

animation





Par définition un référentiel est dit galiléen si le principe d'inertie est vérifié dans ce référentiel.

La plupart des référentiels usuels ne sont pas parfaitement galiléens.
On choisit de façon raisonnée le référentiel que l'on suppose galiléen pour pouvoir appliquer les lois de Newton.

Référentiel	**Rh héliocentrique**	**Rg géocentrique**	**Rt terrestre**
définition	Centre d'inertie du soleil 3 étoiles lointaines	Centre d'inertie de la terre 3 étoiles lointaines	Solide lié à la terre
Galiléen ?		Si l'expérience dure quelques jours Rg est en translation par rapport à Rh et peut donc être considéré comme galiléen.	Si l'expérience est de courte durées (quelques minutes) et effectuée à proximité de la terre sur de faibles distances
	Mouvement de Vénus	Exemple : mouvement de l'ISS	Exemple : trajectoire d'un ballon

2) Deuxième loi de Newton

On considère un système de masse m constante et de centre de masse G.
Dans un référentiel galiléen la somme des forces extérieures appliquées au système est égale au produit de la masse m du système par le vecteur accélération de son centre de masse.

$$\sum \vec{F}_{extérieures} = m.\vec{a}_G$$

Cas particulier :
Un système est en équilibre dans un référentiel galiléen s'il est immobile:
Soit $\overrightarrow{V_G} = \vec{0}$

On a donc $\overrightarrow{a_G} = \frac{d\overrightarrow{V_G}}{dt} = \vec{0}$

D'où

$$\sum \vec{F}_{extérieures} = m.\vec{a}_G = \vec{0}$$

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

Remarque : ce résultat est aussi une conséquence du principe d'inertie.

Exercice n°40 page 333

1. Une voiture de masse $m = 1\,250$ kg est tombée en panne. Elle est à l'arrêt dans une rue de pente 30 %, soit un angle $\alpha = 16{,}7°$.

a. Faire le bilan des forces s'exerçant sur la voiture. Les représenter sur un schéma sans souci d'échelle.

b. Appliquer la première loi de Newton pour déterminer la norme de chacune des forces.

a) Le poids $\vec{P}$
- Direction verticale
- Sens vers le bas
- Valeur mg=1,23.10⁴N

La réaction normale du support $\overrightarrow{R_N}$
- Direction normale au support
- Sens vers le haut
- Valeur R_N

La force de frottements (roue +freinage)
- Direction celle de la route
- Sens vers le haut de la pente
- Valeur f

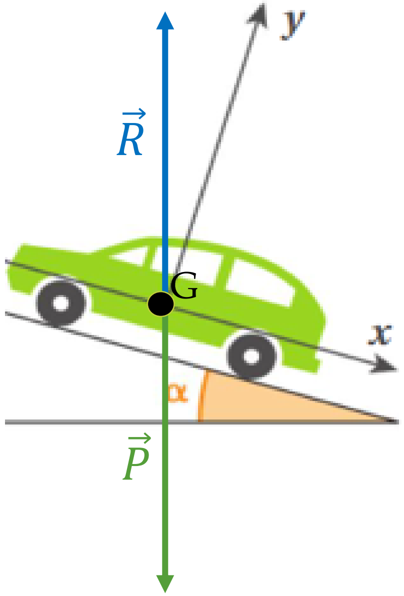
b) La voiture est au repos (en équilibre) dans le référentiel terrestre supposé galiléen. D'après le principe d'inertie elle constitue un système pseudo-isolé (les forces se compensent)

$$\vec{P} + \overrightarrow{R_N} + \vec{f} = \vec{0}$$

On pose $\vec{R} = \overrightarrow{R_N} + \vec{f} = -\vec{P}$

Ce qui facilite la construction de $\vec{R}$

Ensuite on décompose $\vec{R}$ selon ox et oy pour obtenir $\overrightarrow{R_N}$ et $\vec{f}$



$$\cos(\alpha) = \frac{R_N}{R} = \frac{R_N}{mg}$$

$$R_N = mg.\cos(\alpha)$$

$$R_N = 1250 * 9.8 * \cos(16.7°)$$

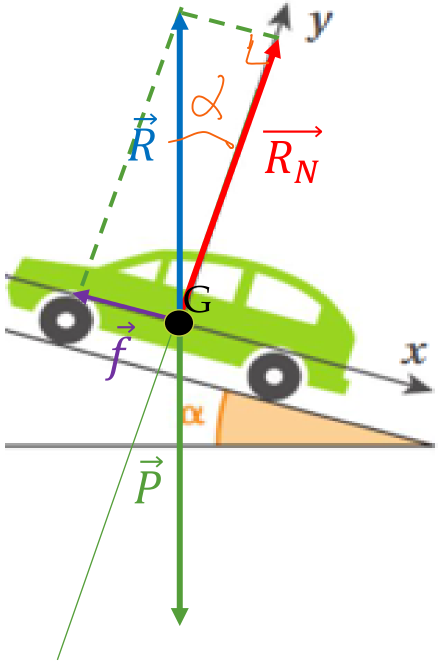
$$R_N = 1.17 * 10^4 N$$

$$\sin(\alpha) = \frac{f}{R} = \frac{f}{mg}$$

$$f = mg.sin(\alpha)$$

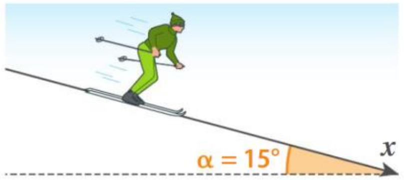
$$f = 1250 * 9.8 * \sin(16.7°)$$

$$f = 3.52 * 103N$$



Exercice n°48 page 335

Un skieur de masse $m = 80$ kg dévale une piste formant un angle $\alpha = 15°$ avec l'horizontale. Ayant une vitesse $v_0 = 9{,}0\ m \cdot s^{-1}$, le skieur effectue un chasse-neige pour s'arrêter. Il est à l'arrêt complet au bout de $\Delta t = 3{,}0$ s.



a. Au cours de la manœuvre en chasse-neige, le vecteur accélération est supposé constant.
Déterminer sa direction, son sens et sa norme.

b. À l'aide de la deuxième loi de Newton, déterminer la norme de la force de frottement.

a)Le skieur passe de 9,0 à 0m/s en 3,0s
L'accélération étant constante on a

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v_0} - \vec{0}}{\Delta t} = \frac{\vec{v_0}}{\Delta t}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(9-0)}{3} = 3ms^{-2}$$

$\vec{a}$:
- Direction: celle de $\vec{v_0}$ (la pente)
- Sens : vers le haut
- Valeur : $3ms^{-2}$
- $a_x = -3$

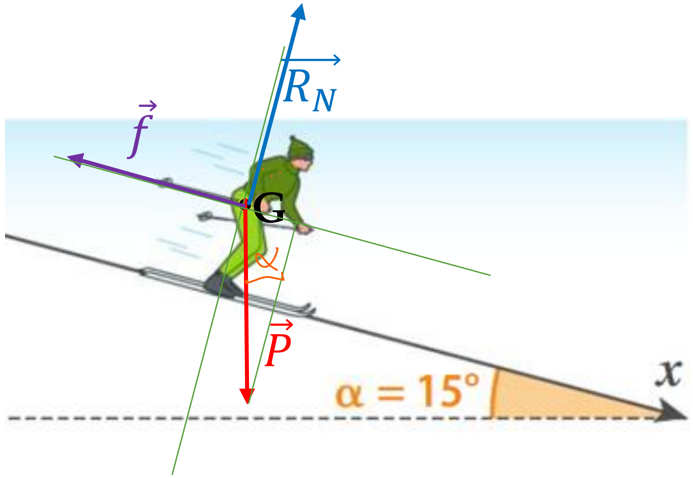
b) Le référentiel terrestre étant supposé galiléen nous pouvons appliquer la seconde loi de Newton au skieur de centre d'inertie G

a) Le poids $\vec{P}$:
- Direction verticale
- Sens vers le bas
- Valeur mg

La réaction normale du support $\overrightarrow{R_N}$:
- Direction normale au support
- Sens vers le haut
- Valeur R_N

La force de frottements (freinage) :
- Direction celle de la piste
- Sens vers le haut de la pente
- Valeur f

$$\vec{P} + \overrightarrow{R_N} + \vec{f} = m.\vec{a}$$



Sur l'axe des x :

$\vec{f}$ a pour abscisse –f

$\overrightarrow{R_N}$ a pour abscisse 0

$\vec{P}$ a pour abscisse $mg.sin(\alpha)$

On a donc :

-f + 0 + $mg.sin(\alpha)$ = m. a_x

f= $mg.sin(\alpha)$-m. a_x

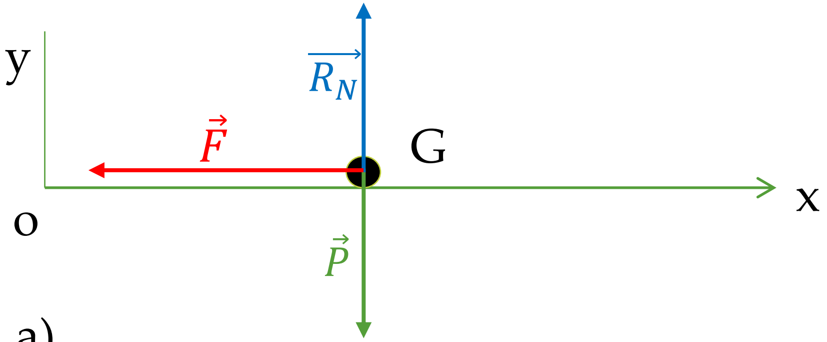
f= 80*9.8*sin(15)+80*3=440N

Exercice n°51 page 335

On considère un système de masse $m = 1{,}0 \times 10^2$ kg composé d'un cycliste et de son vélo. Le système, roulant à une vitesse $v_0 = 10$ m·s^{-1}, freine sur une route horizontale à partir de l'instant $t = 0$ s. Il est à l'arrêt au bout de $d = 5{,}0$ m. On négligera l'action de l'air et on notera $\vec{F}$ la force de frottement du sol, de norme F constante.

a. Faire le bilan des forces appliquées sur le système. Les représenter sur un schéma sans souci d'échelle.

b. À l'aide de la deuxième loi de Newton, déterminer les équations horaires de la vitesse et de la position du système, en fonction de F, m, v_0 et du temps t.



a)

$\vec{F}$ Force de frottement du sol

$\vec{P}$ Poids

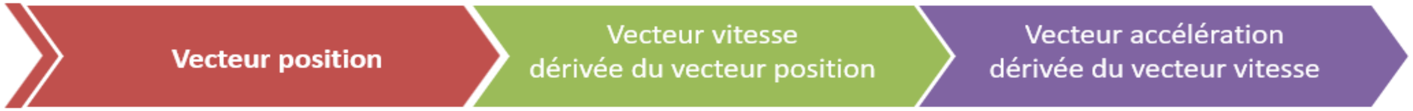
$\overrightarrow{R_N}$ Réaction normale du support

b) Le référentiel terrestre étant supposé galiléen nous pouvons appliquer la seconde loi de Newton

$\vec{P} + \overrightarrow{R_N} + \vec{F} = m.\vec{a}$ $\quad \vec{P}(0, -P) \quad \overrightarrow{R_N}(0, R_N) \quad \vec{F}(-F, 0) \quad \vec{a}(ax, ay)$

Sur ox : $0 + 0 - F = m.\, a_x$

$a_x = \frac{-F}{m}$ F et m sont des constantes. a_x est donc constante



v_x est une primitive de a_x d'où :

$v_x(t) = \frac{-F}{m}.t + \text{cste}$ à t=0 $v_x = v_0$ d'où

$v_x(t) = \frac{-F}{m}.t + v_0$

x(t) est une primitive de $v_x(t)$

$x(t) = \frac{-F}{m}.\frac{t^2}{2} + v_0 t + cste$ à t=0 x=0 d'où cste=0

$x(t) = \frac{-F}{2m}.t^2 + v_0.t$