

Partie 1 : Mécanique et mouvements
Chap.1 : Les lois de Newton.

Objectifs :

Choisir un référentiel d'étude et décrire un mouvement par ses vecteurs position, vitesse et accélération.....
 Connaître des mouvements et les caractéristiques de leurs vecteurs accélération (rectiligne, circulaire...)
 Connaître et mettre en œuvre les lois de Newton.....
 Connaître et mettre en œuvre la conservation de la quantité de mouvement.....

😊	😐	☹️

EN TP

Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.
 Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de propulsion par réaction à l'aide d'un bilan qualitatif de quantité de mouvement.

Ressources : Consulter les ressources suivantes et compléter la trace écrite au crayon papier. Attention les questionnaires doivent être remplis au plus tard la veille du cours à 21h30

Cinématique et quantité de mouvement

https://forms.gle/YDFEYLfSAXQjzU29

Loi de Newton et conservation de la quantité de mouvement

https://forms.gle/3ZyzcwBsPsjNjqvA6

Travail à faire :

Consulter les ressources.....
Compléter la trace écrite au crayon (sera corrigé en classe).....
 S'exercer sur les exercices obligatoires
 S'exercer sur les exercices autocorrigés.....
 Pour les plus avancés tutorer les autres ou passer sur les annales proposées ci-dessous

Pour exercer ses compétences

Parcours obligatoire		Pour les plus rapides																																											
Application 1 16p148..... Activité 2 Activité 3 12p147..... 14p147..... 13p147..... Application 2 Exemples 1 et 2 Résolution de problème	<table border="1"> <tr> <td align="center">😊</td> <td align="center">😐</td> <td align="center">☹️</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	😊	😐	☹️																												11p147 (correct livre) 18p146(correction serveur)	<table border="1"> <tr> <td align="center">😊</td> <td align="center">😐</td> <td align="center">☹️</td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	😊	😐	☹️									
😊	😐	☹️																																											
😊	😐	☹️																																											

- [Annales « labolycée » Bac S 2013 Amérique du nord EXERCICE II](#)
-

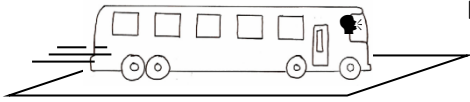
Evaluation à la fin du chapitre

https://forms.gle/bKctLDMU76DWxexr5

I. Quels outils pour décrire un mouvement ?

Pour décrire le mouvement d'un objet, on définit :

- **Le système** étudié : Les systèmes de faible dimension par rapport à leur déplacement sont représentés par un point on parle de :
- **Le** : C'est un solide de référence par rapport auquel on définit le mouvement d'un point. Tout mouvement dépend du



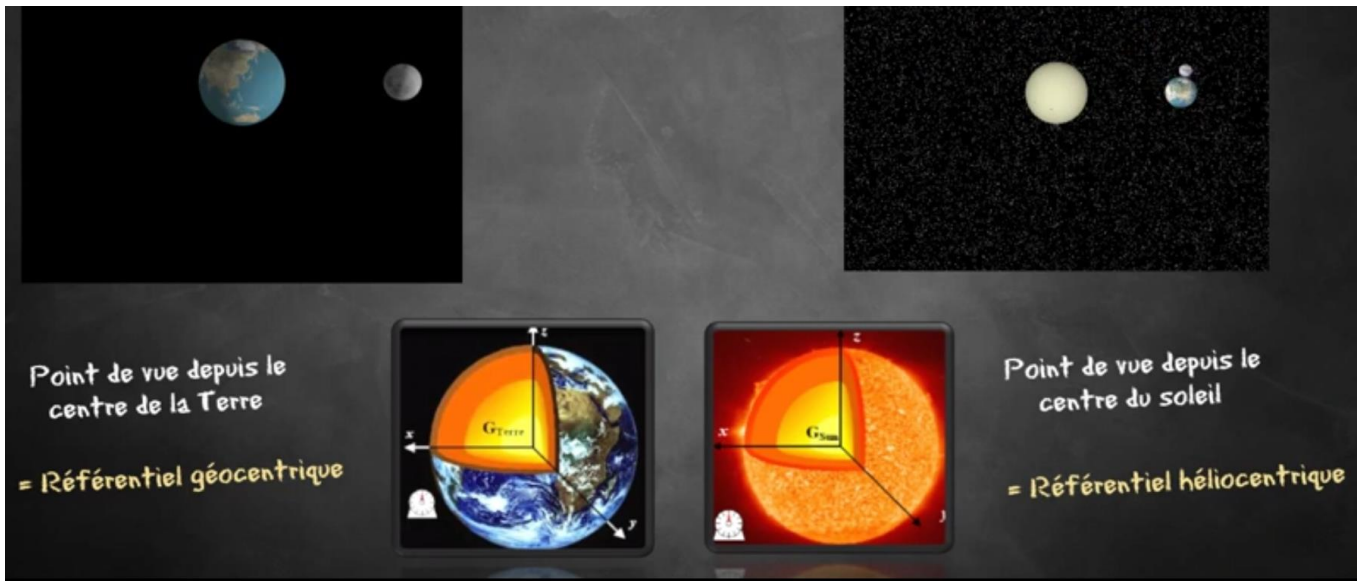
Exemple :

Le chauffeur par rapport au référentiel bus.
Le chauffeur par rapport au référentiel route.

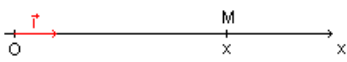
Le référentiel : tout solide par rapport à la terre (ex : coin de la salle de cours).

Le référentiel : centre de la **terre** et trois étoiles fixes.

Le référentiel : centre du **soleil** et trois étoiles fixes.



A chaque référentiel on associe **un repère** pour décrire la position d'un mobile :

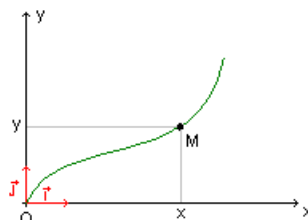
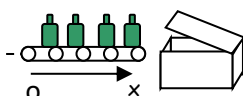


Repère à une dimension

Le mouvement de M s'effectue sur une droite

Le repère est l'axe (ox)

Exemple étude du déplacement de bouteilles sur un tapis roulant

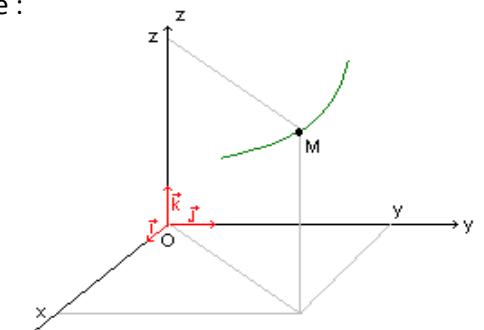
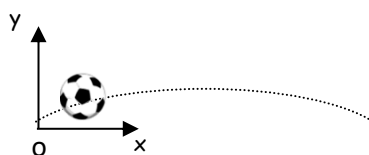


Repère à deux dimensions

Le mouvement de M s'effectue dans un plan

Le repère est le système d'axes (oxy)

Exemple étude de la trajectoire d'un ballon

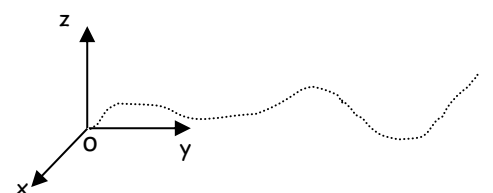


Repère à trois dimensions

Le mouvement de M s'effectue dans l'espace

Le repère est le système d'axes (oxyz)

Exemple étude de la trajectoire d'un avion



A chaque référentiel on associe **une horloge** qui décrit la d'arrivée **t** d'un événement et la de cet événement.

II. Qu'est-ce que le vecteur position ?

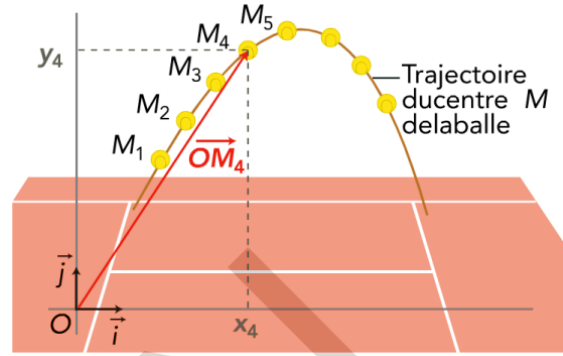
La position d'un point M à la date t est donnée par les coordonnées cartésiennes du **vecteur position** \vec{OM} tels que :

$$\vec{OM}(t) = \dots \dots \vec{i} + \dots \dots \vec{j}$$

x(t) et y(t) sont des **coordonnées** qui sont fonction du on les appelle du mouvement.

On peut aussi noter :

$$\vec{OM}(t) \left(\begin{matrix} x(t) \\ \dots \dots \dots \end{matrix} \right)$$



III. Qu'est-ce que le vecteur vitesse ?

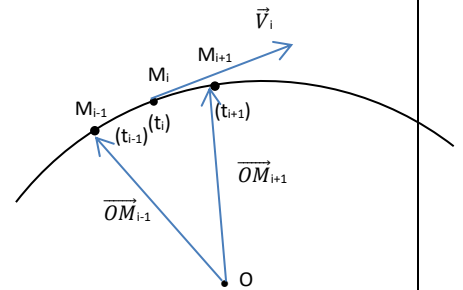
La vitesse caractérise la de position $\vec{M_{i+1}M_{i-1}}$ d'un objet en fonction d'une durée $t_{i+1}-t_{i-1}$.

En un point M_i :

- La variation de position est $\vec{M_{i+1}M_{i-1}} = \dots$
- La durée correspondante est $t_{i+1}-t_{i-1}$

Donc au point M_i la vitesse est donnée par le vecteur :

$$\vec{V}_i = \dots \dots \dots = \dots \dots \dots$$



Dans un référentiel donné, à toute date t, le **vecteur vitesse instantanée** d'un point M est égal à la dérivée par rapport au temps du vecteur \vec{OM} tels que :

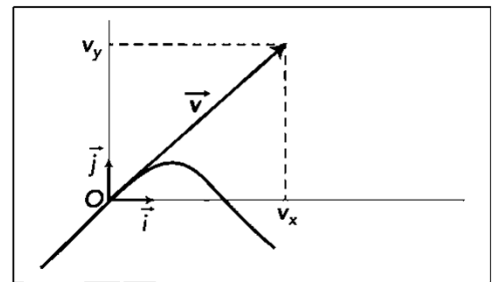
$$\vec{V} = \dots \dots \dots$$

- Le vecteur vitesse \vec{v} du mobile est caractérisé par :
 - Sa direction : ...
 - Son sens : ...
 - Sa valeur : ...

Pour un vecteur position $\vec{OM}(t) = x(t) \cdot \vec{i} + y(t) \cdot \vec{j}$
la vitesse $\vec{v}(t)$ est :

$$\vec{v}(t) = v_x(t) \cdot \vec{i} + v_y(t) \cdot \vec{j}$$

Avec $v_x(t) = \dots$ et $v_y(t) = \dots$



La valeur de la vitesse est la norme du vecteur vitesse $\vec{v}(t)$:

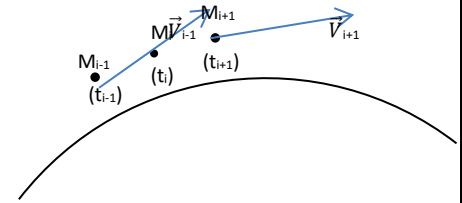
$$v = \dots$$

IV. Qu'est-ce que le vecteur accélération ?

On appelle **accélération** la variation d'un corps pour une durée

En un point M_i :

- La variation de vitesse est $\Delta \vec{v}_i$
- La durée correspondante est Δt



Donc au point M_i l'accélération est donnée par le vecteur :

$$\vec{a}_i = \dots = \dots$$

Rmq :

- Le vecteur accélération peut être décomposé dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$.

$$\vec{a}(t) = a_x(t) \cdot \vec{i} + a_y(t) \cdot \vec{j}$$

Avec $a_x(t) = \dots = \dots$ et $a_y(t) = \dots = \dots$

- La valeur de la vitesse est la norme du vecteur accélération $\vec{a}(t)$:

$$a = \dots$$

V. Comment construire les vecteurs vitesse et accélération ?

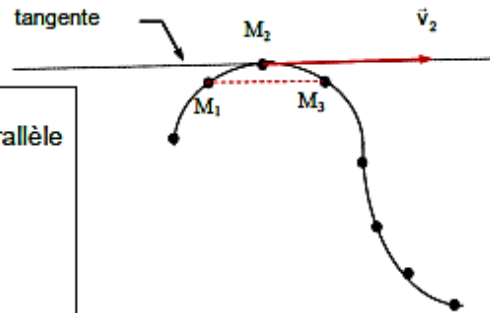
Revoir la capsule 3

Construire les vecteurs vitesse et accélération
https://www.youtube.com/watch?v=V_hhltY2sSE

Construction d'un vecteur vitesse

Le vecteur vitesse moyen $\vec{v}(t_2)$ au point M_2 à la date t_2

s'écrit :
$$\vec{v}(t_2) = \frac{M_1M_3}{t_3 - t_1}$$



Le vecteur vitesse $\vec{v}(t_2)$ possède:

- une direction: la tangente à la trajectoire au point M_2 , parallèle à la droite M_1M_3 .

- un sens: celui du mouvement.

- une valeur: $v_2 = \frac{MM_3}{t_3 - t_1} = \frac{M_1M_3}{2\tau}$ v_2 s'exprime en $m.s^{-1}$.

(τ : intervalle de temps constant entre deux points consécutifs):

- une longueur: donnée par une échelle des vitesses (exemple: $1\text{ cm} \leftrightarrow 0,1\text{ m.s}^{-1}$)

Construction d'un vecteur accélération

D'après la définition du vecteur accélération, on peut écrire que le vecteur accélération moyen au point M_2 à la date t_2 est approximativement:

$$\vec{a}(t_2) = \left(\frac{d\vec{v}}{dt}\right)_{t_2} \rightarrow \vec{a}(t_2) \approx \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_3 - \vec{v}_1}{t_3 - t_1}$$

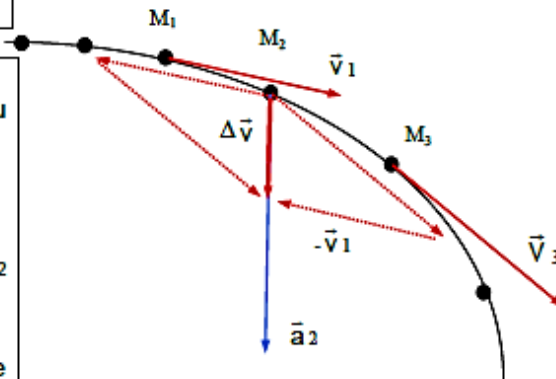
Méthode:

- Construire les vecteurs vitesses \vec{v}_1 et \vec{v}_3 au points M_1 et M_3 .

- Reporter $-\vec{v}_1$ et \vec{v}_3 en M_2 .

- Construire le vecteur $\Delta\vec{v} = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$ au point M_2 (méthode du parallélogramme).

- Le vecteur $\vec{a}_2 = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ est alors colinéaire et de même sens que le vecteur $\Delta\vec{v}$.



Le vecteur accélération \vec{a}_2 possède:

- une direction: celle de $\Delta\vec{v}$

- un sens: celui de $\Delta\vec{v}$.

- une valeur: $a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta v}{2\tau}$ a_2 s'exprime en $m.s^{-2}$.

(τ : intervalle de temps constant entre deux points consécutifs):

- une longueur: donnée par une échelle des accélérations. (exemple: $1\text{ cm} \leftrightarrow 0,5\text{ m.s}^{-2}$)

Construire les vecteurs vitesse et accélération



https://www.youtube.com/watch?v=V_hhItY2s

SE

VI. Quelques exemples de mouvement. (Voir TP1)

Dans un référentiel donné, un système a un **mouvement**

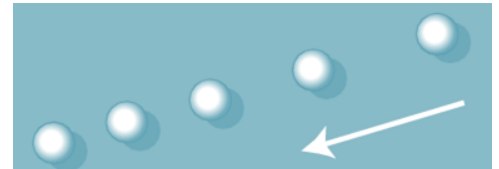
..... si son **vecteur vitesse** a toujours la **même**, le **même****et la même**: il est

Son **vecteur accélération** est alors **égale au vecteur**

Mouvement rectiligne uniforme $\vec{v} = \dots$, donc $\vec{a} = \dots = \dots$

Dans un référentiel donné, un système a un **mouvement rectiligne uniformément varié** si son **vecteur accélération** a toujours la **même**, le **même** et la **même** : il est

Mouvement rectiligne uniformément varié $\vec{a} = \dots$



Dans un **mouvement circulaire uniforme**, la valeur v de la vitesse et celle de l'accélération a sont

Pour une trajectoire circulaire de rayon R , l'accélération est centripète et de valeur constante tels que :

$$a = \dots$$

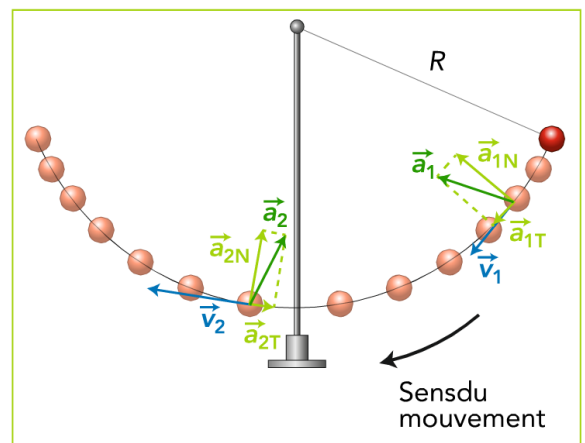
Dans un **mouvement circulaire non uniforme**, pour une trajectoire circulaire de rayon R , l'accélération n'est pas elle se décompose en deux vecteurs :

$$\vec{a}(t) = \dots + \dots$$

$\vec{a}_N(t)$ est l'accélération normale : elle est, de valeur $a_N = \dots$

$\vec{a}_T(t)$ est l'accélération tangentielle : elle est à la trajectoire orientée dans le sens du, de valeur $a_T = \dots$

v étant la valeur de la vitesse instantanée en $m.s^{-1}$



VII. Qu'est-ce que la quantité de mouvement ? (TP1 et Capsules 1 et 2)

Le **vecteur quantité de mouvement** \vec{p} d'un point M est égal au produit de sa masse m par son vecteur vitesse \vec{v} tels que :

$$\vec{p} = \dots$$

▪ Le vecteur quantité de mouvement \vec{p} du mobile est caractérisé par :

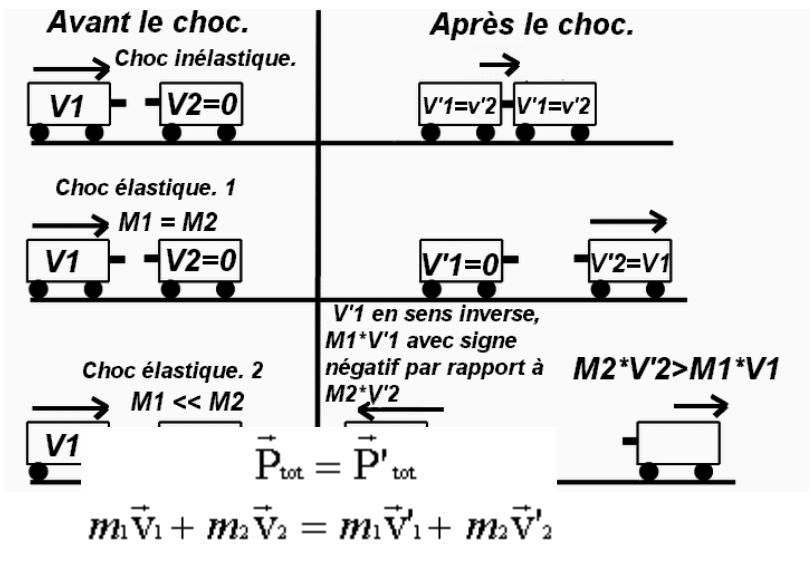
- Sa direction et son sens ils sont donnés par la construction géométrique du (m étant positif \vec{p} et \vec{v} sont).
- Sa valeur s'exprime en, elle dépend de la masse m (**en kg**) du point matériel et de la valeur de la vitesse instantanée $v(t)$ du mobile (**en $m.s^{-1}$**).

La **quantité de mouvement totale** P_{tot} d'un système constitué de **plusieurs** est égale à la **somme des quantités de mouvement** de tous les sous-systèmes.

$$\vec{P}_{tot} = \dots \dots$$

Dans le cas d'un **système isolé** (la somme des forces extérieures appliquées au système peut être considérée comme nulle), on dit que la **quantité de mouvement totale** se

$$\text{Soit } \vec{P}_{tot} = \dots \dots \dots$$

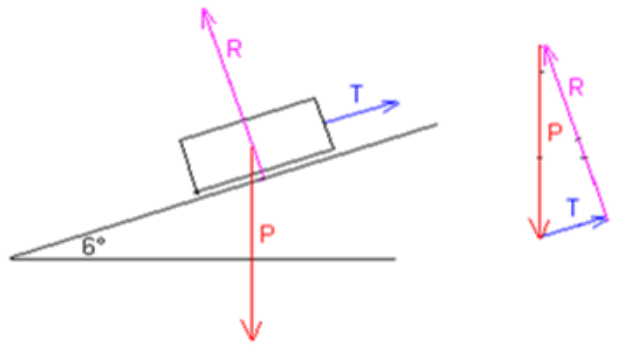


Première loi de Newton ou principe d'inertie :

Dans un **référentiel galiléen**, si la somme des forces appliquée à un solide est, le solide reste **immobile** ou son centre d'inertie G a un mouvement

Cela se traduit par la relation :

$$\sum \vec{F} = \dots \leftrightarrow \vec{V}_G = \dots$$



On appelle **galiléen** un référentiel dans lequel le principe d'inertie (1^{ère} loi de Newton) est

Deuxième loi de Newton :

Dans un **référentiel galiléen**, si la **somme des forces** appliquée au centre d'inertie un solide **n'est pas**, alors le vecteur résultants de cette somme de forces à la même direction et le même sens que le vecteur

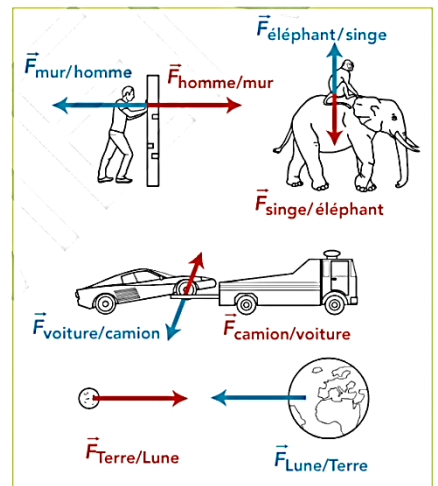
Cela se traduit par :

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

Troisième loi de Newton :

Lorsqu'un corps A exerce sur un corps B une force, alors le corps B exerce sur le corps A une force tels que:

$$\vec{F}_{A/B} =$$



Application 1 :

Dans un repère $(O ; \vec{i} ; \vec{j})$ les coordonnées du vecteur position du centre de gravité d'un téléphérique sont :

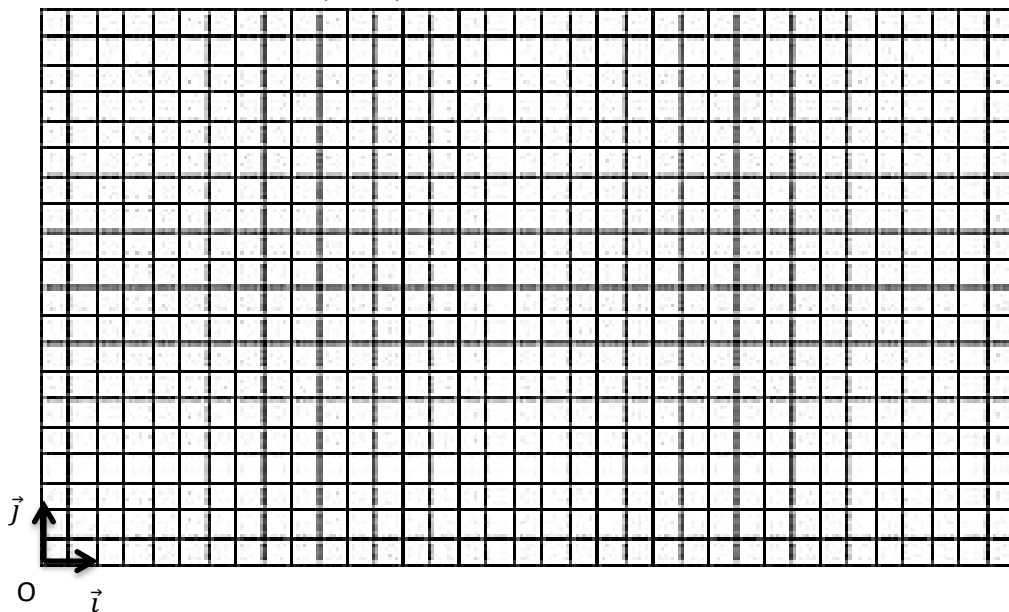
$$x(t) = 2,0 t \text{ et } y(t) = 1,5 t + 1,0 \quad (\text{avec } x(t) \text{ et } y(t) \text{ en mètres et } t \text{ en secondes}).$$

- 1- A partir des équations horaires du vecteur position du téléphérique remplir le tableau suivant et représenter l'allure de la trajectoire du centre de gravité du téléphérique sur le repère ci-dessous.



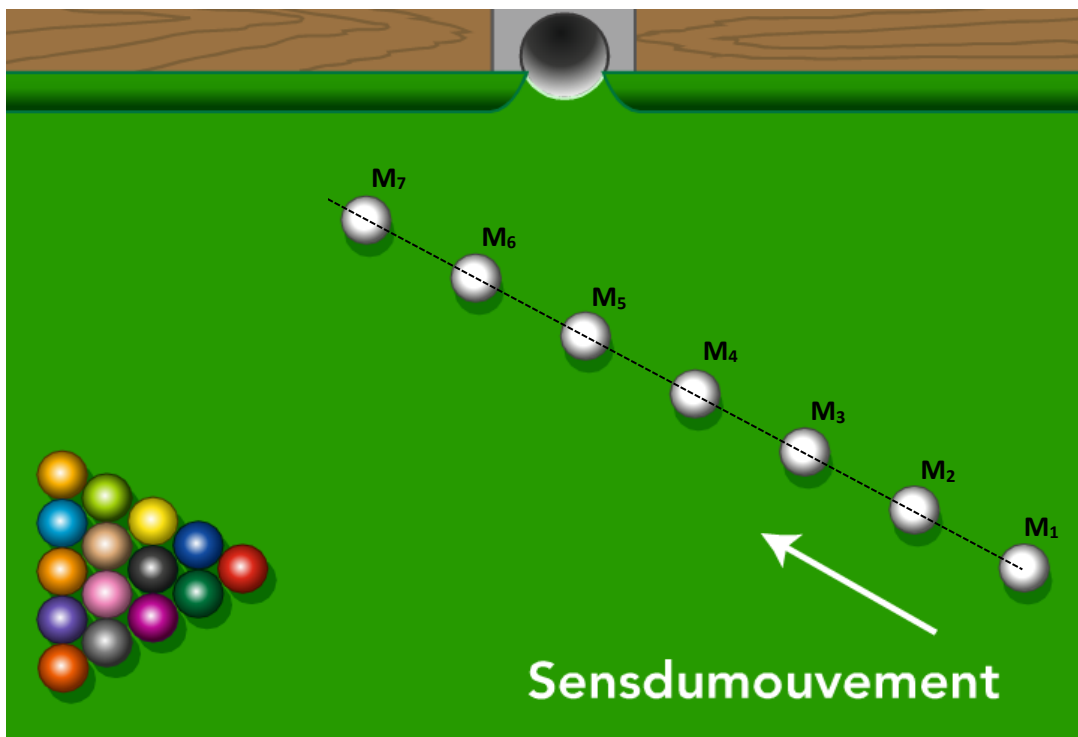
t en s	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
x en m					
y en m					

- 2- De quel type est la trajectoire du téléphérique pendant la durée de l'étude. Que dire de sa vitesse ? En déduire le nom du mouvement associé au déplacement du téléphérique.
- 3- Donner les coordonnées V_x et V_y du vecteur vitesse $\vec{v}(t)$ associé au mouvement du téléphérique. Dépendent-elles du temps ?
- 4- Calculer la vitesse instantanée V du téléphérique.



Activité 2 :

On étudie le mouvement ci-dessous d'une boule de billard.



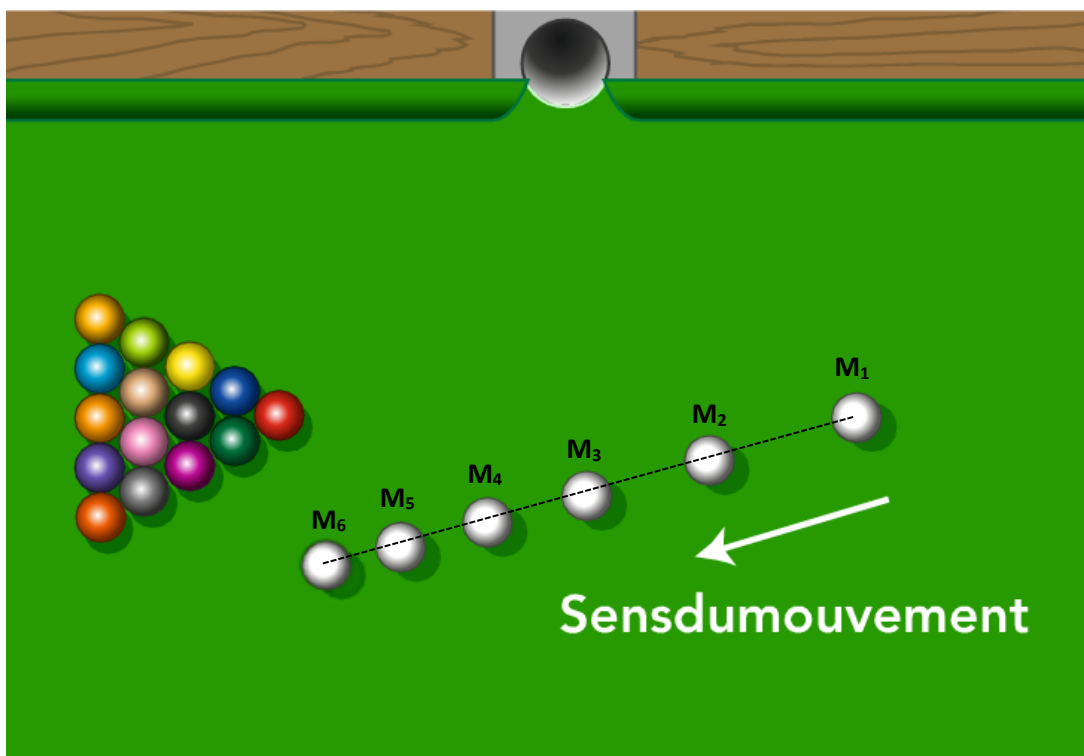
Construire les vecteurs vitesse et accélération

https://www.youtube.com/watch?v=V_hhltY2sSE

La durée τ entre deux positions M successives de la boule est de 0,10s. On considèrera que le schéma est à l'échelle 1/1 c'est-à-dire 1cm sur le schéma correspond à 1 cm en réalité.

- 1- Justifier pourquoi le mouvement de la boule de billard peut être qualifié de rectiligne uniforme.
- 2- En utilisant la fiche méthode « *Construction géométrique des vecteurs vitesses et accélérations* », déterminer la valeur de la vitesse de la boule de billard aux points M_2 , M_4 et M_6 , puis construire les vecteurs vitesses \vec{V}_2 , \vec{V}_4 et \vec{V}_6 sur le schéma précédent avec l'échelle $0,1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}\rightarrow 1\text{cm}$.
- 3- En utilisant la fiche méthode « *Construction géométrique des vecteurs vitesses et accélérations* », déterminer la valeur de l'accélération de la boule de billard aux points M_3 et M_5 .

Activité 3 : On étudie le mouvement ci-dessous d'une boule de billard.



La durée τ entre deux positions M successives de la boule est de 0,10s. On considèrera que le schéma est à l'échelle 1/1 c'est-à-dire 1cm sur le schéma correspond à 1 cm en réalité.

- 1- Justifier pourquoi le mouvement de la boule de billard peut être qualifié de rectiligne uniformément décéléré.
- 2- En utilisant la fiche méthode « *Construction géométrique des vecteurs vitesses et accélérations* », déterminer la valeur de la vitesse de la boule de billard aux points M_2 , M_3 , M_4 et M_5 , puis construire les vecteurs vitesses \vec{V}_2 et \vec{V}_4 sur le schéma précédent avec l'échelle $0,1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}\rightarrow 1\text{cm}$.
- 3- En utilisant la fiche méthode « *Construction géométrique des vecteurs vitesses et accélérations* », déterminer la valeur de l'accélération de la boule de billard aux points M_3 et M_5 , puis construire les vecteurs accélérations \vec{a}_3 , \vec{a}_4 et sur le schéma précédent avec l'échelle $0,1\text{m}\cdot\text{s}^{-2}\rightarrow 1\text{cm}$.
- 4- Que remarque t'on concernant les deux vecteurs accélérations ?

Application 2 :

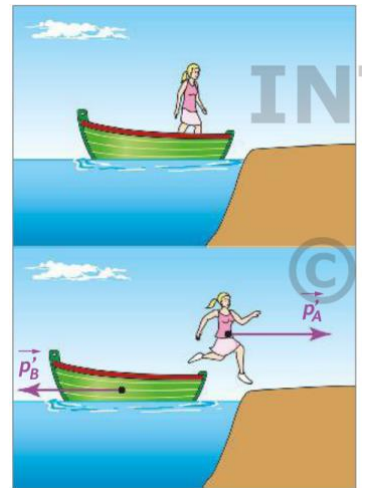
Dans l'exemple schématisé ci-contre on considère le système constitué par l'association **barque + Martine**.

A l'instant $t=0s$, sur l'image du haut, la baraque et la jeune femme s'approchent de la rive à une vitesse constante $V=0,5m/s$. Un instant plus tard à $t=t'$, la jeune femme saute sur la rive et la baraque recule.

On note m_A la masse de la jeune femme, V_A' sa vitesse à $t=t'$, m_B la masse de la baraque seule et V_B' sa vitesse à $t=t'$.

On donne $m_A=50kg$, $V_A' = 3m/s$, $m_B = 100kg$

1. Justifier que l'on peut considérer que système est isolé à $t=0s$.
2. Compléter les lignes **1** et **2** du tableau suivant correspondant aux instant $t=0s$ (avant le saut) et $t=t'$ (après le saut).

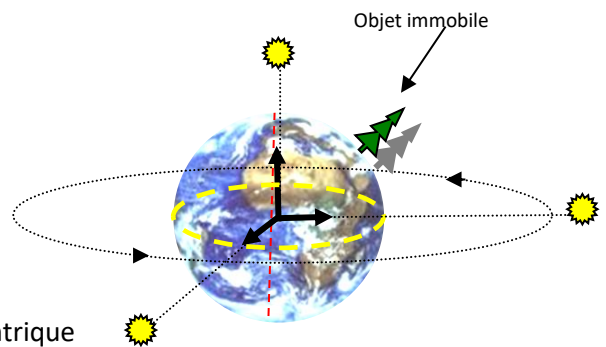


		Avant le saut $t=0s$	Après le saut $t=t'$
1	Masse du système		
2	Vecteur(s) vitesse(s)	Direction : \vec{V} Sens :	Direction : \vec{V}'_A Sens : Direction : \vec{V}'_B Sens :
3	Vecteur(s) quantité de mouvement	$\vec{p}_{tot} =$	$\vec{p}'_{tot} =$

3. On considère pour la suite, que le système reste isolé au cours du saut à $t=t'$.
 - a. Que peut-on dire du vecteur quantité de mouvement du système complet avant et après le saut ?
 - b. En déduire une relation entre V , m_A , V_A' , m_B et V_B' au cours du saut à l'instant $t=t'$, puis calculer la valeur de la vitesse de recul de la baraque V_B' à l'instant $t=t'$.
 - c. En réalité on mesure une vitesse $V_B' = 0,6m/s$. Expliquer pourquoi on observe cette différence sur la vitesse de recul de la baraque.

Exemple 1 : Un objet est immobile dans le référentiel terrestre car les forces auquel il est soumis se compensent.

- 1- Représenter sur le schéma ci-contre, sa trajectoire dans le référentiel géocentrique si on étudie son mouvement durant une journée.
- 2- La première loi de Newton est-elle vérifiée dans le référentiel géocentrique ?
- 3- Pour le même objet, peut-on considérer le référentiel héliocentrique comme galiléen ?
- 4- D'après vous peut-on faire l'approximation que les référentiels géocentrique et héliocentrique sont galiléens si on étudie le mouvement de cet objet sur un temps très court (quelques secondes).





CONTEXTE DU SUJET :

Une vidéo fait le tour du net. Des jeunes s'envolent en gonflant un chewing-gum avec de l'hélium. Bien que tout semble réel votre professeur de physique vous affirme que c'est un montage et que le volume d'hélium contenu dans la bulle n'est pas suffisant pour maintenir une personne en l'air.

En vous basant sur un des principes fondamentaux de la dynamique (loi de Newton), déterminer le volume d'hélium qu'il serait nécessaire pour maintenir en l'air une personne de 70kg. Et démontrer si la vidéo est truquée ou non.

DOCUMENTS :

Document 1 : Quelques données

Intensité de la pesanteur : $g \approx 9.81 \text{ N.kg}^{-1}$

Masse de l'individu : $m_{\text{individu}} \approx 70 \text{ kg}$

Masse d'un bubble gum : $m_{\text{bg}} \approx 7 \text{ g}$

Masses volumiques des gaz à 20°C et sous pression atmosphérique :

$\rho_{\text{air}} \approx 1,204 \text{ kg.m}^{-3}$.

$\rho_{\text{hélium}} \approx 0,1670 \text{ kg.m}^{-3}$

Document 2 : Vidéo de l'expérience

The chewing gum and helium experiment



<https://www.youtube.com/watch?v=pTnwz6MqMI8>

Document 3 : Poussée d'Archimède

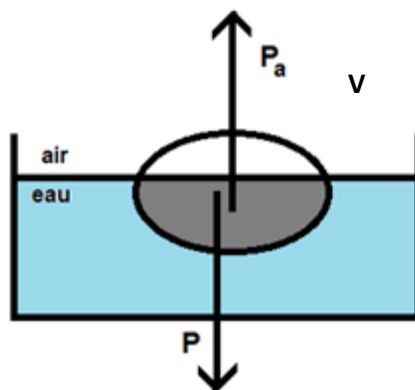
La **poussée d'Archimède** est la **force** que subit un corps plongé en tout ou en partie dans un **fluide** (**liquide** ou **gaz**) soumis à un champ de **gravité**. Cette force provient de l'augmentation de la **pression du fluide** avec la profondeur : la pression étant plus forte sur la partie inférieure d'un objet immergé que sur sa partie supérieure, il en résulte une poussée globalement verticale orientée vers le haut.

L'intensité de la poussée d'Archimède P_a exercée sur corps dépend :

- du volume immergé du fluide contenu dans l'objet : V
- de la masse volumique du fluide contenu dans le volume V : ρ
- de l'intensité de la pesanteur : g

$$P_a = \rho \times V \times g$$

Conséquence : plus la masse volumique d'un fluide est grande, plus la poussée d'Archimède est forte



P : poids de l'objet

P_a : poussée d'Archimède exercée sur la partie immergée (en gris)

PARTIE B : Ravitaillement de la station ISS

Le 23 mars 2012, un lanceur Ariane 5 a décollé du port spatial de l'Europe à Kourou (Guyane), emportant à son bord le véhicule de transfert automatique (ATV) qui permet de ravitailler la station spatiale internationale (ISS).

Au moment du décollage, la masse de la fusée est égale à $7,8 \times 10^2$ tonnes, dont environ 3,5 tonnes de cargaison : ergols, oxygène, air, eau potable, équipements scientifiques, vivres et vêtements pour l'équipage à bord de l'ATV.



D'après http://www.esa.int/esaCP/Pr_10_2012_p_FR.html

On se propose dans cette partie d'étudier le décollage de la fusée.

Pour ce faire, on se place dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

À la date $t = 0$ s, le système est immobile.

À $t = 1$ s, la fusée a éjecté une masse de gaz notée m_g , à la vitesse \vec{v}_g . Sa masse est m_f et sa vitesse \vec{v}_f .

Données :

- Intensité de la pesanteur à Kourou : $g = 9,78 \text{ N.kg}^{-1}$
- Débit d'éjection des gaz au décollage : $D = 2,9 \times 10^3 \text{ kg.s}^{-1}$
- Vitesse d'éjection des gaz au décollage : $v_g = 4,0 \text{ km.s}^{-1}$

1. Modèle simplifié du décollage

Dans ce modèle simplifié, on suppose que le système {fusée + gaz} est isolé.

- 1.1. En comparant la quantité de mouvement du système considéré aux dates $t = 0$ s et $t = 1$ s, montrer que :

$$\vec{v}_f = -\frac{m_g}{m_f} \cdot \vec{v}_g$$

Quelle est la conséquence de l'éjection de ces gaz sur le mouvement de la fusée ?

- 1.2. Après avoir montré numériquement que la variation de la masse de la fusée est négligeable au bout d'une seconde après le décollage, calculer la valeur de la vitesse de la fusée à cet instant.

2. Étude plus réaliste du décollage

- 2.1. En réalité la vitesse v_f est très inférieure à celle calculée à la question 1.2.. En supposant que le système {fusée + gaz} est isolé, quelle force n'aurait-on pas dû négliger ?

- 2.2. On considère désormais le système {fusée}. Il est soumis à son poids \vec{P} et à la force de poussée \vec{F} définie par $\vec{F} = -D \cdot \vec{v}_g$ où D est la masse de gaz éjecté par seconde.

2.2.1. Montrer que le produit $(D \cdot v_g)$ est homogène à une force.

2.2.2. Vérifier par une application numérique que la fusée peut effectivement décoller.