COMPRENDRE Lois et modèles	Chapitre 5: cinématique et dynamique newtoniennes

Animation

1. déterminer les coordonnées d'un vecteur position
2. vitesse position et accélération en fonction du temps (mouvement rectiligne) par Walter Fendt.
3. vitesse position et accélération en fonction du temps (mouvement parabolique) par Walter Fendt.
4. tracé d'un vecteur vitesse
5. tracé d'un vecteur variation de vitesse puis d'un vecteur accélération
6. table à coussin d'air
7. le pendule simple
8. mouvement des planètes telluriques autour du soleil **(Gastebois)**
9. seconde loi de Newton dans le cas d'un mouvement parabolique.

I) Cinématique

I-1 définition de la cinématique

La cinématique est la discipline de la mécanique qui étudie le mouvement des systèmes matériels. On étudiera des systèmes de petites dimensions assimilés à un point (système ponctuel). Le mouvement d'un objet, représentant le système, est défini par :

a) **le référentiel d'étude** auquel on associe une horloge pour le repérage du temps. Un référentiel d'étude est composé d'un solide par rapport auquel on étudie le mouvement du système matériel. **Le repère** lié au référentiel est constitué de trois vecteurs unitaires orthogonaux et d'un point origine O. Exemple le repère cartésien R orthonormé: $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$.

Attention : les normes des vecteurs unitaires sont égales à 1. Elles sont sans unité !

$$\|\vec{i}\| = \|\vec{j}\| = \|\vec{k}\| = 1$$

b) sa trajectoire qui correspond à l'ensemble de ses positions successives au cours du temps.

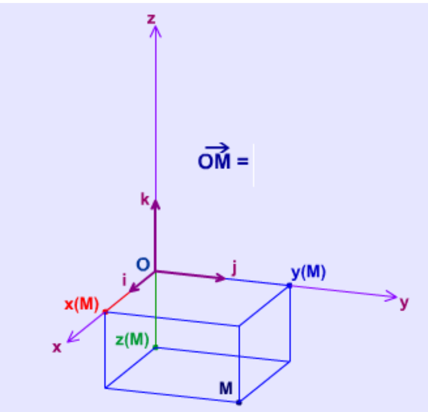
c) son vecteur vitesse en chaque instant

d) son vecteur accélération en chaque instant

I-2 le vecteur position

Clique sur l'animation **coordonnées cartésiennes** d'un point M. **Attention dans l'animation** $\vec{i} = \vec{u}_x ; \vec{j} = \vec{u}_y$ etc.

1) Exprimer le vecteur position en fonction de ses coordonnées cartésiennes (x, y, z) et des vecteurs unitaires $(\vec{i},\vec{j},\vec{k})$



2) Dans le cas particulier ci-dessous que valent les coordonnées cartésiennes ? Quelle est l'expression du vecteur position ?

3) Construire un point M dont les coordonnées sont environ(!): x = 2 ; y =-4 ; z = 5. Exprimer le vecteur position $\vec{OM}$.

4) Quelle est l'unité légale des coordonnées (x,y,z) ?

5) $\vec{OM} = 2.\vec{i} + 3.\vec{j}$. Que vaut la norme $\|\vec{OM}\|$ (la longueur) du vecteur ? (Se rappeler le théorème de Pythagore)

En terminale on se limitera à un vecteur position dans un repère à deux dimensions. Le système ponctuel est assimilé au point M. Dans le repère cartésien $R(O,\vec{i},\vec{j},)$, Le vecteur position $\vec{OM}$ =
x et y sont les ________________________ du vecteur position dans le repère R cartésien orthonormé. Unité légale : **le** ______________________

II) le vecteur vitesse $\vec{v}$

II-1 étude expérimentale

Clique sur l'animation **mouvement parabolique**. Clique sur **vitesse et mouvement lent**.

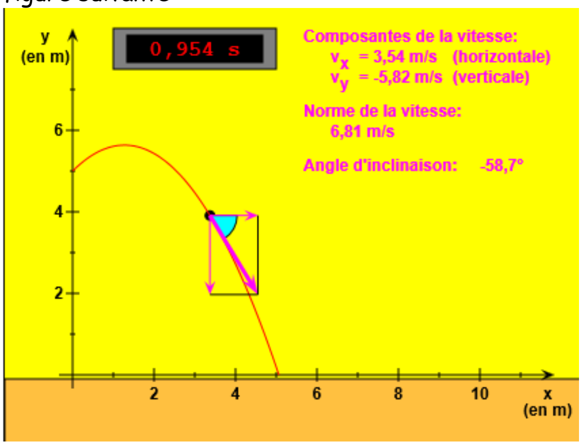
1) Que représente les valeurs v_x et v_y ? Quelle est leur unité ?

2) Exprimer le vecteur vitesse instantanée à l'instant t noté $\vec{v}(t)$ en fonction de ses coordonnées et des vecteurs $(\vec{i},\vec{j})$

3) Quelle est l'expression de la norme $\|\vec{v}\|$ de la vitesse ?

4) Quelle est la direction du vecteur vitesse par rapport à la trajectoire ?

5) Vérifier votre expression à l'aide des données de la figure suivante :



II-2 expressions du vecteur vitesse

Entre les instants t_2 et t_1, le vecteur vitesse vaut :

$$\vec{v}(t) = \frac{\vec{OM_2} - \vec{OM_1}}{t_2 - t_1} = \frac{\vec{M_2M_1}}{t_2 - t_1} = d(\frac{\vec{OM}}{dt})_t$$

$d(\vec{OM}) = \vec{OM_2} - \vec{OM_1}$ représente une variation infinitésimale du vecteur position entre les instant t_2 et t_1
dt = t_2-t_1 représente une variation infinitésimale de temps.

Dans un référentiel donné, **le vecteur vitesse instantanée** à l'instant t d'un point M du **système**, noté $\vec{v}\ (t\ )$, est égale à la **dérivée** du **vecteur position** $\overrightarrow{OM}$ par rapport au temps:

$\vec{v}(t) =$

Autre expression du vecteur vitesse :

$$\vec{v}(t) = d(\frac{\overrightarrow{OM}}{dt})_t$$

$$\vec{v}(t) = d(\frac{x.\vec{i} + y.\vec{j}}{dt})_t = (\frac{dx}{dt}).\vec{i} + (\frac{dy}{dt}).\vec{j}$$

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

v_x et v_y sont les coordonnées du vecteur vitesse dans le repère cartésien orthonormé R.

La norme du vecteur vitesse vaut :

$\left\| \vec{v} \right\|$=___________________

Unité légale pour les coordonnées et la norme : ____

Remarque : le vecteur vitesse moyenne est égale à la variation $\Delta\overrightarrow{OM}$ du vecteur position divisée par la durée Δ t du parcourt:

$$\vec{v}_{moy} = \frac{\Delta\overrightarrow{OM}}{\Delta t}$$

Δ : représente une grande variation alors que 'd' représente une petite variation.

On assimile le vecteur vitesse moyenne au vecteur vitesse instantanée, quand la valeur Δ **tend vers 0**:

$$\vec{v}(t) = d(\frac{\overrightarrow{OM}}{dt})_t = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\overrightarrow{OM}}{\Delta t}$$

Exemple: si v_x =2,0 m.s^{-1} et v_y = 4,0 m.s^{-1} cela signifie que le solide se déplace avec une vitesse de 2 m.s^{-1} sur l'axe des x et de 4 m.s^{-1} sur l'axe des y. La valeur ou norme de la vitesse sera:

$v = \|\vec{v}\| =$?

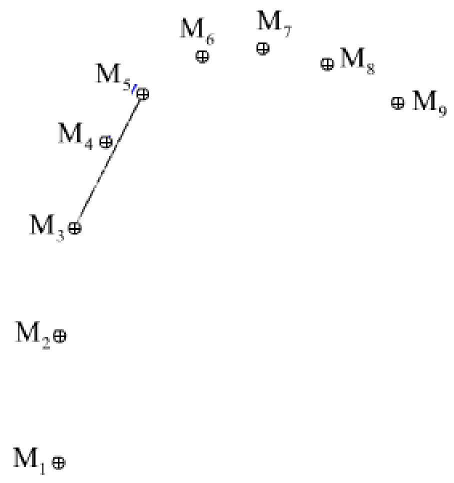
II-3 caractéristiques du vecteur vitesse au point M

$$\vec{v}(t) \left| \begin{array}{l} \text{direction :} \\ \text{sens :} \\ \text{point d'application :} \\ \text{valeur ou norme } v = \|\vec{v}\| = \\ \text{l'unité légale est} \end{array} \right.$$

$$\vec{v}_4(t_4) \left| \begin{array}{l} \text{direction :} \\ \text{sens :} \\ \text{point d'application :} \\ \text{une valeur } v_4 = \|\vec{v}_4\| = \end{array} \right.$$

Exercice : donner les 4 caractéristiques du vecteur vitesse au point M_4 à l'instant t_4. v_x = 3,0 m.s^{-1} v_y = 4,0 m.s^{-1}.

Pour représenter le vecteur vitesse on utilisera **une échelle**. Par exemple 1 cm représente 5 m.s^{-1}. Représenter le vecteur vitesse $\vec{v}_4$ sur le schéma ci-dessous :



II-4 Méthode pour tracer le vecteur vitesse instantanée

Clique sur l'**animation: tracé d'un vecteur vitesse**

Le vecteur vitesse à l'instant t_i est:

$$\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{M_{i+1}M_{i-1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

Exercice : On désire tracer le vecteur vitesse $\vec{v}_5$ à l'instant t_5:

$$\vec{v}_5 = \frac{\overrightarrow{M_4M_6}}{t_6 - t_4}$$

1. calculer la norme de la vitesse v_5. Mesurer la distance M_4M_6 puis diviser par la durée t_6-t_4. M_4M_6 = 10 cm ; t_6-t_4 = 100 ms

$v_5 =$

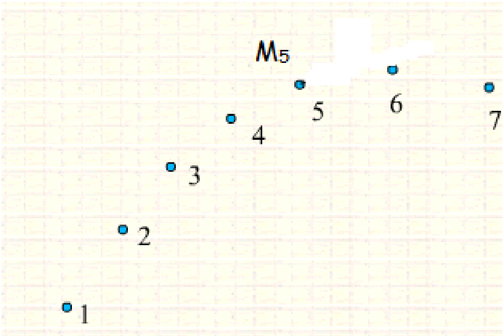
2. Tracer la corde M_4M_6. Tracer une parallèle à la corde passant par M_5. Cette parallèle est la tangente à la courbe à l'instant t_5. C'est la direction du vecteur vitesse

3. Choisir une échelle de vitesse par exemple 1cm <-> 0,25 m.s^{-1}. En déduire la longueur du vecteur vitesse:

1cm $\leftrightarrow$ 0,250 m.s^{-1}

$L(\vec{v}_5) = \quad \leftrightarrow \quad v_5 =$

4. Tracer le vecteur vitesse sur la figure ci-

dessous : 

III) le vecteur accélération $\vec{a}$

III-1 étude expérimentale

Clique sur l'animation **vitesse position et accélération en fonction du temps (mouvement rectiligne) par Walter Fendt.**

1) Calculer la dérivée de la vitesse par rapport au temps
2) Comparer cette dérivée à la valeur de l'accélération. Conclusion ?
3) Quelle est l'unité d'accélération ?
4) Comment représente-t-on l'accélération ?
5) Quelle est son expression par rapport au vecteur vitesse ?

III-2 définition du vecteur accélération étude expérimentale

Dans un référentiel donné, le **vecteur accélération** instantanée à l'instant t d'un point M du **système**, noté $\vec{a}(t)$, est égale à la **dérivée** du **vecteur vitesse instantanée** $\vec{v}(t)$ par rapport au temps:

$$\vec{a}(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \left(\frac{d\vec{v}}{dt}\right)_t$$

$$\vec{a}(t) = \left(\frac{d(v_x.\vec{i} + v_y.\vec{j})}{dt}\right)_t = \left(\frac{dv_x}{dt}\right).\vec{i} + \left(\frac{dv_y}{dt}\right).\vec{j}$$

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

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2}$$

a_x et a_y sont **les coordonnées** du vecteur vitesse dans le repère cartésien orthonormé R.
a_x est la **dérivée première** par rapport au temps de la coordonnée de la **vitesse** v_x sur l'axe des x; c'est la **dérivée seconde** par rapport au temps de **l'abscisse x**.
a_y est la dérivée première par rapport au temps de la coordonnée de la vitesse v_y sur l'axe des y; c'est la dérivée seconde par rapport au temps de l'ordonnée y.
La norme du vecteur accélération vaut :

$$a = \|\vec{a}\| = \sqrt{a_x^{\,2} + a_y^{\,2}}$$

Unité légale pour les coordonnées et la norme: le mètre par seconde au carré ($m.s^{-2}$).

Exercice: expliquer ce que signifie les composantes a_x =2,0 $m.s^{-2}$ et a_y = 4,0 $m.s^{-2}$ du mouvement d'un solide.

2) Calculer la valeur ou norme de l'accélération.

III-3 caractéristiques du vecteur accélération au point M

D'après l'expression suivante, quelle relation existe-t-il entre le vecteur accélération et le vecteur variation de position $d\vec{v}$?

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

En déduire les 4 caractéristiques du vecteur accélération :

$$\vec{a}(t)\left|\begin{array}{l}\text{direction :}\\ \text{sens :}\\ \text{point d'application :}\\ \text{une valeur } a = \|\vec{a}\| =\end{array}\right.$$

III-4 Méthode pour tracer le vecteur accélération instantanée.

Clique sur l'animation **tracé d'un vecteur variation de vitesse puis d'un vecteur accélération** réalisée par L. Germain.

Le vecteur accélération à l'instant t_i est:

$$\vec{a}_i = \frac{\overrightarrow{v_{i+1}} - \overrightarrow{v_{i-1}}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

On désire tracer le vecteur accélération $\vec{a}5$ à l'instant t_5:

$\vec{a}5 =$

1. Tracer les vecteurs $\overrightarrow{v_6}$ *et* $\overrightarrow{v_4}$ puis le vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{v_6} - \overrightarrow{v_4}$

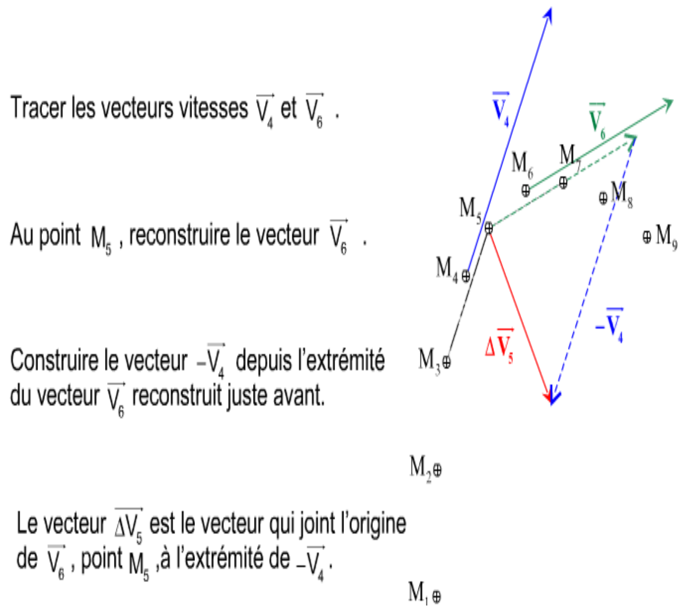
2. Mesurer la longueur du vecteur $\overrightarrow{v_6} - \overrightarrow{v_4}$ et déterminer sa norme $\|\overrightarrow{v_6} - \overrightarrow{v_4}\|$ grâce à l'échelle de vitesse.

3. Calculer la norme du vecteur accélération grâce à la formule:

$$\|\vec{a}_5\| = \frac{\|\overrightarrow{v_6} - \overrightarrow{v_4}\|}{t_6 - t_4} = 2{,}0 m.s^{-2}$$

4. Choisir une échelle d'accélération par exemple 1,0 cm <-> 1,0 $m.s^2$. En déduire la longueur du vecteur accélération:

5. Tracer le vecteur accélération qui a pour origine le point M_5, le sens celui du mouvement, une longueur de 2,0 cm, une direction celle du vecteur variation de vitesse $\overrightarrow{v_6} - \overrightarrow{v_4}$.



IV) le vecteur quantité de mouvement $\vec{p}$

IV-1 définition

Le vecteur quantité de mouvement $\vec{p}$ d'un point matériel est égale au **produit** de sa **masse** m par son **vecteur vitesse**:

$$\vec{p} =$$

Comme le vecteur vitesse, le vecteur quantité de mouvement **dépend du** __________________d'étude

IV-2 caractéristiques du vecteur quantité de mouvement

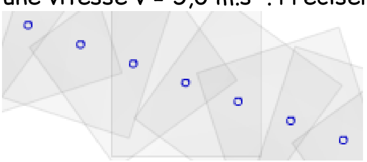
D'après l'expression du vecteur quantité de mouvement que peut-on dire des vecteurs $\vec{p}$ et $\vec{v}$?

Unité légale m (kg), v ($m.s^{-1}$), p ($kg.m.s^{-1}$)

Les caractéristiques du vecteur quantité de mouvement du point M sont :

$\vec{p}(t)$ | direction :
sens :
point d'application :
une valeur $p = \|\vec{p}\| =$
Unité légale m (____), v (______), p (______)

Exercice : calculer la norme p puis représenter le vecteur quantité de mouvement d'un palet de masse m = 1kg se déplaçant rectilignement sur une table à coussin d'air avec une vitesse v = 5,0 $m.s^{-1}$. Préciser l'échelle choisie.



V) Les mouvements rectilignes et circulaires

V-1 mouvement rectiligne

Clique sur l'animation **table à coussin d'air**

Au cours d'un mouvement rectiligne, la trajectoire d'un point M est une ______________________. Il existe 3 types de mouvements rectilignes:

a) mouvement rectiligne uniforme

Cliquer sur l'**animation vitesse position et accélération** et paramétrer le logiciel de manière à avoir un mouvement rectiligne uniforme

1) Quelle propriétés possède le vecteur vitesse.
2) Que vaut le vecteur accélération ? Justifier.

Dans un référentiel donné le mouvement d'un point M est **rectiligne uniforme** si en chaque instant son **vecteur vitesse** est ________________________ :

$\vec{v}$ = constante $\Leftrightarrow$

Le vecteur accélération instantanée est égal au vecteur ________________ quel que soit t en effet:

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

écrit d'une autre façon:

$$\vec{a}_i =$$

b) mouvement rectiligne uniformément accéléré

Cliquer sur l'**animation vitesse position et accélération** et paramétrer le logiciel de manière à avoir un mouvement uniformément accéléré. Quelle propriété possède le vecteur vitesse accélération ? Justifier.

Dans un référentiel donné le mouvement d'un point M est **rectiligne uniformément accéléré** si en chaque instant son **vecteur accélération** est ____________________et que sa trajectoire est une _________________:

$\vec{a}$ = constante, trajectoire une droite

$\Leftrightarrow$

Clique sur l'animation mouvement parabolique. Le mouvement est-il uniformément accéléré ? Rectiligne uniformément accéléré ? Que vaut son accélération ?

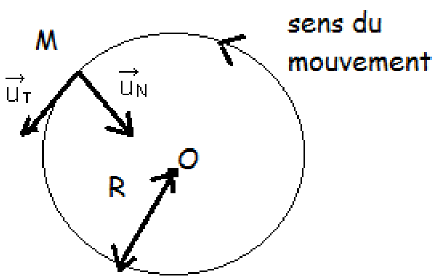
c) mouvement rectiligne quelconque

Dans un référentiel donné le mouvement d'un point M est **rectiligne quelconque** si en chaque instant son vecteur accélération et vitesse est _______________________ et que sa **trajectoire** est une ______________________.

V-2) mouvement circulaire

Dans le cas des mouvements circulaires on utilisera le **repère de Frénet** $(M, \vec{U_N}, \vec{U_T})$ pour exprimer les vecteurs vitesse accélération et position. Ce repère est constituée d'un point M ou se trouve le mobile à l'instant t et de deux vecteurs orthonormés $\vec{U_N}$ (n de normale à la trajectoire) et $\vec{U_T}$(T de tangent à la trajectoire)

Le vecteur unitaire $\vec{U_T}$ est tangent à la trajectoire, au point M où se trouve le mobile. Ce vecteur est orienté arbitrairement (pas nécessairement dans le sens du mouvement).Le vecteur unitaire $\vec{U_N}$ est normal à la trajectoire. Il est orienté vers l'intérieur de la courbe.



Dans ce cours on verra 2 types de mouvement circulaire.

a) mouvement circulaire uniforme

Clique sur l'animation **mouvement circulaire uniforme.**
1) Le vecteur vitesse est-il constant ? Sa norme est-elle constante ? Quelle est la direction du vecteur vitesse par rapport à la trajectoire ?
2) Même question pour le vecteur accélération.

Exemple: le mouvement du centre d'inertie des planètes dans le référentiel héliocentrique. Clique sur l'animation: **mouvement des planètes telluriques autour du soleil.**
Définir le mouvement des centres d'inertie des planètes dans le référentiel héliocentrique.

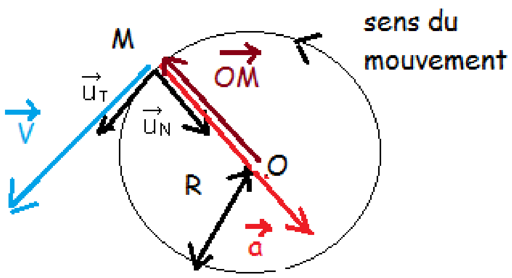
Dans le cas d'un mouvement circulaire quelconque parcouru à la vitesse v, l'expression du vecteur accélération est :

$$\vec{a} = \frac{v^2}{R}.\vec{u}_N + \frac{dv}{dt}.\vec{u}_T = \frac{v^2}{R}.\vec{u}_N$$

3) Exprimer les vecteurs position, vitesse et accélération et position, dans la base de Frénet.

Dans un référentiel donné le mouvement d'un point M est **circulaire uniforme** si en chaque instant la valeur v de la **vitesse** est ________________________ et que la **trajectoire** est une portion de _______________de rayon R. Le **vecteur accélération** est **centripète** (orienté vers le ____________________ de la trajectoire)

$$\vec{OM} =$$
$$\vec{v} =$$
$$\vec{a} =$$
$$\vec{a} = \frac{v^2}{R}.\vec{u}_N + \frac{dv}{dt}.\vec{u}_T = \frac{v^2}{R}.\vec{u}_N$$
$$a_N = \frac{v^2}{R} : \text{coordonnée de l'accélération normale}$$
$$a_T = \frac{dv}{dt} =$$
$$0 \text{ (car } v = \text{constante)} : \text{coordonnée de l'accélération tangentielle}$$



b) mouvement circulaire non uniforme

Animation:

Clique sur l'animation le pendule simple.

1) Le vecteur vitesse est-il constant ? Sa norme est-elle constante ? Quelle est la direction du vecteur vitesse par rapport à la trajectoire ?
2) Même question pour le vecteur accélération.
3) Exprimer les vecteurs position, vitesse et accélération et position, dans la base de Frénet.

Dans un référentiel donné le mouvement d'un point M est **circulaire non uniforme** si en chaque instant la valeur de sa **vitesse n'est pas** ___________________ et que la **trajectoire** est une **portion de** _________________ de rayon R. En chaque instant les coordonnées des vecteurs accélération, vitesse et position sont dans le repère de Frénet :

:

VI) dynamique, les 3 lois de Newton

Introduction:

La **dynamique** est une discipline de la mécanique classique qui étudie les corps en mouvement sous l'influence des actions mécaniques qui leur sont appliquées. Elle combine la statique qui étudie l'équilibre des corps au repos, et la cinématique qui étudie le mouvement.

les 3 lois suivantes ne sont vérifiées que dans un référentiel galiléen. Exemple de référentiel Galiléen:

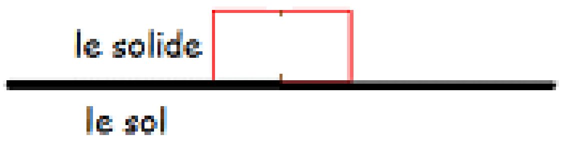
- référentiel terrestre, lié à la surface de la Terre, (table, quai d'un train etc.) utilisé pour étudier les mouvements des solides au voisinage proche de la Terre

- référentiel géocentrique, lié au centre de la Terre, utilisé pour étudier les mouvements des satellites de la Terre ainsi que celui de la Lune

- référentiel héliocentrique, lié au centre de la Terre, pour étudier les mouvements des planètes autour du soleil.

VI-1 première loi de Newton ou principe d'inertie

Clique sur l'animation: table à coussin d'air (Ostralo.net)
1) Le mouvement se fait sans frottement. Représentez sur un schéma les forces s'exerçant sur le palet. Que dire de la somme vectorielle des forces s'exerçant sur le palet lorsqu'il est au repos ? Lorsqu'il est en mouvement ?



2) Caractériser le mouvement du centre d'inertie dans le référentiel terrestre supposé galiléen.
3) Enoncer la première loi de Newton appelé également le principe d'inertie.

A compléter avec les mots : rectiligne uniforme, isolé, galiléen, pseudo-isolé, repos.

Lorsqu'un système matériel est (soumis à des forces qui se compensent) ou (soumis à aucune force) par rapport à un référentiel ______________________ alors soit :
- il est au
- soit le mouvement de son centre d'inertie est ____________________________________ . Son vecteur vitesse est alors constant.

La réciproque est vraie.

$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow$

VI-2 deuxième loi de Newton ou principe fondamental de la dynamique

Clique sur l'animation seconde loi de Newton dans le cas d'un mouvement parabolique.

1) Que vaut la somme des forces extérieures appliquées au solide ?
2) Quelle est la relation entre la somme des forces extérieures et le vecteur variation de vitesse ?
3) Quelles grandeurs vectorielles la force fait-elle varier ?
3) Quels paramètres peuvent intervenir dans la valeur de K ?
4) Sachant que 1 N = 1 kg.ms^{-2}, proposer une formule correspondant à la seconde loi de Newton.

A compléter avec les mots : temps, dérivé, quantité de mouvement

Dans un **référentiel galiléen**, la **somme vectorielle** des **forces extérieures** appliquées à un système matériel est **égale** à la _____________________ **par rapport au** _______________________ de sa ________________________________

$$\sum \vec{F}_{ext} =$$

Dans le cas particulier ou le système conserve une masse constante, la seconde loi devient:

$$\sum \vec{F}_{ext} =$$

Exercice: à l'aide de la seconde loi de Newton, déterminer l'expression du vecteur accélération dans le cas d'une chute libre sans frottement. Quelle est sa valeur ? Vérifier en cliquant sur l'animation [vitesse position et accélération en fonction du temps (mouvement parabolique)]

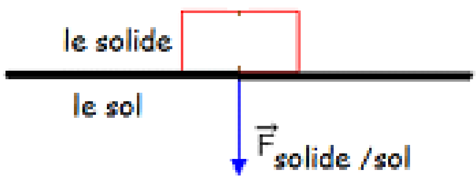
IV-3 troisième loi de Newton ou principe des actions réciproques

A compléter avec les mots : opposés, direction, norme, sens

Lorsqu'un système matériel A exerce une force $\vec{F}_{A/B}$ sur un système matériel B alors celui-ci exerce sur le système matériel A une **force** $\vec{F}_{B/A}$. Ces 2 **vecteurs forces** sont ________________________ (même ____________________ et __________________ mais ___________________ opposé et points d'application différents):

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

Exemple: représenter la force exercée par le sol sur le solide. Quelle est la relation vectorielle entre ces 2 forces ?



VI-4) application des lois de Newton à la propulsion

Remarque: Dans le cas où le système garde une masse constante on dit que le système est **fermé**. Dans le cas contraire il s'agit d'un système **ouvert**. Une fusée éjecte des gaz, le système fusée est ouvert. Par contre le système {gaz,fusée} est fermé.

Considérons 2 palets reliés par un ressort. Ils sont posés sur une table à coussin d'air qui annule les frottements.

1) Le système {palet 1, palet 2) est soumis à combien de forces extérieures ? Ce compensent-elles ?
2) Que vaut la quantité de mouvement $\vec{p}_i$ du système à t = O (système est au repos)
3) A l'instant t+dt le ressort est brulé, le système se sépare en deux sous-systèmes. A partir de la seconde loi de Newton, déterminer la valeur de la quantité de mouvement du système $\vec{p}(t+dt) = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ avec :

$\vec{p}_1$: quantité de mouvement du sous-système 1 à l'instant t+dt

$\vec{p}_2$ quantité de mouvement du sous-système 2 à l'instant t+dt

En déduire une relation entre $\vec{p}_2$ et $\vec{p}_1$

4) Dessiner sur le schéma ci-dessous les quantités de mouvement $\vec{p}_2$ et $\vec{p}_1$.

Lorsqu'une fusée expulse du gaz, la quantité de mouvement du gaz est l'opposé à la quantité de mouvement de la fusée, ce qui explique le principe de la propulsion par réaction.

La conservation de la quantité de mouvement d'un système fermé permet d'expliquer la **propulsion par réaction**.

Programme officiel

Temps, mouvement et évolution

Notions et contenus	Compétences exigibles
Temps, cinématique et dynamique newtoniennes Description du mouvement d'un point au cours du temps : vecteurs position, vitesse et accélération	Extraire et exploiter des informations relatives à la mesure du temps pour justifier l'évolution de la définition de la seconde. Choisir un référentiel d'étude. Définir et reconnaître des mouvements (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme) et donner dans chaque cas les caractéristiques du vecteur accélération. Définir la quantité de mouvement d'un point matériel
Référentiel galiléen. Les 3 lois de Newton	Connaître et exploiter les trois lois de Newton ; les mettre en œuvre pour étudier des mouvements dans des champs de pesanteur et électrostatique uniformes. *Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.*
Conservation de la quantité de mouvement d'un système isolé.	*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.*

Préparer le DS

I) Cinématique

1) Que définir avant der faire l'étude mécanique d'un système ?

2) Définir le vecteur position $\overrightarrow{OM}$ dans le repère cartésien $R(0,\vec{i},\vec{j},)$. Quelle est l'unité de ses coordonnées ?

3) Donner l'expression du vecteur vitesse instantanée $\vec{v}\ (t\ )$ de façon générale, puis dans le repère cartésien $R(0,\vec{i},\vec{j},)$. Quelle est l'unité de ses coordonnées ?

4) Donner l'expression du vecteur vitesse moyenne $\vec{v}_{moy}$

5) Définir le vecteur accélération $\vec{a}(t)$ et l'exprimer dans le repère cartésien. quelle est l'unité de ses coordonnées ?

6) Donner la relation entre les coordonnées du vecteur position, vitesse instantané et accélération instantané dans le repère cartésien.

7) Connaitre la méthode pour tracer un vecteur vitesse instantanée puis un vecteur accélération

8) Définition du vecteur quantité de mouvement

II) Les mouvements rectilignes et circulaires

Donner dans chacun des mouvements suivants les conditions sur le vecteur accélération et le vecteur vitesse

a) mouvement rectiligne uniforme

b) mouvement rectiligne uniformément accéléré

c) mouvement rectiligne quelconque

d) mouvement circulaire uniforme

e) mouvement circulaire non uniforme

III) dynamique, les 3 lois de Newton

1) énoncer la première loi de Newton ou principe d'inertie

2) énoncer la deuxième loi de Newton ou principe fondamental de la dynamique dans le cas générale puis dans le cas où la masse m est constante.

3) énoncer la troisième loi de Newton ou principe des actions réciproques

4) A quoi est dû la propulsion par réaction