Ch 5 : Mouvement d'un système

1. Rappel
2. Bilan des forces
3. Vecteur variation de vitesse
4. Influence des forces sur le mouvement

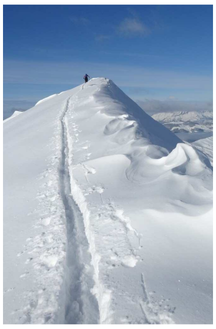
1. Rappels

Le modèle du point matériel est un modèle qui permet une étude simplifiée du mouvement d'un mobile en l'assimilant à une masse ponctuelle située en son centre d'inertie G.
Ce modèle étant une approximation, il n'est pas toujours suffisant pour expliquer correctement le mouvement du mobile puisque les paramètres alors négligés peuvent quelques fois fortement influencer le mouvement du mobile.

La trajectoire d'un mobile est une ligne représentant la succession de points de l'espace que le mobile emprunte au cours de son déplacement.
Elle peut être RECTILIGNE ou CURVILIGNE.

Le mouvement d'un objet décrit à la fois la trajectoire de l'objet et la manière dont il parcourt cette trajectoire.

Trajectoire curviligne



Trajectoire rectiligne

A retenir :

- L'endroit où l'on se place pour étudier le mouvement d'un objet est appelé le référentiel.
- Le référentiel que représente tout objet immobile à la surface de la Terre est appelé référentiel terrestre.
- Le référentiel placé au centre de la Terre est appelé référentiel géocentrique. La direction de ses trois axes est constante.

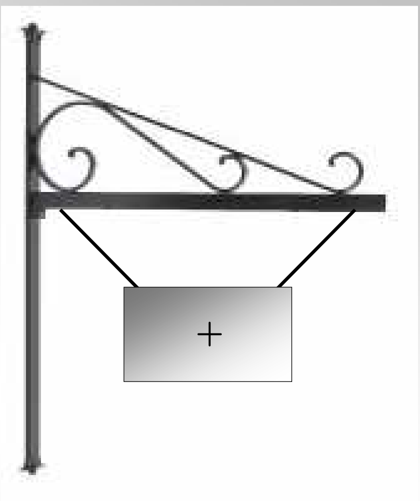
Exercice 1 :

1. Définir la trajectoire d'une maison dans le référentiel terrestre puis dans le référentiel géocentrique.
2. Définir le mouvement d'une pomme qui tombe d'un arbre dans le référentiel de l'arbre. Quel autre nom peut-on aussi donner au référentiel de l'arbre ? Justifier.
3. Définir la trajectoire d'une boule de pétanque lancée en l'air vers un cochonnet dans le référentiel terrestre.
4. Définir le mouvement de la Terre dans le référentiel héliocentrique.
5. Définir le mouvement d'un passager assis dans un train roulant à 320 km/h dans le référentiel du train.
6. Le modèle du point matériel est-il pertinent pour la Terre si l'on cherche à étudier le mouvement de cette dernière autour du Soleil ? Justifier clairement.

2. Bilan des forces

Exercice 2 :

On considère un écriteau de masse m = 400 g suspendu immobile à une potence. Cet écriteau est retenu par deux cordes souples et tendues exerçant chacune sur lui une force de 2,83 N. On rappelle que sur Terre g = 10 N/kg.



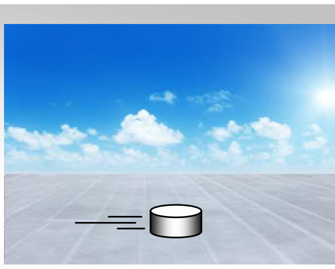
1. Définir précisément les 4 caractéristiques de la force F_1 exercée par le fil de gauche sur le panneau.
2. Faire l'inventaire des forces exercées par l'extérieur sur le système {écriteau}.
3. Préciser pour chacune de ces forces, l'auteur ainsi que le receveur.
4. Après avoir judicieusement choisi une échelle, représenter ces forces sur le schéma ci contre.
5. Construire à côté du schéma le vecteur $\Sigma\vec{F}$, appelé « *somme des forces* » ou « *résultante des forces* », en additionnant tous les vecteurs force qui s'exercent sur l'écriteau. Que remarque-t-on ?
6. On suppose à présent que l'une des deux cordes casse. A cet instant précis, la *résultante des forces* est-elle encore nulle ?
7. A cet instant encore, l'écriteau reste-t-il immobile ?
8. Cette constatation est-elle en accord avec le Principe de l'inertie formulé pour la première fois par I. Newton ?

A noter :

- Un objet soumis à aucune force est dit **isolé**.
- Un objet soumis à des forces qui se compensent est dit **pseudo-isolé**.

Exercice 3 :

Considérons une situation idéale imaginaire où un palet de masse 200 g glisse sur une patinoire sans aucun frottement avec la glace ou avec l'air. On rappelle que sur Terre g = 10 N/kg.



8. Quel est alors le mouvement du palet dans le référentiel terrestre ?
9. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le palet.
10. Ces forces se compensent-elles ? Justifier.
11. Après avoir déterminer une échelle, tracer ces forces sur le schéma ci-contre.

Principe de l'inertie (ou première loi de Newton)

Tout corps persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme s'il est soumis à des forces qui se compensent (ou à aucune force).

3. Vecteur variation de vitesse

Exercice 4 :

On relève toutes les 100 ms la position d'un mobile ponctuel noté M dans un repère [O, x, y). La première position appelée M_0 est prise à l'origine du temps t = 0.

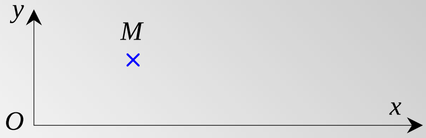
1. **Mobile immobile**

   a. Que vaut la vitesse notée v_2 du mobile M à la date t_2 = 0,200 s ?
   b. Même question pour la vitesse v_3 à la date t_3 = 0,300 s ?

   Soit le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ défini à une date t donnée par la relation:

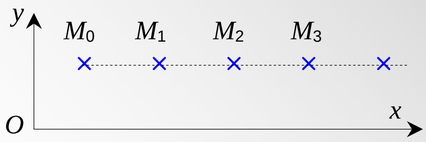
   $$\boxed{\Delta\vec{v} = \overrightarrow{v_{SUIV}} - \overrightarrow{v_{PREC}}}$$

   c. Construire le vecteur $\Delta\vec{v}_2$ à la date t_2 tel que : $\Delta\vec{v} = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$



2. **Mobile en mouvement rectiligne uniforme**

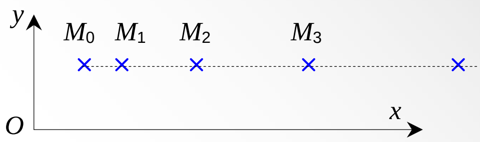
   a. Calculer la vitesse v_1 du mobile entre les points M_0 et M_2.
   b. Faire de même pour la vitesse v_3 entre les points M_2 et M_4.
   c. Tracer ces deux vecteurs vitesse sur le schéma ci-contre.
   d. Construire le vecteur $\Delta\vec{v}_2$ à la date t_2.



3. **Mobile en mouvement rectiligne varié**

   Avec le nouveau schéma de droite, reprendre les 4 mêmes questions de la partie 2.

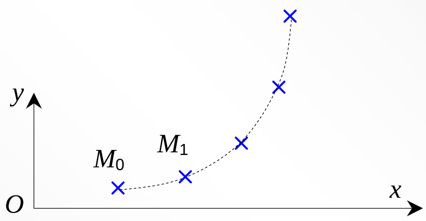
   e. Dans cette nouvelle situation, le mobile est-il soumis à des forces qui se compensent ? Justifier.



4. **Mobile en mouvement curviligne uniforme**

   Avec le nouveau schéma de droite, reprendre les 4 mêmes questions de la partie 2.

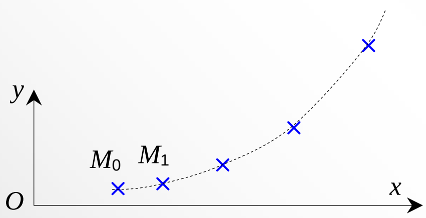
   e. Dans cette nouvelle situation, le mobile est-il soumis à des forces qui se compensent ? Justifier.



5. **Mobile en mouvement curviligne varié**

   Avec le nouveau schéma de droite, reprendre les 4 mêmes questions de la partie 2.

   e. Dans cette nouvelle situation, le mobile est-il soumis à des forces qui se compensent ? Justifier.



4. Influence des forces sur le mouvement

Exercice 5 :

1. Dans le cas d'un objet immobile ou en mouvement rectiligne uniforme dans un référentiel donné, que vaut le vecteur $\Delta\vec{v}$?
2. Quelle est la particularité du vecteur *somme des forces* $\Sigma\vec{F}$ pour de tels objets ? Conclure.

Considérons le mouvement de la Terre dans le référentiel héliocentrique.
La force d'interaction gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Terre s'écrit :

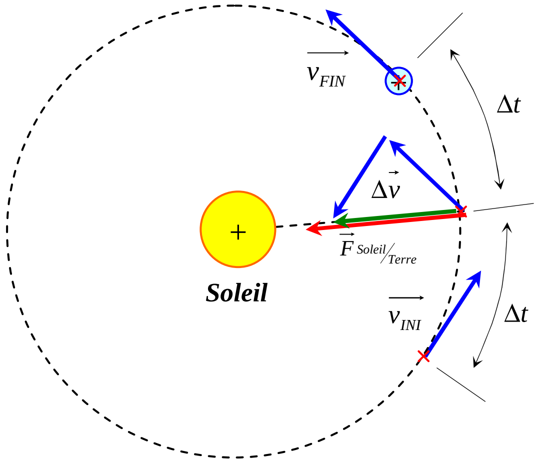
$$\vec{F}_{Soleil/Terre}$$

Cette force est à chaque instant radiale, c'est-à-dire dirigée depuis le centre de la Terre vers le centre du Soleil.

Comme les forces exercées par les autres corps du système solaire peuvent être négligées devant celle du Soleil, on peut donc écrire que :

$$\Sigma\vec{F} = \vec{F}_{Soleil/Terre}$$

Or, si l'on trace le vecteur *variation de vitesse* de la Terre $\Delta\vec{v} = \overrightarrow{v_{FIN}} - \overrightarrow{v_{INI}}$, on remarque que lui aussi est à chaque instant radial.

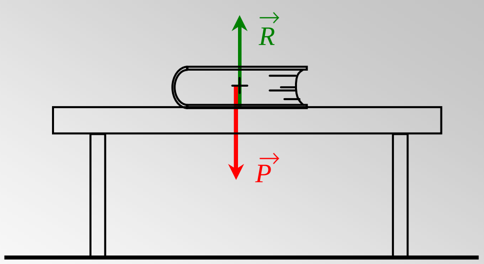


A retenir :

Le vecteur *variation de vitesse* $\Delta\vec{v}$ a toujours même direction et même sens que le vecteur *résultante des forces* $\Sigma\vec{F}$ qui s'exercent sur un mobile, quelle que soit la nature du mouvement de ce mobile.

Exercice 6 :

On considère un livre de masse m = 150 g posé sur une table.



1. La table est-elle un référentiel terrestre ? Pourquoi ?
2. Quel est alors le mouvement du livre dans le référentiel terrestre ?
3. Que vaut le vecteur *variation de vitesse* ? Pourquoi ?
4. En déduire la conséquence pour les forces qui s'exercent sur le livre ?
5. Le livre n'est soumis qu'à deux forces notées $\vec{P}$ et $\vec{R}$.
   Compléter les renseignements suivants :

Force $\vec{P}$:

Nom : ....

Auteur : ....

Receveur : ....

Direction : ....

Sens : ....

Intensité : ....

Point d'application : ....

Force $\vec{R}$:

Nom : ....

Auteur : ....

Receveur : ....

Direction : ....

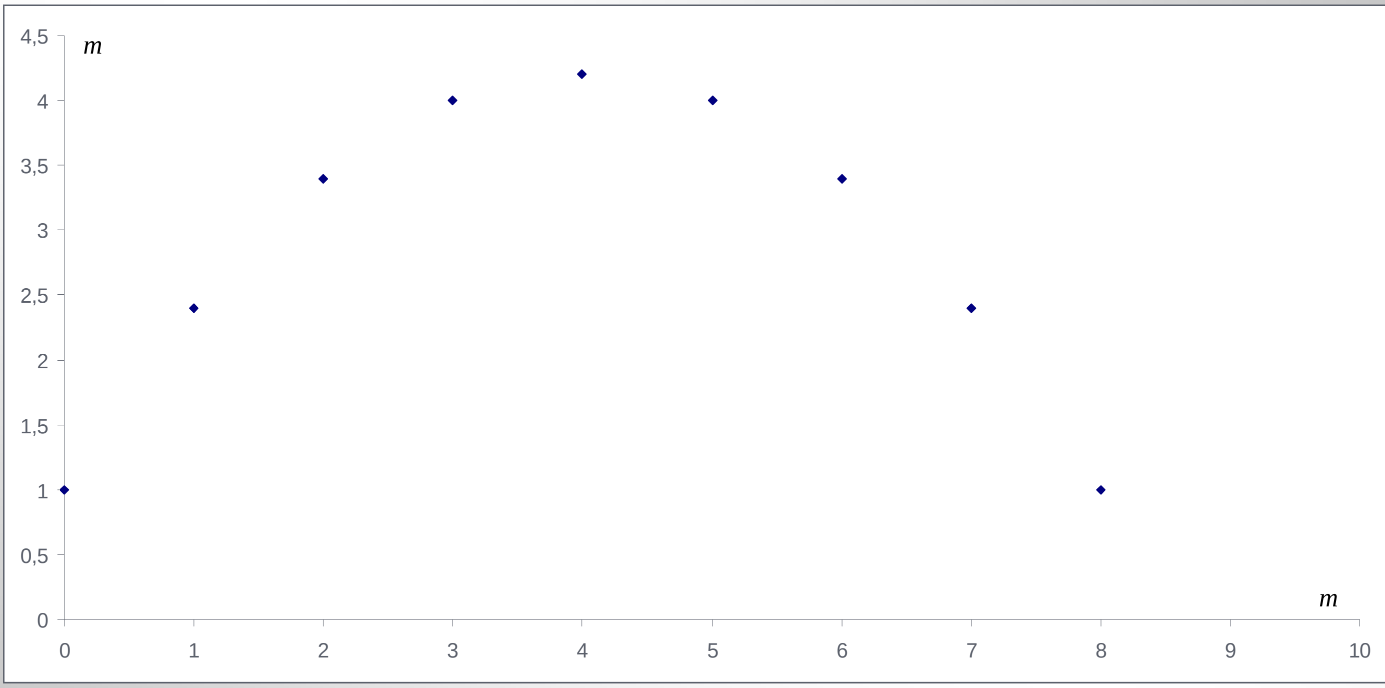
Sens : ....

Intensité : ....

Point d'application : ....

Exercice 7 :

On considère une boule de pétanque supposée ponctuelle, de masse m = 700 g, lancée par un joueur vers le cochonnet. Elle quitte les mains du joueur à l'abscisse x = 0 du repère lié à un référentiel terrestre. Sa position est repérée sur le graphe ci-dessous à intervalle de temps régulier τ = 200 ms.
La boule étant très dense et sa vitesse en vol relativement faible, on négligera toutes les forces liées à l'air dans cet exercice.



1. Placer au crayon de papier les points M_0 (0, 1), M_1, M_2, etc.
2. Construire le plus proprement possible les vecteurs $\Delta\overrightarrow{v_2}$ et $\Delta\overrightarrow{v_5}$ à l'aide d'une échelle à préciser. Que remarque-t-on ?
3. Déterminer la norme (la valeur) de ces deux vecteurs *variation de vitesse*.
4. Calculer alors la valeur de l'expression : $m\times\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ avec Δt = 2 τ
5. Que vaut la norme de la *résultante des forces* extérieures exercées sur la boule ? Que remarque-t-on ?

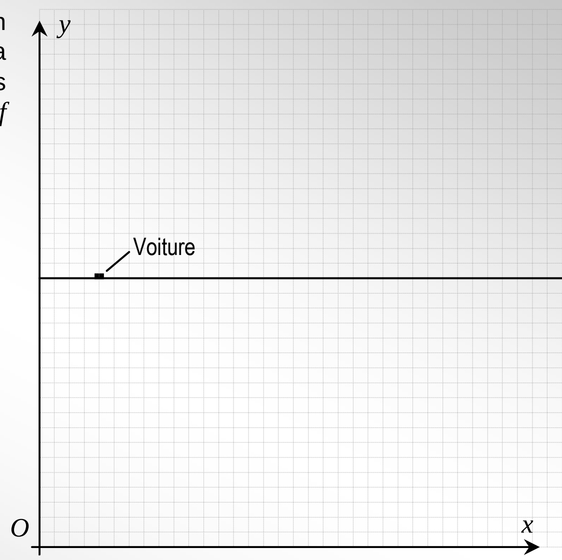
A retenir :

Le vecteur *variation de vitesse* d'un mobile $\Delta\vec{v}$ est lié au vecteur *résultante des forces* $\Sigma\vec{F}$ qui s'exerce sur lui par la relation :

Exercice 8 :

La *Peugeot* 208 *T*16 *Pikes Peak* est une voiture de 875 chevaux pour une masse de 875 kg. Elle peut passer de 0 à 100 km/h en moins de 1,8 s.

Durant cette phase d'accélération, elle est alors soumise à 4 forces non négligeables que l'on supposera constantes : son poids P d'intensité 8750 N, la réaction du support R d'intensité 8750 N, la force motrice F exercée par ses roues sur la route et d'intensité 15 000 N et une force de frottement unique f d'intensité 1490 N. On prendra pour échelle de construction 500 N / div.



1. Représenter chacune de ces forces sur le schéma ci contre.
2. A l'aide d'une construction vectorielle, déterminer la valeur de la résultante des forces exercées sur la voiture durant son accélération.
3. Déterminer l'expression littérale des coordonnées de ces 4 forces dans le repère [O, x, y).
4. En déduire l'expression littérale des coordonnées du vecteur somme des forces. Calculer ses coordonnées et en déduire sa norme.
5. Calculer la valeur de $m\times\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ durant cette phase d'accélération.
6. Conclure.
7. Déterminer la vitesse finale qu'aurait eue la voiture en l'absence de forces de frottements.