



Activités de la séquence n°7

Mouvements : position, vitesse et accélération



Fiches de synthèse mobilisées :

Fiche n°7 : Mouvements : position, vitesse et accélération



Sommaire des activités

ACTIVITÉ 1 :	retour sur le mouvement d'un ascenseur.....	1
ACTIVITÉ 2 :	mouvement d'une boule de pétanque – version avec tableur.....	2
ACTIVITÉ 3 :	mouvement d'une boule de pétanque - version avec programme Python.....	3
ACTIVITÉ 4 :	le mouvement de la planète Vénus : un mouvement uniforme... et accéléré !	5

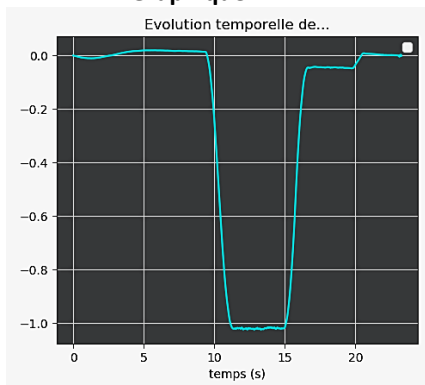
ACTIVITÉ 1 : retour sur le mouvement d'un ascenseur

Rappel de la situation :

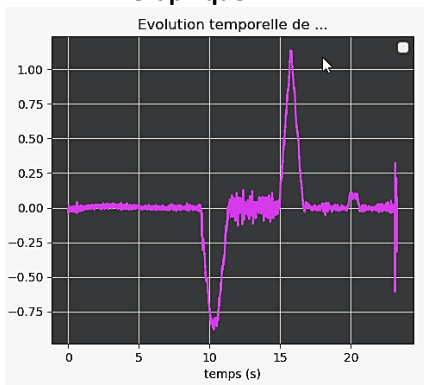
Lors de la séquence 5 en classe de 1^{ère}, nous avons enregistré le mouvement d'un ascenseur entre deux étages, à l'aide de l'accéléromètre d'un téléphone portable. Le mouvement de celui-ci était rectiligne et vertical et ses positions repérées sur un axe Oz vertical, orienté vers le haut et dont l'origine correspond à l'altitude de l'étage de départ. Un programme de traitement nous a permis d'obtenir les tracés des évolutions temporelles de la coordonnée de position verticale z , de la coordonnée v_y du vecteur-vitesse ainsi que de la coordonnée a_y du vecteur accélération.

Voici les résultats que nous avons obtenus :

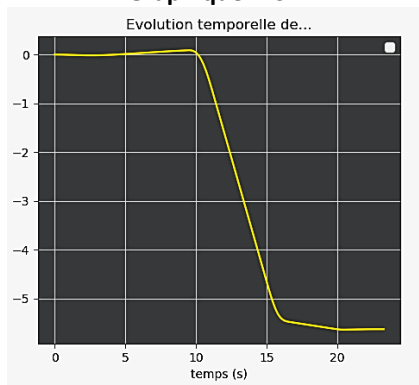
Graphique n°1



Graphique n°2



Graphique n°3



1. On voit qu'il manque une légende sur chacun de ces graphiques. Lequel représente $z(t)$? Lequel représente $v_z(t)$ et lequel représente $a_z(t)$?
2. L'ascenseur était-il en montée ou en descente ? Justifier de deux manières au moins, à l'aide de deux de ces graphiques (plusieurs choix sont possibles).
3. On appellera « vitesse de croisière » la vitesse, supposée constante, que l'ascenseur finit par atteindre lorsqu'il transite entre deux étages. Pendant quelle durée a-t-il gardé sa vitesse de croisière ? Justifier de trois manières, en exploitant successivement chacun de ces trois graphiques.
4. Que vaut sa vitesse de croisière ? Justifier cette valeur de deux manières différentes, en exploitant deux des graphiques ci-dessus.

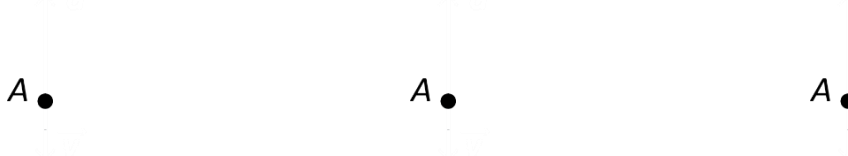


5. Ces trois figures représentent un point de l'ascenseur pendant trois phases de son mouvement. Compléter chacune d'elles en représentant, d'une couleur le vecteur-vitesse et, d'une autre, le vecteur-accélération. On ne respectera pas d'échelle particulière.

Juste après le démarrage :

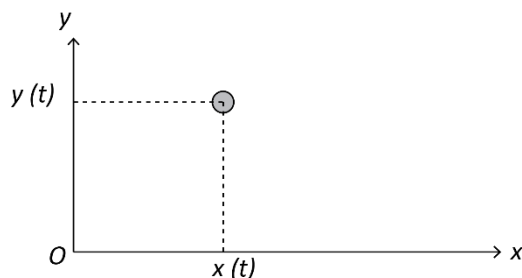
En vitesse de croisière :

En arrivant à l'étage visé :



ACTIVITÉ 2 : mouvement d'une boule de pétanque – version avec tableur

On étudie dans cette activité le mouvement d'une boule de pétanque après qu'elle a quitté la main du lanceur. Son mouvement est repéré dans un repère (O, x, y) dont l'origine est au niveau du sol et à la verticale du point d'où la boule quitte la main du lanceur :



Les valeurs de t , $x(t)$ et $y(t)$ sont rassemblées dans la feuille de calcul « BoulePétanque ».

Description du mouvement

Travail à effectuer avec le tableur :

- Représenter graphiquement les positions successives de la boule de pétanque de manière à obtenir une représentation semblable à une chronophotographie (ne pas relier les points).

Exploitation :

1. On peut décomposer le mouvement de la boule de pétanque en quatre phases. Pour chacune de ces phases, qualifier le mouvement à l'aide des termes « rectiligne / curviligne » et « accéléré / décéléré ».
2. À quelle date la boule de pétanque touche-t-elle le sol ? Exploiter les données enregistrées pour répondre.
3. Ce lancé de boule de pétanque a été effectué sur un terrain où alternent des portions de sol dur et des portions de sol sableux : quelles sont les zones que traverse la boule de pétanque pendant sa phase de roulement et dans quel ordre ? Justifier sommairement à l'aide du graphique.

Tracé des coordonnées du vecteur-vitesse

Travail à effectuer avec le tableur :

- Insérer deux colonnes intitulées « v_x » et « v_y » et saisir les formules permettant le calcul approché des coordonnées du vecteur-vitesse (voir document ci-après).
- Dans le même repère, représenter graphiquement v_x et v_y en fonction du temps.

Exploitation :

4. Comment peut-on retrouver, à l'aide ces courbes, la date à laquelle la boule de pétanque atteint le sol ?
5. À quelle date la boule de pétanque atteint-elle le sommet de sa trajectoire ? Justifier à l'aide d'une des courbes représentant les coordonnées du vecteur-vitesse.
6. À quelle date la boule de pétanque, au cours de son roulement, atteint-elle le sol sableux ? Justifier à l'aide d'une des courbes représentant les coordonnées du vecteur-vitesse.



7. En conclusion de cette partie, représenter le vecteur-vitesse de la boule (sans respecter d'échelle particulière) aux dates : $t = 0,2 \text{ s}$; $t = 0,55 \text{ s}$; $t = 1 \text{ s}$; $t = 1,5 \text{ s}$ et $t = 2,5 \text{ s}$.

DOCUMENT : relations approchées entre position et vitesse

Les relations exactes entre les coordonnées de position et les coordonnées du vecteur-vitesse sont :

$$v_x(t) = \frac{dx}{dt}(t) \quad \text{et} \quad v_y(t) = \frac{dy}{dt}(t)$$

L'application de ces relations suppose de connaître l'expression de v_x et v_y en fonction du temps. Si l'on ne dispose que d'une série de valeurs, notées v_1, v_2, \dots, v_n , on peut utiliser cette approximation, d'autant plus juste que Δt est faible :

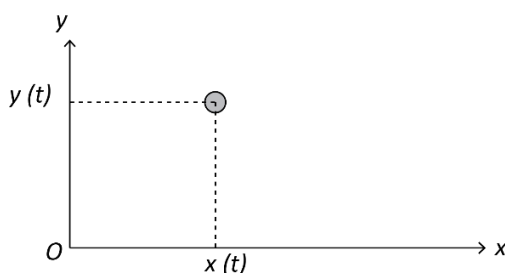
$$v_{xn} \approx \frac{x_{n+1} - x_n}{t_{n+1} - t_n} \quad \text{et} \quad v_{yn} \approx \frac{y_{n+1} - y_n}{t_{n+1} - t_n}$$

Tracé des coordonnées du vecteur-accélération

8. En s'inspirant de l'approximation utilisée pour calculer les valeurs approchées de v_x et v_y , proposer des relations permettant de calculer de manière approchée les coordonnées a_x et a_y du vecteur-accélération.
9. Avec le tableur, créer deux colonnes « ax » et « ay » contenant les valeurs des coordonnées a_x et a_y du vecteur accélération. Les représenter graphiquement en fonction du temps dans le même repère.
10. Justifier, à l'aide de ces courbes, l'affirmation : « pendant sa phase de vol, la boule de pétanque est animée d'un mouvement uniformément accéléré ».
11. Exploiter ces courbes pour représenter le vecteur-accélération de la boule de pétanque aux mêmes dates que celle évoquées dans la question 7 : $t = 0,2 \text{ s}$; $t = 0,55 \text{ s}$; $t = 1 \text{ s}$; $t = 1,5 \text{ s}$ et $t = 2,5 \text{ s}$.
12. En comparant les vecteurs \vec{v} et \vec{a} : comment peut-on justifier que le mouvement de la boule de pétanque soit décéléré lors de sa dernière phase ?
13. Comment peut-on retrouver, à l'aide des courbes $a_x(t)$ et $a_y(t)$, la date à laquelle le sol sableux est atteint ?

ACTIVITÉ 3 : mouvement d'une boule de pétanque - version avec programme Python

On étudie dans cette activité le mouvement d'une boule de pétanque après qu'elle a quitté la main du lanceur. Son mouvement est repéré dans un repère (O, x, y) dont l'origine est au niveau du sol et à la verticale du point d'où la boule quitte la main du lanceur :



Les valeurs de t , $x(t)$ et $y(t)$ sont rassemblées dans le fichier « Positions_petanque.txt », exploitable avec le programme Python « Petanque_ELEVE.py ». Ces deux fichiers doivent être enregistrés dans le même dossier.

Description du mouvement

Travail à effectuer avec le programme Python :

- Ouvrir le programme « Petanque_ELEVE.py » avec un éditeur dédié au langage Python. Celui n'est que partiellement achevé, nous allons le compléter.
- Exécuter ce programme et, lorsque cela est demandé, sélectionner le fichier « Positions_petanque.txt » qui contient les valeurs de t , $x(t)$ et $y(t)$.
- On étudie dans un premier temps le graphique tracé en haut de la fenêtre : il représente y en fonction de x dans un repère orthonormé : il s'agit donc des positions de la boule de pétanque.

**Exploitation :**

1. On peut décomposer le mouvement de la boule de pétanque en quatre phases. Pour chacune de ces phases, qualifier le mouvement à l'aide des termes « rectiligne / curviligne » et « accéléré / décéléré ».
2. À quelle date la boule de pétanque touche-t-elle le sol ? Exploiter les données enregistrées pour répondre.
3. Ce lancé de boule de pétanque a été effectué sur un terrain où alternent des portions de sol dur et des portions de sol sableux : quelles sont les zones que traverse la boule de pétanque pendant sa phase de roulement et dans quel ordre ? Justifier sommairement à l'aide du graphique.

Tracé des coordonnées du vecteur-vitesse**Travail à effectuer avec le programme Python :**

- Fermer le graphique et afficher à nouveau le code Python à compléter. La ligne n°68 génère la liste des valeurs de la coordonnée v_x du vecteur-vitesse : l'instruction « `vx.append(...)` » signifie « ajoute à la liste vx... ».
- Remplacer la ligne 69 par le code permettant le calcul des valeurs de v_y , coordonnée verticale du vecteur-vitesse.
- La ligne 74 demande de tracer v_x en fonction du temps. Remplacer la ligne 75 par une autre demandant le tracé de v_y en fonction du temps, d'une autre couleur.
- Exécuter le programme pour vérifier qu'il fonctionne : les deux courbes $v_x(t)$ et $v_y(t)$ doivent désormais s'afficher dans le repère en bas à gauche de l'écran.

Compréhension du programme :

4. Revenir au code du programme.
La variable « Nbre_Mesures » contient le nombre de triplets de t , x et y enregistrés. Pourquoi, ligne 67, les calculs ne sont-ils effectués que $(\text{Nbre_Mesures} - 1)$ fois ?
5. Pourquoi la ligne 71 est-elle nécessaire ?
6. Les relations utilisées lignes 68 et 69 permettent-elles un calcul exact ou un calcul approché des valeurs de v_x et v_y ? Que faudrait-il faire pour en améliorer la justesse ?

Exploitation :

Exécuter à nouveau le programme : on étudie à présent les représentations des coordonnées v_x et v_y en fonction du temps.

7. Comment peut-on retrouver, à l'aide ces courbes, la date à laquelle la boule de pétanque atteint le sol ?
8. À quelle date la boule de pétanque atteint-elle le sommet de sa trajectoire ? Justifier à l'aide d'une des courbes représentant les coordonnées du vecteur-vitesse.
9. À quelle date la boule de pétanque, au cours de son roulement, atteint-elle le sol sableux ? Justifier à l'aide d'une des courbes représentant les coordonnées du vecteur-vitesse.
10. En conclusion de cette partie, représenter le vecteur-vitesse de la boule (sans respecter d'échelle particulière) aux dates : $t = 0,2 \text{ s}$; $t = 0,55 \text{ s}$; $t = 1 \text{ s}$; $t = 1,5 \text{ s}$ et $t = 2,5 \text{ s}$.

Tracé des coordonnées du vecteur-accélération**Travail à effectuer avec le programme Python :**

- Fermer le graphique et afficher à nouveau le code Python à compléter. À partir de la ligne 90 et en s'inspirant du code permettant le calcul et le tracé des coordonnées du vecteur-vitesse (lignes 66 à 80), écrire le code permettant le tracé des coordonnées a_x et a_y du vecteur-accélération.

Exploitation :

11. Justifier, à l'aide de ces courbes, l'affirmation : « pendant sa phase de vol, la boule de pétanque est animée d'un mouvement uniformément accéléré ».
12. Exploiter ces courbes pour représenter le vecteur-accélération de la boule de pétanque aux mêmes dates que celle évoquées dans la question 7 : $t = 0,2 \text{ s}$; $t = 0,55 \text{ s}$; $t = 1 \text{ s}$; $t = 1,5 \text{ s}$ et $t = 2,5 \text{ s}$.
13. En comparant les vecteurs \vec{v} et \vec{a} : comment peut-on justifier que le mouvement de la boule de pétanque soit décéléré lors de sa dernière phase ?
14. Comment peut-on retrouver, à l'aide des courbes $a_x(t)$ et $a_y(t)$, la date à laquelle le sol sableux est atteint ?



ACTIVITÉ 4 : le mouvement de la planète Vénus : un mouvement uniforme... et accéléré !

Dans le référentiel héliocentrique, les trajectoires des planètes sont légèrement elliptiques, sauf celle de Vénus qui est très voisine du cercle.

Cette activité a pour but d'étudier le mouvement du centre de Vénus dans le référentiel héliocentrique.

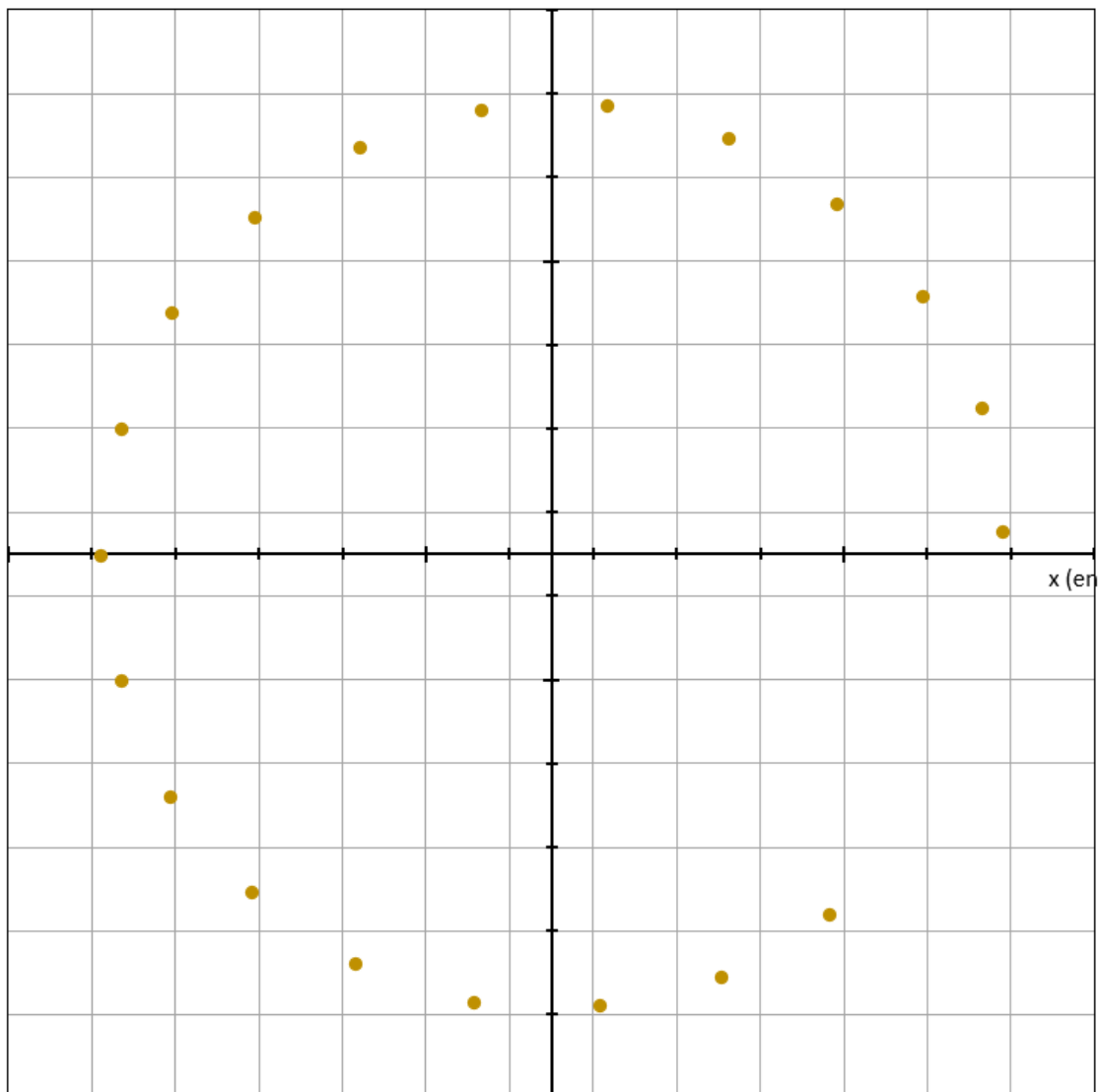
DOCUMENT 1 : enregistrement des positions de Vénus

date	x (m)	y (m)
01/01/2012	1,08E+11	5,19E+09
11/01/2012	1,03E+11	3,47E+10
21/01/2012	8,90E+10	6,15E+10
31/01/2012	6,85E+10	8,36E+10
10/02/2012	4,26E+10	9,91E+10
20/02/2012	1,34E+10	1,07E+11
01/03/2012	-1,68E+10	1,06E+11
11/03/2012	-4,58E+10	9,72E+10
21/03/2012	-7,11E+10	8,05E+10
31/03/2012	-9,07E+10	5,74E+10
10/04/2012	-1,03E+11	2,97E+10
20/04/2012	-1,08E+11	-2,90E+08
30/04/2012	-1,03E+11	-3,03E+10
10/05/2012	-9,12E+10	-5,79E+10
20/05/2012	-7,18E+10	-8,10E+10
30/05/2012	-4,69E+10	-9,78E+10
09/06/2012	-1,84E+10	-1,07E+11
19/06/2012	1,16E+10	-1,08E+11
29/06/2012	4,06E+10	-1,01E+11
09/07/2012	6,66E+10	-8,61E+10

- Justifier qualitativement, à l'aide du document ci-dessus, que le mouvement de Vénus autour du Soleil est bien circulaire uniforme.
- À partir du document 1, déterminer la durée Δt , en secondes, séparant deux positions enregistrées successives de Vénus.
- On appelle période révolution d'une planète la durée écoulée pendant qu'elle effectue une révolution autour du Soleil. Que vaut la période de révolution de Vénus ?
- Calculer la valeur de la vitesse v de Vénus en exploitant le document ci-dessus. Plusieurs méthodes sont possibles.
- Sur l'annexe (page suivante) : représenter trois vecteurs-vitesse de Vénus (attention à bien les tracer tangents à la trajectoire) :
 - \vec{v}_1 à la date 21/03/2012 ;
 - \vec{v}_2 à la date 31/03/2012 ;
 - \vec{v}_3 à la date 10/04/2012.
 Échelle de représentation des vitesses : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 1 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Nous allons tracer de manière approchée le vecteur-accelération de Vénus selon l'approximation centrée, décrite dans le document 2. À quelle(s) date(s) pouvons-nous tracer le vecteur-accelération à partir de trois vecteurs-vitesse précédents ?
- Suivre la démarche indiquée dans le document 2 pour construire le vecteur-accelération de Vénus à la date choisie à la question 5.
 Échelle de représentation des accélérations : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 3 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- En suivant la même démarche que celle des question 4 à 6, tracer le vecteur-accelération du centre de Vénus à une autre date.
- Peut-on dire que le mouvement de Vénus soit uniformément accéléré ? Pourquoi ?
- On parle d'accélération « radiale » et « centripète » : que signifie chacun de ces deux termes ?



Annexe à compléter pour le tracé :

**DOCUMENT 2 : tracé approché d'un vecteur-accélération avec la « méthode centrée »**

La méthode approchée donnée dans la fiche de synthèse pour le tracé d'un vecteur-accélération est parfois insuffisante lorsque l'on souhaite obtenir un vecteur dont la direction soit bien respectée. On utilise alors la méthode « centrée » qui donne de meilleurs résultats. Celle-ci consiste, pour une date donnée, à tracer un vecteur-accélération moyen calculé entre la date précédente et la date suivante : ainsi la date étudiée est centrée entre les deux dates entre lesquelles on effectue une moyenne. La relation approchée est donc :

$$\vec{a}_n \approx \frac{\vec{v}_{n+1} - \vec{v}_{n-1}}{2\Delta t}$$

La méthode est alors la suivante :

- tracer le vecteur-vitesse \vec{v}_{n-1} à la date précédente et le vecteur-vitesse \vec{v}_{n+1} à la date suivante ;
- tracer le vecteur $\vec{\Delta v} = \vec{v}_{n+1} - \vec{v}_{n-1}$;
- mesurer sa norme $|\vec{\Delta v}|$ (attention à bien tenir compte de l'échelle des vitesses) ;
- en déduire la valeur de l'accélération $a \approx \Delta v / 2\Delta t$;
- tracer le vecteur-accélération de norme a et de mêmes direction et sens que $\vec{\Delta v}$.