Thème : Description d'un mouvement.
TP C4-1 : Cinématique - Mouvement d'un point au cours du temps.
(version professeur)

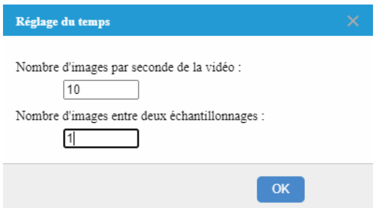
---

Réaliser et/ou exploiter une vidéo ou une chronophotographie pour déterminer les coordonnées du vecteur position en fonction du temps et en déduire les coordonnées approchées ou les représentations des vecteurs vitesse et accélération.
Capacité numérique : Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, des vecteurs accélération d'un point lors d'un mouvement.
Capacité mathématique : Dériver une fonction.

## I. Détermination de l'accélération normale à partir d'une vidéo et d'un logiciel de pointage.

Source logiciel MECACHRONO : https://www.eleves.online/MecaChrono/index.php?A=295&B=0&C=0&D=15&E=4&H=-294248785
GOOGLE : MECACHRONO
Ouvrir avec le logiciel en ligne MECACHRONO, la vidéo «disque » présente sur le bureau.

Effectuer le réglage du temps suivant :




Source vidéo : http://mdevmd.accesmad.org/mediatek/mod/page/view.php?id=2648 vidéo : 13 Disque

Icône REGLE : Étalonner très soigneusement l'écran en considérant que le diamètre du disque est égal à 0,40 m.
Icône ORIGINE : Choisir pour origine le centre du cercle.

Pointer la position du centre d'inertie G du mobile sur un tour.
Cliquer en haut de la page sur tableau puis sur copier dans le presse-papier
Copier-coller les données dans Regressi (exporter vers le presse papier)

**Traitement des données dans Regressi**

Méthodes de calcul avec Regressi :

Pour calculer la composante d'une vitesse : ajouter une grandeur – dérivée
Pour calculer par exemple la vitesse $v$ : ajouter une grandeur – Grandeur calculée

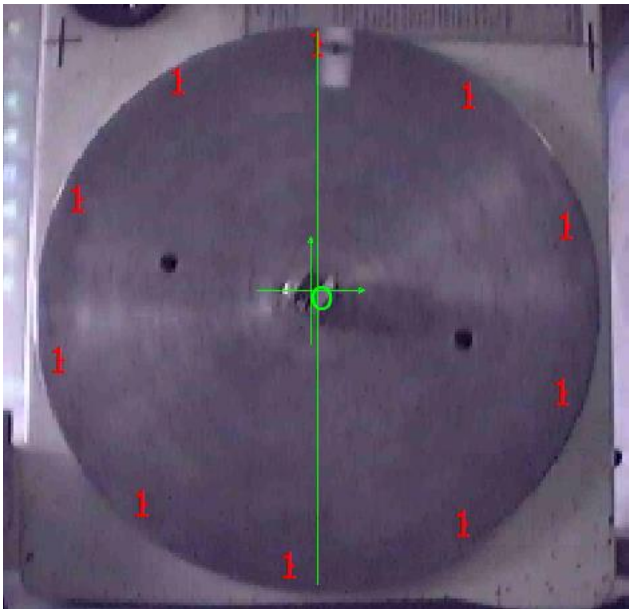
Le rayon sera déterminée à partir de la relation suivante : $R = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2}$ (racine carré de $R$ : SQRT ($R$)

La vitesse instantanée $v_x$ est déterminée à partir de la relation suivante : $v_x = \frac{dx}{dt}$
La vitesse instantanée $v_y$ est calculée par la relation suivante : $v_y = \frac{dy}{dt}$
La vitesse $v$ est déterminée à partir de la relation suivante : $v \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

Questions :

On prendra l'écart-type $s_x$ comme meilleur estimateur de l'incertitude dans l'ensemble des calculs.

1. A l'aide de votre calculatrice, déterminer la valeur moyenne du rayon $R$ avec 3 chiffres significatifs à partir du pointage effectué.
   Ecrire votre résultat sous la forme : $R = \bar{R} \pm \hat{u}_R$ où $\widehat{u_R}$ est l'incertitude-type.
2. Déterminer la valeur de la vitesse de l'objet avec 3 chiffres significatifs.
   Ecrire votre résultat sous la forme : $v = \bar{v} \pm \hat{u}_v$
3. Sachant que l'expression de l'accélération normale est $a_n = \frac{v^2}{R}$, calculer avec Regressi les valeurs de cette accélération. Donner la valeur moyenne de cette accélération.
4. Représenter sur le schéma à l'échelle 1/5ème le vecteur accélération normal en prenant pour échelle pour dessiner ce vecteur : 1 cm pour 2 m.s$^{-2}$ appliqué au centre d'inertie du système au point $M_5$.
5. Conclure quant à la nature du mouvement.



Echelle 1/5ème

Mini fiche REGRESSI

Fichier - Ouvrir – Nouveau – Presse papier

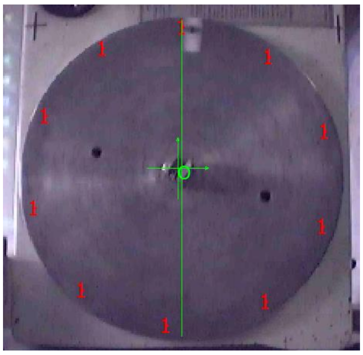
Pour effectuer le calcul suivant $R = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2}$ :

- Cliquer sur le Y+ vert « créer une grandeur »
- Entrer le symbole $R$ et l'unité m de la grandeur
- Utiliser « Grandeur calc. » et rentrer la formule en utilisant SQRT pour la racine et ^2 pour le carré.

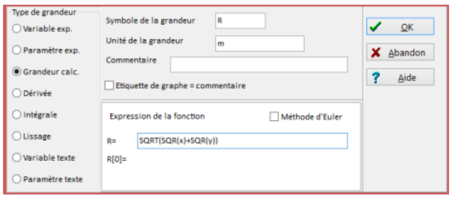
Pour calculer une vitesse $v_x = \frac{dx}{dt}$, il faut utiliser « Dérivée »

<u>Réponses</u> :

Pointage sur pymécavidéo



Traitement des données dans Regressi




Exemple de calcul pour le rayon :

Exemple de calcul pour la vitesse $v_x$

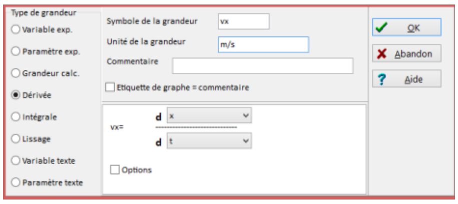
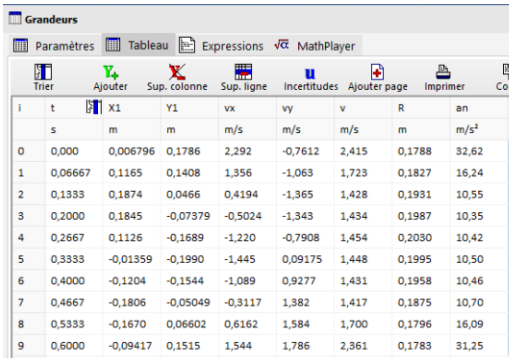



Tableau de données obtenues :




| i | t | X1 | Y1 | vx | vy | v | R | an |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | s | m | m | m/s | m/s | m/s | m | m/s² |
| 0 | 0,000 | 0,006796 | 0,1786 | 2,292 | -0,7612 | 2,415 | 0,1788 | 32,62 |
| 1 | 0,06667 | 0,1165 | 0,1408 | 1,356 | -1,063 | 1,723 | 0,1827 | 16,24 |
| 2 | 0,1333 | 0,1874 | 0,0466 | 0,4194 | -1,365 | 1,428 | 0,1931 | 10,55 |
| 3 | 0,2000 | 0,1845 | -0,07379 | -0,5024 | -1,343 | 1,434 | 0,1987 | 10,35 |
| 4 | 0,2667 | 0,1126 | -0,1689 | -1,220 | -0,7908 | 1,454 | 0,2030 | 10,42 |
| 5 | 0,3333 | -0,01359 | -0,1990 | -1,445 | 0,09175 | 1,448 | 0,1995 | 10,50 |
| 6 | 0,4000 | -0,1204 | -0,1544 | -1,089 | 0,9277 | 1,431 | 0,1958 | 10,46 |
| 7 | 0,4667 | -0,1806 | -0,05049 | -0,3117 | 1,382 | 1,417 | 0,1875 | 10,70 |
| 8 | 0,5333 | -0,1670 | 0,06602 | 0,6162 | 1,584 | 1,700 | 0,1796 | 16,09 |
| 9 | 0,6000 | -0,09417 | 0,1515 | 1,544 | 1,786 | 2,361 | 0,1783 | 31,25 |

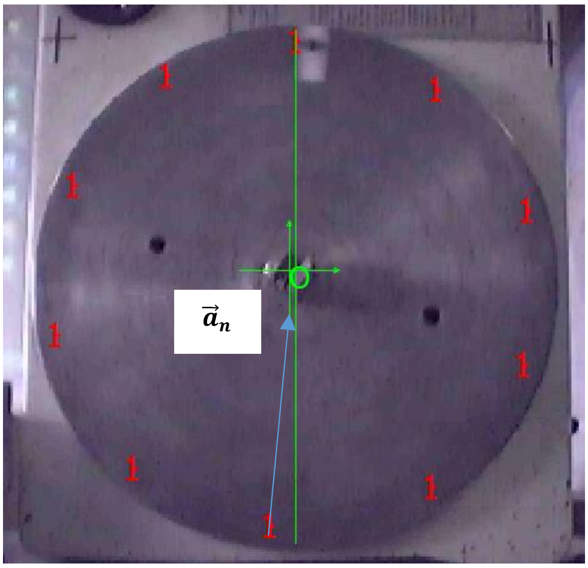
Calcul des moyennes, écart-types et incertitudes-types

| vx | vy | v | R | an |
|---|---|---|---|---|
| m/s | m/s | m/s | m | m/s² |
| 2,292 | -0,7612 | 2,415 | 0,1788 | 32,62 |
| 1,356 | -1,063 | 1,723 | 0,1827 | 16,24 |
| 0,4194 | -1,365 | 1,428 | 0,1931 | 10,55 |
| -0,5024 | -1,343 | 1,434 | 0,1987 | 10,35 |
| -1,22 | -0,7908 | 1,454 | 0,203 | 10,42 |
| -1,445 | 0,09175 | 1,448 | 0,1995 | 10,5 |
| -1,089 | 0,9277 | 1,431 | 0,1958 | 10,46 |
| -0,3117 | 1,382 | 1,417 | 0,1875 | 10,7 |
| 0,6162 | 1,584 | 1,7 | 0,1796 | 16,09 |
| 1,544 | 1,786 | 2,361 | 0,1783 | 31,25 |
| | | | | |
| Moyenne | | 1,43533333 | 0,19626667 | 10,4966667 |
| Ecart-type | | 0,01355974 | 0,00545552 | 0,12077527 |
| incertitude-type | | 0,00553574 | 0,00222721 | 0,0493063 |

Questions :

1. Valeur du rayon avec 2 chiffres significatifs.
   $R = \bar{R} \pm \hat{u}_R =$ (0,196 ± 0,003) m.
   (RAPPEL : l'approximation sur l'incertitude s'effectue toujours par excès avec un nombre de chiffres après la virgule identique à celui de la moyenne).
2. valeur de la vitesse de l'objet avec 2 chiffres significatifs. Votre résultat sera présenté sous la forme :
   $v = \bar{v} \pm \hat{u}_v =$ (1,44 ± 0,006) m.s$^{-1}$
3. Valeur de l'accélération normale $a_n = \overline{a_n} \pm \hat{u}_{a_n} =$ (10,5 ± 0,1) m.s$^{-2}$
4. Représentation sur le schéma ci-dessous du vecteur accélération en prenant pour échelle 1 cm pour 0,2 m.s$^{-2}$ appliqué au centre d'inertie du système.

Avec l'échelle proposée, le vecteur accélération mesure <u>environ 5,1 cm</u> et est centripète (dirigé vers le centre de rotation).



## II. Mesure de la viscosité d'une huile de voiture.

**<u>TRAVAIL À EFFECTUER</u>**

1. **Rédiger le protocole qui a été nécessaire afin de réaliser la vidéo et d'obtenir les positions de la bille à partir du traitement de la vidéo** (10 minutes conseillées)

Dans un premier temps, on réalise la vidéo en suivant quelques consignes :

- Il faut placer à côté de l'éprouvette graduée contenant l'huile, une toise de longueur connue (par exemple 50 cm) afin de pouvoir étalonner la vidéo. 2
- On vérifiera que le nombre d'images par seconde est suffisant pour avoir suffisamment de points.
- On lâchera la bille sans vitesse initiale dans l'huile.

Dans un second temps, on étalonnera la vidéo et on réalisera le pointage :

- Il faut choisir l'origine des axes au point de lâcher de la bille et orienter l'axe vertical vers le bas.
- Il faut étalonner la vidéo en s'aidant de la toise qui apparaît sur l'écran à côté de l'éprouvette. 2
- On effectue un pointage précis en s'aidant éventuellement d'une loupe.
- On transfère les données sur un logiciel tableur-grapheur pour le traitement des données.

2. **Mettre en œuvre le traitement des données de positions, puis modéliser la courbe *v* = f(*t*) à l'aide du logiciel tableur-grapheur.** (20 minutes conseillées)

   1. Mesurer à la règle les distances séparant chaque points de l'origine.
   2. Utiliser le logiciel tableur-grapheur afin d'obtenir la courbe *v* = *f*(*t*)

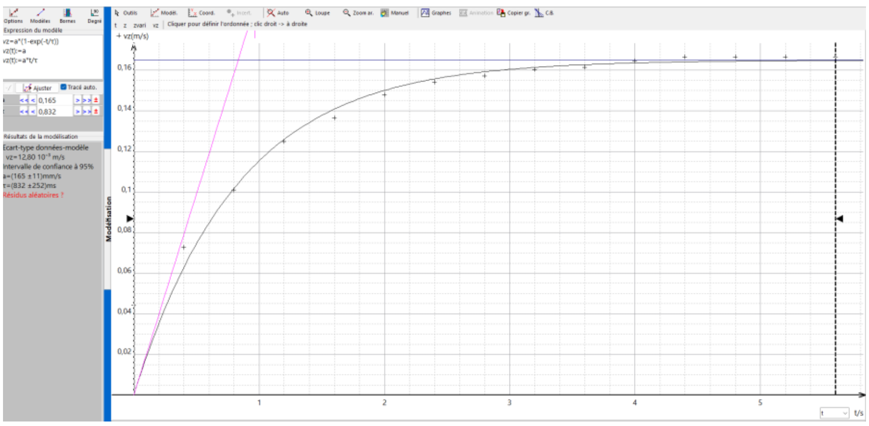
Paramètres | Tableau | Expressions

Trier | Ajouter | Sup. colonne | Sup.

| i | t | z | zvari | vz |
|---|---|---|---|---|
| | s | cm | m | m/s |
| 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,04448 |
| 1 | 0,4000 | 0,2000 | 0,01666 | 0,07274 |
| 2 | 0,8000 | 0,7000 | 0,05831 | 0,1010 |
| 3 | 1,200 | 1,250 | 0,1041 | 0,1249 |
| 4 | 1,600 | 1,900 | 0,1583 | 0,1364 |
| 5 | 2,000 | 2,600 | 0,2166 | 0,1479 |
| 6 | 2,400 | 3,300 | 0,2749 | 0,1541 |
| 7 | 2,800 | 4,100 | 0,3415 | 0,1572 |
| 8 | 3,200 | 4,850 | 0,4040 | 0,1604 |
| 9 | 3,600 | 5,600 | 0,4665 | 0,1614 |
| 10 | 4,000 | 6,400 | 0,5331 | 0,1645 |
| 11 | 4,400 | 7,200 | 0,5998 | 0,1666 |
| 12 | 4,800 | 8,000 | 0,6664 | 0,1666 |
| 13 | 5,200 | 8,800 | 0,7330 | 0,1666 |
| 14 | 5,600 | 9,600 | 0,7997 | 0,1666 |
| 15 | | | | |

Remarques :

Les mesures à la règle ont été notées en cm.
On a effectué à l'aide du tableur le changement d'échelle en utilisant la donnée : 6 cm sur l'enregistrement correspond à 0,50 m en réalité, soit 1 cm pour 0,0833 m.
Pour cela, on a utilisé l'opérateur « grandeur calculée » suivant z*0,0833.
Afin de déterminer la vitesse instantanée en chaque point, on a utilisé la fonction dérivée : $\frac{dzvari}{dt}$ 3 valeurs
On trace la courbe en prenant pour abscisse les dates *t* et en ordonnée la vitesse vz.
On peut modéliser la courbe obtenue à l'aide de la fonction exponentielle.



3 courbe

**3. Déduire de la courbe obtenue la valeur de la vitesse limite atteinte de la bille** 2

$v_{lim}$ = 0,167 m.s$^{-1}$

**4. Montrer par application de la loi de Newton que la viscosité a pour expression : $\boldsymbol{\eta = \frac{m \cdot g - \rho_{huile} \cdot V_{bille} \cdot g}{6 \cdot \pi \cdot R \cdot v}}$**

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, on applique à la bille pris pour système, la première loi de Newton :

$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = 0 \Leftrightarrow \ \overrightarrow{v_G} = \overrightarrow{\text{constante}}$

$\Leftrightarrow \vec{P} + \vec{f} + \vec{\pi} = 0$ 2

Par projection sur l'axe (oz) dirigé vers le bas :

$P_Z - f_z - \pi_z = \ 0$

Quand la bille a atteint la vitesse limite, sa vitesse est constante.

$P_Z - f_z - \pi_z = \ 0$

$\Leftrightarrow m \cdot g - 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot R \cdot v_{lim} - \rho_{huile} \cdot V_{bille} \cdot g = 0$ 2

$\Leftrightarrow \ \eta = \frac{m \cdot g - \rho_{huile} \cdot V_{bille} \cdot g}{6 \cdot \pi \cdot R \cdot v_{lim}}$

**5. Identifier l'huile moteur utilisée.**

$\eta = \frac{35{,}5 \times 10^{-3} \times 9{,}81 - 920 \times 33{,}5 \times 10^{-6} \times 9{,}81}{6 \times \pi \times 2{,}00 \times 10^{-2} \times 0{,}167}$

$\eta = 0{,}729$ Pa.s 2

Calculons la valeur de la viscosité afin de déterminer de quelle huile il s'agit.

L'incertitude-type sur la viscosité est $\hat{u} = 0{,}005$ Pa.s

Calculons le rapport $\frac{|\eta_{exp} - \eta_{theorique}|}{\hat{u}} = \frac{0{,}729 - 0{,}730}{0{,}005} = 0{,}2$ 2

Ce rapport est inférieur à 2, alors on peut affirmer que l'huile étudiée est l'huile n°3.