TP 6 : Lois de Newton dans un champ de pesanteur uniforme

Connaissances préalables :

● Le champ de pesanteur est défini par l'espace à proximité d'une masse importante (comme celle de la Terre) ; il apparaît un champ de pesanteur, noté $\vec{g}$, qui agit sur toutes les masses créant une force sur elles, le poids $\vec{P} = m.\vec{g}$

● La quantité de mouvement $\vec{p} = m.\vec{v}$

● Les trois lois de Newton

1. Dans un référentiel galiléen, si la somme des forces extérieure qui agit sur un solide indéformable est nulle alors le centre d'inertie du solide est au repos ou en mouvement rectiligne uniforme

2. Dans un référentiel galiléen, si les forces extérieures qui agissent sur un solide indéformable n'est pas nulle alors la résultante des forces extérieures est égale à la variation de la quantité de mouvement par rapport au temps :
$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt}$

Si la masse est constante alors : $\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m\vec{a}_G$ avec $\vec{a}_G$ l'accélération du centre d'inertie

3. Principe des actions réciproques : Soient deux systèmes isolés A et B : la force exercée par A sur B et celle exercée par B sur A sont telles que : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

Dans ce TP, nous allons étudier des mouvements et ainsi vérifier certaines de ces lois

I. Protocole d'étude de mouvement

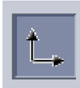
Q1 Etablir un protocole permettant d'étudier le mouvement d'un solide dans un champ de pesanteur

II) Etude du mouvement d'un ballon dans le champ de pesanteur terrestre

1) Enregistrement des positions du centre d'inertie (X,Y) de la balle

Avec le logitiel Latispro, enregistrons les positions du centre d'inertie d'un ballon lancée avec une vitesse initiale. Ouvrir Latispro puis dans le menu édition, choisir analyse de séquences vidéo. En bas en gauche, cliquer sur fichiers et choisir cloche. Essayer les différents boutonS de défilement

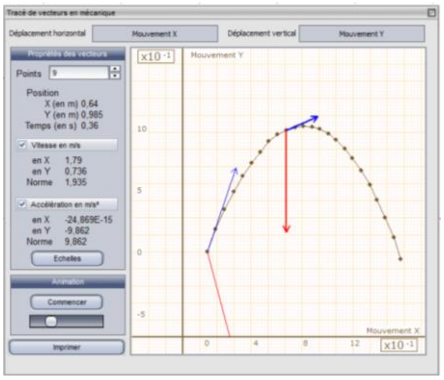
puis se placer sur la première image qui en comporte 29. Cliquer sur sélection de l'origine et choisir comme origine du repère la position du centre de la balle de cette première image. Cliquer sur sélection de l'étalon faire un cliquer déplacer sur la règle verticale puis indiquer la valeur correspondant à la règle (1m). Choisir le sens des axes dans le sens du mouvement :



Atention réaliser cette opération avec minutie sinon vos résultats seront imprécis. Cliquer sur selection manuelle des points et cliquer sur le centre de la balle pour enregistrer la position du centre d'inertie de la balle au cours du temps, image par image. Cliquer sur l'icône liste des courbes  A ce stade, les coordonnées du centre d'inertie de la balle ont été enregistrés dans 2 variables notées mouvement X et mouvement Y. Cliquer sur mouvement X et renommer la variable avec la letre X, idem pour la variable mouvement Y à renommer Y tout simplement.

Sauvegarder votre travail dans le fichier **votre_nom_balle** car latispro à la facheuse habitude de 'planter'.

2) observation du du vecteur vitesse et accélération au cours du temps



Refermer la fenêtre du fichier vidéo (en cliquant sur le carré en haut à gauche). Cliquer sur traitement, calcul spécifique, vecteur. Faire un cliquer déplacer de la variable X vers la boite déplacement horizontal et puis un cliquer déplacer de la variable Y vers la boite déplacement vertical.

Q2 Quelle est la valeur initiale de la vitesse noté v_o ?

Q3 Quelle est l'allure de la trajectoire représentative de la fonction y = f(x)

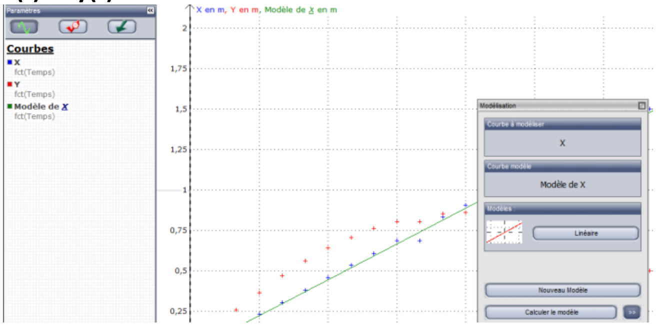
Q4 Le vecteur accélération vous semble-t-il constant ? Calculer la valeur moyenne $a_{(exp)}$ de sa norme à l'aide des valeurs indiquées sur l'animation, sur les 10 premières positions .

Q5 Effectuer l'étude mécanique**.** A l'aide de la seconde loi de Newton déterminer l'expression du vecteur accélération théorique et en déduire sa norme $a_{(theorique)}$. Comparer cette valeur à la valeur expérimentale $a_{(exp)}$

Q6 Le vecteur vitesse est-il constant ? A quel point de la courbe sa norme est-elle la plus faible ?

III) équations horaires du mouvement

1) équations horaires de positions x(t) et y(t)



Faire un cliquer déplacer des variables X et Y 'en haut à gauche de l'axe vertical de la fenêtre 1.
Cliquer sur **traitement modélisation** faire un cliquer déplacer de la variable X dans la boite **courbe à modéliser,** cliquer sur **choisir modèle** puis choisir le modèle mathématique correspondant à la courbe X(t). Cliquer sur **calculer le modèle** puis sur les chevrons **>>** de manière a afficher l'équation horaire x = f(t).
Q1 Quelle est l'équation x = f(t). A l'aide d'une analyse dimentionnelle déterminer l'unité du coefficient a, en déduire son expression littérale ainsi que l'expression littérale de x = f(t).

Q2 Recommencer la manipulation pour la variable y et noter son équation horaire y = f(t). On choisira comme modèle mathématique un polynôme de degré 2.

Q3 Par une analyse dimentionnelle, déterminer les unités des constantes a_o, a_1 et a_2.

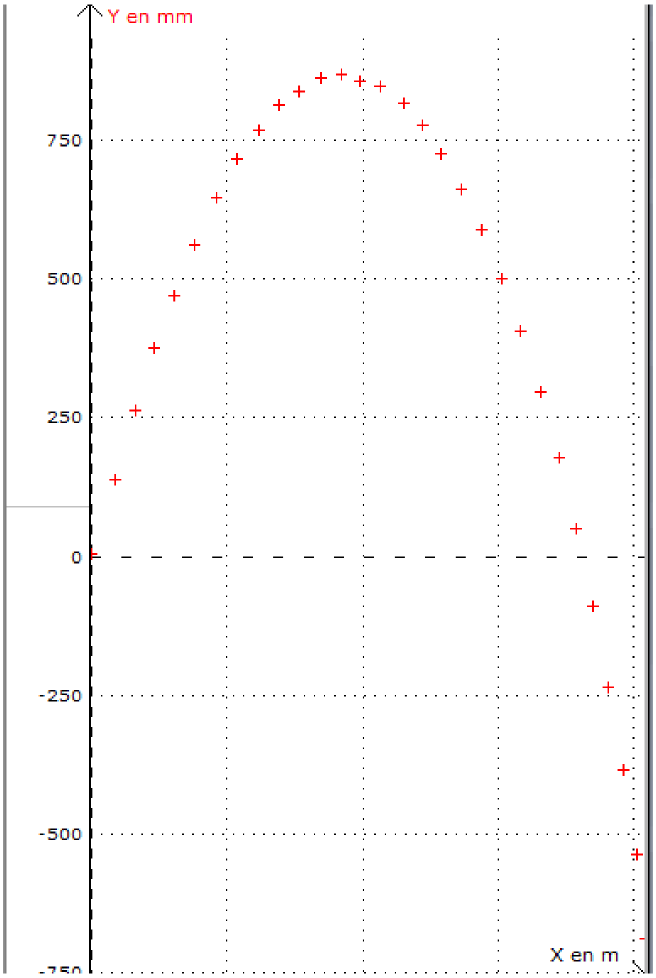
2) équations horaires de vitesse v_x (t) et v_y(t).

Cliquer sur fenêtre, puis nouvelle fenêtre. Créer ainsi une fenêtre 2.
Cliquer sur **traitement, calcul spécifique, dérivée,** faire un cliquer déplacer de la variable x vers la boite courbe puis cliquer sur **calcul.** Une nouvelle courbe appelée **dérive de X** apparait, renommer là v_x . Afficher là dans la fenètre 2.
Q4 Effectuer la modélisation de la courbe v_x = f(t) .Quelle est l'équation v_x = f(t) ?

Q5 Recommencer la manipulation pour la variable y et noter son équation horaire $\mathbf{v_y}$ = f(t). A l'aide d'une analyse dimentionnelle déterminer l'unité des coefficients a_O et a_1 en déduire l'expression littérale de v_Y = f(t).

Q6 Aspect théorique **:** à partir **de l'expression de l'accélération** retrouver les expression littérales de x(t), y(t), v_x(t), v_y(t).

IV) Equation de la trajectoire y = f(x)



Q1 Créer une fenêtre 3 et afficher la courbe y = f(x).
Q2 Modéliser cette courbe et noter son équation sous la forme y = f(x).
Q3 A partir de 2 expressions littérales d'équations horaires, retrouver l'équation de la trajectoire.