D.M. DE PHYSIQUE N°1

Pour le Mardi 10 Septembre 2024

EXERCICE

On s'intéresse au mouvement d'un solide, considéré comme un point matériel de masse *m*, et qui glisse sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. Il subit une force de frottement fluide de type $\vec{f} = -h.\vec{v}$.

1) Faire un schéma. Y représenter l'axe *x* dirigé dans la ligne de plus grande pente et orienté vers le bas, ainsi que les forces extérieures appliquées au solide.
2) Le mouvement est-il unidirectionnel ? Justifier.
3) Préciser le référentiel utilisé, le système étudié, et réaliser le BAME, en précisant les expressions des forces dans un repère adapté.
4) Déterminer l'expression de la position d'équilibre x_0. Vérifier la cohérence du résultat.
5) Appliquer le PFD et établir l'équation différentielle de la vitesse $v = \dot{x}$ selon l'axe *x*.
6) Déterminer l'expression de la vitesse limite (valeur de $v = \dot{x}$ lorsque $a = \ddot{x} = 0$). Vérifier la cohérence et l'homogénéité du résultat.

PROBLEME : LE LIEVRE ET LA TORTUE

« Rien ne sert de courir ; il faut partir à point.

Le Lièvre et la Tortue en sont un témoignage ».

Dans la fable de La Fontaine, la tortue défie le lièvre à la course ; celui se moque d'elle, mais elle insiste. Le départ de la course donné, le lièvre

« laisse la Tortue

Aller son train de Sénateur…
Elle se hâte avec lenteur ».

Le lièvre, lui,

« Croit qu'il y va de son honneur
De partir tard. Il broute, il se repose,
Il s'amuse à toute autre chose

À la fin, quand il vit
Que l'autre touchait presque au bout de la carrière,
Il partit comme un trait ; mais les élans qu'il fit
Furent vains : la Tortue arriva la première ».

Nous allons étudier cette course et vérifier qui du lièvre ou de la tortue gagne.

Après avoir fait la sieste sous un arbre à une distance $D = 100{,}0\ m$ de la ligne d'arrivée, le lièvre de masse $m_l = 3$ kg se réveille et aperçoit la tortue de masse $m_t = 4$ kg qui se trouve à la distance $d = 50\ cm$ de l'arrivée. Elle file vers le succès dans cette ligne droite avec une vitesse égale à $v_1 = 0{,}36\ km.h^{-1}$.

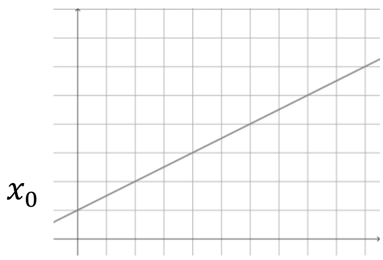
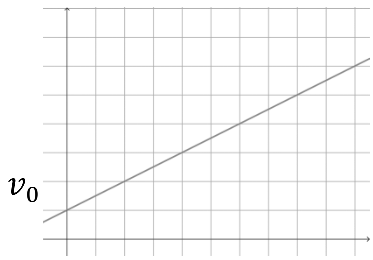
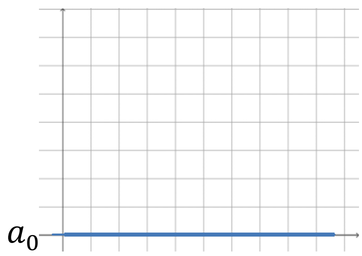
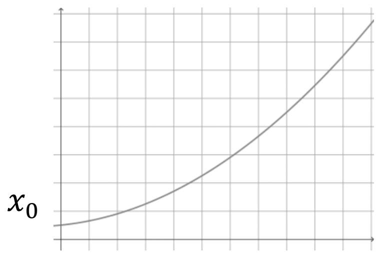
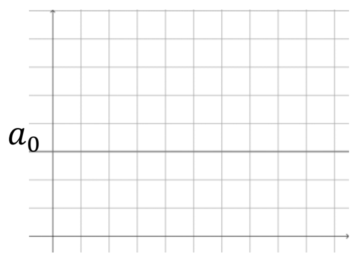
Affolé, le lièvre se met alors à courir avec une accélération égale à $a_2 = 5{,}0\ m.s^{-2}$ jusqu'à atteindre sa vitesse maximale égale à $v_2 = 72\ km.h^{-1}$ et s'y maintenir.

On souhaite vérifier grâce aux indications ci-dessus que la fin de la fable est vraie.

Généralités

1) Préciser le référentiel choisi. Peut-on le considérer comme galiléen ? Justifier.

2) On donne ici les allures des courbes représentant les allures des évolutions temporelles des positions, vitesses et accélérations du lièvre et de la tortue, malencontreusement mélangées. Attribuer à chaque animal les courbes qui lui sont associées en justifiant brièvement, sans développer de calculs complets (ni les échelles ni les valeurs initiales ne sont respectées, seules les allures seront discutées).

 **Courbe 1**	 **Courbe 2**	 **Courbe 3**
 **Courbe 4**	 **Courbe 5**	 **Courbe 6**

Étude du mouvement de la Tortue

On souhaite caractériser le mouvement de la Tortue. On repère la position de la Tortue grâce à la variable $x_T(t)$ et on suppose que l'origine de ce repère spatial est au niveau de l'arbre.

À l'instant $t = 0$, le Lièvre se réveille.

3) Faire un schéma faisant apparaître l'origine du repère, l'arbre, la ligne d'arrivée, à l'instant initial $t = 0$. Préciser les conditions initiales $x_T(0)$ et $v_T(0) = \dot{x}_T(0)$ relatives au mouvement de la Tortue.

4) Établir l'équation horaire $x_T(t)$ de la Tortue en fonction des données de l'exercice. On attend une expression littérale.

5) Déterminer l'expression littérale de la durée du parcours de la Tortue t_T jusqu'à la ligne d'arrivée. Faire l'application numérique.

Étude du mouvement du Lièvre

En conservant les mêmes repères d'espace et de temps, on souhaite caractériser le mouvement du Lièvre. On appelle t_1 l'instant où le Lièvre atteint sa vitesse maximale et t_L l'instant où il atteint la ligne d'arrivée.

6) Pour le Lièvre, dessiner l'allure des chronogrammes donnant les évolutions de l'accélération $a_L(t)$ et de la vitesse $v_L(t)$ en faisant apparaître les valeurs remarquables.

7) Préciser les conditions initiales $x_L(0)$ et $v_L(0) = \dot{x}_L(0)$ relatives au mouvement du Lièvre. Déterminer, lorsque le Lièvre accélère, l'équation donnant $v_L(t)$, puis l'équation horaire du mouvement $x_L(t)$.

8) En déduire l'expression littérale de t_1 en fonction des données de l'énoncé. Faire l'application numérique. Exprimer littéralement x_1 la distance alors parcourue par le Lièvre. Faire l'application numérique.

En cas d'absence de réponse pour la distance parcourue, vous pourrez prendre pour la fin de l'exercice $x_1 = 60\ m$ (qui n'est pas la réponse attendue).

9) En considérant que la vitesse dans la phase 2 est constante, déterminer l'expression littérale de t_L en fonction des données de l'énoncé. Faire l'application numérique.

10) Conclure sur le problème posé. Préciser le retard du perdant à l'arrivée.