

Chapitre 5: cinématique et dynamique newtoniennes

Bac blanc 2013

I) Une ballade en voiture.

Antoine conduit sa voiture.

L'automobiliste aborde un virage circulaire de rayon $R = 25 \text{ m}$ à une vitesse constante de valeur $v = 36 \text{ km.h}^{-1}$.

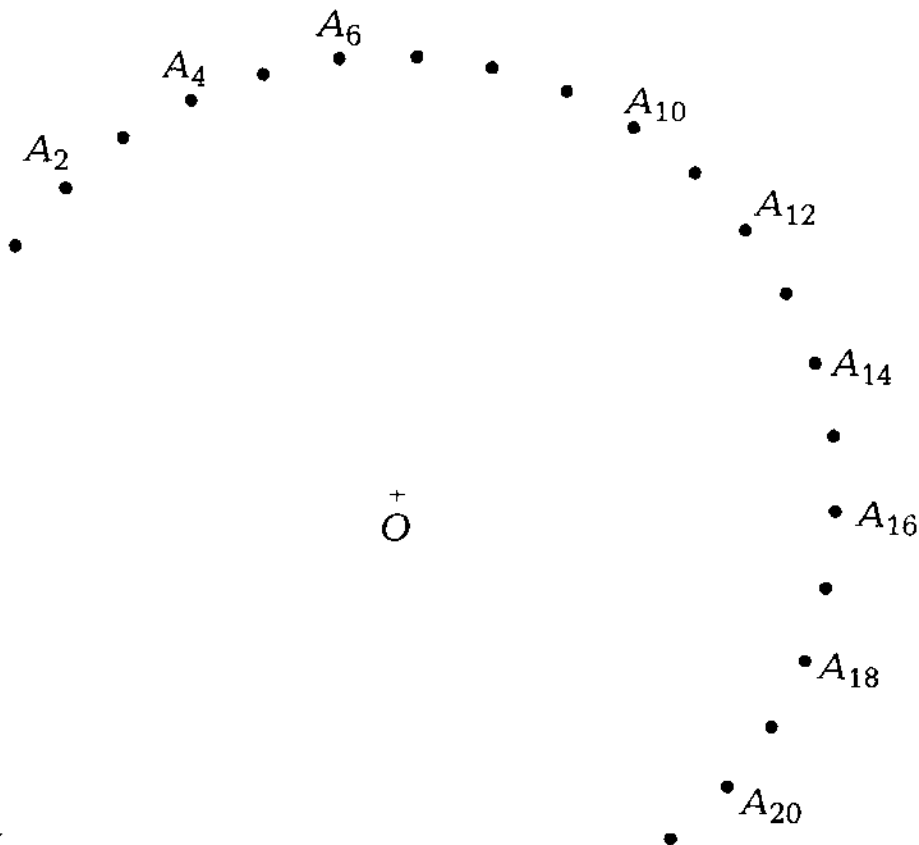
La figure qui suit représente 20 positions du centre d'inertie du système {Antoine + voiture} au cours de son mouvement.

- 1) Quelle est la nature du mouvement du centre d'inertie du système {Antoine + voiture}? Justifier la réponse.
- 2) Montrer que la valeur de la vitesse de l'automobiliste est de 10 m.s^{-1} .
- 3) Représenter les vecteurs vitesse du système aux points A_6 et A_8 .
- 4) Représenter la vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v} = \vec{v}_8 - \vec{v}_6$ au point A_7 et déterminer sa valeur.
- 5) En déduire la valeur du vecteur accélération \vec{a} du système {Antoine + voiture}. Représenter ce vecteur au point A_7 .
- 6) En déduire les valeurs (normes) des composantes tangentielle \vec{a}_T et normale \vec{a}_N de l'accélération \vec{a} du système.
- 7) Exprimer la composante normale de l'accélération en fonction de la valeur v de la vitesse du système et du rayon R de la trajectoire. Calculer sa valeur : le résultat trouvé à la question 6 est-il confirmé ?

Echelle des vitesses : $3 \text{ cm pour } 10 \text{ m.s}^{-1}$.

Echelle de l'accélération : $3 \text{ cm pour } 40 \text{ m.s}^{-2}$.

Intervalle de temps entre deux positions successives : 417 ms .



II) Première misère : la panne !



En panne d'essence, Antoine pousse son véhicule en ligne droite sur une route horizontale. La voiture est repérée par sa position x de son centre d'inertie G sur l'axe (Ox) horizontal et orienté dans le sens du déplacement du véhicule.

A $t = 0$, G est en O et la vitesse de la voiture est nulle.

La poussée d'Archimède et les frottements dus à l'air sont négligés.

La force horizontale \vec{F} exercée par Antoine est supposée constante et de valeur

$F = 2,23 \times 10^2$ N. La force de frottement \vec{f} horizontale, due au sol, supposée également

constante vaut $f = 2,20 \times 10^2$ N.

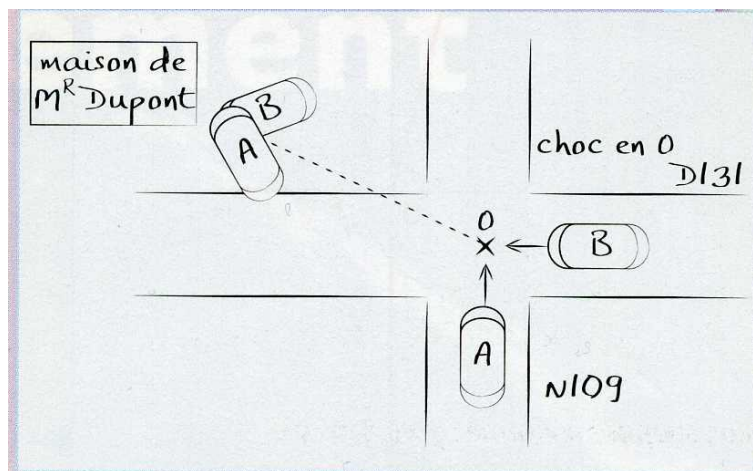
- Faire le bilan des forces extérieures s'exerçant sur la voiture et les représenter (*pour plus de simplicité, la voiture sera assimilée à son centre de gravité G et les forces seront supposées appliquées en ce point*).
- Quel est le référentiel le plus adapté pour étudier le mouvement de la voiture ?
- Ecrire l'expression vectorielle de la 2^{ème} loi de Newton dans la situation de l'exercice.
- En ne considérant que la composante horizontale de la résultante des forces, déduire de la relation établie à la question c) la coordonnée a_x de l'accélération du véhicule. Montrer que $a_x = 3 \times 10^{-3} \text{ m.s}^{-2}$.
- L'expression de la vitesse v_x du véhicule en fonction du temps t est-elle : $v_x(t) = \text{cste}$? $v_x(t) = a_x \times t$?
L'équation horaire de la position est-elle : $x(t) = \text{cste}$? $x(t) = a_x \times t$? $x(t) = \frac{1}{2} a_x t^2$?
- Le garage se situe à une distance $d = 0,50$ km du lieu de la panne. Au bout de combien de temps Antoine y arrive-t-il en poussant le véhicule ?

III) Il ne manquait plus qu'un carreau !

Antoine découvre que la panne d'essence a révélé un problème plus sérieux que prévu et sa voiture reste au garage...

Il appelle un ami qui vient le chercher en voiture, mais en sortant du garage, les deux amis ont la malchance de se faire rentrer dedans par un conducteur venant de la droite...

Un constat d'accident est dressé et un schéma résume ce « carreau » :



Le schéma indique les numéros de voies avec les numéros des routes, la direction et le sens des trajectoires des véhicules avant le choc, leur position au moment du choc (en O) et après celui-ci.

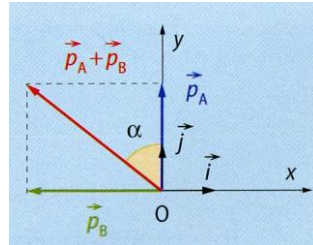
L'expert dispose des informations suivantes :

- vitesses déclarées des véhicules au moment du choc : $v_A = 45 \text{ km.h}^{-1}$ et $v_B = 50 \text{ km.h}^{-1}$;
- masses des véhicules : $m_A = 1840 \text{ kg}$ et $m_B = 1800 \text{ kg}$.
- sol glissant.

L'expert d'assurance observe avec intérêt le croquis du constat qu'il a reçu. Il met en doute la valeur de la vitesse donnée par le conducteur B...

Le système étudié est le système {voiture A+ voiture B}.

- 1) Le mouvement est étudié dans le référentiel terrestre supposé *galiléen* : que signifient les termes « référentiel galiléen » ?
- 2) Le système {voiture A+ voiture B} est considéré comme pseudo isolé :
- a) En utilisant la deuxième loi de Newton, Montrer que la quantité de mouvement reste constante avant et après le choc.
- b) En déduire une relation entre la quantité de mouvement \vec{p}_A de la voiture A, la quantité de mouvement \vec{p}_B de la voiture B avant le choc et celle de l'ensemble des deux voitures (notée \vec{p}_C) qui restent encastrées après le choc.
- 3) a) Déterminer les valeurs p_A et p_B des quantités de mouvement des deux voitures avant le choc.
- b) L'expert a réalisé un schéma sur lequel figurent, dans un repère orthonormé (xOy), les vecteurs quantités de mouvement des deux voitures, puis la somme de ces deux vecteurs.
- c) En déduire les coordonnées du vecteur quantité de mouvement \vec{p}_C du système après le choc.



- 4) a) Déterminer la valeur du vecteur quantité de mouvement \vec{p}_C et sa direction, représentée par l'angle α , prise par rapport à l'axe vertical (Oy). En déduire la direction par rapport à (Oy) du vecteur vitesse \vec{v}_C du système après le choc.
- b) Comparer α à l'angle de la direction indiquée sur le croquis. **L'expert a-t-il raison de douter de la valeur de la vitesse v_B déclarée ?**