

- Cinématique du point -

♣ Exercice 01 : Balle lancée verticalement

Soit un repère cartésien $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ associé au référentiel terrestre, constitué de trois vecteurs unitaires pour les axes (Ox, Oy, Oz) , l'axe (Oz) étant orienté vers le haut, l'axe (Oy) étant orienté horizontalement vers la droite et représentant la position du sol.

Emma lance verticalement une balle qu'on assimile à un point matériel confondu avec son centre d'inertie. Les équations horaires du mouvement sont les suivantes :

$$x(t) = 0 \quad ; \quad y(t) = 0,6 \quad ; \quad z(t) = -4,9 t^2 + 2,0 t + 1,5 \text{ (SI)}$$

- Déterminer les unités SI des coefficients 0,5 ; -4,9 ; 2,0 et 1,5.
- Où se trouve la balle à $t_0 = 0$ s ?
- Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse à l'instant de date t_0 . En déduire si la balle est lancée vers le haut ou vers le bas.
- Déterminer la date t_1 pour laquelle la balle a sa vitesse qui s'annule. A quelle hauteur H du sol se trouve-t-elle alors ?
- A quelle vitesse la balle atteindra-t-elle le sol ?
- Que vaut l'accélération de la balle ?

♣ Exercice 02 : Balle lancée obliquement

Soit un repère cartésien $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ associé au référentiel terrestre, constitué de trois vecteurs unitaires pour les axes (Ox, Oy, Oz) , l'axe (Oz) étant orienté vers le haut, l'axe (Oy) étant orienté horizontalement vers la droite et représentant la position du sol.

Emma, dont les pieds sont situés à l'origine du repère, lance une balle, assimilée à un point matériel confondu avec son centre d'inertie. Les équations horaires du mouvement sont les suivantes :

$$x(t) = 0 \quad ; \quad y(t) = 12 t \quad ; \quad z(t) = -4,9 t^2 + 4,9 t + 1,20 \text{ (SI)}$$

- À quelle date t_1 la balle atteindra-t-elle le sol ?
- A quelle distance D des pieds d'Emma la balle atteindra-t-elle le sol (donner 3 CS) ?
- Montrer qu'on retrouve la même distance D à l'aide de l'équation de la trajectoire (à établir).
- Quelle est la direction du vecteur vitesse lorsque la balle atteint le sommet de sa trajectoire ? En déduire quelle(s) coordonnée(s) du vecteur vitesse s'annule(nt) lorsque la balle est en ce point particulier de la trajectoire puis la date t_2 correspondante.
- Calculer la valeur v_0 de la vitesse à l'instant de date $t_0 = 0$ s.
- Quel est l'angle formé par le vecteur vitesse avec l'horizontale à $t_0 = 0$ s ?

♣ Exercice 03 : Sur la route ...

Une voiture roule en agglomération à une vitesse constante $v_0 = 50,0 \text{ km.h}^{-1}$. Au moment où elle franchit le panneau de sortie d'agglomération, la voiture accélère avec une accélération constante $a_0 = 2,0 \text{ m.s}^{-2}$ sur une portion de route rectiligne jusqu'à atteindre la vitesse maximale autorisée qui est $v_{\text{max}} = 90,0 \text{ km.h}^{-1}$.

Combien de temps faudra-t-il à l'automobiliste pour atteindre cette nouvelle vitesse et quelle sera alors la distance parcourue depuis la sortie d'agglomération ?

♣ Exercice 04 : Encore sur la route ...

Une voiture roule en agglomération à une vitesse constante $v_0 = 50,0 \text{ km.h}^{-1}$ sur une portion de route rectiligne. Alors qu'elle se trouve à 40,0 m d'un feu tricolore, celui-ci bascule à l'orange. L'automobiliste freine alors avec une accélération constante $a_0 = 3,0 \text{ m.s}^{-2}$.

Combien de temps faudra-t-il à l'automobiliste pour s'arrêter ? Sera-t-il trop tard ?

♣ Exercice 05 : Et toujours sur la route ...

Une voiture A de longueur $d = 4,00 \text{ m}$ suit un camion de longueur $D = 10,00 \text{ m}$, tous les deux roulant à la vitesse constante $v_0 = 72,0 \text{ km.h}^{-1}$ sur une route droite et horizontale. La distance entre l'avant de la voiture et l'arrière du camion est alors $L = 35,00 \text{ m}$.

A un instant pris comme origine des dates, le conducteur de la voiture décide de doubler le camion et impose à son véhicule une accélération constante $a = 3,00 \text{ m.s}^{-2}$. On prendra comme origine du repère la position de l'avant de la voiture au début du dépassement.

Si on considère que le dépassement est terminé quand l'arrière de la voiture et l'avant du camion sont séparés d'une distance $L = 20,00 \text{ m}$, calculer la durée du dépassement et la distance parcourue par le camion pendant cette durée (Aides à la résolution ci-dessous).

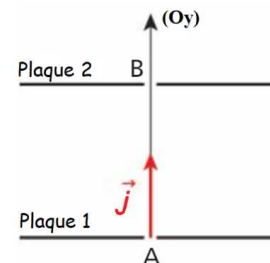
1- Etablir l'équation horaire $x_A(t)$ du mouvement de la voiture.
2- Etablir l'équation horaire $x_C(t)$ du mouvement du camion.
3- Quelle relation y a-t-il entre x_A et x_C au moment du dépassement ? En déduire la durée du dépassement.

♣ Exercice 06 : Ion et champ électrique

Un champ électrique intense règne entre deux plaques horizontales 1 et 2, trouées respectivement en A et en B. A l'instant de date $t = 0$, un ion magnésium Mg^{2+} pénètre au point A.

Le point A est confondu avec l'origine de l'axe (Oy) ascendant, la vitesse d'entrée au point A vaut $v_A = 40,0 \text{ km.s}^{-1}$ et la distance entre les plaques vaut $d = 40,0 \text{ cm}$.

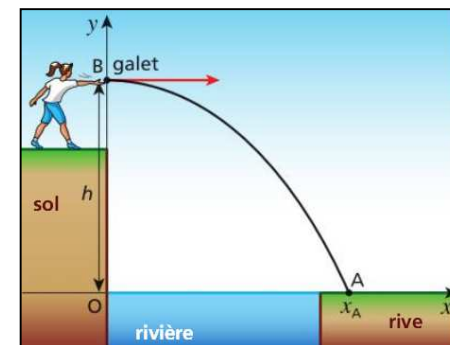
- L'ion est soumis à une accélération constante $a_0 = 1,0 \cdot 10^{10} \text{ m.s}^{-2}$ orientée verticalement vers le haut. Quelle sera sa vitesse en B ?
- Donner les caractéristiques du vecteur accélération (supposé vertical et constant) auquel devrait être soumis l'ion pour que le dispositif permette de l'immobiliser exactement 10,0 cm sous le point B.



♣ Exercice 07 : Lancet de galet

Maéva lance un galet horizontalement du haut d'une paroi verticale située à l'aplomb d'une rivière. Le point de départ du galet est le point B, situé à une hauteur h du niveau de la rivière ; la vitesse du lancer est $v_0 = 20,0 \text{ m.s}^{-1}$. Le galet atteint le niveau de la rivière à la date $t_A = 3,00 \text{ s}$.

On note (Oy) l'axe vertical orienté vers le haut et (Ox) l'axe horizontal matérialisant le niveau de la rivière et orienté dans le sens du lancer, l'origine étant située à la verticale du point B.



Durant cette étude, on admet que le galet est soumis à une accélération constante de valeur $a_0 = 10,0 \text{ m.s}^{-2}$ orientée verticalement vers le bas.

1- Montrer que les coordonnées x et y de la position du galet vérifient les relations suivantes :

$$x = v_0 \cdot t \quad ; \quad y = -a_0 \cdot \frac{t^2}{2} + h$$

2- Quelle est l'équation de la trajectoire ?

3- Que vaut la hauteur h ?

4- a) La largeur de la rivière vaut $L = 30 \text{ m}$. Le galet atteint-il la rive opposée ?

b) On note $v_{\min}$ la vitesse minimale à laquelle il faut lancer la pierre pour que celle-ci atteigne la rive. Donner l'expression de $v_{\min}$ en fonction de L , a_0 et h puis faire le calcul.

♣ Exercice 08 : Eruption volcanique

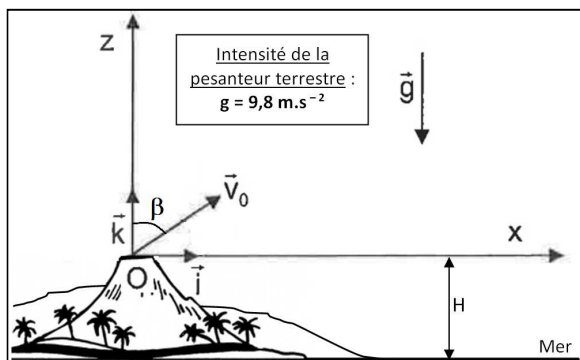
Document 1 - L'éruption de la Montagne Pelée en 1902

L'éruption de la Montagne Pelée en 1902 provoqua une large coulée de lave qui détruisit entièrement la ville de Saint-Pierre, alors préfecture de la Martinique. Mais cette éruption éjecta aussi de nombreux blocs de pierre à des distances phénoménales. Différents témoignages du phénomène ont été rassemblés et ont permis d'établir la trajectoire « type » des blocs de pierre éjectés. En moyenne, ces blocs de pierre ont décrit des mouvements paraboliques avec un angle d'inclinaison de 47° par rapport à la verticale et une vitesse d'éjection de 110 m.s^{-1} !

Document 2 - Conditions d'étude

On considère, dans le référentiel terrestre, un bloc de pierre éjecté depuis le point O, point culminant du Mont Pelée. Le repère d'étude ($O, \vec{i}, \vec{k}$) est choisi de telle sorte que :

- le point O est le point culminant du Mont Pelée ;
- l'axe (Ox) est horizontal et orienté vers la droite ;
- l'axe (Oz) est vertical et orienté vers le haut ;
- le vecteur vitesse initial $\vec{v}_0$ est dans le plan xOz, incliné d'un angle β par rapport à l'axe (Oz).



L'origine des dates est l'instant où le bloc de pierre quitte le point O.

Le point O est situé à une altitude $H = 1397 \text{ m}$ par rapport au niveau de la mer.

- a) Que valent les coordonnées x_0 et z_0 du vecteur position initial $\vec{OG}_0$?

b) Exprimer les coordonnées v_{x0} et v_{z0} du vecteur vitesse initial $\vec{v}_0$ en fonction de v_0 et de l'angle β .
- a) En supposant que le bloc de pierre est soumis à une accélération constante, verticale, orientée vers le bas et de norme $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$, montrer que les équations horaires $x(t)$ et $z(t)$ de son mouvement ont pour expressions :

$$x(t) = v_0 \times \sin(\beta) \times t \quad ; \quad z(t) = -\frac{1}{2} g \times t^2 + v_0 \times \cos(\beta) \times t$$

b) Déterminer l'équation de la trajectoire des blocs de pierre.

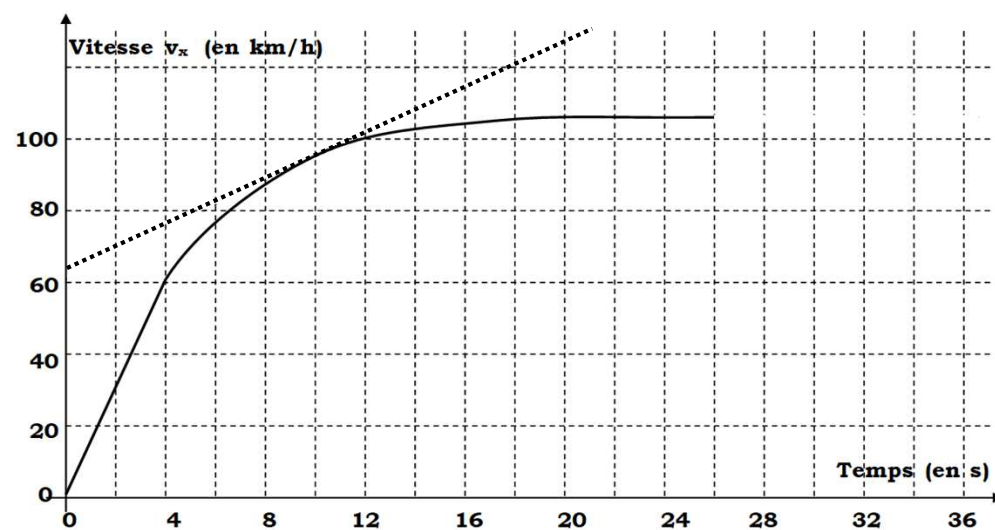
3- Laquelle des équations établies précédemment prouve le caractère « parabolique » du mouvement des blocs de pierre évoqué dans le **Document 1** ? Justifier votre réponse.

On cherche l'altitude maximale H' atteinte par les blocs de pierre par rapport au niveau de la mer dans les conditions énoncées dans le Document 1 et dans le Document 2.

4- A l'aide des différentes équations établies à la question 2-, déterminer l'expression de H' en fonction de H , g , v_0 et β . Faire l'application numérique.

♣ Exercice 09 : Et un dernier pour la route !

On étudie la vitesse d'une voiture s'élançant sur une autoroute depuis le poste de péage. On suppose que la voiture évolue selon un trajet rectiligne matérialisé par un axe (Ox) orienté dans le sens du mouvement. Le graphique ci-dessous représente l'évolution de la coordonnée v_x du vecteur vitesse de la voiture au cours du temps.



- Comment qualifier le mouvement sur les intervalles $[0 ; 4 \text{ s}]$, $[4 \text{ s} ; 20 \text{ s}]$ et $[20 \text{ s} ; 26 \text{ s}]$?
- Calculer l'accélération de la voiture à l'instant de date $t = 10 \text{ s}$.
- A l'instant de date $t_1 = 26 \text{ s}$, la voiture roule à une vitesse $v_1 = 105 \text{ km.h}^{-1}$ mais un problème technique oblige le conducteur à s'arrêter sur la voie d'arrêt d'urgence. La voiture a alors un mouvement rectiligne uniformément décéléré qui la stoppe à l'instant de date $t_2 = 36 \text{ s}$.
 - Tracer qualitativement l'évolution de v_x sur l'intervalle $[t_1 ; t_2]$.
 - Déterminer l'expression de $v_x(t)$.
 - En prenant comme nouvelle origine de l'axe (Ox) la position de la voiture au début de la phase de décélération, déterminer l'expression de $x(t)$ sur cette phase.
 - Quelle est la distance parcourue par la voiture sur l'intervalle $[t_1 ; t_2]$?