

Exercice 1 – (barème approximatif 2 points)

NOM :

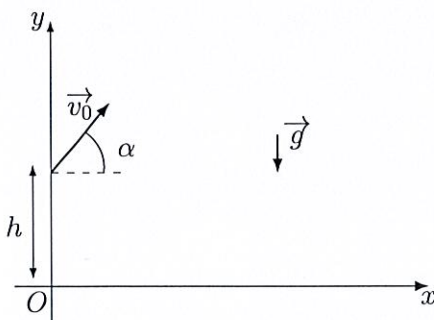
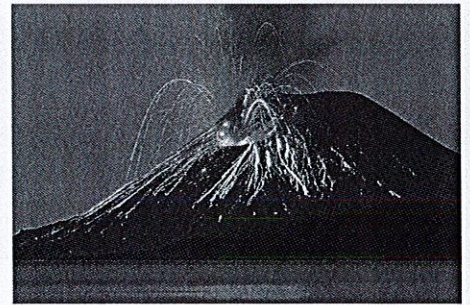
Prénom :

1. Le principe fondamental de la dynamique est valable
 - ☐ dans un repère cartésien
 - ☐ dans un référentiel galiléen
 - ☐ en l'absence de force
2. Un référentiel galiléen est un référentiel
 - ☐ dans lequel un système isolé a un mouvement rectiligne uniforme ou est au repos
 - ☐ dans lequel le bilan des forces est nul
 - ☐ cadastral situé au musée Galilée de Florence, en Italie

Exercice 2 – Eruption volcanique (barème approximatif 9 points)

Le Stromboli, volcan italien encore actif, culmine à 924 m. Il crache régulièrement des bombes volcaniques issues du magma. On note $\vec{v}_0$ la vitesse d'éjection de ces bombes, inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontal (schéma ci-dessous). On néglige les frottements.

Données $m = 0,28 \text{ kg}$; $v_0 = 76,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $\alpha = 50^\circ = 0,873 \text{ rad}$;
 $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; $h = 924 \text{ m}$;



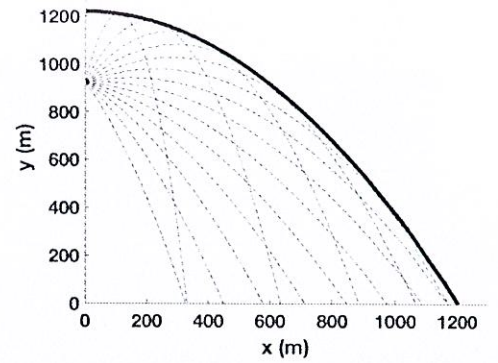
1. Donner les expressions littérales des composantes horizontale v_{0x} et verticale v_{0y} du vecteur $\vec{v}_0$ en fonction de v_0 et α .
2. a) Par application du PFD à un instant t , déterminer les deux composantes de l'accélération de M .
 b) En déduire, compte tenu des conditions initiales, les composantes du vecteur vitesse.
 c) En déduire, les équations horaires du mouvement de M $x(t)$ et $y(t)$, en tenant compte des conditions initiales $x(0) = 0$ et $y(0) = h$.
3. a) Déterminer l'équation cartésienne $y = f(x)$ de la trajectoire.

La figure ci contre représente les trajectoires $y = f(x)$ pour différents angles d'éjection. Ces trajectoires sont toutes sous la courbe d'équation $y = h + \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gx^2}{2v_0^2}$, appelée parabole de sûreté car tout point situé au-delà n'est pas accessible par les bombes volcaniques, quel que soit l'angle d'éjection.

b) Etablir que la distance de sécurité au sol est telle que

$$x > \sqrt{\frac{2v_0^2 h}{g} + \frac{v_0^4}{g^2}}$$

La calculer.



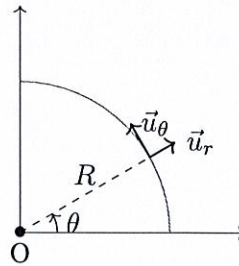
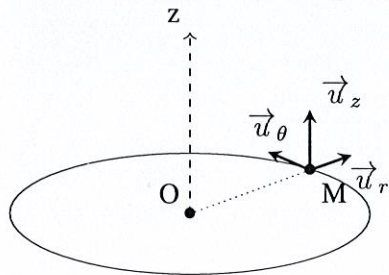
Courbes pointillées : trajectoire de bombes volcaniques pour différents angles d'éjection α . Courbe continue : parabole de sûreté.

Exercice 3 – Voiture dans un virage (barème approximatif 9 points)

Une voiture tourne dans un virage avec une vitesse constante. On souhaite établir la vitesse maximale pour éviter un dérapage. Le virage est un arc de cercle de rayon R . On néglige les frottements de l'air mais on tient compte des frottements entre la route et la voiture. Ce sont des frottements de type frottements solides. Ces frottements sont orientés selon $\vec{u}_r$: $\vec{T} = -T\vec{u}_r$ et de norme $T = \mu N$ où $\vec{N}$ est la réaction normale de la route.

Données $m = 1,50 \cdot 10^3 \text{ kg}$; $R = 200 \text{ m}$; $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

On utilise le repère cylindrique $(O, \vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_z)$.



1. a) Exprimer les vecteurs vitesse et accélération du point M dans la base polaire $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta)$.
- b) Montrer que $v = R\dot{\theta}$.
- c) Etablir que le vecteur accélération peut s'écrire

$$\vec{a} = -\frac{v^2}{R}\vec{u}_r + R\ddot{\theta}\vec{u}_\theta + 0\vec{u}_z$$

2. a) Faire un schéma en indiquant les forces.
- b) A l'aide du PFD établir l'expression de la réaction N de la route.
- c) En déduire l'expression des frottements solides $T = \mu N$ en fonction de μ, m, g .
- d) A l'aide du PFD, établir que la vitesse vaut $v = \sqrt{\mu Rg}$
3. Les frottements solides empêchent la voiture de dérapage. Le dérapage apparaît lorsque les frottements solides ne sont plus suffisants. La voiture ne glisse pas tant que $T < \mu N$, ce qui conduit à $v < \sqrt{\mu Rg}$. Ainsi, la voiture peut prendre le virage à la vitesse maximale $v_{max} = \sqrt{\mu Rg}$. Calculer v_{max} pour les conditions suivantes (l'exprimer en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$) :
 - a) pneus sur bitume sec; $\mu = 0,700$;
 - b) pneus sur bitume humide; $\mu = 0,300$;
 - c) Les pneus de formule 1 permettent d'atteindre des coefficients de frottements $\mu = 1,50$.