Exercice 1* (15 min) **: freinage d'urgence**

Un chauffeur de poids lourd sur l'autoroute Genève-Lausanne, roulant à v_0 voit brusquement une vache à une distance d devant lui. Il freine immédiatement *en appuyant de plus en plus fort sur le frein*, si bien que son accélération a la forme $a(t) = \gamma t$ avec γ constante et $t = 0$ le temps où il commence à freiner. On négligera le temps de réaction du chauffeur.

1. Quelle est la dimension de γ ? Quel est son signe ?
2. Donner l'expression de la vitesse et de la position du camion en fonction du temps, après avoir choisi un repère adéquat
3. Que vaut γ en fonction de v_0 et d si le camion s'arrête juste à la hauteur de la vache ?

Exercice 2** (30 min) **: Boules de neige**

C'est l'hiver et le paysage a revêtu son manteau blanc. Les enfants font une bataille de boules de neige. L'un d'eux a un peu plus l'esprit d'un physicien que les autres. Il essaye de déterminer les trajectoires de ses boules de neige avant de les lancer (en négligeant les frottements).

a) Il veut lancer une boule de neige avec une vitesse initiale de norme v_0 faisant un angle α à l'horizontale. Déterminez l'apogée et la portée de la trajectoire de la boule de neige en fonction de ces deux paramètres, donnez l'équation de la trajectoire et tracez-la.

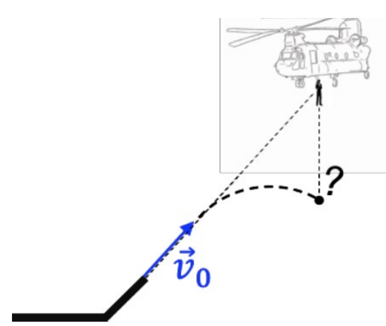
b) Il veut ensuite lancer deux boules de neige avec chacune un angle différent (α et β). La vitesse initiale de la première vaut v_0. Quelle doit être la vitesse initiale v_1 de la deuxième boule pour que :

1. les deux boules touchent le sol au même endroit ?
2. les deux boules touchent le sol en même temps (si elles sont lancées en même temps) ?

c) Il veut maintenant atteindre la tête de son ami avec une boule de neige. Ils sont tous les deux de même taille mais son ami est situé sur un monticule d'une hauteur h et à une distance d. Déterminez la condition sur la vitesse initiale v_0 pour qu'il atteigne son but, en fonction de α.

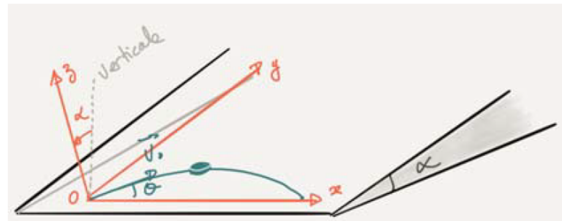
Exercice 3** (25 min) **: James Bond parabolique**

James Bond saute d'un hélicoptère en vol stationnaire. Il tombe verticalement en chute libre sans frottement. Son amie essaie de le sauver avec sa moto, en partant d'une rampe faisant un angle β avec le sol (considéré comme horizontal). Elle quitte la rampe avec une vitesse $\vec{v_0}$ (direction tangente à la rampe). Au même instant que la moto quitte la rampe, Bond saute de l'avion. Quelle est la condition sur l'angle β pour que Bond réussisse à s'asseoir sur le siège arrière de la moto de son amie (on considèrera que la hauteur de la rampe et de la moto sont identiques) ? Quelle doit-être la norme minimum de la vitesse v_0 ?



Exercice 4** (20 min) **: Parbole sur plan incliné**

On considère un palet lancé à la vitesse $\vec{v}_0$ sur une table a air inclinée d'un angle α avec l'horizontale. L'angle entre l'axe $(0x)$ et $\vec{v}_0$ est θ.

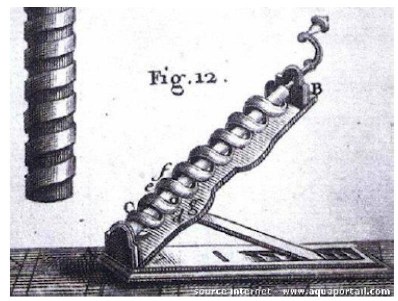


Etablissez l'équation paramétrique de la trajectoire $\vec{r}(t)$ dans le repère indiqué sur la figure et déduisez-en l'équation de la trajectoire.

***

Exercice supplémentaire S3.1** (25 min) **: Vis d'Archimède**

« La vis d'Archimède, parfois aussi nommée escargot, voire abusivement appelée vis sans fin, est un dispositif qu'Archimède aurait mis au point lors d'un voyage en Égypte, permettant aux habitants du bord du Nil d'arroser leurs terrains. »
Source : Wikipédia



On se propose d'étudier le mouvement de la vis d'Archimède. Pour cela, on considère un point M qui décrit une hélice d'axe (Oz). Ses équations horaires sont dans un repère cartésien sont :

$$\begin{cases} x = R\,\cos\varphi \\ y = R\,\sin\varphi \\ z = h\,\varphi \end{cases}$$

R est le rayon du cylindre de révolution dans lequel est tracée l'hélice, h est une constante et φ correspond à l'angle que fait la projection du vecteur $\overrightarrow{OM}$ avec (Ox) sur le plan (Oxy).

1. Définition du problème
   a) Faire un schéma.
   b) Quel est le système de coordonnées le plus adapté pour traiter ce problème ?
   c) Donner les expressions de la vitesse et de l'accélération
2. Montrer que le vecteur vitesse fait un angle constant avec le plan (Oxy).
3. On considère maintenant un mouvement de rotation uniforme
   a) Montrer que l'accélération est dans le plan (Oxy) et passe par l'axe du cylindre.
   b) Calculer le rayon de courbure correspondant.

Exercice supplémentaire S3.2** (25 min) **: tir parbolique là-haut dans la montagne**

On se trouve en haut d'une montagne. Celle-ci a une pente décrivant un angle α avec l'horizontale. À quel angle β doit-on lancer une pierre pour que sa portée soit maximale.