

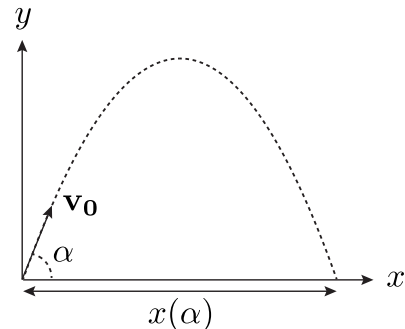
29 septembre 2025

## Série 2 : Balistique et Equations du mouvement

### 1. Portée maximale de tir

Un projectile est tiré du sol avec une vitesse initiale  $\mathbf{v}_0$  selon un angle de tir  $\alpha$  par rapport à l'horizontale.

- Etablir les équations horaires selon les axes  $x$  et  $y$ .
- Déterminer l'angle  $\alpha^*$  qui maximise la portée  $x(\alpha)$  du tir.



### 2. Boules de neige

Un étudiant du cours de physique générale s'engage dans une bataille de boules de neige avec un ami. Cet ami parvient à rattraper les boules et à les renvoyer immédiatement. L'étudiant sait que pour qu'une boule de neige arrive à un point d'impact donné avec une vitesse initiale donnée, elle peut suivre deux trajectoires différentes correspondant à des angles de tirs et des temps de vols différents. Ainsi, pour gagner la partie, l'étudiant décide de jeter deux boules de neige, à des instants différents et avec des angles de tirs différents. La boule qui suit la trajectoire supérieure crée une diversion. Pendant que l'ami se prépare à l'attraper, la seconde boule arrive suivant la trajectoire inférieure et les deux boules le percutent simultanément ! Si les amis sont à une distance  $D$  l'un de l'autre et qu'ils lancent les boules avec une vitesse initiale de norme  $v_0$  :

- Quels sont les angles de tirs ?
- Combien de temps faut-il attendre avant de jeter la deuxième boule ?

Application numérique :  $D = 25 \text{ m}$  et  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ .

### 3. Accident

Un accident de la circulation survient dans une rue de Lausanne où la vitesse maximale autorisée est de  $50 \text{ km/h}$ . Une voiture renverse un piéton sur une chaussée sèche. L'enquêteur appelé sur les lieux constate :

- deux traces parallèles de freinage d'une longueur de  $L = 60 \text{ m}$  et commençant  $d = 15 \text{ m}$  avant l'axe du passage pour piéton d'une largeur de  $4 \text{ m}$ ,
- certains débris de phares se retrouvent jusqu'à un maximum de  $d = 15 \text{ m}$  après l'axe du passage,
- les phares de la voiture sont à une hauteur de  $h = 1 \text{ m}$ ,
- la voiture freine de manière maximale avec une décélération constante de  $a = 5.2 \text{ m/s}^2$ .

Quelles sont les responsabilités? (Vitesse du véhicule et position du piéton par rapport au passage, au moment du choc).

INDICATION : Le phare ne contient pas de gaz et il n'y a pas de conversion d'énergie de liaison lors du choc. Il n'y a pas d'explosion au niveau du phare, uniquement rupture pour constituer des débris. La rupture est instantanée et on néglige la physique de cette rupture. Certains débris se déplacent sans entrave après le choc.

### 4. Nageur traversant une rivière

La vitesse de l'eau d'une rivière de largeur  $2l$  s'écoulant dans la direction  $x$  est donnée par

$$v(y) = v_0 \left( 1 - \frac{y^2}{l^2} \right),$$

où  $y$  est la distance mesurée depuis le milieu de la rivière et  $v_0$  est la vitesse de l'eau au milieu de la rivière. Cette vitesse est supposée connue et constante. Un nageur traverse cette rivière avec une vitesse  $u$  constante (par rapport à la berge), perpendiculaire à la berge (donc à  $x$ ). A quelle distance la rivière aura-t-elle déporté le nageur au terme de la traversée du nageur?

