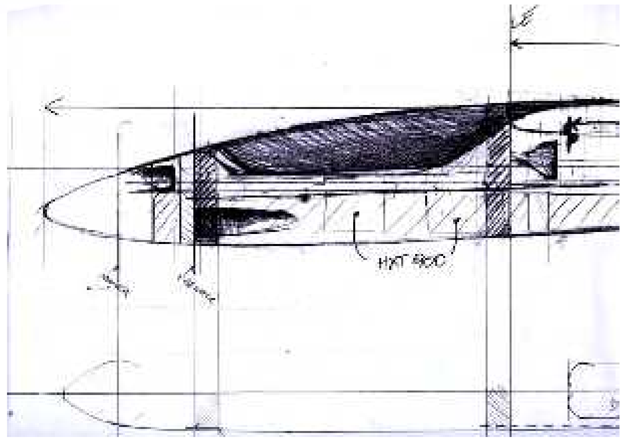
Généralités

CH 99-02: Choc élastique



V01V07
10/11/2017

⚠ AVERTISSEMENT ⚠

Ceci n'est pas un cours académique et ne peut pas servir en tant que tel.

Ceci est une approche simplifiée d'une discipline regroupant plusieurs branches: aérodynamique, mécanique du vol, aéromodélisme, etc.

Certains résultats découlent d'une modélisation donnée (hypothèses). Généraliser les résultats en dehors de leur cadre peut conduire à des interprétations erronées.

Certaines assertions reflètent l'interprétation de l'auteur. Le lecteur doit prendre du recul et les soumettre à son sens critique.

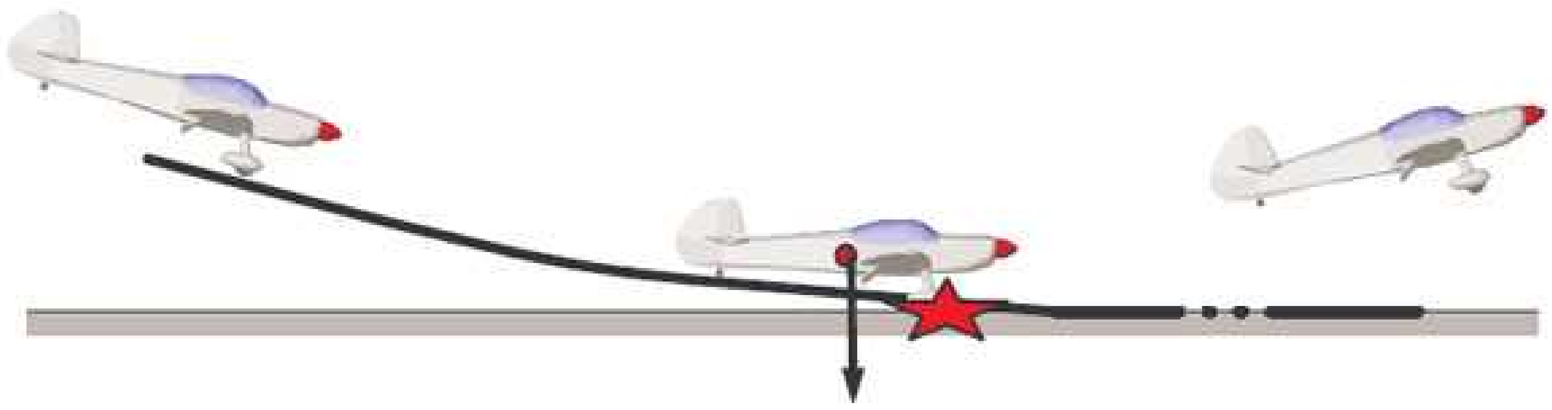
Sommaire:

Introduction

- Cas N° 1:Boulle billard
- Cas n°2: planeur
- Annexes

Introduction

- Le choc élastique est un problème classique en mécanique du solide.
- Si on a besoin de revenir sur ce concept c’est parce qu’on a besoin de modéliser le choc d’un avion en cas d’atterrissage « avec rebond ».



Introduction

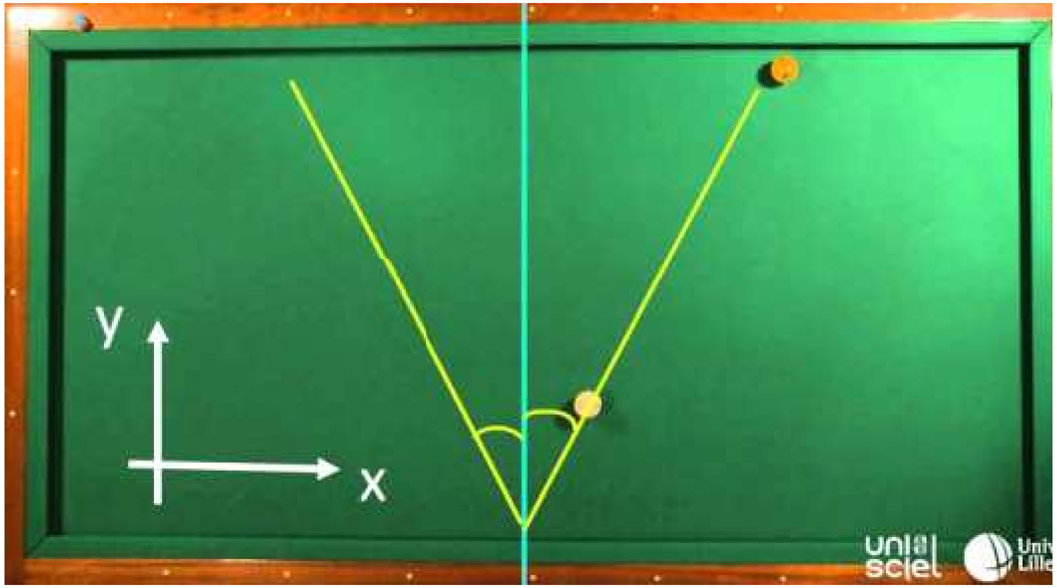
- Le point de départ est de revenir à l’exemple de la boule de billard comme référence.
- Ce modèle est particulièrement intéressant car il décrit qualitativement bien le choc élastique sur un « mur ».

Sommaire:

Choc boulle de billard

- Lors du choc élastique de la boule contre la paroi de la table, on a conservation de l'énergie cinétique,
- On peut démontrer facilement que la réflexion se fait avec le même angle car:

  - La réaction de la paroi est perpendiculaire à la vitesse V_x, donc celle-ci se conserve,
  - La vitesse totale V_y est constante en norme.



Modélisation

- Il s'agit d'écrire la deuxième loi de Newton « en moyenne » sur une durée entre –Δt et +Δt. L'instant zéro sera celui du choc.
- On a: $F_y=m*(V_{y2}-V_{y1})/2\Delta t$
- Or on sait que: $V_{y2}=-V_{y1}$
- On en déduit que: $F=-mV_{y2}/\Delta t$

Il est facile de voir que le problème réside dans la valeur qu'on doit donner à ce fameux Δt, Une valeur qui tend vers 0, fait tendre F vers l' ∞, ce qui est absurde. En effet V_y est discontinue, donc n'est pas dérivable.

Modélisation

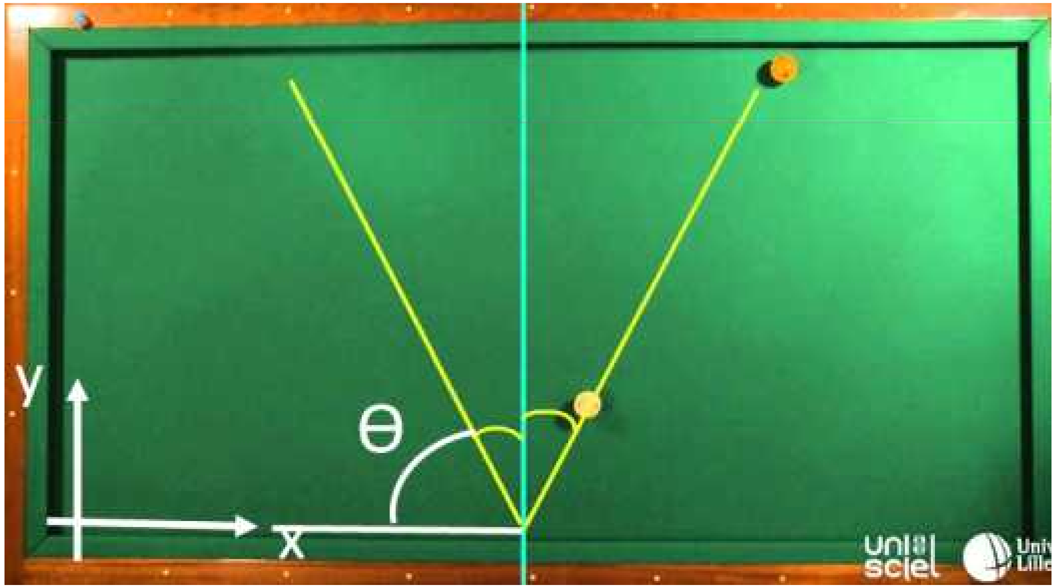
- Pour estimer Δt on peut prendre une distance et une vitesse caractéristique:
  - Le plus « intuitif » c'est de considérer le diamètre D de la boulle et la vitesse V_y.
  - On se donne donc $V_{y2}=V_{y2}D/\Delta t$
  - On en déduite:

$$\boxed{F=mV^2_{y1}/D}$$

Modélisation

- On cherche V_{y2} en fonction de la vitesse totale V: $V_{y2} = V \sin\theta < 0$
- On en déduite donc:

$$F = mV^2 \sin^2\theta / D$$



Ordre de grandeur: V=5m/s et m=280gr D= 68mm angle de 45°: F=107N

Sommaire:

- Introduction
- Cas N° 1:Boulle billard

- **Cas n°2: planeur**
- Annexes

Atterrissage dur!

- On se place dans le cas d'un atterrissage « dur », La planeur se présente avec une pente de 15°. Le planeur touche est fait un rebond.

- Donc, on va utiliser le résultat du choc élastique.
- Attention, ce n'est pas un décrochage, donc le poids reste équilibré par la portance.
- Ces deux forces sont à éliminer du raisonnement.

Modélisation

Une estimation:

– L'angle de pente permet d'écrire :

$$Mg \cos \theta = 0,5\ \rho\ Cz\ S\ V^2$$

– Et on peut introduire la charge alaire: $C_a = Mg/S$

– On prend comme distance caractéristique un corde Cam:

$$F = MC_a \sin^2\theta \cos \theta / (0.5\ \rho\ Cz\ C)$$

– Faible pente en rad:

$$\boxed{F = 2\ MC_a \theta^2 / (\rho\ C_z\ C_{am})}$$

Ordre de grandeur

- Ordre de grandeur:
  - M=1kg
  - Corde de 15cm
  - Envergure de 1,5m
  - Surface de 22,5 dcm2, Ca=43,6N/m2
  - Angle de 15°
  - Cz atterrissage de 0,5
  - Vitesse de l’ordre de
  - Vitesse verticale de l’orde de -3,3m/s
  - Force de l’ordre de 63N