Université de Bourgogne 2022-2023

L1 Sciences & Techniques - Physique Générale 1a (Phys1A2)

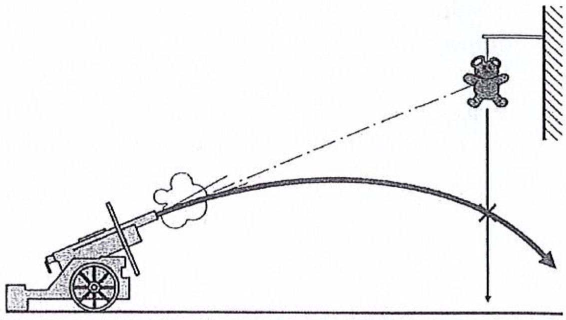
Contrôle continu - 1h30 - calculatrice autorisée - aucun document

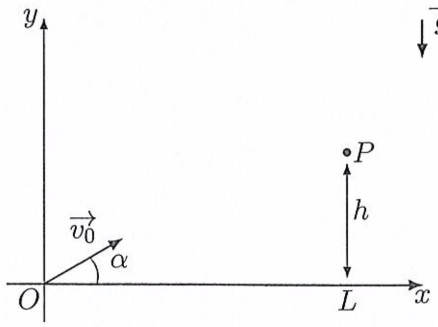
*Lors des applications numériques, vérifier le nombre de **chiffres significatifs** et l'**unité***

Exercice 1 – **Tir balistique (barème approximatif 10 points)**

Un projectile est lancé par un canon en direction d'un animal en peluche. Au moment où le projectile sort du canon, l'animal en peluche se détache de son support et commence à tomber.

On souhaite déterminer les conditions de tir pour toucher la peluche lors de sa chute. On note $\vec{v}_0$ la vitesse d'éjection du boulet, inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontal (schéma ci-dessous). On néglige les frottements.





Les parties I et II peuvent être traitées de manière indépendante

I - Chute libre de la peluche

On considère la chute de la peluche P. On prend les conditions initiales :

- Position : $x_P(0) = L$ et $y_P(0) = h$
- Vitesse initiale nulle : $\dot{x}_P(0) = 0$ et $\dot{y}_P(0) = 0$

1. a) Par application du PFD à un instant t, déterminer les deux composantes (selon Ox et selon Oy) de l'accélération de la peluche P.
   b) En déduire, compte tenu des conditions initiales, les composantes du vecteur vitesse.
   c) En déduire, les équations horaires du mouvement de P ; $x_P(t)$ et $y_P(t)$, en tenant compte des conditions initiales.

II - Tir du boulet

On s'intéresse au tir du canon. On prend les conditions initiales pour le boulet de canon :

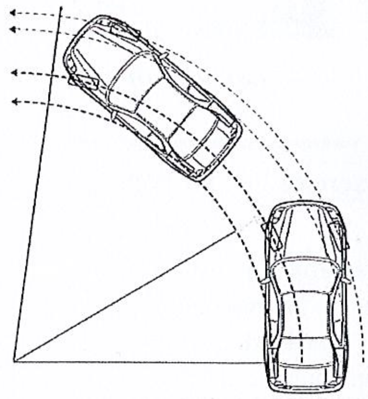
- Position : $x_B(0) = 0$ et $y_B(0) = 0$
- Vitesse initiale $\vec{v}_0$, inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale

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 du mouvement du boulet $x_B(t)$ et $y_B(t)$, en tenant compte des conditions initiales.

III - Visée

1. Les conditions pour que le boulet atteigne la peluche sont $x_B = x_P$ et $y_B = y_P$
   a) En déduire la condition sur l'angle de tir
   $$\tan(\alpha) = \frac{h}{L}$$
   b) Vérifier que cela correspond à viser la peluche lorsqu'elle est accrochée.

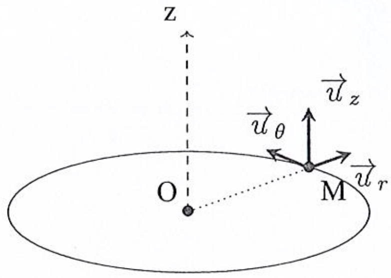
Exercice 2 – **Voiture dans un virage (barème approximatif 10 points)**

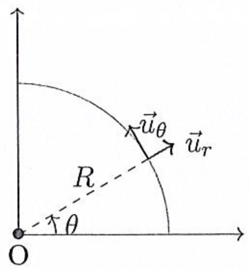


Une voiture tourne dans un virage avec une vitesse constante. On souhaite établir la vitesse maximale pour éviter un dérapage. Le virage est un arc de cercle de rayon R. On néglige les frottements de l'air mais on tient compte des frottements entre la route et la voiture. Ce sont des frottements de type 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 $m = 1{,}50 \cdot 10^3\,\mathrm{kg}$; $R = 200\,\mathrm{m}$; $g = 9{,}81\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$

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 $v = \sqrt{\mu R g}$
3. Les frottements solides empêchent la voiture de déraper. Le dérapage apparaît lorsque les frottements solides ne sont plus suffisants. La perte d'adhérence (donc de contact route/voiture) implique $T < \mu N$, ce qui conduit à $v > \sqrt{\mu R g}$. Ainsi, la voiture peut prendre le virage à la vitesse maximale $v_{max} = \sqrt{\mu R g}$.
   Calculer v_{max} pour les conditions suivantes (l'exprimer en $\mathrm{km \cdot h^{-1}}$) :
   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 $\mu = 1,50$.