

**CC1 de Physique – 1h**

Sans documents – Calculatrice UPS autorisée

**Question de cours :**

Rappeler quelles sont les 4 interactions fondamentales.

**Exercice 1 :** *Analyse dimensionnelle*

On considère un corps se déplaçant dans un fluide au repos.

Soit  $\vec{V}$  sa vitesse par rapport au fluide, de norme  $v$ .1) Pour de faibles vitesses, la force de frottement visqueux s'écrit :  $\vec{F}_v = -\alpha \vec{V}$ .Donner la dimension du coefficient  $\alpha$ , en déduire son unité dans le système SI.

2) Pour de plus hautes vitesses, cette force de frottement visqueux s'écrit sous 2 formes :

a) écriture classique :  $\vec{F}_v = -\alpha_a v^2 \frac{\vec{V}}{v}$ .

Donner la dimension de  $\alpha_a$ , en déduire son unité dans le système SI.

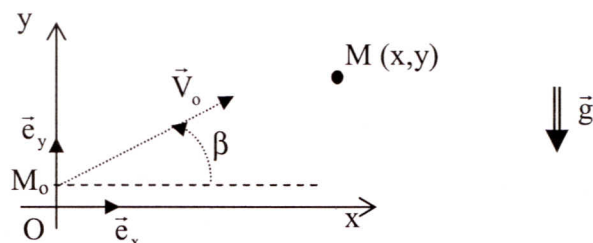
b) écriture usitée en aéronautique :  $\vec{F}_v = -\frac{1}{2} \rho_f v^2 S C_x \frac{\vec{V}}{v}$ , où  $\rho_f$  est la masse volumique du fluide,  $S$  est une surface et  $C_x$  le facteur de traînée.

Rappeler la dimension de la masse volumique  $\rho_f$  puis déterminer la dimension du facteur  $C_x$ .**Exercice 2 :** *Bouchon de champagne*

On se propose d'étudier le mouvement d'un bouchon de champagne après sa sortie de la bouteille. Le bouchon de champagne, de masse  $m = 10\text{g}$ , saute et quitte la bouteille avec une vitesse initiale de norme  $v_0 = 10\text{ m.s}^{-1}$ , inclinée par rapport à l'horizontale d'un angle  $\beta$ .

Le bouchon de champagne est assimilé à un point matériel  $M$ , de masse  $m$ . Lors du mouvement étudié, on suppose que le bouchon n'est soumis qu'à son poids et se déplace dans le plan  $(xy)$  (voir figure).

Soit  $\mathcal{R}$  le référentiel d'observation de repère orthonormé direct  $R(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$  tel que l'accélération de la pesanteur  $\vec{g} = -g \vec{e}_y$ ,  $g = 9,81\text{ m.s}^{-2}$ . On repère la position de  $M$  dans le plan  $(xy)$  par ses coordonnées cartésiennes  $(x(t), y(t))$ .



- 1) A l'aide de la loi fondamentale de la dynamique appliquée au point M par rapport au référentiel  $\mathcal{R}$ , déterminer les deux équations scalaires traduisant le mouvement dans  $\mathcal{R}$ .
- 2) L'instant initial est pris quand le bouchon quitte la bouteille avec la vitesse  $\vec{V}_0$ , d'une hauteur  $h = 1$  m. On note  $M_0$  ce point de départ tel que  $(x_0 = 0, y_0 = h)$ .
  - a) Déterminer les coordonnées cartésiennes  $(x(t), y(t))$  du bouchon, en fonction de  $g, v_0, \beta, h$  et le temps  $t$ .
  - b) Déterminer l'équation de la trajectoire de M dans  $\mathcal{R}$  et donner sa nature.
- 3) a) Montrer que la hauteur maximale,  $y_{\max}$ , atteinte par le bouchon est donnée par :

$$y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} + h.$$

b) *Application numérique :*

On suppose que les dimensions de la salle, dans laquelle vous êtes, sont :  $H = 5$  m (hauteur de la salle selon l'axe vertical  $(O, \vec{e}_y)$ ) et  $L = 20$  m (longueur selon l'axe horizontal  $(O, \vec{e}_x)$ ).

Pour quelle valeur,  $\beta_{\max}$ , de l'angle  $\beta$  le bouchon de champagne touche-t-il le plafond de la salle ?

- 4) Soit I le point d'impact du bouchon avec le sol,
  - a) Montrer que le temps de chute  $t_1$  vérifie une équation du second degré :

$$a t_1^2 + b t_1 + c = 0$$

où vous déterminerez  $a, b$  et  $c$  en fonction de  $g, v_0, \beta$  et  $h$ .

b) On trouve  $t_1 = 3,825$  s pour la valeur de  $\beta_{\max}$  trouvée à la question précédente, déterminer alors la valeur de la portée :  $x_p = x(t = t_1)$ . Le bouchon de champagne peut-il atteindre le fond de la salle sachant que vous vous placez à un bout de la salle (en  $M_0$ ) pris comme origine.