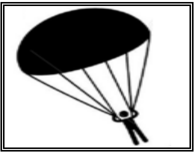


CHIMIE / Unité :4
Evolution temporelle des systèmes mécaniques

Exercices
Mouvement de chute verticale d'un solide

Exercice 1

La grêle se forme dans les cumulo-nimbus situés entre 1000 m et 10000 m d'altitude où la température est très basse, avoisine les – 40 °C.
Le grêlon tombe lorsqu'il n'est plus maintenu au sein du nuage. Au sol sa vitesse peut atteindre 160 km/h.
On étudie un grêlon de masse 13 g qui tombe d'un point O d'altitude 1500 m sans vitesse initiale. Il peut être assimilé à une sphère de diamètre 3,0 cm. Le point O sera pris comme origine d'un axe Oz orienté positivement vers le bas. L'intensité de la pesanteur sera considérée comme constante et de valeur $g_o = 9{,}80\ m.s^{-2}$.

Données : volume d'une sphère $V = \frac{4}{3}\pi \times r^3$; masse volumique de l'air ρ = 1,3 kg.m^{-3}

A – CHUTE LIBRE

On admettra que le grêlon tombe en chute libre.

1. En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer les équations horaires donnant la vitesse et la position du centre d'inertie G du grêlon en fonction de la durée t de la chute.
2. Calculer la valeur de la vitesse lorsqu'il atteint le sol, ce résultat est-il vraisemblable ? Justifier.

B – CHUTE REELLE

1. En réalité le grêlon est soumis à deux autres forces, la poussée d'Archimède $\vec{F_a}$ et la force de frottement fluide $\vec{f}$ proportionnelle au carré de la vitesse telle que f = K. v² .
2. Par une analyse dimensionnelle, déterminer l'unité du coefficient K dans le Système International.
3. Donner l'expression de la valeur de la poussée d'Archimède ; la calculer et la comparer à celle du poids. Conclure.
4. On néglige la poussée d'Archimède.

a) Montrer que l'équation différentielle peut s'écrire sous la forme $\frac{dv}{dt} = A - B.v^2$

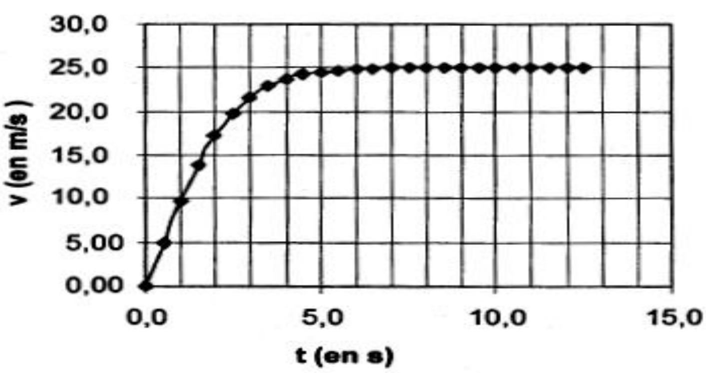
b) On veut résoudre cette équation différentielle par une méthode numérique : la méthode d'Euler.
Le tableau suivant est un extrait d'une feuille de calcul des valeurs de la vitesse (v) et de l'accélération (a) en fonction du temps (t).
Il correspond aux valeurs A = 9,80 m.s^{-2} et B = 1,56×10^{-2} m^{-1}, avec un pas de variation Δt = 0,5 s.

t (s)	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
v (m.s^{-1})	0,00	4,90	9,61	13,8	17,2	v_5	21,6
a (m.s^{-2})	9,80	9,43	8,36	6,83	a_4	3,69	2,49

Déterminer a_4 et v_5 en détaillant les calculs.

c) Exprimer littéralement la vitesse limite atteinte par le grêlon en fonction de A et B puis calculer sa valeur numérique.

d) La courbe d'évolution de la vitesse en fonction du temps est donnée ci-contre.
Retrouver graphiquement la valeur de la vitesse calculée au paragraphe précédent.



Exercice 2

Dans cette partie on néglige les frottements de l'air .
Données: célérité du son dans l'air : c=340m/s.
Pour mesurer la profondeur h d'un puits, on laisse tomber une bille de masse m=50g du bord du puits et l'on chronomètre la durée qui s'écoule entre le moment où on lâche la bille et le moment où on entend le bruit de l'impact de la bille au fond du puits (on a pris soin de placer l' oreille à hauteur du bord du puits). La durée mesurée est t_h=2,6 s .

1. Établir l'expression littérale de l'équation vérifiée pas h en fonction des données.
2. Calculer la profondeur h du puits.