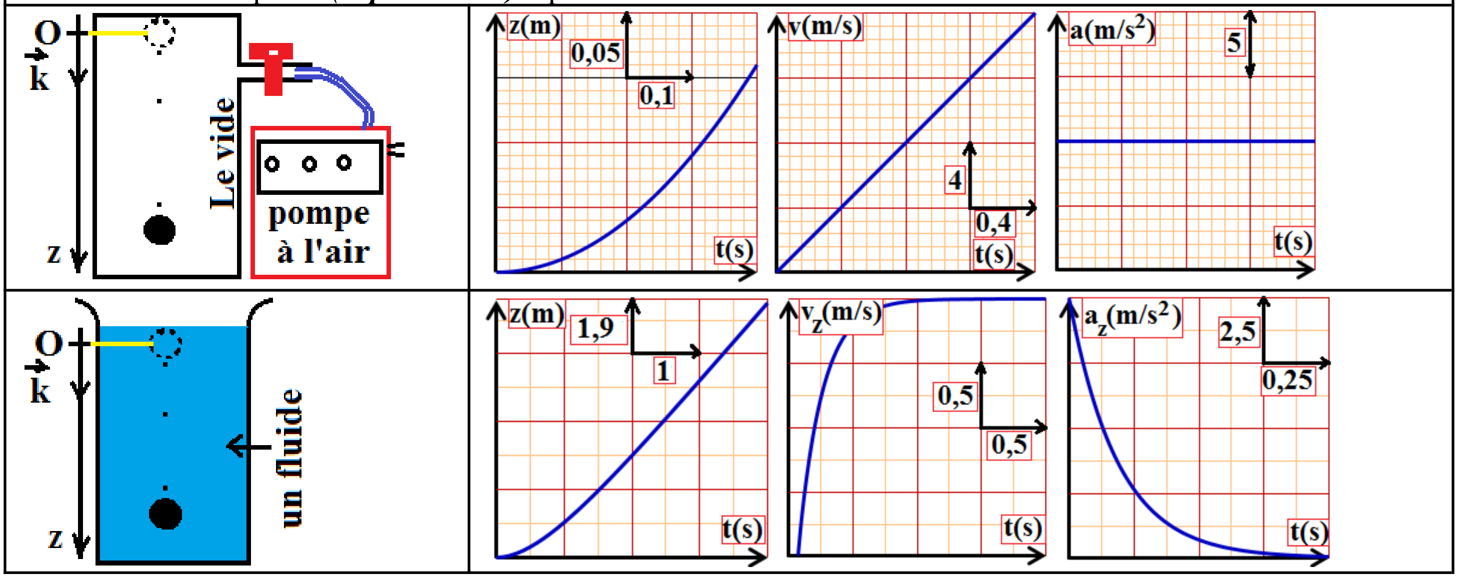
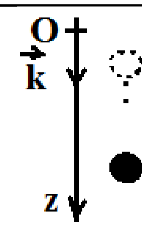
On considère les expériences suivantes : étude de mouvement d'un solide dans le vide ***(Expérience 1)*** puis dans un fluide visqueux ***(expérience 2)*** a permet de tracer les courbes suivantes :



- La vitesse augmente avec le temps et se stabilise ensuite à une valeur limite qu'on note v_l.
- La courbe de la vitesse et celle de l'accélération montrent l'existence de deux régimes :
  - Le régime transitoire : le mouvement est rectiligne accéléré, la vitesse augmente et l'accélération diminue,
  - Le régime permanent : le mouvement est rectiligne uniforme ($v = v_l = 2m/s = cte$) et $a_z = 0m.s^{-2}$.
- La courbe de z(t) est composée d'une partie parabolique (pour le R.T) et d'une partie linéaire (pour le R.P).

On étudie la chute libre verticale d'un solide (S) de masse m dans un référentiel lié à la terre considérée comme galiléen. Système étudié : {le solide (S)}



Le bilan des forces : seulement son poids $\vec{P} = m\vec{g} = mg\vec{k}$, alors $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{g}$

D'après la deuxième loi de Newton, on écrit : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$ donc $m\vec{g} = m.\vec{a}_G$ alors $\vec{a}_G = \vec{g}$.

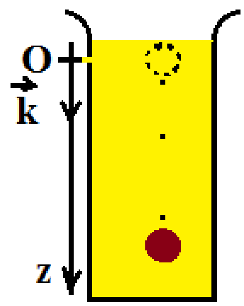
On remarque que l'accélération ne dépend pas de la masse m.
Par la projection de la relation sur l'axe (Oz), on trouve : $a_z = g$ c'est l'équation différentielle du mouvement.

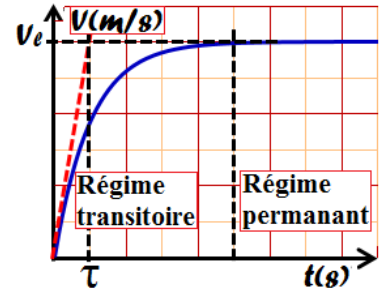
Au cours du mouvement, $x = cte$ et $y = cte$ alors $v_x(t) = 0$; $v_y(t) = 0$; $a_x(t) = 0$ et $a_y(t) = 0$.

La force de frottement fluide $\vec{f}$ est une force de contact répartie, appliquée par un fluide sur un corps se déplaçant par rapport à lui. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- ***Origine :*** le centre d'inertie du solide,
- ***Direction :*** c'est la direction de la vitesse $\vec{v}_G$,
- ***Sens :*** inverse au sens du mouvement,
- ***Intensité :*** $f = K.v_G^n$ avec v_G la valeur de la vitesse du solide et K une constante qui dépend de la nature du fluide, de la forme du solide, de ses dimensions et de l'état de sa surface.
  - Pour les faibles vitesses : on prend $n = 1$, donc $f = K.v_G$,
  - Pour les grandes vitesses : on prend $n = 2$, donc $f = K.v_G^2$.

On considère une bille de masse m complètement immergée dans un fluide :
Le système étudié : {La bille}
Bilan des forces, la bille est soumis à :
Le poids $\vec{P} = mg\vec{k}$,
La poussée d'Archimède $\vec{F}_A = - \rho_f . V. g. \vec{k}$,
La force de frottement fluide $\vec{f} = - K. v_G^n \vec{k}$.
Dans le référentiel terrestre supposée galiléen on associe le repère (O, z), En appliquent la deuxième loi de

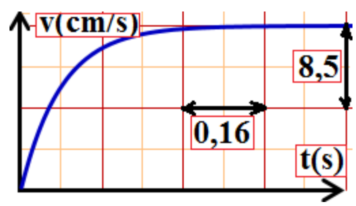




D'après l'équation différentielle $a_1 = A - B. v_1^n$ donc on peut calculer v_2 par $v_2 = a_1 \Delta t + v_1$, …..
Alors on peut compléter le tableau suivant :

La date $t_i(s)$	La vitesse instantanée $v_i(m.s^{-1})$	L'accélération instantanée $a_i(m.s^{-2})$
$t_0 = 0$	v_0	a_0
$t_1 = t_0 + \Delta t$	$v_1 = a_0 \Delta t + v_0$	$a_1 = A - B. v_1^n$
$t_2 = t_1 + \Delta t$	$v_2 = a_1 \Delta t + v_1$	$a_2 = A - B. v_2^n$
$t_3 = t_2 + \Delta t$	$v_3 = a_2 \Delta t + v_2$	$a_3 = A - B. v_3^n$
…	…	…
$t_l \geq 5\tau$	v_l	0

Application 1 : L'étude verticale d'une bille, de masse m=35g et de rayon r=2cm, dans un fluide de masse volumique $\rho_f = 0,91 g.cm^{-3}$, a permet de tracer la courbe suivante :



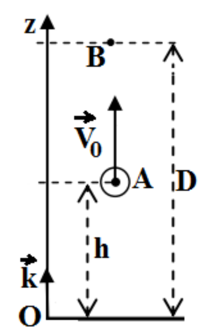
On modélise la force de frottement du fluide sur la bille par $\vec{f} = - K. \vec{v}$:

1- Faire le bilan des forces appliquées sur la bille au cours de la chute, puis donner ses expressions, puis ses intensités,
2- Représenter le schéma en précisant un repère convenable pour cette étude,
3- Vérifier que l'équation différentielle du mouvement s'écrit sous la forme : $\frac{dv}{dt} = A - B. v$,
4- Trouver la valeur de vitesse limite, puis préciser la valeur de de A et celle de B,
5- Trouver la valeur de l'accélération au régime permanant, le temps caractéristique du mouvement puis la valeur de l'accélération initiale,
6- Utiliser $\Delta t = 0,08 s$, comme le pas de calcul de la méthode d'Euler pour compléter le tableau suivant :

La date $t_i(s)$	La vitesse instantanée $v_i(m.s^{-1})$	L'accélération instantanée $a_i(m.s^{-2})$
$t_0 = 0$	$v_0 = ...$	$a_0 = ...$
…	…	…

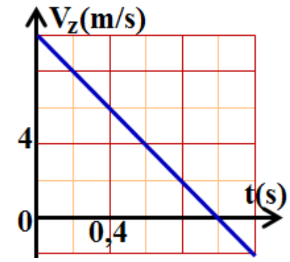
Application 2 : L'étude des mouvements des solides dans le champ de pesanteur uniforme permet de déterminer les grandeurs caractéristiques de ces mouvements.
L'objectif de cette partie de l'exercice est d'étudier le mouvement d'une balle dans le champ de pesanteur uniforme.

On lance verticalement vers le haut avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$, à un instant choisi comme origine des dates (t=0s) , une balle de masse m d'un point A situé à une hauteur h=1,2 m du ol.



On étudie le mouvement du centre d'inertie G de la balle dans un référentiel terrestre considéré galiléen. Et on trace la courbe ci-dessous.

On considère que les forces de frottement et la poussée d'Archimède sont négligeables.



1- Définir la chute libre,

2- Etablir l'équation différentielle vérifiée par V_z,

3- Monter que l'équation horaire du mouvement de G s'écrit : $z = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 t + h$,

4- Etablir l'expression numérique de la vitesse $V_z(t)$ à partir de la courbe,

5- Le centre d'inertie G passe, au cours de la montée, par le point B situé à une hauteur D du sol, avec une vitesse $V_B = 3m.s^{-1}$. Calculer la valeur de D,

6- On lance de nouveau, à un instant choisi comme nouvelle origine des dates (t=0s), verticalement vers le haut, la balle du même point A avec une vitesse initiale $V_0 = 8m.s^{-1}$. Le centre d'inertie G de la balle atteint-il le point B ? Justifier votre réponse.