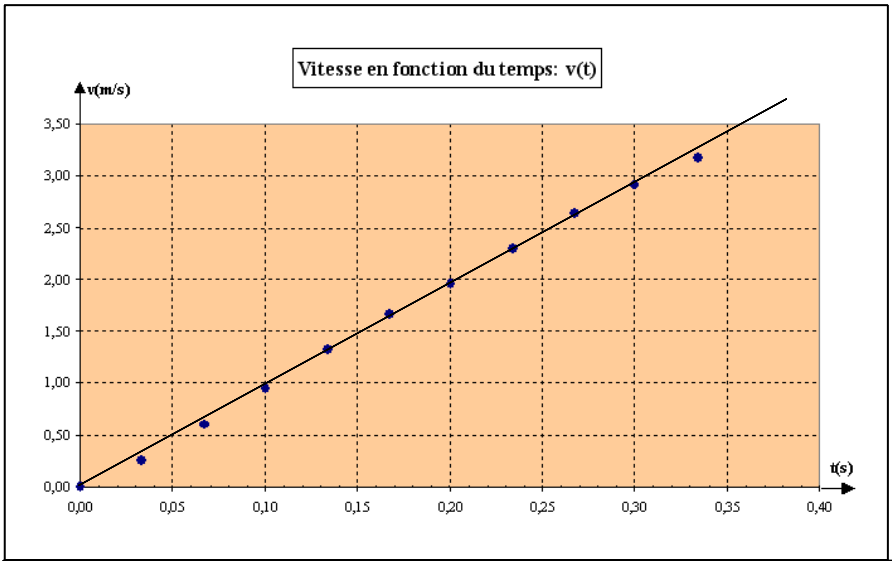
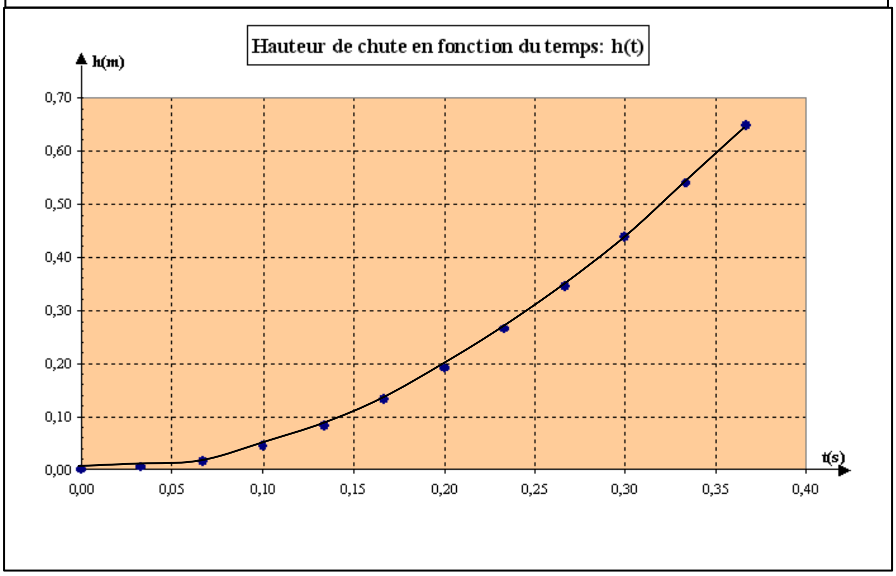
TP Phys n°5

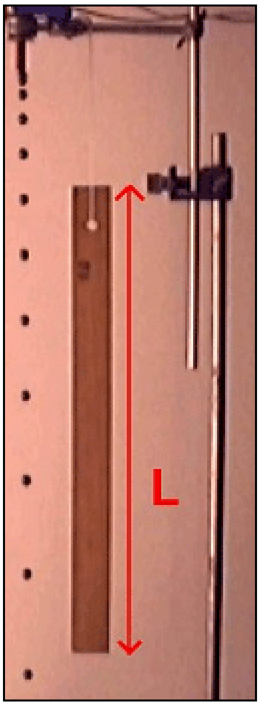
Chute verticale d'un solide Correction

I. CHUTE VERTICALE D'UNE BILLE D'ACIER DANS L'AIR

1) Exploitation d'un document vidéo







a) La chronophotographie montre que la trajectoire est une droite et que pendant des durées égales les distances parcourues augmentent : le mouvement de la bille est donc rectiligne et accéléré.

b) Pendant des durées égales les distances parcourues augmentent donc la vitesse de la bille augmente au cours du temps.

2) Etude des courbes expérimentales

a) Voir graphes ci-dessus.

b) Vitesse $\mathbf{v_n}$ du point $\mathbf{M_n}$: $\boxed{v_n = \dfrac{y_{n+1} - y_{n-1}}{t_{n+1} - t_{n-1}}}$

L'application numérique pour $\mathbf{v_2}$ donne: $v_2 = \dfrac{0,0173 - 0,0}{0,067 - 0,0} = 0,26\ m.s^{-1}$

C'est bien la valeur affichée dans la colonne vitesse pour v_2.

c) Le graphe **h(t)** n'est pas une droite qui passe par l'origine, donc la hauteur de chute n'est pas proportionnelle à la durée de chute.

d) Le graphe **v(t)** est une droite qui passe par l'origine : la vitesse de la bille est proportionnelle à la durée de chute donc de la forme : v(t) = p × t où p est la pente de la droite :

Entre le premier et l'avant dernier point du tableau, la pente du graphe est: $p = \dfrac{2,91-0,0}{0,300-0,0} = 9,70\ m.s^{-2}$

Avec l'outil "pente" d'Excel on obtient: **pente = 9,76 m.s^{-2}**

Finalement : $\boxed{\mathbf{v = 9,76 \times t}}$

e) Ecart relatif entre la pente et la valeur **g = 9,81 m.s^{-2}** : moins de 1 %.

On en déduit donc que p = g et par suite: $\boxed{v(t) = g \times t}$

f) La pente du graphe **v(t)** s'exprime en m.s^{-2} : il s'agit de l'accélération de la bille durant la chute.

La valeur a de l'accélération de la bille est donc constante et vaut: **a = g**.

g) Vecteur $\vec{g}$: direction verticale, sens vers le bas, valeur : 9,81 m.s^{-2}

Vecteur $\vec{a}$: direction verticale, sens vers le bas, valeur : 9,76 m.s^{-2}

On a donc : $\boxed{\vec{a} = \vec{g}}$

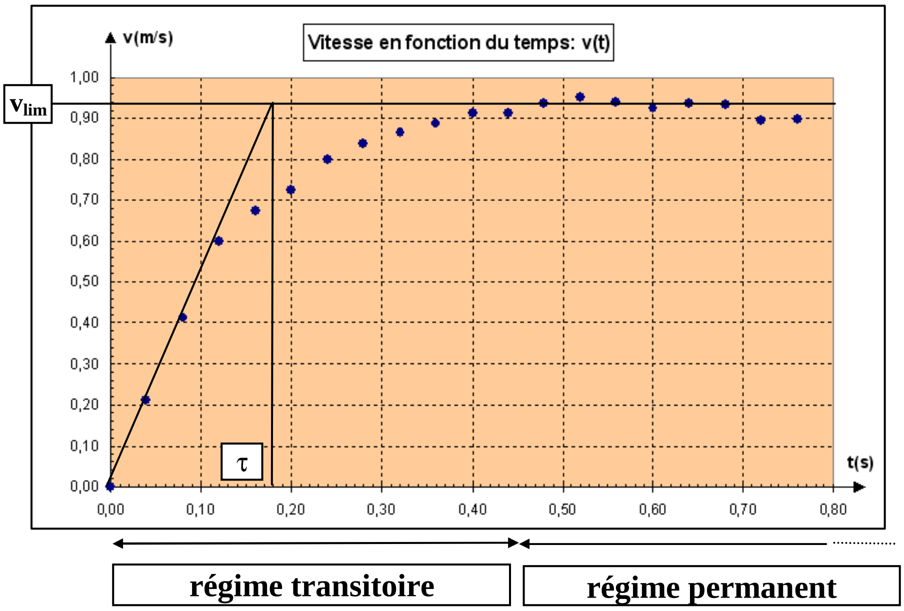
h) <u>Étude théorique</u>: un objet est en chute libre s'il n'est soumis qu'à son poids $\vec{P} = m.\vec{g}$. On applique la deuxième loi de Newton au système bille dans le référentiel terrestre galiléen:

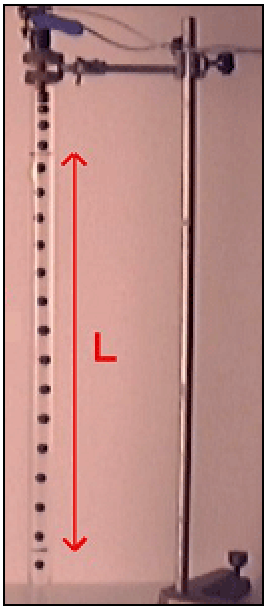
$$\vec{P} = m.\vec{a} \quad \Leftrightarrow \quad m.\vec{g} = m.\vec{a} \quad \Leftrightarrow \quad \vec{a} = \vec{g}$$

L'étude expérimentale a montré que: $\vec{a} = \vec{g}$, il s'agit donc d'une **chute libre**.

II. CHUTE VERTICALE D'UNE BILLE D'ACIER DANS DU GLYCEROL DILUE

1) Exploitation d'un document vidéo





2) Etude du graphe v(t) – Vitesse limite

a) Délimitation dans le temps des deux régimes sur le graphe **v(t).**

La valeur de la vitesse limite, notée v_{lim} est: $\mathbf{v_{lim} = 0,92\ m.s^{-1}}$.

b) Valeur du temps caractéristique: **τ = 0,18 s.**

<u>Étude du régime transitoire:</u>

c) La valeur de la pente de la tangente au graphe **v(t)** diminue au cours du temps**,** donc la valeur de l'accélération **a(t)** de la bille diminue au cours du temps.

d) La bille est soumise a son poids $\vec{P} = m.\vec{g}$ et une force $\vec{F}$ de sens opposé au vecteur vitesse $\vec{v}$ de la bille.
Deuxième loi de Newton: $\vec{P} + \vec{f} = m.\vec{a}$
En projection selon un axe vertical (Oy) orienté vers le bas: $P - F = m.a_y$
Dans la suite on note $a(t) = a_y(t)$
On a alors: $F = P - m.a(t) = m.g - m.a = m.(g - a)$.
Au cours du temps a(t) diminue donc F augmente. La valeur de la force de frottement augmente au cours du mouvement, dans le régime transitoire.

<u>Étude du régime permanent</u>:

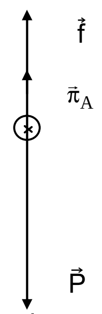
e) Dans le régime permanent $v(t) = v_{lim}$ =Cte, donc le mouvement de la bille est rectiligne et uniforme.

f) La valeur de l'accélération est donc nulle. L'expression de la force F est alors: $F = P = m.g$.

<u>Prolongement:</u>

• La force $\vec{F}$ comprend la force de frottement $\vec{f}$ et la poussée d'Archimède notée $\vec{\pi}_A$ du fluide sur la bille:

$$\vec{F} = \vec{f} + \vec{\pi}_A$$



i) norme de $\vec{\pi}_A$: $\pi_A = \rho.V.g = 1{,}07.10^3 \times (4/3) \times \pi \times (0{,}59.10^{-2})^3 \times 9{,}8 =$ **$9{,}0.10^{-3}$ N**

j) Valeur de la force de frottement $\vec{f}$ en régime permanent: $\vec{F} + \vec{P} = \vec{0}$
En projection selon un axe vertical (Oy) orienté vers le bas: $- f - \pi_A + m.g = 0$
Donc: $f = m.g - \pi_A$
f $= 6{,}9.10^{-3} \times 9{,}8 - 9{,}0.10^{-3} =$ **$5{,}9.10^{-2}$ N**.

k) Calculons le rapport: $f / \pi_A = 6{,}6$ donc $f = 6{,}6.\pi_A$.
En considérant qu'une force est négligeable devant une autre si le rapport de la plus grande par la plus petite est supérieur à 10 alors, en régime permanent, la valeur poussée d'Archimède $\vec{\pi}_A$ n'est pas négligeable devant la valeur de □ .

l) On considère les 3 schémas ci-dessous qui correspondent à 3 instants de la chute de la bille: instant initial, instant en régime transitoire, instant en régime permanent.

A l'instant initial, il n' y pas de force de frottement, donc le schéma 2 correspond à l'instant initial.
En régime permanent, on a: $\vec{P} + \vec{f} + \vec{\pi}_A = \vec{0}$ ce qui est le cas du schéma n°1.
Le schéma n°3 correspond à un instant du régime transitoire.

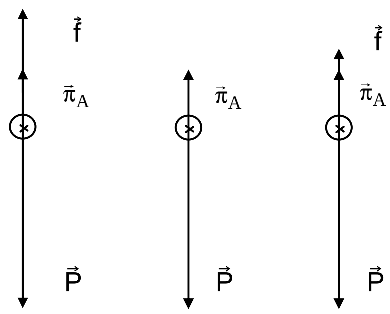


Schéma 1 Schéma 2 Schéma 3