

TP de CINÉMATIQUE - L'Ascenseur à Gouttes

Expérience de l'ENS de Lyon publiée sur le forum **Futura Sciences**

INTRODUCTION

La Cinématique est l'étude du mouvement des objets.
On va créer des objets mobiles afin de pouvoir étudier leur mouvement aisément.

A - RÉALISATION D'UN ASCENSEUR A GOUTTES

Matériel :

- 1 éprouvette graduée de 50 mL
- 2 bécher de 50 mL
- 2 pipettes Pasteur + propipette
- huile de céréales
- vinaigre blanc
- colorants alimentaires
- bicarbonate de soude NaHCO_3 (qualité pharmaceutique de préférence)
- spatule

Protocole :

A l'aide d'une spatule, tapisser le fond de l'éprouvette graduée avec le bicarbonate de sodium NaHCO_3 .

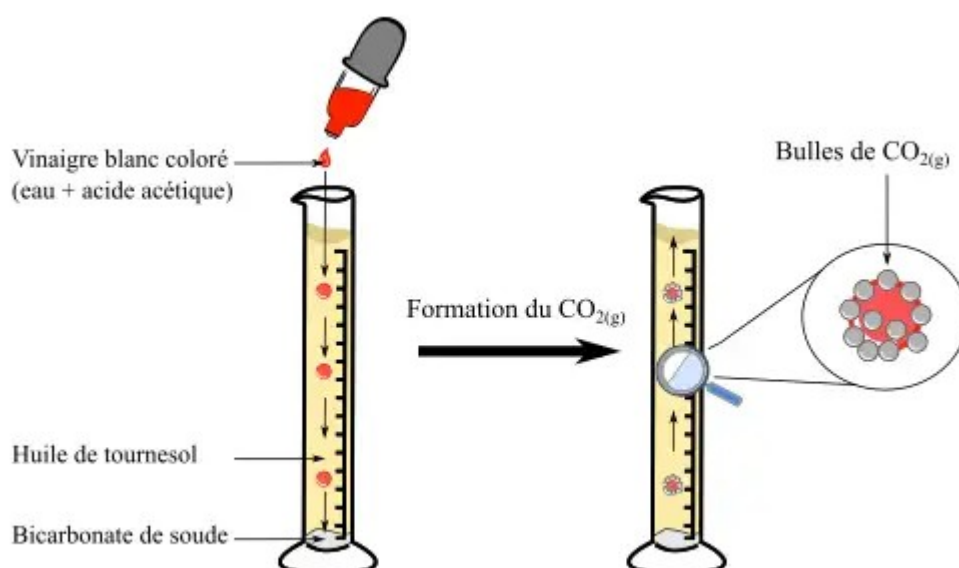
Ensuite seulement, remplir l'éprouvette avec de l'huile et faire l'ajustement au trait de jauge supérieur (le ménisque doit affleurer le trait de jauge)

Dans chacun des deux béchers, verser 10 mL de vinaigre blanc puis trois gouttes de colorant alimentaire (d'une couleur différente pour chaque bécher)

Enfin, prélever du vinaigre coloré avec une pipette Pasteur et ajouter le goutte à goutte dans l'éprouvette graduée.

Observer la descente et la remontée des gouttes de vinaigre.

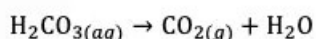
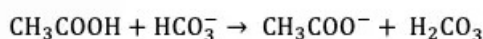
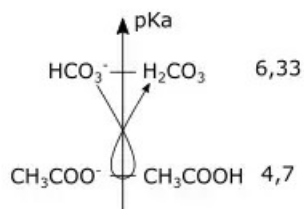
Schéma de l'expérience :



B - ANALYSE DE L'EXPÉRIENCE

<i>Observations</i>	<i>Interprétations</i>
L'huile et le vinaigre ne se mélangent pas (les gouttes restent des gouttes)	L'huile et le vinaigre sont deux liquides non miscibles
Une goutte à la surface commence par descendre	Le vinaigre est plus dense que l'huile donc le poids de la goutte l'emporte sur la poussée d'Archimède et la goutte chute .
Au fond, des bulles de gaz se forment autour de la goutte	Une réaction chimique qui produit du gaz a lieu entre le vinaigre et le bicarbonate de soude. Il s'agit d'une réaction acido-basique entre l'acide acétique et le bicarbonate de soude qui produit du CO ₂
Ensuite la goutte remonte	La goutte est portée par les bulles de gaz moins denses que l'huile et qui jouent le rôle de flotteurs
À l'arrivée à la surface le cycle reprend	A la surface, le gaz est libéré dans l'atmosphère et la goutte recommence à chuter.

Optionnel : écrire la réaction acido-basique entre l'acide acétique et le bicarbonate de soude



Optionnel : réaliser le schéma des forces qui s'exercent sur la goutte durant la chute et durant l'ascension

C - CHRONOPHOTOGRAPHIE DE LA CHUTE D'UNE GOUTTE

La chronophotographie consiste à prendre des images à intervalle de temps constant. Cela permet de décomposer les phases du mouvement (accélération, décélération, mouvement uniforme)

PROTOCOLE

A l'aide d'un smartphone, filmer la chute d'une goutte de votre choix.

Choisir un intervalle de temps constant (0,5s ou 1s) et pour chaque image, noter l'instant de la prise de vue dans le tableau des mesures. Noter également la position de la goutte (en graduations Gr).

Si la goutte est large, on pourra prendre la position du centre de la goutte qui est aussi son centre de masse.

TABLEAUX DE DONNÉES

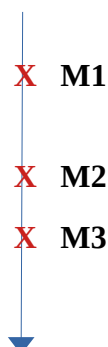
Tableau des Mesures		Exploitation des Résultats		
Instant (h/min/s)	Position (Gr)	Distance parcourue d (en Gr)	Durée t (en s)	Vitesse V (en Gr/s)

EXPLOITATION DES RÉSULTATS

1) TRAJECTOGRAPHIE

A partir du tableau des mesures par chronophotographie, on peut représenter la trajectoire. Un point de trajectoire correspond à la position de la goutte à un instant donné.

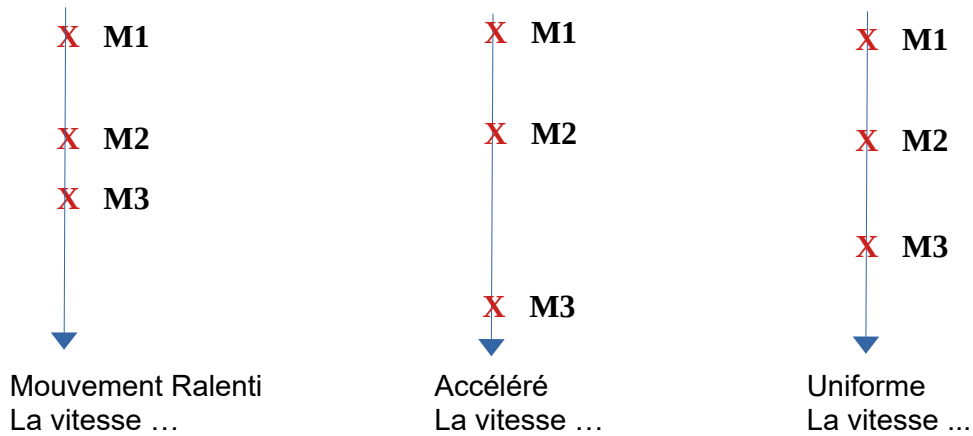
Sur un axe vertical de même dimension que l'éprouvette graduée, disposer les points de trajectoires (exemple ci-dessous).



2) PHASES DU MOUVEMENT

A partir des points de trajectoire (au moins 3), on peut identifier les différentes phases du mouvement.

Trois phases sont possibles :



Sur votre trajectoire, identifier les différentes phases du mouvement de la goutte.

3) RELATION DE LA VITESSE

La vitesse est une grandeur que l'on ne sait pas mesurer directement : on mesure la distance parcourue et le temps mis pour la parcourir.

On en déduit la vitesse V par la relation :

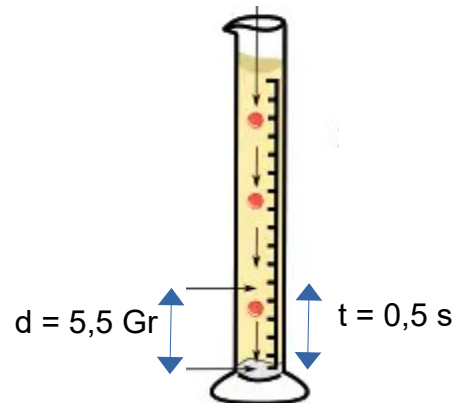
$$V = \frac{d}{t}$$

d est la distance parcourue entre deux instants
 t est la durée mise pour la parcourir

Unité de la Vitesse :

L'unité de la vitesse est donnée par l'unité de distance et l'unité de temps.

Dans l'exemple ci-contre : $V = \frac{d}{t} = \frac{5,5 \text{ Gr}}{0,5 \text{ s}} = 11 \text{ Gr/s}$



Dans le tableau d'exploitation des résultats :

- Compléter la colonne durée t
- Compléter la colonne distance d parcourue entre deux instants
- Calculer la vitesse de la goutte

Observer que la valeur de la vitesse suit les différentes phases du mouvement et compléter à l'aide des mots-clés « diminue », « reste constante », « augmente ».

Optionnel : l'unité « graduation » n'est pas une unité métrique. En définissant une échelle, convertir la distance parcourue en mm et la vitesse en mm/s

D - CONCLUSIONS

- 1) L'étude du mouvement des objets – la Cinématique - s'effectue expérimentalement à l'aide de la technique de **chronophotographie**, c'est à dire **une prise de vue à intervalle de temps constant**.
- 2) On peut alors construire la trajectoire en marquant **les points de trajectoire** et identifier les différentes phases du mouvement : **ralenti, accéléré ou uniforme**.
- 3) On peut enfin calculer la vitesse entre deux points de trajectoire grâce à la **relation de la vitesse**. L'unité de la vitesse est toujours donnée par l'unité de distance et l'unité de temps.
- 4) Les valeurs de vitesse doivent être cohérentes avec les différentes phases du mouvement.

APPLICATION : CHRONOPHOTOGRAPHIE DE LA REMONTÉE D'UNE GOUTTE

Réaliser une chronophotographie de la remontée d'une goutte de votre choix et remplir le tableau des mesures.

Tableau des Mesures		Exploitation des Résultats		
Instant (h/min/s)	Position (Gr)	Distance parcourue d (en Gr)	Durée t (en s)	Vitesse V (en Gr/s)

FIN DE SÉANCE

TRAVAIL A LA MAISON :

A partir des mesures, réaliser chez vous :

- 1) la trajectoire de la goutte qui remonte
- 2) Identifier les différentes phases du mouvement d'ascension
- 3) Compléter le tableau d'exploitation des résultats.
Vérifier que les valeurs de vitesse sont cohérentes avec les phases du mouvement.