

LP n°18 : Chute verticale avec ou sans frottements

Prérequis :

- Poids
- Lois de Newton

Bibliographie :

- Galiléo
- Dictionnaire des amoureux de la science

Introduction : Évolution des modèles et concepts sur la chute des corps d'Aristote à Newton. (*Dictionnaires amoureux de la science*, entrée chute des graves)

I Cas de la chute libre

1 Définition

Définition de la chute libre et du poids, remarques sur l'évolution de \vec{g} en norme et en direction.

2 Mise en équation

Précision des hypothèses, du système etc..

† Il faut montrer l'influence des conditions initiales (chute libre verticale avec vitesse initiale vers le haut par exemple)

† On doit indiquer que la masse inertielle et la masse gravitationnelle coïncident mais très rapidement (Un truc du genre "Oh, on a deux types de masse, bah c'est les mêmes")

3 Expérience

Chute libre d'une bille, tracé de z en fonction de t^2 , détermination de $\|\vec{g}\|$

† Une des sources d'erreur peut être l'inclinaison du banc de mesure

○ Utilisation d'une bille en liège pour montrer que la chute n'est plus indépendante du système.

Chute d'une goutte d'eau qui n'est pas réaliste (Exercice dans le *Galiléo*)

Amélioration de notre modèle à l'aide d'une nouvelle force, la poussée d'Archimède, on va voir si ça permet d'expliquer ce que l'on a vu précédemment.

II La poussée d'Archimède

1 Mise en évidence

Expérience avec la balance, un contrepoids et des poulies, on a tracé une droite $m_{\text{balance}} = f(h)$, on en déduit que la poussée d'Archimède est proportionnel au volume immergé, de plus on remarque que le cylindre soit plein ou vide, du moment que le même volume est immergé, le poids indiqué est le même.

† Il faut au départ stabiliser la masse pour que la balance puisse effectuer sa tare.

2 Propriétés

Énoncé de la loi d'Archimède, il faut préférer "le volume d'eau dont il a pris la place" plutôt que "le volume d'eau déplacé", apparemment, ça peut mener à des questions taquine.

3 Ordre de grandeur

On donne les ordres de grandeur pour l'eau, le métal et l'air.

○ Les ordres de grandeur permettent de voir que la poussée d'Archimède est négligeable pour la goutte d'eau, il faut donc prendre en compte de nouvelles forces dans notre modèle : les forces de frottement fluide.

III Les forces de frottement fluide

1 Propriétés

Commenter le signe de la force, donner des ordres d'idées pour savoir si on suit la loi de Stokes ou une loi en v^2

2 Mise en équation

Préciser l'hypothèse sur la puissance de v , elle sera vérifiée grâce à la résolution numérique. On peut faire une analogie avec l'électricité (en supposant le dipôle RC déjà vu) en précisant qu'ici la vitesse est continue (analogie de la tension). On peut faire l'analyse dimensionnelle de la constante de temps.

† Il ne faut pas oublier de prendre en compte la poussée d'Archimède ici !!

† On peut préciser qu'avec une force en v^2 , l'équation n'est plus linéaire.

3 Expérience

Mise en évidence de la vitesse limite et de la constante de temps, on fait le lien entre l'équation du mouvement et notre équation. Il faut confronter valeur théoriques et obtenues.

4 Résolution numérique

La méthode d'Euler est bien expliquée dans le *Galiléo* On peut préciser que le calcul est itératif. A l'ordinateur, on peut tracer trois résolutions numériques, une avec $\frac{\Delta t}{\tau} = \frac{1}{100}$ une avec $\frac{\Delta t}{\tau} = 1$ et une avec $\frac{\Delta t}{\tau} = 10$.

Pour finir, on applique la méthode d'Euler avec une force en v^2 et on montre que notre hypothèse était correcte.

○ Application à un parachutiste, une voiture, une balle de golf etc.

Conclusion : On a pu développer notre modèle et arriver à expliquer correctement la chute d'un corps à l'aide d'un modèle physique que nous avons construit tout au long du cours. C'est une démarche scientifique qui nous a permis de rencontrer de nouvelles forces etc.. Ouverture sur les mouvements plans et les satellites.

† Il y a des choses intéressantes dans le Perez sur l'identification masse inertielle, masse gravitationnelle ainsi que sur l'angle de déviation de \vec{g} par rapport à la normale apparente.

J'ai axé ma leçon sur la construction d'un modèle physique qui suit une démarche scientifique, d'où le fait de faire semblant d'expliquer la chute de la goutte d'eau avec la poussée d'Archimède alors qu'il faut prendre en compte les forces de frottement fluide. Ça permet d'introduire naturellement Archimède sans aller super loin avec juste des ordres de grandeur et de se rendre compte qu'il faut prendre en compte cette poussée pour la chute de la bille dans le glycérol!!

Il faut faire attention à bien utiliser fluide et pas liquide pour la poussée d'Archimède, on peut insister sur la dépendance des forces de frottement en fonction de certains paramètres (géométrie, température, surface, viscosité).

Pour nous, la confrontation modèle expérience avec la bille dans le glycérol était merdique, on a triché pour que ça colle.