

Mouvements de Chutes verticales

Chapitre 13

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

27 février 2017

Sommaire

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

1 Introduction

2 Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

3 Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Sommaire

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- 1 Introduction
- 2 Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?
- 3 Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Sommaire

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- 1 Introduction
- 2 Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?
- 3 Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Introduction

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?



La vitesse d'un parachutiste juste avant de déclencher le parachute peut atteindre une vitesse de 300km/h .

* S'agit-il d'une chute libre en sens physique ? Comment décrire le mouvement du centre d'inertie du système (parachutiste,équipement) par application de la seconde loi de Newton ?

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Lors de la mission Appolo 15, Dave Scott a montré que sur la lune , marteau et une plume, lâchés simultanément, avait les mêmes mouvements de chute : ils arrivaient en même temps sur le sol lunaire (voir doc 1) . Il en est de même sur Terre si la chute se fait dans le vide . Comment interpréter ce phénomène ?



Sur la lune le marteau et la plume ont la même chute

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

1. Étude expérimentale : étudions le mouvement de chute d'une bille

Étudions le mouvement de chute d'une bille

On film la chute d'une bille lâchée sans vitesse initiale, devant une règle graduée .

On traite l'image avec un logiciel convenable , On détermine les différents positions z et les vitesses instantanée v pour chacune des positions du centre d'inertie de la bille (l'axe Oz est orienté vers le bas , O coïncidant avec la position de départ de la bille) .

On obtient la représentation des courbes : $z(t), z(t^2)$ et $v(t)$.

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?



I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

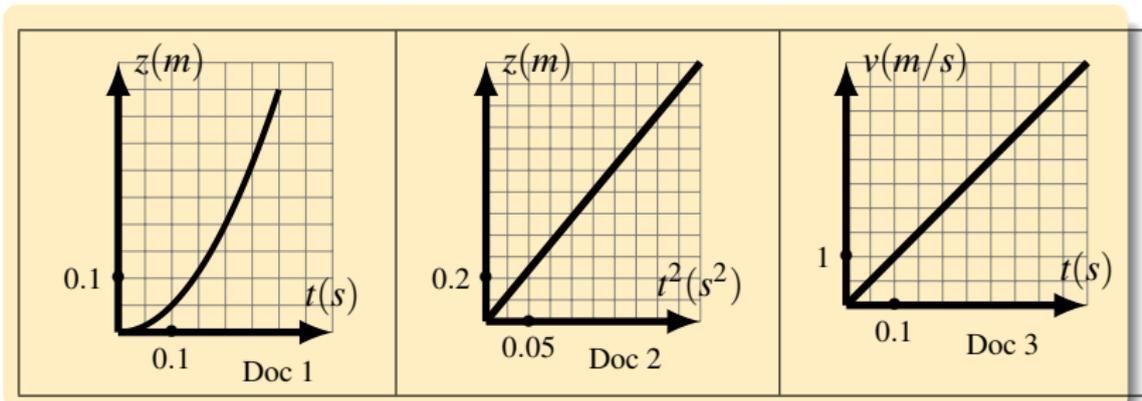
Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?



I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment
caractériser le
mouvement d'un
solide en chute
libre ?

Comment
caractériser le
mouvement d'un
solide en chute
dans un fluide ?

Exploitation :

1. À partir de la courbe $v(t)$, calculer l'accélération $a(t)$ de la bille .
2. Commenter les graphiques obtenus.
3. Comparer la valeur de l'accélération à celle de l'intensité de pesanteur .

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Observation :

On constate que :

- ☞ La trajectoire est verticale ;
- ☞ $z(t^2)$ et $v(t)$ sont des fonctions linéaires du temps ;
- ☞ l'accélération a , est égale au coefficient directeur de la droite représentant $v(t)$.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 10m/s^2$$

on constate que $a = g$ l'intensité de pesanteur.

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

remarque

Si on recommence la même expérience avec une bille de masse différente on obtient les mêmes courbes ; donc **la masse n'intervient pas** .

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

2. Le champ de pesanteur

Force de pesanteur :

Tout objet situé au voisinage de la terre , soumis à son poids \vec{P} . appelé force de pesanteur qu'on peut l'identifier à la force de gravitation .

Les caractéristiques de cette force :

- * point d'application : G le centre de gravité de l'objet
- * sens vers le centre de la Terre ;
- * direction verticale ;
- * intensité : $P = m.g$

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Champ de pesanteur :

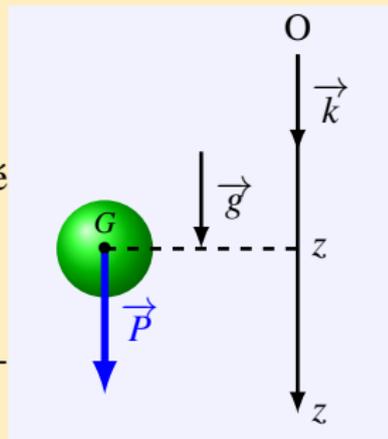
Posons : $\vec{g} = \frac{\vec{P}}{m}$ soit $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$

\vec{g} : **vecteur champ de pesanteur** .

Les caractéristiques du vecteur \vec{g} :

- * point d'application : G le centre de gravité de l'objet
- * sens vers le centre de la Terre ;
- * direction verticale ;
- * intensité g de la pesanteur au lieu considérée .

Son unité dans le SI kg/N ou m/s^2



I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Remarque :

La valeur de g varie avec le lieu :

- * Elle diminue avec l'altitude : g diminue de 0,3% quand on s'élève de la surface de la Terre de 10km
- * Elle varie avec la latitude : la direction de \vec{g} varie de 1° entre deux point de la surface de la Terre distant de 100km

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

3. Modélisation du mouvement

a. Équation différentielle du mouvement .

Système étudié : la bille.

Référentiel d'étude : le référentiel terrestre supposé galiléen.

Inventaire des forces agissantes sur la bille : \vec{P} et l'action de l'air .

On suppose que l'action de l'air est négligeable devant le poids, car la bille est dense et de forme aérodynamique . Donc on considère que la bille est **en chute libre** .

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

On applique la deuxième loi de Newton :

$$\vec{P} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{g} = \vec{a}$$

On projette l'équation différentielle sur l'axe Oz : $a_z = g$

$$\boxed{\frac{dv_z}{dt} = g}$$

représente l'équation différentielle du mouvement

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Un solide est en chute libre lorsqu'il n'est soumis qu'à son poids .
L'accélération \vec{a}_G de son centre d'inertie est alors égale au vecteur champ de pesanteur :

$$\vec{a}_G = \vec{g} \quad (1)$$

L'accélération est indépendante de la masse .

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment
caractériser le
mouvement d'un
solide en chute
libre ?

Comment
caractériser le
mouvement d'un
solide en chute
dans un fluide ?

b. Équation horaire du mouvement

La bille est lâcher d'un point O ($z=0$) à l'instant $t=0$, sans vitesse initiale

. On cherche la primitive, on aura : $v_z = g.t + C$

On détermine la constante C par les conditions initiales :

à $t=0$ on a $v_z(t=0) = 0$ donc $C = 0$

$$v_z = g.t$$

(2)

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

On cherche la deuxième primitive : $\frac{dz}{dt} = g.t$, c'est à dire que

$$z = \frac{1}{2}gt^2 + C'$$

On détermine la constante C' par les conditions initiales :
à t=0 on a z=0 , donc C'=0 . D'où l'équation horaire du mouvement :

$$z(t) = \frac{1}{2}g.t^2 \quad (3)$$

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment
caractériser le
mouvement d'un
solide en chute
libre ?

Comment
caractériser le
mouvement d'un
solide en chute
dans un fluide ?

Exercice d'application 1 :

Une balle est lancée vers le haut avec une vitesse de 6m/s . une seconde plus tard, une deuxième balle est lancée du même point, à la même vitesse .

Où et quand les deux balles se rencontreront - elles ? ($g = 10\text{m/s}^2$)

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Réponse :

Choisissant l'origine d'espace et de temps la position de départ de la balle du point O . Avec une vitesse initiale $v_0 = 6\text{m/s}$ et l'axe Oz orienté vers le haut ; donc l'équation horaire du mouvement de la première balle s'écrit :

$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0t + z_0$$

D'après les conditions initiales : $v_0 = 6\text{m/s}$, $z_0 = 0$ et $g = 10\text{m/s}^2$

$$z(t) = -5t^2 + 6t$$

I. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Pour la deuxième balle reproduit le même mouvement mais avec un retard de 1 seconde et avec les mêmes conditions initiales i.e que :

$$z_2(t) = z_1(t - 1)$$

$$z_2(t) = -5(t - 1)^2 + 6(t - 1) = -5t^2 + 15t - 11$$

Lors de la rencontre les deux balle ont la même abscisse , donc :

$$z_1 = z_2 \Rightarrow t = 1, 1s$$

et

$$z_1 = z_2 = 0,55m$$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

**Que se passe-t-il lors de chute d'un solide dans un fluide si l'action exercée par ce dernier n'est pas négligeable ?
Pour cela on étudie la chute d'une bille dans un liquide .**

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment
caractériser le
mouvement d'un
solide en chute
libre ?

Comment
caractériser le
mouvement d'un
solide en chute
dans un fluide ?

1. Étude expérimentale : Modélisation de la chute d'une bille dans un liquide

But de l'expérience : modélisation de la chute d'une bille dans un liquide par la méthode d'Euler

Matériel expérimental : Éprouvette graduée de 1L - solution diluée de glycérol de masse volumique $\rho_f = 1,07g/ml$ - une bille d'acier de masse $m_b = 6,88g$ et de rayon $r = 5,9mm$. On enregistre le mouvement de la bille dans le liquide à l'aide d'une caméra numérique et on le conserve dans un document de type (avi) .

On utilise un logiciel Avimeca pour faire le pointage des positions de G centre d'inertie de la bille au cours du mouvement , en choisissant l'axe vertical orienté vers le bas et on obtient les couples (y,t) et on le traite par un tableur grapheur (Regressi)

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

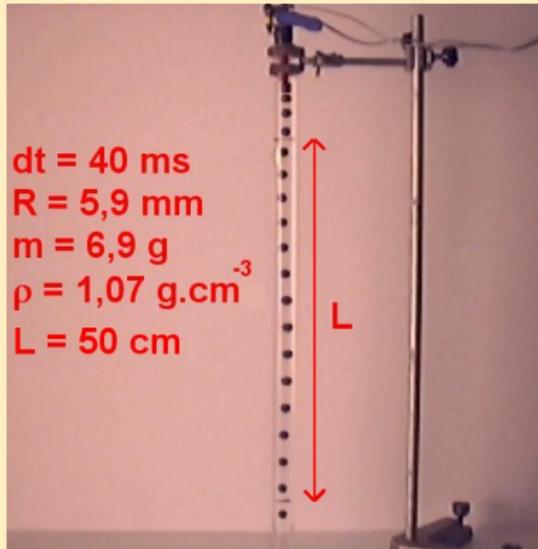
Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?



II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

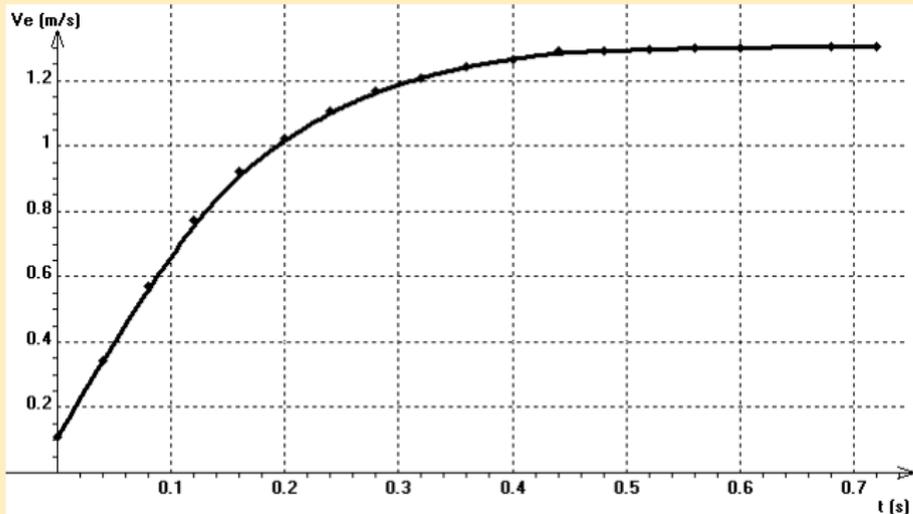
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

On définit la coordonnée du vecteur vitesse \vec{v}_G par $v = \frac{dv_G}{dt}$. Le logiciel réalise les calculs et représente le graphe de l'évolution de v_G en fonction de t . On obtient l'enregistrement suivant :



II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Exploitation :

A. Exploitation de la courbe $v_e = f(t)$

- 1. Le graphe présente deux régimes , préciser pour chaque régime l'intervalle de temps correspondant et la nature du mouvement du centre d'inertie G de la bille .
 - Régime initial : la fonction $v_e(t)$ dans l'intervalle $[0, 0,44s]$ croit en fonction du temps*
 - Régime permanent : la fonction $v_e(t)$ se stabilise et reste constante $v_e = v_l$*
- 2. La coordonnée $a = \frac{dv_e}{dt}$ du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz à la date t est égale au coefficient directeur de la bille .
- La valeur de a augment-elle ou diminue-t-elle au cours du mouvement ? Justifier la réponse .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Exploitation :

A. Exploitation de la courbe $v_e = f(t)$

- 1. Le graphe présente deux régimes , préciser pour chaque régime l'intervalle de temps correspondant et la nature du mouvement du centre d'inertie G de la bille .
 - *Régime initial : la fonction $v_e(t)$ dans l'intervalle $[0, 0,44s]$ croit en fonction du temps*
 - *Régime permanent : la fonction $v_e(t)$ se stabilise et reste constante $v_e = v_l$*
- 2. La coordonnée $a = \frac{dv_e}{dt}$ du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz à la date t est égale au coefficient directeur de la bille .
- La valeur de a augment-elle ou diminue-t-elle au cours du mouvement ? Justifier la réponse .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Exploitation :

A. Exploitation de la courbe $v_e = f(t)$

- 1. Le graphe présente deux régimes , préciser pour chaque régime l'intervalle de temps correspondant et la nature du mouvement du centre d'inertie G de la bille .
 - **Régime initial** : la fonction $v_e(t)$ dans l'intervalle $[0, 0,44s]$ croit en fonction du temps
 - **Régime permanent** : la fonction $v_e(t)$ se stabilise et reste constante $v_e = v_l$
- 2. La coordonnée $a = \frac{dv_e}{dt}$ du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz à la date t est égale au coefficient directeur de la bille .
- La valeur de a augment-elle ou diminue-t-elle au cours du mouvement ? Justifier la réponse .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Exploitation :

A. Exploitation de la courbe $v_e = f(t)$

- 1. Le graphe présente deux régimes , préciser pour chaque régime l'intervalle de temps correspondant et la nature du mouvement du centre d'inertie G de la bille .
 - **Régime initial** : la fonction $v_e(t)$ dans l'intervalle $[0, 0,44s]$ croit en fonction du temps
 - **Régime permanent** : la fonction $v_e(t)$ se stabilise et reste constante $v_e = v_l$
- 2. La coordonnée $a = \frac{dv_e}{dt}$ du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz à la date t est égale au coefficient directeur de la bille .
 - La valeur de a augmente-elle ou diminue-t-elle au cours du mouvement ? Justifier la réponse .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Exploitation :

A. Exploitation de la courbe $v_e = f(t)$

- 1. Le graphe présente deux régimes , préciser pour chaque régime l'intervalle de temps correspondant et la nature du mouvement du centre d'inertie G de la bille .
 - **Régime initial** : la fonction $v_e(t)$ dans l'intervalle $[0, 0,44s]$ croit en fonction du temps
 - **Régime permanent** : la fonction $v_e(t)$ se stabilise et reste constante $v_e = v_l$
- 2. La coordonnée $a = \frac{dv_e}{dt}$ du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz à la date t est égale au coefficient directeur de la bille .
- La valeur de a augment-elle ou diminue-t-elle au cours du mouvement ? Justifier la réponse .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- *Régime initial : Le coefficient directeur à l'instant $t=0$ a_0 plus grand que $a(t = 0,44s) = 0$ car la vitesse est constante donc la valeur d'accélération diminue au cours de temps .*
Régime permanent : $a = 0$ donc le mouvement de la bille est vertical uniforme .
- 3. Tracer l'asymptote à la courbe .
Le point d'intersection de cette asymptote et l'axe des ordonnées définit la vitesse limite v_l . Déterminer graphiquement la valeur de v_l
- *La valeur de v_l est égale $1,23m/s$*

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- *Régime initial : Le coefficient directeur à l'instant $t=0$ a_0 plus grand que $a(t = 0,44s) = 0$ car la vitesse est constante donc la valeur d'accélération diminue au cours de temps .*
Régime permanent : $a = 0$ donc le mouvement de la bille est vertical uniforme .
- 3. Tracer l'asymptote à la courbe .
Le point d'intersection de cette asymptote et l'axe des ordonnées définit la vitesse limite v_l . Déterminer graphiquement la valeur de v_l
- *La valeur de v_l est égale $1,23m/s$*

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- *Régime initial : Le coefficient directeur à l'instant $t=0$ a_0 plus grand que $a(t = 0,44s) = 0$ car la vitesse est constante donc la valeur d'accélération diminue au cours de temps .*
Régime permanent : $a = 0$ donc le mouvement de la bille est vertical uniforme .
- 3. Tracer l'asymptote à la courbe .
Le point d'intersection de cette asymptote et l'axe des ordonnées définit la vitesse limite v_l . Déterminer graphiquement la valeur de v_l
- *La valeur de v_l est égale $1,23m/s$*

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

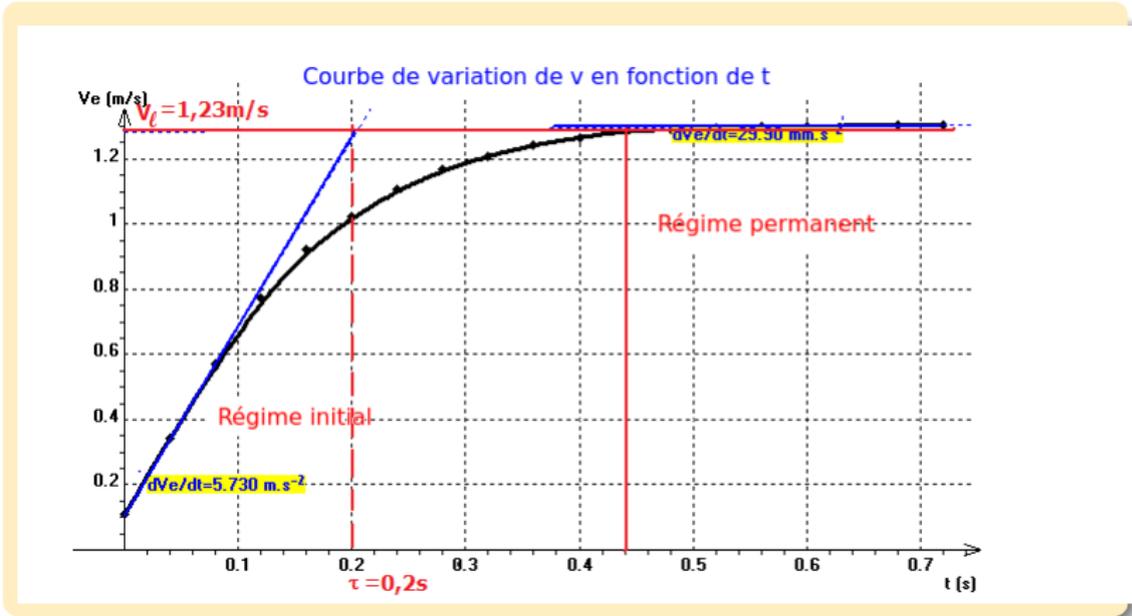
Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- *Régime initial : Le coefficient directeur à l'instant $t=0$ a_0 plus grand que $a(t = 0,44s) = 0$ car la vitesse est constante donc la valeur d'accélération diminue au cours de temps .*
Régime permanent : $a = 0$ donc le mouvement de la bille est vertical uniforme .
- 3. Tracer l'asymptote à la courbe .
Le point d'intersection de cette asymptote et l'axe des ordonnées définit la vitesse limite v_l . Déterminer graphiquement la valeur de v_l
- *La valeur de v_l est égale $1,23m/s$*

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction
Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?
Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?



II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- 4. Tracer la tangente à la courbe au point O origine du repère . Cette tangente coupe , l'asymptote en un point d'abscisse τ appelé temps caractéristique . Dédurre du graphe la valeur de τ
- *D'après le graphe on a $\tau = 0,2s$*
- 5. Quelle est la valeur de la coordonnée a_0 du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz au point O ?
- *La valeur a_0 est le coefficient directeur de la tangente à la courbe $v(t)$ à l'instant $t=0$:*

$$a_0 = \frac{\Delta v_G}{\Delta t} = \frac{v_l}{\tau} = 6,12m/s$$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- 4. Tracer la tangente à la courbe au point O origine du repère . Cette tangente coupe , l'asymptote en un point d'abscisse τ appelé temps caractéristique . Dédurre du graphe la valeur de τ
 - *D'après le graphe on a $\tau = 0,2s$*
 - 5. Quelle est la valeur de la coordonnée a_0 du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz au point O ?
 - *La valeur a_0 est le coefficient directeur de la tangente à la courbe $v(t)$ à l'instant $t=0$:*

$$a_0 = \frac{\Delta v_G}{\Delta t} = \frac{v_l}{\tau} = 6,12m/s$$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- 4. Tracer la tangente à la courbe au point O origine du repère . Cette tangente coupe , l'asymptote en un point d'abscisse τ appelé temps caractéristique . Dédurre du graphe la valeur de τ
- *D'après le graphe on a $\tau = 0,2s$*
- 5. Quelle est la valeur de la coordonnée a_0 du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz au point O ?
- *La valeur a_0 est le coefficient directeur de la tangente à la courbe $v(t)$ à l'instant $t=0$:*

$$a_0 = \frac{\Delta v_G}{\Delta t} = \frac{v_l}{\tau} = 6,12m/s$$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- 4. Tracer la tangente à la courbe au point O origine du repère . Cette tangente coupe , l'asymptote en un point d'abscisse τ appelé temps caractéristique . Dédurre du graphe la valeur de τ
- *D'après le graphe on a $\tau = 0,2s$*
- 5. Quelle est la valeur de la coordonnée a_0 du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz au point O ?
- *La valeur a_0 est le coefficient directeur de la tangente à la courbe $v(t)$ à l'instant $t=0$:*

$$a_0 = \frac{\Delta v_G}{\Delta t} = \frac{v_l}{\tau} = 6,12m/s$$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- 4. Tracer la tangente à la courbe au point O origine du repère . Cette tangente coupe , l'asymptote en un point d'abscisse τ appelé temps caractéristique . Dédurre du graphe la valeur de τ
- *D'après le graphe on a $\tau = 0,2s$*
- 5. Quelle est la valeur de la coordonnée a_0 du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz au point O ?
- *La valeur a_0 est le coefficient directeur de la tangente à la courbe $v(t)$ à l'instant $t=0$:*

$$a_0 = \frac{\Delta v_G}{\Delta t} = \frac{v_l}{\tau} = 6,12m/s$$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

B. Étude théorique :

- 1. Préciser un repère d'étude du mouvement du centre d'inertie G de la bille .
- Un référentiel lié au laboratoire que l'on considère comme Galiléen .
- 2. Bilan des force qui agissent sur la bille au cours de mouvement .
- \vec{P} Le poids de la bille : \vec{P}
 \vec{F}_A Force exercée par le liquide (glycérol) la poussée d'Archimède : \vec{F}_A
 \vec{f} la force de frottement due au liquide \vec{f}

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

B. Étude théorique :

- 1. Préciser un repère d'étude du mouvement du centre d'inertie G de la bille .
 - Un référentiel lié au laboratoire que l'on considère comme Galiléen .
- 2. Bilan des force qui agissent sur la bille au cours de mouvement .
 - \vec{P} Le poids de la bille : \vec{P}
 - \vec{F}_A Force exercée par le liquide (glycérol) la poussée d'Archimède : \vec{F}_A
 - la force de frottement due au liquide \vec{f}

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

B. Étude théorique :

- 1. Préciser un repère d'étude du mouvement du centre d'inertie G de la bille .
- Un référentiel lié au laboratoire que l'on considère comme Galiléen .
- 2. Bilan des force qui agissent sur la bille au cours de mouvement .
- \Rightarrow Le poids de la bille : \vec{P}
- \Rightarrow Force exercée par le liquide (glycérol) la poussée d'Archimède : \vec{F}_A
- \Rightarrow la force de frottement due au liquide \vec{f}

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

B. Étude théorique :

- 1. Préciser un repère d'étude du mouvement du centre d'inertie G de la bille .
- Un référentiel lié au laboratoire que l'on considère comme Galiléen .
- 2. Bilan des force qui agissent sur la bille au cours de mouvement .
 - ☞ Le poids de la bille : \vec{P}
 - ☞ Force exercée par le liquide (glycérol) la poussée d'Archimède : \vec{F}_A
 - ☞ la force de frottement due au liquide \vec{f}

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

B. Étude théorique :

- 1. Préciser un repère d'étude du mouvement du centre d'inertie G de la bille .
- Un référentiel lié au laboratoire que l'on considère comme Galiléen .
- 2. Bilan des force qui agissent sur la bille au cours de mouvement .
- ☞ Le poids de la bille : \vec{P}
- ☞ Force exercée par le liquide (glycérol) la poussée d'Archimède : \vec{F}_A
- ☞ la force de frottement due au liquide \vec{f}

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

2.La poussée d'Archimède

Tout corps immergé totalement ou partiellement dans un fluide (liquide, gaz) est soumis de la part de celui-ci à des actions mécaniques de contact réparties appelées poussée d'Archimède .

La poussée d'Archimède est modélisée par une force verticale, dirigée vers le haut . de valeur égale au poids du fluide déplacé :

$$F_A = m_0 \cdot g = \rho_0 \cdot V \cdot g$$

avec F_A en newton (N) , m_0 la masse de fluide déplacé en kg , g l'intensité de pesanteur en m/s^2 , ρ_0 la masse volumique du fluide en $kg.m^{-3}$, V le volume de fluide déplacé (égal au volume du solide) en m^3

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

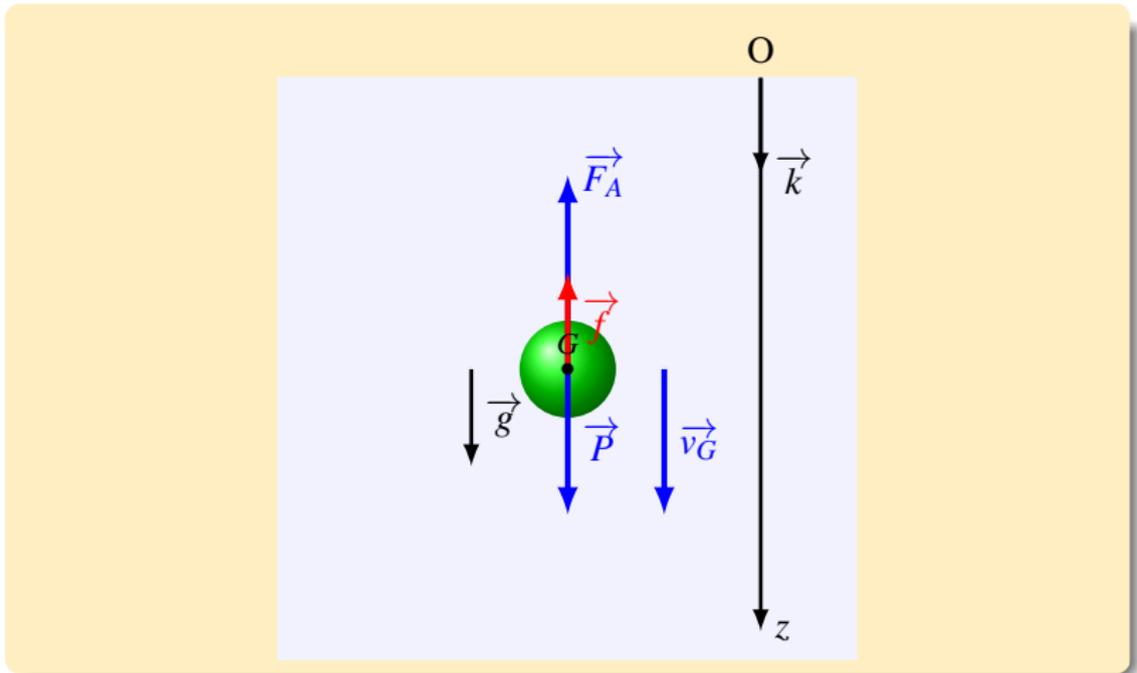
Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?



II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Remarque :

On a $\vec{F}_A = -\vec{P}_f$ avec \vec{P}_f le poids du volume du fluide déplacé .

On montre que :

$$\frac{F_A}{P_s} = \frac{\rho_f}{\rho_s}$$

P_s est le poids du corps immergé et ρ_s sa masse volumique .

Si $\rho_f \ll \rho_s$, alors $F_A \ll P_s$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

3. La force de frottement due au fluide

Tout solide en mouvement dans un fluide subit de la part du fluide (gaz ou liquide) une force \vec{f} qui s'oppose à son mouvement, cette force a une valeur d'autant plus grande que la vitesse est importante. appelée : **force de frottement fluide**.

Ces caractéristiques sont :

- * C' est une action mécanique répartie . donc on prend le centre d'inertie G comme point d'application .
- * Le sens , Elle est toujours opposée au vecteur vitesse .
- * La direction est la direction du vecteur vitesse V_{VG} .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

* Sa valeur est de la forme :

$$f = k.v^n$$

Le coefficient k dépend de la nature du fluide et de la forme du solide .

On prend généralement :

* pour des vitesses faibles , $n = 1$, soit $f = k.v$.

* pour des vitesses plus élevées , $n = 2$, soit $f = k.v^2$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Suite de l'activité

- 2. Appliquer la deuxième loi de Newton au mouvement de G .



$$\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f} = m \cdot \vec{a}_G$$

- 3. En projetant la relation vectorielle obtenue sur l'axe Oz , établir la relation :

$$\frac{dv}{dt} = A - B \cdot v^n$$

Exprimer A et B en fonction de m, k, g, et F_A

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Suite de l'activité

- 2. Appliquer la deuxième loi de Newton au mouvement de G .

$$\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f} = m \cdot \vec{a}_G$$

- 3. En projetant la relation vectorielle obtenue sur l'axe Oz , établir la relation :

$$\frac{dv}{dt} = A - B \cdot v^n$$

Exprimer A et B en fonction de m, k, g, et F_A

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Suite de l'activité

- 2. Appliquer la deuxième loi de Newton au mouvement de G .



$$\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f} = m \cdot \vec{a}_G$$

- 3. En projetant la relation vectorielle obtenue sur l'axe Oz , établir la relation :

$$\frac{dv}{dt} = A - B \cdot v^n$$

Exprimer A et B en fonction de m, k, g, et F_A

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Suite de l'activité

- 2. Appliquer la deuxième loi de Newton au mouvement de G .

-

$$\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f} = m \cdot \vec{a}_G$$

- 3. En projetant la relation vectorielle obtenue sur l'axe Oz , établir la relation :

$$\frac{dv}{dt} = A - B \cdot v^n$$

Exprimer A et B en fonction de m, k, g, et F_A

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

$$\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f} = m \cdot \vec{a}_G$$

on la projette sur Oz : $P - f - F_A = m \cdot \frac{dv}{dt}$

$$m_0 g - k \cdot v^n - m_f \cdot g = m_0 \cdot \frac{dv}{dt}$$

$$(m_0 - m_f) \cdot g - k \cdot v^n = m_0 \cdot \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{(m_0 - m_f)}{m_0} \cdot g - \frac{k}{m_0} \cdot v^n = \frac{dv}{dt}$$

On pose $A = \frac{(m_0 - m_f)}{m_0} \cdot g$ et $B = \frac{k}{m_0}$ d'où

$$\boxed{\frac{dv}{dt} = A - B \cdot v^n} \quad (4)$$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

$$\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f} = m \cdot \vec{a}_G$$

on la projette sur Oz : $P - f - F_A = m \cdot \frac{dv}{dt}$

$$m_0 g - k \cdot v^n - m_f \cdot g = m_0 \cdot \frac{dv}{dt}$$

$$(m_0 - m_f) \cdot g - k \cdot v^n = m_0 \cdot \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{(m_0 - m_f)}{m_0} \cdot g - \frac{k}{m_0} \cdot v^n = \frac{dv}{dt}$$

On pose $A = \frac{(m_0 - m_f)}{m_0} \cdot g$ et $B = \frac{k}{m_0}$ d'où

$$\boxed{\frac{dv}{dt} = A - B \cdot v^n} \quad (4)$$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

4. Montrer que la vitesse v de G atteint une valeur limite v_l . Donner l'expression de v_l en fonction de A , B et n .

4. Les grandeurs caractéristiques du mouvement

a. Le régime permanent - vitesse limite .

L'étude expérimentale montre que la vitesse du centre d'inertie de la bille tend vers une valeur limite v_l appelée **vitesse limite** .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Graphiquement la valeur de v_l est l'ordonnée du point d'intersection de l'asymptote et l'axe des ordonnées.

Lorsque la vitesse limite est atteinte, la bille chute à vitesse constante, i.e que $\frac{dv}{dt} = 0$ et d'après l'équation différentielle on a :

$$A - B.v_l^n = 0$$

$$v_l^n = \frac{A}{B}$$

$$v_l = \left(\frac{A}{B}\right)^{\frac{1}{n}}$$

$$v_l = \left(\frac{g}{k}(m_0 - m_f)\right)^{\frac{1}{n}}$$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

La constante de la vitesse du centre d'inertie de la bille caractérise le régime permanent .

L'expression de $v_l = \left(\frac{g}{k} (\rho_0 - \rho_f) \cdot V \right)^{\frac{1}{n}}$ montre qu'elle dépend de la masse volumique de la bille et du liquide .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

b. Le régime initial : l'accélération initiale

À la date $t = 0$ on a $a(t = 0) = a_0 = \frac{dv}{dt}_{t=0}$ expérimentalement est le coefficient directeur de la tangente à $v(t)$ à $t=0$ où la force de frottement est nulle $V_f = \vec{0}$ d'où

$$a_0 = \left(\frac{m_0 - m_f}{m_0} \right) \cdot g$$

a_0 est appelée accélération initiale du mouvement de la bille .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

c. Le temps caractéristique du mouvement .

L'asymptote et la tangente à la courbe à $t=0$ se coupent en un point d'abscisse τ appelé temps caractéristique du mouvement. La valeur de τ est donnée par la relation :

$$\tau = \frac{v_l}{a_0}$$

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Remarque :

La valeur du temps caractéristique définit l'ordre de grandeur de la durée du régime initial .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

4. Résolution numérique par la méthode d'Euler

- 5. Vérifier que la relation (4) peut s'écrire sous la forme :

$$\frac{dv}{dt} = A \left(1 - \left(\frac{v}{v_l} \right)^n \right) \quad (2)$$

- 6. Établir l'expression littérale de la coordonnée a du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz à la date $t = 0$
- La méthode d'Euler permet de résoudre numériquement cette équation différentielle . Pour l'utiliser , il faut connaître la vitesse à une date donnée .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

4. Résolution numérique par la méthode d'Euler

- 5. Vérifier que la relation (4) peut s'écrire sous la forme :

$$\frac{dv}{dt} = A \left(1 - \left(\frac{v}{v_l} \right)^n \right) \quad (2)$$

- 6. Établir l'expression littérale de la coordonnée a du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz à la date $t = 0$
- La méthode d'Euler permet de résoudre numériquement cette équation différentielle . Pour l'utiliser , il faut connaître la vitesse à une date donnée .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

4. Résolution numérique par la méthode d'Euler

- 5. Vérifier que la relation (4) peut s'écrire sous la forme :

$$\frac{dv}{dt} = A \left(1 - \left(\frac{v}{v_l} \right)^n \right) \quad (2)$$

- 6. Établir l'expression littérale de la coordonnée a du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz à la date $t = 0$
- La méthode d'Euler permet de résoudre numériquement cette équation différentielle . Pour l'utiliser , il faut connaître la vitesse à une date donnée .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

4. Résolution numérique par la méthode d'Euler

- 5. Vérifier que la relation (4) peut s'écrire sous la forme :

$$\frac{dv}{dt} = A \left(1 - \left(\frac{v}{v_l} \right)^n \right) \quad (2)$$

- 6. Établir l'expression littérale de la coordonnée a du vecteur accélération \vec{a}_G sur l'axe Oz à la date $t = 0$
- La méthode d'Euler permet de résoudre numériquement cette équation différentielle . Pour l'utiliser , il faut connaître la vitesse à une date donnée .

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- Cette méthode comporte deux étapes de calcul qu'il faut répéter dans le temps . **C'est une méthode itérative** .
- **En général** , c'est la vitesse initiale v_0 qui est connue (à la date t_0)
- **Première étape** : On calcule l'accélération a_0 à la date t_0 .
L'équation différentielle permet de connaître l'accélération initiale a_0 à la date t_0 : $a_0 = A - Bv_0^n$
- **Deuxième étape** : On calcule la vitesse v_1 à la date $t_1 = t_0 + \Delta t$
La durée Δt est appelée **le pas du calcul**.

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{\Delta t}$$

Soit : $v_1 = v_0 + a_0 \cdot \Delta t$

On recommence ces deux étapes de calculs (voir le tableau ci-dessous) :

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- Cette méthode comporte deux étapes de calcul qu'il faut répéter dans le temps . **C'est une méthode itérative .**
- **En général** , c'est la vitesse initiale v_0 qui est connue (à la date t_0)
- **Première étape** : On calcule l'accélération a_0 à la date t_0 .
L'équation différentielle permet de connaître l'accélération initiale a_0 à la date t_0 : $a_0 = A - Bv_0^n$
- **Deuxième étape** : On calcule la vitesse v_1 à la date $t_1 = t_0 + \Delta t$
La durée Δt est appelée le **pas du calcul**.

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{\Delta t}$$

Soit : $v_1 = v_0 + a_0 \cdot \Delta t$

On recommence ces deux étapes de calculs (voir le tableau ci-dessous) :

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment
caractériser le
mouvement d'un
solide en chute
libre ?

Comment
caractériser le
mouvement d'un
solide en chute
dans un fluide ?

- Cette méthode comporte deux étapes de calcul qu'il faut répéter dans le temps . **C'est une méthode itérative** .
- **En général** , c'est la vitesse initiale v_0 qui est connue (à la date t_0)
- **Première étape** : On calcule l'accélération a_0 à la date t_0 .
L'équation différentielle permet de connaître l'accélération initiale a_0 à la date t_0 : $a_0 = A - Bv_0^n$
- **Deuxième étape** : On calcule la vitesse v_1 à la date $t_1 = t_0 + \Delta t$
La durée Δt est appelée **le pas du calcul**.

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{\Delta t}$$

Soit : $v_1 = v_0 + a_0 \cdot \Delta t$

On recommence ces deux étapes de calculs (voir le tableau ci-dessous) :

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales

allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- Cette méthode comporte deux étapes de calcul qu'il faut répéter dans le temps . **C'est une méthode itérative** .
- **En général** , c 'est la vitesse initiale v_0 qui est connue (à la date t_0)
- **Première étape** : On calcule l'accélération a_0 à la date t_0 .
L'équation différentielle permet de connaître l'accélération initiale a_0 à la date t_0 : $a_0 = A - Bv_0^n$
- **Deuxième étape** : On calcule la vitesse v_1 à la date $t_1 = t_0 + \Delta t$
La durée Δt est appelée **le pas du calcul**.

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{\Delta t}$$

Soit : $v_1 = v_0 + a_0 \cdot \Delta t$

On recommence ces deux étapes de calculs (voir le tableau ci-dessous) :

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

- Cette méthode comporte deux étapes de calcul qu'il faut répéter dans le temps . **C'est une méthode itérative** .
- **En général** , c 'est la vitesse initiale v_0 qui est connue (à la date t_0)
- **Première étape** : On calcule l'accélération a_0 à la date t_0 .
L'équation différentielle permet de connaître l'accélération initiale a_0 à la date t_0 : $a_0 = A - Bv_0^n$
- **Deuxième étape** : On calcule la vitesse v_1 à la date $t_1 = t_0 + \Delta t$
La durée Δt est appelée **le pas du calcul**.

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{\Delta t}$$

Soit : $v_1 = v_0 + a_0 \cdot \Delta t$

On recommence ces deux étapes de calculs (voir le tableau ci-dessous) :

II. Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Mouvements de
Chutes verticales
allal Mahdade

Introduction

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute libre ?

Comment caractériser le mouvement d'un solide en chute dans un fluide ?

Date	Vitesse	Accélération
$t_0 = 0 \downarrow$	v_0	$\rightarrow a_0 = A - B.v_0^n \downarrow$
$t_1 = t_0 + \Delta t$	$v_1 = v_0 + a_0.\Delta t \downarrow$	$\rightarrow a_1 = A - B.v_1^n \downarrow$
$t_2 = t_1 + \Delta t$	$v_2 = v_1 + a_1.\Delta t$	$\downarrow a_2 = A - B.v_2^n$

On opère par tâtonnement en cherchant les valeurs de A , B et n qui permettent de faire coïncider les valeurs calculées par méthode d'Euler avec les valeurs expérimentales : La courbe théorique doit coïncider avec la courbe expérimentale .

Le choix du pas de calcul Δt est déterminant ; en effet un pas trop grand donne des résultats aberrants, et un pas trop petit augmente considérablement le nombre d'opération à effectuer . en général on prend $\Delta t = 0,1.\tau$.