

Introduction à la recherche scientifique par le projet

Université Pierre et Maris Curie.

Jérôme Hoepffner.

Séance 1.

Capter

Filmer à la caméra des phénomènes rapides ou lent. Pour cela: faire un montage expérimental avec pinces et statifs. Faites l'analyse en visualisant les films sur la caméra.

Analyse dim.

Quels sont les coefficients physiques? Quels sont les nombres sans dimension? Quelles lois peut-on en tirer. Quels expériences peut-on faire pour comparer à ces lois? (décrire le protocole) Quels graphiques peut-on tracer? (tracez les à la main). Comment déterminer les valeurs des préfacteurs d'après les manipes?

1) Flexion d'une réglette sous l'effet d'un poids en son bout.



2) Vibration du diapason



3) Le rebond d'une balle.
Combien de temps ça prend?
De quoi dépend ce temps?
Combien de temps le haut de la balle continue à tomber en chute libre sans savoir que le bas de la balle a déjà touché le sol?



4) Le clignement des yeux:
combien de temps ça prend? Est-ce que ça prend le même temps pour chacun? (En musique classique indienne, le clignement de l'oeil est la référence du temps le plus court).




5) Ecoulement du sable dans un sablier:
est-ce que le débit est constant?
Avalanches sur le cône du dessous est au sommet de la colonne du dessus. Tracez le graphique de la hauteur en fonction du temps par exemple.



Oscillation de surface dans le Bescher

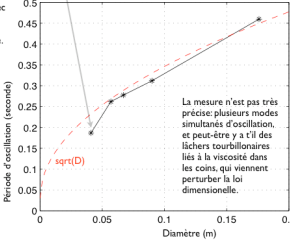
Montage de l'oscillation pour un des Bescher



On fait varier la taille et on garde tout le reste constant. On a normalement une loi d'échelle pour la période d'oscillation de la surface. On remplit chaque Bescher à une hauteur égale à son diamètre pour que le paramètre géométrique de rapport d'aspect soit gardé constant.

Une période d'oscillation

On compare les données mesurées avec une loi en racine du diamètre tirée de l'analyse dimensionnelle.



La mesure n'est pas très précise: plusieurs modes simultanés d'oscillation, et peut-être y a-t-il des lâchers tourbillonnaires liés à la viscosité dans les coins, qui viennent perturber la loi dimensionnelle.

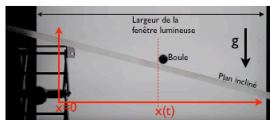
Code Python:

```

1 # l'oscillation du bescher
2 Les données des bescher
3 import numpy as np
4 import matplotlib.pyplot as plt
5
6 # Les données mesurées
7 D = [0.05, 0.07, 0.1, 0.15, 0.2]
8 T = [0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35]
9
10 # La loi théorique
11 T_theo = np.sqrt(D)
12
13 # Tracer les données
14 plt.plot(D, T, 'o', label='Données')
15 plt.plot(D, T_theo, 'r--', label='Loi théorique')
16 plt.xlabel('Diamètre (m)')
17 plt.ylabel('Période (seconde)')
18 plt.legend()
19 plt.show()

```

Roulement sur plan incliné



Largeur de la fenêtre lumineuse

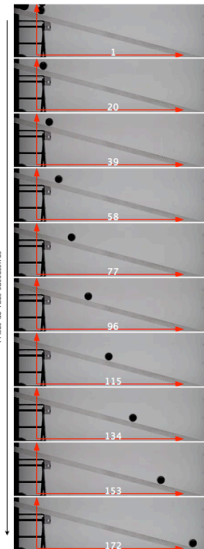
Boule

Plan incliné

g

10

x(t)



1

20

39

58

77

96

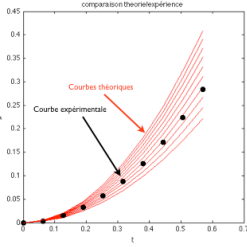
115

134

153

172

Prise de vues successives

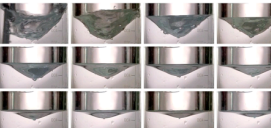


comparaison théorie/expérience


Courbes théoriques

Courbe expérimentale

Rotation dans un récipient fixe



Montage de la vue de la surface : de gauche à droite et de haut en bas. Au fur et à mesure que la couche limite visqueuse grandit contre la paroi, l'amplitude du creux du à la rotation diminue.



Théorie d'après la vitesse de rotation de l'agitateur

Double de la vitesse de rotation

Un montage pour voir comment la hauteur varie dans le temps (m)

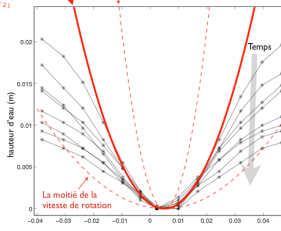
$\omega = 2\pi \cdot 240/35$ rad/s par seconde

$y = \omega^2 r^2 / (2g)$

Le tracé de la hauteur de la surface

Temps (m)

On trace des guides avec ImageJ pour faciliter la mesure:



hauteur (m)

Rayon (m)

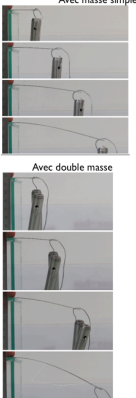
Temps

La moitié de la vitesse de rotation

Flexion d'une reglette

Avec masse simple

Avec double masse



La loi physique phi dans les bonnes coordonnées

Les données brutes

deflexion verticale Dx (m)

Longueur (m)

Poids p1

Poids 2p1

La loi physique phi dans les bonnes coordonnées

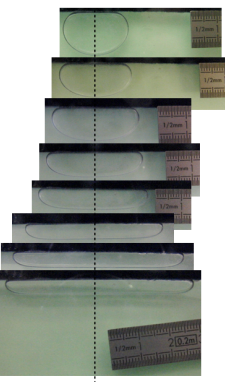
y1

sqrt(F1/2)

Les poids sont p1=0.094*9.81 puis le double (deux séries de mesures)

Ici un bon exemple de collapse des courbes brutes qui représentent en fait la même loi physique à des échelles différentes.

La bulle de Bond



On augmente l'angle alpha


Rayon d'appui de la bulle

angle de la cellule avec la verticale (degrés)

Loi théorique: linéaire pour les petits angles

Faire pareil en faisant varier la surface de la bulle: tracer plusieurs courbes et les coller; de plus superposer les images des bulles pour le même nombre de bond.

Trouver une astuce pour fixer la caméra en face de la cellule pour rester toujours à la même échelle, selon une séquence.



loi théorique: $v = C \cdot r^3$

$C = 4/3 \pi$

Données expérimentales

Volume (m³)

Rayon de la sphère (m)

$C=1$

$C=2$

$C=3$

$C=4$

$C=5$

$C=6$

$C=7$

$C=8$


$C=9$

$C=10$

Le filet d'eau du robinet

On augmente le débit

On a trace des guides avec ImageJ pour aider à la mesure



Dispositif expérimental: le jet coule d'un tube vertical relié par un tuyau au robinet. La caméra est assez loin avec le zoom pour limiter le parallaxe. Il y a un écran lumineux derrière le filet pour mieux voir sa frontière.

Proche de la base, deux approximations: l'écoulement d'entrée n'est pas plus et la section de paroi pour avoir un rôle pour faire varier la pression. à quantifier

On augmente le débit

$u = \omega \cdot r$

$\Delta p = \rho \cdot \omega^2 \cdot r^2 / 2$

$\Delta p = \rho \cdot (1/2) \cdot \omega^2 \cdot r^2$

Formule théorique qui prend en compte l'accélération de la chute libre et la conservation du débit

Pour mesurer le débit, on a un bescher gradué et un chronomètre. On compte le nombre de secondes pour remplir 100ml. 50, 20, 10 et 6.

Diamètre (m)

Distance sous le robinet (m)

La segmentation d'une goutte




Image après la segmentation

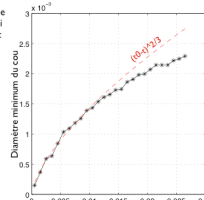
Eau

Le montage: un stafif

On a une petite portion de courbe qui colle avec la loi de longueur capillaire avec le temps.

Diamètre minimum de cou

$t \cdot \tau$



10⁻⁵

10⁻⁴

10⁻³

10⁻²

10⁻¹

10⁰

10¹

10²

10³

10⁴

10⁵

10⁶

10⁷

10⁸

10⁹

10¹⁰

10¹¹

10¹²

10¹³

10¹⁴

10¹⁵

10¹⁶

10¹⁷

10¹⁸

10¹⁹

10²⁰

10²¹

10²²

10²³

10²⁴

10²⁵

10²⁶

10²⁷

10²⁸

10²⁹

10³⁰

10³¹

10³²

10³³

10³⁴

10³⁵

10³⁶

10³⁷

10³⁸

10³⁹

10⁴⁰

10⁴¹

10⁴²

10⁴³

10⁴⁴

10⁴⁵

10⁴⁶

10⁴⁷

10⁴⁸

10⁴⁹

10⁵⁰

10⁵¹

10⁵²

10⁵³

10⁵⁴

10⁵⁵

10⁵⁶

10⁵⁷

10⁵⁸

10⁵⁹

10⁶⁰