

Agrégation de Sciences physiques - option physique

correction de montage de physique

Date : mercredi 5 avril 2017
Correcteur : Samuel Paillat - Jason Reneuve
Présentation : Balkis Dohni

Montage n° 02 : Surfaces et interfaces

Plan :

- 1) Contact solide-solide : mesure d'un coefficient de frottement statique
manip qualitative
- 2) Tension superficielle
balance d'arrachement, loi de Jurin
- 3) Ondes et interfaces
Réfraction en optique, ondes gravito-capillaires

Remarques générales :

Les expériences sont globalement comprises et bien réalisées. Le jury ne veut pas que le montage se limite à l'étude de la tension superficielle ; en ce sens la manip de frottement solide et celle du dioptre optique seront appréciées.

Le plan et l'organisation des manips est intéressante : mesures statiques (frottement solide, balance d'arrachement, Jurin) puis mesures dynamiques (ondes). Le mentionner à l'oral peut faire gagner des points car atteste d'un certain recul face à ce qui est fait pendant le montage.

La présentation a duré 37 minutes : il reste de la place pour prendre le temps de faire un peu de physique. Présenter les lois générales puis leurs approximations utiles au cadre du montage, plutôt que la formule approchée directement (angle de mouillage pour arrachement & Jurin, relation de dispersion pour les ondes gravito-capillaires).

L'aspect énergétique de la tension superficielle est essentiel : le système cherche à minimiser l'énergie introduite par la création d'une interface !

Remarques de détail, liées aux questions posées :

- ! D'où vient la valeur tabulée pour le frottement bois/bois ? Les coefficients de frottement solide sont impossible à prévoir (dans l'état actuel de nos connaissances) et très difficiles à tabuler car dépendent de l'état de surface des matériaux... le mieux est de donner une fourchette de valeurs. L'expérience en devient encore plus qualitative, mais ce n'est pas grave tant que vous le gardez à l'esprit et que vous restez critiques à l'oral.

- ! Quid du frottement dynamique ? Le coefficient de frottement dynamique intervient dans la force de frottement qui agit sur le solide quand il glisse sur la paroi. Il est généralement inférieur au frottement statique : il faut pousser plus pour faire bouger une armoire que pour entretenir son glissement. Sa mesure est difficile... une fois le pavé en mouvement si on rabaisse le plan incliné, le coefficient dynamique est théoriquement donné par l'angle auquel il s'arrête, mais l'expérience n'est pas probante du tout ! Il existe aussi une manip qui consiste à attacher le mobile à un ressort horizontal et à le faire glisser sur une table traçante et qui permet d'obtenir les deux coefficients en analysant le mouvement du mobile, mais c'est une manip capricieuse...
- ! La pollution n'explique pas toutes les erreurs de mesure de tension superficielle : elle fait essentiellement baisser la tension superficielle, donc une valeur supérieure à la valeur attendue ne peut pas être expliquée par la pollution du fluide ! A ce propos, le jury propose d'utiliser des fluides de plus faible tension superficielle, moins sensibles à la pollution : acide acétique, éthanol et mélanges avec l'eau. Attention alors aux problèmes posés par l'évaporation ! Le nettoyage acétone + séchage air comprimé donne en général une bonne propreté.
- ! L'ajout de colorant au fluide pour la montée capillaire modifie fortement la tension superficielle, qui n'est plus celle de l'éthanol pur ! Préférez une méthode d'imagerie à l'aide d'une webcam, dont le zoom vous permet une mesure facile de la hauteur (et des incertitudes). La parallaxe ne sera pas une source dominante d'incertitude si vous placez correctement la caméra.
- ! L'angle de mouillage joue un rôle essentiel dans les phénomènes capillaires. Pourquoi n'apparaît-il pas dans les formules présentées ici ? Pour la balance d'arrachement, un schéma du système à l'arrachement permet de montrer que $\theta=0$ est une bonne approximation. Ce n'est pas le cas pour Jurin ! Ici l'éthanol très mouillant le permet mais ce n'est pas le cas de tous les fluides... le mercure non-mouillant ($\theta=\pi$) donne un phénomène complètement différent (descente capillaire) !
- ! Quel est l'autre régime d'ondes de surface ? Il s'agit des ondes de gravité, prédominante à des longueurs d'onde grande devant la longueur capillaire. Ici seules les ondes capillaires sont présentées, mais l'approximation n'est pas si évidente pour les basses fréquences = grandes longueurs d'ondes (de même que l'approximation d'eau profonde) ! Ici on gagnerait à présenter la relation de dispersion complète, puis à noter les domaines des différentes approximations pour pouvoir en critiquer la validité par la suite.

