

M02 : SURFACES ET INTERFACES

Idées directrices à faire passer

- il existe en physique de nombreux phénomènes localisés en surface
- ne pas rester qualitatif, il faut absolument être quantitatif sur certaines manipulations

Commentaires du jury

- la tension de surface n'est pas le seul phénomène de surface, pour autant elle doit continuer à conserver une place de premier ordre dans le montage

Bibliographie

- [1] Dictionnaire de physique expérimentale : mécanique, Quaranta, Pierron
- [2] Mécanique 2eme année, Gié, Tec & Doc
- [3] Gouttes, bulles, perles et ondes, De Gennes, Ellipses
- [4] BUP n°831 "transition de courants volumiques/surfaciques dans un câble coaxial"

Introduction : la physique prend souvent en compte des phénomènes ayant lieu en volume. Cependant, dans certains cas, ces aspects sont non négligeables, voire prédominants. L'étude portera sur trois domaines : les frottements solides, la tension de surface et l'effet de peau dans les conducteurs

I Surface de contact entre solides

1 Mesure du coefficient de frottement statique

- ENSC 483
- suivre la manipulation du Quaranta
- faire une droite de régression en prenant des mesures de décollement pour plusieurs masses de lestage du chariot
- faire simple sur les incertitudes
- on peut traiter sommairement le cas d'un changement de matériau (rester qualitatif)
- difficultés expérimentales : forte dépendance à l'état de surface, tenir le chariot lors de l'ajout de masse pour que la vitesse de dépôt de la masse n'entraîne pas son mouvement

2 Mesure du coefficient de frottement dynamique

- ENSC 483
- suivre la méthode de mesure du coefficient de frottement dynamique proposée par le Gié
- **attention, cette démonstration se trouve dans la partie "aspects énergétiques" du Gié**
- idée de la démonstration (pas évidente) : appliquer le TEC à la masse qui glisse et à celle qui chute. Point clé : la vitesse d'impact de la masse en chute est égale à la vitesse de la masse glissante lorsqu'elle passe du régime tracté au régime libre

II Phénomènes de tension de surface

1 Tension de surface

- l'idée est de montrer l'effet de la compétition des forces
- mise en évidence : cuillère d'eau bombée, on ajoute goutte de tension-actifs, elle s'effondre -> abaissement de sa tension de surface
- mesure d'une tension de surface à l'aide de la balance d'arrachement (ENSC 469)
- faire la calibration en préparation
- mesurer la tension de surface de l'alcool à 95%, reproduire 5 fois la mesure afin de faire un traitement statistique (si le temps le permet)
- faire une mesure pour évaluer la tension de surface de l'eau (à titre de comparaison avec l'alcool)
- Attention : la tension de surface peut changer radicalement si la surface n'est pas propre (être très vigilant)

2 Loi de Laplace et mouillage

- expérience des deux bulles -> permet de faire le lien entre tension de surface et surpression dans une bulle (loi de Laplace)
- observer l'étalement de gouttes sur différentes surfaces
- attention, c'est une expérience délicate, il faut rester qualitatif!

3 Loi de Jurin

- on a vu deux effets de la tension de surface : le mouillage et les variations de la pression pour une interface non plane
- la combinaison de ces deux phénomènes conduit à la loi de Jurin : ascension du liquide le long des surfaces mouillantes
- on fait la manipulation de la cuve cunéiforme (ENSC 421) sur laquelle on fait une acquisition vidéo
- après traitement de l'image on peut donc interpoler cette courbe et remonter avec précision à la tension de surface par exemple
- cela donne évidemment une meilleure précision que les tubes capillaires

III Phénomène de surface en électromagnétisme : effet de peau dans un conducteur

- utiliser un rhéostat de puissance et construire un montage à AO de mesure d'impédance inconnue
- faire varier la fréquence d'excitation par GBF (sans monter trop haut pour ne pas voir apparaître d'effet capacitif)
- tracer alors la résistance (à ces fréquences, le déphasage doit être quasi nul et donc l'impédance purement réelle) en fonction de la fréquence
- on met en évidence l'augmentation de la résistance avec la fréquence c'est l'effet de peau (probablement ne pas chercher à fitter en revanche)

Conclusion

- il existe des phénomènes de surface dans de nombreux domaines de la physique
- en particulier, dans la physique de faible échelle, le volume diminuant en loi d'échelle plus vite que la surface, les phénomènes de surface peuvent devenir largement prédominant -> cas de la microfluidique par exemple

Q/R

1. Expliquer le principe de fonctionnement de la balance d'arrachement. Pourquoi choisit-on de repérer ces points pour estimer la tension de surface ?
2. Comment varie la tension de surface avec la présence d'impuretés ?
3. Expliquer le principe de calcul du coefficient de frottement dynamique.
4. Commenter la loi de Jurin. Quelles sont les forces en compétition ?
5. Interpréter la forme du profil dans la cuve cunéiforme avec l'expression de la loi de Jurin.