

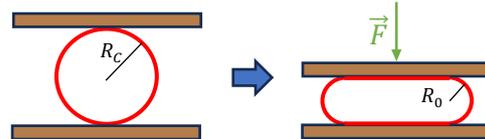
Finale des Olympiades luxembourgeoises de physique 2024

TRAVAIL PRATIQUE

Analyse des propriétés élastiques d'une feuille en plastique

Introduction

Dans ce TP, les propriétés élastiques d'une feuille enroulée sont étudiées. Si cette feuille est comprimée perpendiculairement à son axe de symétrie, sa forme peut être géométriquement approximée par un **stadium**. Un stadium est constitué de deux demi-cercles reliés par des segments droits.



Théorie:

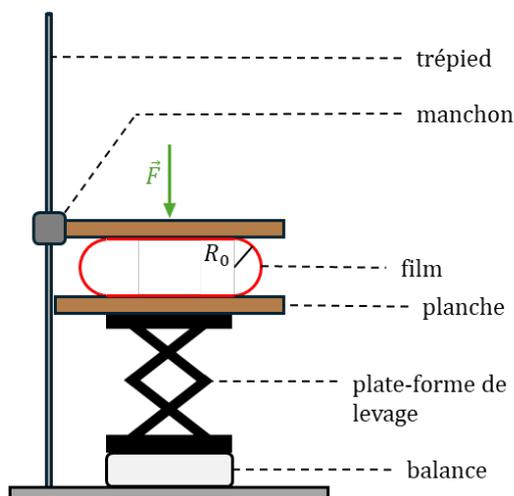
Dans le domaine de l'approximation du stadium, la loi de puissance suivante décrit la relation entre l'intensité de la force appliquée et la distance (rayon) :

$$F = \kappa \cdot R_0^\alpha$$

- R_0 est le rayon de courbure
- constantes κ et α sont à déterminer expérimentalement!

Matériel et dispositif expérimental

- balance de laboratoire
- plate-forme de levage
- trépied et double manchon
- feuille en plastique et planches
- ruban adhésif
- règle avec pied et curseurs
- ciseaux
- papier millimétré



Réalisation et évaluation

1. Enroulez un film plastique dans le sens de la longueur pour former un cylindre. Utilisez un morceau de ruban adhésif pour coller le joint. Les extrémités peuvent se chevaucher sur une largeur de 1 cm à 2 cm.
2. Placez le cylindre sur un panneau, tel qu'indiqué sur le schéma. Montez la plateforme jusqu'à ce que le rouleau touche tout juste les deux panneaux de bois et soit coincé.
3. Tarez la balance et notez le rayon initial R_c du rouleau. Veillez à contrôler régulièrement la balance. L'affichage de la balance s'éteint au bout de quelques minutes s'il n'y a pas de changement de mesure. Tapez de temps en temps dessus avec le doigt ou un stylo pour la maintenir active.
4. Montez maintenant progressivement la plate-forme et mesurez la masse correspondant à la force F exercée sur le cylindre et le rayon R_0 correspondant. Veillez à ne pas plier la feuille.
5. Notez les valeurs mesurées dans un tableau et calculez les valeurs : $\ln(R_0)$ et $\ln(F)$.
6. Tracez les valeurs $\ln(F)$ en fonction de $\ln(R_0)$.
7. Étudiez le graphique et, à l'aide d'une régression linéaire, indiquez clairement la région où l'approximation du stadium est valable.
8. À l'aide du graphique, déterminez les paramètres κ et α dans la loi de puissance.
9. Estime à l'aide du diagramme l'incertitude absolue de mesure $\Delta\alpha$ pour le paramètre α .

Astuce: $\Delta\alpha = \frac{\alpha_{max} - \alpha_{min}}{2}$ Calcule ensuite l'erreur relative $\frac{\Delta\alpha}{\alpha}$.

10. De quels paramètres expérimentaux la valeur κ pourrait-elle encore dépendre ? Quelle série d'expériences serait nécessaire pour étudier ces relations ? Pour chaque paramètre, vous pouvez justifier vos hypothèses qualitativement de deux manières :
 - Approche expérimentale (uniquement avec le matériel disponible) :
Testes vos réflexions à l'aide d'une mesure. (pas d'investigation complète !)
 - Approche théorique :
Justifiez et argumentez d'un point de vue théorique ou physique.

Annexe

Règles du logarithme

- $\ln(x) + \ln(y) = \ln(x \cdot y)$
- $\ln(x) - \ln(x) = \ln(x/y)$
- $\ln(x^y) = y \cdot \ln(x)$
- $\ln(\sqrt[n]{x}) = n^{-1} \cdot \ln(x)$

Evaluation

- | | | | |
|----|---------|-----|-------|
| 1. | 0,5 pts | 6. | 6 pts |
| 2. | 0,5 pts | 7. | 2 pts |
| 3. | 0,5 pts | 8. | 5 pts |
| 4. | 0,5 pts | 9. | 3 pts |
| 5. | 3 pts | 10. | 4 pts |

TOTAL: **25 pts.**