



Enseignant : Dr. Sylvain Bréchet
Cours : physique générale II
Echéance : lundi 31 mars 2025
Durée : 60 minutes

Lame de savon

NOM :

PRENOM :

N° SCIPER :

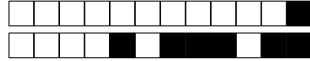
SECTION : **Génie mécanique**

SALLE :

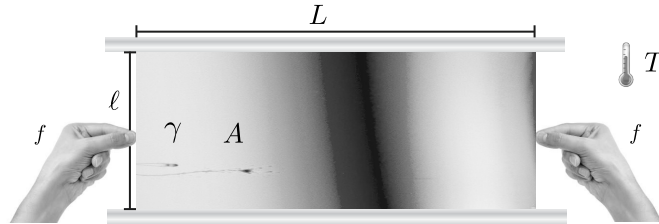
L'exercice à rendre comporte un énoncé illustré et détaillé sur la page de gauche et des questions sur la page de droite. Les développements mathématiques et physiques sont à effectuer sur les pages quadrillées.

Consignes

- Le **formulaire** de l'examen (1 page A4 recto-verso) est autorisé.
- L'utilisation de tout **appareil électronique** est interdite.
- Les **réponses** sont à retranscrire sur les pointillés sous chaque question dans l'espace réservé à cet effet.
- Utiliser un **stylo** à encre **noir ou bleu foncé** (éviter d'utiliser un crayon) et effacer proprement avec du **correcteur blanc** si nécessaire.
- Les feuilles de papier **brouillon** ne seront **pas corrigées**.



Les bords gauche et droit d'une lame de savon horizontale de surface A subissent des forces symétriques qui provoquent pour un accroissement de sa surface. La largeur de la lame ℓ est fixée et sa longueur L peut varier. La lame est considérée comme un système simple fermé constitué d'une seule substance chimique.



On suppose que le travail effectué par la force de module f est réversible. Ainsi, la force f est liée à la tension superficielle γ de la lame par,

$$f = 2\gamma\ell \quad \text{où} \quad \ell = \text{cste}$$

où le facteur 2 est dû au fait que la lame de savon a une face inférieure et une face supérieure. La tension superficielle de la lame $\gamma(T, A)$ peut être considérée comme une fonction d'état et le travail infinitésimal effectué sur la lame s'écrit,

$$\delta W = 2\gamma dA \quad \text{où} \quad dA = \ell dL$$

La différentielle de l'énergie interne s'écrit,

$$dU(S, A) = \delta Q + \delta W = T dS + 2\gamma dA$$

Le coefficient de dilatation à tension superficielle constante α_γ et le coefficient de compressibilité isotherme χ_T de la lame sont définis comme,

$$\alpha_\gamma = \frac{1}{A} \frac{\partial A(T, \gamma)}{\partial T} > 0 \quad \text{et} \quad \chi_T = \frac{1}{A} \frac{\partial A(T, \gamma)}{\partial \gamma} > 0$$

Questions et réponses ci-contre, calculs sur les pages quadrillées suivantes



1. Exprimer la différentielle de l'aire $dA(T, \gamma)$ en fonction du coefficient de dilatation à tension superficielle constante α_γ et du coefficient de compressibilité isotherme χ_T .

$$dA(T, \gamma) = \dots\dots\dots$$

2. Déterminer l'expression de la capacité thermique à surface constante C_A et de la capacité thermique à tension superficielle constante C_γ en fonction des fonctions entropies $S(T, A)$ et $S(T, \gamma)$ respectivement.

$$C_A = \dots\dots\dots$$

$$C_\gamma = \dots\dots\dots$$

3. Déterminer les différentielles de l'énergie libre $dF(T, A)$ et de l'énergie libre de Gibbs $dG(T, \gamma)$.

$$dF(T, A) = \dots\dots\dots$$

$$dG(T, \gamma) = \dots\dots\dots$$

4. Montrer que la chaleur infinitésimale δQ fournie à la lame de savon peut être écrite en termes des capacités thermiques comme,

$$\delta Q = C_\gamma dT + 2 \alpha_\gamma A T d\gamma \quad \text{et} \quad \delta Q = C_A dT + 2 \frac{\alpha_\gamma}{\chi_T} T dA$$

5. Montrer que les capacités thermiques C_A et C_γ sont liées par la relation de Mayer,

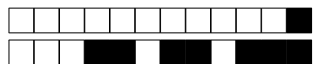
$$C_\gamma - C_A = 2 \frac{\alpha_\gamma^2}{\chi_T} T A$$



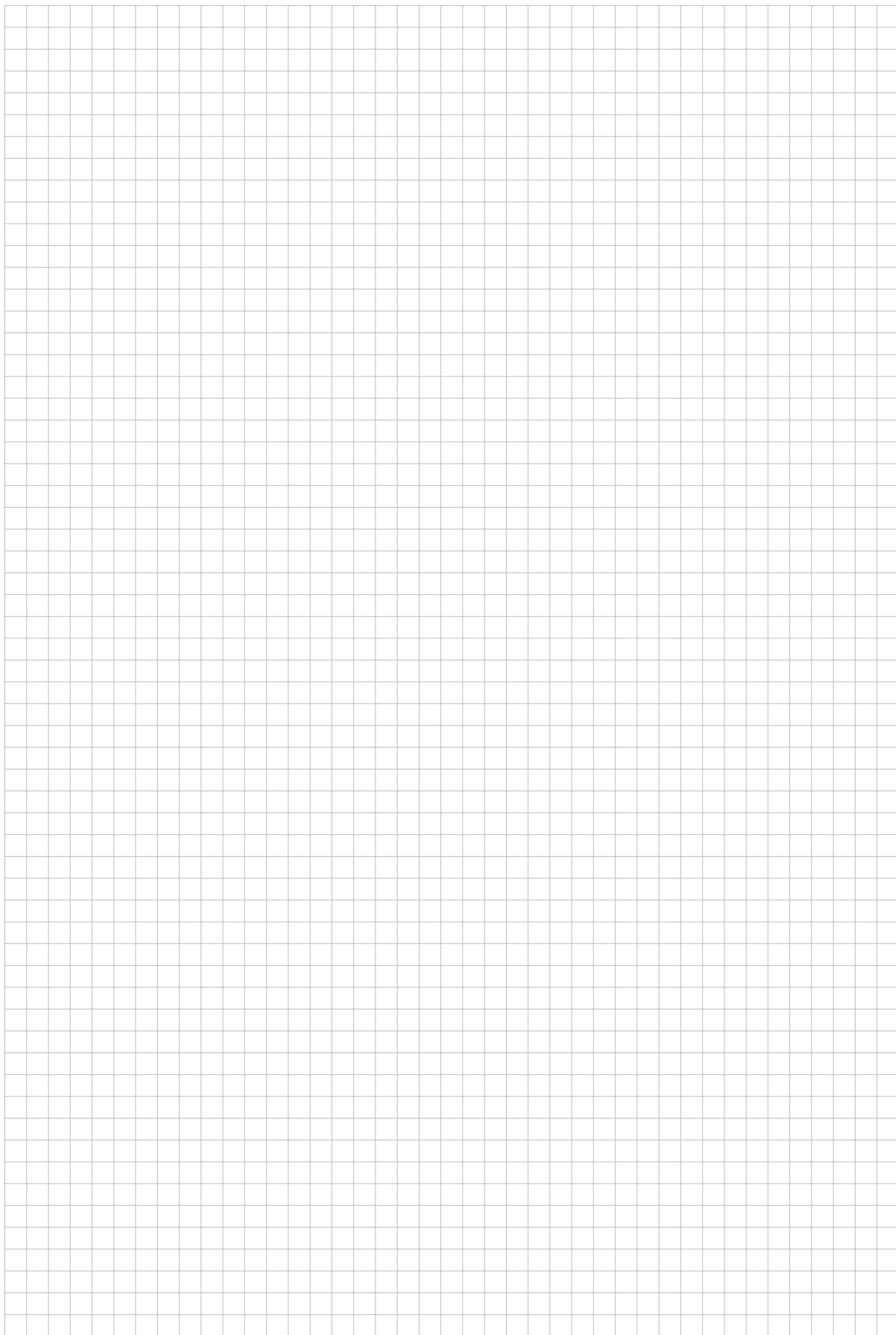
+1/4/57+







+1/6/55+





+1/7/54+





+1/8/53+

