



EPFL

Enseignant : Dr. Sylvain Bréchet

Cours : physique générale II

Echéance : lundi 5 mai 2025

Durée : 60 minutes

2

Cycle de sphères dures

NOM :

PRENOM :

N° SCIPER :

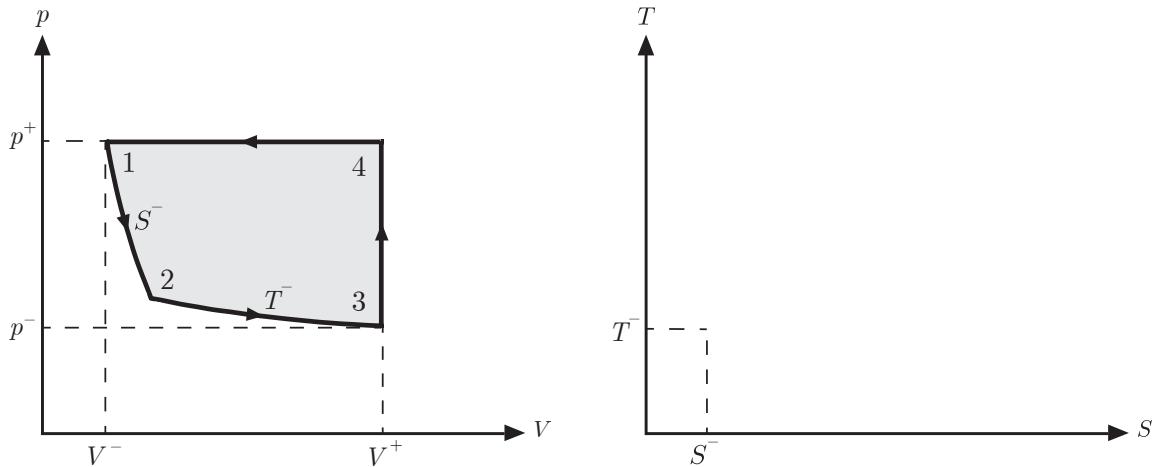
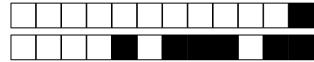
SECTION: **Génie mécanique**

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**.



On considère N moles d'un gaz constitué de molécules modélisées comme des sphères dures contenues dans un cylindre fermé qui subit quatre processus réversibles formant le cycle illustré dans le diagramme pV ci-dessus :

- $1 \rightarrow 2$ détente adiabatique à entropie S^-
- $2 \rightarrow 3$ détente isotherme à température T^-
- $3 \rightarrow 4$ compression isochore à volume V^+
- $4 \rightarrow 1$ contraction isobare à pression p^+

On considère que les forces d'interaction moléculaire sont négligeables. Ainsi, l'équation d'état du gaz de sphères dures qui lie la pression p du gaz à sa température T s'écrit,

$$p(V - Nb) = NRT$$

où V est le volume du cylindre où se trouve le gaz et le coefficient $b > 0$ représente le volume molaire occupé par les sphères dures. L'énergie interne du gaz est celle d'un gaz parfait,

$$U = cNRT$$

où le paramètre constant $c > 0$.

Les réponses aux questions posées doivent être exprimées exclusivement en termes des volumes V^+ et V^- , des pressions p^+ et p^- , du nombre de moles N , du coefficient b , du paramètre c et de la constante des gaz parfaits R . **Les températures doivent par exemple être exprimées en termes des grandeurs mentionnées dans ce paragraphe dans les réponses finales.**

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



1. Déterminer le travail $W_{1 \rightarrow 2}$ effectué par l'environnement sur le gaz durant lors la détente adiabatique à entropie constante S^- explicitement en fonction des pressions p^+ et p^- et des volumes V^+ et V^- .

$$W_{1 \rightarrow 2} = \dots$$

2. Déterminer la chaleur $Q_{2 \rightarrow 3}$ extraite de la source froide à température constante T^- durant la détente isotherme explicitement en fonction de la pression p^- et des volumes V^+ et V^- .

$$Q_{2 \rightarrow 3} = \dots$$

3. Déterminer la variation d'entropie $\Delta S_{3 \rightarrow 4}$ du gaz durant la compression isochore à volume constant V^+ explicitement en fonction des pressions p^+ et p^- .

$$\Delta S_{3 \rightarrow 4} = \dots$$

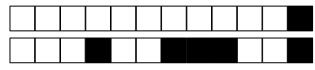
4. Déterminer la variation d'enthalpie $\Delta H_{4 \rightarrow 1}$ du gaz durant la contraction isobare à pression constante p^+ en fonction de la pression p^+ et des volumes V^+ et V^- .

$$\Delta H_{4 \rightarrow 1} = \dots$$

5. Déterminer la variation d'entropie $\Delta S_{4 \rightarrow 1}$ du gaz durant la contraction isobare à pression constante p^+ explicitement en fonction des volumes V^+ et V^- .

$$\Delta S_{4 \rightarrow 1} = \dots$$

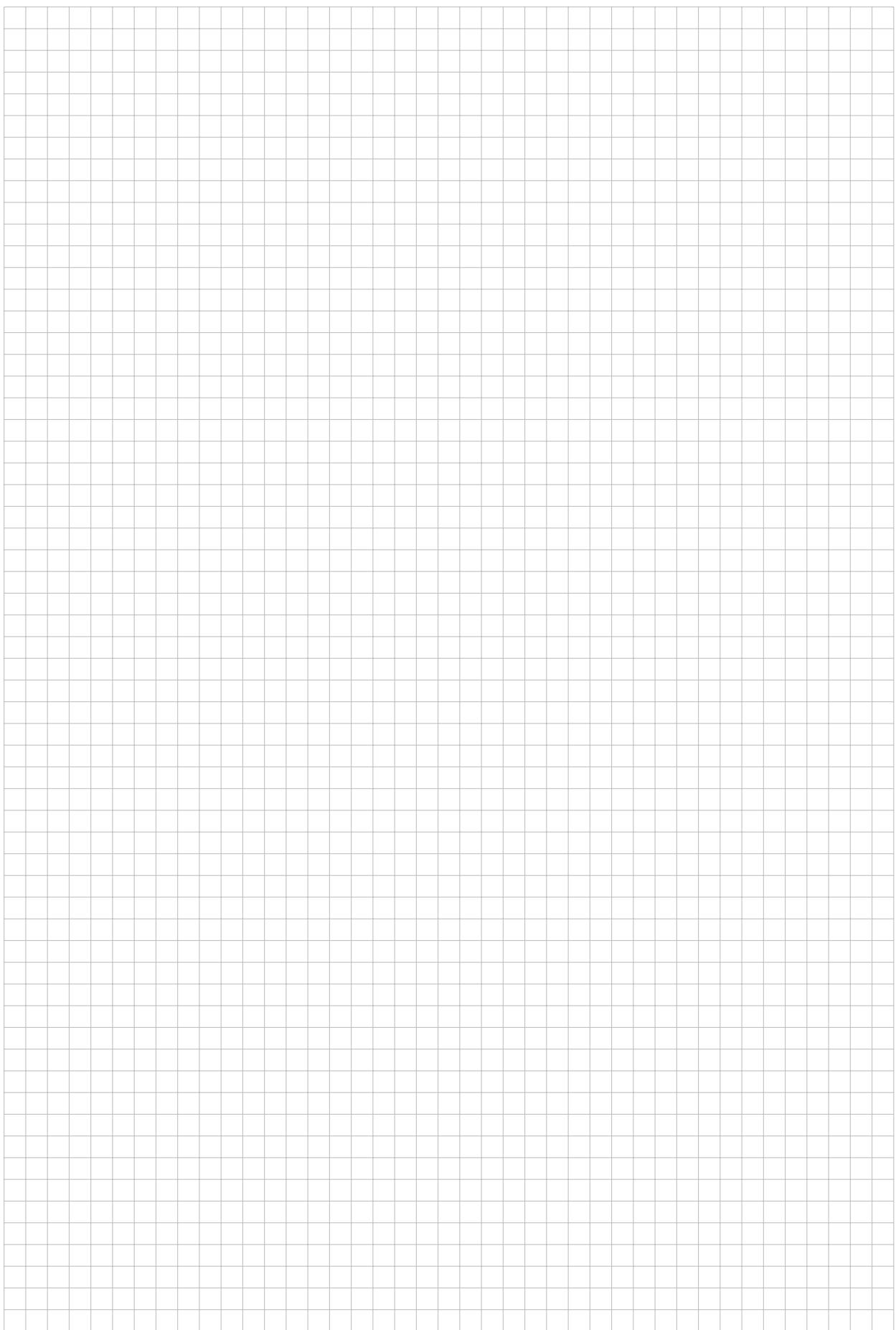
6. Esquisser qualitativement le diagramme TS du cycle de sphères dures sur l'énoncé au recto de cette feuille en indiquant les états 1 – 4 et en définissant l'orientation du cycle avec des flèches.

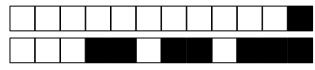


+1/4/57+

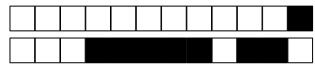


+1/5/56+



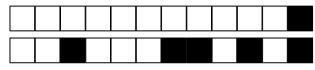


+1/6/55+



+1/7/54+



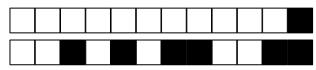


+1/8/53+





+1/9/52+



+1/10/51+