

---

**INTERROGATION DE THERMODYNAMIQUE**

*Durée : 1 heure*

*Les documents et les téléphones portables ne sont pas autorisés. Les calculatrices sont autorisées.  
Barème approximatif : 1<sup>er</sup> exercice = 4.25 pts ; 2<sup>ème</sup> exercice = 5.75 pts.*

## A Questions de cours

- Donner les définitions des capacités thermiques  $C_V$  et  $C_P$  d'un système en fonction de dérivées partielles des potentiels thermodynamiques appropriés.
- On considère  $n$  moles de gaz parfait. Dédurre des formules précédentes la relation de Mayer donnant l'expression de la différence  $C_P - C_V$ . Exprimer alors  $C_P$  et  $C_V$  en fonction de  $n$  et de la constante isentropique  $\gamma$ .
- Donner la valeur numérique de la capacité thermique à pression constante d'une mole d'eau à 15 °C sous pression atmosphérique (on rappelle qu'un noyau d'hydrogène contient un seul nucléon et qu'un noyau d'oxygène en compte 16). Comparer à la capacité calorifique d'une mole d'air (assimilé à un gaz parfait diatomique).

## B Gaz presque parfait

On considère un gaz obéissant à l'équation d'état de van der Waals:  $(P + n^2a/V^2)(V - nb) = nRT$ . On se place dans tout l'exercice à faible pression, dans la limite diluée où le gaz a un comportement faiblement différent de celui d'un gaz parfait.

- En considérant les termes en  $a$  et  $b$  dans l'équation de van der Waals comme de petites corrections au terme dominant, montrer que l'on peut écrire

$$PV \simeq nRT + n \left( b - \frac{a}{RT} \right) P. \quad (1)$$

Tracer l'allure des isothermes correspondants dans le diagramme d'Amagat (où la pression est en abscisse et le produit  $PV/n$  en ordonnée). On considèrera par exemple deux gaz (1 et 2) maintenus à une température constante  $T$  vérifiant  $b_1 > a_1/RT$  et  $b_2 < a_2/RT$ . Quel est le comportement attendu pour un gaz parfait ?

- Les valeurs de  $a$  et  $b$  pour le di-hydrogène et le di-oxygène sont données dans la table ci-dessous.
  - Justifier (par un calcul d'ordre de grandeur) la valeur typique de la constante  $b$ .
  - Quel est, selon la formule approchée (1), le volume occupé par une mole de  $H_2$  à 0 °C sous pression atmosphérique ? Même question pour une mole de  $O_2$ . Comparer au volume occupé par une mole de gaz parfait dans les mêmes conditions.

	$H_2$	$O_2$
$a$ en $\text{kPa} \cdot \ell^2$ [ = $\text{J} \cdot \ell$ ]	24.7	137.8
$b$ en $\ell$	0.0266	0.0318