

## Programme de khôlle semaine 25

Organisation de la séance : Chaque khôlle commence par une question de cours ou un exercice simple qui fait intervenir une notion de cours

Si vous répondez bien à cette question de cours vous obtenez une note au moins égale à 10/20

Les exercices porteront sur l'application du 1<sup>er</sup> principe, les questions de cours peuvent aussi porter sur le deuxième principe

### Chapitre 20 : Introduction à la thermodynamique

#### Questions de cours (à savoir faire sans le cours sous les yeux)

- 1 Qu'est-ce que la thermodynamique ? Pour la définir, on précisera son but et on utilisera entre autres l'ordre de grandeur de la constante d'Avogadro.
- 2 Définir l'échelle mésoscopique.
- 3 Définir un système fermé, un système ouvert, et un système isolé.
- 4 Donner un ordre de grandeur du libre parcours moyen dans un gaz, puis dans un liquide.
- 5 Définir l'énergie interne d'un système thermodynamique.
- 6 Définir l'équilibre thermodynamique. Établir l'état d'équilibre d'un système soumis aux forces de pression et à une force de frottement solide constante.
- 7 Différencier les variables d'état extensives et intensives et donner des exemples pour chacune
- 8 Définir la vitesse quadratique moyenne à l'aide d'une moyenne d'ensemble
- 9 a. Donner sans aucune démonstration l'expression de l'énergie cinétique moyenne d'une particule de gaz parfait monoatomique en fonction de la constante de Boltzmann  $k_B$  et de la température.  
b. En déduire l'expression de la vitesse quadratique moyenne  $u$  en fonction de  $m$ ,  $k_B$  et  $T$ .
- 10 Donner la relation entre la pression cinétique  $P$ , la densité particulaire d'un gaz  $n$ , la masse d'une particule de gaz  $m$  et la vitesse quadratique moyenne  $u$ . Etablir très précisément cette relation.
- 11 Quel est l'ordre de grandeur de la vitesse quadratique moyenne des particules d'un gaz parfait à  $T$  ambiante ?
- 12 Quelles sont les hypothèses du modèle du gaz « parfait » ?
- 13 Donner l'équation d'état d'un gaz parfait.
- 14 Quand peut-on dire qu'un gaz réel se comporte comme un gaz parfait ? Pour répondre, on pourra s'appuyer sur des réseaux d'isothermes expérimentales en coordonnées de Clapeyron et d'Amagat.
- 15 Définir la capacité thermique à volume constant  $C_V$ , la capacité thermique molaire à volume constant  $C_{V,m}$ , et la capacité thermique massique à volume constant  $c_{V,masse}$ . On donnera les unités de chacune de ces grandeurs. Quelle est la signification physique de  $C_{V,m}$  ? de  $c_{V,masse}$  ?
- 16 Comment calculer la variation d'énergie interne  $\Delta U$  lors d'une transformation à volume constant d'un système passant d'une température  $T_i$  à une température  $T_f$ , connaissant la capacité thermique à volume constant ?
- 17 Donner l'expression de l'énergie interne d'un gaz parfait monoatomique en fonction de  $n$ ,  $R$  et  $T$ .
- 18 Donner l'expression de l'énergie interne molaire  $U_m$  d'un gaz parfait monoatomique. Commenter.
- 19 Donner l'expression de  $C_V$  et  $C_{V,m}$  pour un gaz parfait monoatomique.
- 20 Comment calculer la variation d'énergie interne  $\Delta U$  lors d'une transformation quelconque d'un gaz parfait passant d'une température  $T_i$  à une température  $T_f$ , connaissant la capacité thermique à volume constant ? Même question si on connaît  $C_{V,m}$ .
- 21 Quel est le volume molaire d'un gaz parfait à 20°C et 1bar ? Même question à 0°C et 1bar.
- 22 Que dire (en ODG) du volume molaire d'un gaz par rapport au volume molaire des solides et liquides ?
- 23 Que dire de l'énergie interne molaire  $U_m$  d'une phase condensée incompressible et indilatable ?
- 24 Donner la valeur numérique de la capacité thermique massique de l'eau.
- 25 Comment calculer la variation d'énergie interne  $\Delta U$  lors d'une transformation quelconque d'un solide ou d'un liquide passant d'une température  $T_i$  à une température  $T_f$ , connaissant la capacité thermique à volume constant (que l'on considère indépendante de la température) ? Même question si on connaît  $C_{V,m}$ , et même question si on connaît  $c_{V,masse}$ .

## Chapitre 21 : Premier principe de la thermodynamique

### Questions de cours (à savoir faire sans le cours sous les yeux)

- 26 Définir rapidement une transformation isochore, monotherme, isotherme, monobare, isobare, quasi-statique, mécaniquement réversible, réversible.
- 27 Qu'est-ce qu'un thermostat en thermodynamique ? En donner un exemple.
- 28 Etablir l'expression du travail élémentaire  $\delta W$  des forces de pression extérieures s'exerçant sur un piston mobile d'une enceinte cylindrique horizontale contenant un gaz. Commenter.
- 29 Généralisation : donner l'expression du travail  $W$  des forces de pression au cours d'une transformation d'un état initial  $i$  à un état final  $f$ .
- 30 Donner l'expression de  $W$  dans le cas :
- D'une transformation isochore ;
  - D'une transformation monobare ;
  - D'une transformation mécaniquement réversible ;
  - D'une transformation isobare mécaniquement réversible.
- 31 Etablir l'expression du travail des forces de pression lors d'une transformation isotherme mécaniquement réversible d'un gaz parfait d'un volume  $V_i$  à un volume  $V_f$ .
- 32 Interpréter géométriquement le travail des forces de pression dans un diagramme de Clapeyron.
- 33 Comment appelle-t-on un cycle parcouru dans le sens trigonométrique dans le diagramme de Clapeyron ? Comment appelle-t-on un cycle parcouru dans le sens horaire dans le diagramme de Clapeyron ? Justifier.
- 34 Quels sont les trois types de transferts thermiques ? Les expliquer très rapidement (schéma).
- 35 Qu'est-ce qu'une transformation adiabatique ?
- 36 Corriger les phrases : « On ressent plus la chaleur en été » et « le pic de chaleur de l'été nous permettra-t-il de venir à bout du coronavirus ? ».
- 37 Enoncer très clairement et de façon complète le premier principe de la thermodynamique.
- 38 Comment s'exprime (simplement) le transfert thermique  $Q$  lors d'une transformation isochore d'un système thermodynamique macroscopiquement au repos, les seules forces extérieures étant les forces de pression ?
- 39 Définir l'enthalpie  $H$  d'un système thermodynamique.
- 40 Comment s'exprime (simplement) le transfert thermique  $Q$  lors d'une transformation « à pression constante » les seules forces extérieures étant les forces de pression ? *N.B. : par « pression constante », on entend soit isobare mécaniquement réversible, soit monobare avec, à l'état initial et l'état final,  $P_{int}=P_{ext}$ .*
- 41 Montrer que, pour un gaz parfait,  $H_m=H_m(T)$  (deuxième loi de Joule).
- 42 Expliquer pourquoi, pour les phases incompressibles et indilatables, on peut considérer que  $H_m=H_m(T)$ .
- 43 A  $100^\circ\text{C}$  et à pression atmosphérique, l'enthalpie massique de vaporisation de l'eau liquide est  $L_V=\Delta h_{L\rightarrow V}=2257\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Qu'est-ce que cela signifie ?
- 44 Définir la capacité thermique à pression constante  $C_p$ , la capacité thermique molaire à pression constante  $C_{p,m}$ , et la capacité thermique massique à pression constante  $c_p$ . On donnera à chaque fois les unités.
- 45 Etablir la relation entre  $C_{v,m}$  et  $C_{p,m}$  pour un gaz parfait (relation de Mayer).
- 46 En déduire l'expression de  $C_{p,m}$  pour un gaz parfait monoatomique en fonction de  $R$ . Même question pour un gaz parfait diatomique.
- 47 On pose  $\gamma=\frac{C_{p,m}}{C_{v,m}}$ . Que vaut  $\gamma$  pour un gaz parfait monoatomique ? Pour un gaz parfait diatomique ?
- 48 Exprimer, pour un gaz parfait,  $C_v$  et  $C_p$  en fonction de  $n$ ,  $R$  et  $\gamma$ .
- 49 Que dire de  $C_{v,m}$  et  $C_{p,m}$  pour une phase incompressible et indilatable ?
- 50 Pour une phase incompressible et indilatable, comment calculer  $\Delta H$  connaissant  $\Delta T$  et la capacité thermique  $C$  ? Même question connaissant  $\Delta T$  et  $C_m$ . Même question connaissant  $\Delta T$  et  $c_{masse}$ .
- 51 Donner la valeur de la capacité thermique massique de l'eau liquide.
- 52 **Exprimer le premier principe dans le cas général d'un système thermodynamique fermé subissant une transformation monobare, avec à l'état initial et à l'état final,  $P_{ext}=P_{int}$ .**

## Chapitre 22 : bilan d'entropie : deuxième principe de la thermodynamique

### questions de cours

- a Qu'est-ce qu'une transformation réversible ?
- b Citer les principales causes d'irréversibilité.
- c Donner un exemple de transformation réversible, et un exemple de transformation irréversible. Pour la transformation irréversible, on pourra nommer et décrire une transformation bien connue qui, même rendue quasi-statique, reste irréversible.
- d Énoncer de façon complète et précise le deuxième principe de la thermodynamique.
- e Que dit le deuxième principe pour un système isolé ?
- f Donner la variation d'entropie  $\Delta S$  lors d'une transformation adiabatique réversible. **Justifier.**