

Programme de colle semaine 27 (s23) :

En bref :

- Transition de phase
- Machines thermiques

Notions du programme de PCSI au programme de la semaine :

Notions et contenus	Capacités exigibles
1. Description microscopique et macroscopique d'un système à l'équilibre	
Corps pur diphasé en équilibre. Diagramme de phases (P, T) . Cas de l'équilibre liquide-vapeur : diagramme de Clapeyron (P, v) , titre en vapeur	Analyser un diagramme de phase expérimental (P, T) Proposer un jeu de variables d'état suffisant pour caractériser l'état d'équilibre d'un corps pur diphasé soumis aux seules forces de pression. Positionner les phases dans les diagrammes (P, T) et (P, v) . Déterminer la composition d'un mélange diphasé en un point d'un diagramme (P, v) Expliquer la problématique du stockage des fluides. <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental d'étude des relations entre paramètres d'état d'un fluide à l'équilibre (corps pur monophasé ou sous deux phases).</i>
Équilibre liquide-vapeur de l'eau en présence d'une atmosphère inerte.	Utiliser la notion de pression partielle pour adapter les connaissances sur l'équilibre liquide-vapeur d'un corps pur au cas de l'évaporation en présence d'une atmosphère inerte.
2. Énergie échangée par un système au cours d'une transformation	
Transformation thermodynamique subie par un système.	Définir le système Exploiter les conditions imposées par le milieu extérieur pour déterminer l'état d'équilibre final. Utiliser le vocabulaire usuel : évolutions isochore, isotherme, isobare, monobare, monotherme.
Travail de forces de pression. Transformations isochore, monobare.	Calculer le travail par découpage en travaux élémentaires et sommation sur un chemin donné dans le cas d'une seule variable. Interpréter géométriquement le travail des forces de pression dans un diagramme de Clapeyron.
Transfert thermique. Transformation adiabatique. Thermostat, transformations monotherme et isotherme.	Distinguer qualitativement les trois types de transferts thermiques : conduction, convection et rayonnement. Identifier dans une situation expérimentale le ou les systèmes modélisables par un thermostat. Proposer de manière argumentée le modèle limite le mieux adapté à une situation réelle entre une transformation adiabatique et une transformation isotherme.
3. Premier principe. Bilans d'énergie	
Premier principe de la thermodynamique : $\Delta U + \Delta E_c = Q + W$	Définir un système fermé et établir pour ce système un bilan énergétique faisant intervenir travail W et transfert thermique Q . Exploiter l'extensivité de l'énergie interne. Calculer le transfert thermique Q sur un chemin donné connaissant le travail W et la variation de l'énergie interne U . <i>Mettre en œuvre un protocole expérimental de mesure d'une grandeur thermodynamique énergétique (capacité thermique, enthalpie de fusion...).</i>

Enthalpie d'un système. Capacité thermique à pression constante dans le cas du gaz parfait et d'une phase condensée incompressible et indilatable.	Exprimer l'enthalpie $H_m(T)$ du gaz parfait à partir de l'énergie interne. Comprendre pourquoi l'enthalpie H_m d'une phase condensée peu compressible et peu dilatable peut être considérée comme une fonction de l'unique variable T . Exprimer le premier principe sous forme de bilan d'enthalpie dans le cas d'une transformation monobare avec équilibre mécanique dans l'état initial et dans l'état final. Connaître l'ordre de grandeur de la capacité thermique massique de l'eau liquide.
Enthalpie associée à une transition de phase : enthalpie de fusion, enthalpie de vaporisation, enthalpie de sublimation.	Exploiter l'extensivité de l'enthalpie et réaliser des bilans énergétiques en prenant en compte des transitions de phases.
4. Deuxième principe. Bilans d'entropie	
Deuxième principe : fonction d'état entropie, entropie créée, entropie échangée. $S = S_{éch} + S_{créée}$ avec $S_{éch} = \sum Q_i/T_i$. Variation d'entropie d'un système. Loi de Laplace. Cas particulier d'une transition de phase.	Définir un système fermé et établir pour ce système un bilan entropique. Relier l'existence d'une entropie créée à une ou plusieurs causes physiques de l'irréversibilité. Approche documentaire : interpréter qualitativement l'entropie en terme de désordre en s'appuyant sur la formule de Boltzmann. Utiliser l'expression fournie de la fonction d'état entropie. Exploiter l'extensivité de l'entropie. Connaître la loi de Laplace et ses conditions d'application. Connaître et utiliser la relation entre les variations d'entropie et d'enthalpie associées à une transition de phase : $\Delta h_{12}(T) = T\Delta s_{12}(T)$
5. Machines thermiques	
Application du premier principe et du deuxième principe aux machines thermiques cycliques dithermes : rendement, efficacité, théorème de Carnot.	Donner le sens des échanges énergétiques pour un moteur ou un récepteur thermique ditherme. Analyser un dispositif concret et le modéliser par une machine cyclique ditherme. Définir un rendement ou une efficacité et la relier aux énergies échangées au cours d'un cycle. Justifier et utiliser le théorème de Carnot. Citer quelques ordres de grandeur des rendements des machines thermiques réelles actuelles.
Exemples d'études de machines thermodynamiques réelles à l'aide de diagrammes (p,h).	Utiliser le 1er principe dans un écoulement stationnaire sous la forme $h_2 - h_1 = w_u + q$, pour étudier une machine thermique .

Détail du plan de cours :

Cours 21 : Transition de phases

- Les états du corps pur : définitions, changement d'état, observations expérimentales, variance
- Étude dans le diagramme (P, T) : définitions, équilibre liquide-vapeur en présence d'une atmosphère inerte
- Dans le diagramme de Clapeyron : isothermes d'Andrews, fractions massiques, stockage des fluides
- Enthalpie et entropie de changement d'état

Cours 22 : Les machines thermiques

- Généralités sur les machines thermiques : définition, machine monotherme, machines dithermes, cycle de Carnot

- Diagrammes thermodynamiques : limite des diagrammes (P, T) et (P, v) ; diagramme entropique, diagramme enthalpique de Mollier (P, h)
- Fluide en écoulement dans une machine : Débit massique, machine en écoulement, énoncé du premier principe pour un fluide en écoulement