

Programme de colle

n° 30
du 09 juin au 13 juin

Dernier programme de colle
Merci à tous les colleurs pour leurs participations

Cours

Les parties du cours *en italique* sont des compléments non exigibles.

Physique:

Thermodynamique

Second principe de la thermodynamique

Capacités :

- *Interpréter qualitativement l'entropie en termes de désordre statistique à l'aide de la formule de Boltzmann.*

Interprétation statistique de l'entropie :

- micro-états et macro-états
- équiprobabilité des micro-états d'un système isolé
- nombre de complexions et macro-état observé. Probabilité d'observer d'autres états macroscopiques. Analyse simplifiée de l'expérience de Joule-Gay Lussac.
- Formule de Boltzmann, vérification des propriétés de l'entropie (homogène, additive, extensive et maximale à l'équilibre)
- Retour sur le bilan entropique de l'expérience de Joule Gay Lussac avec la formule de Boltzmann, cohérence avec le bilan « classique ».
- Brève notion d'information manquante (« désordre »)
- Mesure d'une grandeur (moyenne temporelle, moyenne d'ensemble, hypothèse ergodique).

Premier principe industriel

Capacités:

- *Utiliser le 1er principe dans un écoulement stationnaire.*

Débit massique et conservation de la masse :

- Définition du débit massique, expression $D_m = \rho S v \cos \alpha$, forme intégrée sur une surface, sous forme de flux.
- Loi de conservation de la masse pour un système ouvert, cas du régime permanent.

Premier principe industriel :

- Énoncé (version puissance, version massique) du premier principe pour un fluide en écoulement, démonstration.

Détentes :

- Détente de Joule Gay Lussac (étudiée en TD), caractérisation énergétique, cas d'un gaz parfait, première loi de Joule.
- Détente de Joule Thomson, caractérisation énergétique, cas d'un gaz parfait, seconde loi de Joule. *Second principe pour un fluide en écoulement adiabatique*, loi de Laplace dans le cas d'un écoulement réversible d'GP. Caractère irréversible de la détente de Joule Gay Lussac.
- *Caractérisation d'un gaz parfait par détente.*

Applications :

- Puissance maximale utile récupérable dans une turbine.
- Captage de calories.

- Hauteur d'un jet d'eau (relation de Bernoulli par application du TEC)

Changement d'état du corps pur

Capacités :

- 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).
 - Interpréter graphiquement la différence de compressibilité entre un liquide et un gaz à partir d'isothermes expérimentales
 - Déterminer la composition d'un mélange diphasé en un point d'un diagramme (P,v).
 - Définir un système fermé et établir pour ce système un bilan entropique.
 - Exploiter l'extensivité de l'enthalpie et réaliser des bilans énergétiques en prenant en compte des transitions de phases.
 - Connaître et utiliser la relation entre les variations d'entropie et d'enthalpie associées à une transition de phase : $\Delta h_{12}(T) = T \Delta s_{12}(T)$.
- Présentation des changements d'états, rappels de quelques caractéristiques des solides, liquides et gaz.
 - Brefs aspects microscopiques des changements d'états, lien avec l'entropie.
 - vocabulaire associé aux changements d'états. Notion de systèmes diphasés.

Diagramme PT :

- Changements d'états en diagramme (P,T), courbes d'équilibre, noms, positionnement des phases, point triple et point critique.
- Evolutions isobare et isotherme en diagramme (P,T).
- Fluide hypercritique.
- Diagramme de l'eau.

Equilibre liquide vapeur :

- Isothermes d'Andrews, courbe de saturation (ébullition, rosée), pression de vapeur saturante. Constat du caractère quasi incompressible d'un liquide isotherme et de la compressibilité d'un gaz.
- Description d'un état diphasique L-V : fractions massiques, expression des fonctions d'états extensives, théorème des moments.
- Chaleur latente ou enthalpie de vaporisation, interprétation physique.
- Expression des variations d'entropie et d'enthalpie en fonction de $L_v(T)$, puis en fonction de $L_v(T)$ et de la variation dx de la fraction de vapeur associée à une variation de composition isotherme.

Autres équilibres :

- Extension aux autres changements d'états, vocabulaire et définitions associées, dont les enthalpies et entropies de changement d'état.

Application :

- enthalpie de mélange et travail moteur,
- état final d'un état métastable,
- détente isenthalpique d'un fluide (construction de cycles),
- fusion d'un métal.

Chimie:

Chimie de la matière

Cristallographie

Capacités spécifiques :

- Relier les caractéristiques de la liaison métallique (ordre de grandeur énergétique, non directionnalité) aux propriétés macroscopiques des métaux).
 - Relier les caractéristiques des liaisons covalentes, des interactions de van der Waals et des liaisons hydrogène (directionnalité ou non, ordre de grandeur des énergies mises en jeu) et les propriétés macroscopiques des solides correspondants.
 - Relier les caractéristiques de l'interaction ionique dans le cadre du modèle ionique parfait (ordre de grandeur de l'énergie d'interaction, non directionnalité, charge localisée) avec les propriétés macroscopiques des solides ioniques
 - Localiser, dénombrer les sites tétraédriques et octaédriques d'une maille CFC et déterminer leur habitabilité.
- Etats solides, état cristallin.

Cohésion des cristaux :

- Energie de cohésion.
- Quelques propriétés des cristaux métalliques, modèle(s) de la liaison métallique.
- Quelques propriétés des cristaux covalents, interprétation de la cohésion.
- Quelques propriétés des cristaux ioniques, modèle de liaison ionique.

- Cristaux moléculaires, quelques propriétés, rappels des liaisons de Van der Waals et hydrogène.

Géométrie des structures cristallines :

- Description de la géométrie des structures cristallines : réseau, nœuds, maille (primitive, multiple, élémentaire, conventionnelle), motif.
- Définition de la coordinence, de la compacité, de la population, de la masse volumique.
- Modèle des sphères dures, modes d'empilement compact : la structure hexagonale compacte et cubique faces centrées (CFC). Rayons métalliques, ioniques, covalents et de Van der Waals.

Etude de la structure CFC :

- Définition de la maille.
- Sites interstitiels : sites octaédriques et sites tétraédriques, localisation dans la maille.
- Application aux cristaux métalliques dans le modèle des sphères dures :
 - coordinence, population, relation paramètre de maille-rayon métallique, compacité, masse volumique.
 - Dénombrement et habitabilité des sites octaédriques et tétraédriques.

Autres types de cristaux :

- Cristal métallique pseudo-compact : le sodium.
- Cristal ionique de chlorure de sodium : description de la maille et représentation, contact anion cation, coordinence, nombre d'unité formulaire par maille, neutralité électrique, expression du paramètre de maille en fonction des rayons ioniques, *condition (sur les rayons ioniques) de stabilité de la structure, accord avec la mesure de la compacité.*
- Cristal ionique de chlorure de césium : description de la maille, puis idem ci-dessus.
- Cristal covalent : le diamant

Math pour la physique :

Informatique physique :

Questions de Cours sur 7 points

- Définition et expression(s) du débit massique.
- Loi de conservation de la masse pour un système ouvert, cas particulier du régime permanent pour un système à une entrée et une sortie.
- Premier principe pour un fluide en écoulement dans une machine (une entrée et une sortie) : énoncé et démonstration.
- Vocabulaire des changements d'état, nom des courbes dans les diagrammes PT, PV (liquide-vapeur).
- Analyse d'un changement d'état en diagramme PT.
- Analyse du changement d'état liquide vapeur en diagramme de Clapeyron PV.
- Expliquer graphiquement la différence de compressibilité isotherme d'un liquide et d'un gaz.
- Définition et sens des fractions (ou titres) massiques ou molaires (et identité des titres massique et molaire)
- Expressions des grandeurs extensives pour un système diphasique LV.
- Enthalpie de changement d'état : définition, interprétation en termes de transfert thermique.
- Entropie de changement d'état : définition et relation avec l'enthalpie de changement d'état. Signe du transfert thermique avec « l'augmentation du désordre ».
- Cohésion des cristaux métalliques, covalents, ioniques, moléculaires. ODG des énergies de liaison.
- Vocabulaire des structures cristallines : mailles, nœuds, réseau, motif.
- Maille conventionnelle cubique à faces centrées (CFC) : description de la maille, définition et calcul de : population, compacité coordinence, masse volumique.
- Sites interstitiels : définitions, localisation des sites tétraédriques ou octaédriques de la structure CFC, dénombrement. Définition et calcul de l'habitabilité.

Informatique :

Rem : suivant la longueur (et ou la difficulté de la question de cours), celle-ci peut comporter un ou plusieurs des points précédents...ou d'autres, au choix de l'interrogateur.

Travaux Pratiques

TP Physique : TP de thermodynamique (changement d'état, mesure de $P_{sat}(T)$, mesure de ΔH_{vap} , mesure de capacités thermiques, mesure de l'enthalpie de fusion de l'eau, mesure de γ).

Capacités : cf texte TP.

Exercices

- Tout exercice sur le premier principe avec ou sans écoulement de fluides.
- Tout sur le second principe.
- Tout exercice de cristallographie centré sur les structures cubiques.

Sanctionner

- La méconnaissance des définitions, des énoncés des théorèmes ou expressions fondamentales et plus généralement du cours.

Valoriser

- La prise d'initiative dans la recherche d'une solution.
- La justification soignée des arguments développés.
- La qualité de l'expression.
- Les figures soignées.
- Les calculs justes !

Informatique :

- Vous pouvez utiliser du code python dans vos exercices.

Compte rendu

Dès lors que le colleur attribue une **note inférieure ou égale à 10** à un étudiant, celui-ci (l'étudiant) doit me faire un rapport de colle donnant la question de cours et l'énoncé de l'exercice. Il doit sur ce rapport rédiger la question de cours et la solution à l'exercice.

Je remercie donc **les colleurs de dire aux étudiants en fin de colle s'ils ont un rapport à faire.**

Avertissement aux étudiants :

si vous ne faites pas le rapport dans la semaine qui suit la colle, la note sera divisée par 2 !

Rappels :

- Les programmes de colles sont valables 2 semaines (cours et exercices).
- Les parties du cours en italique ne sont pas exigibles en question de cours, mais peuvent faire l'objet d'exercices, en rappelant certains résultats ou en guidant pour les retrouver.
- Les points indiqués « question de cours » ne sont que des suggestions pour le colleur et des exemples pour les étudiants. En aucun cas ils n'indiquent que les points de cours à savoir !

Précisions :

- Il n'y a pas de barème pour l'exercice. L'examineur dispose en effet de points supplémentaires qu'il affecte selon la prestation de l'étudiant dans la limite toutefois d'une note globale ne dépassant pas 24, ramenée au final sur 20 bien entendu.