

# Programme de colle

n° 30

du 10 juin au 14 juin

Dernier programme de l'année.

## Cours

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

### Physique:

#### Thermodynamique

#### Premier principe industriel

##### Capacités:

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

##### 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 (1<sup>er</sup> principe avec recherche d'une loi T(x) en régime stationnaire).
- *Hauteur d'un jet d'eau (relation de Bernoulli par application du TEC)*

#### Machines thermiques

##### Capacités spécifiques :

- *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.*
- *Utiliser le 1er principe dans un écoulement stationnaire sous la forme  $h_2 - h_1 = w_u + q$ , pour étudier une machine thermique ditherme.*

- Approche historique des machines thermiques.

##### Modélisation par sources externes du fonctionnement des machines

- Représentation schématique des transferts énergétiques, impossibilité du moteur monotherme.
- Modélisation des échanges thermiques, analyse du fonctionnement d'une machine ditherme en diagramme de Raveau.
- Définition de l'efficacité et du rendement, application au moteur, réfrigérateur et pompe à chaleur.
- Théorème de Carnot. Valeurs d'efficacité et de rendement.
- Cycle de Carnot, calcul du rendement en diagramme entropique puis en diagramme de Clapeyron dans le cas d'un GP (cas d'un moteur).

##### Etude plus détaillée du fonctionnement des machines

- Analyse du fonctionnement d'un moteur 4 temps essence selon le cycle de Beau de Rochas, calcul simplifié du rendement, cycle d'un moteur Diesel. Rendements d'un moteur essence et diésel.
- Principe des pompes à chaleurs (circuits primaire et secondaires, constitution d'une PAC, type de captage) puis des réfrigérateurs.  
Description du cycle avec compresseur, échangeurs thermiques et détenteur. Calcul d'efficacité sans changement d'état. Valeurs de COP de machines réelles.

Illustration de l'intérêt d'utiliser une pompe à chaleur pour se chauffer par rapport à un chauffage « direct » type électrique.

#### Cogénération

- Définition de la cogénération.
- Exemple de cogénération : schéma de principe de la cogénération dans une production d'électricité et de chauffage.

### 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 6 points

- Impossibilité d'un moteur cyclique monotherme.
- Analyse du fonctionnement d'une machine ditherme (diagramme de Raveaux).

- Définition du rendement ou efficacité d'une machine ditherme, expression en fonction des transferts énergétiques.
- Énoncé et démonstration du théorème de Carnot (non restreint au moteur !)
- Principe d'un moteur essence 4T. Tracé du cycle de Beau de Rochas.
- Fonctionnement d'un réfrigérateur ou d'une PAC (les 4 éléments principaux, leurs rôles).
- Vocabulaire des structures cristallines : mailles, nœuds, réseau, motif.
- Maille conventionnelle cubique à faces centrées (CFC) : description de la maille, population, compacité, coordination, masse volumique.

**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  $\Delta H_{vap}$ , mesure de capacités thermiques, mesure de l'enthalpie de fusion de l'eau, mesure de  $\gamma$ ).

*Capacités : cf texte TP.*

## Exercices

Tout exercice de thermodynamique (sans changement d'état).

## Compte rendu

Dès lors que le colleur attribue une **note inférieure 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 donner les notes aux étudiants en fin de colle ainsi que la question de cours et l'énoncé de l'exercice en cas de note inférieure à 10.**

**Avertissement aux étudiants :**

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

## Notation

Vous êtes libre dans l'appréciation de la prestation de l'étudiant. Toutefois je souhaite que vous :

### Sanctionnez

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

**A terme, soit dès le début du second semestre, tout étudiant ne connaissant pas son cours (y compris le cours des programmes antérieurs) se verra attribué une note inférieure à 10.** Toutefois le questionnement du cours hors programme de colle doit intervenir dans le cadre d'un exercice portant sur le programme de colle actuel et ne peut faire l'objet d'une question spécifique.

**Ex :** sur un programme de méca portant sur le TEC, on ne peut pas poser de questions de cours sur l'optique, les ondes etc. Mais si l'exercice porte sur la mesure d'une vitesse par effet Doppler par exemple, ceci devient possible dans le cadre de l'exercice.

### Valorisez

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

### Informatique :

- Vous pouvez utiliser l'info dans vos exercices.

### 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.