

# Programme de colle

n° 29  
du 03 juin au 07 juin

## Cours

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

### Physique:

### Thermodynamique

#### Premier principe de la thermodynamique

##### Premier principe sur une évolution monobare

- Expression du premier principe dans le cas d'une transformation monobare avec équilibre à l'état initial et à l'état final. Cas d'une évolution isobare.
- Application : Notions brèves de calorimétrie :
  - méthode des « mélanges »
  - méthode électrique, valeur de la capacité thermique massique de l'eau liquide.

##### Loi de Laplace :

- énoncé et démonstration à partir du premier principe, les différentes formes.
- Comparaison des compressions isotherme et adiabatique quasi-statique en diagramme de Clapeyron.
- *Exemple* : petites oscillations adiabatiques d'un piston.

#### Second principe de la thermodynamique

##### Capacités :

- *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.*
- *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.*

##### Transformations impossibles

- Exemples de transformations spontanées impossibles.
- Notion de réversibilité, causes d'irréversibilité, transformations réversibles.

##### Second principe :

Énoncé du second principe, propriétés de l'entropie (fonction d'état, extensive et additive).

Quelques conséquences :

- l'entropie d'un système isolé est maximale à l'équilibre (brève mention du désordre), différence avec un système en évolution adiabatique.
- Première et seconde identité thermodynamique
- *Définitions thermodynamiques de  $P$  et  $T$ .*
- Sens spontané du transfert thermique entre deux corps, sens spontané du transfert de travail de pression entre deux corps.
- Sens spontané du transfert de travail de pression
- *Entropie maximale et équilibre thermique*
- *Minimum de production d'entropie et loi d'évolution*

##### Entropie de systèmes modèles :

Expression de l'entropie pour les systèmes modèles (et mention du 3<sup>ème</sup> principe) :

- Gaz parfaits
- phases condensées.

##### Notions de thermostats :

- définition d'un thermostat (physique), conséquence
- réalisation pratique (mise en contact thermique de deux corps, comparaison des capacités thermiques)

#### Quelques applications :

- Une transformation isentropique d'un GP est équivalente à la loi de Laplace.
- Isobare en diagramme entropique.
- Oscillations adiabatiques
- Cycle d'un GP avec évolutions adiabatique réversible

#### Exemples de bilans entropiques :

- mise en contact thermique d'un GP avec un thermostat sur une évolution isochore : caractère irréversible de l'évolution. Cas d'un faible écart de température, csq sur la réversibilité d'une transformation avec écart fini de températures.
- création d'entropie dans une résistance électrique dans les deux cas suivants :
  - a) elle est thermostatée,
  - b) elle est thermiquement isolée.
- entrée d'air dans un récipient.

#### 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 se 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 :

- Enoncé (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)~~

## Chimie:

## Math pour la physique :

## Informatique physique :

## Questions de Cours sur 6 points

- Premier principe sur une évolution monobare.
- Mesure de la capacité thermique d'un solide (méthode des mélanges).
- Énoncé et démo de la loi de Laplace à partir du premier principe (il faut pouvoir passer rapidement d'un jeu de paramètres à un autre).
- Notion d'évolutions réversibles, irréversibles.
- Énoncé du second principe.
- Entropie de systèmes modèles (GP, phases incompressibles) : il faut savoir les obtenir pour les colles.
- Sens spontané du transfert thermique entre deux corps (démo).
- Définition (simple) d'un thermostat. Réalisation pratique d'un thermostat (démo).
- Établir le caractère irréversible de la mise en équilibre thermique d'un corps avec un thermostat.
- Loi(s) de Laplace à partir du second principe (énoncé et démo).
- 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

**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 sur le premier principe (hors écoulement).

Début des exercices sur le second principe.

Tout exercice d'oxydoréduction.

## 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.