

3P011 : Thermodynamique et thermostatistique

Responsable de l'UE : **Xavier Leyronas**
Laboratoire de Physique Statistique – E238
Ecole Normale Supérieure
24 rue Lhomond
75231 Paris Cedex 05
Téléphone : +33 1 44 32 34 76
leyronas@lps.ens.fr

1. Descriptif de l'UE

1. Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux : **24h CM, 24h TD dont 2h TP (pour le parcours à distance, voir 2f)**

Nombre de crédits de l'UE : **6 ECTS**

Mention : **Physique**

Périodes d'enseignement : **S5 (pour le parcours à distance, voir 2f)**

Pré-requis :

- Eléments de mécanique classique : bilan de forces, travail d'une force, énergie cinétique et énergie potentielle
- Eléments de thermodynamique : notions de travail et chaleur, premier principe
- Outils mathématiques : fonctions à plusieurs variables, dérivée de fonction composée, bases de dénombrement

2. Présentation pédagogique de l'UE

a) Thèmes abordés

Première partie : Thermodynamique (7 ou 8 cours)

1. Description classique d'un système thermodynamique. Notion d'énergie interne. Exemples de travail (forces de pression et autres). « Travail chimique » et introduction du potentiel chimique.
2. Etat d'équilibre d'un système. Transformation thermodynamique. Premier principe.
3. Entropie. Second principe. Notion d'irréversibilité. Identité thermodynamique. Définition des grandeurs intensives. Equilibre entre deux systèmes.
4. Techniques de la thermodynamique : fonctions de plusieurs variables, coefficients calorimétriques.
5. Fonctions thermodynamiques : enthalpie, énergie libre, enthalpie libre
6. Transitions de phase des corps purs : équilibre liquide-vapeur et autres exemples.
7. Solutions diluées. Pression osmotique. Description thermodynamique des réactions chimiques.

Deuxième partie : Introduction à la physique statistique (4 ou 5 cours)

On étudiera essentiellement le cas des gaz de particules.

1. Description microscopique classique d'un système. Collisions. Libre parcours moyen. Section efficace. Thermalisation.
2. Distribution gaussienne des vitesses. Vitesse moyenne. Energie moyenne. Interprétation cinétique de la température et de la pression.
3. Loi des grands nombres. Théorème centrale limite. Fluctuations.
4. Introduction du facteur de Boltzmann, exemple du système à deux niveaux.

5. Description statistique d'un système : état macroscopique vs micro-états, définition statistique de l'entropie

b) Acquis attendus

1. Connaître les ordres de grandeurs associés à la description microscopique d'un système thermodynamique (masse et vitesse des particules, distance entre particules) pour des gaz, liquides et solides.
2. Connaître les notions de base de la thermodynamique : état d'équilibre, transformation quasistatique, réversible ou irréversible, grandeurs extensives et intensives, coefficients calorimétriques.
3. Savoir appliquer les principes de la thermodynamique à des exemples simples.
4. Connaître les fonctions thermodynamiques usuelles et leur rôle. Relation de Gibbs-Duhem.
5. Savoir manipuler les fonctions de plusieurs variables (dérivées de fonction composées, changement de variables, relation de Maxwell, ...).
6. Décrire l'équilibre entre plusieurs phases. Connaître la notion de chaleur latente et la relation de Clapeyron.
7. Savoir écrire le potentiel chimique d'un corps dans un mélange. Connaître la notion pression osmotique.
8. Connaître la définition microscopique de la température et de la pression.
9. Connaître la distribution des vitesses dans un gaz. Comprendre les notions de valeur moyenne et de fluctuation.
10. Connaître le facteur de Boltzmann, calculer les grandeurs thermodynamiques pour un système à deux niveaux.
11. Connaître la définition statistique de l'entropie.

c) Organisation pédagogique (pour le parcours à distance, voir 2f)

12 cours de 2 h – 12 TD de 2h– 1 TP numérique lors d'une séance de TD.

d) Modalités d'évaluation (pour le parcours à distance, voir 2f)

Contrôle continu	40
TP	-
Examen écrit	60
Total	100

e) Ouvrages de référence

-

f) Enseignement à distance :

Pour la formation à distance, l'enseignement se déroule sur l'année.

Volumes horaires globaux : 2 séances de P de 4h au mois de janvier, avec compte rendu ; 3 devoirs maison; examen en juin.

les notes de cours seront détaillées dans un fascicule fourni aux étudiants. Le contenu est identique à celui de l'UE en présentiel (mais l'ordre présenté ici ne sera pas forcément celui du fascicule).

L'étudiant(e) dispose également d'une série d'exercices corrigés. Il(elle) aura 3 devoirs à préparer à la maison, à rendre à échéances fixes : généralement début février, début mars et début avril. Ces 3

devoirs sont corrigés et un corrigé détaillé est renvoyé une dizaine de jours après. Une plateforme web avec un forum interactif est aussi mise à disposition. L'étudiant(e) peut y poser ses questions, interagir avec l'équipe enseignante et avec d'autres étudiant(e)s.

Modalités d'évaluation parcours à distance

Note de contrôle continu	40 ^(a)
TP	-
Examen écrit	60
Total	100

^(a) **Attention**, pour le parcours à distance, la note de CC se décompose en 2 parties :

- Expériences en laboratoire (TP) 20/100
- Devoirs maison : 20/100

