

## Programme de colles Physique PC\* - Semaine 1

Une colle comportera :

- une question de cours à traiter en moins de 15 minutes,
- un exercice.

Une question de cours non sue entrainera une note inférieure à la moyenne.

Un ou deux calculs d'opérateurs seront par ailleurs demandé en début de colle.

*Les démonstrations à savoir (questions de cours - non exhaustives - typiques pouvant être posées par l'examinateur) sont marquées en rouge et introduites par le symbole ☞.*

### Chapitre 0

## Outils mathématiques

- 1 Valeur moyenne d'une fonction périodique**
- 2 Résolution d'une équation différentielle linéaire à coefficients constants**

EQD d'ordre 1 et d'ordre 2 avec second membre constant, EQD linéaire avec second membre sinusoidal

### **3 Rappels de cinématique**

Coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques (bases à connaître)

Surfaces et volumes courants à connaître par cœur.

### **4 Champs de scalaires et de vecteurs**

Circulation, flux (et orientation d'une surface)

### **5 Opérateurs différentiels**

☞ L'examinateur posera un ou plusieurs calculs d'opérateurs différentiels pendant la colle.

#### **5.1 Opérateur gradient**

Connaître l'interprétation physique, la définition, l'expression en coordonnées cartésiennes et cylindriques.

#### **5.2 Opérateur rotationnel**

Théorème de Stokes, savoir calculer le rotationnel en coordonnées cartésiennes.

#### **5.3 Opérateur divergence**

Théorème de Green-Ostrogradsky, savoir calculer la divergence en coordonnées cartésiennes.

#### **5.4 Opérateur laplacien**

Savoir calculer le laplacien en coordonnées cartésiennes.

### Thermodynamique 1

## Thermodynamique Sup

- 1 Introduction**
- 2 Définitions**
- 3 Descriptions microscopique et macroscopique d'un système à l'équilibre**

libre parcours moyen, vitesse quadratique moyenne, pression cinétique

### **4 Calcul du travail des forces de pression sur un fluide**

à savoir faire pour une transformation monobare/isobare, isotherme, adiabatique réversible et isochore

### **5 Bilan d'une fonction d'état extensive**

### **6 Premier principe de la thermodynamique**

### **7 Énergie interne et enthalpie**

Connaître les variations pour un gaz parfait et une phase condensée

### **8 Lois de Laplace**

### **9 Changements d'états**

Connaître la variation d'enthalpie

### **10 Deuxième principe de la thermodynamique**

Les variations de  $S$  doivent être données. Par contre il faut connaître  $\Delta S$  pour un changement d'état.

Les identités thermodynamiques sont hors-programme.

### **11 Machines thermiques**

☞ Démonstration des rendements/efficacités maximaux d'une machine ditherme + connaître par cœur ces expressions

### **12 Corps pur diphasé en équilibre**

Allure de l'état du corps pur en diagramme (P,T) à connaître dans le cas général et dans le cas de l'eau.

Étude de l'équilibre liquide vapeur en diagramme (P,v), notion de pression de vapeur saturante, théorème des moments.

### Thermodynamique 2

## Systèmes ouverts en régime stationnaire

### **1 Généralités**

#### **1.1 Système ouvert - système fermé**

#### **1.2 Débit volumique et débit massique**

### **2 Étude des systèmes ouverts en régime stationnaire**

#### **2.1 Position du problème : écoulement en régime permanent**

#### **2.2 Bilan d'une fonction d'état extensive pour ( $S^*$ )**

#### **2.3 Bilan de masse**

Il faut savoir démontrer que le débit massique est conservé en régime stationnaire

#### **2.4 Bilan d'énergie**

☞ Démonstration du premier principe pour un écoulement à connaître + savoir énoncer ce principe

#### **2.5 Bilan d'entropie**

☞ Démonstration du deuxième principe pour un écoulement à connaître + savoir énoncer ce principe

#### **2.6 Application 1 : détente de Joule-Kelvin**

#### **2.7 Application 2 : Accélération isentropique d'un gaz dans une tuyère**

### **3 Étude de machines thermiques réelles à l'aide de diagrammes (P,h)**

Savoir lire un diagramme ( $P, h$ ), connaître le théorème des moments, utiliser un diagramme ( $P, h$ ) pour calculer à l'aide du premier principe pour un écoulement les transferts énergétiques lors des différentes transformations d'un cycle.

### **4 Étude de machines thermiques réelles à l'aide de diagrammes (T,s)**

Mêmes remarques que précédemment.

## Diffusion de particules

### 1 Débit de particules à travers une surface - Flux de particules

- 1.1 Débit de particules à travers une surface
- 1.2 Flux de particules et vecteur densité de flux de particules
- 1.3 Loi de Fick

connaître la loi, l'interprétation physique, les grandeurs et les dimensions

### 2 Bilans de particules

#### 2.1 Bilan local de particules dans le cas d'un transport de matière unidimensionnel en géométrie cartésienne

☞ Connaître l'équation locale de conservation du nombre de particules à 1D et la généralisation à 3D. Savoir la redémontrer à 1D.

#### 2.2 Bilan local de particules dans le cas d'un transport radial en géométrie cylindrique

☞ Connaître la démonstration.

#### 2.3 Bilan local de particules dans le cas d'un transport radial en géométrie sphérique

☞ Connaître la démonstration.

#### 2.4 Bilan local de particules dans le cas général

La démonstration a été vue dans le cas général mais n'est pas exigible (sauf pour X-ENS).

#### 2.5 Cas du régime stationnaire en l'absence de sources internes

### 3 Équation locale de diffusion

#### 3.1 Démonstration dans le cas unidimensionnel en géométrie cartésienne

☞ Connaître l'équation locale de diffusion à 1D et la généralisation à 3D. Savoir la redémontrer à 1D.

#### 3.2 Démonstration dans le d'une diffusion radiale en géométrie cylindrique

☞ Démonstration à connaître

#### 3.3 Démonstration dans le d'une diffusion radiale en géométrie sphérique

☞ Démonstration à connaître

#### 3.4 Analyse de l'équation de diffusion

#### 3.5 Conditions aux limites

#### 3.6 Exemples de résolution de l'équation de diffusion en régime stationnaire

☞ Résolution pour une géométrie cartésienne, pour une géométrie cylindrique et pour une géométrie sphérique. Notion de résistance de diffusion. Les deux méthodes pour établir la résistance de diffusion doivent être connues.

#### 3.7 Résolution en régime variable

La résolution par méthode d'Euler n'a pas encore été vue (capacité numérique traitée ultérieurement).

### 4 Approche microscopique de la diffusion

#### 4.1 Marche aléatoire

☞ Marche aléatoire à 1D : savoir retrouver la distance quadratique moyenne parcourue et en déduire l'expression microscopique du coefficient de diffusion associé.

La capacité numérique sur la marche aléatoire n'a pas encore été vue.

#### 4.2 Phénomène de transport dans un gaz

☞ Savoir exprimer le libre parcours moyen en fonction de la densité volumique de particules et de la section efficace pour le modèle de sphères dures.

☞ Savoir démontrer l'expression du coefficient de diffusion à partir d'une approche microscopique proche de celle de la pression cinétique (pour les colleurs, le cas simple où 1/6 des particules traversent la surface dans

une direction, a été abordé mais la démonstration avec angle solide n'est pas au programme!)

## Traitement des incertitudes

Évaluations de type A et B, calculs des reports d'incertitudes par les formules et par simulation de Monte-Carlo, par contre pas de régression linéaire avec simulation Monte-Carlo cette semaine.