

# **Physique, écologie sociale, table des matières**

## **(première et deuxième année, 2016-2017)**

### **UE1.1, Sciences 1, Physique 1, généralités**

#### **Chapitre 1 : la physique, définition et champs d'action**

- ✓ 1 Définition de la physique
  - 1.1 Définition
  - 1.2 La physique, une science exacte
  - 1.3 Champ d'action de la physique et rapport de la physique avec les autres sciences
- ✓ 2 Méthode de la physique
  - 2.1 Les notions
  - 2.2 Les lois et les principes
  - 2.3 Les modèles
  - 2.4 Les théories
  - 2.5 La méthode scientifique
- ✓ 3 Domaines de la physique

#### **Chapitre 2 : matière et rayonnements**

- ✓ 1 Matière et rayonnements, généralités
  - 1.1 Matière
  - 1.2 Rayonnements
  - 1.3 Ondes
- ✓ 2 Petit historique : des théories primitives de la matière à l'hypothèse atomique
- ✓ 3 La matière possède une masse. Notion de masse
  - 3.1 Masse inerte
  - 3.2 Masse grave
- ✓ 4 Organisation de la matière depuis l'échelle macroscopique jusqu'à l'échelle atomique
  - 4.1 États ou phases de la matière
  - 4.2 Corps purs et mélanges
  - 4.3 Molécules et atomes
  - 4.4 Mélanges
  - 4.5 Corps purs
- ✓ 5 États macroscopiques de la matière et organisation atomique
  - 5.1 État solide
  - 5.2 État liquide
  - 5.3 État gazeux
  - 5.4 Transitions de phase ou changements d'états
  - 5.5 notion de température

- 5.6 notion de pression
- 5.7 Diagramme des phases d'un corps pur
- 5.8 Chaleur latente
- 5.9 L'état de la matière le plus fréquent dans l'Univers
- ✓ 6 L'état gazeux : notion de môle
  - 6.1 Hypothèse d'Avogadro : nombre d'Avogadro
  - 6.2 Notion de molécule-gramme
  - 6.3 Une détermination expérimentale du nombre d'Avogadro
  - 6.4 Définition de la môle
  - 6.5 De l'immensité cachée de la mole
- ✓ 7 Notions élémentaires d'électricité
  - 7.1 Les charges positives et négatives
  - 7.2 La nature de l'électricité
  - 7.3 La mesure de la charge
  - 7.4 La quantification de la charge
  - 7.5 La conservation de la charge
  - 7.6 La séparation de la charge
  - 7.7 Les isolants et les conducteurs
  - 7.8 Force de Coulomb entre particules chargées
  - 7.9 Le champ électrique
  - 7.10 Notion de potentiel électrique et de différence de potentiel
  - 7.11 Le courant électrique
  - 7.12 Notion de résistance
  - 7.13 Effet Joule
- ✓ 8 Notions élémentaires de magnétisme
  - 8.1 La découverte de la force magnétique
  - 8.2 Le magnétisme terrestre : petit historique
  - 8.3 Il n'y a pas de monopôles magnétiques
- ✓ 9 Notions élémentaires d'électromagnétisme
  - 9.1 Lien entre force électrique et force magnétique
  - 9.2 La découverte de l'induction magnétique
  - 9.3 Maxwell et l'électromagnétisme
  - 9.4 Générateur électrique
  - 9.5 Les transformateurs
- ✓ 10 Les ondes, généralités
  - 10.1 Origine et propagation d'un phénomène ondulatoire
  - 10.2 Grandeurs fondamentales caractérisant une onde (non nécessairement sinusoïdale)
  - 10.3 Ondes acoustiques
  - 10.4 La lumière et les ondes électromagnétiques
- ✓ Annexe : notion de masse en physique
  - Introduction
  - Masse et pesanteur

- Masse et inertie
- Masse et énergie
- Masse et interactions

## **Chapitre 3 : radioactivité et structure de l'atome**

- ✓ 1 Historique de la radioactivité et de la mise en évidence de la structure de l'atome
  - 1.1 Introduction
  - 1.2 Chronologie des découvertes
  - 1.3 Découverte de l'électron
  - 1.4 Nature des particules alpha
  - 1.5 Rutherford et la découverte du noyau
  - 1.6 Rutherford et la découverte du proton
  - 1.7 Le modèle atomique de Rutherford
  - 1.8 Chadwick et la découverte du neutron
- ✓ 2 L'atome, avant la mécanique quantique
  - 2.1 Généralités
  - 2.2 élément chimique
  - 2.3 Isotopes
  - 2.4 Unité de masse atomique
  - 2.5 Abondance des éléments
  - 2.6 Origine des éléments chimiques : nucléosynthèse
- ✓ 3 Naissance de la physique moderne
  - 3.1 Problème de l'instabilité de l'atome
  - 3.2 Deux petits nuages...
  - 3.3 Le spectre de l'atome d'hydrogène, à la base du modèle atomique de Bohr
  - 3.4 La lumière, à la base de la relativité d'Einstein
  - 3.5 La catastrophe ultraviolette
  - 3.6 L'effet photoélectrique
  - 3.7 La double nature de la lumière
  - 3.8 Double nature de la matière
- ✓ 4 L'atome en mécanique quantique
  - 4.1 Principes généraux de la mécanique quantique
  - 4.2 L'atome d'hydrogène : les orbitales électroniques
  - 4.3 Atomes hydrogènoïdes (à un seul électron)
  - 4.4 Atomes à plusieurs électrons
  - 4.4 Structure du tableau périodique des éléments, configuration électronique des éléments
  - 4.5 Principales familles
  - 4.6 Les modèles atomiques, résumé
- ✓ 5 Peut-on « voir » et manipuler les atomes ?
- ✓ 6 Le noyau atomique
  - 6.1 Trois forces en action dans le noyau et leur hiérarchie

- 6.2 Stabilité et instabilité des noyaux
- 6.3 Diagramme de stabilité des nucléides

## **Chapitre 4 : le modèle standard de la physique des particules**

- ✓ Vers l'infiniment petit : physique des particules élémentaires
  - L'antimatière
  - Énergie et masse des particules élémentaires
  - L'électron-volt, une unité de masse énergie adaptée à la physique nucléaire
  - Une source naturelle de particules élémentaires « exotiques » : le rayonnement cosmique
  - Les quarks
  - Les leptons
  - Les bosons de jauge
  - Boson de Higgs
- ✓ Expériences menées au LHC
  - Objectifs du LHC
- ✓ Physique des neutrinos et expériences en cours
  - Observation des neutrinos

## **Chapitre 5 : le système international des unités (SI)**

- ✓ 1 Sources principales
- ✓ 2 Physique et mesure
- ✓ 3 Genèse du Système International des unités (SI)
  - 3.1 Préhistoire du système métrique (d'après Bigourdan, Le système métrique des poids et des mesures)
  - 3.2 Histoire du système international
- ✓ Les deux classes d'unités SI
- ✓ Unités SI de base
  - 4.1 Unité de longueur (mètre)
  - 4.2 Unité de masse (kilogramme)
  - 4.3 Unité de temps (seconde)
  - 4.4 Unité de courant électrique (ampère)
  - 4.5 Unité de température thermodynamique (kelvin)
  - 4.6 Unité de quantité de matière (mole)
  - 4.7 Unité d'intensité lumineuse (candela)
  - 4.8 Unités de base et Symboles des unités de base
- ✓ 5 Unités SI dérivées
  - 5.1 Unités exprimées à partir des unités de base
  - 5.2 Unités ayant des noms spéciaux et des symboles particuliers ; unités utilisant des unités ayant des noms spéciaux et des symboles particuliers
  - 5.3 Quelques unités particulières pour la notion d'énergie
- ✓ 6 Ordres de grandeurs en physique
- ✓ 7 Multiples et sous-multiples décimaux des unités SI : préfixes SI
- ✓ 8 Etalons auxiliaires

- ✓ 9 Constantes physiques
- ✓ 10 Analyse dimensionnelle
- ✓ Annexe 1 : étymologie des noms d'unités
- ✓ Annexe 2 : typographie des unités

# UE2.4, Sciences 2, Physique 2, l'énergie nucléaire

## Chapitre 1 : la radioactivité et ses effets

- ✓ 1 Définition de la radioactivité
- ✓ 2 Lois de conservation : lois de Soddy
- ✓ 3 Énergie et masse des particules élémentaires
  - 3.1 L'électron-volt, une unité d'énergie adaptée à la physique nucléaire
- ✓ 4 Radioactivité alpha
  - 4.1 Définition et caractéristiques générales
  - 4.2 L'effet tunnel à l'origine de la radioactivité  $\alpha$
  - 4.3 Parcours des alphas : un bulldozer atomique très ionisant, le long d'un bref parcours
- ✓ 5 Radioactivité bêta
  - 5.1 Définition et caractéristiques générales
  - 5.2 La capture électronique, un mode mineur, alternative de la radioactivité bêta-plus
  - 5.3 L'interaction faible à l'origine de la radioactivité bêta et de la capture électronique
  - 5.4 Parcours des bêtas : un parcours court et chaotique
- ✓ 6 Radioactivité gamma
  - 6.1 Parcours des gammas : un rayonnement pénétrant que l'on atténue ...
- ✓ 7 Loi de décroissance radioactive
  - 7.1 Caractère aléatoire d'une désintégration radioactive
  - 7.2 La constante radioactive
  - 7.3 Loi de décroissance radioactive
  - 7.5 Courbe de décroissance et constante de temps  $\tau$ .
  - 7.6 Activité d'un échantillon radioactif.
- ✓ 8 La radioactivité autour de nous
- ✓ 9 La radioactivité naturelle
  - 9.1 Une Source naturelle de rayonnements ionisants : le rayonnement cosmique
  - 9.2 Une application de la radioactivité naturelle : la datation au carbone 14
  - 9.3 Radioactivité tellurique et radon
  - 9.4 Le corps humain est radioactif
  - 9.5 Éruptions volcaniques et éléments radioactifs
- ✓ 10 Radioactivité artificielle
- ✓ 11 Effets physiologiques des rayonnements ionisants
  - 11.1 Définition des rayonnements ionisants
  - 11.2 Types de rayonnements ionisants

- 11.3 Dangers des rayonnements ionisants
- 11.4 Irradiation ou contamination
- 11.5 Risques liés à l'irradiation
- 11.6 Risques liés à la contamination
- ✓ 12 Mesure des rayonnements ionisants et de leurs effets
  - 12.1 Dose absorbée de rayonnement ionisant
  - 12.2 Dose équivalente
  - 12.3 Dose efficace
  - 12.4 Niveaux d'exposition et limites d'exposition
  - 12.5 Bilan des rayonnements reçus par année
  - 12.6 Expositions aiguës et expositions chroniques
  - 12.7 Effets probables selon la dose reçue et la période d'exposition
  - 12.8 Effets biologiques d'une exposition à des rayonnements ionisants
  - 12.9 Conséquences d'une exposition aux rayonnements ionisants sur la santé
  - 12.10 Réaction du métabolisme lors d'une irradiation localisée
  - 12.11 Réaction du métabolisme lors d'une irradiation globale

## **Chapitre 2 : l'énergie nucléaire et son utilisation**

- ✓ 1 Définition et applications de l'énergie nucléaire
  - 1.1 Définition
  - 1.2 Applications : nucléaire civil et militaire
  - 1.3 Part de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité
- ✓ 2 Réactions nucléaires
  - 2.1 Réactions de fission
  - 2.2 Réactions de fusion
  - 2.3 Energie dégagée par les réactions nucléaires
- ✓ 3 Réactions de fission en chaîne
  - 3.1 Principe de la réaction en chaîne
  - 3.2 évolution des réactions de fission
- ✓ 4 Anatomie et fonctionnement normal d'une centrale nucléaire à fission
  - 4.1 Définition et principe de fonctionnement
  - 4.2 Description générale
  - 4.3 Principes de fonctionnement
  - 4.4 Combustibles nucléaires
  - 4.5 La vitesse des neutrons doit être modérée
  - 4.6 Le contrôle de la réaction
  - 4.7 Générations de réacteurs nucléaires
  - 4.8 Réacteur de génération II à eau bouillante
  - 4.9 Réacteur de génération II à eau pressurisée
  - 4.10 Des réacteurs de quatrième génération
  - 4.11 Aéroréfrigérants
- ✓ 5 Les barrières d'étanchéité des centrales nucléaires



- 5.1 La première barrière d'étanchéité : la gaine du combustible
- 5.2 La deuxième barrière d'étanchéité : le circuit primaire
- 5.3 L'étanchéité de l'enceinte de confinement
- 5.4 Un cas extrême d'accident nucléaire : la fonte du cœur du réacteur.
- ✓ 6 Bilan des rejets des centrales en fonctionnement normal
  - 6.1 La nature et l'origine des rejets
  - 6.2 Les effluents liquides
  - 6.3 Les effluents gazeux
  - 6.4 Le problème du tritium
- ✓ 7 Le cycle du combustible
  - 7.1 L'amont du cycle : de l'extraction de l'uranium à la fabrication du combustible
  - 7.2 Le cœur du cycle : le passage du combustible dans le réacteur
  - 7.3 L'aval du cycle
  - 7.4 Gestion du combustible utilisé
- ✓ 8 Dangerosité du nucléaire
  - 8.1 Échelle internationale des événements nucléaires
- ✓ 9 L'accident de Three Mile Island
  - 9.1 TMI : circonstances : un cumul de défaillances ...
  - 9.2 Une fusion du cœur et un rejet limité de radioactivité
  - 9.3 La séquence des événements
  - 9.4 Améliorations et leçons tirées de Three Mile Island
  - 9.5 TMI : nettoyage ; après l'accident : les opérations d'assainissement
- ✓ 10 Catastrophe nucléaire de Tchernobyl
  - 10.1 Chronologie
  - 10.2 Défauts de conception (RBMK)
  - 10.3 Chronologie des événements
  - 10.4 Incendie de Tchernobyl : un violent incendie, un enfer de flammes et de radioactivité
  - 10.5 L'étouffement du cœur du réacteur en fusion (26 avril - 14 mai 1986)
  - 10.6 Eroulement final du cœur
  - 10.7 La réalisation du sarcophage et la décontamination de la zone (14 mai 1986 – décembre 1988)
  - 10.8 Rejets radioactifs : les sources d'irradiations et de contaminations
- ✓ 11 Fukushima, une agression de la nature, des erreurs humaines
  - 11.1 Fukushima – chronologie
  - 11.2 Rejets à Fukushima
- ✓ 12 Pour ou contre les centrales nucléaires
  - 12.1 Arguments en défaveur des centrales nucléaires
  - 12.2 Arguments en faveur des centrales nucléaires
- ✓ 13 Le nucléaire dans le monde
- ✓ 14 Applications militaires de l'énergie nucléaire
  - 14.1 Bombes atomiques à fission
  - 14.2 Les bombes à fission dopées par la fusion

- 14.3 Les bombes à hydrogène
- 14.4 Les bombes à neutrons
- 14.5 Bombe au Cobalt ou bombe salée
- 14.6 Essais Nucléaires : une pratique des années 1950-1960 ...

## **Chapitre 3 : les déchets nucléaires et leur traitement**

- ✓ 1 Définition(s)
- ✓ 2 Provenance des déchets nucléaires
- ✓ 3 Classification des déchets radioactifs
  - 3.1 Critères de classement
  - 3.2 Classification générale des déchets radioactifs
  - 3.3 Autre classification des déchets radioactifs produits par la production d'électricité d'origine nucléaire en France
- ✓ 4 Gestion des déchets radioactifs
  - 4.1 Gestion des déchets de Très Faible Activité (TFA)
  - 4.2 Gestion des déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC ou type A)
  - 4.3 Gestion des déchets de Faible Activité à Vie Longue (FA VL)
  - 4.4 La gestion des déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL ou type B)
  - 4.5 Gestion des déchets de haute activité (HA ou type C)
  - 4.6 Quel coût ? Comparaison des options de retraitement et de non-retraitement
- ✓ 5 Place des déchets nucléaires, parmi les autres déchets
- ✓ 6 Un centre de stockage pour les déchets HA et MA-VL
  - 6.1 L'itinéraire des déchets HA-MAVL
  - 6.2 Les installations en surface
  - 6.3 Les infrastructures de liaison
  - 6.4 Les installations souterraines
- ✓ 7 Cas de la Belgique

## **Chapitre 4 : fusion nucléaire dans les étoiles et fusion nucléaire contrôlée**

- ✓ 1 Réactions de fusion nucléaire dans les étoiles
  - 1.1 Historique
  - 1.2 Fusion de l'hydrogène
  - 1.3 Hélium 2
  - 1.4 Deutérium
  - 1.5 Hélium 3
  - 1.6 Hélium 4 enfin
  - 1.7 Energie produite par la transformation de l'hydrogène en hélium

- 1.8 Cas des étoiles massives : cycle du carbone, ou cycle CNO, ou cycle de Bethe
- 1.9 Fusion de l'hélium
- 1.10 Autres réactions
- ✓ 2 Vers les centrales à fusion
  - 2.1 Rappel : fission et fusion
  - 2.2 Réactions de fusion
  - 2.3 Le plasma, quatrième état de la matière
  - 2.4 Le problème du confinement
  - 2.5 La création du courant plasma dans un tokamak
  - 2.6 La stabilisation du plasma
  - 2.7 Le chauffage du plasma
- ✓ 3 Où en est-on avec la fusion contrôlée ?
  - 3.1 Le critère de Lawson (1956)
  - 3.2 Les grands résultats
  - 3.3 Le réacteur ITER
  - 3.4 Des expérimentations au réacteur
  - 3.5 Financement de Iter et de la fusion en général
- ✓ 4 Fusion et Sûreté

## **UE3.1, Sciences 3, Physique 3, l'énergie** **dans tous ses états**

### **Chapitre 1 : l'énergie, aspect scientifique et notions générales**

- ✓ 1 Introduction
- ✓ 2 Étymologie
- ✓ 3 Historique de la notion d'énergie
  - 3.1 Point de départ
  - 3.2 Mise en situation et premières expériences
  - 3.3 La mécanique et la recherche de constantes
  - 3.4 Les théories de la chaleur
  - 3.5 chaînon manquant : l'énergie potentielle
  - 3.6 Les grandes révolutions de la physique au XX<sup>ème</sup> siècle
- ✓ 4 Définitions : travail, puissance et énergie
  - 4.1 Travail
  - 4.2 La puissance
  - 4.3 L'énergie
  - 4.4 La monnaie-énergie
- ✓ 5 Conservation de l'énergie

- 5.1 Présentation de Richard Feynman de la « loi de conservation de l'énergie » dans l'un des tomes de « Lectures on physics »
- ✓ 6 Classification selon les phénomènes physiques
- ✓ 7 Unités d'énergie et ordres de grandeur
  - 7.1 Quelques unités particulières pour la notion d'énergie : différence puissance et énergie
- ✓ 8 Transformations de l'énergie
- ✓ 9 Notion de rendement
- ✓ 10 Stockage et transport des énergies
- ✓ 11 Classification des énergies selon les filières
  - 11.1 Classer les énergies : renouvelables et non renouvelables
  - 11.2 Classer les énergies : primaires et secondaires
  - 11.3 Énergies primaires : formes classiques et relativistes
  - 11.4 Formes classiques des énergies primaires
  - 11.5 Les formes relativistes des énergies primaires
  - 11.6 Les énergies secondaires
- ✓ Annexe : notions de thermodynamique
  - A.1 Définition
  - A.2 La thermodynamique en bref...
  - A.3 Définitions de base
  - A.4 Le Premier principe
  - A.5 Le Deuxième Principe

## **Chapitre 2 : l'énergie, aspects géopolitiques**

- ✓ 1 Combien consommons-nous ?
  - 1.1 La bonne unité
  - 1.2 Pas tous la même chose
- ✓ 2 Problématique mondiale de l'énergie, introduction
- ✓ 3 La problématique de l'énergie en détails
- ✓ 4 Ressources énergétiques
- ✓ 5 Consommation d'énergie dans l'habitat

## **Chapitre 3 : les énergies fossiles**

- ✓ 1 Introduction
- ✓ 2 Petit historique des combustibles fossiles
- ✓ 3 Le charbon, généralités
- ✓ 4 Le Pétrole, généralités
- ✓ 5 Le gaz naturel, généralités
- ✓ 6 Formation des combustibles fossiles
- ✓ 7 Quand les combustibles fossiles se sont-ils formés ?
- ✓ 8 Origine et maturation de la matière organique
  - 8.1 Origine de la matière organique
  - 8.2 Maturation de la matière organique

- 8.3 Devenir des roches combustibles formées : leur devenir en tant que ressource
- ✓ 9 Exploitation du pétrole
  - 9.1 De l'exploration à l'exploitation
- ✓ 10 Avantages et inconvénients des énergies fossiles
- ✓ 11 Dépendances aux Énergies Fossiles
- ✓ 12 Combien de Temps avant la Fin ?
  - 12.1 A quand le pic de production mondial de pétrole ?
  - 12.2 A quand le pic de production gazier mondial ?
  - 12.3 A quand le pic de production du charbon ?
- ✓ 13 Transport du pétrole
- ✓ 14 Impact sur nos Sociétés
- ✓ 15 Moteurs et carburants
  - 15.1 Les différentes sortes d'hydrocarbures
  - 15.2 Essence
  - 15.3 Composition de l'essence et indice RON
  - 15.4 Gazole ou diesel
- ✓ 16 À propos des prix du pétrole et des carburants
- ✓ 17 Energies fossiles non conventionnelles
- ✓ 18 Le gaz de schiste
  - 18.1 Techniques d'extraction

## **Chapitre 4 : l'énergie électrique**

## **Annexe : les oscillateurs, généralités**

- ✓ Introduction : motivation et définitions
- ✓ L'oscillation harmonique, introduction mécanique
- ✓ Introduction aux oscillateurs mécaniques (non nécessairement harmoniques)
- ✓ Les oscillateurs mécaniques, présentation générale Système non dispersif : mouvement oscillatoire harmonique (MOH)
- ✓ Systèmes dispersifs : oscillations amorties
- ✓ Systèmes dispersifs : oscillations forcées, notion d'impédance mécanique et phénomène de résonance
- ✓ Analogie électro-mécano-acoustique
- ✓ Oscillations harmoniques des oscillateurs électrique et acoustique
- ✓ Oscillations amorties des systèmes électriques et acoustiques
- ✓ Oscillateurs électrique et acoustique forcés : calcul des impédances
- ✓ Annexe 1 : le circuit RLC un oscillateur linéaire amorti
- ✓ Annexe 2: les phaseurs
- ✓ Annexe 3 : le circuit RLC

## **Annexe : les ondes, généralités**

- ✓ Origine et propagation d'un phénomène ondulatoire
- ✓ Les ondes, généralités
- ✓ Histoire du concept d'onde
- ✓ Théorème de décomposition spectrale de Fourier
- ✓ Réflexion et transmission des ondes (approche qualitative)
- ✓ Phénomènes de superpositions d'ondes
- ✓ Effet Doppler
- ✓ Schéma général de l'étude des ondes
- ✓ Classification des ondes
- ✓ Propagation d'ondes
- ✓ Établissement de l'équation des ondes pour la corde vibrante
- ✓ Ondes de compression dans un milieu
- ✓ Solution générale de l'équation des ondes
- ✓ Recherche de solutions particulières en ondes progressives
- ✓ Recherche de solutions en ondes stationnaires
- ✓ La dualité onde-corpuscule