

Physique, écologie sociale, table des matières

(première et deuxième année, 2020-2021)

UE1.1, Sciences 1, Physique 1, généralités

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

- ✓ 1 La physique, introduction
 - 1.1 La physique, 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 : énergie, matière et rayonnements, aspects historiques et notions scientifiques générales

- ✓ 1 Introduction générale
 - 1.1 Point de départ
 - 1.2 Organisation générale du cours et légende des diapositives
- ✓ 2 Imaginaire de l'énergie
- ✓ 3 Introduction à la notion scientifique d'énergie
 - 3.1 L'homme et l'énergie
 - 3.2 Étymologie du terme « énergie »
- ✓ 4 Introduction aux autres grands acteurs du monde physique
 - 4.1 La matière
 - 4.2 Rayonnements
 - 4.3 Ondes
- ✓ 5 L'énergie, c'est quoi ?
 - 5.1 En fait, c'est compliqué...
 - 5.2 Une approche historique : la recherche de la constance
- ✓ 6 Prémises de la notion d'énergie en mécanique
 - 6.1 La mécanique avant Newton
 - 6.2 La mécanique (sans énergie) de Newton
 - 6.3 Notions de masse
 - 6.4 Masse et poids

- 6.5 Premières mises en situation en mécanique autour de la « constance »
- 6.6 La mécanique après Newton et la recherche de constantes
- 6.7 La « vis viva », presque l'énergie cinétique
- 6.8 Notion de travail d'une force
- 6.9 La puissance d'une force
- 6.10 L'énergie cinétique, enfin
- ✓ 7 Théories primitives de la matière
 - 7.1 Théories antiques
 - 7.2 La naissance de la chimie
- ✓ 8 Les théories de la chaleur et l'histoire de l'énergie
 - 8.1 Introduction historique : la chaleur et la température
 - 8.2 Notion de température
 - 8.3 Notion de chaleur
 - 8.3.1 Equilibre thermique de deux corps
 - 8.3.2 Nature de la chaleur
 - 8.4 Retour sur la distinction chaleur-température
 - 8.5 Définition de la calorie
 - 8.6 Capacités calorifiques sans changement d'état
 - 8.7 Notion de pression macroscopique
- ✓ 9 Organisation de la matière à l'échelle macroscopique
 - 9.1 États ou phases de la matière
 - 9.2 État solide
 - 9.3 État gazeux
 - 9.4 État liquide
 - 9.5 Transitions de phase ou changements d'états
 - 9.6 Paliers de température pendant les changements d'état
 - 9.7 Chaleur(s) latente(s)
 - 9.8 Diagramme des phases d'un corps pur
- ✓ 10 L'étude macroscopique des gaz et la théorie d'Avogadro
 - 10.1 Introduction historique
 - 10.2 Première hypothèse d'Avogadro : nombre d'Avogadro
 - 10.3 Deuxième hypothèse d'Avogadro
 - 10.4 Lois macroscopiques des gaz parfaits
 - 10.5 Déboires et triomphe de l'hypothèse atomique
 - 10.6 Bilan de la théorie atomiste
- ✓ 11 Organisation de la matière à l'échelle microscopique
 - 11.1 Corps purs et mélanges
 - 11.2 Molécules et atomes
 - 11.3 Mélanges
 - 11.4 Classification des corps purs
 - 11.5 Les éléments chimiques
- ✓ 12 L'équivalence de la chaleur et du travail mécanique
- ✓ 13 L'énergie potentielle, le chaînon manquant pour la conservation de l'énergie mécanique

- 13.1 Historique
- 13.2 Conservation de l'énergie mécanique
- 13.3 Méthode de Lagrange appliquée au pendule simple
- 13.4 Ecriture de l'hamiltonien du pendule simple
- 13.5 Exemples de calculs d'énergies potentielles
- ✓ 14 Notion générale d'énergie : vocabulaire et conservation
 - 14.1 Historique et vocabulaire
 - 14.2 L'énergie, la définition actuelle
 - 14.3 Principe de conservation de l'énergie et symétries
- ✓ 15 Théorie cinétique des gaz
 - 15.1 Mouvement brownien
 - 15.2 La température comme une mesure de l'agitation thermique microscopique
 - 15.3 Notion de pression cinétique
 - 15.4 Lien entre la température et la vitesse quadratique moyenne
 - 15.5 Loi des gaz parfaits microscopique et différentes formes de cette loi
 - 15.6 Introduction au facteur de Boltzmann
 - 15.7 Nombre d'Avogadro et notion de mole
 - 15.8 Distribution énergétique des systèmes en équilibre thermique : distribution de Boltzmann
 - 15.9 Distribution de vitesses de Maxwell
- ✓ 16 Les ondes, généralités
 - 16.1 Origine et propagation d'un signal
 - 16.2 Origine et propagation d'un phénomène ondulatoire
 - 16.3 Célérité d'un signal ou d'une onde
 - 16.4 Grandeurs fondamentales caractérisant une onde (non nécessairement sinusoïdale)
 - 16.5 Ondes acoustiques

Chapitre 3 : notions d'électricité, de magnétisme et d'électromagnétisme

Première partie : notions élémentaires d'électricité

- ✓ 1 Introduction
 - 1.1 Définition
 - 1.2 Les charges positives et négatives
- ✓ 2 Force de Coulomb entre particules chargées
- ✓ 3 Le champ électrique
 - 3.1 Définition
 - 3.2 Les lignes de champ électrique
- ✓ 4 La nature de l'électricité
 - 4.1 Théorie du(des) fluide(s)
 - 4.2 Théorie corpusculaire

- 4.3 Découverte de l'électron et de ses caractéristiques
- 4.4 Autres particules chargées
- ✓ 5 Retour sur la notion de charge électrique
 - 5.1 Charge élémentaire
 - 5.2 La quantification de la charge
 - 5.3 La conservation de la charge
 - 5.4 La séparation de la charge
- ✓ 6 Notion de potentiel électrique et de différence de potentiel
 - 6.1 Introduction et définition rigoureuse
 - 6.2 Caractère conservatif de la force de Coulomb
 - 6.3 Expression de l'énergie potentielle de deux charges en interaction
 - 6.4 Deux analogies pour comprendre la notion de potentiel
 - 6.5 L'énergie électrique et le potentiel dans un champ uniforme
- ✓ 7 Notion de source ou générateur électrique
- ✓ 8 Les isolants et les conducteurs
- ✓ 9 Le courant électrique
 - 9.1 Découverte des conducteurs et des isolants
 - 9.2 Notion de courant électrique
 - 9.3 Porteurs de charges
 - 9.4 Cause d'un courant électrique
 - 9.5 Définition de l'intensité du courant électrique
 - 9.6 Le sens du courant
- ✓ 10 Notion de résistance
 - 10.1 Définition de la résistance
 - 10.2 Conductance
- ✓ 11 La puissance électrique d'un récepteur
- ✓ 12 Effet Joule
 - 12.1 Description de l'effet Joule
 - 12.2 Une application de l'effet Joule : les fusibles
- ✓ 13 Le condensateur
 - 13.1 Définition
 - 13.2 Énergie dans un condensateur

Deuxième partie : notions élémentaires de magnétisme

- ✓ 14 Introduction
 - 14.1 Définition
 - 14.2 La découverte de la force magnétique
 - 14.3 Les aimants
 - 14.4 Magnétisme terrestre et boussole
- ✓ 15 La force magnétique
 - 15.1 Notion de pôles
 - 15.2 Attraction et répulsion
- ✓ 16 Le champ magnétique
 - 16.1 Définition

- 16.2 Action d'un champ magnétique sur une aiguille aimantée
- 16.3 Lignes de champ magnétique
- ✓ 17 Le magnétisme terrestre : petit historique
 - 17.1 Les précurseurs
 - 17.2 La déclinaison magnétique
 - 17.3 Gilbert : la Terre est un aimant
 - 17.4 L'inclinaison magnétique
- ✓ 18 Il n'y a pas de monopôles magnétiques

Troisième partie : notions élémentaires d'électromagnétisme

- ✓ 19 Lien entre force électrique et force magnétique
 - 19.1 Un aimant n'a aucun effet sur l'électricité statique
 - 19.2 Les courants dévient les boussoles
 - 19.3 Le champ magnétique d'un fil rectiligne infini parcouru par un courant
 - 19.4 La force magnétique sur un courant
 - 19.5 La force magnétique sur une charge en mouvement
- ✓ 20 Induction magnétique
 - 20.1 La découverte de l'induction magnétique
 - 20.2 Le flux magnétique
 - 20.3 La différence de potentiel induite dépend du taux de variation du flux
 - 20.4 La loi d'induction de Faraday
- ✓ 21 Maxwell et l'électromagnétisme
 - 21.1 Boucle de courant dans un champ uniforme et moteur électrique
 - 21.2 Générateur électrique
 - 21.3 Les transformateurs
 - 21.4 L'inductance et l'énergie magnétique d'un circuit
- ✓ 22 La lumière et les ondes électromagnétiques
 - 22.1 Preuves expérimentale et théorique de la nature ondulatoire de la lumière
 - 22.2 Aspect ondulatoire de la lumière
 - 22.3 Spectre électromagnétique
 - 22.4 Histoire de la découverte du spectre électromagnétique

Chapitre 4 : la matière et l'énergie, révolutions du XXème siècle

- ✓ 1 Introduction
 - 1.1 Structure interne de l'atome
 - 1.2 Quantification de l'énergie
 - 1.3 L'équivalence masse-énergie
 - 1.4 Dualité onde-corpuscule pour la lumière
 - 1.5 Dualité onde-corpuscule pour la matière
- ✓ 2 Chronologie et description succincte des découvertes
 - 2.1 Rappel : découverte des rayons X par Roentgen

- 2.2 Découverte de la radioactivité par Becquerel
- 2.3 Rappel : découverte de l'électron par Thomson
- 2.4 Naissance officielle de la radioactivité avec Pierre et Marie Curie
- 2.5 Rappel : découverte des rayons gamma
- 2.6 Découvertes des propriétés des rayonnements radioactifs
- 2.7 L'équivalence masse-énergie
- 2.8 Nature et mesure des rayonnements radioactifs
- 2.9 Rutherford et la découverte du noyau
- 2.10 Rutherford et la découverte du proton
- 2.11 Le modèle atomique de Rutherford
- 2.12 Prédiction de l'existence du neutron par Rutherford
- 2.13 Le modèle de Bohr de l'atome
- 2.14 La découverte du neutron
- 2.15 La radioactivité artificielle
- 2.16 Découverte de la fission nucléaire et de la possibilité d'une réaction en chaîne
- ✓ 3 L'atome, avant la mécanique quantique
 - 3.1 Généralités
 - 3.2 Isotopes
 - 3.3 Unité de masse atomique
 - 3.4 La masse atomique est une moyenne pondérée
- ✓ 4 Des problèmes à la naissance de la physique moderne
 - 4.1 Problème de l'instabilité de l'atome
 - 4.2 Deux petits nuages...
- ✓ 5 Le problème de l'éther, à la base de la relativité d'Einstein
- ✓ 6 La catastrophe ultraviolette à la base de la mécanique quantique
 - 6.1 Introduction
 - 6.2 La théorie du corps noir, introduction
 - 6.3 Le rayonnement du corps noir : explication classique
 - 6.4 Loi du rayonnement de Wien
 - 6.5 La loi de Rayleigh-Jeans
 - 6.6 Le rayonnement du corps noir et la revanche des « corpusculistes »
 - 6.7 L'idée géniale de Max Planck
 - 6.8 Physique classique vs physique quantique
 - 6.9 La loi de Planck du rayonnement du corps noir
 - 6.10 Illustration : le Soleil est un corps noir
 - 6.11 Le rayonnement fossile, preuve décisive de la théorie du Big Bang
- ✓ 7 L'effet photoélectrique
 - 7.1 Définition
 - 7.2 Brève histoire de la découverte de l'effet photoélectrique
 - 7.3 Lenard découvre les lois de l'effet photoélectrique
 - 7.4 Tentative d'explication : échec de la théorie électromagnétique
 - 7.5 Succès de la théorie d'Einstein
 - 7.6 Vérification expérimentale de la théorie d'Einstein

- ✓ 8 La dualité onde-corpuscule et les débuts de la mécanique quantique
 - 8.1 La double nature de la lumière
 - 8.2 Ondes versus particules
 - 8.3 Aspect corpusculaire de la lumière
 - 8.3.1 Energie du photon
 - 8.3.2 Quantité de mouvement du photon
 - 8.3.3 Effet Compton
 - 8.4 Double nature de la matière
 - 8.5 Le spectre de l'atome d'hydrogène, à la base du modèle atomique de Bohr
- ✓ 9 Principes généraux de la mécanique quantique
 - 9.1 Avènement de la mécanique quantique
 - 9.2 Relation d'incertitude position-vitesse de Heisenberg
 - 9.3 L'énergie du vide et la mécanique quantique
 - 9.4 Fonction d'onde associée à l'électron en mouvement
 - 9.5 L'interprétation physique de la fonction d'onde : notion de probabilité de présence
 - 9.6 Équation de Schrödinger
 - 9.7 Équation de Schrödinger stationnaire et quantification de l'énergie
 - 9.8 Relation d'incertitude temps-énergie
- ✓ 10 L'atome en mécanique quantique
 - 10.1 Introduction
 - 10.2 L'atome d'hydrogène : les orbitales électroniques
 - 10.3 Le spin, une propriété purement quantique
 - 10.4 Description des orbitales de l'atome d'hydrogène
 - 10.5 Atomes hydrogénoïdes (à un seul électron)
 - 10.6 Atomes à plusieurs électrons
 - 10.7 Structure du tableau périodique des éléments, configuration électronique des éléments
 - 10.8 Principales familles chimiques
 - 10.9 Les modèles atomiques, résumé
 - 10.10 Peut-on « voir » et manipuler les atomes ?
- ✓ 11 Mécanique quantique relativiste
 - 11.1 Energie négative et antiparticules
 - 11.2 Equation de Dirac
 - 11.3 L'antimatière
 - 11.4 Masse et interactions

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
- ✓ 4 Les deux classes d'unités SI
- ✓ 5 Unités SI de base
 - 5.1 Unité de temps (seconde)
 - 5.2 Unité de longueur (mètre)
 - 5.3 Unité de masse (kilogramme)
 - 5.4 Unité de courant électrique (ampère)
 - 5.5 Unité de température thermodynamique (kelvin)
 - 5.6 Unité de quantité de matière (mole)
 - 5.7 Unité d'intensité lumineuse (candela)
 - 5.8 Résumé des unités de base et symboles des unités de base
- ✓ 6 Unités SI dérivées
 - 6.1 Unités exprimées à partir des unités de base
 - 6.2 Unités ayant des noms spéciaux et des symboles particuliers ; unités utilisant des unités ayant des noms spéciaux et des symboles particuliers
 - 6.3 Exercices de réduction d'unités aux unités de base
- ✓ 7 Ordres de grandeurs en physique
- ✓ 8 Multiples et sous-multiples décimaux des unités SI : préfixes SI
- ✓ 9 Etalons auxiliaires
- ✓ 10 Constantes physiques
- ✓ 11 Analyse dimensionnelle
- ✓ Annexe 1 : étymologie des noms d'unités
- ✓ Annexe 2 : typographie des unités

UE2.3, Sciences 2, Physique 2, énergies et société

Chapitre 1 : l'énergie, aspects scientifiques et technologiques

- ✓ 1 Énergie, définition(s)
 - 1.1 Définition(s) de l'énergie
 - 1.2 La monnaie-énergie
 - 1.3 Les transformations de l'énergie
- ✓ 2 Conservation de l'énergie
 - 2.1 Présentation de Richard Feynman de la « loi de conservation de l'énergie » dans l'un des tomes de « Lectures on physics » :
 - 2.2 Cette loi est-elle absolue ?
- ✓ 3 Formes d'énergie (classification selon le phénomène physique)

- 3.1 L'énergie cinétique macroscopique
- 3.2 Énergie cinétique microscopique : énergie thermique ou chaleur
- 3.3 Les énergies potentielles mécaniques
- 3.4 L'énergie potentielle électrique
- 3.5 L'énergie potentielle chimique
- 3.6 L'énergie potentielle nucléaire
- 3.7 L'énergie potentielle électromagnétique
- 3.8 L'énergie électromagnétique radiative
- 3.9 L'énergie de masse
- 3.10 Les différents types d'énergie et leurs transformations
- 3.11 Conclusion sur l'énergie
- ✓ 4 Unités d'énergie et ordres de grandeur
 - 4.1 Attention à la différence entre puissance et énergie : le kilowattheure
 - 4.2 La calorie
- ✓ 5 Un peu (ou beaucoup ?) de thermodynamique
 - 5.1 Définition
 - 5.2 La thermodynamique en bref...
 - 5.3 Objet de la thermodynamique
 - 5.4 Définition et description de systèmes thermodynamiques
 - 5.5 Etat stationnaire et état d'équilibre d'un système
 - 5.6 Fonctions d'état
 - 5.7 Énergie globale et énergie interne d'un système
 - 5.7.1 Énergie globale
 - 5.7.2 Énergie interne
 - 5.8 Transformations thermodynamiques
 - 5.9 Règles de transformation
 - 5.10 Retour sur la notion de chaleur
 - 5.10.1 Notion de transfert thermique et d'équilibre thermique
 - 5.10.2 Les trois modes de transferts thermiques
 - 5.10.3 La conduction
 - 5.10.4 La convection
 - 5.10.5 Transfert d'énergie par rayonnement
 - 5.11 Retour sur la notion générale de travail et de puissance
 - 5.11.1 Notion de travail
 - 5.11.2 Notion générale de puissance
 - 5.11.3 Travail des forces de pression dans un gaz
 - 5.12 Premier principe de la thermodynamique
 - 5.12.1 Conventions de signe
 - 5.12.2 Premier principe de la thermodynamique
 - 5.13 Sens des transformations et second principe de la thermodynamique
 - 5.13.1 Notion d'irréversibilité
 - 5.13.2 Postulats d'irréversibilité (ou énoncés du second principe)
 - 5.13.3 Carnot et les machines thermiques réversibles

- 5.13.4 Notion générale de rendement
 - 5.13.5 Efficacité des machines thermiques
 - 5.13.6 Second principe et moteur
 - 5.13.7 Second principe et réfrigérateur
- 5.14 Cycle de Carnot
 - 5.14.1 Élaboration du cycle de Carnot
 - 5.14.2 Les quatre étapes du moteur de Carnot
 - 5.14.3 Cycles de Carnot
 - 5.14.4 Bilan des échanges de chaleur dans le cycle de Carnot (dans le cas du gaz parfait)
 - 5.14.5 Machine de Carnot quelconque
 - 5.14.6 Classification des machines thermiques réversibles
 - 5.14.7 Efficacités des machines thermiques
- 5.15 De Carnot et Clausius à l'entropie
 - 5.15.1 Réversibilité et cycles de Carnot
 - 5.15.2 Irréversibilité et inégalités
 - 5.15.3 Machines thermiques quelconques
- 5.16 Notion d'entropie et reformulation du second principe
 - 5.16.1 Introduction à la notion d'entropie : « qualité » des énergies
 - 5.16.2 Définition de l'entropie
 - 5.16.3 Transformation irréversible
 - 5.16.4 Entropie et réversibilité
 - 5.14.5 Interprétation physique de l'entropie
 - 5.16.6 Formulation entropique du second principe
 - 5.16.7 L'entropie à l'échelle microscopique
- ✓ 6 Classification des énergies selon les filières
 - 6.1 Classer les énergies : renouvelables et non renouvelables
 - 6.2 Classer les énergies : primaires et secondaires
 - 6.3 Énergies primaires : formes classiques et relativistes
 - 6.4 Formes classiques des énergies primaires
 - 6.4.1 À l'origine était le Soleil
 - 6.4.2 Le solaire ancien
 - 6.4.3 Le solaire récent
 - 6.4.4 Le non solaire
 - 6.5 Les formes relativistes des énergies primaires
 - 6.6 Les énergies secondaires
- ✓ 7 Stockage et transport des énergies
 - 7.1 Stockage de l'énergie
 - 7.2 Transport de l'énergie
 - 7.3 Panorama des technologies de stockage énergétique
 - 7.3.1 STEP – Station de transfert d'énergie par pompage
 - 7.3.2 CAES (Compressed Air Electricity Storage) – Stockage par air comprimé

- 7.3.3 Volants d'inertie
- 7.3.4 Stockage sous forme d'hydrogène
- 7.3.5 Batteries électrochimiques
- 7.3.6 Stockage thermique par chaleur sensible
- 7.3.7 Stockage thermochimique couplé à un système solaire thermique
- 7.3.8 Stockage thermique par changement de phase
- 7.3.9 Stockage à inductance supraconductrice – SMES (Superconducting Magnetic Energy Storage)
- 7.3.10 Supercondensateurs

Chapitre 2 : l'énergie, aspects géopolitiques

- ✓ 1 Combien (et comment) consommons-nous ?
 - 1.1 La bonne unité
 - 1.2 Pas tous la même chose
 - 1.3 Consommation d'énergies primaires
 - 1.4 De l'énergie primaire à l'énergie utile
 - 1.5 Production des énergies primaires
 - 1.6 L'électricité, une énergie secondaire de plus en plus utilisée (par certains)
 - 1.7 Des exemples concrets de mix énergétique
 - 1.7.1 L'énergie en France
 - 1.7.2 L'énergie en Belgique
- ✓ 2 Problématique mondiale de l'énergie, introduction
- ✓ 3 La problématique de l'énergie en détails
- ✓ 4 Ressources énergétiques : mal réparties et limitées
- ✓ 5 Les énergies renouvelables peuvent-elles satisfaire les besoins ?
- ✓ 6 Scénarios et prospectives
 - 6.1 Les scénarios de l'AIE
 - 6.2 Les scénarios Shell
- ✓ 7 Consommation d'énergie dans l'habitat

Chapitre 3 : l'énergie électrique

- ✓ 1 Introduction
- ✓ 2 L'électricité dans le monde
- ✓ 3 Les réseaux électriques
 - 3.1 Histoire simplifiée de l'électrification
 - 3.2 Grandeurs importantes
 - 3.3 Structure des grands réseaux
 - 3.3.1 La production

- 3.3.2 Interconnexion des réseaux et réseau belge
- 3.3.3 Organisation et structure des réseaux
- 3.3.4 Le réseau de transport
- 3.3.5 Le réseau de distribution
- 3.6 Le matériel de transport
 - 3.6.1 Les lignes de transport
 - 3.6.2 Les postes de transformation THT/HT - HT/MT
- 3.7 La consommation
- 3.8 Production et distribution en Belgique
- 3.9 Principes fondateurs du fonctionnement
 - 3.9.1 Pourquoi utilise-t-on du courant alternatif ?
 - 3.9.2 Les générateurs ou alternateurs
 - 3.9.3 Générateurs réels et triphasé
 - 3.9.4 Transport de l'électricité

Chapitre 4 : les énergies fossiles

- ✓ 1 Introduction et définition
- ✓ 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 et du charbon
 - 9.1 De l'exploration à l'exploitation (charbon et pétrole)
 - 9.2 Raffinage du pétrole
- ✓ 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 Pourquoi utilise-t-on encore autant les combustibles fossiles ? Question de prix
- ✓ 16 Moteurs et carburants
 - 16.1 Les différentes sortes d'hydrocarbures
 - 16.2 Essence

- 16.3 Composition de l'essence et indice RON
- 16.4 Gazole ou diesel
- ✓ 17 À propos des prix du pétrole et des carburants
- ✓ 18 Energies fossiles non conventionnelles
- ✓ 19 Le gaz de schiste
 - 19.1 Définition
 - 19.2 Techniques d'extraction

UE3.1, Sciences 3, Physique 3, l'énergie nucléaire

Chapitre 1 : la radioactivité et ses effets

- ✓ 1 Rappel : structure de l'atome
 - 1.1 Atome et noyau
 - 1.2 Isotopes
 - 1.3 Unité de masse atomique
 - 1.4 Trois forces en action dans le noyau et leur hiérarchie
 - 1.5 Stabilité et instabilité des noyaux
- ✓ 2 Définition et lois générales de la radioactivité
 - 2.1 Définition
 - 2.2 Lois de conservation : lois de Soddy.
- ✓ 3 Radioactivité alpha
 - 3.1 Définition et caractéristiques générales
 - 3.2 Énergie libérée par une désintégration radioactive alpha
 - 3.3 Rappel : équivalence masse-énergie
 - 3.4 Rappel : l'électron-volt, une unité d'énergie adaptée à la physique nucléaire
 - 3.5 Aspect énergétique de la radioactivité alpha
 - 3.5.1 Condition d'émission de la radioactivité α
 - 3.5.2 Bilan énergétique de la désintégration alpha
 - 3.6 Énergie et quantité de mouvement lors d'une désintégration alpha
 - 3.7 L'effet tunnel à l'origine de la radioactivité α
 - 3.8 Parcours des alphas : un bulldozer atomique très ionisant, le long d'un bref parcours
- ✓ 4 Radioactivité bêta
 - 4.1 Définition et caractéristiques générales
 - 4.2 Aspect énergétique
 - 4.2.1 Condition d'émission de la radioactivité β^-
 - 4.2.2 Condition d'émission de la radioactivité β^+
 - 4.3 L'énigme des spectres bêta

- 4.4 La capture électronique, un mode mineur, alternative de la radioactivité bêta-plus
- 4.5 L'interaction faible à l'origine de la radioactivité bêta et de la capture électronique
- 4.6 Parcours des bêtas : un parcours court et chaotique
- ✓ 5 Radioactivité gamma
 - 5.1 Définition et caractéristiques générales
 - 5.2 Parcours des gammas : un rayonnement pénétrant que l'on atténue ...
- ✓ 6 Comparaison et complémentarité des processus radioactifs
 - 6.1 Résumé et comparaisons des processus radioactifs
 - 6.2 Pouvoir pénétrant des rayonnements radioactifs
 - 6.3 Schéma de désintégration
 - 6.4 Filiation radioactive
- ✓ 7 Diagramme des radionucléides
- ✓ 8 Loi de décroissance radioactive
 - 8.1 Caractère aléatoire d'une désintégration radioactive
 - 8.2 La constante radioactive
 - 8.3 Loi de décroissance radioactive
 - 8.4 Demi-vie
 - 8.5 Courbe de décroissance et constante de temps τ
 - 8.6 Activité d'un échantillon radioactif
 - 8.7 Activité massique
 - 8.7.1 Relation importante entre nombre de noyaux N et la masse m
 - 8.7.2 Activité massique
- ✓ 9 Effets physiologiques des rayonnements ionisants
 - 9.1 Rayonnements ionisants et non ionisants
 - 9.2 Définition des rayonnements ionisants
 - 9.3 Types de rayonnements ionisants
 - 9.4 Effets biologiques d'une exposition à des rayonnements ionisants
 - 9.5 Irradiation ou contamination
 - 9.6 Risques liés à l'irradiation
 - 9.7 Risques liés à la contamination
- ✓ 10 Mesure des rayonnements ionisants et de leurs effets
 - 10.1 Dose absorbée de rayonnement ionisant
 - 10.2 Dangerosité des rayonnements ionisants
 - 10.3 Dose équivalente
 - 10.4 Dose efficace
- ✓ 11 Niveaux d'exposition et conséquences
 - 11.1 Niveaux d'exposition et limites d'exposition
 - 11.2 Expositions aiguës et expositions chroniques
 - 11.3 Effets probables selon la dose reçue et la période d'exposition
 - 11.4 Conséquences d'une exposition aux rayonnements ionisants sur la santé
 - 11.5 Réaction du métabolisme lors d'une irradiation localisée

- 11.6 Réaction du métabolisme lors d'une irradiation globale
- ✓ 12 La radioactivité autour de nous
 - 12.1 Origines de la radioactivité, généralités
 - 12.2 Quelques sources de radioactivité naturelle
 - 12.3 Une source naturelle de rayonnements ionisants : le rayonnement cosmique
 - 12.4 Une application de la radioactivité due aux rayons cosmiques : la datation au carbone 14
 - 12.5 Radioactivité tellurique et radon
 - 12.6 Le corps humain est radioactif
 - 12.7 Les aliments sont radioactifs
 - 12.8 Éruptions volcaniques et éléments radioactifs
 - 12.9 Sources de radioactivité artificielle
 - 12.10 Expositions médicales
 - 12.11 Expositions dues à l'industrie
 - 12.12 Expositions dues à des rejets/dépôts de substances radioactives
 - 12.13 Expositions dues aux accidents nucléaires
 - 12.14 Bilan des rayonnements reçus par année
- ✓ Annexe 1 : approche probabiliste de la radioactivité et loi de Poisson
 - A1.1 Problème
 - A1.2 Modélisation
 - A1.3 Détermination de la loi des variables X
 - A1.4 Détermination de la loi de N (loi de Poisson)

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
 - 1.4 Le nucléaire dans le monde
- ✓ 2 Réactions nucléaires
 - 2.1 Réactions de fission
 - 2.2 Réactions de fusion
 - 2.3 Energie dégagée par les réactions nucléaires
 - 2.3.1 L'énergie nucléaire, une énergie concentrée
 - 2.3.2 Energie des réactions nucléaires
 - 2.3.3 Origine de l'énergie nucléaire : le défaut de masse
 - 2.3.4 Énergie de liaison des noyaux
 - 2.3.5 Energie de liaison, énergie de liaison par nucléon et masse des noyaux
 - 2.3.6 Énergie libérée par les réactions de fission et de fusion
- ✓ 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
 - 4.4.1 De l'uranium naturel à l'uranium enrichi
 - 4.4.2 Les noyaux fissiles
 - 4.4.3 Combustibles mixtes : le Mox
 - 4.5 La vitesse des neutrons doit être modérée
 - 4.6 Le contrôle de la réaction
 - 4.6.1 Régime de criticité
 - 4.6.2 Réactions de fission et facteur de multiplication
 - 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
 - 4.11.1 Tour de refroidissement à circuit ouvert
 - 4.11.2 Tour de refroidissement à circuit fermé
- ✓ 5 Le cycle du combustible
- ✓ 6 L'amont du cycle
 - 6.1 Extraction
 - 6.2 Concentration et raffinage
 - 6.3 Enrichissement de l'uranium
 - 6.4 Préparation des assemblages de combustible
- ✓ 7 Le cœur du cycle : le passage du combustible dans le réacteur
 - 7.1 Les barrières d'étanchéité des centrales nucléaires
 - 7.2 La première barrière d'étanchéité : la gaine du combustible
 - 7.2.1 Fonctionnement normal
 - 7.2.2 Situations incidentelles et accidentelles
 - 7.3 La deuxième barrière d'étanchéité : le circuit primaire
 - 7.3.1 Description du circuit primaire
 - 7.3.2 Nécessité de l'étanchéité du circuit primaire
 - 7.3.3 Comment l'étanchéité du circuit primaire est-elle assurée ?
 - 7.3.4 Situations incidentelles et accidentelles
 - 7.4 La troisième barrière d'étanchéité : l'enceinte de confinement
 - 7.5 Un cas extrême d'accident nucléaire : la fonte du cœur du réacteur.
 - 7.6 Modification de la composition du combustible
 - 7.7 La formation du plutonium-239 : la transformation d'un noyau fertile en un noyau fissile
- ✓ 8 L'aval du cycle

- 8.1 Sortie du réacteur : déchargement du combustible et premier entreposage
- 8.2 Burn up : degré d'irradiation et énergie fournie par le combustible
- 8.3 Que faire ensuite ?
- 8.4 Refroidissement du combustible en piscine
- 8.5 La lumière Tcherenkov
- 8.6 Matières valorisables et déchets
- 8.7 Extraction des produits de fission
- 8.8 Recyclage des matières combustibles
- 8.9 Récupération du plutonium
- ✓ 9 Bilan des rejets des centrales en fonctionnement normal
 - 9.1 La nature et l'origine des rejets
 - 9.2 Les effluents liquides
 - 9.3 Les effluents gazeux
 - 9.4 Le problème du tritium
- ✓ 10 Avantages et inconvénients des centrales nucléaires
 - 10.1 Arguments en défaveur des centrales nucléaires
 - 10.2 Arguments en faveur des centrales nucléaires
- ✓ 11 Incidents et accidents nucléaires : introduction
 - 11.1 Échelle internationale des événements nucléaires
- ✓ 12 L'accident de Three Mile Island
 - 12.1 TMI : circonstances : un cumul de défaillances ...
 - 12.2 Une fusion du cœur et un rejet limité de radioactivité
 - 12.3 La séquence des événements
 - 12.4 Améliorations et leçons tirées de Three Mile Island
 - 12.5 TMI : nettoyage ; après l'accident : les opérations d'assainissement
- ✓ 13 Catastrophe nucléaire de Tchernobyl
 - 13.1 Chronologie
 - 13.2 Défauts de conception (RBMK)
 - 13.3 Chronologie des événements
 - 13.4 Incendie de Tchernobyl : un violent incendie, un enfer de flammes et de radioactivité
 - 13.5 L'étouffement du cœur du réacteur en fusion (26 avril - 14 mai 1986)
 - 13.6 Eroulement final du cœur
 - 13.7 La réalisation du sarcophage et la décontamination de la zone (14 mai 1986 – décembre 1988)
 - 13.8 Rejets radioactifs : les sources d'irradiations et de contaminations
- ✓ 14 Fukushima, une agression de la nature, des erreurs humaines
 - 14.1 Fukushima – chronologie
 - 14.2 Rejets à Fukushima
- ✓ 15 Applications militaires de l'énergie nucléaire
 - 15.1 Bombes atomiques à fission
 - 15.2 Les bombes à fission dopées par la fusion
 - 15.3 Les bombes à hydrogène

- 15.4 Les bombes à neutrons
- 15.5 Bombe au Cobalt ou bombe salée
- 15.6 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

Chapitre 5 : le modèle standard de la physique des particules

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

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