**SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES**

CLASSE TERMINALE DE LA SERIE SCIENTIFIQUE

**Légende :**

**Commentaires officiels en vert (IGEN)**

**Commentaires du groupe académique de Nancy-Metz en bleu**

**ENSEIGNEMENT SPECIFIQUE**

**OBSERVER**

**Ondes et matière**

*Les ondes et les particules sont supports d’informations*.

*Comment les détecte-t-on ? Quelles sont les caractéristiques et les propriétés des ondes ?*

**Ondes et particules**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** **dont connaissances** | **Commentaires :** **Capacités et connaissances implicites** |
| **Rayonnements dans l’Univers**Absorption de rayonnements par l’atmosphère terrestre. | **Extraire et exploiter** des informations sur l’absorption de rayonnements par l’atmosphère terrestre et ses conséquences sur l’observation des sources de rayonnements dans l’Univers.**Connaître des sources de rayonnement radio, infrarouge et ultraviolet.** | Rappel de première S : « connaître les limites dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets » La connaissance des sources de rayonnement suppose celle des ordres de grandeur des longueurs d’onde correspondantes. Les sources de rayonnement citées peuvent être naturelles ou artificielles. Connaître les limites du spectre visible.Situer UV et IR par rapport au spectre visible. |
| **Lesondes dans la matière** Houle, ondes sismiques, ondes sonores.Magnitude d’un séisme sur l’échelle de Richter. Niveau d’intensité sonore. | Extraire et exploiter des informations sur les manifestations des ondes mécaniques dans la matière.**Connaître** et exploiter la relation liant le niveau d’intensité sonore à l’intensité sonore. | La pleine maîtrise de la compétence exigible suppose que soit connu le sens des termes : onde mécanique, longitudinale et transversale. Une bonne maîtrise des unités est inhérente à la compétence exigible. La connaissance de la valeur de *I0* n’est pas attendue. L =10 log ($\frac{I}{I\_{0}})$ (Savoir calculer I si on donne L) |
| **Détecteurs d’ondes** (mécaniques et électromagnétiques) **et de particules** (photons, particules élémentaires ou non). | Extraire et exploiter des informations sur :* des sources d’ondes et de particules et leurs utilisations ;
* un dispositif de détection.

*Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre un capteur ou un dispositif de détection.* | La technologie des détecteurs n’est pas l’objet de l’étude. Comprendre le fonctionnement d’un détecteur, aucune connaissance exigible. |

**Caractéristiques et propriétés des ondes**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** **dont connaissances** | **Commentaires :** **Capacités et connaissances implicites** |
| **Caractéristiques des ondes**Ondes progressives. Grandeurs physiques associées. Retard.Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales.Ondes sonores et ultrasonores.Analyse spectrale. Hauteur et timbre. | **Définir une onde progressive à une dimension.****Connaître** et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité).*Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d’une onde.***Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d’onde.****Connaître** et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d’onde et la célérité.*Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d’onde et la célérité d’une onde progressive sinusoïdale.**Réaliser l’analyse spectrale d’un son musical et l’exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.* | Onde mécanique (milieu de propagation, transport d’énergie) d = τ x c, utilisée pour déterminer un retard, une célérité ou une distanceLittéralement et graphiquement= c.T ou c = fLa compétence exigible suppose : - la connaissance des ordres de grandeur des plages de fréquence associées aux ondes sonores et ultrasonores ; - la maîtrise des notions de hauteur et de timbre, de son pur et complexe Savoir qu’un signal périodique de fréquence *f* est la somme de signaux sinusoïdaux de fréquences *n.f*. |
| **Propriétés des ondes**Diffraction.Influence relative de la taille de l’ouverture ou de l’obstacle et de la longueur d’onde sur le phénomène de diffraction.Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche.Interférences.Cas des ondes lumineuses monochromatiques, cas de la lumière blanche. Couleurs interférentielles.Effet Doppler. | **Savoir que l’importance du phénomène de diffraction est liée au rapport de la longueur d’onde aux dimensions de l’ouverture ou de l’obstacle.****Connaître** et exploiter la relation *θ = λ/a*. Identifier les situations physiques où il est pertinent de prendre en compte le phénomène de diffraction. *Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.***Connaître** et exploiter les conditions d’interférences constructives et destructives pour des ondes monochromatiques.*Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier quantitativement le phénomène d’interférence dans le cas des ondes lumineuses.**Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mesurer une vitesse en utilisant l’effet Doppler.*Exploiter l’expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.Utiliser des données spectrales et un logiciel de traitement d’images pour illustrer l’utilisation de l’effet Doppler comme moyen d’investigation en astrophysique | Description du phénomène.La valeur de λ est de l’ordre de grandeur de la dimension de l’obstacle pour les ondes mécaniquesDéfinitions : lumière monochromatique et lumière blancheL’accent est mis sur l’état vibratoire des ondes au point d’interférence, la notion de différence de marche a vocation à être abordée dans l’enseignement supérieur. Notion de cohérence.Ondes en phase, en opposition de phase. Pour les interférences constructives, la différence de marche est un multiple de *λ*. Pour les interférences destructives, la différence de marche est un multiple impair de λ /2.Savoir utiliser la relation i = λD/a (démonstration hors programme).L’utilisation de l’effet Doppler suppose la capacité à en expliquer qualitativement le principe physique. La démonstration du décalage Doppler de la fréquence sera abordée dans l’enseignement supérieur. Evolution de la fréquence et de la longueur d’onde perçue suivant le déplacement relatif de la source par rapport au récepteur.Aucune relation à connaître  |

**Analyse spectrale**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** **dont connaissances** | **Commentaires :** **Capacités et connaissances implicites** |
| ***Spectres UV-visible***Lien entre couleur perçue et longueur d’onde au maximum d’absorption de substances organiques ou inorganiques. | *Mettre en œuvre un protocole expérimental pour caractériser une espèce colorée.* Exploiter des spectres UV-visible. | Rappel de première S : la loi de Beer-Lambert a été utilisée pour déterminer la concentration d’une espèce colorée. Dans la caractérisation, on attend que l’élève sache associer l’allure du spectre (maximum ou maxima ou la valeur de l’absorbance au maximum d’absorption) : - à la couleur perçue dans un solvant donné, - à la concentration de l’espèce, - éventuellement à son identification si des données le permettent (longueur d’onde au maximum d’absorbance ou spectre de référence). Pour réaliser un spectre d’une espèce colorée dans une solution, on attend de l’élève qu’il sache utiliser une référence (blanc). Intérêt de la spectroscopie UV-VisiblePrincipe de la spectroscopie :*Rappel 1èreS :* loi de Beer-Lambert avec coef d’absorption  (couleur perçue/couleur absorbée : couleur complémentaire ; lien avec la structure des molécules organiques) |
| ***Spectres IR***Identification de liaisons à l’aide du nombre d’onde correspondant ; détermination de groupes caractéristiques.Mise en évidence de la liaison hydrogène. | Exploiter un spectre IR pour déterminer des groupes caractéristiques à l’aide de tables de données ou de logiciels.Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le cas des alcools, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.**Connaître les règles de nomenclature de ces composés ainsi que celles des alcanes et des alcènes.** | On attend de l’élève qu’il sache que la spectroscopie IR permet d’identifier les groupes caractéristiques. On n’attend pas de l’élève qu’il connaisse les valeurs des nombres d’onde associées aux différentes liaisons. On n’attend pas de l’élève qu’il connaisse les noms des groupes caractéristiques mais qu’il associe groupe et famille de composés. On attend de l’élève qu’il sache appliquer les règles de nomenclature dans des cas simples (espèce monofonctionnelle et entité de petite taille). Il peut être amené, pour des molécules plus complexes, à faire une corrélation entre le nom et le groupe caractéristique. Intérêt de la spectroscopie IRIdentifier les groupes caractéristiques (sans connaître leur nom) liés aux fonctions alcools, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide par le repérage des pics d'un spectre IR + liaison C=C.Savoir mettre en évidence une liaison hydrogène. |
| ***Spectres RMN du proton*** Identification de molécules organiques à l’aide :* du déplacement chimique ;
* de l’intégration ;

de la multiplicité du signal : règle des (n+1)-uplets. | Relier un spectre RMN simple à une molécule organique donnée, à l’aide de tables de données ou de logiciels.Identifier les protons équivalents. Relier la multiplicité du signal au nombre de voisins.Extraire et exploiter des informations sur différents types de spectres et sur leurs utilisations. | On attend de l’élève qu’il sache que la spectroscopie RMN permet d’identifier les squelettes des espèces analysées. On attend de l’élève qu’il sache analyser un spectre RMN (nombre de signaux, multiplicité, courbe d’intégration) et éventuellement des tables de données de déplacements chimiques pour associer, en l’argumentant, le spectre RMN à une espèce organique proposée. Dans des cas complexes on pourra n’exploiter qu’une partie du spectre bien ciblée.Intérêt de la spectroscopie RMN (identification du squelette de la molécule analysée)Exploiter la courbe d'intégration. |

**COMPRENDRE**

**Lois et modèles**

*Comment exploite-t-on des phénomènes périodiques pour accéder à la mesure du temps ? En quoi le concept de temps joue-t-il un rôle essentiel dans la relativité. Quels paramètres influencent l’évolution chimique ? Comment la structure des molécules permet-elle d'interpréter leurs propriétés ? Comment les réactions en chimie organique et celles par échange de proton participent-elles de la transformation de la matière ? Comment s’effectuent les transferts d’énergie à différentes échelles ? Comment se manifeste la réalité quantique, notamment pour la lumière ?*

**Temps, mouvement et évolution**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** **dont connaissances** | **Commentaires :** **Capacités et connaissances implicites** |
| **Temps, cinématique et dynamique newtoniennes**Description du mouvement d’un point au cours du temps : vecteurs position, vitesse et accélération.Référentiel galiléen. Lois de Newton : principe d’inertie, $\sum\_{}^{}\vec{F\_{ext}}=\frac{d\vec{p}}{dt}$ et principe des actions réciproques.Conservation de la quantité de mouvement d’un système isolé.Mouvement d’un satellite.Révolution de la Terre autour du Soleil.Lois de Kepler. | Extraire et exploiter des informations relatives à la mesure du temps pour justifier l’évolution de la définition de la seconde.Choisir un référentiel d’étude.**Définir** et reconnaître des mouvements (rectiligne uniforme, rectiligne uniformément varié, circulaire uniforme, circulaire non uniforme) et donner dans chaque cas les caractéristiques du vecteur accélération. **Définir la quantité de mouvement** $\vec{p }$**d’un point matériel****Connaître** etexploiter les trois lois de Newton ; les mettre en œuvre pour étudier des mouvements dans des champs de pesanteur et électrostatique uniformes.*Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour étudier un mouvement.**Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de propulsion par réaction à l’aide d’un bilan qualitatif de quantité de mouvement.* Démontrer que, dans l’approximation des trajectoires circulaires, le mouvement d’un satellite, d’une planète, est uniforme. Établir l’expression de sa vitesse et de sa période.**Connaître les 3 lois de Képler.**Exploiter la troisième loi de Kepler dans le cas d’un mouvement circulaire. | Reconnaître ces mouvements nécessite de donner les caractéristiques des vecteurs position, vitesse et accélération et de donner un sens qualitatif aux liens entre ces vecteurs. Connaître les vecteurs position, vitesse et accélération et les relations qui les lient. Savoir représenter les vecteurs vitesse et accélération. Cette partie du programme renforce la compétence attendue en classe de seconde : « Savoir qu’une force s’exerçant sur un corps modifie la valeur de sa vitesse et/ou la direction de son mouvement et que cette modification dépend de la masse du corps. Utiliser le principe d’inertie pour interpréter des mouvements simples en termes de forces ». Les situations nécessitant la projection de trois vecteurs-forces ou plus relèvent plutôt de l’enseignement supérieur. Les relations $\vec{F}=q×\vec{E} $et $\vec{P}=m×\vec{g} $présentées en classe de première S, doivent être connues des élèves en classe de terminale S. On attend de l’élève qu’il sache établir les équations paramétriques, leur connaissance suffit à la description du mouvement dans les champs de pesanteur et électrostatique uniformes. (Le principe d’une équation paramétrique, dans le cas de la droite, est vu en cours de mathématiques en classe de terminale S). Notion de référentiel galiléen. Projeter au maximum 2 vecteurs dans une base cartésienne.Etablir et reconnaître les équations horaires, l’expression de la trajectoire dans le cas de mouvements dans un champ uniforme (pesanteur ou électrostatique) et les exploiter. Notion de système isolé ou pseudoisolé. L’approche qualitative des phénomènes doit être maîtrisée. L’approche quantitative, limitée aux mouvements à une dimension, serait considérée comme une tâche complexe. Calculer une vitesse à l’aide d’un bilan quantitatif de quantité de mouvement.Dans le prolongement des compétences attendues des classes de seconde et de première S, la loi de la gravitation universelle doit être connue. On n’attend pas de l’élève qu’il connaisse et utilise la base de Frenet. Connaître l’expression vectorielle ou les caractéristiques de la force d’attraction gravitationnelle.Expression des accélérations normale et tangentielle.Définir et exploiter la notion de révolution (période, circonférence, vitesse)Exploitation possible de la 2ème loi de Képler pour montrer que le mouvement est circulaire et uniforme. |
| **Mesure du temps et oscillateur, amortissement**Travail d’une force.Force conservative ; énergie potentielle.Forces non conservatives : exemple des frottements.Énergie mécanique.Étude énergétique des oscillations libres d’un système mécanique. Dissipation d’énergie. Définition du temps atomique. | *Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence :** *les différents paramètres influençant la période d’un oscillateur mécanique ;*
* *son amortissement.*

Établir et exploiter les expressions du travail d’une force constante (force de pesanteur, force électrique dans le cas d’un champ uniforme). Établir l’expression du travail d’une force de frottement d’intensité constante dans le cas d’une trajectoire rectiligne.Analyser les transferts énergétiques au cours d’un mouvement d’un point matériel. *Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l’évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d’un oscillateur.* Extraire et exploiter des informations sur l’influence des phénomènes dissipatifs sur la problématique de la mesure du temps et la définition de la seconde.Extraire et exploiter des informations pour justifier l’utilisation des horloges atomiques dans la mesure du temps. | Période propre et pseudo-période (constatée et utilisable sans définition), fréquence, oscillateur, mouvement périodique.Le produit scalaire est abordé dans le programme de mathématiques de la classe de terminale S. La compétence attendue en première S : « Connaître et utiliser l’expression de l’énergie cinétique d’un solide en translation et de l’énergie potentielle de pesanteur d’un solide au voisinage de la Terre » est ici réinvestie. Toute autre expression de l’énergie potentielle ne sera exigible que dans l’enseignement supérieur. La compétence attendue en première S : « Exploiter le principe de conservation de l’énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d’énergie» est ici réinvestie dans des situations plus variées. La maîtrise de la compétence exigible suppose que soit connu le sens du terme « phénomènes dissipatifs ». En terminale, l’évolution de la période d’un oscillateur amorti est constatée. La notion de pseudo période peut être utilisée en classe mais ne sera définie que dans l’enseignement supérieur. Travail d’une force d’intensité constante : $W\_{AB}\left(\vec{F}\right)=\vec{F}∙\vec{AB}$ homogène à une énergie.Travail moteur, travail résistant.Reconnaître une force conservative ou non conservative (phénomènes dissipatifs).Rappel 1ère S :Conservation de l’énergie d’un système isolé.Définition de l’énergie cinétique, de l’énergie potentielle de pesanteur et de l’énergie mécanique.(aucune autre expression d’Ep exigible)Rappel 1ère S :Quantification de l’énergie des atomes, niveaux d’énergie, transitions entre niveaux. |
| **Temps et relativité restreinte**Invariance de la vitesse de la lumière et caractère relatif du temps.Postulat d’Einstein. Tests expérimentaux de l’invariance de la vitesse de la lumière.Notion d’événement. Temps propre.Dilatation des durées. Preuves expérimentales. | **La vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens.****Définir la notion de temps propre.**Exploiter la relation entre durée propre et durée mesurée.Extraire et exploiter des informations relatives à une situation concrète où le caractère relatif du temps est à prendre en compte. | L’utilisation de l’invariance de la vitesse de la lumière, des notions d’évènement et de temps propre permet de démontrer qualitativement et quantitativement le phénomène de dilation des durées. Distinction entre mécanique classique et relativité restreinte.Référentiels galiléens.Notion d’événement.Identifier le référentiel propre à l’événement.  |
| **Temps et évolution chimique : cinétique et catalyse**Réactions lentes, rapides ; durée d'une réaction chimique**.**Facteurs cinétiques. Évolution d'une quantité de matière au cours du temps.Temps de demi-réaction.Catalyse homogène, hétérogène et enzymatique. | *Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour suivre dans le temps une synthèse organique par CCM et en estimer la durée.**Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence quelques paramètres influençant l’évolution temporelle d’une réaction chimique : concentration, température, solvant.*Déterminer un temps de demi-réaction.*Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour mettre en évidence le rôle d’un catalyseur.*Extraire et exploiter des informations sur la catalyse, notamment en milieu biologique et dans le domaine industriel, pour en dégager l’intérêt. | La notion de vitesse de réaction sera étudiée dans l’enseignement supérieur. L’estimation de la durée peut être repérée par la disparition d’un réactif ou l’apparition d’un produit (observée par CCM, par un changement de couleur, etc.) La connaissance des facteurs cinétiques est attendue dans la perspective de la poursuite d’études scientifiques. La détermination du temps de demi-réaction suppose la maîtrise de cette notion pour une transformation totale ou non. La mise en évidence expérimentale du rôle d’un catalyseur suppose que deux de ses propriétés soient connues : accélération de la réaction, régénération. Les processus associés seront développés dans le supérieur. Définition CCM : matériel et vocabulaire associéRappel 1ère S :Réactions d’oxydoréductionCiter et identifier des facteurs cinétiques.Définir le temps de demi-réaction par rapport à xf (xmax sera accepté).Définir un catalyseur.Savoir reconnaître les différents types de catalyse. (homogène, hétérogène, enzymatique) |

|  |
| --- |
| **Structure et transformation de la matière** |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** **dont connaissances** | **Commentaires :** **Capacités et connaissances implicites** |
| **Représentation spatiale des molécules**Chiralité : définition, approche historique.Représentation de Cram.Carbone asymétrique.Chiralité des acides -aminés.Énantiomérie, mélange racémique, diastéréoisomérie (*Z/E*, deux atomes de carbone asymétriques).Conformation : rotation autour d’une liaison simple ; conformation la plus stable. Formule topologique des molécules organiques.Propriétés biologiques et stéréoisomérie. | Reconnaître des espèces chirales à partir de leur représentation.Utiliser la représentation de Cram.Identifier les atomes de carbone asymétrique d’une molécule donnée.À partir d’un modèle moléculaire ou d’une représentation reconnaître si des molécules sont identiques, énantiomères ou diastéréoisomères.*Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence des propriétés différentes de diastéréoisomères.**Visualiser, à partir d’un modèle moléculaire ou d’un logiciel de simulation, les différentes conformations d'une molécule.*Utiliser la représentation topologique des molécules organiques.Extraire et exploiter des informations sur :* les propriétés biologiques de stéréoisomères,
* les conformations de molécules biologiques,pour mettre en évidence l’importance de la stéréoisomérie dans la nature.
 | La reconnaissance du caractère chiral d’une espèce ne peut se limiter à l’identification d’un atome de carbone asymétrique. Il est attendu qu’un élève sache passer d’une représentation à une autre : formule topologique, formule semi-développée, formule développée, représentation de Cram. Il est attendu que l’élève sache identifier et justifier, la relation existant entre deux entités ; ceci suppose de prendre appui sur les notions d’énantiomérie et de diastéréoisomérie. Il est attendu que l’élève sache que des diastéréoisomères présentent des propriétés physico-chimiques différentes, ce qui n’est pas le cas des énantiomères (si ce n’est l’activité optique). C’est à travers des expériences ou des documents, que l’élève déduit la nature de ces propriétés. Elles seront développées dans l’enseignement supérieur Définir la chiralitéFormules developpées, semi-développées, topologiques, représentation de Cram.Définir un atome de carbone asymétrique.Notion d’acide alpha-aminé.Aucune exigence n’est formulée sur la nomenclature Z/E qui sera abordée dans l’enseignement supérieur. Définir les stéréoisomères et reconnaître la stéréoisomérie de conformation et de configuration.Rappel 1ère S : Isomérie Z/ENotion d’énantiomérie, de diastéréoisomérie et propriétés. |
| **Transformation en chimie organique**Aspect macroscopique : * Modification de chaîne, modification de groupe caractéristique.
* Grandes catégories de réactions en chimie organique : substitution, addition, élimination.

Aspect microscopique :* Liaison polarisée, site donneur et site accepteur de doublet d’électrons.
* Interaction entre des sites donneurs et accepteurs de doublet d'électrons ; représentation du mouvement d’un doublet d’électrons à l’aide d’une flèche courbe lors d’une étape d’un mécanisme réactionnel.
 | Reconnaître les groupes caractéristiques dans les alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.Utiliser le nom systématique d’une espèce chimique organique pour en déterminer les groupes caractéristiques et la chaîne carbonée.Distinguer une modification de chaîne d’une modification de groupe caractéristique.Déterminer la catégorie d’une réaction (substitution, addition, élimination) à partir de l’examen de la nature des réactifs et des produits. Déterminer la polarisation des liaisons en lien avec l’électronégativité (table fournie).Identifier un site donneur, un site accepteur de doublet d'électrons.Pour une ou plusieurs étapes d’un mécanisme réactionnel donné, relier par une flèche courbe les sites donneur et accepteur en vue d’expliquer la formation ou la rupture de liaisons. | On n’attend pas de l’élève qu’il connaisse les noms des groupes caractéristiques mais qu’il associe groupe et famille de composés. Reconnaitre et nommer les alcènesConnaître l’isomérie de constitution et l’isomérie de fonction.Connaître les 3 types de réactions : élimination, substitution, addition.La capacité à analyser un mécanisme suppose que soit maîtrisée la signification du symbole « flèche courbe ». Il est attendu d’un élève qu’il sache, en autonomie, pour une étape donnée d’un mécanisme : - représenter ou repérer les doublets non liants ; - identifier les sites donneurs et accepteurs ; - compléter avec une ou des flèches courbes bien orientées. Rappel de 1èreS  :Notion d’électronégativité et polarisation d’une liaison (charges partielles).Représentation de LewisConnaître les différents sites donneurs et accepteurs Mécanismes réactionnels : déplacement de doublet d’électrons du donneur vers l’accepteur (doublet non liant ou doublet de liaison). |
| **Réaction chimique par échange de proton** Le pH : définition, mesure.Théorie de Brönsted : acides faibles, bases faibles ; notion d’équilibre ; couple acide-base ; constante d’acidité Ka. Échelle des pKa dans l’eau, produit ionique de l’eau ; domaines de prédominance (cas des acides carboxyliques, des amines, des acides -aminés).Réactions quasi-totales en faveur des produits :* acide fort, base forte dans l’eau ;
* mélange d’un acide fort et d’une base forte dans l’eau.

Réaction entre un acide fort et une base forte : aspect thermique de la transformation. Sécurité.Contrôle du pH : solution tampon ; rôle en milieu biologique. | *Mesurer le pH d'une solution aqueuse.*Reconnaître un acide et une base dans la théorie de BrönstedUtiliser les symbolismes →, ← et  dans l’écriture des réactions chimiques pour rendre compte des situations observées.Identifier l’espèce prédominante d’un couple acide-base connaissant le pH du milieu et le pKa du couple. *Mettre en œuvre une démarche expérimentale pour déterminer une constante d’acidité.* Calculer le pH d’une solution aqueuse d’acide fort ou de base forte de concentration usuelle.*Mettre en évidence l'influence des quantités de matière mises en jeu sur l’élévation de température observée.*Extraire et exploiter des informations pour montrer l’importance du contrôle du pH dans un milieu biologique. | Il est attendu de l’élève qu’il sache reconnaître un acide ou une base, par exemple : - à partir de données expérimentales (mesures de pH) - par comparaison de deux structures pour un couple acide-base ; - à partir d’une équation de réaction (échange de proton) ; - par analyse de la polarité des liaisons. On attend de l’élève qu’il connaisse les deux couples acide-base particuliers que sont les couples de l’eau. Définir le pH **(**$pH=-log[H\_{3}O^{+}]$**)**, échelle de pH dans l’eau.Définir un acide et une base selon Brönsted.Notion de couple acide/base.Remarque : on acceptera le signe « = » dans les équations et demi-équations.Rappel des classes de seconde et première S : dans le cas de transformations totales, évolution d’un système chimique et description quantitative de l’état final. On attend d’un élève qu’il sache que la mise en solution aqueuse d’un acide ou une base faible conduit à une situation d’équilibre. Il s’agit d’une première approche de l’état d’équilibre d’un système qui sera poursuivie et approfondie dans l’enseignement supérieur. L’identification de l’espèce prédominante suppose de connaître la relation entre Ka et les concentrations des espèces à l’équilibre. La notion de quotient de réaction sera abordée dans l’enseignement supérieur. Expression de Ka, pKa, Ke : domaines de prédominance. Notion d’indicateurs colorés acido-basiques (zone de virage)Notion d’acide -aminé, amphion, espèce amphotère.Formule des ions oxonium et hydroxyde.Connaître et reconnaître dans un énoncé ou une équation chimique les couples acide / base de l’eau.Ecrire la réaction d’un acide dans l’eau.Définir : Acide fort, acide faible. Base forte, base faibleEcrire et reconnaître la réaction acide fort-base forte. Le calcul de pH suppose que l’élève connaisse la relation simplifiée de définition du pH, pH = -log [H3O+]. Rappel 2de :Notion de réactions endothermiques et exothermiques. Connaître les règles de sécurité.Notion de solution tampon. (définition, utilité)Il est attendu que l’élève associe le contrôle du pH à la présence (en quantités voisines) des deux espèces d’un couple acide/base en solution, ce qui confère à celle-ci les propriétés d’une solution tampon.  |

**Énergie, matière et rayonnement**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** **dont connaissances** | **Commentaires :** **Capacités et connaissances implicites** |
| **Du macroscopique au microscopique** Constante d’Avogadro. | Extraire et exploiter des informations sur un dispositif expérimental permettant de visualiser les atomes et les molécules.Évaluer des ordres de grandeurs relatifs aux domaines microscopique et macroscopique.  | Rappel 2de et 1èreS :Ordres de grandeur (échelle des dimensions) |
| **Transferts d’énergie entre systèmes macroscopiques**Notions de système et d’énergie interne. Interprétation microscopique.Capacité thermique.Transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement. Flux thermique. Résistance thermique.Notion d’irréversibilité.Bilans d’énergie. | **Savoir que l’énergie interne d’un système macroscopique résulte de contributions microscopiques****Connaître** et exploiter la relation entre la variation d’énergie interne et la variation de température pour un corps dans un état condensé.Interpréter les transferts thermiques dans la matière à l’échelle microscopique.Exploiter la relation entre le flux thermique à travers une paroi plane et l’écart de température entre ses deux faces.Établir un bilan énergétique faisant intervenir transfert thermique et travail. | La relation Δ*U* = *mxcx*Δ*T* (valable en l’absence de changement d’état) doit être connue pour aborder l’enseignement supérieur. Définir un système (ouvert, fermé, isolé)Notion d’énergie potentielle et cinétique Notion d’agitation thermique.ΔU = m x c x ΔT (expliquer les termes de cette équation)Capacité thermique et capacité thermique massique mais aucune valeur à connaître.La signification du flux thermique doit être connue mais la relation entre le flux thermique et l’écart de température n’est pas exigible. Les phénomènes de transport feront l’objet d’une étude approfondie dans le cadre de l’enseignement supérieur. Cette partie prolonge la compétence exigible en première S « Interpréter à l’échelle microscopique les aspects énergétiques d’une variation de température et d’un changement d’état ». L’algébrisation des transferts d’énergie relève de l’enseignement supérieur. On raisonnera en termes d’énergie reçue et d’énergie cédée par le système. Connaître les transferts thermiques : conduction, convection, rayonnement. Notion de flux et de résistance thermique.Chaîne énergétique et travail d’une forceEtot = W + Q Travailler en terme d’énergie reçue ou cédée mais pas d’algébrisation |
| **Transferts quantiques d’énergie** Émission et absorption quantiques.Émission stimulée et amplification d’une onde lumineuse.Oscillateur optique : principe du laser.Transitions d’énergie : électroniques, vibratoires. | **Connaître le principe de l’émission stimulée et les principales propriétés du laser (directivité, monochromaticité, concentration spatiale et temporelle de l’énergie).***Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d’investigation ou pour transmettre de l’information.*Associer un domaine spectral à la nature de la transition mise en jeu. | Cette partie prolonge les compétences attendues en première S « Interpréter les échanges d’énergie entre lumière et matière à l’aide du modèle corpusculaire de la lumière » et « Connaître les relations *λ* = *c*/*ν* et Δ*E* = hν et les utiliser pour exploiter un diagramme de niveaux d’énergie ». Notion de longueur d’onde et de fréquence.Dangers du laser.Notion de quantum d’énergie : connaître et savoir utiliser la relation :Niveaux d’énergieRappel de 1ère S :Limites du spectre visible, UV, IR |
| **Dualité onde-particule**Photon et onde lumineuse.Particule matérielle et onde de matière ; relation de de Broglie.Interférences photon par photon, particule de matière par particule de matière. | **Savoir que la lumière présente des aspects ondulatoire et particulaire**.Extraire et exploiter des informations sur les ondes de matière et sur la dualité onde-particule.**Connaître** et utiliser la relation *p = h/*.Identifier des situations physiques où le caractère ondulatoire de la matière est significatif.Extraire et exploiter des informations sur les phénomènes quantiques pour mettre en évidence leur aspect probabiliste. | Les notions et contenus étudiés sur ce thème en classe de première S (modèle corpusculaire de la lumière : le photon) trouvent ici leur prolongement. L’élève doit être en mesure de calculer la longueur d’onde de de Broglie et de la comparer à une dimension caractéristique du dispositif pour analyser la situation Notion d’onde et de photonNotion de quantité de mouvementNotion de longueur d’ondeNotion d’interférences, notion de diffraction. |

**AGIR**

**Défis du XXIème siècle**

*En quoi la science permet-elle de répondre aux défis rencontrés par l’Homme dans sa volonté de développement tout en préservant la planète ?*

**Économiser les ressources et respecter l’environnement**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** **dont connaissances** | **Commentaires :** **Capacités et connaissances implicites** |
| **Enjeux énergétiques**Nouvelles chaînes énergétiques.Économies d’énergie. | Extraire et exploiter des informations sur des réalisations ou des projets scientifiques répondant à des problématiques énergétiques contemporaines. Faire un bilan énergétique dans les domaines de l’habitat ou du transport. Argumenter sur des solutions permettant de réaliser des économies d’énergie. | Cette partie permet de prolonger la compétence attendue en classe de première S : « Schématiser une chaîne énergétique pour interpréter les conversions d’énergie en termes de conservation, de dégradation ». Si la connaissance des définitions du rendement, de l’efficacité, etc. relève de l’enseignement supérieur, l’élève peut être amené, dans un contexte donné, à en expliquer la signification. Les différentes formes d’énergiesConservation d’énergieTransferts d’énergie Chaînes énergétiques |
| Apport de la chimie au respect de l’environnementChimie durable :* économie d’atomes ;
* limitation des déchets ;
* agro ressources ;
* chimie douce ;
* choix des solvants ;
* recyclage.

Valorisation du dioxyde de carbone. | Extraire et exploiter des informations en lien avec :* la chimie durable,
* la valorisation du dioxyde de carbone

pour comparer les avantages et les inconvénients de procédés de synthèse du point de vue du respect de l’environnement. | Définir la chimie durable. |
| **Contrôle de la qualité par dosage**Dosages par étalonnage :* spectrophotométrie ; loi de Beer-Lambert ;
* conductimétrie ; explication qualitative de la loi de Kohlrausch, par analogie avec la loi de Beer-Lambert.

Dosages par titrage direct.Réaction support de titrage ; caractère quantitatif.Équivalence dans un titrage ; repérage de l'équivalence pour un titrage pH-métrique, conductimétrique et par utilisation d’un indicateur de fin de réaction. | *Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d’une espèce à l’aide de courbes d’étalonnage en utilisant la spectrophotométrie et la conductimétrie, dans le domaine de la santé, de l’environnement ou du contrôle de la qualité.*Établir l’équation de la réaction support de titrage à partir d’un protocole expérimental.*Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d’une espèce chimique par titrage par le suivi d’une grandeur physique et par la visualisation d’un changement de couleur, dans le domaine de la santé, de l’environnement ou du contrôle de la qualité.* Interpréter qualitativement un changement de pente dans un titrage conductimétrique.  | La détermination de la concentration d’une espèce à l’aide d’une courbe d’étalonnage suppose que l’élève de terminale S sache que l’absorbance est proportionnelle à la concentration pour les solutions diluées. Il est attendu que l’élève utilise qualitativement la loi de Kolhraush pour expliciter les allures des courbes d’étalonnage et de titrage. Toute dérive calculatoire est à proscrire. Il est attendu de l’élève, dans la perspective d’une poursuite d’études scientifiques, qu’il puisse mener, en autonomie, les étapes nécessaires à la détermination de la concentration d’une espèce à l’aide d’un titrage direct, Loi de Beer-LambertSpectre d’absorptionLoi de Kohlrausch simplifiéeConductivité ionique molaireEquation chimique pour tout type de réaction (acide-base, oxydoréduction, précipitation, …)Notion d’équivalence.Savoir écrire la relation entre quantité de matière à l’équivalence.Savoir retrouver c à partir de VE en utilisant l’équation de la réaction support de titrage.Notion de réactif limitant, réactif en excèsMéthodes des tangentes, et de la dérivée en pHmétrie |

**Synthétiser des molécules, fabriquer de nouveaux matériaux**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** **dont connaissances** | **Commentaires :** **Capacités et connaissances implicites** |
| **Stratégie de la synthèse organique**Protocole de synthèse organique : * identification des réactifs, du solvant, du catalyseur, des produits ;
* détermination des quantités des espèces mises en jeu, du réactif limitant ;
* choix des paramètres expérimentaux : température, solvant, durée de la réaction, pH ;
* choix du montage, de la technique de purification, de l’analyse du produit ;
* calcul d’un rendement ;
* aspects liés à la sécurité ;
* coûts.
 | Effectuer une analyse critique de protocoles expérimentaux pour identifier les espèces mises en jeu, leurs quantités et les paramètres expérimentaux. Justifier le choix des techniques de synthèse et d’analyse utilisées. Comparer les avantages et les inconvénients de deux protocoles. | La maîtrise de la compétence suppose la mobilisation des acquis des classes antérieures. Le tableau d’avancement n’est pas exigible.L’analyse comparative de protocoles suppose que l’élève connaisse la notion de rendement, sache établir son expression et en déterminer la valeur. Connaître le principe et le mode opératoire * du montage à reflux
* de la filtration
* de l’extraction par un solvant (ampoule à décanter)
* de la distillation
* de la recristallisation
* mesure de la température de fusion
 |
| **Sélectivité en chimie organique**Composé polyfonctionnel : réactif chimiosélectif, protection de fonctions. | Extraire et exploiter des informations :* sur l'utilisation de réactifs chimiosélectifs,
* sur la protection d’une fonction dans le cas de la synthèse peptidique,

pour mettre en évidence le caractère sélectif ou non d’une réaction.*Pratiquer une démarche expérimentale pour synthétiser une molécule organique d’intérêt biologique à partir d’un protocole.**Identifier des réactifs et des produits à l’aide de spectres et de tables fournis.* | Il n’est pas attendu que l’élève connaisse des méthodes de protection et déprotection de fonction mais uniquement qu’il identifie les étapes de protection et de déprotection dans une synthèse multiétapes, par l’observation globale de la succession des modifications des groupes caractéristiques  |

**Transmettre et stocker de l’information**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** **dont connaissances** | **Commentaires :** **Capacités et connaissances implicites** |
| **Chaîne de transmission d’informations** | Identifier les éléments d’une chaîne de transmission d’informations.Recueillir et exploiter des informations concernant des éléments de chaînes de transmission d’informations et leur évolution récente. |  |
| **Images numériques**Caractéristiques d’une image numérique : pixellisation, codage RVB et niveaux de gris. | Associer un tableau de nombres à une image numérique.*Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur (caméra ou appareil photo numériques par exemple) pour étudier un phénomène optique.* | La compétence exigible nécessite la maîtrise de la notion de pixel, de sa caractérisation par sa couleur et son intensité, et donc quelques notions élémentaires de codage binaire. En revanche, le codage de ces éléments qui permet d’associer le tableau de nombres à l’image numérique doit être accompagné d’informations complémentaires. La compétence attendue en première S « Prévoir le résultat de la superposition de lumières colorées » trouve ici son prolongement  |
| **Signal analogique et signal numérique**Conversion d’un signal analogique en signal numérique.Échantillonnage ; quantification ; numérisation. | Reconnaître des signaux de nature analogique et des signaux de nature numérique.*Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un échantillonneur-bloqueur et/ou un convertisseur analogique numérique (CAN) pour étudier l’influence des différents paramètres sur la numérisation d’un signal (d’origine sonore par exemple).* | La compétence exigible nécessite la maîtrise des notions d’échantillonnage (et de fréquence d’échantillonnage), de quantification (et de l’influence du nombre de bits sur lesquels on effectue le codage). Le schéma d’un CAN n’est pas à connaître |
| **Procédés physiques de transmission**Propagation libre et propagation guidée.Transmission :* par câble ;
* par fibre optique : notion de mode ;
* transmission hertzienne.

Débit binaire.Atténuations. | Exploiter des informations pour comparer les différents types de transmission.Caractériser une transmission numérique par son débit binaire.Évaluer l’affaiblissement d’un signal à l’aide du coefficient d’atténuation.*Mettre en œuvre un dispositif de transmission de données (câble, fibre optique).* | La notion de mode de propagation dans une fibre optique peut être introduite par une approche interférentielle, Ceci permet de faire un lien avec la partie « Propriétés des ondes ». La compétence exigible introduit l’affaiblissement d’un signal ; il est caractérisé par un coefficient d’atténuation exprimé en dB/km. Définir la propagation libre et la propagation guidée.Définir le débit binaire et le coefficient d’atténuation en dB/km. |
| **Stockage optique** Écriture et lecture des données sur un disque optique. Capacités de stockage. | Expliquer le principe de la lecture par une approche interférentielle.Relier la capacité de stockage et son évolution au phénomène de diffraction. |  |

**Créer et innover**

|  |  |
| --- | --- |
| **Notions et contenus** | **Compétences exigibles** |
| Culture scientifique et technique ; relation science-société.Métiers de l’activité scientifique (partenariat avec une institution de recherche, une entreprise, etc). | Rédiger une synthèse de documents pouvant porter sur :* sur l’actualité scientifique et technologique ;
* sur des métiers ou des formations scientifiques et techniques ;
* sur les interactions entre la science et la société.
 |