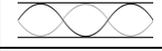
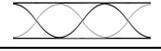
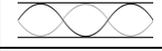
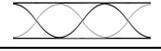
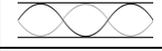
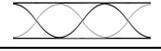


• Année scolaire S7

Année S7	Chapitre : Oscillations et Ondes	Prérequis : S4 : Oscillateurs, énergies potentielle et cinétique, circuits électriques	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés
Propriétés des ondes	Diffraction  La formule de la double fente de Young $\frac{\Delta y}{D} = \frac{\lambda}{d}$  Formule du réseau  $k \lambda = d \sin \alpha_k$	<p><b>Expliquer</b> qualitativement la propagation d'une onde autour d'un obstacle ou à travers une fente en utilisant le principe de Huygens et sa dépendance par rapport à la longueur d'onde.</p> <p><b>Expliquer</b> le schéma des minima et des maxima dans les expériences de double fente.</p> <p><b>Planifier, réaliser et analyser</b> l'expérience de la double fente afin de simuler des méthodes de travail et de pensée scientifiques.</p> <p><b>Déduire</b> les formules de la colonne de contenu et <b>discuter</b> des approximations et des limites des méthodes utilisées.</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>Fente unique pour introduire la diffraction.</p>  <p>Mesurer la longueur d'onde Utiliser des applets pour faciliter la compréhension.</p>  <p>Effet de réseau d'un DVD Spectromètre.</p> </div>
	Ondes stationnaires	<p><b>Décrire</b> que deux ondes, de fréquence et d'amplitude égales, se déplaçant dans des directions opposées, se superposent pour former une onde stationnaire.</p> <p><b>Définir</b> les termes "nœud" et "ventre" et les <b>utiliser</b> pour décrire des ondes stationnaires.</p> <p><b>Indiquer</b> que la distance entre des nœuds (ou des ventres) successifs est <math>d = \lambda/2</math>.</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>Concept des ondes stationnaires : Tuyaux d'orgue et autres instruments à vent et à cordes.</p>  <p>Explorer les sons musicaux produits par les instruments à cordes ou à vent ainsi que les résonances émergentes dues aux caractéristiques physiques de l'instrument.</p> </div>

<b>Année S7</b>	<b>Chapitre : Oscillations et Ondes</b>	Prérequis : S4 : Oscillateurs, énergies potentielle et cinétique, circuits électriques																
<b>Sujet</b>	<b>Contenu</b>	<b>Objectifs pédagogiques</b>	<b>Concepts, phénomènes et activités clés</b>															
	<p>Conditions aux limites : ondes mécaniques sur une corde et ondes sonores dans un tuyau de longueur <math>L</math></p> <p><b>Attention</b> : il faut faire attention car l'utilisation des termes anglais de «harmonic» et de «overtone» varie selon les langues; «overtone» n'existe pas dans certaines langues comme le français.</p>	<p><b>Expliquer</b> comment une onde stationnaire ne se forme que</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>sur une corde de longueur <math>L</math> fixée aux deux extrémités ou dans un tuyau dont les deux extrémités sont fermées ou ouvertes si un multiple entier de <math>\lambda/2</math> s'inscrit dans <math>L</math></li> <li>dans un tuyau dont une extrémité est ouverte et l'autre fermée si un multiple impair de <math>\lambda/4</math> s'inscrit dans <math>L</math>.</li> </ul> <p><b>Résoudre</b> des problèmes numériques impliquant différents modes de vibration des ondes stationnaires sur des cordes ou dans des tuyaux.</p> <p><b>Identifier</b> les modes de résonance à partir de diagrammes de déplacement par rapport à la distance et <b>dessiner</b> un tel diagramme pour une fréquence de résonance donnée.</p> <table border="1" data-bbox="869 1075 1402 1398"> <thead> <tr> <th>Cordes et tuyaux fermés aux deux extrémités</th> <th>Les tuyaux sont ouverts aux deux extrémités</th> <th>Tuyaux aux extrémités différentes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>...</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">...</td> </tr> </tbody> </table>	Cordes et tuyaux fermés aux deux extrémités	Les tuyaux sont ouverts aux deux extrémités	Tuyaux aux extrémités différentes						...				...			<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">     </div> <p>Expériences visant à montrer la dépendance des fréquences de résonance d'une corde ou d'un fil tendu(e) par rapport à la masse linéaire, la tension et la longueur de la corde (expérience de Melde).</p> <p>Pour les ondes stationnaires dans les tuyaux : des expériences avec des diapasons peuvent être menées et le tube de Kundt peut être utilisé pour déterminer la vitesse des ondes sonores.</p> <p>Les outils informatiques offrent des possibilités utiles pour explorer l'analyse de Fourier des fréquences dans une superposition complexe d'ondes comme un son musical.</p> <p>Généralisations à 2 ou 3 dimensions peuvent être explorées comme les cymbales, les tambours et autres membranes.</p>
Cordes et tuyaux fermés aux deux extrémités	Les tuyaux sont ouverts aux deux extrémités	Tuyaux aux extrémités différentes																
																		
		...																
																		
...																		

Année S7	Chapitre : Oscillations et Ondes		Prérequis : S4 : Oscillateurs, énergies potentielle et cinétique, circuits électriques	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Ondes électromagnétiques	<p>Caractéristiques des ondes électromagnétiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les champs <math>E</math> et <math>B</math> oscillent perpendiculairement l'un par rapport à l'autre</li> <li>• Vitesse de la lumière</li> <li>• Les ondes sont transversales par rapport à la direction de propagation de l'énergie</li> </ul> <p>Principales régions du spectre électromagnétique : radio, micro-ondes, infrarouge, visible, ultraviolet, rayons X et gamma</p>	<p><b>Indiquer</b> qu'une charge qui accélère émet une onde électromagnétique.</p> <p><b>Décrire</b> la propagation des champs oscillants <math>E</math> et <math>B</math> d'une antenne lorsqu'une tension alternative est appliquée aux extrémités.</p> <p><b>Comparer</b> les interactions avec la matière des ondes électromagnétiques dans différentes parties du spectre afin de les classer selon leur région.</p> <p><b>Mettre en relation</b> différentes régions du spectre électromagnétique avec différentes applications et phénomènes naturels.</p>	       	<p>On peut discuter de divers exemples de la manière dont une onde électromagnétique est produite par l'accélération des charges. Des animations peuvent être utilisées pour illustrer le dipôle de Hertz.</p> <p>Expériences historiques pour mesurer la vitesse de la lumière, par exemple, appareil de Rømer, Fizeau ou interférométrie.</p> <p>Expérience du miroir de Fresnel.</p> <p>Antenne dipolaire et fours à micro-ondes : exemples d'ondes électromagnétiques stationnaires.</p> <p>Discussion critique sur les risques associés aux différentes régions du spectre de rayonnement électromagnétique : lesquels sont réels et lesquels sont des mythes populaires.</p>

Année S7	Chapitre : Champs	Prérequis : S6 : Champs électriques, magnétiques et gravitationnels, intensité des champs, forces dans les champs, mouvement rectiligne et circulaire, cinématique des objets		
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Potentiel électrique	Potentiel électrique en un point $V(r)$ La différence de potentiel est la variation de l'énergie potentielle d'une unité de charge positive se déplaçant entre deux points du champ. $\Delta V = \frac{\Delta E_P}{q}$	<b>Définir</b> le potentiel électrique à une position $r$ comme le travail nécessaire pour prendre une charge positive unitaire d'un point de référence où $V = 0$ à la position $r$ dans le champ.  <b>Décrire et expliquer</b> la relation entre les lignes de force et les équipotentielle.		
	Potentiel dans le champ radial d'une charge ponctuelle $Q$ à une distance $r$ de la charge $V(r) = k \frac{Q}{r}$ Equipotentielle	<b>Déterminer</b> le potentiel dans un champ radial et des champs uniformes. <b>Rappeler</b> que $V$ est posé égal à 0 à une distance infinie de $Q$ (à $r = \infty$ ). <b>Expliquer</b> le phénomène et <b>calculer</b> sur base de cette convention. <b>Calculer</b> l'énergie potentielle d'une charge dans un champ radial ou dans un champ uniforme. <b>Mettre en rapport</b> le travail de la force électrique avec le mouvement à travers des équipotentielles.	  	Des néons fluorescents placés sous des lignes électriques.  Simulations et expériences sur ordinateur (comme la cartographie sur papier conducteur) pour montrer visuellement les lignes et surfaces équipotentielles. Relier ce concept aux courbes de niveau sur les cartes.
	Travail lors du déplacement d'une charge dans un champ électrique homogène : $W = Q U$	<b>Appliquer</b> la conservation d'énergie au potentiel électrique.		

Année S7	Chapitre : Champs		Prérequis : S6 : Champs électriques, magnétiques et gravitationnels, intensité des champs, forces dans les champs, mouvement rectiligne et circulaire, cinématique des objets	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés	
Electronvolt	L'électronvolt (eV) comme unité d'énergie	<b>Rappeler</b> la définition de l'électronvolt et <b>l'appliquer</b> dans les calculs.		
Champ magnétique	Force exercée sur un conducteur rectiligne parcouru par un courant  $F = B I l \sin \theta$  Force de Lorentz  $F = B q v \sin \theta$	<b>Examiner</b> , à l'aide d'une expérience, les facteurs qui influencent la force exercée sur un fil conducteur parcouru par un courant.  <b>Calculer</b> la force exercée sur les charges se déplaçant dans des champs magnétiques uniformes.	  	Une discussion utile sur les similitudes entre les intensités des trois champs dans le vide peut être faite comme suit : <ul style="list-style-type: none"> <li>• force sur une unité de masse : <math>g</math>;</li> <li>• force sur une unité de charge : <math>E</math>;</li> <li>• force sur un fil rectiligne unitaire (<math>l = 1 \text{ m}</math>, <math>I = 1 \text{ A}</math>, perpendiculaire au champ) : intensité du champ magnétique.</li> </ul> Spectromètre de masse. Calculer le rapport charge/masse d'une particule chargée Possibilité de coupe transversale : $\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$ $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$
	Flux magnétique à travers une surface $A$  $\Phi = B_{\perp} A$	<b>Calculer</b> la liaison de flux entre des zones de champs uniformes.		

Année S7	Chapitre : Champs	Prérequis : S6 : Champs électriques, magnétiques et gravitationnels, intensité des champs, forces dans les champs, mouvement rectiligne et circulaire, cinématique des objets	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés
	<p>Induction électromagnétique</p> $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ <p>où <math>\varepsilon</math> est la force électromotrice (FEM)</p> <p>Une bobine traversée par un courant variable produit un champ B variable proportionnel au courant, de sorte qu'une force électromotrice est induite à travers elle de telle sorte que</p> $\varepsilon = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ <p>où <math>L</math>, appelé Inductance de la bobine, est introduit ici simplement comme la constante de proportionnalité.</p>	<p><b>Concevoir</b> des expériences pour étudier une relation causale entre un champ magnétique variable et un courant électrique.</p> <p><b>Expliquer</b> des observations en termes d'induction électromagnétique et <b>discuter</b> du transfert et de la conservation de l'énergie.</p> <p><b>Faire le lien entre</b> ces explications concernant le transfert d'énergie entre des systèmes et le fonctionnement d'appareils de la vie quotidienne.</p> <p><b>Utiliser</b> des modèles de lignes de champ pour <b>expliquer</b> pourquoi une bobine de fil en rotation dans un champ magnétique externe produit un modèle prévisible de courant électrique variable dans le fil.</p> <p><b>Effectuer des expériences</b> pour étudier, qualitativement et quantitativement, la tension aux bornes d'une bobine lorsqu'un courant variable la traverse. <b>Expliquer</b> les observations en termes de lois de l'induction électromagnétique.</p>	<p> Des exemples d'induction électromagnétique tels que les générateurs à bobines rotatives, les guitares électriques, le transformateur, les détecteurs de métaux pourraient être étudiés.</p> <p> Les avantages et les inconvénients des courants de Foucault pourraient être discutés. Les exemples incluent les tables de cuisson à induction, un transformateur, l'amortissement et le freinage électromagnétique.</p> <p> La signification physique de <math>L</math> n'est pas nécessaire à ce stade, mais pourrait être explorée en faisant varier les dimensions de la bobine.</p> <p> Les similitudes et les différences entre le rôle d'un diélectrique dans les condensateurs et le rôle du noyau de fer dans un inducteur sont intéressantes à discuter.</p>

Année S7	Chapitre : Champs	Prérequis : S6 : Champs électriques, magnétiques et gravitationnels, intensité des champs, forces dans les champs, mouvement rectiligne et circulaire, cinématique des objets	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés
Champ Gravitationnel	<p>Potentiel gravitationnel</p> <p>La différence de potentiel est la variation de l'énergie potentielle d'une unité de masse se déplaçant entre deux points du champ</p> $\Delta V = \frac{\Delta E_p}{m}$ <p>Potentiel dans un champ radial à une distance <math>r</math> de la masse</p> $V(r) = -G \frac{M}{r}$ <p>Variation de l'énergie potentielle dans un champ gravitationnel uniforme</p> $\Delta E_p = m g \Delta h$ <p>Equipotentiellles</p>	<p><b>Définir</b> le potentiel gravitationnel en un point de position <math>r</math> dans le champ comme le travail nécessaire pour amener une masse unitaire d'un point de référence où <math>V = 0</math> à cette position <math>r</math>.</p> <p><b>Déterminer</b> le potentiel dans des champs radiaux et des champs uniformes.</p> <p><b>Effectuer</b> des expériences pour déterminer l'énergie transférée vers ou depuis un champ gravitationnel uniforme lorsque la distance entre la Terre et l'objet varie.</p> <p><b>Établir</b> une relation entre le travail de la force gravitationnelle et le mouvement à travers les équipotentiellles.</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>Discussion sur « l'apesanteur » en orbite.</p>    <p>Généralisation possible avec la résolution de problèmes à 3 masses et la superposition des champs.</p>    <p>Simulations informatiques et autres visualisations des champs gravitationnels et des surfaces équipotentiellles. Relier ce concept aux courbes de niveau sur les cartes.</p> </div>

Année S7	Chapitre : Physique quantique	Prérequis : S5 : structure de la matière ; S6 : Travail, énergie, quantité de mouvement, oscillations et résonance ; S7 : ondes, ondes stationnaires, spectre électromagnétique.	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés
Comportement des ondes comme des particules	<p>Le concept du photon.</p> <p>Énergie du photon.</p> $E = hf$ <p>où <math>h</math> est la constante de Planck</p> <p>L'effet photoélectrique des surfaces métalliques</p> <p>L'équation d'Einstein</p> $E_K = hf - W_0$ <p>La fréquence seuil <math>f_0</math></p>	<p><b>Utiliser</b> le terme photon pour <b>décrire</b> la quantification de l'énergie électromagnétique.</p> <p><b>Appliquer</b> la formule pour <b>calculer</b> l'énergie, la fréquence et la longueur d'onde des photons.</p> <p><b>Donner</b> la signification de l'intensité et de la fréquence de la lumière sur les photoélectrons et les mettre en relation avec les principales observations expérimentales.</p> <p><b>Comparer</b> les prédictions d'un modèle de particules avec celles d'un modèle d'ondes lorsqu'elles sont appliquées aux observations de l'effet photoélectrique.</p> <p><b>Discuter</b> de la validité de chaque modèle.</p> <p><b>Identifier</b> <math>E_K</math> dans l'équation d'Einstein comme l'énergie cinétique maximale des photoélectrons et <b>définir</b> <math>W_0</math> comme le travail effectué pour libérer un électron de la surface photoémissive.</p> <p><b>Analyser les données et interpréter</b> les graphiques qui confirment la relation entre l'énergie cinétique d'un photoélectron et la fréquence de la lumière.</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 20px;"></div> <div style="margin-bottom: 20px;"></div> <div style="margin-bottom: 20px;"></div> <div></div> </div> <p>D'autres exemples de quanta d'ondes pourraient être introduits, comme les phonons.</p> <p>Effet photoélectrique : examen de la décharge d'un électroscope lors de l'exposition à un rayonnement.</p> <p>D'autres aspects et applications de l'effet photoélectrique, tels que le courant de saturation et l'efficacité quantique, peuvent être étudiés.</p> <p>Méthode du potentiel d'arrêt : mesure de la fréquence seuil, du travail d'extraction et de la constante de Planck sur différentes surfaces métalliques. Des simulations informatiques et des vidéos sont disponibles pour aider les étudiants à comprendre ces concepts et à simuler l'expérience classique.</p>

Année S7	Chapitre : Physique quantique	Prérequis : S5 : structure de la matière ; S6 : Travail, énergie, quantité de mouvement, oscillations et résonance ; S7 : ondes, ondes stationnaires, spectre électromagnétique.	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés
	Quantité de mouvement des photons  $p_{\text{photon}} = \frac{h}{\lambda}$  L'effet Compton	<p><b>Interpréter</b> les observations de la littérature ou des simulations informatiques en utilisant la conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie pour <b>expliquer</b> le décalage de fréquence observé dans les photons des rayons X et le gain de la quantité de mouvement qui en résulte pour les électrons.</p> <p><b>Indiquer</b> que les résultats impliquent que les photons possèdent une quantité de mouvement.</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">      </div> <p>Des exemples dans la technologie et dans la nature peuvent être étudiés, tels que les voiles légères, la pression de radiation dans une étoile, les techniques de fusion par confinement inertiel et le refroidissement par laser, etc.</p> <p>Les simulations sur ordinateur sont utiles pour rendre l'expérience plus concrète pour les étudiants lorsqu'il n'est pas possible d'accéder aux expériences réelles.</p>
Comportement des particules comme des ondes	Hypothèse de de Broglie « toute particule ou objet en mouvement est associé à une onde »  $\lambda = \frac{h}{p}$  L'électron comme exemple d'onde de particule. Démonstré par <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffraction des électrons par un réseau cristallin</li> <li>• Superposition d'électrons dans une expérience de la double fente</li> </ul>	<p><b>Extrapoler</b> à partir du comportement dual du photon pour <b>prédire</b> le comportement dual d'une particule.</p> <p><b>Rassembler</b> des exemples et des preuves tirés de documents, d'expériences ou de simulations informatiques. <b>Comparer</b> et <b>opposer</b> les preuves du comportement de particule et du comportement d'onde de la matière.</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">          </div> <p>Tube à diffraction d'électrons : des mesures quantitatives pourraient être effectuées en utilisant l'équation des maxima de diffraction : <math>2 d \sin \alpha = k \lambda</math>.</p> <p>Applications de la cristallographie pour déterminer la structure des matériaux.</p> <p>Le microscope électronique à transmission fournit un exemple d'application réelle du comportement ondulatoire des particules.</p>

Année S7	Chapitre : Physique quantique	Prérequis : S5 : structure de la matière ; S6 : Travail, énergie, quantité de mouvement, oscillations et résonance ; S7 : ondes, ondes stationnaires, spectre électromagnétique.	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés
La dualité onde-particule	<p>Principe d'incertitude de Heisenberg</p> $\Delta x \Delta p \geq h$ $\Delta E \Delta t \geq h$ <p>Comportement stochastique des objets quantiques avec une référence particulière à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• figures d'interférence des photons et des électrons</li> <li>• effet tunnel</li> <li>• description de la fonction d'onde des objets quantiques.</li> </ul> <p>Objets quantiques à considérer : photons et électrons.</p>	<p><b>Examiner</b> les conséquences du principe d'incertitude en termes de mesure et d'information sur l'état d'un système.</p> <p><b>Expliquer</b> la figure d'interférence observée lorsque la lumière (laser) ou les électrons passent à travers une double fente, en vous basant sur la nature stochastique des objets quantiques.</p> <p><b>Établir</b>, à l'aide d'un argument mathématique, l'affirmation selon laquelle, en principe, la quantité de mouvement et la position d'un objet quantique ne peuvent pas être exactement connues en même temps.</p>	 <p>Des expériences à double fente : Les trois expériences (historiques) à double fente suivantes permettent de revisiter les photons et les électrons en tant qu'objets quantiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'expérience de Young (1800) : Lumière (laser) de haute intensité, support majeur de la théorie des ondes de la lumière ;</li> <li>• Expérience de Taylor (1909) : Lumière de faible intensité ; la source originale "Interference Frings with feeble light" peut être lue par des lycéens ;</li> <li>• Expérience de Jönsson (1960) : Interférence des électrons ; l'expérience peut être comprise en utilisant des simulations informatiques ou les données expérimentales de la publication originale de Jönsson.</li> </ul>  <p>L'expérience à fente unique peut être utilisée comme analogie pour démontrer la relation entre les variables dans le principe d'incertitude de Heisenberg.</p>

Année S7	Chapitre : Physique quantique	Prérequis : S5 : structure de la matière ; S6 : Travail, énergie, quantité de mouvement, oscillations et résonance ; S7 : ondes, ondes stationnaires, spectre électromagnétique.	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés
	<p>Les implications de la non-localité quantique pour le déterminisme et la causalité</p> <p>Le principe de la correspondance</p>	<p><b>Raisonnement</b> fondé sur la preuve que la mesure d'une propriété d'un objet quantique a des implications et des conséquences non locales pour la compréhension classique de la relation de cause à effet.</p> <p>Discuter du passage d'un nombre plus faible d'objets quantiques à un nombre plus élevé d'objets quantiques (c'est-à-dire le passage à la physique macroscopique).</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>Un contexte (historique) approprié pour discuter des implications de la non-localité sur notre compréhension de la physique est le paradoxe formulé par Einstein, Podolski et Rosen ; ce contexte offre également l'occasion de débattre des aspects de la nature de la science et de faire le pont avec la physique moderne.</p>  <p>Expérience Einstein-Podolski-Rosen. Intrication quantique.</p>  <p>Les enseignants doivent faire des recherches sur les textes et les ressources à l'intention des élèves et encourager la lecture et l'apprentissage.</p> </div>
Modèle quantique de l'atome	<p>États énergétiques d'un objet quantique de masse <math>m</math> dans un puits de potentiel carré unidimensionnel infini de largeur <math>L</math></p> $E_n = \frac{h^2}{8 m L^2} n^2$ <p>L'état fondamental du système est défini comme l'état le plus bas du système, <math>n = 1</math>. Les états <math>n &gt; 1</math> sont appelés les états excités du système.</p>	<p><b>Établir</b> l'équation des niveaux d'énergie d'un objet quantique dans un puits de potentiel infini unidimensionnel.</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">  <p>Certaines molécules organiques ont un potentiel qui se rapproche du carré et pourraient être mentionnées pour illustrer le sujet.</p> </div>

Année S7	Chapitre : Physique quantique	Prérequis : S5 : structure de la matière ; S6 : Travail, énergie, quantité de mouvement, oscillations et résonance ; S7 : ondes, ondes stationnaires, spectre électromagnétique.	
Sujet	Contenu	Objectifs pédagogiques	Concepts, phénomènes et activités clés
	<p>Des potentiels réalistes</p> <p>Les états énergétiques de l'atome d'hydrogène</p> $E_n = -\frac{13.6 \text{ eV}}{n^2}$ <p>Emission et absorption de la lumière, quantification de l'énergie, spectres de raies</p> $W = hf$	<p><b>Expliquer</b> comment la preuve des spectres de raies et la connaissance du potentiel de Coulomb suggèrent que les états d'énergie dans les atomes sont discrets.</p> <p><b>Analyser et interpréter</b> des données pour en déduire les structures des niveaux d'énergie.</p>	 <p>L'expérience de Franck-Hertz a été déterminante pour confirmer spécifiquement la quantification de l'énergie dans l'atome. Il est recommandé de réaliser l'expérience avec des étudiants.</p>  <p>Le spectre caractéristique des rayons X des métaux fournit des preuves supplémentaires de la quantification de l'atome.</p>  <p>Discuter du puits fini et de la région classiquement interdite. Ceux-ci peuvent être utilement étudiés par le biais de simulations sur ordinateur.</p>  <p>Dans la mesure du possible, les étudiants doivent avoir la possibilité de travailler avec des données réelles, par exemple sur la série spectrale de l'hydrogène.</p>  <p>Identifier les liens entre la spectrométrie et la chimie.</p> <p>Examiner comment les colorants produisent leurs couleurs.</p>
	Autres nombres quantiques ( $l, m, s, \dots$ ) et le principe d'exclusion de Pauli	<b>Expliquer</b> la structure du tableau périodique basé sur les nombres quantiques et le principe d'exclusion de Pauli	 <p>Établir des liens avec les orbitales.</p>