



Enseignement secondaire

Classe de 1ère

Physique

1e moderne B

Nombre de leçons: 4.0

Nombre minimal de devoirs: 2/2

Langue véhiculaire: Français

I. Objectifs et compétences

Le but du cours de physique dans les sections B et C est de donner aux élèves des bases solides en physique afin qu'ils puissent aborder des études supérieures dans les meilleures conditions. En outre il doit donner à tout élève la possibilité de développer un aspect important de sa formation et de sa culture générale.

Compétences visées:

- Au niveau du savoir:
 - connaître le vocabulaire spécifique à la physique ;
 - connaître les unités ;
 - connaître les définitions ;
 - connaître les lois physiques.

- Au niveau du savoir-faire dans le domaine expérimental:
 - observer, décrire et analyser les phénomènes ;
 - poser les questions qui en découlent et formuler des hypothèses pour y répondre ;
 - imaginer, organiser et exécuter des expériences pour les vérifier ;
 - porter un jugement critique sur les résultats ainsi obtenus ;
 - énoncer des conclusions et en déduire les lois ;
 - transposer ces lois en termes mathématiques.

- Au niveau du savoir-faire dans le domaine théorique:
 - interpréter un phénomène à l'aide d'un modèle ou d'une loi ;
 - comprendre l'écart qui existe entre le modèle et la réalité ;
 - établir une relation mathématique entre grandeurs physiques ;
 - utiliser des lois physiques et des méthodes mathématiques pour résoudre des problèmes.

- Au niveau des connaissances et du savoir-faire non spécifiques à la physique
 - accéder aux connaissances au moyen de différentes sources ;
 - manier la langue française (écrite et orale) ;
 - utiliser les outils mathématiques dans des situations concrètes et réelles ;



- utiliser les moyens informatiques. (*)

- (*) Pour la mesure de grandeurs physiques, pour l'exploitation et la visualisation des résultats, pour le pilotage ou la simulation d'expériences et éventuellement pour la rédaction des rapports de TP. Dans ce contexte l'élève doit aussi comprendre clairement les limites des méthodes informatisées (p. ex. éviter l'erreur de prendre des simulations pour des expériences).



II. Contenu obligatoire du cours

Le choix des notions à approfondir et des phénomènes nouveaux à étudier s'est fait avec l'objectif de rendre l'élève capable de suivre des études supérieures. Il importe de transmettre à l'élève, par le contenu même, les méthodes à utiliser dans l'étude de la physique, afin qu'il puisse les appliquer avantageusement dans des domaines non abordés. Une série de phénomènes est traitée par les travaux pratiques qui constituent une nécessité absolue en vue d'une préparation de l'élève à un travail autonome de manipulation auquel il est confronté dans l'enseignement supérieur.

Les programmes des classes de 3^{ème} à 1^{ère} sont considérés comme un tout. En principe, toute matière n'y intervient qu'une seule fois. En classe de première, on suppose connue et comprise la matière du programme des classes précédentes.

La matière traitée en travaux pratiques ne pourra pas donner lieu à une question lors de l'examen de fin d'études secondaires. Sauf indication contraire, le degré de difficulté de la matière est celui des manuels. Cependant la méthode proposée par le(s) manuel(s) n'est pas impérative.

III. Méthodes

Pour que l'enseignement de la physique puisse porter des fruits, les élèves doivent se sentir concernés par la matière à étudier.

Pour les motiver en ce sens il faut:

- insister sur les aspects mathématiques de la physique et utiliser à l'occasion les ressources mathématiques à la place des expériences;
- les faire participer au cours;
- les encourager à approfondir la matière et à poser de nombreuses questions;
- les encourager à intervenir quand ils n'ont pas compris un point précis;
- éveiller leur curiosité;
- les prendre au sérieux dans leurs réflexions personnelles;
- les inciter à travailler de façon autonome;
- procéder à un contrôle des connaissances tenant compte des objectifs du cours.

Pour que les méthodes soient adaptées aux objectifs fixés,

- l'approche expérimentale sera préférée à l'approche théorique;
- le cours sera axé sur des expériences;
- les élèves testeront leur savoir à l'aide de questions de compréhension et d'exercices dont le degré de difficulté ne dépasse pas celui des exercices proposés dans les manuel figurant au programme.

IV. Devoirs en classe

- Les devoirs en classe ne devront contenir que des questions conformes au programme.
- Les devoirs à double correction peuvent avoir une durée de deux leçons. Ils auront une structure analogue à celle de l'épreuve d'examen.



V. Programme

A. CINÉMATIQUE ET DYNAMIQUE

1. Grandeurs cinématiques

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
<ul style="list-style-type: none"> – définir les grandeurs cinématiques dans la base cartésienne: position \vec{OM}, vitesse \vec{v} et accélération \vec{a} 	$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}; v_x = \frac{dx}{dt};$ $v_y = \frac{dy}{dt}; v_z = \frac{dz}{dt}$ $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}; a_x = \frac{dv_x}{dt}.. \text{etc}$
<ul style="list-style-type: none"> – définir l'abscisse angulaire d'un point M en mouvement circulaire – énoncer la relation entre l'abscisse angulaire et l'abscisse curviligne s d'un point M 	$s = R \theta$, où R est le rayon de la trajectoire circulaire
<ul style="list-style-type: none"> – définir la vitesse linéaire instantanée \vec{v} d'un point M en mouvement circulaire dans la base de Frenet – définir la vitesse angulaire instantanée d'un mobile en mouvement de rotation – établir et appliquer la relation entre la vitesse linéaire v et la vitesse angulaire – établir la relation entre la vitesse angulaire et la période T dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme 	$v_T = \frac{ds}{dt}; v_N = 0$ $\omega = \frac{d\theta}{dt}; v = R\omega$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$
<ul style="list-style-type: none"> – donner l'expression de l'accélération dans le cas d'un mouvement curviligne dans la base de Frenet; démontrer son expression dans le cas du mouvement circulaire uniforme 	$\vec{a} = a_T \vec{T} + a_N \vec{N},$ $a_N = \frac{v^2}{r} = r\omega^2, a_T = \frac{dv}{dt}$

2. Mouvement d'une particule dans un champ de force constant

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
<p>établir les équations paramétriques et cartésienne</p> <ul style="list-style-type: none"> – d'une masse ponctuelle pénétrant avec une vitesse \vec{v}_0 dans un champ de pesanteur uniforme – d'une charge ponctuelle pénétrant avec une vitesse \vec{v}_0 dans le champ électrique uniforme <p>et cela quel que soit l'angle entre la vitesse initiale et la direction perpendiculaire au champ en question</p>	<p>Exercices d'application faisant intervenir le calcul du point d'impact sur le sol et l'altitude maximale atteinte.</p>



3. Mouvement d'une particule soumise à une force radiale

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
que dans un mouvement circulaire uniforme, la somme vectorielle des forces est centripète	Pas d'exercices sur le mouvement circulaire, à l'exception du satellite et de la particule chargée dans le champ magnétique.
définir le vecteur champ de gravitation \vec{G} en un point où une masse m subit la force de gravitation \vec{F}	$\vec{G} = \frac{\vec{F}}{m}$
établir l'expression de l'intensité du champ de gravitation d'une planète (de la Lune...) à une altitude z en fonction de la masse M et du rayon R de la planète	$G(z) = \frac{K \cdot M}{(R+z)^2}$
énoncer et appliquer les 3 lois de Kepler	questions de compréhension
<ul style="list-style-type: none"> - établir l'expression de l'accélération \vec{a}, de la vitesse v, de la vitesse angulaire et de la période T de révolution d'un satellite en orbite circulaire autour d'une planète (d'une étoile) en fonction de sa masse M - en déduire la 3^e loi de Kepler dans le cas particulier du mouvement circulaire 	$\vec{a} = \vec{G}; v = \sqrt{K \frac{M}{r}};$ $T = \frac{2\pi}{\sqrt{KM}} r^{\frac{3}{2}}$
caractériser le satellite géostationnaire ; calculer son altitude	<ul style="list-style-type: none"> - indépendante de la masse du satellite - application à d'autres planètes
énoncer les caractéristiques de la force de Lorentz \vec{f} s'exerçant sur une charge q se déplaçant avec la vitesse \vec{v} dans le champ magnétique \vec{B}	$\vec{f} = q\vec{v} \wedge \vec{B};$ règle de la main droite ou équivalent
étudier le mouvement d'une particule de charge q et de masse m , évoluant dans un champ magnétique \vec{B} uniforme <ul style="list-style-type: none"> - vitesse initiale \vec{V}_0 parallèle à \vec{B}: montrer que le mouvement de la particule est rectiligne uniforme - vitesse initiale \vec{V}_0 perpendiculaire à \vec{B} <ul style="list-style-type: none"> • montrer que le mouvement de la particule est plan, uniforme et circulaire • établir l'expression du rayon r de la trajectoire 	$r = \frac{mv_0}{ q B}$
expliquer le principe de fonctionnement du spectrographe de masse	traiter sous forme d'un exercice
expliquer le principe de fonctionnement du cyclotron	traiter sous forme d'un exercice



B. OSCILLATIONS, ONDES ET LUMIÈRE

1. OSCILLATEURS

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
définir un oscillateur, un oscillateur libre, un oscillateur forcé, un oscillateur harmonique, un oscillateur amorti, et donner des exemples	mise en évidence expérimentale
définir l'amplitude, la pulsation ω , la fréquence f , la période T , la phase d'un oscillateur, et énoncer les relations entre f , T et ω	$f = \frac{1}{T}$; $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$;
– 1) Oscillateurs mécaniques	
étudier les oscillations libres d'un pendule élastique horizontal <ul style="list-style-type: none"> – établir l'équation différentielle du mouvement en l'absence de frottements – vérifier qu'une fonction sinusoïdale du temps est solution de l'équation différentielle – en déduire l'expression de la période propre – en déduire les expressions de la vitesse v_x et de l'accélération a_x de l'oscillateur en fonction du temps – représenter graphiquement l'élongation x, la vitesse v_x et l'accélération a_x en fonction du temps – expliquer l'effet d'un frottement sur le mouvement de l'oscillateur 	système oscillant à un ressort; établir l'équation différentielle à partir de la relation fondamentale de la dynamique et par une considération énergétique; choisir les conditions initiales pour que la phase initiale ne prenne que les valeurs 0 , $\frac{\pi}{2}$, $-\frac{\pi}{2}$ ou π ; vérifications expérimentales
étudier les oscillations forcées d'un pendule élastique horizontal faiblement amorti <ul style="list-style-type: none"> – décrire le mouvement du pendule en fonction de la fréquence de l'excitateur – décrire l'influence de l'amortissement sur l'amplitude des oscillations – citer des exemples de résonance mécanique 	mise en évidence expérimentale de la résonance (étude qualitative)
– 2) Oscillateurs électriques	
établir expérimentalement les lois de la bobine pure <ul style="list-style-type: none"> – montrer que la tension u_{AB} aux bornes de la bobine est proportionnelle au taux de variation du courant – définir l'inductance L comme facteur de proportionnalité 	$u_{AB} = L \cdot \frac{di}{dt}$; (bobine sans noyau de fer)
énoncer la loi d'Ohm pour une bobine de résistance r et d'inductance L , parcourue par un courant de A vers B d'intensité i	$u_{AB} = L \cdot \frac{di}{dt} + ri$
<ul style="list-style-type: none"> – décrire une expérience montrant qu'une bobine parcourue par un courant emmagasine de l'énergie magnétique – établir l'expression de l'énergie magnétique E_{magn} emmagasinée dans une bobine d'inductance L, parcourue par un courant d'intensité I 	$E_{magn} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$
étudier les oscillations libres électriques dans un dipôle RLC: <ul style="list-style-type: none"> – établir l'équation différentielle du circuit LC ($R = 0$) – vérifier qu'une fonction sinusoïdale du temps est solution de l'équation différentielle – en déduire l'expression de la période propre 	établir l'équation différentielle (de la tension aux bornes du condensateur ou de la charge



<ul style="list-style-type: none"> – montrer que le dipôle est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal – expliquer l'effet de la résistance R du circuit sur les oscillations électriques 	<p>de celui-ci) à partir de la loi des mailles et par une considération énergétique; traiter l'étude mathématique par analogie à celle du pendule élastique; vérifications expérimentales</p>
<p>étudier les oscillations forcées dans un dipôle RLC</p> <ul style="list-style-type: none"> – décrire en fonction de la fréquence la réponse en intensité du circuit RLC 	<p>mise en évidence expérimentale de la résonance (étude qualitative)</p>

2. Propagation d'une onde mécanique

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
<p>définir un signal transversal, un signal longitudinal, une onde transversale, une onde longitudinale, la célérité des ondes</p>	<p>mise en évidence expérimentale</p>
<p>énoncer et appliquer la relation entre la célérité c des ondes dans une corde, la tension F et la masse linéaire μ de la corde</p>	$c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$
<p>établir la relation entre la longueur d'onde λ et la période T de la source (fréquence f de la source)</p>	$\lambda = cT = \frac{c}{f}$
<p>montrer que le phénomène de la propagation des ondes est déterminé par une double périodicité</p>	<p>périodicité spatiale et temporelle</p>
<p>établir l'équation d'onde pour une propagation vers les x positifs dans le cas où l'élongation de la source s'écrit:</p> $y_s(t) = Y_0 \sin\left(2\pi \frac{t}{T} + \varphi\right)$	$y(t, x) = Y_0 \sin\left[2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi\right]$
<p>énoncer la condition sur la distance x séparant 2 points vibrant en phase, et celle sur la distance x' séparant 2 points vibrant en opposition de phase</p>	$\Delta x = n\lambda \text{ avec } n \in \mathbb{Z};$ $\Delta x' = (2n' + 1)\frac{\lambda}{2} \text{ avec } n' \in \mathbb{Z}$

3. Interférences et diffraction des ondes mécaniques

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
<p>citer les conditions nécessaires pour obtenir des interférences</p>	<p>sources synchrones, sources cohérentes</p>
<ul style="list-style-type: none"> – décrire et interpréter l'expérience de Melde (interférences dans un milieu à une dimension) – expliquer la différence entre une onde progressive et une onde stationnaire 	<p>étude qualitative</p>
<p>établir l'expression de l'amplitude résultante obtenue par la superposition de l'onde incidente et de l'onde réfléchie et en déduire la position des ventres et des noeuds de vibration</p>	



établir la relation donnant le nombre de fuseaux n dans une corde de longueur L en fonction de la fréquence f de la source, de la tension F et de la masse linéaire de la corde	$n = 2fL\sqrt{\frac{\mu}{F}}$
montrer que les instruments à cordes constituent des applications pratiques d'ondes stationnaires	son fondamental; harmoniques
décrire et interpréter l'expérience de production d'interférences sur la surface libre de l'eau (interférences dans un milieu à deux dimensions)	double pointe vibrant dans l'eau
énoncer les conditions sur la différence de marche: – pour les points de mouvement maximal (interférence constructive) – ' pour les points de mouvement nul (interférence destructive)	$\delta = n\lambda$ avec $n \in \mathbb{Z}$; $\delta' = (2n' + 1)\frac{\lambda}{2}$ avec $n' \in \mathbb{Z}$
décrire une expérience d'interférence des ondes acoustiques	
décrire et interpréter la diffraction d'une onde à la surface de l'eau au passage sur un obstacle	étude qualitative, en vue de la compréhension de l'expérience des fentes de Young

4. Interférences lumineuses

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
décrire l'expérience des fentes de Young en lumière monochromatique	étude qualitative
dans le cas de l'expérience des fentes de Young, étudier la superposition des deux ondes en un point M situé sur un écran (longueur d'onde λ , distance a entre les sources S_1 et S_2 , écran placé à la distance D des sources et parallèle à S_1S_2 , repérage de la position de M à l'aide de son abscisse x , origine de l'axe Ox au point d'intersection de la médiatrice de S_1S_2 avec l'écran): – établir l'expression de la différence de marche en fonction de la distance a , la distance D ($D \gg a$) et l'abscisse x ($x \ll D$) du point M – déterminer la position des maxima et des minima sur l'écran – en déduire l'expression pour l'interfrange i	$\delta = \frac{ax}{D}$; $x_{\max} = n\frac{\lambda D}{a}$ avec $n \in \mathbb{Z}$; $x_{\min} = (2n'+1)\frac{\lambda D}{2a}$ avec $n' \in \mathbb{Z}$; $i = \frac{\lambda D}{a}$



C. PHYSIQUE MODERNE

1. Relativité restreinte d'Einstein

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
énoncer les postulats d'Einstein et illustrer ces postulats à l'aide d'exemples	limite de la physique classique: $v < 0,1c$
expliquer la désynchronisation des horloges à l'aide d'une expérience par la pensée	pas d'exercices sur la désynchronisation
expliquer ce qu'on entend par la dilatation du temps et la contraction des longueurs	
<ul style="list-style-type: none"> – établir les expressions mathématiques de la dilatation du temps et de la contraction des longueurs – définir l'intervalle de temps propre et l'intervalle de temps impropre 	$\Delta t_{propre} = \Delta t_{impropre} \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $L_{mouvement} = L_{repos} \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
décrire et interpréter l'expérience des muons réalisée par Rossi et Hall	
définir l'expression relativiste de la quantité de mouvement	$p = m \cdot v \text{ où}$ $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ <p>pour un photon: $p = \frac{E}{c}$</p>
représenter la quantité de mouvement relativiste par unité de masse en fonction de sa vitesse et interpréter cette courbe	
donner la formule de l'énergie totale, de l'énergie cinétique d'un corps matériel et la relation entre l'énergie totale et la quantité de mouvement	$E = m \cdot c^2$ $E_c = \frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 \cdot c^2$ $E^2 = p^2 \cdot c^2 + E_0^2$
donner des exemples mettant en évidence l'équivalence énergie - masse.	
effectuer des calculs simples, portant sur la dilatation du temps, la contraction des longueurs, la quantité de mouvement et l'énergie cinétique et totale	



2. Dualité onde - corpuscule

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
– 1) concernant l'aspect corpusculaire des ondes: l'effet photoélectrique	
<p>décrire et interpréter l'expérience de Hertz:</p> <ul style="list-style-type: none"> – expliquer en quoi consiste l'effet photoélectrique – définir le travail d'extraction de l'électron W_s – montrer que les résultats expérimentaux sont en contradiction avec la théorie ondulatoire de la lumière – formuler l'hypothèse d'Einstein à savoir que l'énergie lumineuse est émise sous forme de "grains" d'énergie ou quanta: les photons 	Mise en évidence expérimentale.
énoncer les propriétés du photon: masse au repos, charge, vitesse	Énergie $E = h$
interpréter les échanges d'énergie entre photons et électrons, et en particulier définir la fréquence de seuil ν_s	3 cas: $E > W_s$, $E = W_s$ et $E < W_s$ où $W_s = h \nu_s$
– 2) concernant l'aspect ondulatoire des particules: la diffraction des électrons	
<p>que les particules peuvent être décrites par une onde d'énergie $E = h \nu$ et de longueur d'onde $\lambda = \frac{h}{p}$, appelée longueur d'onde de de Broglie</p>	

3. Atome de Bohr

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
la formule empirique de Balmer-Rydberg permettant de calculer les longueurs d'onde du spectre de l'atome d'hydrogène	$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$
énoncer les deux postulats de Bohr	$m v_n r_n = n \frac{h}{2\pi}$ <p>□</p> $E = E_f - E_i = h \nu$ <p>□</p>
établir, à partir du modèle planétaire de Rutherford, l'expression du rayon de l'orbite de l'électron et montrer en tenant compte du 1er postulat de Bohr, que ces rayons sont quantifiés	$r_n = r_1 n^2$ <p>□</p> <p>où r_1 = rayon de Bohr</p>
établir les expressions de l'énergie potentielle du système proton - électron, de l'énergie cinétique de l'électron (on admet que $m_e \ll m_p$) et de l'énergie de l'atome d'hydrogène et montrer qu'elle est quantifiée	$E_n = \frac{E_1}{n^2}$ <p>□</p>



calculer l'énergie du photon émis ou absorbé lors de la transition électronique de l'état de nombre quantique principal n_i vers l'état de nombre quantique principal n_f

$$E = |E_f| \left| \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right| = h\nu$$

□



4. Réactions nucléaires: radioactivité et fission

On attend de l'élève qu'il/elle sache	Commentaires
définir ce qu'on entend par élément, nucléide et isotope et déchiffrer l'écriture symbolique	rappel
énoncer les lois de conservation valables pour les réactions nucléaires	Conservation <ul style="list-style-type: none"> - du nombre de masse - de la charge - de la quantité de mouvement - de l'énergie totale
1) concernant les réactions nucléaires spontanées: la radioactivité	
définir ce qu'on entend par radioactivité	
distinguer les différents modes de désintégration (cause, équation bilan; exemples ; introduire le neutrino électronique dans le cas des désintégrations bêta)	neutrino = particule de charge électrique nulle et de masse au repos quasiment nulle, n'interagissant que rarement avec la matière.
établir la loi de décroissance radioactive	$N=N_0 e^{-\lambda t}$
définir l'activité d'une source radioactive	$A = -\frac{dN}{dt} = A_0 e^{-\lambda t} = \lambda N$
définir la constante radioactive (ou probabilité de désintégration par unité de temps) et la demi-vie (ou 'période' radioactive) $T_{\frac{1}{2}}$	$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
appliquer la loi de décroissance radioactive dans le cas de la datation	exercices
2) concernant les réactions nucléaires provoquées: fission et fusion	
définir l'énergie de liaison et expliquer d'où provient l'énergie nucléaire (défaut de masse)	$E_L = \Delta m \cdot c^2$ la masse nucléaire est supposée connue
interpréter l'allure de la courbe de l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse A en vue de l'explication de la fission et de la fusion	
définir la fission nucléaire	
équilibrer des équations de fission nucléaire	
décrire une réaction en chaîne	
définir la fusion nucléaire	
équilibrer des équations de fusion nucléaire	
calculer l'énergie libérée lors d'une réaction nucléaire connaissant les masses nucléaires des isotopes	ne traiter que la désintégration, la fission et la fusion



Nombre de leçons hebdomadaires:

Cours: 3,5 leçons

Travaux pratiques: 0,5 leçon

étant entendu qu'une leçon a une durée de 50 minutes.

Manuel(s) facultatif(s):

— Physique, Term S, Collection Galileo → - → Editions Bordas → ISBN 2-04-729536-X

— Physique, 1re S, Collection Galileo → - → Editions Bordas → ISBN 2-04-729416-9

— Physique-Chimie, sciences expérimentales → - → Editions Loisirs et Pédagogie SA, LEP → ISBN 2-606-00849-9

Le programme est valable pour les classes suivantes: 1e classique B, 1e classique C, 1e moderne B, 1e moderne C