



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enfance et de la Jeunesse

| |
|--|
| Enseignement secondaire classique |
| Classes supérieures |
| Section B, C |
| PHYSI Physique |
| Programme |
| 1CLB_1CLC_1CB_1CC |

| | |
|--|------------|
| Langue véhiculaire : | français |
| Nombre de leçons : | 4 |
| Nombre minimal de devoirs par semestre : | 2 |
| Dernière mise à jour par la CNES : | 14/06/2020 |

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
 - respecter les consignes de sécurité

- 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 ;
 - effectuer un calcul numérique en tenant compte de la précision et du nombre de chiffres significatifs adapté.

- 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 Commission Nationale pour les programmes de physique a élaboré un fascicule d'exercices à traiter en classe et qui fait référence en ce qui concerne le degré de difficulté.

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 le fascicule élaboré par la Commission Nationale pour les programmes de Physique.

N.B. Les développements intermédiaires dans les calculs seront exigés. Dans les applications numériques, les valeurs numériques devront être précisées dans l'expression finale évaluée.

On attend que l'élève sache déduire une expression littérale (l'expression devant être indiquée au préalable dans l'énoncé de la question)

Une demi-leçon hebdomadaire sera consacrée aux travaux pratiques.

IV. Programme

A. CINÉMATIQUE ET DYNAMIQUE

1. Grandeurs cinématiques

Le sous-chapitre 1. Grandeurs cinématiques ne peut pas donner lieu à des questions de connaissances (de théorie) mais uniquement à des questions de compréhension.

| On attend de l'élève qu'il/elle connaisse et sache appliquer | Commentaires |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> les grandeurs cinématiques dans la base cartésienne : position \overrightarrow{OM}, vitesse \vec{v} et accélération \vec{a} | $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}; v_x = \frac{dx}{dt};$ $v_y = \frac{dy}{dt}; v_z = \frac{dz}{dt};$ $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}; a_x = \frac{dv_x}{dt}; \text{ etc.}$ |
| <ul style="list-style-type: none"> l'abscisse angulaire θ d'un point M en mouvement circulaire la relation entre l'abscisse angulaire θ 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"> la vitesse linéaire instantanée \vec{v} d'un point M en mouvement circulaire dans la base de Frenet la vitesse angulaire instantanée ω d'un mobile en mouvement de rotation la relation entre la vitesse linéaire v et la vitesse angulaire ω la relation entre la vitesse angulaire ω et la période T dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme | $v_T = \frac{ds}{dt}; v_N = 0$ $\omega = \frac{d\theta}{dt}$ $v = R\omega$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$ |
| donner l'expression de l'accélération dans la base de Frenet dans le cas d'un mouvement curviligne ; cette expression sera démontrée en classe dans le cas du mouvement circulaire uniforme. On ne demandera pas à l'élève d'établir l'expression pour a_N dans un devoir en classe ou à l'examen. | $\vec{a} = a_T \cdot \vec{T} + a_N \cdot \vec{N};$ $a_N = \frac{v^2}{r} = r\omega^2; a_T = \frac{dv_T}{dt}$ |

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

| On attend de l'élève qu'il/elle sache | Commentaires |
|--|--|
| établir les équations paramétriques et cartésienne <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 et cela quel que soit l'angle α entre la vitesse initiale et la direction perpendiculaire au champ en question | Exercices d'application pouvant faire intervenir le calcul du point d'impact sur le sol et l'altitude maximale atteinte. |

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

| On attend de l'élève qu'il/elle sache | Commentaires |
|--|---|
| représenter la résultante des forces sur un corps en mouvement circulaire uniforme | 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'un astre de masse M et de rayon R en un point d'altitude z , en fonction de M , R et z | $G(z) = \frac{K \cdot M}{(R + z)^2}$ |
| énoncer et appliquer les 3 lois de Kepler | questions de compréhension |
| étudier le mouvement d'un satellite en orbite circulaire de rayon r autour d'un astre de masse M <ul style="list-style-type: none"> - déterminer l'accélération \vec{a} du satellite - établir l'expression de la norme a, de la vitesse linéaire v, de la vitesse angulaire ω et de la période T de révolution en fonction de M et r - établir la 3^e loi de Kepler | $\vec{a} = \vec{G}; a = \frac{KM}{r^2}$ $v = \sqrt{K \frac{M}{r}}; \omega = \sqrt{\frac{KM}{r^3}}$ $T = \frac{2\pi}{\sqrt{KM}} \cdot r^{3/2}$ |
| caractériser le satellite géostationnaire ; calculer son altitude | <ul style="list-style-type: none"> - indépendante de la masse du satellite - application à d'autres planètes |
| expliquer la différence entre le champ de pesanteur \vec{g} et le champ de gravitation \vec{G} | sans formules |
| 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 raisonnement 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 en fonction de m, q, v_0 et B. | $r = \frac{mv_0}{ q B}$ |
| 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 | $f = \frac{1}{T}$; $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ |
| 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 composé d'une masse et d'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 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. Propagation d'une onde mécanique

| On attend de l'élève qu'il/elle sache | Commentaires |
|---|---|
| définir un signal transversal, un signal longitudinal, une onde transversale, une onde longitudinale, la célérité des ondes | mise en évidence expérimentale |
| 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 | $c = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ |
| établir la relation entre la longueur d'onde λ et la période T de la source (fréquence f de la source) | $\lambda = cT = \frac{c}{f}$ |
| expliquer la double périodicité caractérisant les ondes progressives | périodicité spatiale et temporelle |
| établir l'équation d'onde pour une propagation vers les x positifs dans le cas où l'élongation de la source est une fonction sinusoïdale du temps | $y(t, x) = Y_0 \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + \varphi \right]$ (Expression avec « sin » ou « cos ») |
| énoncer la condition sur la distance Δx séparant 2 points vibrant en phase, et celle sur la distance $\Delta x'$ séparant 2 points vibrant en opposition de phase | $\Delta x = n\lambda$ avec $n \in \mathbb{Z}$; $\Delta x' = (2n' + 1) \frac{\lambda}{2}$ avec $n' \in \mathbb{Z}$ |

3. Interférence et diffraction des ondes mécaniques

| On attend de l'élève qu'il/elle sache | Commentaires |
|--|--|
| citer les conditions nécessaires pour obtenir une figure d'interférence stable | sources ayant une différence de phase constante cas particulier : sources synchrones |
| décrire et interpréter l'expérience de Melde (interférences dans un milieu à une dimension) | étude qualitative |
| expliquer la différence entre une onde progressive et une onde stationnaire | |
| 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 nœuds de vibration | |
| 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 μ de la corde | $n = 2fL\sqrt{\frac{\mu}{F}}$ |
| expliquer la formation d'ondes stationnaires dans quelques instruments de musique à cordes | son fondamental ($n=1$); harmoniques ($n>1$) |
| décrire et interpréter une 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 |
| établir les conditions sur la différence de marche : - δ pour les points de mouvement maximal (interférence constructive) - δ' 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 δ 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 relativité de la simultanéité de deux événements à l'aide d'une expérience par la pensée | pas d'exercices |
| 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 - définir une longueur en mouvement et une longueur au repos | $\Delta t_{\text{propre}} = \Delta t_{\text{impropre}} \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ $L_{\text{mouvement}} = L_{\text{repos}} \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ <p>cas des longueurs parallèles au mouvement uniquement</p> |
| décrire et interpréter l'expérience des muons réalisée par Smith et Frisch qui est basée sur celle de Rossi et Hall | |
| définir l'expression relativiste de la quantité de mouvement | $p = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot v$ |
| 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 et celle de l'énergie cinétique d'un corps matériel | $E = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot c^2$ $E_c = E - E_0$ |
| établir la relation entre l'énergie totale, la quantité de mouvement d'un corps matériel et son énergie au repos | $E^2 - p^2 c^2 = E_0^2$ |
| donner la relation entre la quantité de mouvement et l'énergie d'un photon | $p = \frac{E}{c}$ |
| 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, l'énergie cinétique et l'énergie totale | |

2. Dualité onde - corpuscule

| On attend de l'élève qu'il/elle sache | Commentaires |
|--|---|
| 1) concernant l'aspect corpusculaire des ondes : | |
| décrire et interpréter l'expérience de Hertz <ul style="list-style-type: none"> - expliquer l'effet photoélectrique - définir le travail d'extraction de l'électron W_s - expliquer la contradiction entre les résultats expérimentaux et 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 de l'effet photoélectrique |
| énoncer les propriétés du photon : masse, charge, vitesse, énergie, quantité de mouvement | énergie $E = h\nu$ (Symbole pour la fréquence ν ou f) |
| interpréter les échanges d'énergie entre photons et électrons | 3 cas: $E > W_s$, $E = W_s$ et $E < W_s$ |
| définir la fréquence de seuil ν_s | $W_s = h\nu_s$ |
| 2) concernant l'aspect ondulatoire des particules : | |
| décrire l'aspect ondulatoire des particules | |
| donner la longueur d'onde λ associée à une particule de quantité de mouvement p | $\lambda = \frac{h}{p}$ (longueur d'onde de de Broglie) |

3. Physique nucléaire

| On attend de l'élève qu'il/elle sache | Commentaires |
|--|---|
| définir un élément chimique, un nucléide et un 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 nucléons - de la charge - de la quantité de mouvement - de l'énergie-masse |
| 1) concernant les réactions nucléaires spontanées : la radioactivité | |
| définir ce qu'on entend par radioactivité | |
| distinguer les différents modes de désintégration alpha, beta, gamma (cause, équation bilan; exemples ; introduire le neutrino électronique dans le cas des désintégrations bêta plus et bêta moins) | 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 | $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ |
| définir l'activité d'une source radioactive | $A = -\frac{dN}{dt} = A_0 \cdot e^{-\lambda t} = \lambda N$ |
| définir la constante radioactive (ou probabilité de désintégration par unité de temps) λ et la demi-vie (ou 'période' radioactive) $T_{\frac{1}{2}}$ et établir la relation entre ces deux grandeurs | $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$ |
| 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 | $E_L = \Delta m \cdot c^2$ où $ \Delta m $ est le défaut de masse ; 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 | |
| déterminer l'énergie libérée lors d'une réaction nucléaire connaissant les masses nucléaires des isotopes respectivement les énergies de liaison des nucléons | ne traiter que la désintégration, la fission et la fusion |

4. États énergétiques quantifiés

| On attend de l'élève qu'il/elle sache | Commentaires |
|---|---|
| distinguer entre spectres continus et discontinus (absorption et émission) que la physique classique n'est pas en mesure d'expliquer la présence de spectres discontinus | |
| donner les hypothèses du modèle quantique de l'atome (Postulats de Bohr) | quantification et transitions énergétiques $E = E_f - E_i = h\nu$ Sans formule pour la quantification du moment cinétique |
| donner l'énergie correspondant aux transitions entre niveaux d'énergie discrets | $E = E_f - E_i = h\nu$ |
| donner les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène calculer les énergies des transitions entre niveaux d'énergie quantifiés dans les noyaux atomiques | niveaux d'énergie $E_n = \frac{E_1}{n^2}$ n : nombre quantique principal $E_1 = -13,6 \text{ eV}$: énergie du niveau fondamental de l'atome d'hydrogène (valeur dans tableau des constantes) E_n : énergie de l'état excité avec nombre quantique principal n limité aux transitions gamma $E = E_f - E_i = h\nu$ |

V. L'évaluation :

Remarques concernant les devoirs en classe :

| | |
|---------------------------------------|--|
| <i>Typologie :</i> | <p>La note obtenue en physique se composera</p> <ul style="list-style-type: none">- principalement de la note obtenue dans les épreuves écrites. Les épreuves écrites auront une durée minimale de 1 leçon. Elles peuvent avoir une durée allant jusqu'à 3 leçons.- »Le titulaire peut substituer la note moyenne de plusieurs contrôles à une note de devoir en classe(...) à condition que le nombre de devoirs en classe soit au moins égal à 2 et que le titulaire en ait informé les élèves au début de semestre. Ces contrôles peuvent constituer en interrogations écrites, orales, pratiques » (Instruction ministérielle du 6 juin 2008 et fascicule sur l'organisation de l'examen) |
| <i>Structuration</i> | <p>L'épreuve écrite sera formée d'un certain nombre de questions conformes au programme. Elle se composera</p> <ul style="list-style-type: none">- de questions de connaissance,- de questions de compréhension,- d'exercices numériques. <p>Si une question est constituée de plusieurs parties, le barème est à préciser pour chaque partie. On veillera à ce que ces parties puissent être traitées, autant que possible, indépendamment les unes des autres.</p> |
| <i>Exercices</i> | <p>Les développements intermédiaires seront exigés. Dans les applications, les valeurs numériques devront être précisées dans l'expression finale évaluée.</p> |
| <i>Appréciation des copies</i> | <p>Dans l'appréciation des copies, il sera tenu compte de la présentation des réponses (schéma, calcul et montages expérimentaux). Comme des figures et un texte convenable font obligatoirement partie d'une réponse, il ne sera pas spécifié dans les questions que ces éléments sont exigés.</p> |
| <i>Calculatrices et formulaires</i> | <ul style="list-style-type: none">- L'instruction ministérielle du 22 octobre 2012 concernant l'utilisation des outils électroniques à l'examen s'applique aussi pour les devoirs en classe.- L'utilisation du formulaire mathématique, du relevé des constantes physiques et du tableau périodique édités par le Ministère de l'Education Nationale est autorisée. |
| <i>Pondération</i> | <ul style="list-style-type: none">- questions de connaissance et de compréhension : 60 % environ,- exercices numériques et problèmes : 40 % environ. |