

TCHIEGANG Alain
TCHEBONSOU Méthode
TEKAM Raoul
KAMGAING GUY



PHYSIQUE

Terminale D et TI

100% du programme

Le cours complet

Tous les exercices du livre

Les anciens sujets

Tous les corrigés



AJT Educational Services

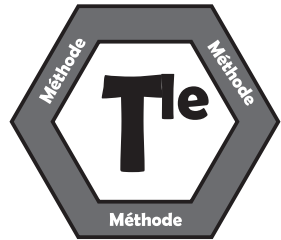
Collection **MÉTHODE**

TCHIEGANG Alain (PLEG / Master II)

TCHEBONSOU Méthode (PLEG / DEA)

TEKAM Raoul (PLEG)

KAMGAIN GUY (PLEG / IPR)



PHYSIQUE

Terminale D et TI

100% du programme

Le cours complet

Tous les exercices du livre

Les anciens sujets

Tous les corrigés



679 36 93 52 / 697 46 63 89 / 691 49 02 07

PRÉFACE

Après le bord de physique première CD et TI, nous nous sommes penchés sur celui de Terminale scientifique avec le même objectif : démystifier la physique au secondaire dans le contexte de l'approche par les compétences.

En restant fidèle à notre philosophie, nous mettons à votre disposition (élèves et enseignants) un document ayant la structure suivante :

- > une situation de vie par module précédée des compétences terminales,*
- > des leçons structurées suivant l'APC avec en entrée des objectifs, une situation problème didactique par leçon (nous avons supprimé les prérequis et les activités par séance pour des soucis de volume),*
- > les énoncés de tous les exercices des ressources et des compétences du livre au programme avec correction des erreurs et des améliorations,*
- > une panoplie d'exercices pour compenser les manquements du livre au programme,*
- > des anciens sujets d'examen,*
- > tous les corrigés détaillés,*

Pour concilier le fond et la forme, nous avons pris le soin de faire des dessins et graphes de qualités supérieures et avec une précision chirurgicale.

Nous vous souhaitons bonne dégustation et de nous faire parvenir vos remarques et suggestions.

les auteurs

TABLE DES MATIÈRES

MODULE

1

MESURES ET INCERTITUDES

Leçon 1 : Rappels sur les mesures et incertitudes	3
Leçon 2 : Dimension d'une grandeur et équations aux dimensions	9

MODULE

2

MOUVEMENTS ET INTERACTIONS : ÉVOLUTIONS TEMPORELLES DES SYSTÈMES MÉCANIQUES

Leçon 3 : Forces et champ de gravitation	18
Leçon 4 : Forces et champ électriques	23
Leçon 5 : Forces et champ magnétiques	29
Leçon 6 : Les lois de Newton sur le mouvement	35
Leçon 7 : Étude des mouvements dans le champ de pesanteur	43
Leçon 8 : Mouvement dans un champ électrique uniforme ou dans un champ magnétique uniforme	55
Leçon 9 : Les oscillateurs mécaniques	63

MODULE

3

ÉLECTRICITÉ : ÉVOLUTIONS TEMPORELLE DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES

Leçon 10 : Les condensateurs	88
Leçon 11 : Réponse en intensité d'un circuit RLC	93

MODULE

4

ONDES : LES SUPPORTS DES MESSAGES QUE NOUS UTILISONS

Leçon 12 : Généralités sur les systèmes oscillants	104
Leçon 13 : Les ondes mécaniques	113
Leçon 14 : Aspect ondulatoire de la lumière	127
Leçon 15 : Effet photoélectrique	135
Leçon 16 : Introduction à la physique nucléaire	143

SUJETS

OBC

ANCIENS SUJETS AU BACCALAURÉAT D

Sujet 1 : Physique théorique 2021	156
Sujet 2 : Physique théorique 2022	161
Sujet 3 : Physique théorique 2023	165
Sujet 4 : Physique théorique 2024	168



Objectifs Pédagogiques

- donner les qualités d'un instrument de mesure,
- évaluer les incertitudes types et élargies.

Situation Problème Didactique

Un menuisier basé à Bertoua demande au fondateur du collège Henri Dumont de lui faire parvenir les dimensions d'une porte de son établissement. Le fondateur fait alors appel à un enseignant puis à un groupe d'élèves de première C.

- L'enseignant utilise un mètre ruban (gradué en millimètre) et obtient $H = 204,2 \text{ cm}$ et $l = 93,4 \text{ cm}$. il précise ensuite que le niveau de confiance approprié est de 95%.
- Les élèves utilisent le même mètre ruban mais effectuent une série de mesures et consignent les résultats dans le tableau suivant :

élèves	1	2	3	4	5
$H(\text{cm})$	203,1	202,8	204,5	204,3	205,1
$l(\text{cm})$	93,1	92,5	92,8	94,1	94,3

Face à ces multiples valeurs, le fondateur est confus.

Tâche : Après avoir identifié le problème qui se pose, aide le fondateur à choisir la valeur à transmettre au menuisier.

1.1 Qualités d'un instrument de mesure

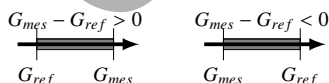
La fidélité, la sensibilité, la justesse.

1.2 Notion d'erreur

On appelle **erreur de mesure** la différence entre le résultat mesuré et une valeur de référence (obtenu à partir d'une méthode ou d'une mesure standard).

Soient G une grandeur physique, G_{ref} une valeur de référence et G_{mes} la valeur mesurée. on a :

- erreur : $G_{mes} - G_{ref}$,
- erreur relative : $\frac{G_{mes} - G_{ref}}{G_{ref}}$.



Remarque(s)

- L'erreur possède un signe qui précise si la mesure sous-estime ou surestime la valeur exacte.
- Cette information est perdue si l'erreur est exprimée en valeur absolue (erreur absolue $\Delta G = |G_{mes} - G_{ref}|$) comme c'est le cas le plus souvent.

Il existe plusieurs familles d'erreur :

- **Les erreurs aléatoires ou accidentelles** : ce sont les erreurs que l'on constate en réalisant un grand nombre de mesures dans les mêmes conditions.
- **Les erreurs systématiques** : elles sont liées à l'appareil de mesure et peuvent disparaître par réglage.

1.3 Incertitude sur une mesure

Une **incertitude de mesure** est un paramètre qui caractérise la dispersion des valeurs autour d'une valeur "moyenne" (meilleure estimation) d'un mesurande.

Elle traduit l'impossibilité de connaître exactement la valeur du mesurande.

1.3.1 Évaluation de l'incertitude-type A

Pour une série de n mesures, d'une grandeur x , dans les mêmes conditions on a :

Valeur moyenne ou meilleure estimation \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1.1)$$

Écart type σ

$$\sigma_{n-1} = \sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1.2)$$

Incrtitude-type A

$$u(X) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1.3)$$

1.3.2 Évaluation de l'incertitude-type B

L'incertitude de type B dépend de l'instrument utilisé et des informations données par le fabricant.

Instrument muni de graduations ou analogique

Incrtitude de lecture

$$u_{\text{lecture}} = \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{12}} \quad (1.4)$$

$$u_{\text{double lecture}} = \sqrt{2} u_{\text{lecture}} = \frac{1 \text{ graduation}}{\sqrt{6}} \quad (1.5)$$

Les mesures suivantes en volt sont prises sur la tension de sortie d'un amplificateur à gain élevé qui est perturbé à cause d'une fluctuation du bruit : 1,53; 1,57; 1,54; 1,54 1,50; 1,51; 1,55; 1,54; 1,56; et 1,53.

1. Déterminer la valeur moyenne et l'écart-type.
2. Estimer la précision avec laquelle la valeur moyenne est déterminée à partir de ces 10 mesures.
3. Si 1000 mesures ont été prises, au lieu de 10, mais si σ est resté le même, de combien l'exactitude de la valeur moyenne calculée pourrait être améliorée ?

Exercice 6 : (6 page 18)

Dans tout l'exercice, on exprimera chaque résultat avec le nombre de chiffres significatifs adéquat. Expliquer votre démarche.

1. Un objet de masse $m = 28,31 \text{ g}$ est soumis au champ de pesanteur $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Quel est son poids ?
2. Soit un réseau à une seule maille dans lequel un générateur délivre une tension U aux bornes de trois dipôles en série. Les tensions mesurées en convention récepteur aux bornes de chacun de ces dipôles sont : $U_1 = 2,81 \text{ V}$; $U_2 = 3,0 \text{ V}$ et $U_3 = 0,33 \text{ V}$. Le générateur débite un courant d'intensité $I = 680 \text{ mA}$.

2.1. Quelle est la tension aux bornes du générateur ?

2.2. Quelle est la puissance fournie par le générateur au circuit ?

Exercice 7 : (7 page 18)

On effectue 20 mesures du diamètre d'un cylindre à l'aide d'un pied à coulisse et on obtient $D = (0,018 \pm 0,01) \text{ mm}$.

1. Pour quelle raison a-t-on effectué plus d'une mesure ?
2. L'écriture de D est-elle correcte ? sinon la corriger.
3. En vous aidant de l'écriture de D , déterminer son incertitude relative IR.
4. Évaluer l'incertitude-type sur la moyenne de ces 20 observations.

C. UTILISATION DES RESSOURCES

Exercice 8 : (8 page 18)

Pour déterminer la dose d'un traitement à appliquer à son patient, un médecin doit déterminer le volume d'une tumeur. Pour cela, il fait passer une IRM à son patient et observe sur l'image une tache de 12 mm de long, 6 mm de large et 3 mm d'épaisseur. Chaque distance est déterminée avec une incertitude de 10%. En estimant que la tumeur occupe 60% du volume du parallélépipède ayant les dimensions indiquées ci-dessus, quel est le volume de la tumeur avec son incertitude ?

Exercice 9 : (9 page 18)

Dans le cas des interférences de Young, l'interfrange i s'exprime selon la relation : $i = \frac{\lambda D}{a}$, où $\lambda = (532 \pm 1) \text{ nm}$ est la longueur d'onde du laser utilisé, $D = (2,150 \pm 0,005) \text{ m}$ est la distance entre le plan des fentes et l'écran d'observation et $a = (100 \pm 1) \mu\text{m}$ est la distance entre les deux fentes. Toutes les incertitudes fournies correspondent à un niveau de confiance de 95%. Déterminer la valeur de l'interfrange en l'exprimant selon $i = i_m \pm \Delta i$.

Exercice 10 : (10 page 19)

1. La mesure de la hauteur h et du diamètre D d'un cylindre à l'aide d'un pied à coulisse a donné $h = D = (4,000 \pm 0,005) \text{ cm}$. Celle de sa masse a conduit au résultat $m = (392,05 \pm 0,05) \text{ g}$. Calculer le volume du cylindre et sa masse volumique.
2. On mesure la longueur l et la période T d'un pendule. On obtient $l = (1,000 \pm 0,005) \text{ m}$ et $T = (2,00 \pm 0,01) \text{ s}$. Vous calculez l'accélération de la pesanteur donnée par $g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$. Quelle est l'erreur absolue ? et quelle est l'erreur relative ?

Exercice 11 : 11 Page 19 modifié

1. Deux résistances ont des valeurs $R_1 = (10,7 \pm 0,2) \Omega$ $R_2 = (26,5 \pm 0,5) \Omega$.

1.1. Quelle est la valeur de la résistance équivalente quand elles sont connectées en série, en parallèle ?

1.2. Déduire l'erreur sur la résistance équivalente dans chaque cas.

2. Une résistance $R = 5,1 \Omega$ est traversée pendant $60,0 \text{ s}$ par un courant continu d'intensité $2,2 \text{ A}$. Quelle est l'énergie thermique dépensée dans cette résistance ? Donner son incertitude absolue (donner le résultat avec deux chiffres significatifs).

Les incertitudes absolues des différents termes sont au plus égales à une unité de l'ordre du dernier chiffre.

Exercice 12 : (12 page 19)

On considère la relation qui relie l'angle de perte φ d'un condensateur, la capacité C , la résistance R et la fréquence f suivante : $\tan \varphi = 2\pi RCf$.

1. Calculer l'incertitude absolue commise sur $\tan \varphi$: on donne $R = 4500 \text{ k}\Omega$ à 1% près ; $C = 3300 \text{ pF}$ à 0,5% près et $f = 1000 \text{ Hz}$ à 2% près ;
2. Exprimer correctement le résultat de mesure de $\tan \varphi$.

3. De la permittivité du vide ϵ_0 qui apparaît dans l'expression de la force d'interaction électrique (loi de Coulomb) :

$$F = \frac{|qq'|}{4\pi\epsilon_0 r^2}.$$

4. De la perméabilité magnétique du vide μ_0 qui apparaît dans la loi de Laplace qui permet de prévoir la force d'interaction entre deux fils conducteurs parallèles de longueur L , placés dans le vide, séparés par une distance d et parcourus par des courants I et I' :

$$F = \frac{\mu_0 I I' L}{4\pi d}.$$

Exercice 7 : (7 page 26)

La fréquence de vibration d'une goutte d'eau dépend de plusieurs paramètres. On supposera que la tension superficielle est le facteur prédominant dans la cohésion de la goutte. Par conséquent, les facteurs intervenant dans l'expression de la fréquence de vibration f seront :

- R , le rayon de la goutte,
- ρ , la masse volumique de l'eau, pour tenir compte de l'inertie,
- A , la constante intervenant dans l'expression de la force due à la tension superficielle (la dimension de A est celle d'une force par unité de longueur).

La tension superficielle est la force qu'il faut appliquer par unité de longueur le long d'une ligne perpendiculaire à la surface d'un liquide en équilibre pour provoquer l'extension de cette surface. On écrira donc : $f = k_1 R^\alpha \rho^\beta A^\gamma$, où k_1 est une constante sans dimension.

En déduire les valeurs de α , β et γ .

Exercice 8 : (8 Page 27)

Donner l'expression de la période T_p d'un pendule formé d'une boule de rayon R et de masse m , sachant qu'elle dépend du coefficient de viscosité de l'air η , du rayon de la boule R et de sa masse volumique ρ . On donne la force de viscosité de Stocks par : $f = -6\pi\eta Rv$, où v est la vitesse linéaire de la boule.

Exercice 9 : (9 Page 27)

Une grandeur physique G s'écrit sous la forme suivante :

$$G = \frac{t^2 l g}{4\pi} - l^2, \text{ avec } t \text{ un temps, } l \text{ une longueur et } g \text{ l'accélération de la pesanteur.}$$

1. Trouver l'équation aux dimensions de G et en déduire son unité.
2. Δt et Δl représentent, respectivement, les incertitudes absolues sur t et l . Déterminer la relation qui donne l'incertitude absolue ΔG .

Exercice 10 : (10 Page 27)

La hauteur H d'un liquide de masse M contenu dans un cylindre de rayon R est donnée par la relation $H = \frac{2\sigma \cos \alpha}{\rho g R}$, où α est l'angle de contact liquide-cylindre, ρ représente la masse volumique du liquide et g l'accélération de la pesanteur.

1. Trouver la dimension de la grandeur σ .
2. Trouver l'expression de l'incertitude relative sur σ en fonction de ΔR , Δg , ΔM et $\Delta \alpha$.

Exercice 11 : (11 Page 27)

La troisième loi de Kepler relie la période T et le demi-grand axe a de l'orbite d'une planète autour du Soleil : $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$, avec G la constante de gravitation universelle et M_S la masse du Soleil.

Données : $G = (6,668 \pm 0,005) \times 10^{-11} \text{ SI}$.

Pour la Terre : $T = (365,2563656 \pm 0,000001) \text{ jours}$; $a = (1,4960 \pm 0,0003) \cdot 10^{11} \text{ m}$.

1. Déterminer la dimension et l'unité de G
2. Déterminer la masse du Soleil et l'incertitude ΔM_S sur cette masse.

CORRIGÉS DES RESSOURCES

A. VÉRIFICATION DES SAVOIRS

Corrigé Exercice 1 : (1 page 25)

1. Définitions

Dimension d'une grandeur physique : caractéristique qui renseignent sur la nature physique d'une grandeur.

Équation aux dimensions : équation reliant la dimension d'une grandeur à celle des grandeurs dont elle dépend.

Exposant dimensionnel : nombre entier relatif, puissance de la dimension d'une grandeur de base dans une équation aux dimensions.

Analyse dimensionnelle : outil théorique servant à interpréter les problèmes à partir des grandeurs physiques mises en jeu.

2. Deux utilités de l'analyse dimensionnelle.

- déterminer l'unité SI d'une grandeur dérivée en fonction des unités de bases.
- établir une formule

3. vrai ou faux.

3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
vrai	faux	faux	vrai	faux

MOUVEMENTS ET INTERACTIONS : ÉVOLUTIONS TEMPORELLES DES SYSTÈMES MÉCANIQUES

FAMILLES DE SITUATIONS

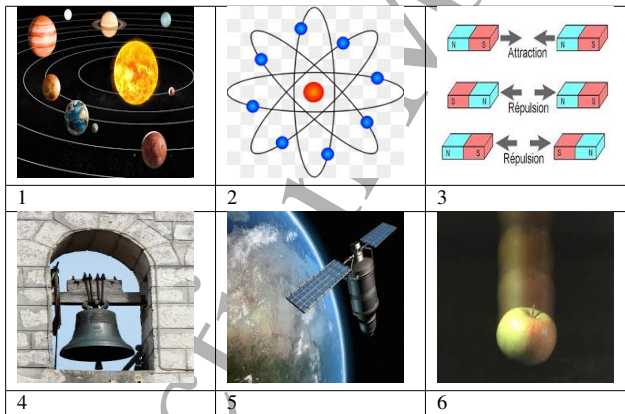
⌘ Mouvement des objets de l'environnement

Compétences à faire développer

1. Analyse des interactions entre objets dues à leur masse,
2. Analyse d'interaction entre des objets électriquement chargés,
3. Mise en œuvre des principes de conservation et des lois de Newton à l'explication de l'évolution temporelle des systèmes mécaniques.

SITUATION DE VIE

Les photos ci-dessous illustrent les phénomènes, systèmes, et objets de notre galaxie et environnement.



1. Commenter brièvement chacune des images en insistant sur les interactions mises en évidence dans chaque cas.
2. Quelles sont les conséquences de ces interactions sur les objets des différentes photos ?
3. Existe-il d'autres interactions non mise en évidence sur ces images ? Si oui lesquelles ?

LISTE DES LEÇONS OU SEQUENCES D'ACTIVITÉ DU MODULE

1. Forces et champ de gravitation,
2. Forces et champ électriques,
3. Forces et champ magnétiques,
4. Les lois de Newton sur le mouvement,
5. Étude des mouvements dans le champ de pesanteur,
6. Mouvement dans un champ électrique uniforme ou dans un champ magnétique uniforme,
7. Les oscillateurs mécaniques.

6.4.2 Deuxième loi de Newton : théorème du centre d'inertie

Énoncé de la RFD de translation

Dans un référentiel Galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un solide est égale à la dérivée par rapport au temps de son vecteur quantité de mouvement.

$$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (6.18)$$

Théorème du centre d'inertie (TCI)

Dans un référentiel Galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de la masse m du solide par le vecteur accélération de son centre d'inertie G .

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_G \quad (6.19)$$

NB : Cette loi n'est valable que dans les référentiels galiléens et pour les mobiles de vitesse inférieure au dixième de la vitesse de la lumière.

Énoncé de la RFD de rotation

Dans un référentiel galiléen, la somme des moments des forces extérieures agissant sur un solide mobile autour d'un axe (Δ) , est égale au produit du moment d'inertie de ce solide par rapport à l'axe (Δ) et du vecteur accélération angulaire de son centre d'inertie

$$\sum M(\vec{F}_{ext}) = J_{\Delta} \ddot{\theta} \quad (6.20)$$

où $\ddot{\theta}$ est l'accélération angulaire d'unité (SI) rad/s , J_{Δ} le moment d'inertie du solide par rapport à l'axe de rotation Δ .

Théorème de Huygens

Le moment d'inertie d'un solide de masse m par rapport à un axe (Δ') est égale à son moment d'inertie par rapport à l'axe (Δ) parallèle à (Δ') et passant par le centre de gravité augmenté du produit md^2 , d étant la distance entre les deux axes.

$$J_{\Delta'} = J_{\Delta} + md^2 \quad (6.21)$$

6.4.3 Consigne pour la résolution d'un problème de dynamique

1. Définir le système à étudier
2. Définir le référentiel d'étude (il doit être galiléen pour que les lois de Newton y soient valable)
3. Associer un repère d'espace et un repère de temps au référentiel s'ils ne sont pas donnés par l'énoncé
4. Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées au système
5. Appliquer le TCI ou la RDF au système

6.4.4 Troisième loi de Newton ou principe d'interaction

Lorsqu'un corps A exerce sur un corps B une action mécanique modélisée par la force $\vec{F}_{A/B}$, alors le corps B exerce sur le corps A l'action mécanique modélisée par la force $\vec{F}_{B/A}$. Que les corps A et B soient au repos ou en mouvement, cette force est telle que $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ont la même droite d'action et $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

EVALUATION DES RESSOURCES

A. VÉRIFICATION DES SAVOIRS

Exercice 1 :

1. Définir : référentiel, système pseudo-isolé, référentiel galiléen, centre d'inertie, forces extérieures, forces intérieures, mouvement circulaire uniforme.
2. Énoncer : Le principe de l'inertie ; le théorème du centre d'inertie ; le principe des actions réciproques.
3. Écrire la relation traduisant : Le principe de l'inertie ; le théorème du centre d'inertie en précisant les limites de validité de cette expression ; le principe des actions réciproques.
4. Donner :
 - 4.1. La relation fondamentale de la dynamique du solide en translation.
 - 4.2. La relation fondamentale de la dynamique du solide en rotation, en explicitant tous les termes.
 - 4.3. Les grandeurs analogues en les classant deux à deux.

5. Pour un mouvement circulaire uniforme, définir les termes suivants : Période, fréquence.
6. Comment démontrer qu'un mouvement est circulaire uniforme ?
7. Donner dans la base de Frenet les coordonnées de la résultante des forces extérieures appliquées à un mobile décrivant un mouvement circulaire uniforme.

Exercice 2 :

Répondre par vrai ou faux

1. Un livre posé sur une table n'est soumis à aucune force.
2. Le principe des actions réciproques ne s'applique que si les corps sont au repos.
3. Un repère ayant pour origine le centre de la Terre est un repère du référentiel terrestre
4. Le centre d'inertie d'un système pseudo-isolé effectue toujours un mouvement rectiligne uniforme dans un référentiel galiléen.
5. Au cours du mouvement rectiligne uniforme d'un mobile, l'accélération est nulle.

6. L'accélération subie par un corps de masse constante m est proportionnelle à l'intensité de la somme des forces extérieures qui s'y appliquent.
7. La Terre exerce sur un objet une force d'intensité supérieure à celle de la force exercée par l'objet sur la Terre.
8. Un solide est d'autant plus inerte que son moment d'inertie est faible.

B. APPLICATION DIRECTE DES RESSOURCES

Exercice 3 :

On lance du bord du toit d'un édifice haut de 45 m , une pierre avec une vitesse initiale \vec{V}_0 , verticale, de valeur 20 m/s dirigée vers le haut. La pierre s'élève puis retombe jusqu'au sol.

Déterminer :

1. Les équations horaires de la vitesse et de la position du centre d'inertie de la pierre.
2. La durée nécessaire pour que la pierre repasse près de son point de lancement, puis la vitesse à cet instant.
3. la vitesse et la position de la pierre 5 secondes après le lancement.
4. La vitesse de la pierre juste avant qu'elle ne touche le sol.

Donnée : $g = 10\text{ m/s}^2$.

Exercice 4 :

Deux solides S_1 et S_2 de masses respectives m_1 et m_2 , sont reliés par une tige de masse négligeable. L'ensemble se déplace sur un plan horizontal sans frottement grâce à une force de traction \vec{F} , de direction horizontale et d'intensité constante, qui s'exerce sur le solide S_2 . Exprimer en fonction de F , m_1 , et m_2 :

1. L'accélération a du centre d'inertie du système.
2. Les intensités T_1 , et T_2 des tensions exercées par la tige respectivement sur les solides S_1 et S_2 . Calculer T_1 et T_2 pour $F = 10\text{ N}$ et $m_1 = m_2$

Exercice 5 : (24 Page 93)

On suspend à un dynamomètre à ressort un objet de masse $m = 200\text{ g}$ fixé dans un ascenseur. Quelle est l'indication du dynamomètre lorsque l'ascenseur est :

1. Au repos ?
2. En phase d'ascension avec une accélération de valeur $0,5\text{ m/s}^2$?
3. En mouvement rectiligne uniforme de vitesse 1 m/s ?

On donne $g = 10\text{ N/kg}$

Exercice 6 :

1. Un mobile parcourt une droite à la vitesse constante de 12 m/s . À la date $t = 1\text{ s}$, il se trouve à l'abscisse $x = -5\text{ m}$. Quelle est son abscisse à la date $t = 2\text{ s}$?

2. Déterminer à quel instant et pour quelle elongation le mouvement d'équation $x = -12t^2 + 3t - 5$ change de sens.
3. Un mobile démarre sur une trajectoire rectiligne et atteint au bout de 3 s une vitesse de 10 m/s .
 - 3.1. Quelle est la nature de son mouvement ?
 - 3.2. Calculer son accélération sachant qu'elle est constante.
 - 3.3. Quelle est la longueur du trajet parcouru par le mobile pendant ce temps ?

Exercice 7 :

Un mobile ponctuel M se déplace sur un axe $x'Ox$ d'origine O. La loi horaire de son mouvement est

$$x = 2.10^{-2} \cos(40\pi t - \frac{\pi}{6}) \quad (x \text{ en m}).$$

1. De quel type de mouvement s'agit-il ?
2. Préciser l'amplitude, la pulsation, la période, la fréquence et la phase initiale du mouvement.
3. Quelle est la longueur du segment décrit par M ?
4. Quelle est la vitesse de M à la date t ? En déduire sa vitesse maximale et sa vitesse à la date $t = 1\text{ s}$.
5. Déterminer la date du premier passage du mobile M à la position 2.10^{-2} m .
6. Déterminer la phase à l'instant $t = 2\text{ s}$ du mouvement de M.
7. Déterminer l'équation différentielle du mouvement de M. En déduire son accélération lorsqu'il passe par le point d'abscisse 10^{-2} m .

Exercice 8 :

On repère à intervalle de temps régulier et égaux, de durée $\theta = 30\text{ ms}$, les positions M_i d'un mobile se déplaçant sur une droite.

M_i	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
$x_i(\text{cm})$	0	7	13	18	22	25	27	28

1. Calculer les valeurs des vitesses aux points : M_3 ; M_5 ; M_7 .
2. Calculer les valeurs des accélérations aux points : M_4 ; M_6

Exercice 9 :

Un mobile est lâché sans vitesse initiale sur une table inclinée d'un angle α sur l'horizontal. Les positions du centre d'inertie du mobile au cours du temps sont relevées dans le tableau suivant :

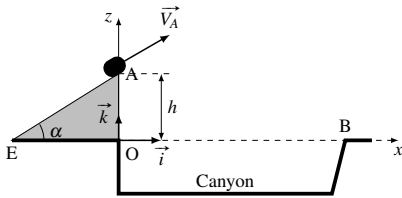
$t(\text{s})$	0,00	0,06	0,12	0,18	0,24	0,30
$d(\text{cm})$	0,00	0,30	1,10	2,50	4,45	6,95
$t^2(\text{s}^2)$						
		0,36	0,42	0,48		
		10,0	13,6	17,5		

- Déterminer l'angle α pour qu'à $t = 5 \text{ s}$, l'explosion de la fusée A se produise à la verticale du point P.
- Monter sans calcul que la fusée B explose au dessus de la fusée A.
- Les barrières de sécurité pour les spectateurs sont installées à la distance de 110 m des points de lancement O et P. Les spectateurs sont-ils en sécurité lors de la retombée de chacune des fusées en cas de non explosion en altitude ? On justifiera par des calculs.

Exercice 15 : (19 Page 91)

Un cascadeur souhaite franchir en voiture un canyon (OB) large de 140 m . Pour ce faire, il utilise un tremplin EAO. On négligera toutes les forces de frottements et on assimilera la voiture à son centre d'inertie.

On note m la masse du système et on donne $h = 3,0 \text{ m}$; $g = 10 \text{ N/kg}$; $\alpha = 30^\circ$.



- Appliquer la deuxième loi de Newton, et établir les équations horaires du mouvement de la voiture après qu'elle ait quitté le tremplin au point A.
- Déterminer l'équation de la trajectoire.
- On suppose que $V_A = 40 \text{ m/s}$. Le cascadeur parviendra-t-il à franchir le canyon ?
- Quelle vitesse minimale faut-il au cascadeur au point A pour qu'il franchisse le canyon ?

Exercice 16 : (22 Page 92)

Un mobile de masse m est lâché sans vitesse initiale sur une table inclinée d'un angle α par rapport au plan horizontal. On suppose que le mobile est soumis au cours du mouvement à une force de frottement constante \vec{f} s'opposant à ce dernier et parallèle à la trajectoire.

Données : $\alpha = 12^\circ$; $m = 0,650 \text{ kg}$; $g = 9,80 \text{ N/kg}$.

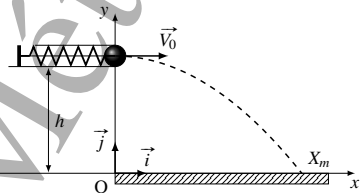
- Établir l'expression littérale de l'accélération \vec{a}_1 de son centre d'inertie. En déduire la nature de son mouvement.
- En déduire l'expression littérale de l'accélération \vec{a}_2 si le frottement est négligeable. Calculer sa valeur numérique dans ce cas.
- On a relevé les distances parcourues par le centre d'inertie du mobile au cours du temps, à partir de l'instant initial $t = 0$.

$t(\text{s})$	0,060	0,120	0,180	0,240	0,300
$d(\text{cm})$	0,30	1,10	2,50	4,45	6,95
	0,360	0,420	0,480		
	10,0	13,6	17,8		

- Représenter $d = f(t^2)$. Échelles : 1 cm pour 1 cm et pour $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ s}^2$.
- Calculer la valeur numérique de l'accélération du mouvement.
- L'expérience met-elle en évidence l'existence d'une force de frottement ? Si oui, Calculer son intensité f .

Exercice 17 : (23 Page 93)

Une catapulte est constituée d'un piston enfilé dans un ressort de compression. L'ensemble peut coulisser à l'intérieur d'un tube cylindrique.

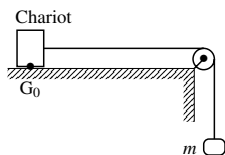


Ce dispositif permet de lancer à partir d'une hauteur h , une bille (S) qu'on supposera ponctuelle, avec une même vitesse \vec{V}_0 , horizontale et de module constant $V_0 = 5 \text{ m/s}$. Pour chaque valeur de h , on mesure l'abscisse X_m du point d'impact de la bille sur un plancher horizontal. On a obtenu le tableau de mesures suivant :

$h(\text{cm})$	20	40	60	80
$X_m(\text{m})$	1,00	1,43	1,73	2,00
$X_m^2(\text{m}^2)$				
	100	120	140	
	2,26	2,43	2,60	

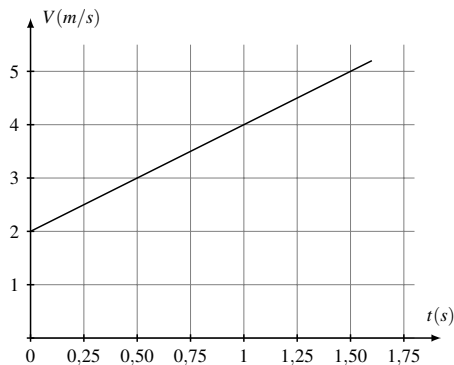
- Tracer sur papier millimétré la courbe $X_m^2 = f(h)$. Quelle est la forme de la courbe obtenue ? Échelle Abscisse : 1 cm pour 10 cm ; ordonnées : 1 cm pour 1 m^2
- Établir, lorsque la bille est lancée à partir d'une hauteur quelconque h , l'équation cartésienne de sa trajectoire, dans le repère indiqué sur le schéma. On prendra pour instant initial, la date de départ de la bille. On négligera la résistance de l'air.
- En déduire la relation suivante : $X_m^2 = 2 \frac{V_0^2}{g} h$.
- A partir de la courbe ci-dessus, déterminer une valeur expérimentale de l'accélération de la pesanteur g à l'endroit où s'effectue la manipulation.

Exercice 18 : (26 Page 94)



Le fil reste tendu tout le long du mouvement. Un dispositif permet de mesurer la vitesse du centre d'inertie du chariot à des dates t . Les mesures effectuées ont permis de tracer le graphe $V = f(t)$ ci-dessous.

1. A partir de ce graphe, déterminer :

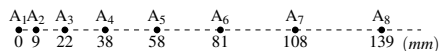


- 1.1. La nature du mouvement du chariot.
- 1.2. L'accélération du centre d'inertie du chariot.
- 1.3. L'équation horaire du mouvement.
2. On suppose les frottements négligeables.
 - 2.1. Faites un inventaire des forces appliquées au chariot.
 - 2.2. Déterminer en utilisant le TCI l'expression de l'accélération du mobile en fonction de M , m et g .
3. A partir des questions 1.2. et 2.2., déterminer la valeur de la masse d'entraînement m . Prendre $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Exercice 22 : (30 Page 97)

Un mobile, de masse $M = 0,60 \text{ kg}$ reposant sur une table horizontale, est soumis à une force constante \vec{F} de valeur $F = 0,65 \text{ N}$ et de direction parallèle au support. L'ensemble des frottements est assimilable à une force constante \vec{f} , parallèle à la trajectoire du mobile.

On se propose de déterminer l'intensité \vec{f} par deux méthodes différentes exposées dans les parties 1 et 2. Ces deux parties peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre. On enregistre les positions successives de la projection A du centre d'inertie G du mobile toutes les 60 ms . On a reproduit ci-dessous (l'enregistrement a été réduit mais les mesures à prendre en compte sont exactes) une partie de cet enregistrement en indiquant la position des points sur un axe dont l'origine a été choisie arbitrairement en A_1 .

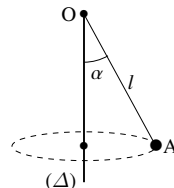


1.

- 1.1. Déterminer la valeur de la vitesse aux points A_2 , A_3 , A_4 , A_5 , A_6 et A_7 . On présentera les résultats sous forme d'un tableau.
- 1.2. On choisit comme origine des dates l'instant du passage en A_1 . Représenter graphiquement la vitesse en fonction du temps. Échelles : 1 cm pour 20 ms ; 1 cm pour $0,02 \text{ m/s}$.
- 1.3. Le graphique obtenu est une droite. Calculer sa pente et préciser son unité. Dédurre de ce graphique la nature du mouvement.
- 1.4. En utilisant le théorème du centre d'inertie, déterminer l'intensité de \vec{f} .
2. La valeur de la vitesse au passage en A_2 est $V_2 = 0,18 \text{ m/s}$. La valeur au passage en A_8 est $V_8 = 0,54 \text{ m/s}$. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique que l'on énoncera, déterminer l'intensité de \vec{f} .

Exercice 23 :

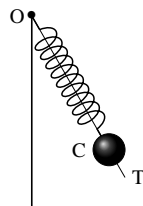
On considère un point matériel A, de masse $m = 100 \text{ g}$, suspendu à un point fixe O par un fil fin inextensible, de masse négligeable, de longueur $l = 1 \text{ m}$.



1. Cet ensemble est mis en mouvement de rotation uniforme autour d'un axe vertical (Δ) passant par O. Le point A décrit alors un cercle dans un plan horizontal et la direction du fil fait un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'axe (Δ) .
 - 1.1. Faire l'inventaire des forces agissant sur le point matériel A.
 - 1.2. Déterminer la vitesse angulaire ω de l'ensemble.
 - 1.3. Déterminer l'intensité T de la tension du fil.

Exercice 24 :

On dispose d'un ressort à spires non jointives de longueur au repos l_0 et de raideur k . On néglige la masse du ressort dans tout l'exercice. On enfile ce ressort sur une tige (OT), soudée à un axe vertical (Δ) faisant avec la verticale descendante un angle θ ($\theta < 90^\circ$). Une des extrémités du ressort est fixée en O, tandis qu'à l'autre on accroche un corps de masse m , couissant sans frottement sur (OT) (voir figure). Le système est au repos.



1. Faire l'inventaire des forces appliquées au corps C et calculer la longueur du ressort à l'équilibre.

CORRIGÉS DES RESSOURCES

A. VÉRIFICATION DES SAVOIRS

Corrigé Exercice 1 : Répondre par vrai ou faux

1. Vrai ; 2. Vrai ; 3. Faux ; 4. Vrai ; 5. Faux.

Corrigé Exercice 2 :

1. Nature du mouvement

- a) Mouvement rectiligne uniforme
- b) Mouvement circulaire uniforme

2. L'angle de déviation est petit.

3. Ces grandeurs sont : la charge, la masse, la vitesse, le champ magnétique, la distance entre les plaques, la distance entre le centre des plaques et l'écran.

4. Les applications de la déflexion magnétique :

- Le spectrographe de masse qui permet la séparation des isotopes ;
- Les cyclotrons qui sont des accélérateurs des particules à trajectoire circulaire ;
- Les synchrotrons qui sont des accélérateurs des particules permettant de produire des rayonnements très intenses ;
- Les déflexions magnétiques observées dans les téléviseurs ;
- Les déviations des particules de hautes énergies en physique nucléaire.

B. APPLICATION DIRECTE DES RESSOURCES

Corrigé Exercice 3 :

1. Montrons que la vitesse reste constante

Dans le référentiel de laboratoire supposé galiléen, la particule dans le champ magnétique est soumise à la force magnétique : $\vec{F}_m = q\vec{V} \wedge \vec{B}$

D'après le TCI, on a : $\vec{F}_m = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{V} \wedge \vec{B}$
 $\Rightarrow \vec{a} \perp \vec{V}$ et $\vec{a} \perp \vec{B}$

Dans le repère de FRENET (\vec{i} , \vec{n}), on a :

$$\vec{a} = a_t \vec{i} + a_n \vec{n} \text{ et } \vec{v} = v \vec{i}$$

$$\text{Ainsi, } \vec{a} \perp \vec{v} \Leftrightarrow a_t = 0 \text{ i.e. } v = \text{cte}$$

Donc le mouvement est uniforme.

2. Il s'agit du rayon de courbure. On a :

$$a = a_n \Leftrightarrow R = \frac{mV}{|q|B}$$

3. Lorsque la valeur du champ augmente, le Rayon diminue.

Corrigé Exercice 4 :

1. Nature du mouvement de la particule

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, la particule est soumise à la seule action de la force de Lorentz $\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$

$$\text{D'après le TCI : } \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v} \wedge \vec{B}$$

$$\vec{a} \cdot \vec{v} = 0 \text{ car } \vec{a} \perp \vec{v} \text{ et } \vec{a} \neq \vec{0}$$

Donc le mouvement est circulaire uniforme.

2. Rayon de courbure R de sa trajectoire

$$\text{Dans la base de Frenet, } \vec{a} = \frac{V^2}{R}\vec{n} + a_t \vec{i} = \frac{qVB}{m}\vec{n} \Rightarrow$$

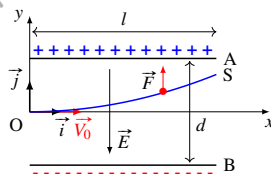
$$R = \frac{mV}{|q|B} \quad \text{A.N : } R \approx 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

3. Valeur de l'angle de déviation α

$$\alpha = \frac{l}{R} \quad \text{A.N : } \alpha = 1,7 \times 10^8 \text{ rad}$$

Corrigé Exercice 5 : (8 page 86)

1. Schéma de la situation



$V_A - V_B > 0 \Leftrightarrow V_A > V_B$ Donc A est la plaque positive et B la plaque négative.

2. Caractéristiques de \vec{E}

- Direction : perpendiculaire aux plaques

- Sens : de la plaque A vers la plaque B

$$\text{-Module : } E = \frac{V_A - V_B}{d} \quad \text{A.N : } E = 4 \times 10^4 \text{ V/m}$$

Composantes de \vec{E} dans le repère (O ; \vec{i} ; \vec{j})

$$\vec{E} \begin{cases} E_x = 0 \\ E_y = -E = -4 \times 10^4 \text{ V/m} \end{cases}$$

3.

3.1. Inventaire des forces agissant sur l'électron

- Le poids \vec{P} de l'électron ; - La force électrique \vec{F}

3.2. Montrons que le poids de l'électron est négligeable devant la force électrique

$$\text{On a : } \frac{F}{P} \approx 7 \times 10^{14} \Leftrightarrow F \gg P$$

Donc le poids de l'électron est négligeable devant la force électrique.

L'électron dévie vers la plaque A.

3.3. Équations horaires du mouvement de l'électron

Appliquée au système ci-dessus, la RFD de rotation conduit à :

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{R}) = J_\Delta \ddot{\theta}, \quad (9.14)$$

et par suite, on obtient

$$\ddot{\theta} + \frac{mgCG}{J_\Delta} \sin \theta = 0 \quad (9.15)$$

Cette équation différentielle est non linéaire en θ . Dans le cas général, un pendule pesant n'est pas un oscillateur harmonique.

Pour des oscillations de faible amplitude ($\theta_m < 10^\circ$), l'équation (9.15) devient :

$$\ddot{\theta} + \frac{mgCG}{J_\Delta} \theta = 0, \quad (9.16)$$

qui est celle d'un oscillateur harmonique de pulsation propre

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{mgCG}{J_\Delta}} \quad (9.17)$$

9.3.2 Etude énergétique

Le niveau de référence de l'énergie potentielle est le plan horizontal passant par G dans la position d'équilibre.

Lorsque le pendule est écarté de sa position d'équilibre d'un angle θ_m ,

$$\begin{aligned} E_{Mi} &= E_c + E_p = E_p \\ &= mgh_m = mgCG(1 - \cos \theta_m) \end{aligned} \quad (9.18)$$

Dans une position quelconque, l'énergie mécanique du pendule s'écrit :

$$\begin{aligned} E_M &= E_c + E_p \\ &= E_c(\theta_m) + mg(h_m - h) + mgCG(1 - \cos \theta) \\ &= mgh_m = E_{Mi} \end{aligned} \quad (9.19)$$

L'énergie mécanique d'un pendule pesant non amorti reste constante au cours du temps.

9.4 Pendule en rotation : Pendule simple

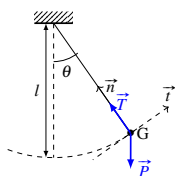
Un pendule simple est constitué d'un solide ponctuel de masse m , suspendu à un fil de longueur l pouvant osciller autour d'un axe fixe.

9.4.1 Etude dynamique

Dans un référentiel terrestre supposé galiléen, l'application de TCI au solide (S) conduit à :

$$\vec{T} + \vec{P} = m\vec{a}$$

Dans le repère de Frenet ($G; \vec{n}, \vec{t}$) la relation ci-dessus devient :



$$\vec{n} : T - mg \cos \theta = m \frac{v^2}{l} \quad (9.20)$$

$$\vec{t} : -mg \sin \theta = m\dot{\theta} \quad (9.21)$$

L'équation (9.20) donne :

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \sin \theta = 0$$

qui est une équation non linéaire en θ . Le pendule simple n'est donc pas un oscillateur harmonique. Comme le pendule pesant dont il n'est qu'un cas particulier, le pendule simple est un oscillateur harmonique pour des oscillations de faible amplitude.

9.4.2 Etude énergétique

Prenons comme niveau de référence des énergies potentielle de pesanteur le plan horizontal passant par G lorsque le pendule est en équilibre. On a

$$\begin{aligned} E_M &= E_c + E_p \\ &= \frac{1}{2} m l^2 \dot{\theta}^2 + mgl(1 - \cos \theta), \end{aligned} \quad (9.22)$$

de sorte que

$$\frac{dE_M}{dt} = 0$$



Remarque(s)

- Deux pendules sont synchrones lorsqu'ils ont la même fréquence.
- Lorsque la période des oscillations est indépendante de l'amplitude, les oscillations sont dites isochrones.

9.5 Amortissement et entretien des oscillations

9.5.1 Amortissement

En physique, l'amortissement est la diminution de l'amplitude d'un phénomène oscillatoire.

L'amortissement est provoqué par les frottements (solide-solide, visqueux) en mécanique, par les résistances en électricité ou par absorption.

L'équation différentielle traduisant un mouvement oscillatoire amorti peut se mettre sous la forme

$$\ddot{x}(t) + A\dot{x}(t) + \omega_0^2 x(t) = 0, \quad (9.23)$$

où ω_0 désigne la pulsation propre et A le terme d'amortissement ($\vec{f} = -A\vec{v}$).

Selon le signe du discriminant $A^2 - 4\omega_0^2$ de l'équation caractéristique, on distingue trois régimes :

1. La loi horaire de la vitesse angulaire des oscillations d'un pendule simple est $\dot{\theta}(t) = \frac{\pi^2}{18} \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (en rad/s).

1.1. Déterminer l'amplitude de ce pendule ainsi que la longueur du fil.

1.2. Écrire la loi horaire $x(t)$ de la position linéaire du solide de ce pendule simple.

2. Un pendule simple oscille sur un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontal. Établir l'expression de la période propre des oscillations de faibles amplitudes en fonction de la longueur l du fil, de l'intensité de la pesanteur et de l'angle α .

3. La loi horaire du mouvement d'un oscillateur mécanique est : $\theta(t) = 0,2 \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (en rad).

3.1. De quel type d'oscillateur mécanique (de rotation ou de translation) s'agit-il ?

3.2. Déterminer les caractéristiques de cet oscillateur (période, amplitude, phase initiale).

3.3. Représenter l'élongation de cet oscillateur harmonique sur deux périodes.

Exercice 16 : (16 page 126)

On prendra $g = 10 \text{ m/s}^2$ et on négligera la résistance de l'air.

Une bille ponctuelle (A) de masse m est attachée à l'extrémité d'un fil inextensible de masse négligeable de longueur L et dont l'autre extrémité est fixée en un point O.

On écarte le pendule d'un angle θ_m à partir de sa position d'équilibre stable puis on le lâche sans vitesse initiale. Un mouvement pendulaire prend alors naissance. La position du pendule à un instant t quelconque est donnée par l'angle θ que fait le fil avec la verticale.

1. Soit $\dot{\theta}$ la vitesse angulaire de la bille. Donner à un instant quelconque du mouvement en fonction de θ , θ_m , et $\dot{\theta}$ l'expression de :

- l'énergie cinétique E_c de la bille,
- l'énergie potentielle E_p du système pendule-Terre. Le niveau de référence d'énergie potentielle de pesanteur sera pris à l'horizontale passant par la position la plus basse de la bille.
- l'énergie mécanique E_m du système pendule-Terre.

2. En admettant que le système pendule-Terre est conservatif, établir pour des oscillations de faibles amplitudes, l'équation différentielle du mouvement pris par le pendule.

Prendre $1 - \cos\theta = \theta^2/2$ (θ en radians).

3. En mesurant la durée de 10 oscillations, on trouve 20s. Calculer la longueur L du pendule.

Exercice 17 : (17 page 127)

Un pendule simple est constitué d'un fil OA de longueur $l = 1 \text{ m}$ portant à son extrémité A une bille de masse $m = 100 \text{ g}$. On écarte ce pendule de sa position d'équilibre d'un angle $\alpha_0 = 0,1 \text{ rad}$ puis on l'abandonne sans vitesse initiale à la date $t = 0$.

1. Établir l'équation différentielle des oscillations du pendule.

2. Afin de déterminer la valeur g de l'intensité de la pesanteur, on mesure pour différentes longueurs l du fil du pendule, la durée t de 20 oscillations isochrones d'amplitude $0,1 \text{ rad}$. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

$L(\text{m})$	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20
$T(\text{s})$	17,94	25,37	31,06	35,88	40,12	43,95
$T^2(\text{s}^2)$						

2.1. Pourquoi mesure-t-on la durée de plusieurs oscillations au lieu d'une seule ?

2.2. Citer les instruments nécessaires à la réalisation de cette expérience.

2.3. Pourquoi dit-on que les oscillations sont isochrones ?

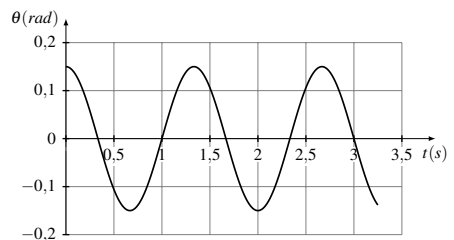
2.4. Compléter le tableau, puis tracer la courbe $T^2 = f(L)$.

Échelle : 1 cm pour $0,1 \text{ m}$ et 1 cm pour $0,4 \text{ s}^2$

2.5. En déduire la valeur de g au lieu de l'expérience.

Exercice 18 : (18 page 127)

Le graphe ci-dessous représente les variations de l'angle que fait le fil d'un pendule simple avec la verticale de son point de suspension en fonction du temps.



1. Lire sur le graphe, les valeurs de la période et de l'amplitude des oscillations de ce pendule.

2. Quelle est l'élongation à la date $t = 0$ du pendule ? En déduire une expression de l'élongation du pendule en fonction du temps.

3. Écrire l'expression de la période propre d'un pendule simple en fonction de sa longueur et de l'intensité de la pesanteur du lieu où la mesure est faite. En déduire la longueur du fil du pendule sachant que l'intensité de la pesanteur en ce lieu est $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

5. Pour deux ressorts identiques associées en parallèles on a :

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k}{M}}$$

Corrigé Exercice 3 : (3 page 122)

1. Relation entre période et pulsation : $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Relation entre pulsation et fréquence : $\omega = 2\pi f$

Unités :

- T : en seconde (s)
- ω : en radian par seconde (rad/s)
- f : en hertz (Hz)

2. L'amortissement est une atténuation des mouvements d'un système par dissipation de l'énergie

La cause est l'existence des frottements

Une solution pour remédier : Il faut entretenir les oscillations. On peut utiliser un électroaimant.

3. Différence entre :

3.1. Un oscillateur libre et un oscillateur entretenu :

Au cours de son évolution, un oscillateur entretenu reçoit de l'énergie au cours de son évolution

3.2. Un oscillateur libre et un oscillateur amorti :

L'amplitude d'un oscillateur libre reste constante au cours de son évolution alors que l'amplitude d'un oscillateur amorti diminue au cours de son évolution.

3.3. Exemple de chacun de ces oscillateurs.

- oscillateur libre : pendule élastique vertical dans le vide
- oscillateur amorti : pendule pesant dans l'air
- oscillateur entretenu : oscillateur « à quartz » dans les horloges et les montres mécaniques.

Corrigé Exercice 4 : (4 page 122)

1. Définition d'un pendule simple : voir cours

2. Montrons que la période d'un pendule simple varie avec la température :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

La longueur du fil varie en avec la température suivant la loi

$$l = l_0(1 + \lambda\theta)$$

où l_0 est la longueur du fil à 0°C et λ le coefficient de dilatation linéaire.

Donc

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_0(1 + \lambda\theta)}{g}}$$

soit

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_0}{g}} \sqrt{1 + \lambda\theta}$$

3. Expression de la fréquence propre des oscillations d'un pendule simple.

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$$

4. Description d'un pendule de torsion : voir cours

5. Définition du pendule pesant : voir cours

B. APPLICATION DIRECTE DES RESSOURCES

Corrigé Exercice 5 : (5 page 122)

1. Montrons que la période propre des oscillations d'un pendule pesant de forme géométrique précise est indépendante de sa masse.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J_{\Delta}}{M.g.OG}}$$

Pour un pendule pesant de forme géométrique précise, J_{Δ} est proportionnel à la masse

$$J_{\Delta} = kM$$

d'où

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{k.M}{M.g.OG}} = 2\pi \sqrt{\frac{k}{g.OG}}$$

Donc T ne dépend pas de la masse.

2.

2.1. À la position d'équilibre

2.2. À une position d'élongation maximale

3. Montrons que l'énergie mécanique d'un pendule pesant non amorti se conserve au cours des oscillations.

voir cours

4. Calculons la constante de torsion du fil.

$$C = \frac{4\pi^2 J_{\Delta}}{T^2} \quad \text{A.N : } C \approx 0.39 \text{ N.m.rad}^{-1}$$

5. L'approximation faite pour des oscillations de faible amplitude

$$\sin \theta \approx \theta \text{ (rad)} \text{ et } \cos \theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$$

Son intérêt est de rendre l'équation différentielle de second ordre linéaire.

6.

6.1. Pendule pesant réversible

On dit qu'un pendule pesant est réversible lorsqu'il a la même période quand il oscille autour de 2 axes distincts (Δ) et (Δ').

6.2. Axes réversibles

C'est le plus simple des condensateurs. Les armatures sont deux surfaces métalliques planes en regard l'une de l'autre et séparées par un diélectrique, l'air en général.

On montre que la capacité d'un condensateur plan est proportionnelle à la surface S commune aux armatures en regard et inversement proportionnelle à la distance d qui les sépare.

$$C = \varepsilon \frac{S}{d}, \quad (10.3)$$

avec S en mètre carré (m^2); C en farad (F); d en mètre (m) et ε en F/m .

ε est un coefficient de proportionnalité appelé permittivité diélectrique. Sa valeur dépend de la nature de l'isolant. Pour le vide, ε est noté ε_0 : c'est la permittivité du vide.

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi \cdot 10^9} \approx 8,84 \times 10^{-12} F/m, \quad (10.4)$$

Pour l'air, ε est très voisin de ε_0 .

On pose $\varepsilon = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0$, où ε_r , nombre toujours supérieur à 1, est appelé permittivité relative du milieu par rapport au vide, ou constante diélectrique du milieu.

Pour l'air $\varepsilon_r = 1,0$

10.4 Énergie d'un condensateur

L'énergie W emmagasinée par un condensateur lors de la charge a pour expression :

$$W = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} qU = \frac{1}{2} CU^2, \quad (10.5)$$

avec W en joule (J), C en farad et U en volt (V).

Remarque(s)

- La fuite dans un condensateur. Un condensateur n'est jamais parfait car son diélectrique n'est pas complètement isolant. Il en résulte un passage plus ou moins important des électrons. Un condensateur chargé se décharge lentement. La résistance du diélectrique est appelé résistance de fuite.
- La tension de service. C'est la tension pour laquelle le condensateur fonctionne normalement. Elle représente la valeur maximale qu'il serait dangereux de dépasser.
- La tension de rupture ou de claquage. On appelle tension de claquage d'un condensateur la plus petite tension faisant jaillir une étincelle entre ses armatures, provoquant la détérioration du diélectrique.

10.5 Groupement de condensateurs

10.5.1 Groupement en parallèle

La capacité du condensateur équivalent à l'association de n condensateurs en parallèle est égale à la somme des capacités de ces n condensateurs.

$$C = \sum_i^n C_i = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (10.6)$$

Si les n condensateurs sont identiques et ont chacun pour capacité C_0 , alors $C = nC_0$.

L'association en parallèle permet d'obtenir une capacité plus importante que celle des condensateurs utilisés. Si tous les condensateurs ne sont pas identiques, il faut tenir compte de la plus petite des tensions de service des condensateurs du groupement.

10.5.2 Groupement en série ou en cascade

L'inverse de la capacité du condensateur équivalent à l'association de n condensateurs en série est égal à la somme des inverses des capacités de ces n condensateurs.

$$\frac{1}{C} = \sum_i^n \frac{1}{C_i} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (10.7)$$

Si les n condensateurs sont identiques et ont chacun pour capacité C_0 , alors $C = C_0/n$.

L'association en série est notamment utilisée pour obtenir une batterie de condensateurs chargée sous une grande différence de potentiel, cette dernière se répartissant aux bornes des différents condensateurs (ce qui permet d'éviter un éventuel claquage).

10.6 Utilisation des condensateurs

Un condensateur peut être utilisé comme :

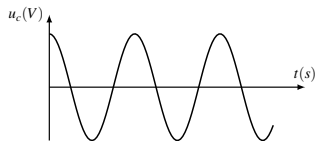
- stockeur d'énergie
- régulateur de tension d'une alimentation stabilisée (condensateur de filtrage).
- liaison entre les étages d'un amplificateur de sorte qu'en courant continu ces deux étages soient isolés et qu'en courant alternatif ils soient en communication.
- correcteur du facteur de puissance permettant par exemple un transport plus économique du courant alternatif.

$$\frac{d^2}{dt^2}u_c(t) + \frac{1}{LC}u_c(t) = 0$$

Période propre du circuit

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \quad \text{AN : } T_0 \approx 1,4 \times 10^{-2} \text{ s}$$

3. Aspect de la courbe.



4. Expression de l'énergie électromagnétique du circuit

$$W_{em} = \frac{1}{2}Cu_c^2 + \frac{1}{2}Li^2. \text{ À } t = 0\text{s}, u = U_{AB} \text{ et } i = 0$$

$$\text{D'où } W_{em} = W_{elMax} = \frac{1}{2}CU_{AB}^2$$

Valeur maximale de l'intensité I_m

$$\text{Le circuit étant conservatif, } W_{em} = W_{mMax} = \frac{1}{2}LI_m^2 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2}CU_{AB}^2 = \frac{1}{2}LI_m^2$$

$$\Rightarrow I_m = U_{AB}\sqrt{\frac{C}{L}} \quad \text{A.N : } I_m \approx 1,8\text{A}$$

5. 5.1. Non ; 5.2. Oui ; 5.3. Non

1. Les deux tensions visualisées sur l'oscilloscope sont :

- la tension aux bornes du haut parleur
- la tension aux bornes du microphone

2. Valeur de la fréquence du son capté

Période : $2T = 0,2\text{ms} \times 10 \Rightarrow T = 1\text{ms} = 10^{-3}\text{s}$

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{A.N : } f = 1000\text{ Hz}$$

3. Valeur de la longueur d'onde

$$\lambda = \Delta x = x_2 - x_1 \Rightarrow \lambda = 34\text{ cm}$$

4. Célérité des ondes sonores dans l'air.

$$c = \lambda f \quad \text{A.N : } c = 340\text{ m/s}$$

Corrigé Exercice 11 : (12 Page 235)

1. Valeur de la longueur d'onde

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad \text{A.N } \lambda = 1,25 \times 10^{-2}\text{ m}$$

2. Comparaison des mouvement de O et M

$$\frac{d}{\lambda} = 6 \Rightarrow \text{M et O vibrent en phase.}$$

3. Distance entre la 2^e ride et la 7^e

$$d' = (7 - 2)\lambda = 5\lambda \Rightarrow d' = 6,25 \times 10^{-2}\text{ m}$$

Corrigé Exercice 12 : (13 Page 236)

1. Déterminons l'intensité F

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow F = \mu \cdot V^2 \text{ or } \mu = \frac{m}{AB} \Rightarrow$$

$$F = \frac{m}{AB} V^2 \quad F = 8\text{ N}$$

2.

2.1. Équation du mouvement de A

$$y_A = a \sin(\omega t + \varphi) \text{ et } \dot{y}_A = \omega a \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\text{À } t = 0, y_A = 0 \text{ et } \dot{y}_A > 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a \sin(\varphi) = 0 \\ \omega a \cos(\varphi) > 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sin(\varphi) = 0 \\ \cos(\varphi) > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = 0$$

$$\text{d'où } y_A(t) = 10 \sin(100\pi t) \text{ (mm)}$$

Équation du mouvement du point C

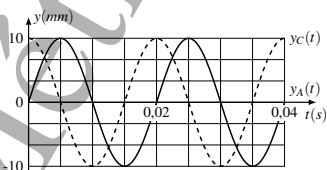
Le point C effectue le même mouvement que A mais avec un retard $\theta = \frac{AC}{V} = \frac{x}{v}$

$$\Rightarrow y_C = y_A(t - \frac{x}{v}) = a \sin\left(\omega t - \omega \frac{x}{v}\right)$$

$$y_C(t) = 10 \sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (mm)}$$

2.2. Représentation du diagramme de ces deux mouvements

t	0	T/4	T/2	3T/4	T
y _A	0	a	0	-a	0
y _C	a	0	-a	0	a



2.3. Représentation de l'aspect du fil à $t = 0,02\text{s}$

Soit N un point du fil d'abscisse x

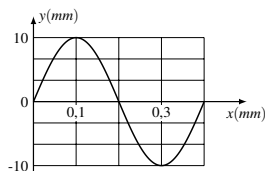
$$y_N(t) = \sin\left(100\pi t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$\text{On a : } y_N(0,02) = \sin\left(2\pi - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

Distance parcourue par le front d'onde pendant $t - t_0 = 0,02\text{s}$

$$d = Vt \Rightarrow d = \lambda$$

t	0	$\lambda/4$	$\lambda/2$	$3\lambda/4$	λ
y _N	0	a	0	-a	0



EVALUATION DES RESSOURCES / SUPERPOSITION DES ONDES

A. VÉRIFICATION DES SAVOIRS

Exercice 1 : (1 Page 249)

1. Définir : Interférence ; Champ d'interférence ; Onde stationnaire.

2. Énoncer le principe de superposition des petits mouvements.

3. Donner pour une onde stationnaire le long d'une corde, les conditions aux limites spatiales.

A. VÉRIFICATION DES SAVOIRS**Corrigé Exercice 1 :** (1 Page 266)

- Définitions (voir cours)
- Expression de l'interfrange : voir cours
- Conditions de réalisation du phénomène d'interférence lumineuse
Les deux sources doivent être synchrones et cohérentes.
- La diffraction ; Les interférences.
- Quatre applications de l'effet Doppler.
 - Les radars automatiques pour les contrôles routiers.
 - En météorologie
 - En imagerie médicale (échographie)
 - En astronomie (détermination de la vitesse d'un astre)
 - Le GPS pour déterminer la localisation d'un véhicule par exemple
- Parce qu'on observe les franges quelle que soit la position de l'écran dans les champs d'interférence.
- a) Le point appartient à une frange brillante
b) Le point appartient à une frange brillante
c) Le point appartient à une frange sombre.

Corrigé Exercice 2 : (2 Page 266)

1	2	3	4	5	6
vrai	faux	faux	faux	vrai	vrai
7	8	9	10	11	12
vrai	vrai	faux	faux	faux	faux
13	14	15	16	17	
vrai	faux	vrai	faux	faux	

Corrigé Exercice 3 : (4 Page 267)

- Différence de marche pour la 10^e frange brillante.

$$\delta = p\lambda \quad \text{A.N. : } \delta = 6 \times 10^{-6} \text{ m}$$

2.

- Longueur d'onde de la lumière émise

$$\lambda = \frac{c}{N} \quad \text{A.N. : } \lambda \approx 5,89 \times 10^{-7} \text{ m}$$

- Ordre d'interférence au point M

$$p = \frac{\delta}{\lambda} \quad \text{A.N. : } p = \frac{5,89 \times 10^{-6}}{5,89 \times 10^{-7}} = 10$$

L'ordre d'interférence est entier, donc les ondes arrivent en M en phase.

Corrigé Exercice 4 : (5 Page 267)

- Différence de marche.

$$\delta = p\lambda \quad \text{A.N. : } \delta = 2,532 \times 10^{-6} \text{ m}$$

- Différence de marche pour la frange sombre d'ordre $\frac{7}{2}$.

$$\delta' = p'\lambda \quad \text{A.N. : } \delta' = 2215,5 \text{ nm}$$

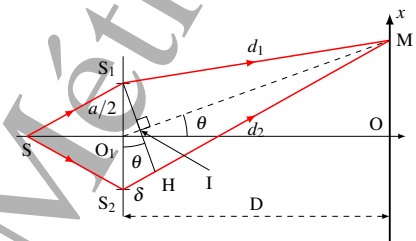
Corrigé Exercice 5 : (6 Page 267)

- Ordre de grandeur de l'interfrange

$$i = \frac{\lambda D}{a} \quad \text{A.N. : } i = 3,72 \times 10^{-4} \text{ m}$$

2.

- Expression de la différence de marche



On a $\delta = (SS_2 + S_2M) - (SS_1 + S_1M) = d_2 - d_1$ car $SS_1 = SS_2$

Dans le triangle O_1OM , on a : $\tan \theta = \frac{OM}{O_1O} = \frac{x}{D}$
or $x \ll D$ ou $\frac{x}{D} \ll 1 \Rightarrow \tan \theta \approx \theta$ en rad. D'où $\theta = \frac{x}{D}$ (1)

De même, dans le triangle O_1IS_1 , on a : $\sin \theta \approx \theta = \frac{O_1I}{S_1O_1} = \frac{\delta}{a}$ (2)

$$(1) \text{ dans } (2) \Rightarrow \delta = \frac{ax}{D}$$

- Différence de marche en O

En O, $x = 0$, D'où $\delta = 0$

On observe une frange brillante en O.

- Observation au point P d'abscisse $x_P = 6,1 \text{ mm}$

$$p = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{ax_0}{\lambda D} \quad \text{A.N. : } p \approx \frac{5}{2}$$

On observe une frange sombre en P.

Corrigé Exercice 7 : (8 Page 268)

$$\text{Calcul de } \lambda, \quad i' - i = \frac{\lambda(D+d)}{a} - \frac{\lambda D}{a} = \frac{\lambda d}{a}$$

$$\text{D'où } \lambda = \frac{a(i' - i)}{d} \quad \text{A.N. : } \lambda = 6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

C. UTILISATION DES RESSOURCES**Corrigé Exercice 8 :** (9 Page 268)

quotidiennes des rayonnements. De plus, ces personnels respirent une atmosphère contrôlée grâce à des radiamètres.

De plus, les travailleurs exposés portent des tenues adaptées à la nature des risques encourus : tenues d'isolement ou étanches avec bottes, surbottes, gants, combinaison, couverture, masque. . .

Les professionnels exposés à des rayonnements ionisants portent sur eux un dosimètre. Cet appareil mesure la quantité de radioactivité à laquelle ils sont exposés chaque jour dans le cadre de leur travail. Ainsi, on peut contrôler régulièrement que le niveau de radioactivité auquel ils sont soumis reste inférieur aux normes en vigueur.

16.8 Le coefficient d'atténuation linéique

Le coefficient d'atténuation linéique est une grandeur qui exprime la probabilité qu'un photon d'interagisse avec la

matière.

Il est noté μ et s'exprime en cm^{-1} .

L'atténuation d'un rayonnement peut être décrite par l'équation suivante :

$$I = I_0 e^{-\mu x}, \quad (16.11)$$

avec I l'intensité après atténuation, I_0 l'intensité incidente, μ le coefficient d'atténuation linéaire et x l'épaisseur physique de l'absorbeur (cm).

Il existe deux caractéristiques principales du coefficient d'atténuation linéaire :

- Le coefficient d'atténuation linéaire augmente à mesure que le numéro atomique de l'absorbeur augmente.
- Le coefficient d'atténuation linéaire pour tous les matériaux diminue avec l'énergie des rayons gamma.

EVALUATION DES RESSOURCES

A. VÉRIFICATION DES SAVOIRS

Exercice 1 : (1 Page 321)

1. Répondre par vrai ou faux

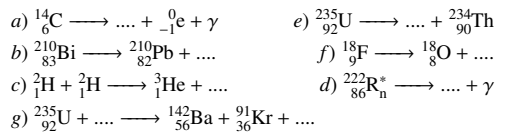
- 1.1. Toutes les radioactivités sont spontanées.
- 1.2. On peut modifier la radioactivité d'une substance.
- 1.3. Des nucléides isotopes ont les mêmes propriétés chimiques.
- 1.4. Henri Becquerel a découvert la radioactivité.
- 1.5. La période d'une substance radioactive varie en fonction du temps.
- 1.6. L'activité d'une substance radioactive augmente avec la température.
- 1.7. Dans une fission nucléaire, les noyaux fils sont plus légers que le noyau père.
- 1.8. L'énergie solaire provient des réactions de fusion dans le soleil.
- 1.9. Au cours d'une désintégration radioactive, il y a conservation de la masse.
2. Définir les expressions suivantes : Radioactivité ; radioactivité α ; activité ; famille radioactive ; demi-vie radioactive ; fission nucléaire ; fusion nucléaire.
3. Citer les différents types de radioactivité et donner leurs équations générales de désintégration.
4. Citer les lois de conservation utilisées au cours d'une radioactivité.
5. Citer quelques dangers et applications des radionucléides.
6. Donner quelques techniques de protection lors de la manipulation des sources radioactives.

7. Les noyaux des atomes ne contiennent pas des électrons. Comment explique-t-on l'émission des électrons au cours d'une radioactivité ?
8. Comment un noyau fils obtenu à l'état excité retrouve-t-il son état fondamental ?
9. Rappeler la loi de décroissance radioactive.
10. Établir l'expression de la période radioactive et donner l'unité des grandeurs y intervenant.
11. Citer une application de la radioactivité. Décrire brièvement son principe.

B. APPLICATION DIRECTE DES RESSOURCES

Exercice 2 : (2 Page 321)

Compléter les équations suivantes :



Exercice 3 : (3 Page 322)

Pour réduire de 95% l'intensité d'un faisceau de photons γ d'énergie 0,25 MeV, il faut une épaisseur de plomb de 1 cm. En déduire :

1. Le coefficient d'atténuation linéique du plomb en cm^{-1} .
2. La C.D.A en cm du plomb pour ce rayonnement.

Exercice 4 : (4 Page 322)

Le coefficient d'absorption linéique du Plomb est de $0,79 \text{ cm}^{-1}$ pour des photons de 1 MeV.

OFFICE DU BACCALAURÉAT DU CAMEROUN

EXAMEN	Baccalauréat	SÉRIE	D et TI	SESSION	2021
ÉPREUVE	Physique	DURÉE	3 et 2 Heures	COEFFICIENT	2

Organisation de l'épreuve		
Exercices	Série(s)	
Exercice 1	D et TI	
Exercice 2	D et TI	
Exercice 3	A	TI (uniquement)
	B	D (uniquement)

PARTIE I : ÉVALUATION DES RESSOURCES (24 POINTS)**Exercice 1 : Vérification des savoirs**

[8 pts]

- Définir : phénomène périodique ; radioactivité. [2 pts]
- Énoncer : la loi d'attraction universelle ; la deuxième loi de Newton sur le mouvement. [2 pts]
- La période d'un pendule simple est donnée par la relation $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$. Indiquer les grandeurs physiques qui interviennent dans cette relation et donner leurs unités dans le système international. [2 pts]
- Répondre par **vrai** ou **faux**.
 - Lorsqu'on modifie l'amplitude d'une vibration sinusoïdale, sa période change. [1 pt]
 - Le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme est toujours rectiligne uniforme. [1 pt]

Exercice 2 : Application des savoirs

[8 pts]

Les parties A, B et C sont indépendantes

A/ Onde progressive 2 points

Une pointe animée d'un mouvement vibratoire sinusoïdal transversal de fréquence 20 Hz provoque la naissance des ondes à partir d'un point O de la surface de l'eau. La distance entre deux rides consécutives est 60 mm .

- Déterminer la longueur d'onde du mouvement. [1 pt]
- Déterminer la célérité de l'onde dans le milieu. [1 pt]

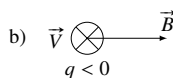
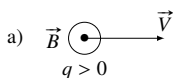
B/ Source radioactive 3 points

La demi-vie d'un noyau radioactif est de $1,0$ seconde.

- Calculer sa constante de désintégration λ . [1 pt]
- À l'instant initial $t = 0 \text{ s}$, un échantillon a une activité radioactive égale $1,11 \cdot 10^8 \text{ Bq}$. Déterminer son activité à la date $t = 3,0 \text{ s}$. [2 pts]

C/ Force de Lorentz 3 points

Reproduire les schémas et représenter la force de Lorentz qui s'exerce sur la particule dans les cas suivants :

**Exercice 3 : Utilisation des savoirs**

[8 pts]

A/ Uniquement la série TI 8 points