

Terminales C, E

Eric Simo, Editeur

PHYSIQUE

Baccalauréat – Sujets Corrigés

Emmanuel Simo, Maurice Noubissi

Avec 62 schémas d'illustration
et 24 exercices corrigés



SIMO

Eric Simo, Msc.-Ing. TU-BS (Editeur)
An den Äckern 2
31224 Peine
Allemagne
kuateric@gmail.com

Physique Terminales C, D, E, TI. Nouvelle Edition

Auteurs: Emmanuel Simo, Maître Es Sciences; Maurice Noubissi, Maître Es Sciences (Cameroun)

Contributions: E. S. (Allemagne); F. W., J. T. (Cameroun); E. A. F. (Italie, R-U); T. v. P. (Pays-Bas); A. Z., L. S., I. D. (Ukraine); D. R., P. B. (Italie); M. B. (Zimbabwe); F. K. (Pakistan); A. K. (Russie); R. K. (Maroc)

Conception graphique des couvertures: R. A. (Bangladesh)
Thème artistique des couvertures 2017: Intelligence Artificielle

ISBN 978-3-947242-01-6 • Maison d'Édition SIMO • Bandjoun Brunswick Belfast Rotterdam • 2017

Sous réserve des exceptions légales, toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite, par quelque procédé que ce soit sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par le Code de la Propriété Intellectuelle. En cas d'utilisation aux fins de vente, de location, de publicité ou de promotion, l'accord de l'auteur ou des ayants droit est nécessaire.

Site Internet: www.simo.education

Avant-propos

Vous avez choisi ce livre parce que vous avez un objectif à atteindre. C'est un instrument réellement utile et efficace pour aider les apprenants des **classes de terminales scientifiques et techniques**, quel que soit leur niveau, à améliorer leurs performances en **physique**.

Inspirée de la pédagogie nouvelle, la conception de ce livre se fonde sur deux outils à savoir : le *cours* et les *exercices corrigés*.

Le cours a été conçu selon le projet pédagogique suivant :

- Une présentation claire parfaitement lisible qui permet de faciliter le travail de l'apprenant.
- Un enseignement expérimental : comme le programme le demande, l'exposé privilégie l'expérience. A chaque fois que cela est possible les notions sont présentées grâce à une expérience décomposée en un dispositif suivi d'observations. L'interprétation qui suit systématiquement ces expériences conduit aux définitions et aux grandes lois de la physique.
- Un cours bien structuré allant à l'essentiel : conforme aux contenus du programme, ce cours prépare aux compétences exigibles, mais en se limitant strictement aux notions qui doivent être étudiées. Nous l'avons donc voulu bref.

Les exercices résolus et commentés, soutenus par des *méthodes de résolution* permettent à l'apprenant d'acquérir l'esprit scientifique et les principaux modes de raisonnement qu'il devra savoir développer. C'est une bonne façon d'aborder les nombreux exercices de chaque chapitre. Dans le souci d'efficacité qui a fait le succès de cette édition, nous attirons votre attention dans les solutions proposées, sur la schématisation, la représentation graphique, le choix des notations, la conduite littérale et enfin l'application numérique.

Notons cependant qu'il ne sert à rien de lire à priori la solution d'un exercice, mais qu'il faut chercher cette solution après avoir lu l'énoncé en entier et ne consulter la solution proposée dans le livre que pour contrôler son propre résultat ou en cas d'hésitation.

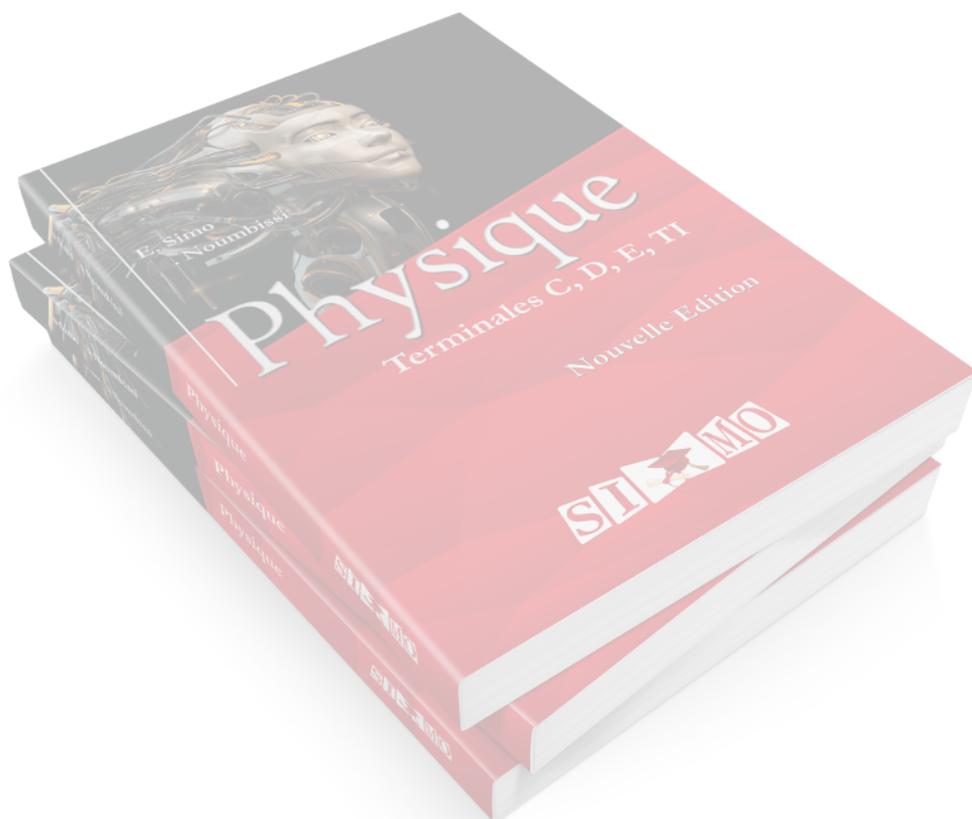
Nous formons le vœu que cet ouvrage constitue un outil efficace pour les apprenants des **classes de terminales scientifiques et techniques** et qu'il apporte à nos collègues professeurs l'aide qu'ils sont en droit d'attendre. Nous attendons avec plaisir toutes les remarques et suggestions.





Table des matières

1	Sujets d'examen – Baccalauréat Physique – Séries C, E	1
1.1	Enoncé des sujets d'examen	2
1.1.1	Enoncé – Baccalauréat 2012	2
1.1.2	Enoncé – Baccalauréat 2013	4
1.1.3	Enoncé – Baccalauréat 2014	6
1.1.4	Enoncé – Baccalauréat 2015	7
1.1.5	Enoncé – Baccalauréat 2016	9
1.1.6	Enoncé – Baccalauréat 2017	11
1.2	Solution des sujets d'examen	14
1.2.1	Solution – Baccalauréat 2012	14
1.2.2	Solution – Baccalauréat 2013	17
1.2.3	Solution – Baccalauréat 2014	20
1.2.4	Solution – Baccalauréat 2015	23
1.2.5	Solution – Baccalauréat 2016	26
1.2.6	Solution – Baccalauréat 2017	28





Sujets d'examen–Baccalauréat Physique–Séries C, E

1.1	Enoncé des sujets d'examen	2
1.1.1	Enoncé – Baccalauréat 2012	2
1.1.2	Enoncé – Baccalauréat 2013	4
1.1.3	Enoncé – Baccalauréat 2014	6
1.1.4	Enoncé – Baccalauréat 2015	7
1.1.5	Enoncé – Baccalauréat 2016	9
1.1.6	Enoncé – Baccalauréat 2017	11
1.2	Solution des sujets d'examen	14
1.2.1	Solution – Baccalauréat 2012	14
1.2.2	Solution – Baccalauréat 2013	17
1.2.3	Solution – Baccalauréat 2014	20
1.2.4	Solution – Baccalauréat 2015	23
1.2.5	Solution – Baccalauréat 2016	26
1.2.6	Solution – Baccalauréat 2017	28



1.1 Énoncé des sujets d'examen

1.1.1 Énoncé – Baccalauréat 2012

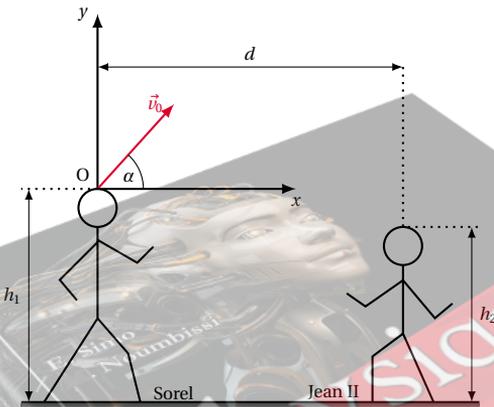
Examen:	Baccalauréat	Séries:	C, E
Session:	2012	Durée:	4 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	4

Exercice 1.

Mouvements dans les champs de force et leurs applications

Partie A : Mouvements dans le champ de pesanteur

Prendre $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ et négliger la résistance de l'air. Deux joueurs de football Sorel et Jean II, de tailles respectives $h_1 = 1,80 \text{ m}$ et $h_2 = 1,60 \text{ m}$, s'entraînent au jeu de tête avec un ballon que l'on supposera ponctuel. Après un coup de tête, le ballon part de Sorel vers Jean II avec une vitesse initiale \vec{v}_0 , faisant un angle $\alpha = 45^\circ$ avec l'horizontale. On prendra $v_0 = 10 \text{ m s}^{-1}$. La figure ci-dessous présente la situation.



1.1. En prenant pour origine des espaces, le sommet de la tête de Sorel et pour instant initial l'instant de départ du ballon, établir l'équation cartésienne de la trajectoire du centre d'inertie G du ballon.

1.2. L'équation de la trajectoire de G peut se mettre sous la forme $10y + x^2 - 10x = 0$.

À quelle distance d de Sorel, doit se placer Jean II pour que le ballon retombe exactement sur sa tête

Partie B : Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme

Une particule de masse $m = 6,64 \times 10^{-27} \text{ kg}$ et de charge $q = +3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$ entre avec une vitesse \vec{v} de valeur $v = 1,5 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ dans une région de largeur $\ell = 18 \text{ cm}$ où règne un champ magnétique uniforme \vec{B} d'intensité $B = 3 \times 10^{-3} \text{ T}$ orthogonal à la vitesse de la particule.

1.1. En négligeant son poids, déterminer la nature du mouvement de la particule dans la zone où règne le champ magnétique.

1.2. Établir l'expression du rayon de courbure R de sa trajectoire, puis calculer sa valeur.

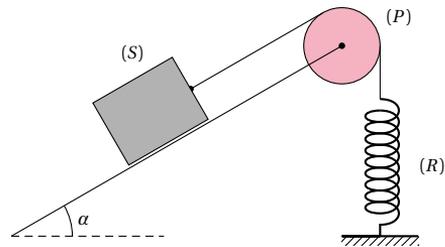
1.3. Calculer la valeur de l'angle de déviation α de la trajectoire de la particule sous l'influence du champ magnétique.

Exercice 2.

Systèmes oscillants

Partie 1 : Oscillateur mécanique

Dans la gorge d'une poulie (P) de rayon $r = 10 \text{ cm}$ et dont on veut déterminer le moment d'inertie J_Δ , on fait passer une ficelle inextensible de masse négligeable. À l'une des extrémités de cette ficelle, on accroche un solide (S) de masse $m = 100 \text{ g}$ et reposant sur un plan incliné d'angle $\alpha = 30^\circ$ sur l'horizontale. L'autre extrémité de la ficelle est reliée à un ressort (R) de raideur $k = 10 \text{ N m}^{-1}$ et de masse négligeable. On prendra $g = 10 \text{ m s}^{-2}$.



La deuxième extrémité du ressort est fixée au sol. Les frottements sur le plan incliné et sur l'axe de la poulie seront négligés. On admettra que la ficelle ne glisse pas dans la gorge de la poulie et que le centre d'inertie G de (S) se déplace sur la ligne de plus grande pente du plan. Le schéma de la machine est donné en figure ci-dessous.

2.1.

2.1.1. Écrire une relation entre m , g , α et l'allongement x_0 du ressort lorsque le système est en équilibre.

2.1.2. Calculer la valeur numérique de x_0 .

2.2. On provoque un déplacement supplémentaire $a = 2 \text{ cm}$ de (S) vers le bas de la pente puis on l'abandonne sans vitesse initiale. Il prend alors un mouvement d'équation horaire :

$$x(t) = 2 \cos \left(\sqrt{\frac{k}{m + \frac{J_\Delta}{r^2}}} \cdot t \right)$$

où x est l'écart du centre d'inertie de (S) à la position d'équilibre à un instant t quelconque (x en cm).

2.2.1. Donner l'expression de la période propre T_0 des oscillations du solide (S) en fonction de m , r , k et J_Δ .

2.2.2. Exprimer le moment d'inertie J_Δ en fonction de la période propre T_0 . En mesurant la durée de 10 oscillations, on trouve 20 secondes. Calculer numériquement J_Δ . Prendre $\pi^2 = 10$.

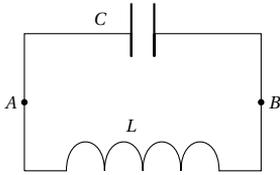
2.2.3. Donner l'équation horaire du mouvement de rotation de la poulie.

Partie 2 : Oscillateur électrique

Un circuit LC est constitué d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable branchée aux bornes d'un

1.1. Enoncé des sujets d'examen

condensateur de capacité C et de charge initiale q_0 . Le schéma du circuit est donné en figure ci-dessous.



- 2.1.** Donner l'expression de la tension U_{AB} aux bornes de chacun des deux dipôles.
- 2.2.** En déduire l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur.
N.B : On rappelle que l'intensité du courant est la dérivée-première, de la charge par rapport au temps.
- 2.3.** Pour $L = 2,29 \times 10^{-4}$ H, calculer la capacité C du condensateur qu'il faut pour que la charge q oscille avec une fréquence $f = 105$ MHz. On rappelle que $1 \text{ MHz} = 10 \times 10^6$ Hz.

Exercice 3.

Phénomènes corpusculaires et ondulatoires

Partie 1 : Phénomènes ondulatoires

L'extrémité O d'une ficelle de longueur convenable est attachée à un vibreur de période $T = 10^{-2}$ s. Les amortissements et la réflexion des ondes sont négligeables. La longueur d'onde λ de l'onde vaut 5 cm.

- 3.1.** Calculer la célérité v de la propagation de l'onde.
- 3.2.** On éclaire la ficelle à l'aide d'un stroboscope de fréquence f_e réglable.
- 3.2.1.** Déterminer la plus grande fréquence f_0 pour laquelle on voit une ficelle immobile.

3.2.2. La fréquence des éclairs du stroboscope prend la valeur $f_1 = 99$ Hz. Qu'observe-t-on ?

3.3. L'équation horaire d'un point M de la ficelle situé à 30 cm de la source O est $x(t) = 5 \cos(200\pi t)$ en mm. En déduire l'équation horaire de la source O .

Partie 2 : Effet photoélectrique

On éclaire la cathode d'une cellule photoélectrique à l'aide d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ convenable. La variation de l'intensité I du courant photoélectrique en fonction de la tension entre l'anode et la cathode est consignée dans le tableau ci-dessous :

U (V)	-0,8	-0,4	0	0,22	0,6
I (μA)	0	1	1,65	2	3

U (V)	1,1	2	3	4	5
I (μA)	4	5	5,2	5,3	5,3

- 3.1.** Tracer la courbe $I = f(U)$
Échelle : Abscisse : 2 cm pour 1 V ;
Ordonnée : 2 cm pour 1 μA .

3.2.

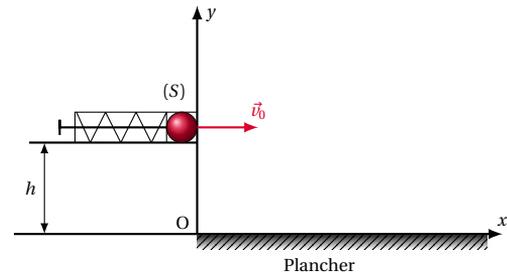
- 3.2.1.** Définir et déterminer le potentiel d'arrêt U_0 .
- 3.2.2.** Donner la valeur de l'intensité I_s du courant de saturation.
- 3.3.** Calculer la vitesse maximale des électrons à la sortie de la cathode.

On donne : charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C ; masse de l'électron : $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg.

Exercice 4.

Exploitation des résultats d'une expérience

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 $v_0 = 5 \text{ ms}^{-1}$. Pour chaque valeur de h , on mesure l'abscisse x_m du point d'impact de la bille sur un plancher horizontal (voir la figure ci-dessous).



On a obtenu le tableau de mesures suivant :

h (cm)	20	40	60	80	100	120	140
x_m (m)	1,00	1,43	1,73	2,00	2,26	2,43	2,60
x_m^2 (m^2)	1,0	2,0	3,0	4,0	5,1	5,9	6,8

- 4.1.** Tracer la courbe $x_m^2 = f(h)$.

Échelle : Abscisse : 1 cm \leftrightarrow 10 cm ; ordonnée : 1 cm \leftrightarrow 1 m^2 .

Quelle est la forme de la courbe obtenue ?

4.2.

4.2.1. 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.

4.2.2. En déduire la relation suivante :

$$x_m^2 = \frac{2v_0^2}{g} h.$$

- 4.3.** À 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.

1.1.2 Enoncé – Baccalauréat 2013

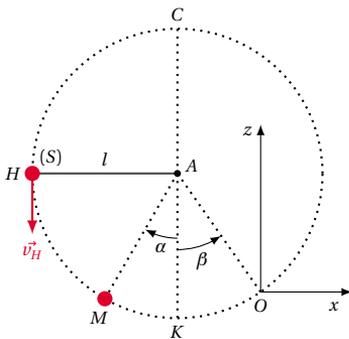
Examen:	Baccalauréat	Séries:	C, E
Session:	2013	Durée:	4 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	4

Exercice 5.

Mouvements dans les champs de forces et leurs applications

Partie 1 : Mouvement dans le champ de pesanteur.

On négligera les frottements et on prendra l'intensité g du champ de pesanteur égale à 10 m s^{-2} .



Un pendule est constitué par un solide ponctuel (S) de masse $m = 100 \text{ g}$, suspendu à un point fixe A par un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur $\ell = 60 \text{ cm}$. On écarte le pendule de la verticale d'un angle $\theta_0 = 90^\circ$, puis on impose au solide un mouvement circulaire autour de A dans un plan vertical, en lui communiquant, au point H, une vitesse initiale verticale et de sens descendant (figure ci-dessus). Une position quelconque M de (S) est repérée au cours de son mouvement par l'angle $\alpha = (\overrightarrow{AK}, \overrightarrow{AM})$.

5.1. Étude de la tension du fil de suspension du solide.

5.1.1. Faire le bilan des forces qui s'exerce sur le solide (S) lorsque celui-ci est en M.

5.1.2. En appliquant la deuxième loi de Newton au solide (S), montrer que l'intensité de la tension du fil au passage par le point M a pour expression :

$$T_M = m \left(g \cos \alpha + \frac{v_M^2}{\ell} \right).$$

5.1.3. En déduire la valeur minimale de la vitesse v_C du solide au point culminant C de la trajectoire, pour que le fil reste tendu en ce point (c'est-à-dire $T_C \leq 0$).

5.2. On ramène le pendule en H et on le lance comme précédemment. Le solide (S) est libéré de son attache à un instant pris comme origine des dates, lorsqu'il passe en montant par le point O tel que $\beta = (\overrightarrow{AK}, \overrightarrow{AO})$, avec la vitesse \vec{v}_0 .

5.2.1. Établir les équations horaires littérales du mouvement de (S) après sa libération, dans le repère (O; x, z) du plan vertical de la figure ci-dessus.

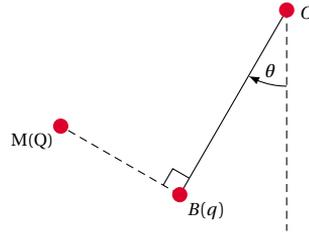
5.2.2. En déduire sous sa forme littérale, l'équation de

la trajectoire de (S).

Partie 2 : Pendule électrostatique.

Un pendule électrostatique est constitué d'une boule métallisée B qu'on considérera comme un point matériel de masse $m = 20 \text{ g}$ et de charge $q = +4,0 \mu\text{C}$, fixée à l'extrémité d'un fil isolant de longueur ℓ et de masse négligeable.

Ce pendule est suspendu en un point O. En présence d'une charge électrique ponctuelle Q placée en M, le fil s'écarte de la verticale d'un angle $\theta = 20^\circ$ (voir figure ci-dessous). À l'équilibre, la droite passant par les points M et B est perpendiculaire à la direction du fil.



5.1. Représenter les forces qui s'exercent sur la boule B.

5.2. Déterminer :

5.2.1. les intensités, de la force électrique \vec{F} qui s'exerce sur la boule B et de la tension \vec{T} du fil (on fera les projections suivant la direction de \vec{F} d'une part, et suivant la direction de \vec{T} d'autre part).

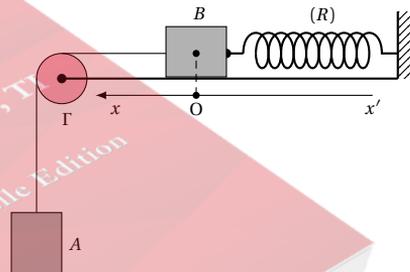
5.2.2. la valeur algébrique de la charge Q, si F vaut $6,84 \times 10^{-2} \text{ N}$.

Données : $g = 10 \text{ m s}^{-2}$; $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^{-1}$; $MB = 50 \text{ cm}$.

Exercice 6.

Les systèmes oscillants

Partie 1 : Oscillateur mécanique.



On considère le système schématisé sur la figure ci-dessus. Le ressort (R) est à spires non jointives et sa masse est négligeable. Sa raideur est $k = 80 \text{ N m}^{-1}$ et sa longueur à vide $\ell_0 = 15 \text{ cm}$. Les solides A et B de masses respectives $m_A = 500 \text{ g}$ et $m_B = 300 \text{ g}$ sont reliés entre eux par un fil inextensible de masse négligeable passant par la gorge d'une poulie Γ de masse négligeable, mobile sans frottement autour de son axe. Le solide B se déplace sans frottements sur le plan horizontal.

6.1. Le système est considéré à l'équilibre.

6.1.1. Montrer qu'on peut écrire $m_A g - k \Delta \ell_0 = 0$; où g est l'intensité de pesanteur et $\Delta \ell_0$ l'allongement du ressort.

6.1.2. Calculer la valeur numérique de $\Delta \ell_0$.

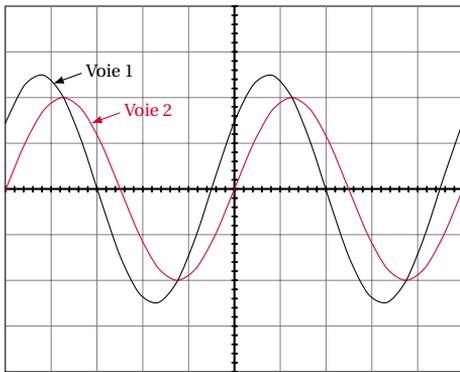
1.1. Enoncé des sujets d'examen

6.2. À partir de la position d'équilibre, on déplace verticalement le solide A de 5,0 cm vers le bas, puis on l'abandonne sans vitesse initiale. La position de B est repérée par l'abscisse x de son centre d'inertie G_B , sur l'axe $x'x$ dont l'origine O coïncide avec la position de G_B à l'équilibre.

6.2.1. Montrer que le solide B effectue un mouvement rectiligne sinusoïdal de période propre T_0 dont on donnera l'expression en fonction de m_A , m_B et k .

Partie 2 : Oscillateur électrique

Une tension sinusoïdale est appliquée aux bornes A et B d'une portion de circuit comprenant montés en série, un résistor de résistance $R = 100\Omega$, un condensateur de capacité C et une bobine pure d'inductance $L = 7,2 \times 10^{-2}$ H.



Écran de l'oscilloscope
Gain vertical sur les deux voies 2 V/div
Base des temps 0,5 ms/div

(a)

On visualise respectivement sur les voies 1 et 2 d'un oscilloscope, les variations de la tension $u(t)$ délivrée par le générateur et de la tension $u_g(t)$ aux bornes du résistor. L'aspect de l'écran est représenté sur la figure ci-dessous.



Circuit sur lequel doit être connecté l'oscilloscope pour obtenir à l'écran les traces

(b)

6.1. Indiquer sur le schéma du circuit de la figure (a) ci-dessus comment l'oscilloscope doit être connecté au circuit pour obtenir l'aspect de la figure (b) ci-dessus.

6.2. Déterminer la fréquence f des deux tensions.

6.3. Le décalage temporel entre $u(t)$ et $u_g(t)$ est $\Delta t = 0,256$ ms.

En déduire le déphasage φ entre les deux tensions et préciser laquelle des deux est en avance sur l'autre.

6.4. Calculer l'impédance du circuit, puis en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

On prendra $f = 400$ Hz.

Exercice 7.

Phénomènes ondulatoires et corpusculaires

Partie 1 : Phénomènes ondulatoires

7.1. Qu'appelle-t-on longueur d'onde d'une onde?

7.2. A l'aide du dispositif des fentes d'Young, on obtient en lumière monochromatique, une figure d'interférences lumineuses sur un écran placé parallèlement au plan des fentes F_1 et F_2 et à la distance $D = 2$ m de ce plan. La distance séparant les fentes secondaires est $a = 1,8$ mm. La longueur d'onde de la radiation éclairante est $\lambda = 540$ nm. Quelles sont :

7.2.1. la nature de la frange d'ordre $p' = -4,5$?

7.2.2. la distance entre le milieu de cette frange et le milieu de la frange centrale?

Partie 2 : Phénomènes corpusculaires

7.1. Le travail d'extraction d'un électron du métal dont est revêtu la cathode d'une cellule photo-émissive est $W_0 = 1,77$ eV. On éclaire cette cathode avec une radiation lumineuse de longueur d'onde $\lambda = 475$ nm.

7.1.1. Calculer en eV, l'énergie E d'un photon de la radiation éclairante.

7.1.2. Pourquoi peut-on affirmer que cette radiation déclenche l'effet photoélectrique?

7.1.3. Décrire, en s'appuyant sur un schéma, une procédure expérimentale permettant la mesure de l'énergie cinétique maximale des électrons à leur sortie de la cathode.

Données : Constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J s ;
1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J.

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8$ m s $^{-1}$.

7.2. Le thorium $^{227}_{90}\text{Th}$ est radioactif α . Sa période (ou demi-vie) est $T = 18$ jours.

7.2.1. Écrire l'équation de la désintégration d'un noyau de thorium, sachant que le noyau fils est le radium Ra.

7.2.2. Calculer la masse Δm de thorium disparue au bout de 54 jours dans un échantillon de thorium 227 de masse initiale $m_0 = 0,5$ g.

Exercice 8.

Étude d'un pendule et mesure de l'intensité de la pesanteur d'un lieu

Lors d'une séance de travaux pratiques, les élèves étudient l'influence de la longueur et de la masse d'un pendule simple sur la période propre T_0 de ses oscillations de faibles amplitudes.

8.1. Étude de l'influence de la masse m du pendule.

8.1.1. Pour réaliser cette étude, on dispose déjà d'une potence et de trois objets de mêmes dimensions et de masses m_1 , m_2 , m_3 différentes. Compléter cette liste de matériel.

8.1.2. Proposer un protocole expérimental.

8.2. Étude de l'influence de la longueur ℓ du pendule. Pour une même valeur de l'amplitude θ_m des oscillations ($\theta_m < 12^\circ$), on fait varier la longueur ℓ de l'un des trois pendules ci-dessus et on mesure pour chaque valeur de ℓ , la durée Δt de 10 oscillations. On a ensuite $T_0 = \Delta t/10$. Les résultats sont placés dans le tableau ci-dessous :

ℓ (m)	1,20	1,00	0,80	0,60	0,40
T_0 (s)	2,20	2,01	1,78	1,55	1,27
T_0^2 (s ²)	4,84	4,04	3,17	2,40	1,61

8.2.1. Pour obtenir T_0 , pourquoi les élèves mesurent-ils la durée de 10 oscillations au lieu d'en mesurer la durée d'une seule?

8.2.2. Tracer sur la courbe $T_0^2 = f(\ell)$.

Échelles : Abscisse, 1 cm pour 0,1 m; Ordonnée, 1 cm pour 0,5 s².

8.2.3. En déduire la valeur expérimentale de l'intensité g du champ de pesanteur. On rappelle l'expression théorique de la période propre des oscillations de faibles amplitudes d'un pendule simple : $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

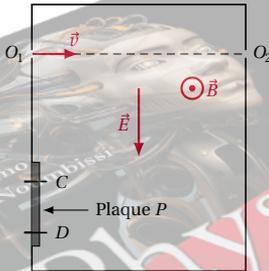
1.1.3 Enoncé – Baccalauréat 2014

Examen:	Baccalauréat	Séries:	C, E
Session:	2014	Durée:	4 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	4

Exercice 9.

Mouvements dans les champs de forces et leurs applications

Partie 1 : Action des champs électrique et magnétique sur un faisceau d'électrons



Des particules de masse $m = 6,65 \times 10^{-27}$ kg pénètrent dans une région où règnent un champ magnétique \vec{B} et un champ électrique \vec{E} , uniformes et orthogonaux entre eux et à la vitesse \vec{v} des particules à l'entrée O_1 de la région comme l'indique la figure ci-dessus. On constate que certaines des particules ont une trajectoire rectiligne horizontale et sont recueillies en O_2 appartenant à la droite (O_1, \vec{v}) . Ces particules sont dites sélectionnées. On négligera leur poids devant les autres forces. On donne : $q = 3,20 \times 10^{-19}$ C; $B = 9 \times 10^{-3}$ T; $E = 5 \times 10^3$ V m⁻¹.

9.1. Donner en justifiant la réponse, le sens du vecteur champ magnétique \vec{B} .

9.2. Montrer que la valeur v_0 de la vitesse des particules sélectionnées ne dépend ni de la masse des particules, ni de leur charge électrique. Puis calculer sa valeur numérique.

9.3. On supprime le champ électrique. Les particules viennent alors heurter une plaque P placée verticale-

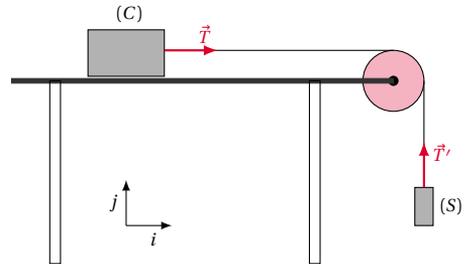
ment dans la région (voir la figure). La mesure de l'écart entre les points d'impact extrêmes des particules sur la plaque donne $CD = 30,00$ mm.

9.3.1. Donner la nature du mouvement des particules dans la région puis donner l'expression de la grandeur caractéristique de leur trajectoire.

9.3.2. Calculer les valeurs v_{max} et v_{min} respectivement de la vitesse maximale et de la vitesse minimale des particules en admettant que la valeur v_0 de la vitesse des particules sélectionnées est leur moyenne

$$\left(v_0 = \frac{v_{min} + v_{max}}{2} \right).$$

Partie 2 : Chariot entraîné par un solide



On considère un chariot (C) de masse m , mobile sans frottement sur une table lisse et relié par un fil inextensible de masse négligeable à un solide (S) de masse M qui pend dans le vide. Le fil passe par la gorge d'une poulie de masse négligeable et sans frottement. On nomme respectivement \vec{T} et \vec{T}' les forces que le fil exerce sur le chariot et sur le solide (Voir figure ci-dessus).

9.1. On commence par retenir le chariot, tout le dispositif étant donc immobile. Exprimer \vec{T} et \vec{T}' dans la base (\vec{i}, \vec{j}) précisée sur la figure.

9.2. On lâche le chariot. En faisant un bilan des forces, indiquer sans calcul comment la force \vec{T} est modifiée.

9.3. À un instant t , la vitesse du centre d'inertie du chariot est $\vec{v}_G = v_G \vec{i}$ et son accélération est $\vec{a}_G = a_G \vec{i}$. Donner à cet instant les expressions vectorielles la vitesse et de l'accélération du solide (S)?

9.4. Écrire la 2^{ème} loi de Newton pour le chariot d'une part et pour le solide (S) d'autre part.

9.5. En déduire l'expression de la valeur de l'accélération du chariot et celle de la tension du fil.

Exercice 10.

Oscillations forcées dans un dipôle électrique

Un générateur maintient entre les bornes A et B d'un circuit électrique une tension alternative sinusoïdale de fréquence variable et de valeur efficace constante $U_{AB} = 60$ V. Ce circuit comporte en série un résistor de résistance R et un dipôle D dont on ne connaît pas les grandeurs caractéristiques. Pour une pulsation du courant $\omega = 500$ rad s⁻¹, on mesure les valeurs efficaces des grandeurs physiques suivantes : Valeur efficace de l'intensité du courant dans le circuit : $I = 0,4$ A; valeur efficace de la tension aux bornes du résistor : $U_R = 36$ V; valeur efficace de la tension aux bornes du dipôle D : $U_D = 48$ V.

On donne l'indication suivante : le dipôle D peut être un résistor, un condensateur, une bobine ou une asso-

1.1. Énoncé des sujets d'examen

ciation en série d'une bobine et d'un condensateur.

10.1. Montrer que le dipôle D n'est pas un résistor et calculer son impédance.

10.2. Le circuit consomme une puissance électrique $P = 15\text{ W}$. Montrer que le dipôle D comporte une résistance non nulle; calculer cette résistance R_D puis le facteur de puissance du dipôle D .

10.3. On augmente progressivement la fréquence du courant, on constate que la tension efficace aux bornes du dipôle D diminue. Pour une fréquence pour laquelle la pulsation est $\omega_1 = 1000\text{ rad s}^{-1}$, on mesure les tensions aux bornes du dipôle D et du résistor, on obtient : $U'_D = 24\text{ V}$ et $U'_R = 36\text{ V}$.

10.3.1. Montrer, sans calcul, que D est une association en série d'une bobine et d'un condensateur.

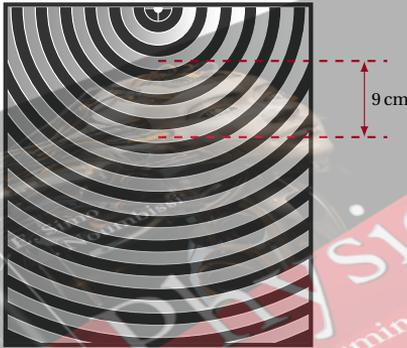
10.3.2. Établir à partir des valeurs des tensions efficaces que la pulsation ω_1 correspond à la fréquence de résonance du circuit.

10.3.3. Calculer les valeurs de l'inductance L de la bobine et de la capacité C du condensateur.

Exercice 11.

Étude d'ondes avec une cuve à ondes

La lame d'un vibreur est solidaire à une pointe qui effectue un mouvement vertical de même fréquence que la lame. Lorsque le vibreur est mis en marche à la fréquence $f = 20\text{ Hz}$, la pointe frappe la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes au centre O de la cuve. Une membrane placée sur la paroi de la cuve empêche la réflexion des ondes mécaniques ainsi produites.



11.1. Nommer le type d'onde (transversal ou longitudinal) qui se propage à la surface de l'eau et proposer une expérience simple permettant de mettre ce type d'ondes en évidence.

11.2. On utilise un éclairage stroboscopique qui immobilise apparemment les ondes. L'image de la surface de l'eau est recueillie sur papier blanc placé en dessous de la cuve, représentée par la figure ci-dessus; elle est 1,5 fois plus grande que la réalité. Déterminer la longueur d'onde et en déduire la célérité des ondes sachant que les bandes claires représentent les crêtes.

11.3. La fréquence des éclairs est fixée à 21 Hz. Décrire ce que l'on observe à la surface de l'eau et calculer la célérité apparente des ondes.

11.4. La lame du vibreur est maintenant solidaire d'une fourche munie de deux pointes O_1 et O_2 distantes de 5 cm, qui effleurent la surface de l'eau. La lame vibre à la

fréquence de 20 Hz.

11.4.1. Décrire le phénomène observé à la surface de l'eau en éclairage normal.

11.4.2. Donner la position et le nombre des points du segment $[O_1, O_2]$ qui vibrent avec une amplitude maximale.

Exercice 12.

Exploitation des résultats d'une expérience

Le radon 222 est un gaz radioactif émetteur α . On désire déterminer le volume V_0 d'un échantillon ainsi que la demi-vie du radon 222. Pour cela, on emprisonne ce gaz dans une ampoule dans les conditions où le volume molaire vaut 25 L mol^{-1} ; puis on mesure l'activité A de l'échantillon à différentes dates t . Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

t (jour)	0	10	20
A (Bq)	A_0	$1,65 \times 10^{11}$	$2,73 \times 10^{10}$
t (jour)	30	40	50
A (Bq)	$4,51 \times 10^9$	$7,46 \times 10^8$	$1,23 \times 10^8$
t (jour)	60	70	
A (Bq)	$2,03 \times 10^7$	$3,37 \times 10^6$	

12.1. Citer deux applications de la radioactivité.

12.2. Définir l'activité A d'une substance radioactive et établir que $A = \lambda N$, où λ est la constante radioactive et N le nombre de noyaux présents à la date t dans l'échantillon.

12.3. Tracer sur papier millimétré le graphe $\ln A = f(t)$, où \ln désigne le logarithme népérien.

Échelles : 1 cm pour 5 jours en abscisses et 2 cm pour 5 unités sur l'axe des ordonnées.

12.4. Déterminer à partir du graphe, la constante radioactive du radon 222 et l'activité initiale A_0 .

12.5. En déduire le volume V_0 de l'échantillon et la demi-vie du radon 222.

On donne le nombre d'Avogadro $N_A = 6,02 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$.

1.1.4 Énoncé – Baccalauréat 2015

Examen:	Baccalauréat	Séries:	C, E
Session:	2015	Durée:	4 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	4

Exercice 13.

Mouvements dans les champs de forces

13.1. Mouvement d'un satellite de la Terre

Un satellite, placé dans une orbite circulaire de rayon r dans un plan équatorial de la Terre, se déplace d'Ouest en Est. On admet qu'à cette altitude, le satellite n'est soumis

qu'à la seule action de la gravitation terrestre.

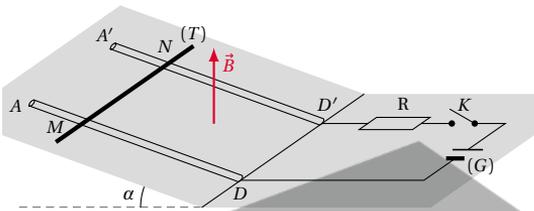
13.1.1. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.

13.1.2. La période de révolution de ce satellite a pour expression : $T = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{r^3}{G_0}}$ où R est le rayon de la Terre et G_0 l'intensité du champ de gravitation à sa surface. En déduire l'expression de la masse M_T de la Terre en fonction de r et de T . Application numérique : $r = 20\,000$ km ; $T = 7,82$ heures.

13.1.3. Quand dit-on qu'un satellite de la Terre est géostationnaire? Comparer la valeur précédente de r à celle du rayon r_s de l'orbite d'un satellite géostationnaire. 1 jour sidéral = 86 140 s.

Données : Constante de gravitation : $\epsilon = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.

13.2. Mouvement d'une tige
Deux rails conducteurs et parallèles AD et $A'D'$ distants de $\ell = 12$ cm, sont disposés selon des lignes de plus grande pente d'un plan, incliné d'un angle $\alpha = 8^\circ$ par rapport à l'horizontale. Les deux rails sont reliés à un générateur de courant continu (G), en série avec un interrupteur et un résistor de résistance R ajustable (figure ci-dessous).



La tige (T) conductrice, non ferromagnétique et perpendiculaire aux rails, peut glisser sur ceux-ci parallèlement à elle-même sans frottement.

Le dispositif est placé dans une zone de l'espace où règne un champ magnétique uniforme et vertical \vec{B} , de sens ascendant, et d'intensité $B = 0,1$ T.

13.2.1. L'interrupteur K étant ouvert, la tige (T) est abandonnée sur les rails sans vitesse initiale à la position MN . Déterminer la valeur numérique de l'accélération a_G du mouvement du centre d'inertie G de la tige. On prendra $g = 10 \text{ m s}^{-2}$.

13.2.2. La tige étant ramenée à la position MN , on ferme l'interrupteur K . L'intensité du courant dans le circuit est alors $I = 2$ A. La masse de la tige (T) est $m = 60,8$ g.

13.2.2.1. Faire à l'aide d'un schéma, le bilan des forces qui s'exercent sur la tige (T).

13.2.2.2. Déterminer la nouvelle valeur de l'accélération a'_G du mouvement de la tige.

13.2.2.3. Calculer la valeur de I pour que la tige reste en équilibre sur les rails.

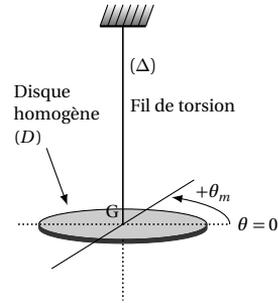
On négligera l'effet d'induction dû au déplacement de la tige.

Exercice 14.

Les systèmes oscillants

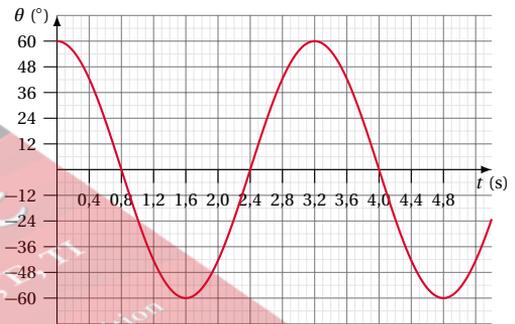
14.1. Oscillations d'un disque homogène

Un disque homogène (D) de masse $M = 1,0$ kg et de rayon $R = 10$ cm est suspendu en son centre de gravité G , à un fil de torsion de constante C (figure ci-dessous).



On rappelle l'expression du moment d'inertie d'un disque par rapport à un axe (Δ) perpendiculaire à son plan et passant par son centre de gravité : $J_\Delta = \frac{1}{2} MR^2$.

On fait tourner le disque d'un angle θ_m dans le plan horizontal, provoquant une torsion du fil du même angle, puis on l'abandonne sans vitesse initiale. Le disque effectue alors un mouvement oscillatoire de rotation autour de l'axe (Δ) matérialisé par le fil. Un dispositif approprié a permis de représenter les variations de l'angle de torsion θ en fonction du temps (figure ci-dessous).



14.1.1. Faire le bilan des forces extérieures qui s'appliquent sur le disque à une date quelconque de son mouvement.

14.1.2. En appliquant la relation fondamentale de la dynamique du solide en rotation au disque, déterminer l'équation différentielle du mouvement de ce dernier.

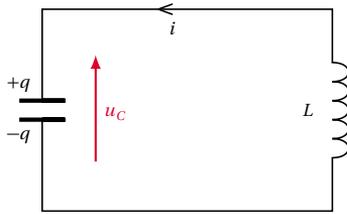
14.1.3. Montrer que la période propre des oscillations a pour expression : $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{MR^2}{2C}}$

14.1.4. Déterminer à partir du graphe ci-dessus, la valeur numérique de T_0 , puis en déduire la constante de torsion C du fil.

14.2. Circuit LC

Un condensateur de capacité C chargé sous une tension continue $U = 6$ V, est connecté à la date $t = 0$ aux bornes d'une bobine idéale d'inductance $L = 0,42$ H (schéma ci-dessous).

1.1. Énoncé des sujets d'examen



- 14.2.1.** Établir l'équation différentielle à laquelle obéit la tension instantanée U_C aux bornes du condensateur.
14.2.2. Une solution de cette équation est : $U_C = U_m \cos(628t)$.
 Déterminer les valeurs de U_m , de la capacité C du condensateur et de la charge initiale Q_0 portée par ce dernier.

Exercice 15.

Phénomènes corpusculaire et ondulatoire

15.1. Ondes à la surface de l'eau d'une cuve
 La pointe (P) d'un vibreur monté au-dessus d'une cuve à eau, affleure en un point S la surface de l'eau de la cuve. Le vibreur mis en marche, la pointe (P) produit en S des perturbations verticales et sinusoïdales d'amplitude $a = 2 \text{ mm}$ et de fréquence $N = 100 \text{ Hz}$. La célérité de la propagation des ondes à la surface de l'eau est $v = 0,40 \text{ m s}^{-1}$. On négligera l'amortissement et la réflexion des ondes au cours de la propagation.

- 15.1.1.** Définir : onde mécanique.
15.1.2. Écrire l'équation du mouvement vibratoire du point S (on prendra comme origine des temps, l'instant où l'élongation de S est maximale).
15.1.3. Soit M un point de la surface de l'eau situé à 4 cm de la source S . Comparer le mouvement vibratoire du point M à celui de S .

15.2. Nature corpusculaire de la lumière
 On désire tracer la courbe $U_0 = f(\nu)$, de la variation de la tension d'arrêt U_0 d'une cellule photo-émissive en fonction de la fréquence ν de la radiation éclairante.

15.2.1. Écrire la relation liant U_0 à la fréquence ν de la radiation incidente.

15.2.2. On a obtenu le tableau de mesures suivant :

ν ($\times 10^{14} \text{ Hz}$)	15	10	7,5	6	5
U_0 (V)	4,300	2,230	1,200	0,580	0,166

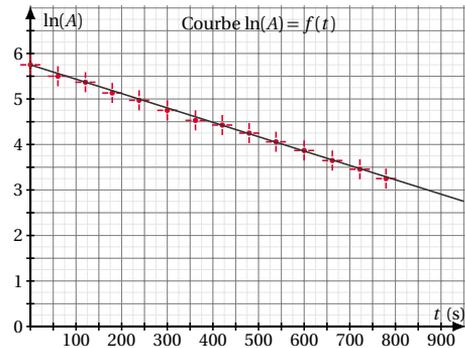
15.2.2.1. Tracer sur papier millimétré, la courbe $U_0 = f(\nu)$. Échelles. En abscisse : 1 cm pour $10 \times 10^{14} \text{ Hz}$. En ordonnée : 1 cm pour $0,5 \text{ V}$.

15.2.2.2. En déduire la longueur d'onde seuil λ_0 du césium, puis la valeur de la charge électrique élémentaire e . On donne : $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Exercice 16.

Exploitation des résultats d'une expérience

Au cours d'une expérience sur le Vanadium ${}_{23}^{52}\text{V}$ qui est un émetteur radioactif β^- , on utilise un écran absorbeur et un détecteur. Un dispositif approprié a permis de suivre l'évolution de l'activité de ce nucléide au cours du temps. Le tableau de mesures obtenu a permis de tracer la courbe $\ln(A) = f(t)$ (figure ci-dessous).



16.1. Écrire l'équation de la désintégration du vanadium 52.

16.2. A partir de la loi de décroissance, montrer que $\ln(A) = -\lambda t + \ln(A_0)$ où λ est la constante radioactive et A_0 , l'activité initiale.

Rappels : $A = -\frac{dN}{dt}$; $\ln(ab) = \ln a + \ln b$.

16.3. Déterminer à partir de la courbe $\ln(A) = f(t)$ de la figure ci-dessus :

16.3.1. La valeur numérique de la constante radioactive λ du vanadium 52, puis calculer sa période radioactive T .

16.3.2. Le nombre N_0 de noyaux du vanadium 52 que contenait la source à la date $t = 0 \text{ s}$.

Extrait du tableau périodique :

3 IIIA	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB
45,0	47,9	50,9	52,0	54,9
${}_{21}^{45}\text{Sc}$ Scandium	${}_{22}^{48}\text{Ti}$ Titane	${}_{23}^{51}\text{V}$ Vanadium	${}_{24}^{52}\text{Cr}$ Chrome	${}_{25}^{55}\text{Mn}$ Manganèse

1.1.5 Énoncé – Baccalauréat 2016

Examen:	Baccalauréat	Séries:	C, E
Session:	2016	Durée:	4 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	4

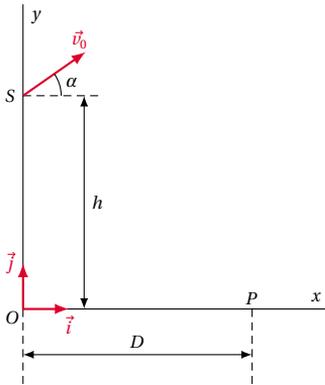
Exercice 17.

Mouvements dans les champs de forces et leurs applications

Partie 1 : Le lancer du poids

Lors d'un lancer de "poids", le centre d'inertie G de la boule part d'un point S situé à une hauteur $h = 2,62 \text{ m}$ au-dessus du sol supposé plan et horizontal. On prend pour origine des dates, la date où la boule quitte la main du lanceur. On note \vec{v}_0 la vitesse initiale de la boule qu'on considère appartenant au plan vertical contenant les points O et P de l'axe horizontal Ox . Le vecteur vitesse \vec{v}_0 fait un angle $\alpha = 45^\circ$ avec l'horizontale.

L'axe Oy est vertical ascendant et passe par le centre d'inertie de la masse à l'instant où elle quitte la main du lanceur.



On étudie le mouvement de G dans le repère $(O; \vec{i}, \vec{j})$ du référentiel terrestre et on néglige l'action de l'air. On prend l'intensité de la pesanteur $g = 10 \text{ m s}^{-2}$.

17.1. En appliquant à la masse le théorème du centre d'inertie, montrer que l'accélération de son centre d'inertie G est égale à l'accélération de la pesanteur.

17.2. Établir dans le repère $(O; \vec{i}, \vec{j})$, les équations horaires du mouvement de G , puis en déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire.

17.3. Pour $v_0 = 13,7 \text{ m s}^{-1}$, calculer la longueur mesurée sur l'axe Ox du lancé réussi par l'athlète.

Partie 2 : Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique

Une particule de masse m , de charge électrique q et animée d'une vitesse \vec{v} à la date t_1 où elle pénètre dans un champ magnétique \vec{B} de telle sorte que $\vec{v} \perp \vec{B}$.

17.1. Montrer que la vitesse \vec{v} de la particule est telle que sa valeur v reste constante quelque soit \vec{B} .

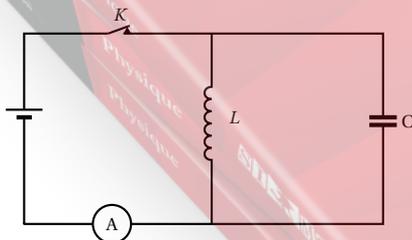
17.2. Donner la caractéristique de la trajectoire de la particule dans le champ qui rend compte des variations de la valeur du champ magnétique. Comment varie cette caractéristique lorsque la valeur du champ augmente ?

Exercice 18.

Systèmes oscillants

Partie 1 : Oscillations dans un dipôle LC

On considère le circuit ci-contre composé d'un générateur de courant continu, d'un interrupteur K , d'une bobine dont l'inductance L vaut $42,20 \times 10^{-3} \text{ H}$ et dont on néglige la valeur de la résistance et d'un condensateur de capacité $C = 14,83 \mu\text{F}$ en dérivation avec la bobine (voir schéma ci-dessous).



L'interrupteur étant fermé, l'ampèremètre indique $I = 225 \text{ mA}$. À un instant qu'on choisit comme origine des dates, on ouvre l'interrupteur K .

18.1. Déterminer à la date $t = 0$, la tension aux bornes

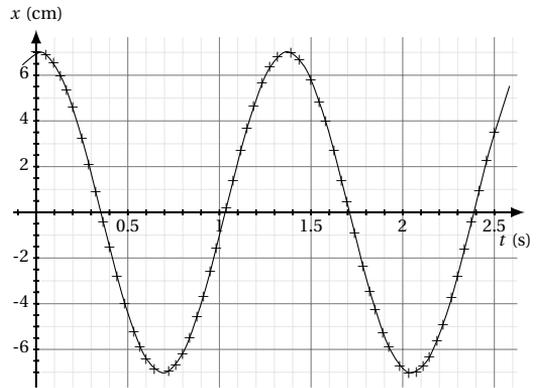
de la bobine. En déduire la valeur de celle aux bornes du condensateur.

18.2. Écrire l'équation différentielle traduisant l'évolution subséquente de la tension aux bornes du condensateur ($t > 0$).

18.3. Donner la forme générale des solutions de l'équation différentielle précédente puis, en prenant en compte les conditions initiales, écrire la loi horaire de l'évolution de la tension aux bornes du condensateur.

Partie 2 : Oscillateur mécanique

L'enregistrement de l'élongation d'un oscillateur non amorti constitué d'un ressort de raideur k lié à un solide de masse m est donné en figure ci-dessous.



18.1. À l'aide de l'enregistrement, déterminer :

18.1.1. la période propre T_0 de cet oscillateur,

18.1.2. l'amplitude de ses oscillations,

18.1.3. la vitesse de la masse à la date $t = 0$.

18.2. Déterminer la constante de raideur k sachant que $m = 205,9 \text{ g}$

18.3. Calculer l'énergie mécanique E_0 du système à la date $t = 0$.

18.4. Que vaut la vitesse de la masse m lorsqu'elle passe pour la première fois en $x = 0$?

Exercice 19.

Phénomènes corpusculaire et ondulatoires

Partie 1 : La radioactivité

19.1. Citer une application de la radioactivité. Expliquer brièvement son principe.

19.2. Le bismuth ^{212}Bi subit une désintégration du type β^- pour donner du polonium de symbole atomique Po .

19.2.1. Écrire l'équation traduisant la transmutation du bismuth 212 en polonium.

19.2.2. La constante radioactive du bismuth 212 est $\lambda = 1,906 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$; calculer sa période radioactive.

19.3. Un échantillon contient à une date t une masse $m = 1 \text{ mg}$ de bismuth 212. Déterminer l'activité de cet échantillon à cette date.

Données :

Masse molaire atomique du bismuth 212 :

$M(^{212}\text{Bi}) = 0,212 \text{ kg mol}^{-1}$.

Constante d'Avogadro :

$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Partie 2 : Interférences lumineuses

1.1. Énoncé des sujets d'examen

On réalise une expérience d'interférences lumineuses avec un dispositif des fentes d'Young dans lequel une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 643 \text{ nm}$, issue d'une fente F tombe sur un diaphragme plan percé de deux fentes fines F_1 et F_2 parallèles et distantes de $a = 0,15 \text{ mm}$. La distance entre le plan contenant le diaphragme et l'écran d'observation est $D = 140 \text{ cm}$. F est sur la médiatrice du segment $[F_1, F_2]$.

19.1. Faire un schéma du dispositif expérimental et donner une description succincte de l'aspect de l'écran.

19.2. Déterminer l'interfrange i .

19.3. Un point M du champ d'interférence est situé à une distance $x = 1,8 \text{ cm}$ de la projection orthogonale sur l'écran du milieu des deux sources F_1 et F_2 .

19.3.1. Déterminer la différence de marche des rayons lumineux issus de F_1 et de F_2 en M .

19.3.2. Le point M appartient-il à une frange brillante ou sombre ?

On rappelle : $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

Exercice 20.

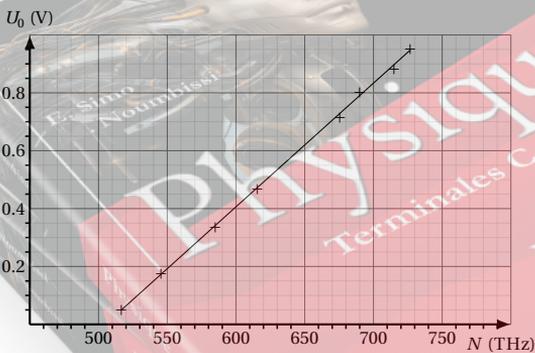
Exploitation des résultats d'une expérience

On éclaire la cathode d'une cellule photoélectrique par un faisceau lumineux monochromatique de fréquence N et on mesure le potentiel d'arrêt $U_0(N)$ de la cellule pour cette radiation.

20.1. Définir : potentiel d'arrêt.

20.2. Faire un schéma du montage utilisé sachant qu'il comprend en plus de la cellule photoélectrique, un générateur de tension réglable, un voltmètre, un milliampèremètre, un interrupteur et des fils de connexion.

20.3. On répète l'opération en utilisant diverses radiations et on obtient des résultats qui permettent de tracer le graphe $U_0(N)$ de la figure ci-dessous.



Graphe de $U_0 = f(N)$

20.3.1. Écrire la relation entre le potentiel d'arrêt U_0 , le travail d'extraction W_0 d'un électron du métal de la cathode et l'énergie des photons incidents W .

20.3.2. Déterminer graphiquement :

20.3.2.1. La constante de Planck.

20.3.2.2. La fréquence seuil du métal de la cathode.

On laissera apparents sur la figure ci-dessous tous les tracés ayant servis à la résolution.

On rappelle la valeur de la charge élémentaire est

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}; 1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz.}$$

1.1.6 Énoncé – Baccalauréat 2017

Examen:	Baccalauréat	Séries:	C, E
Session:	2017	Durée:	4 heures
Épreuve:	Physique	Coef.:	4

Exercice 21.

Mouvement dans les champs de forces

21.1. Champ de gravitation

On assimile la Terre à un corps à répartition sphérique de masse, de centre O , de rayon $R_T = 6380 \text{ km}$, et de masse $M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$.

Prendre G (Constante gravitationnelle) = $6,67 \times 10^{-11} \text{ USI}$.

21.1.1. Écrire l'expression de la valeur du champ de gravitation à une distance r du centre de la Terre.

21.1.2. Un satellite de $m_s = 360 \text{ kg}$ évolue à une distance $r = 42000 \text{ km}$ du centre de la Terre. Donner les caractéristiques de la force de gravitation qui s'exerce sur ce satellite.

21.1.3. Faire un schéma représentant, la Terre, le satellite sur son orbite et quelques lignes du champ de gravitation. Donner la qualification d'orientation de ce champ

21.2. Champs électrique et magnétique

Dans le dispositif schématisé sur la figure ci-dessous, des ions positifs de masse m , de charge q sortent en I d'une chambre d'ionisation avec une vitesse négligeable. Ils sont accélérés entre I et F par une tension $U = V_I - V_F$, continue et réglable. Ces ions sont ensuite déviés entre S et P par un champ magnétique uniforme de vecteur \vec{B} perpendiculaire au plan de la figure, la valeur B du champ magnétique restant constante pendant toute la durée d'utilisation. A la sortie du champ magnétique, les ions sont recueillis à l'entrée C d'un collecteur.

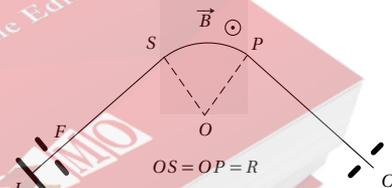


Schéma de principe du dispositif

Tous les ions que l'on veut recueillir en C doivent suivre la même trajectoire $IFSPC$. D'autre part le vide est réalisé dans l'appareil, et l'effet de la pesanteur sur les ions est négligeable. La portion SP est un arc de cercle de centre O et de rayon R .

21.2.1. Déterminer combien de phases comporte le mouvement des ions sur la trajectoire qui leur est imposée; préciser quelles sont celles de ces phases qui sont des mouvements uniformes.

21.2.2. Établir en fonction de q , m , et U l'expression de la vitesse avec laquelle un ion quelconque du faisceau parvient en S .

21.2.3. Établir une relation entre q , v , B , m , et R lorsque que cet ion suit la trajectoire imposée.

21.2.4. Dédire de deux questions précédentes une relation entre q , B , R , m , et U .

21.2.5. On utilise le dispositif pour identifier les isotopes de l'indium : les atomes d'indium s'ionisent sous la forme d'ions In^{2+} .

21.2.5.1. On place d'abord dans la chambre de l'indium 115. Calculer la valeur à donner à la tension U pour que les ions d'indium 115 soient collectés en C . On donne $R = 0,70 \text{ m}$; $B = 0,16 \text{ T}$; masse d'un atome d'indium 115 : $114,90 \text{ u}$ ($1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$); charge électrique élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

21.2.5.2. On place maintenant dans la chambre d'ionisation un mélange d'isotopes d'indium. Pour les recueillir successivement en C , il faut donner à U différentes valeurs comprises entre 17919 V et 24942 V , B et R gardant la même valeur. Déterminer l'intervalle dans lequel se situent les nombres de masse de ces isotopes.

Exercice 22.

Systèmes oscillants

22.1. Partie A : Stroboscopie

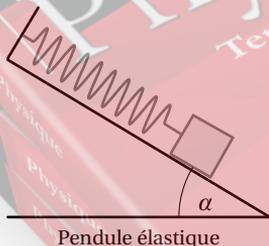
22.1.1. Définir : phénomène périodique.

22.1.2. Sur un disque noir est peint un rayon blanc. La fréquence de rotation du disque est $N = 28 \text{ tr/s}$. Ce disque est éclairé par des éclairs dont la fréquence N_e peut varier de 10 Hz à 100 Hz .

Déterminer pour quelles fréquences des éclairs, le disque paraît immobile avec trois rayons blancs.

22.2. Partie B : Oscillateur mécanique

Un ressort (R) de masse négligeable et à spires non jointives a une extrémité A accrochée à un support fixe et l'autre B à un solide (S) de masse $m = 576 \text{ g}$ pouvant évoluer sans frottement sur la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle α sur l'horizontale. La longueur à vide du ressort est $L_0 = 16 \text{ cm}$ et lorsque le solide (S) est accroché, la longueur à l'équilibre du ressort vaut $L_1 = 19,6 \text{ cm}$. On donne $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\alpha = 30^\circ$



Pendule élastique

22.2.1. Calculer la constante de raideur k du ressort.

22.2.2. On tire le solide (S) vers le bas d'une longueur $a = 4 \text{ cm}$ puis on le lâche à une date prise comme origine des dates, sans vitesse initiale.

22.2.2.1. Établir l'équation différentielle qui régit le mouvement ultérieur du solide.

22.2.2.2. Calculer la pulsation propre ω_0 de l'oscillateur.

22.2.2.3. Écrire l'équation horaire du mouvement en tenant en compte des conditions initiales.

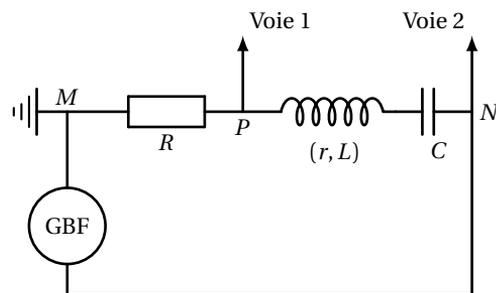
22.2.3. Partie C : Oscillateurs électriques

22.2.3.1. On associe à une bobine de résistance $r = 220 \Omega$ et d'inductance $L = 349 \text{ mH}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 780 \Omega$. Ce circuit est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal de fréquence $N = 240 \text{ Hz}$.

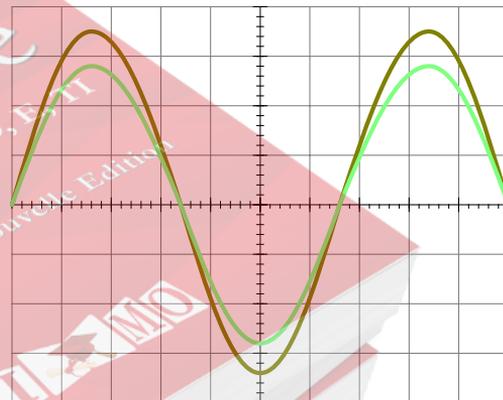
22.2.3.1.1. Faire la construction de Fresnel relative à l'impédance Z de ce circuit puis calculer sa valeur. On arrondira la valeur à l'unité.

22.2.3.1.2. Écrire l'expression de la valeur instantanée $u(t)$ de la tension aux bornes du circuit en prenant pour référence des phases l'intensité du courant.

22.2.3.2. On constitue un deuxième circuit en associant les éléments précédents à un condensateur de capacité C . L'ensemble est alimenté par un générateur de basses fréquences (GBF). Un oscilloscope à deux voies branché aux points M , N et P de ce circuit (Voir le schéma du circuit).



Il permet de visualiser les tensions $u_1 = u_{PM}$ et $u_2 = u_{NM}$. Les réglages sont les suivants : vitesse de balayage : 20 ms/div ($1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$); gain vertical : 2 V/div en voie 1. On obtient l'oscillogramme de la figure 2 de l'annexe à remettre avec la copie.



22.2.3.2.1. Nommer le phénomène mis en évidence par cet oscillogramme.

22.2.3.2.2. Mesurer à partir de l'oscillogramme la fréquence caractéristique N_C du phénomène.

22.2.3.2.3. Calculer la valeur de la capacité C du condensateur utilisé.

1.1. Enoncé des sujets d'examen

Exercice 23.

Phénomènes corpusculaires et ondulatoires

23.1. Étude d'une cellule photoélectrique

Une source F émettant deux lumières monochromatiques de longueur d'onde respectives $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 580 \text{ nm}$, éclaire une cellule photoélectrique.

23.1.1. Faire un schéma annoté du dispositif expérimental permettant de tracer la caractéristique tension-intensité d'une cellule photoélectrique.

23.1.2. L'énergie d'extraction d'un électron de la cathode est $W_0 = 2,25 \text{ eV}$ pour la cellule photoélectrique considérée. Montrer qu'une seule des lumières monochromatiques ci-dessus produit l'effet photoélectrique. On donne :

Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$;

Célérité de la lumière $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$;

Charge d'un proton $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$;

Masse d'un électron $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

23.1.3. Déterminer la vitesse maximale V_{max} des électrons émis par la cathode.

23.1.4. Calculer la valeur du potentiel d'arrêt U_s de cette cellule photoémissive.

23.2. Désintégration radioactive de l'uranium 238

23.2.1. La désintégration de l'uranium 238 est de type α et conduit à un noyau de Thorium (Th). Écrire l'équation de cette réaction nucléaire.

23.2.2. La demi-vie de l'uranium 238 est $t_{1/2} = 4,5 \times 10^9$ ans. Définir le terme demi-vie.

23.2.3. Calculer la masse m d'uranium 238 qui reste au bout de 10 ans dans un échantillon de masse initiale $m_0 = 1 \text{ g}$.

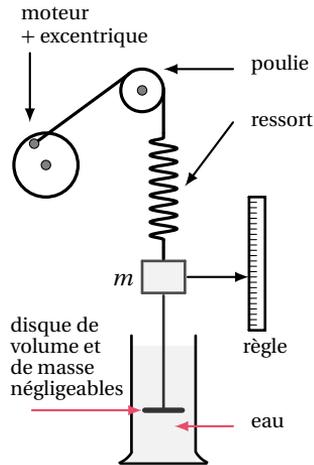
Exercice 24.

Exploitation des résultats d'une expérience

Au cours de l'expérience décrite par le schéma ci-dessous, on a obtenu les résultats rassemblés dans le tableau ci-dessous :

N (Hz)	x_m (cm)	N (Hz)	x_m (cm)	N (Hz)	x_m (cm)
0,25	0,2	1,23	11,4	1,33	9,0
0,84	1,2	1,25	13,0	1,50	3,3
1,03	2,6	1,26	13,8	1,63	2,2
1,12	4,0	1,27	14,1	1,82	1,6
1,19	6,6	1,29	12,9	2,24	1,1

N est la fréquence de l'excentrique entraîné par le moteur. x_m est l'amplitude des oscillations du solide suspendu au ressort.



24.1. Quel est le type d'oscillations observées au cours de cette expérience? Préciser l'excitateur et le résonateur.

24.2. Représenter sur la feuille à remettre le graphe donnant l'amplitude x_m en fonction de la fréquence N . Échelle : 1 cm pour 0,2 Hz; 1 cm pour 1 cm.

24.3. Déterminer le phénomène physique mis en évidence par ce graphique.

24.4. A l'aide du graphique, déterminer :

24.4.1. la largeur ΔN de la bande passante.

24.4.2. la valeur de la fréquence propre N_0 du résonateur.

24.5. La masse du solide accroché au ressort est $m = 216 \text{ g}$. Déterminer la valeur de la constante de raideur K du ressort.

Annexe à remettre avec la copie. Aucune marque distinctive n'est admise

1.2 Solution des sujets d'examen

1.2.1 Solution – Baccalauréat 2012

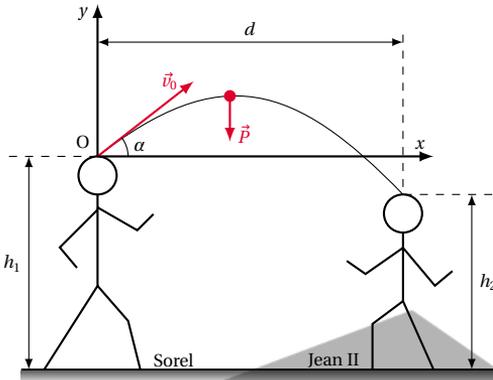
Solution 1. (p. 2)

Mouvements dans les champs des forces et leurs applications

Partie 1 : Mouvements dans les champs de pesanteur

1.1. Équation Cartésienne.

Le bilan des forces extérieures appliquées au ballon étant :



En appliquant le théorème du centre d'inertie au ballon, dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a :

$$\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{Suivant } 0x : \vec{0} = m\vec{a}_x \\ \text{Suivant } 0y : \vec{P} = m\vec{a}_y \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 0 = ma_x \Rightarrow a_x = 0 \\ -mg = ma_y \Rightarrow a_y = -g \end{cases}$$

$$\Rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_y = -gt + v_{0y} = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$\Rightarrow \vec{OG} \begin{cases} x = (v_0 \cos \alpha)t & (1.1) \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \alpha)t & (1.2) \end{cases}$$

$$(1.1) \Rightarrow t = \frac{v}{v_0 \cos \alpha} \quad (1.3)$$

(1.3) dans (1.2)

$$y = -\frac{1}{2} \frac{g}{(v_0 \cos \alpha)^2} x^2 + x \tan \alpha$$

$$y = -\frac{1}{10} x^2 + x$$

1.2. Distance d de Sorel où doit se placer Jean II :

$$\text{on a : } 10y + x^2 - 10x = 0$$

$$\text{pour } y = -(h_1 - h_2) = -0,2 \text{ m} \Leftrightarrow x^2 - 10x - 2 = 0$$

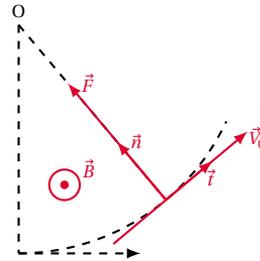
$$\Delta = 108 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = \frac{10 + \sqrt{108}}{2} \\ x_2 = \frac{10 - \sqrt{108}}{2} \end{cases}$$

d'où $d = x_1 = 10,196 \text{ m}$ car $x_2 < 0$

Partie 2 : Mouvement d'une particule charge dans un champ magnétique uniforme

1.1. Nature du mouvement

Le bilan des forces extérieures appliquées à la particule étant :



En appliquant le théorème du centre d'inertie à la particule, dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a :

$$\begin{aligned} \sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a} &\Leftrightarrow \vec{F} = m\vec{a} \\ \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} &= \frac{q\vec{v} \wedge \vec{B}}{m} \end{aligned}$$

Donc \vec{a} a la même direction que \vec{F} ; c'est-à-dire perpendiculaire à \vec{v} et \vec{B} : Donc mouvement circulaire.

Et $\vec{F} \perp \vec{v} \Rightarrow$ d'après le théorème de l'énergie cinétique :

$$\Delta E_C = W(\vec{F})$$

$$\text{et } W(\vec{F}) = 0 \Leftrightarrow \Delta E_C = 0;$$

Donc $v = v_0 = \text{cte}$: Donc le mouvement est uniforme.

D'où la nature du mouvement : mouvement circulaire uniforme.

1.2. Expression du rayon de courbure R

$$\text{on a } F = |q|vB = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{|q|B}$$

$$\text{A.N. : } R = 1,037 \text{ m} \simeq 1 \text{ m}$$

1.3. Angle de déviation α

$$\alpha \text{ étant petit, on a } \sin \alpha \simeq \tan \alpha \simeq \alpha = \frac{\ell}{R} \text{ d'où } \alpha = \frac{\ell}{R}$$

$$\text{A.N. : } \alpha = 0,173 \text{ rad}$$

Solution 2. (p. 2)

Systèmes oscillants

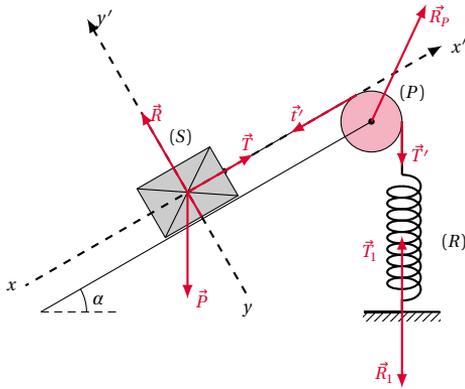
Partie 1 : Oscillateur mécanique

2.1.

2.1.1. Relation entre m , g , α et x_0 :

Le bilan des forces appliquées au système étant

1.2. Solution des sujets d'examen



Le solide (S) étant en équilibre :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$$

En projetant cette relation sur l'axe $x'x$:

$$\begin{aligned} T - mg \sin \alpha &= 0 \\ T &= mg \sin \alpha \end{aligned} \quad (1.1)$$

La poulie (P) étant en équilibre :

$$T' = t' = kx_0 \quad (1.2)$$

Le fil étant inextensible, on a :

$$T = t' \quad (1.3)$$

(1.1), (1.2) et (1.3)

$$\Rightarrow mg \sin \alpha = kx_0 \Leftrightarrow mg \sin \alpha = 10x_0$$

2.1.2. Valeur numérique de x_0

$$x_0 = \frac{mg \sin \alpha}{k}$$

A.N. : $x_0 = 0,05 \text{ m}$

2.2.

2.2.1. Expression de la période T_0 des oscillations de solide (S).

Par identification, de l'équation horaire, on a :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m + \frac{J_\Delta}{r^2}}}$$

d'où

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m + \frac{J_\Delta}{r^2}}{k}}$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m + \frac{J_\Delta}{r^2}}{k}}$$

2.2.2. Expression de J_Δ en fonction de T_0

$$\begin{aligned} T_0 &= 2\pi \sqrt{\frac{m + \frac{J_\Delta}{r^2}}{k}} \Rightarrow J_\Delta = r^2 \left[m + k \left(\frac{T_0}{2\pi} \right)^2 \right] \\ J_\Delta &= \left(\frac{5}{2} T_0^2 - 1 \right) 10^{-3} \end{aligned}$$

A.N. :

$$T_0 = \frac{20}{10} = 2 \text{ s et donc } J_\Delta = 9 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$$

2.2.3. Équation horaire du mouvement de la poulie

On a :

$$\begin{aligned} x &= r\theta \Rightarrow \theta = \frac{x}{r} \\ &= \frac{2}{r} \cos \left(\sqrt{\frac{k}{m + J_\Delta/r^2}} t \right), \end{aligned}$$

r en cm, θ en rad.

$$\theta = 0,2 \cos(\pi t) \text{ en rad}$$

Partie 2 : Oscillateur électrique

2.1. Expression de la tension U_{AB} aux bornes de chaque dipôle :

2.1.1. Aux bornes du condensateur :

$$U_{AB} = \frac{q}{C}$$

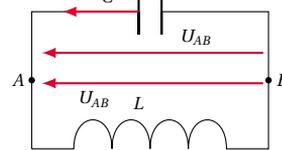
2.1.2. Aux bornes de la bobine :

$$U_{AB} = e - r i$$

or : $r = 0$ et $e = -L \frac{di}{dt}$

d'où $U_{AB} = -L \frac{di}{dt} = -L \frac{d^2q}{dt^2}$ car $i = \frac{dq}{dt}$

2.2. Équation différentielle :



d'après la loi des mailles, on a :

$$\begin{aligned} U_{AB} - U_{AB} &= 0 \Leftrightarrow \frac{q}{C} + L \frac{d^2q}{dt^2} = 0 \\ \Leftrightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC} q &= 0 \end{aligned}$$

2.3. Calcul de la capacité du condensateur

$$\omega = 2\pi f = \left(\frac{1}{LC} \right)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$$

A.N. : $C = 10^{-14} \text{ F}$

Solution 3. (p. 3)

Phénomènes corpusculaires et ondulatoires

Partie 1 : Phénomènes ondulatoires

3.1. Calcul de la célérité de la propagation de l'onde :

$$\text{on a : } \lambda = vT \Leftrightarrow v = \frac{\lambda}{T}$$

A.N. : $v = 5 \text{ ms}^{-1}$

3.2.

3.2.1. Détermination de la plus grande fréquence f_0 pour laquelle on voit une ficelle.

On a :

$$f = k f_e, k \in \mathbb{N}^* \Rightarrow f_e = \frac{f}{k}, k \in \mathbb{N}^*$$

la plus grande fréquence est obtenue pour $k = 1 \Rightarrow f_e = f = \frac{1}{T} = 10$

3.2.2. Pour $f_1 = 99 \text{ Hz}$ on observe une corde qui a la forme d'une sinusoïde se déplacer lentement dans le sens réel du mouvement (mouvement apparent ralenti direct).

3.3. Équation horaire de la source O

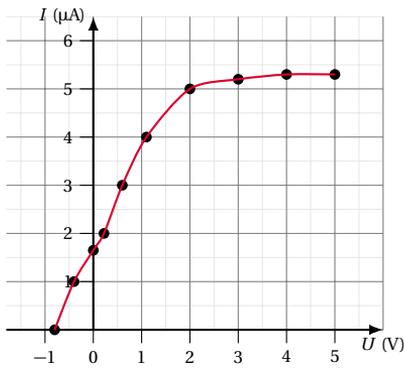
Par rapport au point M , la source O a une avance sur le temps, d'où :

$$x_0 = x_M \left(t + \frac{d}{v} \right) = 5 \cos 200\pi \left(t + \frac{d}{v} \right)$$

$$x_0 = 5 \cos(200\pi t + 12\pi) = 5 \cos(200\pi t) \text{ en mm}$$

Partie 2 : Effet photoélectrique

3.1. Courbe $I = f(t)$.



3.2.

3.2.1. Définition :

Le potentiel d'arrêt est l'opposé de la tension aux bornes du générateur, pour laquelle le courant photoélectrique est nul.

Valeur du potentiel d'arrêt : $U_0 = 0,8 \text{ V}$

3.2.2. Valeur de l'intensité I_0 du courant de saturation.

A.N. : $I_s = 5,3 \mu\text{A}$

3.3. Vitesse maximale des électrons.

$$F_{C_{max}} = eU_0 \Leftrightarrow \frac{1}{2} m v_{max}^2 = eU_0$$

$$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2eU_0}{m_e}}$$

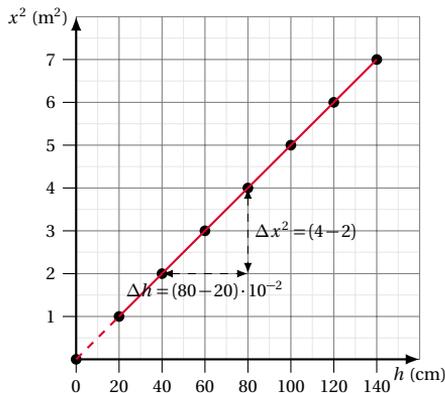
A.N. :

$$v_{max} = 530394,8353 \text{ ms}^{-1} \approx 5,3 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

Solution 4. (p. 3)

Exploitation des résultats d'une expérience

4.1. Courbe $x_m^2 = f(h)$.

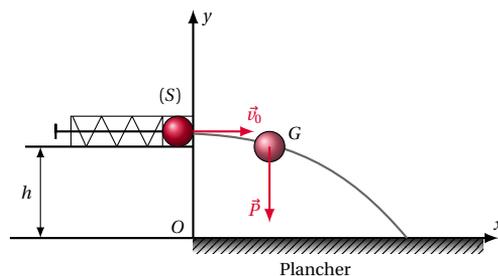


Forme de la courbe : La courbe obtenue a la forme d'une droite

4.2.

4.2.1. Équation cartésienne :

Le bilan des forces extérieures appliquées à la bille étant :



En appliquant le théorème du centre d'inertie à la bille dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a :

$$\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}$$

en projetant cette relation sur les axes $0x, 0y$ on a :

$$\begin{cases} \text{Suivant } 0x : \vec{0} = m\vec{a}_x \\ \text{Suivant } 0y : \vec{P} = m\vec{a}_y \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 0 = ma_x \\ -mg = ma_y \end{cases} \Leftrightarrow \vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

$$\Rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = v_{0x} = v_0 \\ v_y = -gt + v_{0y} \text{ or } v_{0y} = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = -gt \end{cases}$$

$$0\vec{G} \begin{cases} x = v_0 t & (1.1) \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + h & (1.2) \end{cases}$$

$$(1.1) \Rightarrow t = \frac{x}{v_0} \quad (1.3)$$

$$(1.3) \text{ dans } (1.2) \Rightarrow y = -\frac{g}{2v_0^2} x^2 + h$$

1.2. Solution des sujets d'examen

4.2.2. Déduisons la relation :

$$x_m^2 = \frac{2v_0^2}{g} h$$

Sur le plancher, $y = 0$ et $x = x_m$

$$\text{On a donc } 0 = -\frac{g}{2v_0^2} x_m^2 + h \text{ d'où } x_m^2 = \frac{2v_0^2}{g} h$$

4.3. Valeur expérimentale de g

La coefficient directeur de la droite $x_m^2 = f(h)$ est égal à $\frac{2v_0^2}{g}$.

Soit :

$$\tan \alpha = \frac{\Delta x_m^2}{\Delta h} = \frac{2v_0^2}{g} \Rightarrow g = \frac{2v_0^2}{\Delta x_m^2} \Delta h$$

$$\text{A.N. : } g = 2 \times 5^2 \left(\frac{40 \times 10^{-2}}{2} \right) = 10 \text{ ms}^{-2}$$

1.2.2 Solution – Baccalauréat 2013

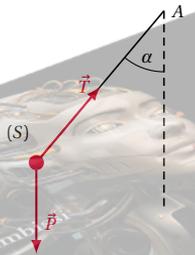
Solution 5. (p. 4)

Mouvements dans les champs des forces et leurs applications

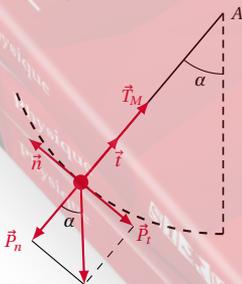
Partie 1 : Mouvements dans le champ pesanteur

5.1. Étude de la tension du fil de suspension du solide.

5.1.1. Bilan des forces qui s'exercent sur le solide (S).

 \vec{P} : poids du solide (S) \vec{T} : tension du fil

5.1.2. Expression de la tension du fil.



En appliquant le théorème du centre d'inertie au solide (S) dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on

a :

$$\sum \vec{F}_{e\,xt} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{T} + \vec{P} = m\vec{a}$$

En projetant cette relation dans la base de Frenet (\vec{t} , \vec{n})

On a :

$$\begin{cases} \vec{t} : \vec{P}_t = m\vec{a}_t \\ \vec{n} : \vec{P}_n + \vec{T}_M = m\vec{a}_n \end{cases} \quad (1.1)$$

$$(1.2)$$

(1.2) $\Rightarrow T_M - P_n = m a_n$ or :

$$\begin{cases} P_n = P \cos \alpha = mg \cos \alpha \\ a_n = \frac{v_M^2}{\ell} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow T_M - mg \cos \alpha = m \frac{v_M^2}{\ell}$$

$$\Rightarrow T_M = m \left(g \cos \alpha + \frac{v_M^2}{\ell} \right)$$

5.1.3. Valeur minimale de la vitesse au point C.

Le fil restant tendu,

$$T_C \geq 0 \Leftrightarrow m \left(g \cos \alpha + \frac{v_C^2}{\ell} \right) \geq 0$$

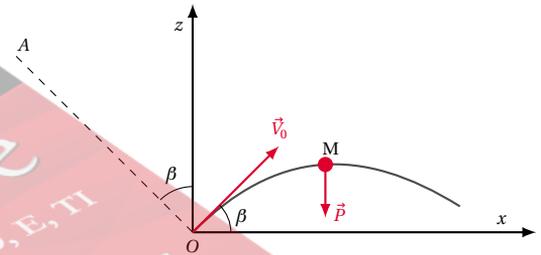
$$\Leftrightarrow g \cos \alpha + \frac{v_C^2}{\ell} \geq 0$$

$$\Leftrightarrow v_C \geq \sqrt{-g\ell \cos \alpha}$$

or au point C, $\alpha = \pi$ rad d'où $v_{C\min} = \sqrt{g\ell}$ A.N. : $v_{C\min} = 2,45 \text{ ms}^{-1}$

5.2. Mouvement de chute libre parabolique.

5.2.1. Équation horaires littérales du mouvement de (S) :



En appliquant le théorème du centre d'inertie au solide (S), dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a : $\sum \vec{F}_{e\,xt} = m\vec{a}$, en projetant cette relation sur les axes $0x, 0z$ on a :

$$\text{Suivant } 0x : \vec{0} = m\vec{a}_x$$

$$\text{Suivant } 0z : \vec{P} = m\vec{a}_z$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 0 = ma_x \\ -P = ma_z \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 = ma_x \\ -mg = a_z \end{cases}$$

d'où

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \Rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = v_{0x} \\ v_z = -gt + v_{0z} \end{cases}$$

or

$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \beta \\ v_{0z} = v_0 \sin \beta \end{cases} \Rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \cos \beta \\ v_z = -gt + v_0 \sin \beta \end{cases}$$

d'où

$$0\vec{M} \begin{cases} x = (v_0 \cos \beta)t \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \beta)t \end{cases}$$

Soit

$$x = (v_0 \cos \beta)t \quad (1.3)$$

$$z = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \beta)t \quad (1.4)$$

5.2.2. Équation de la trajectoire :

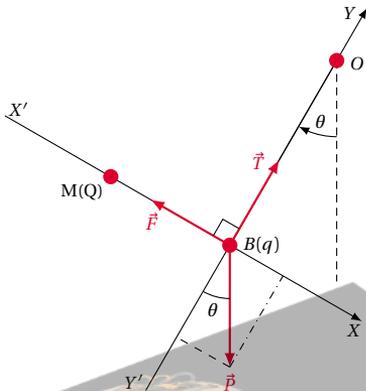
$$(1.3) \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \beta} \quad (1.5)$$

(1.5) dans (1.4) donne

$$\Rightarrow z = -\frac{g}{(v_0 \cos \beta)^2}x^2 + x \tan \beta$$

Partie 2 : Pendule électrostatique

5.2.1. Représentation des forces s'exercent sur la boule B.



5.2.2. Détermination :

Intensités des forces \vec{F} et \vec{T}

La boule (B) étant en équilibre, on a :

$$\sum \vec{F}_{ex} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{T} + \vec{F} = \vec{0}$$

En projetant sur les axes $x'x$ et $(y'y)$ on a :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Suivant } x'x : \vec{F} + \vec{P}_x = \vec{0} \\ \text{Suivant } y'y : \vec{T} + \vec{P}_y = \vec{0} \end{array} \right.$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} P_x - F = 0 \\ T - P_y = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} F = P_x = P \sin \theta \\ T = P_y = P \cos \theta \end{cases}$$

$$F = mg \sin \theta \quad T = mg \cos \theta$$

5.2.3. Valeur algébrique de la charge Q

D'après la loi de Coulomb, on a :

$$F = k \frac{|q||Q|}{MB^2} \Rightarrow |Q| = \frac{FMB^2}{k|q|}$$

puis qu'il y a attraction, q et Q sont de signes contraires or $q > 0 \Rightarrow Q < 0$, d'où

$$Q = -\frac{FMB^2}{kq}$$

A.N. : $|Q| = 4,75 \times 10^{-7} \text{ C}$

Solution 6. (p. 4)

Les systèmes oscillants

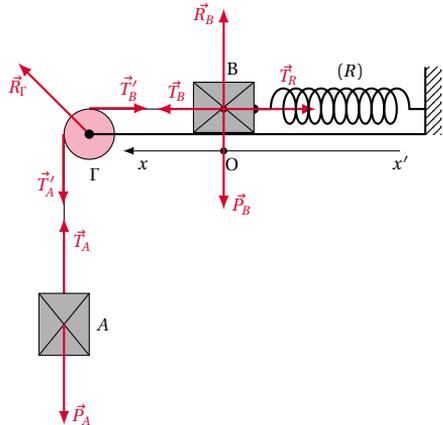
Partie 1 : Oscillateur mécanique

6.1. Le système étant en équilibre :

6.1.1. Montrons que :

$$m_{AG} - k\Delta\ell_0 = 0$$

Le bilan des forces appliquées au solide (B) étant :



Le solide (B) étant en équilibre, on a :

$$\vec{P}_B + \vec{R}_B + \vec{T}_B + \vec{T}'_B = \vec{0}$$

Suivant $(x'x)$: $T_B - T'_B = 0$

$$\Leftrightarrow T_B = T'_B = k\Delta\ell_0 \quad (1.1)$$

La poulie (Γ) étant en équilibre, on a :

La poulie étant de masse négligeable,

$$T'_A = T'_B \quad (1.2)$$

Le solide (A) étant en équilibre on a :

$$\vec{P}_A + \vec{T}_A = \vec{0} \Leftrightarrow P_A - T_A = 0 \Rightarrow T_A = P_A = m_{AG} \quad (1.3)$$

Le fil étant inextensible et de masse négligeable :

$$\begin{cases} T_B = T'_B \\ T_A = T'_A \end{cases} \quad (1.4)$$

(1.4) et (1.2)

$$\Rightarrow T_A = T_B \quad (1.5)$$

(1.5) et (1.3)

$$\Rightarrow T_B = m_{AG} \quad (1.6)$$

(1.6) dans (1.1)

$$m_{AG} = k\Delta\ell_0 \Leftrightarrow m_{AG} - k\Delta\ell_0 = 0$$

6.1.2. Valeur numérique de $\Delta\ell_0$

$$\Delta\ell_0 = \frac{m_{AG}}{k}$$

$$\Delta\ell_0 = 6,12 \times 10^{-2} \text{ m} = 6,12 \text{ cm}$$

6.2. Montrons que le solide B effectue un mouvement rectiligne sinusoïdal :

En appliquant le théorème du centre d'inertie au solide (B) dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen,

1.2. Solution des sujets d'examen

on a :

$$\sum \vec{F}_{ex} = m_B \vec{a} \Leftrightarrow \vec{P}_B + \vec{R}_B + \vec{T}_B + \vec{T}_R = m_B \vec{a}$$

or : $\vec{P}_B + \vec{R}_B = \vec{0}$, car pas de mouvement suivant la verticale.

$$\vec{T}_B + \vec{T}_R = m_B \vec{a} \Leftrightarrow T_B - T_R = m_B a$$

or :

$$\begin{aligned} T_R &= k(\Delta\ell_0 + x) \\ \Rightarrow T_B - k(\Delta\ell_0 + x) &= m_B a \end{aligned} \quad (1.7)$$

La poulie étant de masse négligeable :

$$T'_A = T'_B \quad (1.8)$$

En appliquant le théorème du centre d'inertie au solide (A) dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a :

$$\begin{aligned} \vec{P}_A + \vec{T}_A &= m_A \vec{a} \\ \Leftrightarrow P_A - T_A &= m_A a \\ \Rightarrow T_A &= P_A - m_A a \\ \Rightarrow T_A &= m_A(g - a) \end{aligned} \quad (1.9)$$

Le fil étant inextensible et de masse négligeable

$$\begin{cases} T_A = T'_A \\ T_B = T'_B \end{cases} \quad (1.10)$$

(1.10) et (1.8)

$$\Rightarrow T_A = T_B \quad (1.11)$$

(1.11) et (1.9)

$$\Rightarrow T_B = m_A(g - a) \quad (1.12)$$

m (1.12) dans (1.7)

$$\begin{aligned} m_A(g - a) - k(\Delta\ell_0 + x) &= m_B a \\ \Leftrightarrow m_A g - m_A a - k\Delta\ell_0 - kx &= m_B a \end{aligned}$$

or $m_A g = k\Delta\ell_0$

$$\begin{aligned} \Rightarrow (m_A + m_B)a + kx &= 0 \\ \Leftrightarrow a + \frac{k}{m_A + m_B}x &= 0 \end{aligned}$$

or : $a = \frac{d^2 x}{dt^2} = \ddot{x}$ d'où l'équation différentielle :

$$\ddot{x} + \frac{k}{m_A + m_B}x = 0 \quad (1.13)$$

cette équation est de la forme :

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad (1.14)$$

Donc le mouvement du solide (B) est rectiligne sinusoïdal.

Expression de la période propre T_0

Par identification les relations (1.13) et (1.14) donnent :

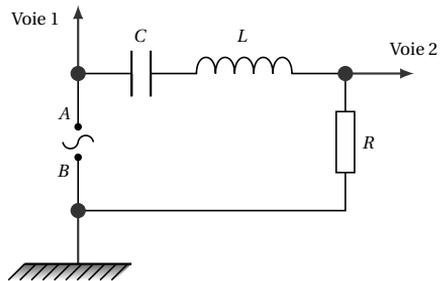
$$\omega_0^2 = \frac{k}{m_A + m_B} \text{ or } T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

$$\text{d'où } T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m_A + m_B}{k}}$$

Partie 2 : Oscillateur électrique

6.1. Indication sur le schéma de comment l'oscilloscope

doit être connectée :



6.2. Fréquence f des deux tensions

$$f = \frac{1}{T}$$

or le schéma ci-dessus nous permet de déterminer la valeur de la tension, qui correspond à 5 divisions. Soit $T = 5 \times 0,5 = 2,5 \text{ ms}$ d'où $f = 400 \text{ Hz}$

6.3. Déphasage φ entre les deux tensions.

$$\varphi = \omega \Delta t$$

or :

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \varphi = 2\pi f \Delta t$$

A.N. : $\varphi = 0,643 \text{ rad}$

La tension principale $U(t)$ est en avance de phase sur la tension aux bornes du résistor.

6.4. Impédance Z du circuit

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \text{ d'où } Z = \frac{R}{\cos \varphi}$$

A.N. : $Z = 125 \Omega$

Capacité C du condensateur

$$\tan \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \Leftrightarrow C = \frac{1}{L\omega^2 - R\omega \tan \varphi}$$

$$\text{d'où } C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L - 2\pi f R \tan \varphi}$$

A.N. : $C = 3,76 \times 10^{-6} \text{ F} = 3,76 \mu\text{F}$

Solution 7. (p. 5)

Phénomènes ondulatoires et corpusculaires

Partie 1 : Phénomènes ondulatoires

7.1. On appelle longueur d'onde d'une onde, la distance parcourue par l'onde au cours période.

7.2.

7.2.1. Nature de la frange d'ordre $P' = -4,5$

La frange d'ordre $P' = -4,5$ est une frange sombre

7.2.2. Distance entre le milieu de cette frange et le milieu de la frange centrale

$$d = |P' i|$$

or :

$$i = \lambda \frac{D}{a} \Rightarrow d = |P'| \frac{\lambda D}{a}$$

A.N. : $d = 2,7 \times 10^{-3} \text{ m} = 2,7 \text{ mm}$

Partie 2 : Phénomènes corpusculaires

7.1. Effet photoélectrique

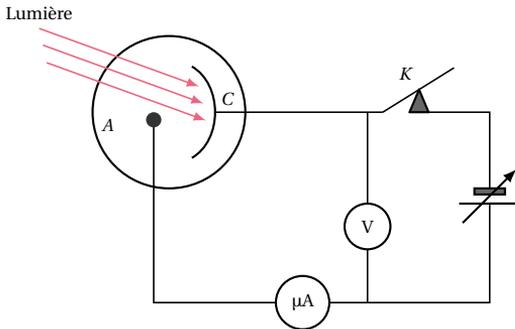
7.1.1. Calcul de l'énergie d'un photon

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

A.N. : $E = 4,18 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,61 \text{ eV}$

7.1.2. On peut affirmer que cette radiation déclenche l'effet photoélectrique parce que $E > W_0$.

7.1.3. Description d'une procédure expérimentale permettant la mesure de l'énergie cinétique maximale. Schéma

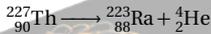


Procédure :

Jouer sur le curseur du générateur à tension variable jusqu'à la lecture de la valeur zéro sur le microampèremètre. La valeur absolue de la lecture du voltmètre donne la valeur du potentiel d'arrêt U_0 . L'énergie cinétique maximale s'obtient à l'aide de la formule $E_C = eU_0$.

7.2. Radioactivité

7.2.1. Équation de la désintégration d'un noyau de Thorium



7.2.2. Calcul de la masse Δm de thorium disparue :

$\Delta m = m_0 - m_r$ ou m_r est la masse restante. Or : $m_r = m_0 e^{-\lambda t} = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$ d'où

$$\Delta m = m_0 \left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T} t} \right)$$

A.N. : $\Delta m = 0,437 \text{ g} \approx 0,44 \text{ g}$

Solution 8. (p. 5)

Étude d'un pendule et mesure de l'intensité de la pesanteur d'un lieu

8.1. Étude de l'influence de la masse du pendule.

8.1.1. Matériel à compléter : chronomètre, rapporteur, fil, règle graduée.

8.1.2. Protocole expérimental

Pour chacune des masses m_1, m_2, m_3 on constitue un pendule. On mesure à l'aide du chronomètre les durées respectives t_1, t_2 et t_3 d'un nombre n d'oscillations données.

Comparer les périodes T_1, T_2, T_3 obtenues à l'aide des relations $T_1 = \frac{t_1}{n}, T_2 = \frac{t_2}{n}, T_3 = \frac{t_3}{n}$.

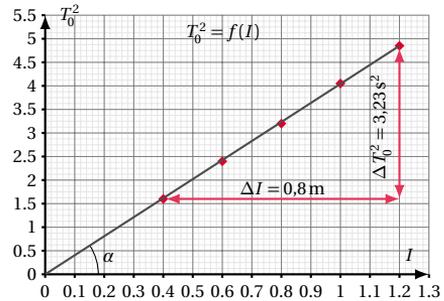
N.B. : on doit veiller à ce que l'amplitude de des oscillations, ainsi que la longueur du fil soient les mêmes.

8.2. Étude de l'influence de la longueur du pendule

8.2.1. Les élèves mesurent la durée de 10 oscillations

au lieu de mesurer la durée d'une seule, pour réduire au maximum l'erreur sur la mesure du temps.

8.2.2. Courbe $T_0^2 = f(\ell)$.



8.2.3. Valeur expérimentale de l'intensité g du champ de pesanteur

On a :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \Leftrightarrow T_0^2 = \frac{4\pi^2}{g} \ell$$

Donc la courbe $T_0^2 = f(\ell)$ est une droite de coefficient directeur $\frac{4\pi^2}{g}$. Graphiquement, on a le coefficient directeur :

$$a = \tan \alpha = \frac{\Delta T_0^2}{\Delta \ell}$$

A.N. : $a \approx 4$

$$a = \frac{4\pi^2}{g} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2}{a} = \pi^2 = 9,86 \text{ ms}^{-2}$$

A.N. : $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$

$$9,7 \text{ ms}^{-2} \leq g \leq 9,8 \text{ ms}^{-2}$$

1.2.3 Solution – Baccalauréat 2014

Solution 9. (p. 6)

Mouvements dans les champs des forces et leurs applications

Partie 1 : Action des champs électrique et magnétique sur un faisceau de particules chargées

9.1. Sens du vecteur champ magnétique \vec{B}

Pour qu'une particule ait une trajectoire rectiligne, il faut que la somme des forces perpendiculaires à cette trajectoire soit nulle. Soit :

$$\vec{F}_m + \vec{F}_{\text{éI}} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{F}_m = -\vec{F}_{\text{éI}}$$

d'où \vec{B} est perpendiculaire au plan et entrant $\otimes \vec{B}$

9.2. Montrons que la vitesse v_0 ne dépend ni de la masse ni de la charge de particules :

$$\text{on a : } \vec{F}_m = -\vec{F}_{\text{éI}} \Leftrightarrow F_m = F_{\text{éI}}$$

$$\Leftrightarrow |q|v_0B = |q|E \Rightarrow v_0 = \frac{E}{B}$$

A.N. : $v_0 = 5,56 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$

9.3.

1.2. Solution des sujets d'examen

9.3.1. Nature du mouvement de particules dans la région

Le mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique est circulaire uniforme. Expression du rayon de la trajectoire :

$$R = \frac{mv}{|q|B}$$

9.3.2. Calcul de v_{max} et v_{min} :

$$\begin{aligned} \text{on a } -CD &= O_1D - O_1C \\ \Leftrightarrow CD &= 2R_{max} - 2R_{min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow R_{max} - R_{min} &= \frac{CD}{2} \\ \Leftrightarrow \frac{mv_{max}}{|q|B} - \frac{mv_{min}}{|q|B} &= \frac{CD}{2} \\ \Leftrightarrow v_{max} - v_{min} &= \frac{CD|q|B}{2m} \end{aligned}$$

De plus, $v_{max} + v_{min} = 2v_0$ d'où

$$\begin{cases} v_{max} - v_{min} = \frac{CD|q|B}{2m} \\ v_{max} + v_{min} = 2v_0 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} v_{max} &= v_0 + \frac{CD|q|B}{4m} \\ \Rightarrow v_{min} &= v_0 - \frac{CD|q|B}{4m} \end{aligned}$$

A.N. : $v_{max} = 5,59 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$;

$v_{min} = 5,52 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$

Partie 2 : Chariot entraîné par un solide

9.1. Expression de \vec{T} et \vec{T}'

Le système étant immobile, le solide (S) est en équilibre on peut donc écrire :

$$\begin{aligned} \vec{P}_S + \vec{T}' &= \vec{0} \\ \Leftrightarrow \vec{T}' &= -\vec{P}_S \\ \Leftrightarrow \vec{T}' &= Mg\vec{j} \end{aligned}$$

La poulie étant de masse négligeable, on a :

$$T = T' \text{ d'où } \vec{T} = Mg\vec{j}$$

9.2. Modification de T

Lorsqu'on lâche le chariot, celui-ci est entraîné par le solide (S). L'intensité de la tension T' du fil est inférieure à celle du poids du solide (S) et par conséquent diminue. La poulie étant de masse négligeable, l'intensité de la tension \vec{T} varie dans le même que \vec{T}' , donc la tension \vec{T} garde la même direction, le même sens, mais son intensité diminue.

9.3. Expression vectorielle de la vitesse \vec{v}_{G_S} et de l'accélération \vec{a}_{G_S}

$$\begin{aligned} \vec{v}_{G_S} &= -v_{G_S}\vec{j} = -v_G\vec{j} \\ \vec{a}_{G_S} &= -a_{G_S}\vec{j} = -a_G\vec{j} \end{aligned}$$

9.4. Deuxième loi de Newton pour le chariot et pour le solide (S) :

En appliquant le théorème du centre d'inertie au chariot dans le référentiel terrestre supposé galiléen, on a :

$$\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{P}_C + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}_G \quad (1.1)$$

En appliquant le théorème du centre d'inertie au solide (S) dans le référentiel terrestre supposé galiléen, on a :

$$\sum \vec{F}_{ex} = M\vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{T}' + \vec{P}_S = M\vec{a}_G \quad (1.2)$$

9.5. Expression de l'accélération du mouvement et de la tension du fil.

La relation (1.1) s'écrit :

$$\begin{aligned} \vec{P}_C + \vec{R} + \vec{T} &= m\vec{a}_G \\ \text{or } \vec{P}_C + \vec{R} &= \vec{0} \\ \Rightarrow \vec{T} &= m\vec{a}_G \Leftrightarrow T = ma_G \end{aligned} \quad (1.3)$$

La relation (1.2) s'écrit :

$$\begin{aligned} \vec{T}' + \vec{P}_S &= M\vec{a}_G \\ \Leftrightarrow T'\vec{j} - P_S\vec{j} &= -Ma_G\vec{j} \\ \Leftrightarrow T' - P_S &= -Ma_G \\ \Leftrightarrow T' &= Mg - Ma_g \end{aligned}$$

Or $T = T' \Leftrightarrow ma_G = Mg - Ma_g$

$$\Leftrightarrow a_G = \frac{M}{m+M}g \quad (1.4)$$

(1.4) dans (1.3) $T = \frac{mM}{m+M}g$

Solution 10. (p. 6)

Oscillation forcées dans un dipôle électrique

10.1. Montrons que le dipôle (D) n'est pas un résistor

Si (D) est un résistor, on aura $U_{AB} = U_R + U_D$ or $U_R + U_D = 36 + 48 = 84 \text{ V}$ et $U_{AB} = 60 \text{ V}$ d'où :

$$U_R + U_D > U_{AB}$$

Donc (D) n'est pas un résistor.

Calcul de l'impédance du dipôle (D) :

$$U_D = Z_D I \Leftrightarrow Z_D = \frac{U_D}{I}$$

A.N. : $Z_D = 120 \Omega$

10.2. Montrons que le dipôle (D) comporte une résistance non nulle

Si le dipôle (D) a une résistance nulle, la puissance consommée sera celle du résistor. Or $P_R = U_R I$

A.N. : $P_R = 14,4 \text{ W}$ et $P = 15 \text{ W}$ d'où $P_2 < P$; Donc le dipôle (D) a une résistance non nulle.

Calculons la résistance R_D

$$\begin{aligned} P_D &= R_D I^2 \Leftrightarrow R_D = \frac{P_D}{I^2} \\ \text{or } P_D &= P - P_R \Rightarrow R_D = \frac{P - P_R}{I^2} \end{aligned}$$

A.N. : $R_D = 3,75 \Omega$

Calcul du facteur puissance :

$$\cos \varphi_D = \frac{R_D}{Z_D}$$

A.N. : $\cos \varphi_D = 0,0313$

10.3.

10.3.1. Montrons que (D) est une association en série d'une bobine et d'un condensateur :

Le dipôle (D) a une résistance non nulle, donc n'est pas un condensateur seul. De plus, la tension à ses bornes di-

minue lorsqu'on augmente la fréquence, donc (D) n'est pas une bobine seule; par conséquent, le dipôle (D) est une association en série d'une bobine et d'un condensateur.

10.3.2. Établissez que ω_1 correspond à la fréquence de résonance :

$U_{AB} = 60V$ et $U'_R + U'_D = 36 + 24 = 60V$; Donc $U_{AB} = U'_D + U'_R$ alors l'effet inductif compense l'effet capacitif : on est donc à la résonance.

10.3.3. Calcul des valeurs de L et C

$$\text{on a } Z_D^2 = R_D^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)^2$$

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = \pm \sqrt{Z_D^2 - R_D^2}$$

or le circuit est capacitif car à la résonance $\omega_1 = 1000$ rad et $\omega = 550 \text{ rad s}^{-1}$; donc il y a diminution de la pulsation. Soit

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = -\sqrt{Z_D^2 - R_D^2}$$

$$\Leftrightarrow LC\omega^2 + \sqrt{Z_D^2 - R_D^2} - 1 = 0 \quad (1.1)$$

De plus, à la résonance

$$LC\omega_1^2 = 1 \Rightarrow L = \frac{1}{C\omega_1^2} \quad (1.2)$$

(1.2) dans (1.1)

$$\Rightarrow C = \frac{\omega_1^2 - \omega^2}{\omega \omega_1^2 \sqrt{Z_D^2 - R_D^2}}$$

A.N. : $C = 1,25 \times 10^{-5} \text{ F}$; $L = 0,08 \text{ H}$

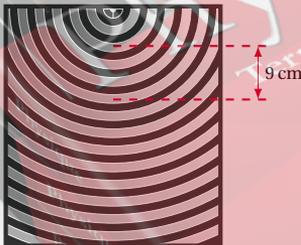
Solution 11. (p. 7)

Étude d'ondes avec une cuve à ondes

11.1. Type d'onde et expérience de mise en évidence.

- C'est une onde transversale.
- Expérience : un petit morceau de liège placé à la surface de l'eau contenue dans la cuve oscille perpendiculairement à la direction de propagation de l'onde.

11.2. Détermination de la longueur d'onde et de la célérité des ondes.



Longueur d'onde : La lecture du schéma nous permet d'écrire : $\frac{d}{E} = 3\lambda$; avec : $d = 9 \text{ cm}$; $E = 1,5$: échelle;

λ : longueur d'onde $\Rightarrow \lambda = \frac{d}{3E}$

A.N. : $\lambda = 2 \text{ cm}$

Célérité :

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow c = \lambda f$$

A.N. $c = 0,4 \text{ ms}^{-1}$

11.3. Observation et calcul de la célérité apparente.

Observation : on observe à la surface de l'eau, des rides circulaires qui se déplacent lentement en sens inverse (vers le vibreur).

Célérité apparente

$c_a = \lambda f_a$ avec :

$$f_a = h f_e - f = f_e - f \quad (\text{car } k = 1)$$

A.N. : $f_a = 1 \text{ Hz}$; $c_a = 0,02 \text{ ms}^{-1}$

11.4.

11.4.1. Observation en éclairage normal.

On observe des franges d'interférence centrées en O_1 et O_2

11.4.2. Nombre et position des points de vibration maximale.

Ces points ont pour différence de marche : $\delta = k\lambda$, $k \in \mathbb{Z}$ or :

$$|\delta| < O_1 O_2 \Leftrightarrow |k\lambda| < O_1 O_2$$

$$\Leftrightarrow |k| < \frac{O_1 O_2}{\lambda}$$

$$\Leftrightarrow |k| < 2,5$$

$$\Leftrightarrow -2,5 < k < 2,5,$$

soit $k = -2; -1; 0; 1; 2$ on a donc 5 points de vibration maximal

Position de ces points. Soit à déterminer la position de ces points par rapport à O_1 . On pose $d_1 = x$

Or $d_2 + d_1 = O_1 O_2 \Rightarrow d_2 + x = O_1 O_2$

Et les points d'amplitude maximale sont tels que :

$$d_2 - d_1 = k\lambda, \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$\Leftrightarrow d_2 - x = k\lambda, \quad k \in \mathbb{Z}$$

d'où $\begin{cases} d_2 + x = O_1 O_2 & (1.1) \\ d_2 - x = k\lambda & (1.2) \end{cases}$

$$(1.1) - (1.2) \Rightarrow 2x = O_1 O_2 - k\lambda$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{2} (O_1 O_2 - k\lambda), \quad k \in \mathbb{Z}$$

pour les valeurs de k obtenues précédemment on a :

k	-2	-1	0	1	2
x (cm)	4,5	3,5	2,5	1,5	0,5

Solution 12. (p. 7)

Exploitation des résultats d'une expérience

12.1. Deux applications de la radioactivité

La radiothérapie, la datation au carbone 14...

12.2. Définition :

L'activité A d'une substance radioactive est le nombre moyen de désintégrations que cette substance peut produire par unité de temps.

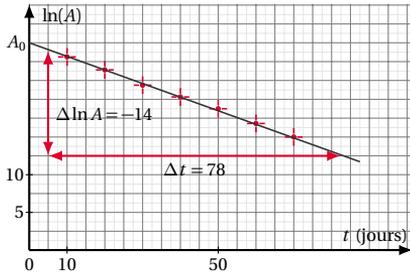
Établie que $A = \lambda N$:

on a : $A = -\frac{dN}{dt}$

or $N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} \Leftrightarrow A = \lambda N$ d'où $A = \lambda N$

12.3. Graphe $\ln A = f(t)$

1.2. Solution des sujets d'examen



12.4. Détermination de la constante radioactive et de l'activité initiale A_0

Détermination de la constante radioactive.

On a $A = A_0 e^{-\lambda t} \Leftrightarrow \ln A = -\lambda t + \ln A_0$ donc $\ln A = f(t)$ est une droite de pente $-\lambda$ d'où

$$-\lambda = \frac{\Delta \ln A}{\Delta t} \Rightarrow \lambda = -\frac{\Delta \ln A}{\Delta t}$$

D'où $\lambda = 0,18 \text{ jour}^{-1}$.

Détermination de A_0

A partir du graphe ci-dessus, on lit

$$\ln A_0 = 27,5 \Leftrightarrow A_0 = 8,78 \times 10^{11} \text{ Bq}$$

$$27,3 \leq \ln A_0 \leq 27,8$$

$$\Leftrightarrow 7,16 \times 10^{11} \text{ Bq} \leq A_0 \leq 1,18 \times 10^{12} \text{ Bq}$$

12.5. Volume V_0 de l'échantillon et demi-vie T

$$V_0 = n V_m \text{ or } n = \frac{N_0}{\mathcal{N}} \Rightarrow V_0 = \frac{N_0 V_m}{\mathcal{N}}$$

Par ailleurs, $A_0 = \lambda N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$ d'où $V_0 = \frac{A_0 V_m}{\lambda \mathcal{N}}$.

A.N. : $V_0 = 1,748 \times 10^{-5} \text{ L} \simeq 1,75 \times 10^{-5} \text{ L}$

Demi-vie $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

A.N. : $T = 3,85 \text{ jours}$.

dans le référentiel géocentrique supposé galiléen, on a :

$$\sum \vec{F}_{ex} = m \vec{a}_G$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \text{Suivant } \vec{n} : \vec{P}_h = m \vec{a}_n \\ \text{Suivant } \vec{t} : \vec{0} = m \vec{a}_t \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} P_h = m a_n \\ 0 = m a_t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_n = \frac{P_h}{m} = g_h \\ a_t = 0 \end{cases}$$

$$\text{d'où } \begin{cases} a_n = g_h = \text{cte} \neq 0 \\ a_t = 0 \end{cases} \Rightarrow v = \text{cte} \neq 0$$

Donc le mouvement du satellite est uniforme.

13.1.2. Expression de M_T en fonction de r et T :

On a :

$$T = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{r^3}{G_0}} \Rightarrow \left(\frac{RT}{2\pi}\right)^2 = \frac{r^3}{G_0}$$

or

$$G_0 = \varepsilon \frac{M_T}{R^2} \Rightarrow M_T = \frac{4\pi^2 r^3}{\varepsilon T^2}$$

A.N. : $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$

13.1.3. Un satellite est dit géostationnaire lorsqu'il est fixe par rapport à tout point de la surface de la terre.

Comparons r et r_S .

On a :

$$\begin{aligned} T &= 7,82 \text{ heures} = 28152 \text{ s} \\ T_S &= 1 \text{ jour sidéral} = 86140 \text{ s} \Rightarrow T_S > T \end{aligned}$$

or :

$$\begin{cases} T = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{r^3}{G_0}} \\ T_S = \frac{2\pi}{R} \sqrt{\frac{r_S^3}{G_0}} \end{cases} \text{ d'où } T_S > T \Rightarrow r_S > r$$

1.2.4 Solution – Baccaauréat 2015

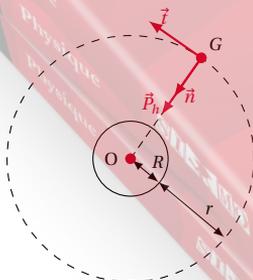
Solution 13. (p. 7)

Mouvements dans les champs de forces

13.1. Mouvement d'un satellite de la terre.

13.1.1. Montrons que le mouvement du satellite est uniforme :

Le bilan des forces extérieures appliquées au satellite étant :

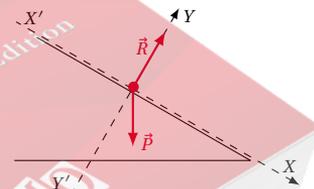


En appliquant le théorème du centre d'inertie au satellite

13.2. Mouvement d'une tige.

13.2.1. Détermination de a_G .

Le bilan des forces extérieures appliquées à la tige étant :



En appliquant le T.C.I à la tige dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a :

$$\sum \vec{F}_{ex} = m \vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} = m \vec{a}_G$$

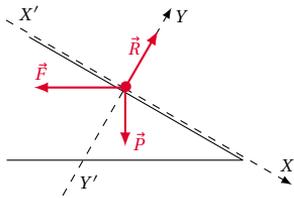
d'où suivant $x'x$:

$$P_x = m a_G \Leftrightarrow mg \sin \alpha = m a_G \Rightarrow a_G = g \sin \alpha$$

A.N. : $a_G = 1,39 \text{ m s}^{-2}$

13.2.2.

13.2.2.1. Bilan des forces qui s'exercent sur la tige :



13.2.2.2. Détermination de a'_G :
 En appliquant le T.C.I à la tige dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a :

$$\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = m\vec{a}_G$$

d'où suivant $x'x$:

$$\begin{aligned} \vec{F}_x + \vec{P}_x &= m\vec{a}'_G \Leftrightarrow -F_x + P_x = ma'_G \\ \Leftrightarrow -F \cos \alpha + mg \sin \alpha &= ma'_G \\ \Rightarrow a'_G &= \frac{mg \sin \alpha - BI \ell \cos \alpha}{m} \end{aligned}$$

A.N. : $a'_G = 1 \text{ ms}^{-1}$

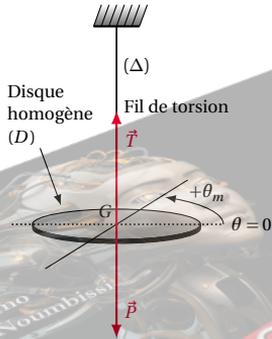
13.2.2.3. Calcul de I :

À l'équilibre $a'_G = 0 \Leftrightarrow mg \sin \alpha = BI \ell \cos \alpha \Rightarrow I = \frac{mg}{B\ell} \tan \alpha$.

A.N. : $I = 7,12 \text{ A}$

Solution 14. (p. 8)

Les systèmes oscillants



14.1. Oscillations d'un des que homogène

14.1.1. Bilan des forces extérieures :

- le point \vec{P} du disque;
- la tension \vec{T} du fil;
- le couple de torsion.

14.1.2. Équation différentielle du mouvement :

D'après le R.F.D., on a :

$$\begin{aligned} \sum \mathcal{M}_G(\vec{F}_{ex}) &= J_\Delta \ddot{\theta} \\ \Leftrightarrow \mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{T}) + \mathcal{M} &= J_\Delta \ddot{\theta} \end{aligned}$$

or :

$$\begin{cases} \mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) = \mathcal{M}_\Delta(\vec{T}) = 0 \\ \mathcal{M} = -c\theta \end{cases} \Rightarrow -c\theta = J_\Delta \ddot{\theta} \Leftrightarrow \ddot{\theta} + \frac{c}{J_\Delta} \theta = 0$$

or : $J_\Delta = \frac{1}{2} MR^2$ d'où $\ddot{\theta} + \frac{2c}{MR^2} \theta = 0$

14.1.3. Montrons que $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{MR^2}{2c}}$
 L'équation différentielle étant de la forme

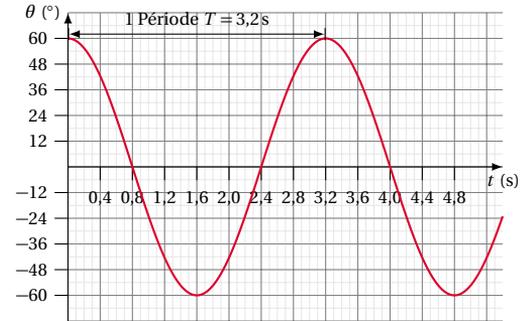
$$\ddot{\theta} + \omega^2 \theta = 0$$

par identification, on a :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{\ell c}{MR^2}} \text{ or}$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{MR^2}{2c}}$$

14.1.4. Graphiquement on lit : $T_0 = 3,2 \text{ s}$



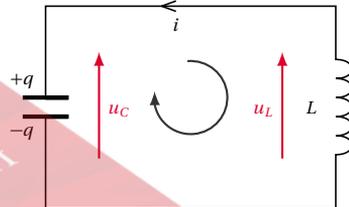
Déduisons la constante de torsion c :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{MR^2}{2c}} \Rightarrow c = 2M \left(\frac{\pi R}{T} \right)^2$$

A.N. : $c = 1,81 \times 10^{-2} \text{ N m rad}^{-1}$

14.2. Circuit LC

14.2.1. Équation différentielle



D'après la loi des mailles :

$$U_C - U_L = 0 \Leftrightarrow U_C + C \frac{di}{dt} = 0$$

$$\Leftrightarrow L \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0 \Leftrightarrow \ddot{q} + \frac{1}{LC} q = 0$$

or :

$$q = CU_C \Rightarrow \ddot{q} = C \ddot{U}_C$$

$$\text{d'où } \ddot{U}_C + \frac{1}{LC} U_C = 0$$

14.2.2. Calcul de U_m , C et Q_0 .

$U_m = U = 6 \text{ V}$;

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{L\omega^2}$$

A.N. : $C = 6,037 \times 10^{-6} \text{ F} = 6,037 \mu\text{F}$

$$Q_0 = CU_m = CU$$

A.N. : $Q_0 = 3,6 \times 10^{-5} \text{ C}$

1.2. Solution des sujets d'examen

Solution 15. (p. 9)

Phénomènes corpusculaire et ondulatoire

15.1. Ondes à la surface de l'eau d'une cuve.

15.1.1. Définition

Onde mécanique : c'est une onde qui se propage dans un milieu matériel élastique.

15.1.2. Équation du mouvement :

$$y = a \sin(\omega t + \varphi) = a \sin(2\pi N t + \varphi)$$

à $t = 0$,

$$y = a \Leftrightarrow a \sin \varphi = a \Leftrightarrow \sin \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

d'où

$$y = 2 \sin\left(200\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 2 \cos(200\pi t) \text{ en mm}$$

15.1.3. Comparons le mouvement de M et S

posons $d = d_M - d_S = 4 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \frac{d_M - d_S}{\lambda} &= \frac{d}{\lambda} = \frac{d}{vT} \\ &= \frac{dN}{v} = \frac{4 \times 10^{-2} \times 100}{0,4} = 10 \end{aligned}$$

d'où $d_M - d_S = 10\lambda$

Les points M et S vibrent en phase.

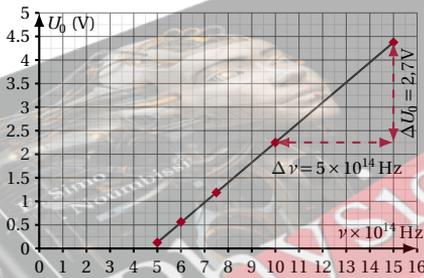
15.2. Aspect corpusculaire de la lumière

15.2.1. Relation entre U_0 et ν :

$$e U_0 = h \nu - h \nu_0 \Rightarrow U_0 = \frac{h}{e} (\nu - \nu_0)$$

15.2.2.

15.2.2.1. Courbe $U_0 = f(\nu)$:



15.2.2.2. Déduction de λ_0 :

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0}$$

A.N. : $\lambda_0 = 6,38 \times 10^{-7} \text{ m}$

$$(6,38 \times 10^{-7} \text{ m} \leq \lambda_0 \leq 6,81 \times 10^{-7} \text{ m})$$

Charge élémentaire.

Le coefficient directeur de la droite obtenue est :

$$\tan \alpha = \frac{h}{e} = \frac{\Delta U_0}{\Delta \nu} \Rightarrow e = h \frac{\Delta \nu}{\Delta U}$$

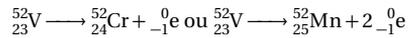
A.N. :

$$\begin{aligned} e &= 6,626 \times 10^{-34} \left(\frac{4,3 - 2,23}{(15 - 10) \times 10^{-14}} \right) \\ &= 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \end{aligned}$$

Solution 16. (p. 9)

Exploitation des résultats d'une expérience

16.1. Équations de désintégrations du Vanadium



16.2. Montrons que $\ln(A) = -\lambda t + \ln(A_0)$

On a $N = N_0 e^{-\lambda t}$,

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\ln A = \ln(\lambda N_0) + \ln(e^{-\lambda t})$$

or $A_0 = \lambda N_0 \Rightarrow \ln A = -\lambda t + \ln(A_0)$

16.3.

16.3.1. Calcul de λ et T

$$\lambda = -\frac{\Delta \ln(A)}{\Delta t}$$

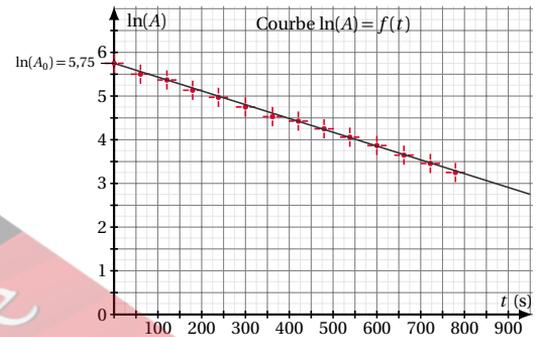
$$\begin{aligned} \text{A.N. : } \lambda &= \frac{6 - 4,5}{475} = 3,15 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1} \\ (2,9 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1} \leq \lambda \leq 3,2 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}) \end{aligned}$$

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

A.N. : $T = 220,04 \text{ s} \approx 220 \text{ s}$ ($217 \text{ s} \leq T \leq 239 \text{ s}$)

16.3.2. Calcul de N_0

Suivant la courbe :



$\ln A_0 = 5,75$ posons :

$$k = 5,75 \Rightarrow \ln A_0 = k$$

$$A_0 = e^k \Leftrightarrow \lambda N_0 = e^k$$

$$\Rightarrow N_0 = \frac{e^k}{\lambda}$$

A.N. : $N_0 = 99\,743,06$ noyaux $\approx 99\,743$ noyaux

$$(9,818 \times 10^{14} \text{ noyaux} \leq N_0 \leq 1,083 \times 10^{15} \text{ noyaux})$$

1.2.5 Solution – Baccalauréat 2016

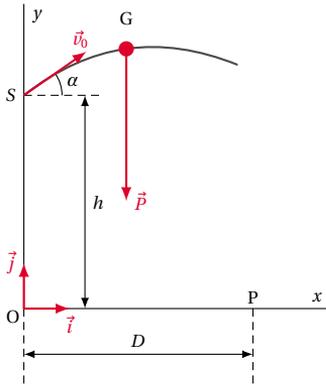
Solution 17. (p. 9)

Mouvements dans les champs des forces et leurs applications

Partie 1 : Le lancer du poids

17.1. Montrons que $\vec{a}_G = \vec{G}$:

Le bilan des forces appliquées à la boule étant :



En appliquant le théorème du centre d'inertie à la boule dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a :

$$\begin{aligned} \sum \vec{F}_{ex} &= m\vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{P} = m\vec{a}_G \\ &\Leftrightarrow m\vec{g} = m\vec{a}_G \\ &\Leftrightarrow \vec{a}_G = \vec{g} \end{aligned}$$

17.2. Équations horaires du mouvement de G dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) :

On a :

$$\vec{a}_G \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} \Rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x - v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_y = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$\Rightarrow 0G \begin{cases} x = (v_0 \cos \alpha)t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \alpha)t \end{cases} \quad (1.1)$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \alpha)t \quad (1.2)$$

Équation de la trajectoire :

$$(1.1) \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad (1.3)$$

(1.3) dans (1.2)

$$\Rightarrow -\frac{1}{2} \frac{g}{(v_0 \cos \alpha)^2} x^2 + x \tan \alpha + h$$

17.3. Calcul de $OP = D$: on a

$$\begin{aligned} y_P = 0 &\Leftrightarrow -\frac{1}{2} \frac{g}{(v_0 \cos \alpha)^2} D^2 + D \tan \alpha + h = 0 \\ &\Leftrightarrow -5,33 \times 10^{-2} D^2 + D + 2,62 = 0 \end{aligned}$$

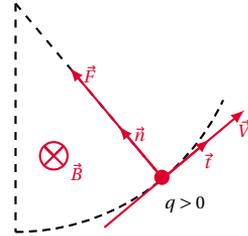
$$\Delta = 1,558 \Rightarrow D = 21,09 \text{ m} \approx 21,1 \text{ m}$$

Partie 2 : Mouvement d'une particule chargée dans un

champ magnétique.

17.1. Montrons que $\vec{v} = c\vec{e}$ quelque soit \vec{B} :

Le bilan des forces appliquées à la particule étant :



En appliquant le théorème du centre d'inertie à la particule dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen et dans la base de Frenet (\vec{i}, \vec{n}) , on a :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

en projetant dans la base de Frenet on a :

$$\begin{cases} \text{Suivant } \vec{i} : \vec{0} = m\vec{a}_t & (1.4) \\ \text{Suivant } \vec{n} : \vec{F} = m\vec{a}_c & (1.5) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} (1.4) \Rightarrow 0 &= ma_t \Rightarrow a_t = 0 \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \\ &\Rightarrow v = \text{cte} \Leftrightarrow \vec{v} = c\vec{e} \end{aligned}$$

17.2. Caractéristique de la trajectoire de la particule qui rend compte des variations de la valeur du champ magnétique :

Cette caractéristique est le rayon de la trajectoire.

Variation du rayon avec la valeur du champ magnétique :

Lorsque le champ magnétique augmente, le rayon de la trajectoire diminue.

Solution 18. (p. 10)

Systèmes oscillants

Partie 1 : Oscillations dans un dipôle LC

18.1. Déterminons à $t = 0$, U_B et U_C :

$$U_B = L \frac{di}{dt}$$

or :

$$I = \text{cte} \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow U_B = 0$$

Montage en dérivation $\Rightarrow U_C = U_B = 0$

18.2. Équation différentielle traduisant l'évolution de U_C :

L'interrupteur k étant ouvert :

$$U_B + U_C = 0$$

$$\text{et } U_B = L \frac{di}{dt} \Leftrightarrow L \frac{di}{dt} + U_C = 0$$

or :

$$i = C \frac{dU_C}{dt} \Rightarrow LC \frac{d^2 U_C}{dt^2} + U_C = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{d^2 U_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} U_C = 0$$

18.3. Forme générale des solutions de l'équation diffé-

1.2. Solution des sujets d'examen

rentielle

$$U_C = U_{Cm} \cos(\omega_0 t + \varphi),$$

avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Loi horaire de l'évolution de U_C :

$$\begin{aligned} \text{à } t=0, \quad & \begin{cases} U_C = 0 \\ i = C \frac{dU_C}{dt} > 0 \end{cases} \\ \Leftrightarrow & \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ -C U_{Cm} \omega_0 \sin \varphi > 0 \end{cases} \\ \Leftrightarrow & \begin{cases} \cos \varphi = 0 \\ \sin \varphi < 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

et

$$\begin{aligned} i &= C \frac{dU_C}{dt} \\ &= -C U_{Cm} \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi) \\ &= -I_m \sin(\omega_0 t + \varphi) \\ \Rightarrow I_m &= C U_{Cm} \omega_0 \\ \Rightarrow U_{Cm} &= \frac{I_m}{C \omega_0} \end{aligned}$$

or : $I_m = I = 225 \text{ mA}$

$$\text{d'où } U_{Cm} = \frac{I}{C \omega_0} = I \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\text{soit } U_C = I \sqrt{\frac{L}{C}} \cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \varphi\right)$$

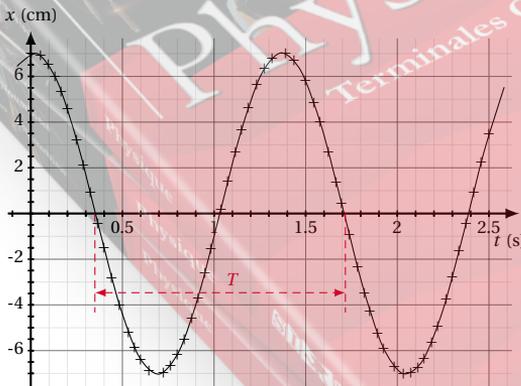
$$U_C = 12 \cos\left(1264t - \frac{\pi}{2}\right) = 12 \sin(1264t) \text{ en volt.}$$

Partie 2 : Oscillateurs mécanique

18.1.**18.1.1.** Détermination de la période :

A l'aide de l'enregistrement (voir courbe ci-dessous) on trouve :

$$T_0 \approx 1,37 \text{ s} \Rightarrow 1,35 \text{ s} \leq T_0 \leq 1,40 \text{ s}$$

**18.1.2.** Détermination l'amplitude des oscillations :

A l'aide l'enregistrement on trouve :

$$x_m = 7 \text{ cm}$$

18.1.3. Vitesse de la masse à $t = 0$.L'enregistrement montre que à $t = 0$, le pendule passe par la position d'élongation maximale; Donc $v_0 = 0 \text{ m s}^{-1}$ **18.2.** Constante de raideur k :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T_0^2}$$

A.N. : $k = 4,368 \text{ N m}^{-1} \approx 4,4 \text{ N m}^{-1}$ **18.3.** Calcul de l'énergie mécanique à $t = 0$.

$$E_0 = \frac{1}{2} k x_m^2$$

A.N. : $E_0 = 1,078 \times 10^{-2} \text{ J} \approx 1,1 \times 10^{-2} \text{ J}$ **18.4.** Calcul de la vitesse pour $x = 0$

On pose :

$$\begin{aligned} x &= x_m \sin(\omega_0 t + \varphi) \\ \dot{x} &= x_m \omega_0 \cos(\omega_0 t + \varphi) \\ &= v_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi) \end{aligned}$$

pour $x = 0$, \dot{x} est maximale soit $\dot{x}_{max} = v_{max} = x_m \omega_0$ lorsque la masse m passe pour la première fois,

$$\begin{aligned} v &= -v_{max} = -\dot{x}_{max} = -x_m \omega_0 \\ &= -x_m \sqrt{\frac{k}{m}} \end{aligned}$$

A.N. : $v = -0,323 \text{ m s}^{-1}$ **Solution 19. (p. 10)****Phénomènes corpusculaires et ondulatoires**

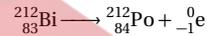
Partie 1 : La radioactivité

19.1. Application de l'effet photoélectrique

Le traçage radioactif.

Explication du principe :

Il consiste à marquer un élément puis à suivre sa trace dans l'échantillon à étudier.

19.2.**19.2.1.** Équation de désintégration**19.2.2.** Calcul de la période radioactive :

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

A.N. : $T = 3636,7 \text{ s}$ **19.3.** Calcul de l'activité de l'échantillon :

$$A = \lambda N$$

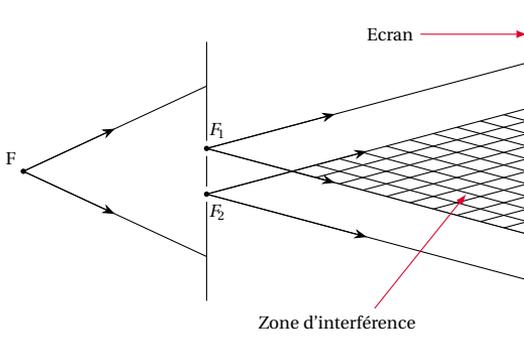
$$\text{or } N = \frac{m}{M} \mathcal{N}_A \text{ d'où } A = \lambda \frac{m}{M} \mathcal{N}_A$$

A.N. : $A = 5,41 \times 10^{14} \text{ Bq}$

Partie 2 : Interférence lumineuse

19.1. Schéma du dispositif expérimental :

1



Aspect de l'écran : on observe à l'écran et dans la zone d'interférence, des bandes alternativement brillantes et sombres.

19.2. Calcul de l'interfrange :

$$i = \lambda \frac{D}{a}$$

A.N. : $i = 6 \times 10^{-3} \text{ m} = 6 \text{ mm}$

19.3.

19.3.1. Calcul de la différence de marche :

$$\delta = \frac{ax}{D}$$

A.N. : $\delta = 1,928 \times 10^{-6} \text{ m} = 1,928 \text{ nm}$

19.3.2. Frange brillante ou sombre :

$$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{1,928 \times 10^{-6}}{643 \times 10^{-9}} = 2,999 \approx 3 \Leftrightarrow \delta = 3\lambda$$

$\delta = k\lambda$ avec $k = 3$, donc le point M appartient à la frange brillante.

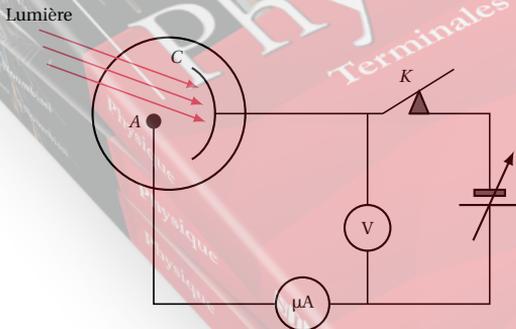
Solution 20. (p. 11)

Exploitation des résultats d'une expérience

20.1. Définition :

Potentiel d'arrêt : c'est l'opposé de la tension pour laquelle les électrons libérés à la cathode n'atteignent pas l'anode.

20.2. Schéma du montage :



20.3.

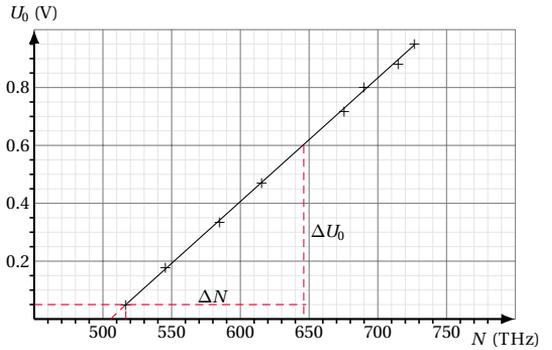
20.3.1. Relation entre U_0 , W_0 et W :

$$W = W_0 + E_{Cmax}$$

or :

$$E_{Cmax} = e U_0 \Rightarrow W = W_0 + e U_0$$

20.3.2.



Graphes de $U_0 = f(N)$

20.3.2.1. Détermination de la constante de Planck :

$$\text{on a } W = W_0 + e U_0 \Leftrightarrow hN = hN_0 + e U_0$$

$$\Rightarrow U_0 = \frac{h}{e}(N - N_0)$$

d'où $\frac{h}{e}$ est le coefficient directeur de la droite représentant $U_0 = f(N)$ (voir figure ci-dessous)

$$\text{Soit } \frac{h}{e} = \frac{\Delta U_0}{\Delta N} \Rightarrow h = e \frac{\Delta U_0}{\Delta N}$$

A.N. :

$$\Delta N = 644 - 518 = 126 \text{ THz} = 126 \times 10^{12} \text{ Hz}$$

$$\Delta U_0 = 0,6 - 0,05 = 0,55 \text{ V}$$

$$h = 6,98 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$6,7 \times 10^{-34} \text{ Js} \leq h \leq 7,2 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

20.3.2.2. Détermination de la fréquence seuil du métal :

La droite $U_0 = f(N)$ coupe l'axe des abscisses au point d'abscisse N_0 d'où $N_0 = 505 \text{ THz}$

$$504 \text{ THz} \leq N_0 \leq 506 \text{ THz}$$

1.2.6 Solution – Baccalauréat 2017

Solution 21. (p. 11)

Mouvement dans les champs de forces.

21.1. Partie A : Champ de gravitation.

21.1.1. Expression de la valeur du champ de gravitation :

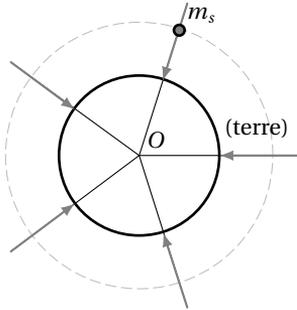
$$g = \frac{GM_T}{r^2}$$

21.1.2. Caractéristiques de la force de gravitation \vec{F} : S étant le centre d'inertie du satellite et O le centre de la terre;

1.2. Solution des sujets d'examen

- point d'application : le point S ;
- Direction : celle de la droite (SO) ;
- Sens : de S vers O ;
- Intensité : $F = m_s g = m_s \frac{GM_T}{r^2} = 81,4\text{N}$

21.1.3. Schéma représentant, la terre, le satellite, et quelques lignes de champ :



Qualification d'orientation du champ :

Le champ gravitationnel est toujours centripète; c'est-à-dire dirigé vers la particule qui le produit.

21.2. Partie B : Les champs électrique et magnétique :

21.2.1. Nombre de phases du mouvement des ions : 04 phases (IF, FS, SP, PC);

Phases qui sont des mouvements uniformes : FS, SP, PC.

21.2.2. Expression de la vitesse avec laquelle un ion parvient en S :

Le mouvement étant uniforme entre F et S , la vitesse en S est la même qu'en F ; soit : $v_S = v_F = v$ et entre I et F , l'application du théorème de l'énergie cinétique nous permet d'écrire :

$$\begin{aligned} \Delta E_c &= \sum W(\vec{F}_{ext}) \leftrightarrow E_c = W(\vec{F}) \\ &\leftrightarrow \frac{1}{2} m v^2 = qU \\ \text{d'où } v &= \sqrt{\frac{2qU}{m}} \quad (1.1) \end{aligned}$$

21.2.3. Relation entre q, v, B, m et R :

Entre S et P , un ion est soumis à la seule action de la force de Lorentz \vec{F} .

En appliquant le théorème du centre d'inertie à un ion dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_G$$

Le mouvement étant circulaire uniforme, $\vec{a}_G = \vec{a}_n$ Soit

$$\vec{F} = m \vec{a}_n \leftrightarrow qvB = ma_n \text{ et } a_n = \frac{v^2}{R}$$

D'où

$$R = \frac{mv}{qB} \quad (1.2)$$

21.2.4. Dédution de la relation entre q, B, R, m et U :
(1.1) dans (1.2) donne la relation

$$R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2mU}{q}} \quad (1.3)$$

21.2.5. 21.2.5.1. Valeur à donner à U pour que tous ions soient collectés en C :

La relation (1.3) $\leftrightarrow U = \frac{R^2 B^2 q}{2m}$ or $q = 2e$

$$\text{Soit : } U = \frac{R^2 B^2 e}{m}$$

$$\text{A.N. : } U = 10522\text{V}$$

21.2.5.2. Intervalle dans lequel se situent les nombres de masse des isotopes :

Si on pose $U_1 = 17919\text{V}$ et $u_2 = 23942\text{V}$,

On peut écrire : $U_1 \leq U \leq U_2$

$$\begin{aligned} \leftrightarrow U_1 \leq \frac{R^2 B^2 e}{m} \leq U_2 &\leftrightarrow \frac{U_1}{R^2 B^2 e} \leq \frac{1}{m} \leq \frac{U_2}{R^2 B^2 e} \\ &\leftrightarrow \frac{R^2 B^2 e}{U_2} \leq m \leq \frac{R^2 B^2 e}{U_1} \end{aligned}$$

A étant le nombre de masse et $u = 1,66 \times 10^{-27}$ kg l'unité de masse atomique, on peut écrire $m = Au$,

$$\rightarrow \frac{R^2 B^2 e}{U_2} \leq Au \leq \frac{R^2 B^2 e}{U_1} \leftrightarrow \frac{R^2 B^2 e}{u U_2} \leq A \leq \frac{R^2 B^2 e}{u U_1}$$

$$\text{A.N. : } 49 \leq A \leq 68$$

Solution 22. (p. 12)

Systèmes oscillants

22.1. Partie A : Stroboscopie.

22.1.1. Définition :

Un phénomène périodique est un phénomène qui se reproduit identique à lui-même à des intervalles de temps successifs et égaux.

22.1.2. Fréquences des éclairs pour lesquelles le disque paraît immobile avec trois rayons blancs :

Le disque paraît immobile avec trois rayons lorsque entre deux éclairs consécutifs, il fait $(k + 1/3)$ de tours ou $(k + 2/3)$ de tours.

Soit

$$\begin{cases} N = N_e \left(k + \frac{1}{3} \right) \\ \text{ou} \\ N = N_e \left(k + \frac{2}{3} \right) \end{cases} \quad k \in \mathbb{N} \rightarrow \begin{cases} N_e = \frac{3N}{2k+1} \\ \text{ou} \\ N_e = \frac{3N}{3k+2} \end{cases}$$

Or, $10\text{Hz} \leq N_e \leq 100\text{Hz}$

$$\rightarrow \begin{cases} 10 \leq \frac{3N}{3k+1} \leq 100 \\ \text{ou} \\ 10 \leq \frac{3N}{3k+2} \leq 100 \end{cases} \leftrightarrow \begin{cases} -0,05 \leq k \leq 2,46 \\ \text{ou} \\ -0,38 \leq k \leq 2,13 \end{cases}$$

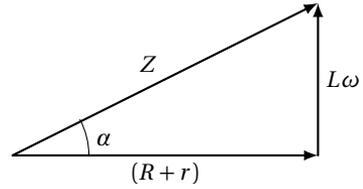
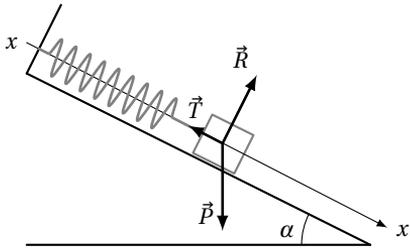
$$\text{d'où, } \begin{cases} k \in \{0, 1, 2\} \\ \text{ou} \\ k \in \{0, 1, 2\} \end{cases}$$

Les fréquences correspondantes sont celles pour lesquelles le disque paraît immobile avec trois rayons immobiles.

Soit : 84 Hz, 42 Hz, 21 Hz, 16,8 Hz, 12 Hz et 10,5 Hz

22.2. Partie B : Oscillateur mécanique.

22.2.1. Constante de raideur du ressort :



A l'équilibre, $\sum \vec{F}_{est} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$
 Par projection sur l'axe $x'x$, on a :

$$mg \sin \alpha - T e \Leftrightarrow mg \sin \alpha - k(L_1 - L_2) = 0 \quad (1.1)$$

D'où $k = \frac{mg \sin \alpha}{L_1 - L_0}$

22.2.2. 22.2.2.1. Équation différentielle du mouvement :

En appliquant le théorème du centre d'inertie au solide (s) dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen, on a :

$$\sum \vec{F}_{est} = m\vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}_G$$

Par projection sur l'axe $x'x$, on a :

$$mg \sin \alpha - T = ma_G$$

$$\Leftrightarrow mg \sin \alpha - k[(L_1 - L_0) + x] = m\ddot{x}$$

$$\Leftrightarrow mg \sin \alpha - k(L_1 - L_0) - kx = m\ddot{x} \quad (1.2)$$

$$(1.1) \text{ et } (1.22) \rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \quad (1.3)$$

22.2.2.2. Pulsation propre de l'oscillateur :
 L'équation différentielle étant de la forme

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad (1.4)$$

Par identification, les relations (1.3) et (1.4) donnent :

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} \rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

A.N : $\omega_0 = 11,79 \text{ rad/s}$

22.2.2.3. Équation horaire du mouvement :
 La solution générale de l'équation différentielle est de la forme $x(t) = a \cos(\omega_0 t + \varphi)$ et $\dot{x}(t) = -a\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$
 Les conditions initiales nous permettent d'écrire :

$$\text{à } t = 0, \begin{cases} x(t) = a \\ \dot{x}(0) = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \cos \varphi = 1 \\ \sin(\varphi) = 0 \end{cases} \text{ d'où } \varphi = 0 \text{ rad}$$

et donc : $x(t) = a \cos(\omega_0 t) = 4 \times 10^{-2} \cos(11,79t)$ (en m)

$$x(t) = 4 \times 10^{-2} \cos(11,79t) \text{ (en m)}$$

22.3. Partie C : Oscillateurs électriques.

22.3.1. 22.3.1.1. Construction de Fresnel :

Valeur de Z :

$$Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2} = \sqrt{(R+r)^2 + (L2\pi N)^2}$$

A.N : $Z = 1130 \Omega$

22.3.1.2. Expression de la tension instantanée aux bornes du circuit :

$$u(t) = U_m \cos(2\pi N t + \varphi)$$

$$\text{or } \cos \varphi = \frac{r+R}{Z} = \frac{220+780}{1130} = 0,8849$$

$$\rightarrow \varphi = 0,48 \text{ rad soit :}$$

$$u(t) = U_m \cos(480\pi t + 0,48)$$

22.3.2. 22.3.2.1. Phénomène mis en évidence :

Le phénomène mis en évidence est la résonance d'intensité.

22.3.2.2. Fréquence caractéristique

La mesure de la période sur la figure 1 correspond à 6,7 divisions; soit : $T_c = 6,7 \times 20 = 134 \text{ ms} = 0,134 \text{ s}$

$$N_c = \frac{1}{T_c}$$

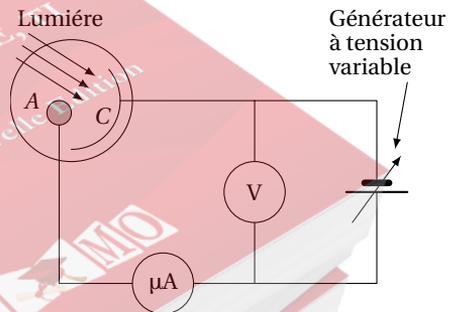
A.N : $N_c = 7,46 \text{ Hz}$

Solution 23. (p. 13)

Phénomène corpusculaire et ondulatoire

23.1. Partie A : Étude d'une cellule photoélectrique.

23.1.1. Schéma annoté du dispositif expérimental :



23.1.2. Montrons qu'une seule des lumières monochromatiques produit l'effet photo électrique :

λ_0 étant la longueur d'onde seuil du métal de la cathode, une radiation de longueur d'onde λ produit l'effet photoélectrique si $\lambda \leq \lambda_0$.

$$\text{Or } W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \text{ d'où } \lambda_0 = \frac{hc}{W_0}$$

A.N : $\lambda_0 = 5,525 \times 10^{-7} \text{ m} = 552,5 \text{ nm}$

$\lambda_1 \leq \lambda_0 \leq \lambda_2$ donc seule la radiation de longueur d'onde λ_1 produit l'effet photoélectrique.

1.2. Solution des sujets d'examen

23.1.3. Vitesse maximale des électrons émis par la cathode :

On a : $E_{\text{cmax}} = W_1 + W_0 \leftrightarrow \frac{1}{2} m v_{\text{max}}^2 = W_1 - W_0$ D'où

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left(\frac{hc - \lambda_2 W_0}{\lambda_1} \right)}$$

A.N : $v_{\text{max}} = 2,88 \times 10^5$ m/s

23.1.4. Potentiel d'arrêt de la cellule photoémissive :

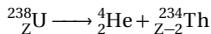
$$E_{\text{cmax}} = eU_s \leftrightarrow \frac{1}{2} m_e v_{\text{max}}^2 = eU_s$$

D'où $U_s = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2e}$

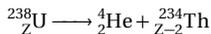
A.N : $U_s = 0,24$ V

23.2. Partie B : Désintégration radioactive de l'uranium.

23.2.1. Équation de la désintégration radioactive : Z étant le numéro atomique de l'uranium, on a :



ou bien si on sait que $Z = 92$;



23.2.2. Définition : La demi-vie d'un radionucléide est le temps nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon radioactif se désintègre.

23.2.3. Masse d'uranium qui reste au bout de 10 ans :

On a : $m = m_0 e^{-\lambda t}$, si on pose

$$T = t_{1/2} = 4,5 \times 10^{-5} \text{ ans} \\ \rightarrow m = m_0 e^{-(\ln 2/T)t}$$

A.N : $m = m_0 = 1$ g

Solution 24. (p. 13)

Exploitation des résultats expérimentaux

24.1. Types d'oscillations observées :

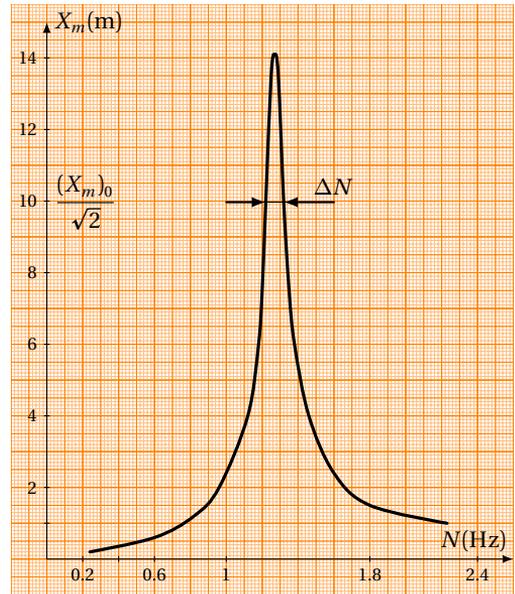
On observe les oscillations mécaniques forcées.

■ Précision de l'excitateur et du résonateur :

L'excitateur est le (moteur + excentrique) ;

■ Le résonateur est le pendule élastique (ressort + solide de masse m).

24.2. Représentation du graphe $X_m = f(N)$:



24.3. Phénomène physique mis en évidence par le graphique :

Phénomène de résonance d'amplitude.

24.4. 24.4.1. Largeur de la bande passante :

La valeur maximale de l'amplitude est $(X_m)_0 = 14,1$ cm.

La bande passante correspond aux valeurs des fréquences pour lesquelles $X_m \geq \frac{(X_m)_0}{\sqrt{2}}$;

$$\frac{(X_m)_0}{\sqrt{2}} = \frac{14,1}{\sqrt{2}} = 9,97 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

La largeur de la bande passante est donc :

$$\Delta N = N_2 - N_1 = 1,32 - 1,22 = 0,1 \text{ Hz} \\ 0,08 \text{ Hz} \leq \Delta N \leq 0,12 \text{ Hz}$$

24.4.2. Valeur de la fréquence propre du résonateur :

C'est la fréquence correspondante à la valeur maximale de l'amplitude ; soit : $N_0 = 1,27$ Hz

24.5. Constante de raideur du ressort : On a :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ or } N_0 = \frac{1}{T_0} \leftrightarrow N_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \\ \leftrightarrow N_0^2 = \frac{k}{4\pi^2 m} \rightarrow k = 4\pi^2 m N_0^2$$

A.N : $k = 13,7$ N/m

