$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \qquad \Delta E_C = \sum W_{\vec{F}_{ext}}$$

Centre d'encadrement MAJFONO

Sujets corrigés de sciences physiques au baccalauréat

$$\sum M_{\vec{F}_{ext}} = J_{\Delta}\ddot{\theta}$$

Fred Williamson

Terminales C, D, E

Fred Williamson

Technicien Supérieur de la Statistique

Adresses emails :

missiloufredwilliamson@yahoo.fr

cmfredwilliamson@gmail.com

Tel : 06 881 03 88

06 639 57 38

Sujets et corrigés de sciences physiques au baccalauréat

Terminales D,C,E

Point de vente :

Kiosque situé à l'arrêt liberté, au croisement de l'avenu Marien Ngouabi avec la rue Okoyo du quartier Talangaï.

Centre d'encadrement majfono

Février 2014

AVANT-PROPOS

Ce document est destiné aux candidats au baccalauréat des séries C, E et D, il peut également servir pour la préparation des différents concours organisés par l'Université Marien Ngouabi, notamment le concours d'entrée à l'École Normale Supérieure (ENS) et celui de l'ENSP.

Ce document regroupe, par chapitre, des exercices des baccalauréats congolais (64 %) et camerounais (21 %) des sessions précédentes et 15 % des exercices types ; les solutions de ces exercices visent à faire acquérir à l'élève la démarche nécessaire à suivre lors de la résolution d'un exercice de sciences physiques au baccalauréat.

Nous remercions tous ceux qui ont participé à la réalisation de ce document notamment Nono OKO, MBERI Ferolga, Matondo MALWEKI, Benith MOUANDA, Jehovanie ADOUA, NIANGA Alex Rolph, Christ MIAMPIO, Azer NGOUALA MPANDZOU, Stève Odilan NGOMA MILANDOU, Christian MISSILOU pour leurs contributions, leurs relectures attentives et leurs conseils.

Nous resterons attentives aux éventuelles contributions en termes de suggestions, critiques ou apports nouveaux pour la mise à jour périodique de ce document.

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

$\sum \vec{F}_{ext}$	Somme des Forces Extérieurs
$\sum W_{\vec{F}_{ext}}$	Somme des Travaux des Forces Extérieurs
$\sum M_{\vec{F}_{ext}}$	Somme des Moments des Forces Extérieurs
ΔE_c	Variation de l'énergie cinétique
E_c	Énergie Cinétique
E_m	Énergie mécanique
E_p	Énergie Potentielle
CMFW	COMMANDO MISSILOU Fred Williamson
MCU	Mouvement Circulaire Uniforme
MCUV	Mouvement Circulaire Uniformément Varié
MRU	Mouvement Rectiligne Uniforme
MRUV	Mouvement Rectiligne Uniformément Varié
TAA	Théorème de l'Accélération Angulaire
TCI	Théorème du Centre d'Inertie
TEC	Théorème de l'Énergie Cinétique

TABLE DE MATIÈRES

Liste des exercices

Partie A : Exercices

Section A.1 : Physique

Plan incliné, mouvements de translation et projectile

Exercice 1 : Bac D 2004

Un corps C de masse m = 100 g, est lancé du point A suivant la ligne de plus grande pente AB d'un plan incliné, avec une vitesse initiale V_A = 5 m/s (voir figure)

1- Le plan incliné forme un angle α = 30° avec l'horizontale. Les frottements sont négligeables.

a- Calculer l'énergie cinétique du corps C au sommet B. En déduire sa vitesse V_B en ce point.

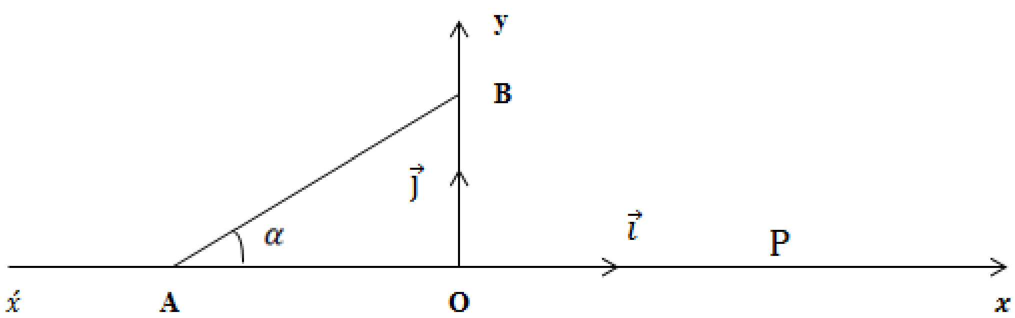
b- Quelle est l'énergie mécanique du système formé par le corps C et la terre.

2- Le corps C quitte le plan incliné au point B. Déterminer :

a- L'équation de la trajectoire du mouvement du corps C après le point B.

b- Les coordonnées du point P, point d'intersection de cette trajectoire avec l'axe (O, x).

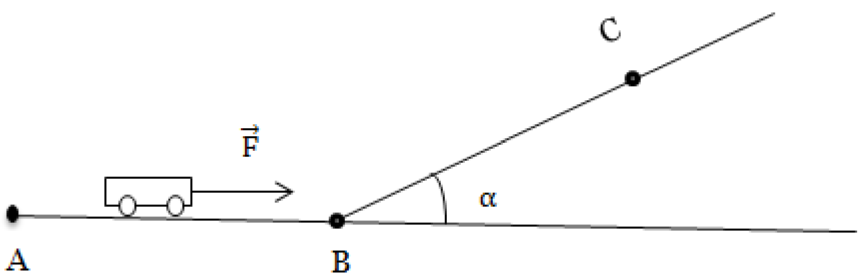
On donne AB = 1 m, g = 10 m/s².



Exercice 2 : Bac D 2012

Partant du repos, un ouvrier pousse un chariot de masse m = 60 kg sur une distance AB. L'ouvrier exerce pour cela une force $\vec{F}$ horizontale supposée constante le long du parcours AB. Ensuite, sous l'effet de l'énergie cinétique acquise en B, le chariot se déplace sur un plan incliné de l'angle α par rapport à l'horizontale comme l'indique la figure ci-contre.

L'intensité des forces de frottements le long de tout le trajet ABC est constante et égale à $\frac{P}{20}$.



1- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique.

a- Exprimer la vitesse V_B du chariot au point B en fonction de F, m, l et g.

b- Exprimer la vitesse V_C du chariot au point C en fonction de V_B, g, BC et α puis en fonction de F, m, g, l, BC et α.

2- Déterminer la valeur de la force F exercée par l'ouvrier pour que le chariot atteigne le point C avec une vitesse nulle.

On donne AB = l = 30 m ; BC = 6 m ; α = 25° ; g = 10 m/s².

Exercice 3 : Bac D 2006 Cameroun

1- Un camion de masse totale M = 2,4 tonnes grimpe une côte rectiligne AB, incliné d'un angle α = 30° par rapport à l'horizontale.
Partant du repos A, il accélère uniformément sa vitesse atteignant 18 km/h en 10 s. Il garde la même accélération jusqu'en B. Les forces de frottements sur ce trajet sont équivalentes à une force unique $\vec{f}$ parallèle à la ligne de plus grande pente dont l'intensité est f = 400 N.

1-1- Citer les forces qui s'exercent sur le véhicule au cours de cette montée ; les représenter sur un schéma clair.

1-2- Calculer :

a- L'accélération du mouvement du véhicule.

b- L'intensité F de la force motrice exercée par le moteur du camion.

c- La vitesse du véhicule au sommet B de la côte, sachant que AB = 196 m.

d- L'énergie mécanique Em du système $[camion - terre]$au sommet B de la côte. On prendra pour niveau de référence de l'énergie potentielle le plan horizontal passant par A.

2- Le camion aborde ensuite en roue libre (la force motrice est alors annulée), avec la vitesse acquise en B, un virage de rayon r, le plan de la trajectoire étant horizontal. Sachant que r = 250 m et que la force de frottement précédemment définie est considérée comme nulle, calculer l'angle d'inclinaison de la réaction R de la route par rapport à la verticale pour que le virage soit possible sans dérapage.
On prendra g = 9,8 m/s².

Exercice 4 : Bac C 2001 Cameroun

On se propose d'étudier un coup franc direct en football en faisant les hypothèses simplificatrices suivantes :

Le ballon est une sphère de rayon r = 15 cm sur laquelle l'influence de l'air est négligeable. Le champ de pesanteur est uniforme et à une valeur de 9,8 m/s². Le ballon est posé sur le sol horizontal, face au but de hauteur h = 2,44 m et à la distance d = 25,0 m de celui-ci. On définit un repère (0, i, j). L'origine O est le centre du ballon posé sur le sol, i est dirigé perpendiculairement vers le but et selon la verticale ascendante. Le joueur tirant le coup franc communique au ballon une vitesse initiale V_0 dans le plan (0, i, j), inclinée par rapport à l'horizontale d'un angle $\alpha = 30°$.

1- Schématiser la situation.
2- Monter que la trajectoire du centre d'inertie du ballon est plane.
3- Déterminer l'équation de cette trajectoire dans le repère (0, i, j) en fonction de g, α et V_0.
4- Quelle doit être la vitesse initiale du ballon pour qu'il pénètre dans le but au ras de la barre transversale ? (Ne pas oublier la dimension du ballon)
5- De quel temps (entre l'instant du tir et celui de l'arrivée du ballon sous la barre) dispose le gardien de but pour évaluer la trajectoire et intercepter le ballon ?

Déflexion électrique

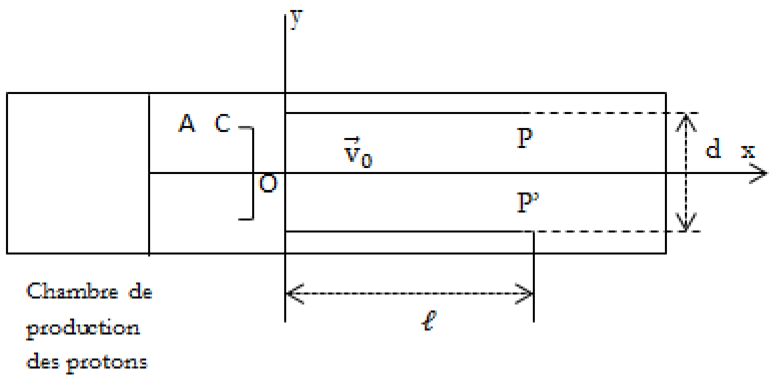
Exercice 5 : Bac F_2, F_3 Cameroun

On considère le dispositif ci-dessous. Les protons pénètrent en O avec une vitesse $\vec{v}_0$ entre les plaques P et P' distantes de d = 2,5 cm et de longueur ℓ = 10 cm. On applique entre les plaques une tension U créant un champ électrique uniforme de valeur E. La déviation des protons est dirigée vers le haut. La force de pesanteur est négligeable.

1- Monter que l'équation cartésienne de la trajectoire entre les plaques est donnée par la relation : $y = \frac{qE}{2.m.v_0^2}x^2$.

2- Donner la condition pour que le faisceau de protons sorte du champ électrique sans heurter l'une des plaques.

3- Calculer la valeur maximale de la tension U pour que cette condition soit réalisée.



Satellite

Exercice 6 : Bac C 2003 Cameroun

On rappelle que la norme de la force de gravitation subie par un point matériel de masse m, à la distance (R + h) du centre de la terre est $F = \frac{mg_0R^2}{(R+h)^2}$, où R est le rayon de terre , g_0 l'intensité du champ de gravitation à la surface de la terre, et h l'altitude. (on donne : R = 6400 km ; g_0 = 9,8 m/s².)

1- Un satellite décrit autour de la terre une orbite circulaire, à une altitude h, à la vitesse constante $v = 7.10^3$ m/s. Calculer h ainsi que la durée T d'une révolution.

2- Quand dit-on qu'un satellite est géostationnaire ? À quelle distance h' doit graviter le satellite précédent pour être géostationnaire ?
On donne la durée du jour sidéral : 86164 s.

3- L'énergie potentielle de gravitation du système $[\text{satellie} - \text{terre}]$ s'écrit :
$Ep = \frac{mg_0R^2}{R+h}$ où m est la masse du satellite.

3-1- Quelle est l'altitude de référence de Ep ?

3-2- Déterminer l'expression de l'énergie mécanique totale du système $[\text{satellie} - \text{terre}]$ en fonction de m, g_0, R et h.

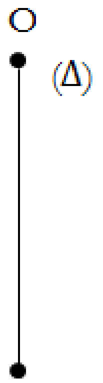
3-3- Calculer l'énergie à fournir au satellite pour le faire passer de l'orbite d'altitude h à l'orbite de l'altitude h'. On donne m = 1,5 tonne.

Oscillateurs mécaniques

Pendule pesant

Exercice 7 : Bac D 2013

Une tige homogène OA de longueur L = 1 m, de masse m = 100 g peut osciller sans frottement autour d'un axe horizontal (Δ) passant par son extrémité supérieure O. on fixe à l'autre extrémité A de la tige une masse $m_A = \frac{3m}{2}$ .Le pendule ainsi constitué est écarté de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_0 = 0{,}15$ rad ; puis il est abandonné sans vitesse initiale A (m_A)



1- Soit G le centre d'inertie du système ainsi constitué.

a- Montrer que la position du centre d'inertie G est tel que $OG = \frac{4L}{5}$.

b- Calculer le moment d'inertie J_Δ du système par rapport à (Δ).

2-a- En utilisant la méthode énergétique, déterminer la nature du mouvement de ce pendule pour des oscillations de faible amplitude.

b- Écrire l'équation horaire du mouvement de ce pendule en prenant pour origine des temps, l'instant où on l'abandonne.

Exercice 8 : Bac C Blanc 2013

Une sphère homogène de rayon de R = 5,0 cm et de masse M = 0,2 kg peut tourner sans frottement autour de son axe de révolution horizontal (Δ). La sphère est traversée suivant un diamètre passant par son centre de symétrie O, par une tige (T) considéré sans masse, portant à son extrémité A une masse ponctuelle $m = \frac{M}{2} = 0{,}1$ kg. La longueur totale est AB = 2L = 90 cm et OA = OB = L. On prendra g = 9,81 m/s².

1- Montrer que :

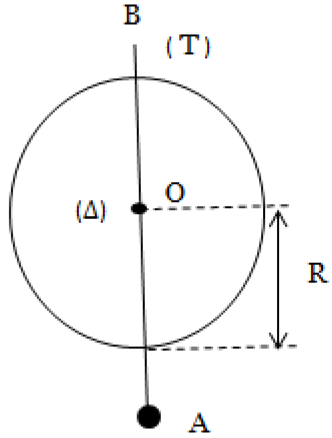
a- La position du centre d'inertie G du système est $OG = \frac{1}{3}L$.

b- Le moment d'inertie du système par rapport à (Δ) est $J_{S/\Delta} = M\left(\frac{2R^2}{5} + \frac{L^2}{2}\right)$.

2- Le système est dans sa position d'équilibre stable. On l'écarte de sa d'un angle $\theta_m = 0{,}05$ rad et on lâche sans vitesse initiale à l'instant t = 0.

a- En utilisant la méthode énergétique, donner la nature du mouvement du système. En déduire la pulsation propre du mouvement. On prendra g = 10 m/s².

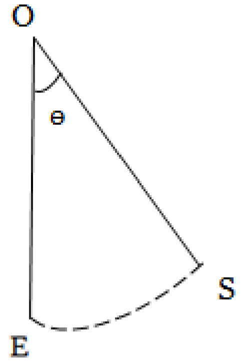
b- Établir l'expression de l'équation horaire $\theta = f(t)$.



Pendule simple

Exercice 9 : Bac C 2013

Un solide S supposé ponctuel, de masse m est attaché à l'extrémité d'un fil fin, inextensible de masse négligeable de longueur ℓ.



L'autre extrémité du fil est fixé au point O. on écarte S d'un angle θ_mà partir de la verticale OE et on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant t = 0.

A une autre date t, l'abscisse et la vitesse angulaire du solide S sont respectivement θ et $\dot{\theta}$. On considère nulle l'énergie potentielle de pesanteur du système « solide+terre » au plan horizontal passant par E.

1-a- Établir l'expression de l'énergie mécanique E_m du système solide-terre en fonction de m, ℓ, g, θ, et $\dot{\theta}$. (g étant l'intensité de la pesanteur)

b- Monter que cette énergie est constante.

2- Les oscillations sont de faibles amplitudes.

a- En utilisant les résultats de la question 1, monter que l'équation différentielle du mouvement a pour expression $\ddot{\theta} + \frac{g}{\ell.}\theta = 0$

b- Calculer la période propre T_0.

c- Établir l'expression $\theta =$ f(t) de l'abscisse angulaire en fonction du temps sachant que $\theta_m = 6°$. On donne ℓ = 60 cm ; g = 9,8m/s² ;1° = 1,744.10^{-2}rad

Exercice 10 : Bac D 2006

Un pendule simple est constitué d'un fil de longueur L = 1 m et d'une bille A de masse m = 100 g supposée ponctuelle.

À partir de la position d'équilibre, on écarte ce pendule d'un angle θ = 30° et on l'abandonne sans vitesse initiale.

Quelle est la vitesse de la bille A quand elle passe par la verticale ?

En arrivant à la verticale, la bille A heurte de plein fouet une bille B au repos de masse m_B = 50 g.

Calculer les vitesses de A et B après le choc supposé parfaitement élastique.

La bille B est placée sur le bord d'une table horizontale. Calculer la distance D entre le point de chute et la verticale passant par le point de départ de la bille B.

On donne : g = 10 m.s^{-2}; hauteur de la table h = 80 cm ; l'action de l'air est négligée.

Exercice 11 : Bac D 2006

Un pendule simple est constitué d'un fil de longueur L = 1 m et d'une bille A de masse m = 100 g supposée ponctuelle.

À partir de la position d'équilibre, on écarte ce pendule d'un angle $\theta = 30°$ et on l'abandonne sans vitesse initiale.

1- Quelle est la vitesse de la bille A quand elle passe par la verticale ?

a- En arrivant à la verticale, la bille A heurte de plein fouet une Bille au repos de masse $m_B = 50$ g.

b- La bille B est placée sur le bord d'une table horizontale. Calculer la distance D entre le point de chute et la verticale passant par le point de départ de la bille B.

On donne g = 10 m/s² ; hauteur de la table h = 80 cm ; l'action de l'air est négligée.

Exercice 12

Un pendule simple est constitué d'un fil de longueur $\ell = 60$ cm et d'une petite sphère métallique de masse m = 100 g.

1-1- Lorsque le pendule est en équilibre, on communique à la sphère une vitesse horizontale de valeur $v_0 = 0{,}4$ m/s

Donner l'expression de l'énergie potentielle Ep de pesanteur en fonction de m, ℓ et θ.

1-2- Que devient cette expression dans l'approximation des petits angles ?

2-1- Exprimer l'énergie mécanique E_m du pendule en fonction de son abscisse angulaire θ et $\dot{\theta}$.

2-2- Donner la nouvelle expression dans l'approximation des petits angles.

2-2- Calculer l'amplitude angulaire θ_0 du mouvement.

L'approximation des petits angles est-elle justifiée ?

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur correspondant à sa position d'équilibre.

Exercice 13 : Bac E 2006 Cameroun

Un pendule simple est constitué d'un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur $\ell = 1{,}0$ m ; à une de ses extrémités est attaché un solide ponctuel (S), de masse m = 100 g. l'autre extrémité est fixé en O. on néglige les frottements.

1- On écarte le pendule de $\theta_0 = 8°$ et le lâche sans vitesse initiale.

1-1- Établir l'équation différentielle des oscillations prises par le solide S. En déduire l'expression $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

1-2- Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.

1-3- Appliquer ce théorème pour exprimer, en fonction de ℓ , g, et θ_0, la vitesse v avec laquelle la masse passe à la verticale de O.

1-4- Par l'application du théorème du centre d'inertie, exprimer la tension du fil au passage par la verticale en fonction de ℓ , g, θ_0 et m.

2- À la verticale de O et à la distance OC = $\frac{1}{4}\ell$, on place un clou C sur lequel vient buter le fil.L'amplitude initial étant θ_0 = 60°, le solide est lâché sans vitesse initiale d'un point A. Le fil vient buter sur le clou et le solide s'élève jusqu'à un point B et l'angle formé par le fil avec la verticale est maintenant θ_B.

2-1- Exprimer E_A et E_B, les énergies mécaniques du système (pendule-terre) en A et B.

2-2- En considérant le système conservatif, calculer la valeur de l'angle θ_B. On prendra g = 9,8 m/s² et le plan horizontal passant par la position d'équilibre comme référence des altitudes.

Pendule élastique

Exercice 14 : Bac D 2011

On considère un ressort élastique de masse négligeable de constante de raideur k = 26 N/m, suspendu verticalement par l'une de ses extrémités à une potence. À l'autre extrémité, on fixe un solide (S) de masse m, le ressort s'allonge de Δl_0 .

1- Écrire la relation donnant l'allongement Δl_0 du ressort à l'équilibre en fonction de k, m et g.

2- Le solide (S) est écarté de sa position d'équilibre de 3 cm vers le bas, puis lâché sans vitesse initiale à la date t = 0. La période des oscillations libres est T = 0,52 s.

a- Établir l'équation différentielle du mouvement du solide (S).

b- Déterminer la masse de ce solide.

3- Déterminer l'équation horaire du mouvement de (S).

4- Trouver la vitesse du solide (S) au premier passage par la position d'équilibre.

On donne g = 10 m/s².

Exercice 15

Un solide (S) de masse m = 500 g, relié à un ressort de masse négligeable et de raideur k = 20 N/m, oscille sur un plan horizontal avec une amplitude x_m = 3 cm.

1- Calculer l'énergie mécanique totale du système et la vitesse maximale du solide (S).

2- Quelle est la vitesse du solide à la position x = 2 cm ?

3- Calculer les énergies cinétique et potentielle du système à la position x = 2 cm.

Exercice 16

Un pendule élastique est constitué d'un solide de masse m = 200 g fixé à l'extrémité mobile d'un ressort de raideur k = 5 N/m. Il oscille autour de sa position d'équilibre avec une amplitude de 5 cm. À l'origine des dates, le centre d'inertie du solide occupe la position d'élongation maximale.

1- Calculer la pulsation propre ω_0 du système oscillant puis déduire la période propre et la fréquence propre de son mouvement.

2- Donner les équations horaires de la position et de la vitesse du centre d'inertie G du solide.

3- Déterminer la vitesse maximale du centre d'inertie du solide.

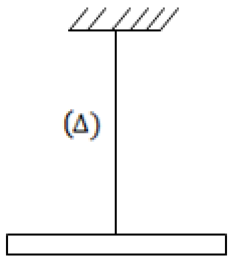
Pendule de torsion

Exercice 17 : Bac D Blanc 2009

Un disque plein homogène en platine de rayon R = 10 cm et de masse 20 g, est suspendu à un fil de torsion vertical, dirigé suivant l'axe du disque. L'extrémité supérieure est attachée à un point fixe.

1- Calculer le moment d'inertie J_0 du disque.

2- On place symétriquement par rapport au fil deux masselottes identiques m = m' = 50 g à la distance R du fil. On fait tourner le disque, muni de ses deux masselottes, autour de sa position d'équilibre d'un angle α = 0,2 rad, puis on l'abandonne sans vitesse initiale à l'origine des dates. En utilisant la méthode énergétique, Déterminé :



a- L'équation différentielle du mouvement ainsi que l'expression littérale de la période du pendule ainsi constitué.

b- La valeur de la constante de torsion du fil si le pendule bat la seconde c'est-à-dire T_0 = 2 s. On prendra g = 10 m/s^2.

c- L'équation horaire du mouvement.

Pendule conique

Exercice 18 : Bac C 2002 Cameroun

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

1- Faire l'inventaire des forces appliquées au corps C.

2- Calculer la longueur du ressort ℓ_1 à l'équilibre.

3- Calculer l'intensité de la force $\vec{R}$ exercée par la tige OT sur le corps C.

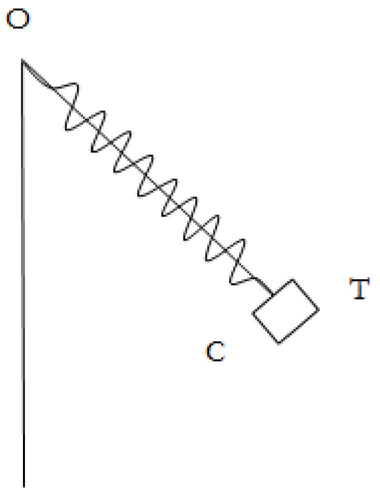
4- On donne : $\ell_0 = 0{,}2$ m ; k = 25 N/m ; $\theta = 30°$; m = 200 g ; g = 9,8 m/s².

La tige étant supprimée, l'ensemble tourne autour de l'axe Δ à la vitesse angulaire constante ω ; le ressort n'oscille pas et à longueur ℓ_2.

4-1- Préciser la trajectoire décrite par le corps C.

4-2- Exprimer la longueur ℓ_2 en fonction de ω, m, θ, k et : ℓ_0.

4-3- Calculer ℓ_2 sachant que ω = 7 rad/s.



Ondes progressives

Exercice 19 : Bac D 2013

Une lame vibrante est munie d'une pointe dont l'extrémité frappe la surface d'une nappe d'eau en un point S.

La pointe a un mouvement rectiligne sinusoïdal de fréquence N = 50 Hz et d'amplitude a = 3 mm.

1- Établir l'équation horaire du mouvement de S, sachant qu'à t = 0 la source S est à son élongation maximale positive.

2- La nappe d'eau est le siège d'une onde progressive sinusoïdale transversale de longueur d'onde λ = 2 cm.

a- Calculer la célérité des ondes.

b- Établir l'équation horaire $Y_M(t)$ du mouvement d'un point M situé à la distance x = 8,5 cm de S.

c- Comparer les mouvements de S et M.

d- Représenter dans un même système d'axes les courbes $Y_S(t)$ et $Y_M(t)$.

Exercice 20 : Bac C 2013

L'extrémité (S) d'une corde élastique vibrante tendue horizontalement est animé d'un mouvement transversal sinusoïdal de fréquence N = 50 Hz et d'amplitude a = 5 mm. Des ondes se propagent le long de cette corde à la célérité V = 10m/s.

À l'instant t = 0, S commence à vibrer à partir de sa position d'équilibre en allant dans le sens des élongations positives.

1- Écrire l'équation horaire y_S(t) du mouvement du point S.

2- On considère le point M de la corde situé à 0,25 m de S.

a- À quel instant M commence à t-il à vibrer ?

b- Écrire l'équation horaire y_M(t) du mouvement de M.

c- Quelles sont les vitesses de M aux instants t_1= 1,25.10^{-2}s et t_2= 4,5.10^{-2}s.

d- Représenter sur le même système d'axes les graphes des fonctions y_S(t) et y_M(t) des mouvements de S et M.

Exercice 21 : Bac D 2002

L'extrémité (S) d'une corde élastique vibrante tendue horizontalement est animé d'un mouvement transversal sinusoïdal de fréquence N = 50 Hz et d'amplitude a = 1 cm. Des ondes se propagent le long de cette corde à la vitesse V = 1 m/s. À l'instant t = 0, l'élongation du point S est maximale et positive.

1- Écrire l'équation horaire du mouvement :

a- du point S.

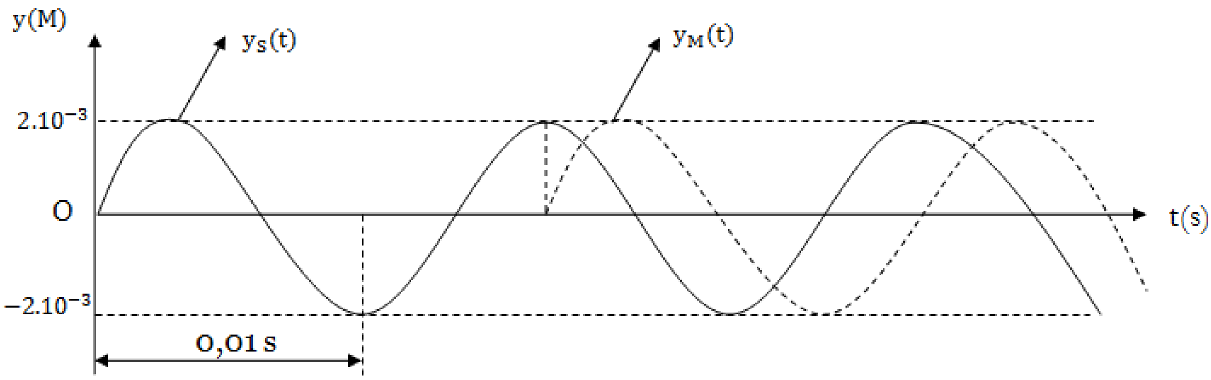
b- d'un point M situé à 1,5 cm de S.

2-a- Donner les courbes représentatives des deux mouvements dans un même système d'axes.

b- Déduire de ces courbes le décalage horaire entre les deux mouvements.

Exercice 22 : Bac D 2003

Un vibreur est relié à l'une de ses extrémités S d'une longue corde. À l'instant t = 0, S commence à vibrer à partir de sa position d'équilibre, prise pour origine des élongations, avec une vitesse positive. Ces vibrations de période T, de fréquence N, d'amplitude a, ont pour célérité V = 20 m/s. on néglige les réflexions des ondes à l'autre extrémité de la corde. Les élongations $y_S(t)$ du point S et $y_M(t)$ du point M sont ci-dessous représentées.



1-a- Quelles sont les valeurs de l'amplitude a et de la fréquence N des vibrations?

b- Déterminer le retard θ avec lequel le point M commence son mouvement par rapport à S. Déduire la distance SM = x.

2- Les points S et M vibrent-ils en phase ? En opposition de phase ou en quadrature de phase ? Justifier la réponse.

3- Établir les équations horaires $y_S(t)$ et $y_M(t)$ des mouvements de S et M.

Effet photoélectrique

Exercice 23 : Bac D 2013

On éclaire une cellule photo électrique au Césium successivement avec deux radiations lumineuses de longueur d'onde λ_1= 410 nm et λ_2= 740 nm. On rappelle que 1 nm = 10^{-9}m.

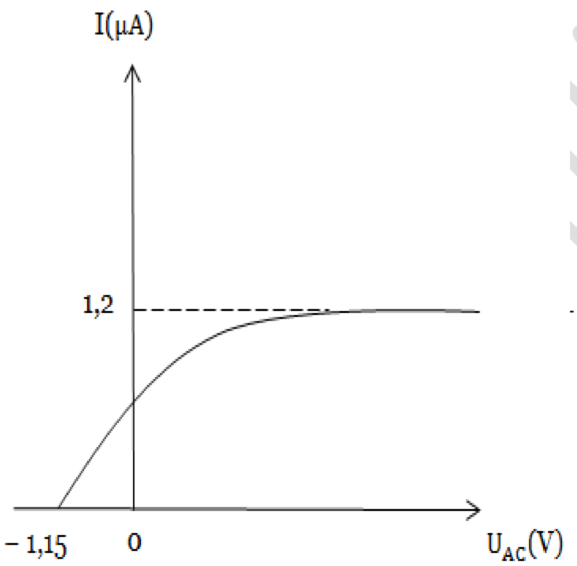
1- La longueur d'onde seuil photo électrique du césium est λ_0= 660 nm.

a- Donner la définition de la longueur d'onde seuil.

b- Parmi les deux radiateurs préciser celle qui provoque l'émission d'électrons.

2- Pour la radiation qui provoque l'émission d'électrons, calculer en électron volt (eV) l'énergie cinétique maximale d'un électron émis par la cathode.

3- On établit entre l'anode et la cathode une tension variable U_{AC} et on note l'intensité du courant pour chaque valeur d'U_{AC}.



On donne la caractéristique I = f(U_{AC}).

a- Que signifient les nombres -1,15 V et 1,2 µA ?

b- Calculer la tension U_{AC} pour laquelle les électrons arrivent à l'anode de la vitesse V_A= 2000 km/s.

- lorsqu'on a obtenu le courant de saturation, déterminer le nombre d'électron émis par la cathode en 16 s.

Exercice 24 : Bac D Blanc 2009

Au cours d'une expérience sur l'effet photo électrique, une radiation de longueur d'onde λ_1= 0,4 µm émet des électrons dont l'énergie cinétique maximale vaut E_{C_1} = 1,4.10^{-19}J. Sur la même cathode, une radiation de longueur d'onde λ_2= 0,3 µm émet des électrons dont l'énergie cinétique maximale vaut E_{C_2}= 3,06.10^{-19} J

1- Montrer que pour cette expérience, la constante de planck a pour valeur h = 6,64.10^{-34} J.S

2- Calculer en joules et en électronvolt le travail d'extraction d'un électron de cette cathode.

3- En déduire la longueur d'onde et la fréquence du seuil photoélectrique.

4- Pour longueur d'onde λ_1, quelle différence de potentielle faut-il appliquer entre l'anode et la cathode pour arrêter le débit des électrons ?

On donne : célérité de la lumière dans le vide : C = 3.10^{8} $m.s^{-1}$;

Masse de l'électron m_e = $9{,}1.10^{-31}$kg ; 1 μm = 10^{-6} m.

Charge élémentaire e = $1{,}6.10^{-19}$ C ;

Exercice 25

La radiation correspondant au seuil photoélectrique d'une cellule est λ_0 = 0,684 μm.

1- Calculer, en joules puis en électronvolts, le travail d'extraction W_0 d'un électron de la cathode de cette cellule.

2- La cellule est éclairée par la radiation de longueur d'onde λ_0. Calculer la vitesse des électrons arrivant sur l'anode lorsque la différence de potentiel entre l'anode et la cathode vaut U_{AC} = 10 V.

3- La cellule est maintenant éclairée par une radiation de longueur d'onde λ = 0,532 μm. Calculer :

3-1- La vitesse maximale des électrons émis par la cathode.

Le potentiel d'arrêt U_0 de la cellule à cette fréquence.

Exercice 26 : Bac C 2004 Cameroun

On dispose d'une cellule photoélectrique dont la cathode est en césium de longueur d'onde λ_0= 660 nm.

1- Calculer l'énergie minimale W_0 à fournir à ce métal pour extraire un électron.

2- On applique entre l'anode et la cathode une différence de potentielle U_{AC} = 10 V et on éclaire la cellule avec une radiation lumineuse de longueur d'onde λ = 400 nm.

2-1- Calculer l'énergie W d'un photon incident.

2-2- Calculer la vitesse maximale, dans l'hypothèse non relativiste, d'un électron :

2-2-1- Qui sort de la cathode.

2-2-2- Qui arrive sur l'anode.

3- La source lumineuse précédente est supposée ponctuelle et isotrope (c'est-à-dire qu'elle rayonne de manière uniforme dans toutes les régions de l'espace). La photocathode de surface s = 4 cm² est située à une distance R = 1m de la source. Le rendement quantique de la cellule est 0,3 % ; l'intensité du courant de saturation est de 0,02 mA lorsqu'on établit une tension suffisamment élevée pour atteindre la saturation.

3-1- Qu'appelle-ton, pour une cellule photoélectrique, courant de saturation ?

3-2- Calculer la puissance rayonnante P reçue par la photocathode.

3-3- En déduire la puissance rayonnante totale P_t émise par la source.

On rappelle que la surface d'une sphère de rayon R est $S = 4\pi R^2$.

Exercice 27 : Bac C 2005 Cameroun

On éclaire la cathode d'une cellule photoélectrique au potassium à l'aide d'un faisceau lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 450$ nm et de puissance 5 W. Cette cathode émet alors $3,2.10^{11}$ électrons/s qui sont collectés par l'anode. Un galvanomètre permet de mesurer l'intensité du courant de photoémission. La fréquence du seuil photoélectrique du potassium est $N_0 = 5,46.10^{14}$ Hz.

1- À quoi correspond la fréquence du seuil photoélectrique d'un métal ?

2- Quelle est l'énergie cinétique maximale des électrons émis par la cathode ?

3- Quelles est l'intensité indiquée par le galvanomètre ?

4- Quelle serait l'intensité mesurée par le galvanomètre si on doublait la puissance du faisceau lumineux ?

5- Quelle serait l'intensité mesurée par le galvanomètre si on éclairait la cathode au potassium à l'aide d'un faisceau lumineux de puissance 20 W et de longueur d'onde 600 nm ?

Interférences mécaniques

Exercice 28 : Bac D 2009

Une lame à deux pointes crée des ondes circulaires, de fréquence N = 100 Hz, en deux points sources S_1 et S_2 d'une nappe d'eau distants de D = 2 cm. Ces ondes interfèrent entre S_1 et S_2.

1- Décrire le phénomène observé sur la surface de l'eau.

2- Les ondes parties S_1 et S_2 vibrent en phase, avec une phase initiale nulle, et ont une amplitude a.

a- Écrire les équations horaires des mouvements de S_1 et S_2 en fonction de a.

b- Établir l'équation, du mouvement d'un point M entre S_1 et S_2 tel que $S_1M = d_1$, $S_2M = d_2$ en fonction de a, d_1, d_2 et de la célérité C de propagation.

3- Sachant que la distance séparant le premier point au repos du deuxième point au repos est d = 1,8 cm.

a- Déterminer la valeur de la célérité C de propagation des ondes.

b- Combien existe-t-il des points de repos sur le segment de droite (S_1S_2) ?

Exercice 29 : Bac D 2006

On réalise une expérience d'interférence à la surface de l'eau. Deux pointes distantes de 3 cm frappent la surface de l'eau en deux points S_1 et S_2 qui constituent ainsi deux sources de vibrations sinusoïdales en phase de même amplitude a = 2 mm et de même fréquence f = 50 Hz. La célérité des ondes à la surface de l'eau est V = 25 cm/s.

1- Calculer la longueur d'onde des ondes issues de S_1et S_2.

2- Les équations horaires des mouvements de S_1 et S_2 sont : $y_{S_1}(t) = y_{S_2}(t)$ = a.sin 2πft un point M de la surface de l'eau est situé à la distance d_1 de S_1 et d_2 de S_2.

a- Établir l'expression littérale de l'élongation du mouvement résultant au point M en supposant que les vibrations de S_1 et S_2 arrivent en M avec la même amplitude.

b- Calculer l'amplitude du mouvement de M si d_1= 3 cm et d_2= 4 cm. Conclure.

c- Déterminer le nombre de franges d'amplitude nulle entre S_1 et S_2.

Exercice 30 : Bac D 2004

Une lame vibrante est munie d'une fourche à deux stylets qui produisent en deux points S_1 et S_2 (S_1S_2 = 6 cm) de la surface de l'eau, deux perturbations de même fréquence N = 50 Hz et de même amplitude a = 3 mm. La vitesse de la propagation des ondes est V = 0,4 m/s.

1- Écrire les équations horaires de S_1 et S_2.

On prendra comme origine des temps, le début des mouvements de S_1 et S_2 à partir de leur position d'équilibre dans le sens des élongations positives.

2- Soit un point M de la surface de l'eau situé à d_1= 2 cm de S_1et d_2= 5 cm de S_2.

a- établir l'équation horaire du mouvement de ce point en fonction de d_1,et d_2. Calculer son élongation.

b- Ce point appartient-il au segment S_1S_2 ?

3-a- Quelle est la forme des franges d'interférences ?

b- Calculer le nombre de points d'amplitude maximale sur le segment S_1S_2.

Interférences lumineuses

Exercice 31

1- S_1 et S_2 sont deux sources de lumières cohérentes (trous de Young). (E) est un écran d'observation disposé comme l'indique la figure ci-contre.

1-1- Pourquoi observe-t-on sur (E) des franges d'interférences ?

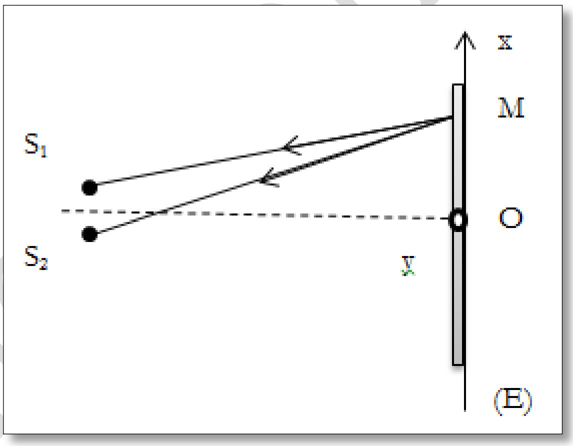
1-2- Quelle est la direction de ces franges ?

1-3- Un point M est tel que $S_2M - S_1M = 3{,}3\ \mu m$.

Déterminer l'ordre d'interférences du point M, puis déduire la nature de la frange correspondante lorsque la longueur d'onde de la lumière émise par les sources est égale à :

1-3-1- $\lambda = 0{,}55\ \mu m$?

1-3-2- $\lambda = 508\ nm$?



Exercice 32 :

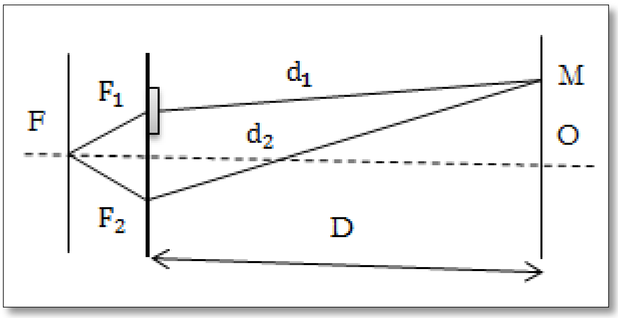
1- On réalise une expérience d'interférences lumineuses à l'aide du dispositif des franges de Young. La distance entre les sources secondaires est a = 1 mm et l'écran d'observation est placé à 2,0 m des deux sources.

2-1- Le système est éclairé par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ = 600 nm. Calculer la valeur de l'interfrange.

2-2- On interpose sur le trajet du faisceau lumineux issu de F1, une lame à faces parallèles d'épaisseur e = 20 mm et d'indice n = 1,5.

2-2-1- Montrer que le système de franges subit un décalage.

2-2-2- Déterminer le sens de l'amplitude de ce décalage.



Exercice 33 : Bac C 2003 Cameroun

Soit trois fentes fines, parallèles F, F_1, et F_2. Ces fentes coupent le plan de la figure en S, S_1 et S_2 et sont perpendiculaires à ce plan.

Une source monochromatique éclaire F. la lumière provenant de F est diffracté par F_1 et F_2.

1- Quelle est la direction des franges observées sur l'écran ? Pourquoi sont-elles dites délocalisées ?

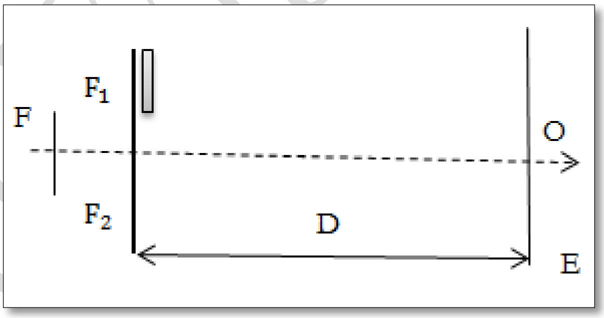
2- La distance comprise entre la troisième frange brillante et la cinquième frange brillante situées de part et d'autre de la frange centrale est d = 6,4 mm. Quelle est la longueur d'onde λ de la lumière émise par la source monochromatique ? On donne S_1S_2 = a = 1,5 mm ; D = 2 m.

3- On place derrière la fente F_1 une lame de verre de très faible épaisseur e = 4,8 µm et d'indice absolu n = 1,5. Dans quel sens et de combien se déplace la frange centrale ? Quel est alors l'ordre de la frange qui a pris sa place en O ?

4- La fente F est à présent éclairée par une lumière composée de deux radiations monochromatique de longueurs d'ondes respectives λ_1 = 0,42 µm et λ_2 = 0,60 µm .

4-1- Qu'observe-t-on sur l'écran ?

4-2- À quelle distance du point O observe –t-on sur l'écran la première coïncidence entre deux franges brillantes correspondant aux deux systèmes de frange ?



Courant alternatif et continu

Exercice 34 : Bac C 2013

Un circuit électrique comprend en série :

- ☞ Un résistor de résistance R = 20 Ω.
- ☞ Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.
- ☞ Un condensateur de capacité C.

1- On applique aux bornes de ce circuit une tension sinusoïdale de valeur efficace U et de fréquence $N_1 = 50$ Hz. Les mesures donnent alors les résultats suivants :

- ☞ Intensité efficace du courant dans le circuit $I_1 = 1,5$ A.
- ☞ Impédance de la bobine $Z_L = 30$ Ω .
- ☞ Impédance du condensateur $Z_C = 40$ Ω .

Déterminer :

a- La valeur efficace U de la tension aux bornes du circuit ;
b- L'inductance L de la bobine ;
c- La capacité C du condensateur ;
d- Montrer que le circuit est capacitif.

2- On applique maintenant aux bornes du circuit une nouvelle tension sinusoïdale de fréquence $N_2 = 100$ Hz et de même valeur efficace U que la tension précédente.

a- Calculer l'intensité efficace I_2 du courant dans le circuit.
b- Le circuit reste-t-il capacitif ? justifier.

Exercice 35 : Bac D 2006

Une portion de circuit MN comprend en série : un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 75$ Ω et un condensateur de capacité C = 32 μF.

Aux bornes Met N de cette portion de circuit, un générateur impose une tension sinusoïdale de fréquence f.

1- La tension efficace de aux bornes du condensateur est $U_C = 72$ V et l'intensité efficace du courant est I = 0,72 A. Calculer :

a- L'impédance du condensateur.
b- La fréquence de la tension sinusoïdale appliquée.
c- L'impédance de la portion de circuit MN.
d- Le facteur de puissance de la portion de circuit MN.

2- Pour la même fréquence f, quelle doit être la valeur de la résistance R_2 d'un autre condensateur ohmique monté en série avec la portion MN pour que le facteur puissance soit égal à 0,86.

Exercice 36 : Bac D 2004

Pour déterminer l'inductance propre L et la résistance R d'une bobine, on la relie aux bornes d'un générateur qui délivre une tension $u = 110\sqrt{2}\ \sin\ 100\pi t$ (volts). L'intensité efficace du courant est I = 0,41 A. La puissance moyenne consommée est P = 2,02 w.

1- Calculer :

a- L'impédance Z du circuit ;

b- Le facteur puissance cos φ .

2-a- Représenter le diagramme de Fresnel.

b- Donner l'expression de l'intensité instantanée i du courant.

3-a- Donner les expressions :

- ☞ De l'impédance Z du circuit en fonction de R, L et .
- ☞ Du facteur de puissance en fonction de R et Z.

b- Déterminer R et L.

Exercice 37

Un dipôle RLC est alimenté par une tension sinusoïdale de valeur efficace U = 6 V et de fréquence 50 Hz. Déterminer :

1- L'impédance du dipôle ;

2- Le déphasage de la tension par rapport au courant ;

3- La fréquence du dipôle à la résonance ;

4- Le facteur de qualité du dipôle ;

5- Les tensions U_C et U_L aux bornes du condensateur et de la bobine. Que vaudraient-elles si la résistance R était 100 fois plus petite ?

6- Quel risque y a-t-il d'avoir un facteur de qualité trop important ?

Données : R = 100 Ω ; L = 1 H ; C = 10 μF.

Section A.2 : Chimie

Spectre de l'atome d'hydrogène

Exercice 38 : Bac D 2010

On rappelle que les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ avec $E_0 = 13{,}6$ eV n étant un entier positif.

1-a- Déterminer en joule l'énergie qu'il faut fournir a un atome d'hydrogène pour permettre son passage de l'état fondamental au premier état excité.

b- Que se passe-t-il si l'atome d'hydrogène dans son état fondamental, reçoit :

- ☞ un photon d'énergie $W = 1{,}83.10^{-18}$ J ?
- ☞ un électron d'énergie cinétique $E_C = 1{,}83.10^{-18}$ J ?

2- Définir et calculer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.

3- On considère la série Lyman.

a- Qu'appelle-t-on série de raies ?

b- L'analyse strioscopique permet de déceler la radiation de fréquence $\vartheta = 3{,}8.10^{15}$ Hz. À quelle transition correspond-t-elle ?

On donne $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.S ; $C = 3.10^{8}$ m/s ; 1 eV $= 1{,}6.10^{-19}$ J.

Exercice 39 : Bac 2003 Cameroun

Les niveaux d'énergies possibles de l'atome d'hydrogène sont données par la relation $E_n = \frac{E_0}{n^2}$, avec $E_0 = -13{,}6$ eV et n le numéro du niveau d'énergie.

1- À quoi correspond l'état fondamental d'un atome d'hydrogène ?
Préciser la valeur de n lorsque l'atome d'hydrogène est à l'état fondamental.

2- Qu'appelle-t-on par énergie d'ionisation ?
Calculer l'énergie d'ionisation (en eV) de cet atome.

3- À quoi correspondent les différentes raies de l'atome d'hydrogène ?

4- Pris dans son état fondamental, l'atome d'hydrogène est excité et son électron passe du niveau 1 au niveau 4.

4-1- Quelle est la valeur, en eV, de l'énergie reçue ?

4-2- Quelle est la fréquence ν de la radiation émise lors du retour à son état fondamental ?

5- On envoie sur les atomes d'hydrogène une radiation de fréquence $\nu_0 = 2.10^{15}$ Hz. Cette radiation sera-t-elle absorbée ? Justifier la réponse.
On donne : 1 eV $= 1{,}6.10^{-19}$ J ; $h = 6{,}63.10^{-34}$ J.S .

Exercice 40

Les différents niveaux E_n de l'atome h sont données par la formule $E_n = \frac{E_0}{n^2}$. E_n en eV, n est un entier supérieur ou égal à 1 appelé nombre quantique principal.

1- Faire le calcul des 8 différentes valeurs de E_n ($n = 1$, $n = 2$, $n = 3$, $n = 4$, $n = 5$, $n = 6$, $n = 7$, $n = \infty$).

2- Faire le schéma classique des diagrammes de ces niveaux d'énergie en utilisant l'échelle 1 cm pour 1 eV.

3- Quelle est l'énergie minimale, en eV et en joules, qu'il faut fournir à un atome H pour l'ioniser ?

4- Quelle est la plus courte longueur d'onde λ des différentes raies spectrales que peut émettre l'atome H lorsqu'il est excité ?

5- Représenter par des flèches, sur le diagramme, les transitions correspondant aux différentes raies d'émission de la série dite de Balmer, cette série correspond au retour de l'électron au niveau $n = 2$.

En déduire les deux longueurs λ_{max} et λ_{min} d'ondes limites de la série dite de Balmer, on rappellera E_{max} et E_{min}.

Exercice 41 : Bac 2006 Cameroun

1- Répondre par vrai ou faux aux affirmations suivantes :

a- L'état fondamental d'un atome est celui où il possède la plus grande énergie.

b- Quand un atome absorbe un photon, il peut passer à un niveau d'énergie supérieur.

2- Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation : $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$, avec n, entier positif non nul, et E_n en eV.

2-1- Établir l'expression littérale de la fréquence des radiations émises lorsque cet atome passe d'un état excité $n > 2$ à l'état $n = 2$ (série de Balmer).

2-2- L'analyse du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène révèle la présence des radiations de longueurs d'onde $\lambda_1 = 656$ nm, $\lambda_2 = 486$ nm, $\lambda_3 = 434$ nm, $\lambda_4 = 410$ nm.

2-2-1- Déterminer à quelles transitions correspondent ces radiations de la série de Balmer.

2-2-2- Tracer le diagramme représentant les transitions entre les différents niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène pour ces quatre raies. Échelle : 2 cm pour un 1 eV.

2-2-3- Un photon d'énergie 7 eV arrive sur un atome d'hydrogène. Que se passe-t-il si l'atome est : est dans l'état fondamental ? dans l'état excité ?

Données : $h = 6,62.10^{-34}$ J.S; 1 eV = $1,6.10^{-19}$ J. ; $C = 3.10^8$ m/s.

Notion de couple acide /base

Exercice 42 : Bac C 2013

Une solution d'acide éthanoïque (CH_3COOH) de concentration molaire $C_A = 10^{-2}$mol/L à un pH égal à 3,4

1-a- Écrire l'équation de dissociation ionique de l'acide éthanoïque dans l'eau.

b- Recenser les différentes espèces chimiques présentes dans la solution.

c- Déterminer leurs concentrations molaires.

2- Déterminer :

a- Le coefficient de dissociation ionique de l'acide.

b- Le pKa du couple-base CH_3COOH/CH_3COO^-.

3- Le pKa du couple-base $HCOOH/HCOO^-$ est égal à 3,8

a- Comparer la force des acides HCOOH et CH_3COOH.

b- Justifier.

Exercice 43 : Bac D 2011

On dissout 2,3 g d'acide méthanoïque HCOOH dans l'eau pure de façon à obtenir 500 mL de solution. Toutes les mesures sont réalisées à 25°C, le pH de cette solution est 2,4.

1-a- Calculer la concentration molaire volumique de la solution préparée.

b- Montrer que l'acide méthanoïque est un acide faible.

c- Écrire l'équation de dissociation de l'acide méthanoïque dans l'eau.

2-a- Faire l'inventaire toutes les espèces chimiques présentes dans la solution.

b- Calculer les concentrations molaires volumiques des différentes espèces chimiques.

3-a- Calculer le pKa du couple $HCOOH/HCOO^-$.

b- Le pKa du couple CH_3COOH/CH_3COO^- est 4,7. Comparer les forces des acides méthanoïque (HCOOH) et éthanoïque (CH_3COOH).

On donne en g/mol : C :12 ; O :16 ; H :1.

Exercice 44 : Bac D 2006

Une solution aqueuse d'acide éthanoïque CH_3COOH a été obtenue en dissolvant 10^{-4} mol de cet acide dans 100 cm^3 d'eau.

1-a- Déterminer la concentration molaire de cet acide.

b- Écrire l'équation chimique de la réaction de dissolution.

2- Sachant que dans les conditions de l'expérience, le coefficient de dissociation de cet acide est α.

a- Définir α.

b- Pour $\alpha = 0{,}12$ calculer le pH de la solution obtenu.

Exercice 45 : Bac D 2004

On a préparé une solution d'ammoniac S de pH égale à 11, en diluant une solution d'ammoniac S_1 vendue dans le commerce.

1- Déterminer les espèces chimiques présentes dans la solution S et calculer leurs concentrations molaires volumiques.

2- En déduire la concentration molaire volumique initiale de la solution S_1.

3- Sachant que S_1 a une concentration C_1 égale à 10 mol/L. Déterminer le volume de la solution S_1.

Radioactivité

Exercice 46 : Bac D Blanc 2009

Le polonium $^{210}_{84}Po$, noyau instable, subit une désintégration α en donnant un noyau de plomb (Pb) dans son état fondamental.

1- Calculer en joule, l'énergie de liaison du noyau polonium.

2- Écrire l'équation bilan de la réaction de désintégration en précisant les nombres de masse et de charge du noyau fils Pb

3- Calculer en MeV, l'énergie libérée lors de la désintégration d'un noyau de polonium en utilisant les données suivantes :

Unité de masse atomique : 1 u = 931,5 MeV/C^2= 1,66.10^{-27}kg

Noyau	Masse (en unité de masse atomique)
Po	m = 209,9369
Pb	m_1= 205,9296
He	m_2= 4,0015

4- La période du nucléide $^{210}_{84}Po$ est T = 138 jours.

a- Définir la demi-vie ou période du nucléide.

b- Un échantillon de polonium 210 a une masse initiale m_0 = 20 g. Calculer le nombre de noyau de polonium 210 correspondant.

c- Montrer que la masse de polonium à la date t peut s'écrire m = $m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$.

d- Calculer la masse de polonium disparu au bout de 414 jours.

On donne : constante d'Avogadro : $\mathcal{N}$= 6,02.$10^{23}mol^{-1}$

Masse molaire atomique du polonium 210 : M($^{210}_{84}Po$) = 210 g.mol^{-1}

Masse du proton : m_p = 1,00727 u Célérité de la lumière C = 3.10^8 m/s

Masse de neutron : m_n = 1,00866 u 1 eV = 1,6.10^{-19} J.

Exercice 47 : Bac D 2004

L'américium 241 ($^{241}_{95}Am$) est émetteur α. Le noyau fils correspond est neptinium (Np).

1- Écrire en la justifiant l'équation bilan de la désintégration d'un noyau $^{241}_{95}Am$.

2-a- Calculer, en MeV puis en joule, l'énergie libérée au cours de cette réaction.

On donne :$m_{(^{241}_{95}Am)}$ = 241,05682 u ; $m_{(Np)}$ = 237,04817 u ;

$m_{(^4_2He)}$ = 4,00260 u ; 1 u = 931,5 MeV/C² ; 1 MeV = 1,6022.10^{-16}J

b- Dire sous quelle forme se retrouve cette énergie si le noyau fils est obtenu à l'état fondamental.

c- La désintégration s'accompagne d'un rayonnement γ.

☞ Expliquer ce phénomène

La somme des énergies cinétiques E_{C_α} de la particule α et $E_{C_{Np}}$ du noyau fils est 5 MeV

☞ Calculer l'énergie du rayonnement γ.

Exercice 48 : Bac D 2006

Le potassium ${}^{40}_{19}K$ est radio actif et se désintègre en donnant de l'argon ${}^{40}_{18}Ar$.

1-a- Écrire l'équation de cette réaction nucléaire.

b- De quel type de désintégration s'agit-t-il ?

2- Un échantillon contient initialement N_O atomes de potassium 40.

Exprimer en fonction du temps les nombres N_k d'atomes de potassium 40 et N_{Ar} d'atomes d'argon 40 présents à une date t dans l'échantillon.

3- L'analyse de cet échantillon réalisé à la date t relève qu'il contient des atomes d'argon 40 en nombre deux fois moins que les atomes de potassium 40.

Calculer l'âge t de l'échantillon

Données : période radioactive ou « demi-vie » du potassium : T = 10^9 ans.

Solution aqueuse

Exercice 49 : Bac D Blanc 2009

1- Écrire les équations des demi-réactions des couples MnO_4^- / MnO_2 et O_2 / H_2O. En déduire l'équation-bilan de la réaction d'oxydation de l'eau pure par les ions permanganate.

2- On réalise une pile à partir de ces couples. Faire le schéma de la pile en indiquant ses pôles ainsi que les sens de circulation du courant et des électrons.

3- On laisse fonctionner la pile pendant un certain temps, on recueille un volume de dioxygène égal à 0,112 L, volume mesuré dans les conditions normales de température et de pression. Calculer :

a- La quantité d'électricité qui a circulé pendant ce temps.

b- La durée correspondante de fonctionnement sachant que l'intensité de courant qui a circulé est de 300 mA.

On donne : constante d'Avogadro : $\mathcal{N} = 6{,}02.10^{23} mol^{-1}$; Volume molaire : Vm = 22,4 L, charge élémentaire : e = $1{,}6.10^{-19}$C .

Exercice 50 : Bac C 2010

On fait réagir totalement de la limaille de fer de masse m = 16,8 g avec une solution d'acide sulfurique dilué de volume V = 500 ml. On obtient une solution S.

1-a- Écrire les demi-équations redox et l'équation bilan de la réaction.

b- Quel est le volume de gaz dégagé dans les CNTP ?

c- Quelle est la concentration de la solution S ?

2- La solution S est utilisée pour doser une solution de bichromate de potassium ($2K^+ + Cr_2O_7^{2-}$) de volume égal à 10 cm^3 en milieu acide. Pour atteindre l'équivalence, il a fallu utiliser un volume égal à 20 ml de solution S.

a- Écrire l'équation bilan de la réaction.

b- Déterminer la concentration molaire volumique de la solution de bichromate. On donne : en g/mol, les masses molaires atomiques ; H : 1 ; O : 16 ; Fe : 56. Les couples redox : Fe^{2+}/Fe ; H_3O^+/H_2 ; $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$.

Exercice 51 : Bac C 2010

On prépare une solution d'ions fer II (Fe^{2+}) par action d'une solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) avec du fer.

1- Quels sont les couples redox en présence ?

2- Quelle masse de fer faut-il utiliser pour préparer un litre de solution d'ions fer II de concentration molaire volumique 0,1 mol/L.

3- On oxyde tous les ions fer II formés en milieu acide par une solution de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$). Les couples intervenant dans cette réaction sont : Fe^{3+}/Fe^{2+} et MnO_4^-/Mn^{2+}.

a- Écrire l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction.

b- Quelle masse de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) supposé anhydre faut-il utiliser ?

On donne les masses molaires atomiques en g/mol : Fe : 56 ; Cl : 35,5 ; K : 39 ; H :1 ; O :16 ; Mn :55.

Exercice 52 : Bac D 2010

On dose une eau de javel à usage domestique. Pour cela, on fait réagir 20 mL de cette eau de javel diluée contenant des ions hypochlorites (ClO^-) dans un excès d'ions iodures I^-. On acidifie le milieu.

1- Sachant que les couples redox en présence sont : ClO^-/Cl^- et I_2/I^-. Écrire l'équation bilan de la réaction redox.

2- On dose les molécules de diode I_2 formées par une solution de thiosulfate ($S_2O_3^{2-}$) de concentration molaire 0,100 m/L. l'équivalence est atteint pour 15,2 mL de solution de thiosulfate versés.

a- Écrire l'équation bilan de la réaction de dosage.
On donne le couple redox ($S_4O_6^{2-}$/ $S_2O_3^{2-}$).

b- Calculer la concentration molaire de l'eau de javel en ions Cl^-.

NB : les molécules de diodes (I_2) sont à l'état liquide à la température de l'expérience.

Partie B : Solutions

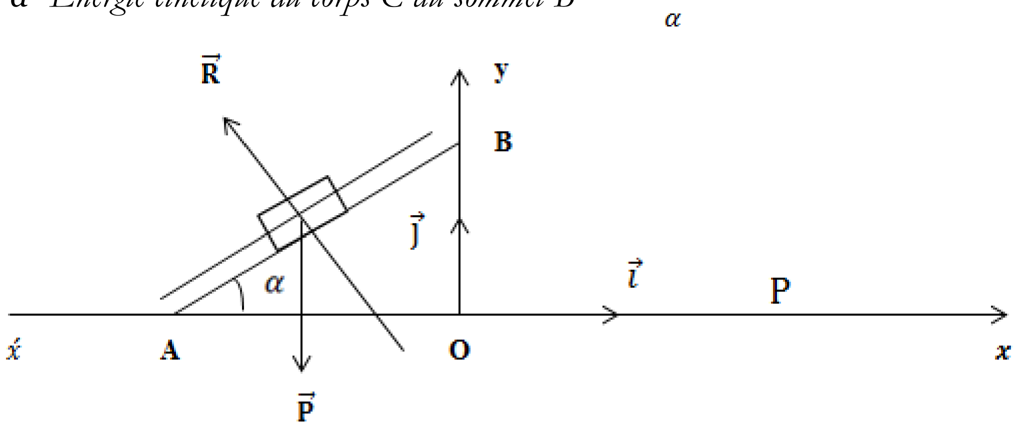
Section B.1 : Physique

Liste des solutions

Plan incliné et mouvements paraboliques

Solution 1 : Bac D 2004

1-a- Énergie cinétique du corps C au sommet B



D'après le TEC, on a : $\Delta E_C = E_{C_B} - E_{C_A} = W_{\vec{P}} + W_{\vec{R}} = -m.g.h + 0$ avec $h = AB.\sin\alpha$;
D'où $E_{C_B} = m\left(\frac{1}{2}V_A^2 - gAB\sin\alpha\right)$.

Application numérique :$E_{C_B} = 0{,}1 \times \left(\frac{1}{2} \times 5^2 - 10 \times 1 \times \sin 30°\right) = 0{,}75$ J.

☞ *Déduction de la vitesse*

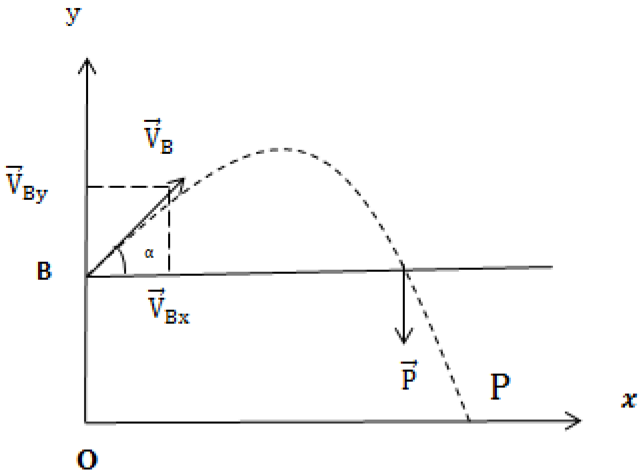
$E_{C_B} = \frac{1}{2}mv_B^2 \Rightarrow v_B = \sqrt{\frac{2 \times E_{C_B}}{m}}$; *Application numérique* : $v_B = \sqrt{\frac{2 \times 0{,}75}{0{,}1}} = 3{,}87$ m/s.

b- Énergie mécanique du système formé par le corps C + terre.

$E_m = E_c + E_p$ en A, $E_p = 0 \Rightarrow E_m = E_{C_A} = \frac{1}{2}mv_A^2$

Application numérique : $E_m = \frac{1}{2} \times 0{,}1 \times 5^2 = 1{,}25$ J

2-a- Équation de la trajectoire



Étude dynamique

☞ *Référentiel : TSG*

☞ *Système : Corps C*

☞ *Force : $\vec{P}$*

D'après le TCI, $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

Projection suivant (o, x)

$m.a_x = 0 \Rightarrow a_x = 0$ MRU :

$x = (v_B\cos\alpha)t \Rightarrow t = \frac{x}{V_B\cos\alpha}$ (1)

Projection suivant (oy)

$-\,m.a_y = m.g \Rightarrow a_y = g$: M.R.U.V

$y = -\frac{1}{2}g\,t^2 + (V_B\sin\alpha)t + y_B$ Puisque $t = \frac{x}{V_B\cos\alpha}$ (1) et $y_B = AB.\sin\alpha$

Donc $y = -\frac{g}{2(V_B\cos\alpha)^2}x^2 + x\tan\alpha + AB\sin\alpha$

Application numérique : $y = -\,0{,}45\,x^2 + 0{,}58\,x + 0{,}5$

b- Coordonnées du point P(x_p, y_p)

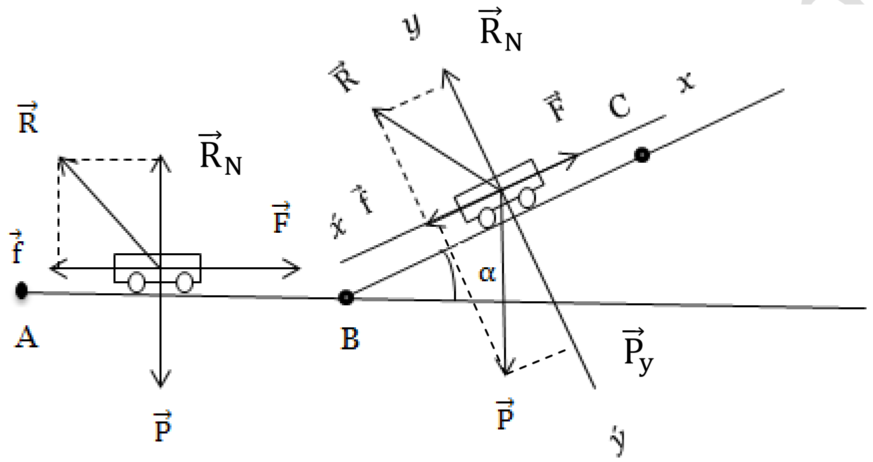
Au point P, $y_p = 0 \Rightarrow -\,0{,}45\,x^2 + 0{,}58\,x + 0{,}5 = 0$

$\Delta = (0{,}58)^2 - 4\times(-0{,}45)\times(0{,}5) = 1{,}236$

$x_p = \frac{-\,0{,}58 - \sqrt{1{,}236}}{2\times(-\,0{,}45)} = 1{,}88 \Rightarrow x_p = 1{,}88$ m

D'où $P\left(x_p = 1{,}88\text{ m} ;\ y_p = 0\text{ m}\right)$

Solution 2: Bac D 2012



1-a- *Expression de la vitesse V_B en fonction de F, m, l et g.*

D'après le TEC on a : $\Delta E_C = \sum W_{\vec{F}_{ext}} \Rightarrow E_{C_B} - E_{C_A} = W_{\vec{P}} + W_{\vec{R}} + W_{\vec{F}}$ avec $\vec{R}\begin{cases} -f \\ N \end{cases}$

$E_{C_B} - 0 = 0 - f.l + F.l = l\left(F - \frac{mg}{20}\right) \Rightarrow \frac{1}{2}mV_B^2 = l\left(F - \frac{mg}{20}\right) \Rightarrow$ $\mathbf{V_B = \sqrt{l\left(\frac{2F}{m} - \frac{g}{10}\right)}}$

b- Expression de la vitesse V_C en fonction de V_B, g, BC

$\Delta E_C = \sum W_{\vec{F}_{ext}} \Rightarrow E_{C_C} - E_{C_B} = W_{\vec{P}} + W_{\vec{R}} + W_{\vec{F}}$

$E_{C_C} - E_{C_B} = -\,mgBC\sin\alpha - \frac{mgBC}{20} + F.BC$

$\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = -\,mgl\sin\alpha - \frac{mgl}{20} + Fl \Rightarrow \mathbf{v_C = \sqrt{2BC\left(\frac{F}{m} - \frac{g}{20} - g\sin\alpha\right) + v_B^2}}$

Expression de la vitesse V_C en fonction de F, m, g, l, BC et α.

$v_C = \sqrt{2BC\left(\frac{F}{m} - \frac{g}{20} - g\sin\alpha\right) + v}$ or $v_B^2 = \mathbf{l}\left(\frac{2F}{m} - \frac{g}{10}\right)$

Donc $\mathbf{v_C = \sqrt{2BC\left(\frac{F}{m} - \frac{g}{20} - g\sin\alpha\right) + l\left(\frac{2F}{m} - \frac{g}{10}\right)}}$

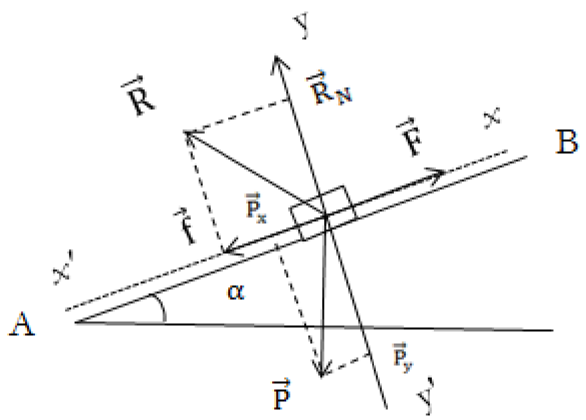
2- *Valeur de la force F pour que le chariot atteigne le point C avec une vitesse nulle.*

$v_C = 0 \Rightarrow 2BC\left(\frac{F}{m} - \frac{g}{20} - g\sin\alpha\right) + l\left(\frac{2F}{m} - \frac{g}{10}\right) = 0$

$(BC + l)\,\frac{2F}{m} = (BC + l)\,\frac{g}{10} + 2BC\,g\sin\alpha \Rightarrow F = \left(\frac{1}{20} + \frac{BC\sin\alpha}{BC + l}\right).mg \Rightarrow F = \frac{(1+20\sin\alpha)BC + l}{20(BC + l)}mg$

Application numérique : $F = \frac{(1+20\sin 25°)\times 6 + 30}{20(6+30)} \times 60 \times 10 = 72{,}26$ N

Solution 3 : Bac D 2006 Cameroun



1-1- *Inventaire des forces qui s'exercent sur le véhicule au cours de la montée.*

☞ Le poids $\vec{P}$ du camion ;

☞ La réaction $\vec{R}$ du plan (inclinée vers l'arrière) ; $\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{f}$;

☞ La force motrice $\vec{F}$.

1-2- Accélération, force motrice, et énergie.

a- Accélération du mouvement du véhicule.

Le mouvement étant uniformément varié, l'équation horaire de la vitesse du véhicule s'écrit : $v_x = a_x t + v_{0x} \Rightarrow a_x = \frac{v_x}{t}$ car $v_{0x} = 0$ à $t = 0$.

Application numérique : $a_x = \frac{5}{10} = 0{,}5$; $\mathbf{a_x = 0{,}5\ m/s^2}$. ($v_x = 18$km/h $= 5$ m/s).

b- Intensité de la force motrice.

Le théorème du centre d'inertie se traduit par la relation vectorielle suivante :

$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m.a_G$

Les coordonnées respectives de ses vecteurs sont :

$\vec{P}\begin{cases} -mg\sin\alpha \\ -mg\cos\alpha \end{cases}$ $\vec{R}\begin{cases} -f \\ R_N \end{cases}$ $\vec{F}\begin{cases} F \\ 0 \end{cases}$ $\vec{a}_G\begin{cases} a_x \\ 0 \end{cases}$

La projection de la relation précédente sur l'axe (xx') donne :

$- mg\sin\alpha + F - f = ma_x \Rightarrow F = mg\sin\alpha + f + ma_x$.

Application numérique : $F = 2{,}4.10^3 \times 10 \times \sin 30° + 400 + 2{,}4.10^3 \times 0{,}5 = 13600$.

F = 1,36.10^4 N.

c- Vitesse atteinte par le véhicule au sommet B.

$v_B^2 - v_A^2 = 2a_x(x_B - x_A) \Rightarrow v_B = \sqrt{2a_x AB}$; car $v_A = 0$.

Application numérique : $v_B = \sqrt{2 \times 0{,}5 \times 196} = 14$; $\mathbf{v_B = 14\ m/s}$.

d- Énergie mécanique du système $[camion - terre]$ au sommet B.

L'énergie mécanique du système au point B est :

$E_m(B) = E_c(B) + E_p(B) = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2$; $E_m(B) = mgAB\sin\alpha + \frac{1}{2}mv_B^2$.

Application numérique : $E_m(B) = 2{,}4.10^3 \times 10 \times 196 \times \sin 30° + 0{,}5 \times 2{,}4.10^3 \times 14^2$

$E_m(B) = 2{,}59.10^6$ J.

2- Angle d'inclinaison de la réaction pour que le virage soit possible.

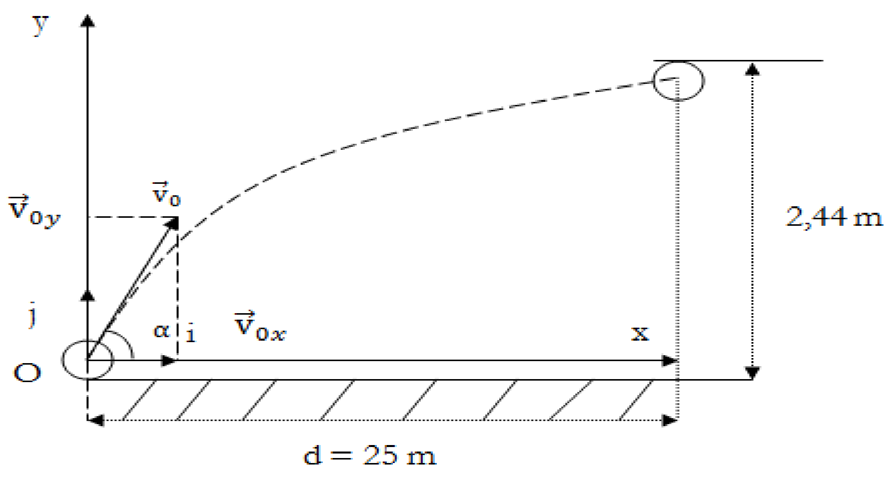
Le virage n'est possible que s'il existe une force ayant une composante centripète. En l'absence de tout frottement, cette composante centripète n'est possible que si la route est inclinée par rapport à l'horizontale d'un angle θ tel que $\tan\theta = \frac{v^2}{r.g}$;

donc $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{r.g}\right)$

Application numérique : $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{14^2}{250 \times 10}\right) = 4{,}48$; $\boldsymbol{\theta = 4{,}5°}$.

Solution 4 : Bac C 2001 Cameroun

1- Schéma.



2- Nature de la trajectoire.

L'étude du mouvement du ballon est faite dans le référentiel de laboratoire considéré galiléen. La résistance de l'air étant négligeable, la balle n'est soumise qu'à son poids.

Le théorème du centre d'inertie s'exprime par la relation :

$\vec{P} = m.\vec{a}_G \Leftrightarrow m.\vec{g} = m.\vec{a}_G \Rightarrow \vec{a}_G = \vec{g}$.

Les composantes des vecteurs dans le repère défini sont :

Vecteur accélération : $\vec{a}_G \begin{cases} 0 \\ -g \end{cases}$

Vecteur vitesse : $\vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_y = -gt + v_0 \sin\alpha \end{cases}$

Vecteur position : $\overrightarrow{OM} \begin{cases} x = (v_0 \cos\alpha)t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin\alpha)t \end{cases}$

Le vecteur position ne possède que deux composantes, le mouvement du centre d'inertie du ballon s'effectue donc dans le plan (o, x, y)

3- Équation de la trajectoire.

$y = -\frac{g}{2(V_0\cos\alpha)^2}x^2 + x\tan\alpha$. (car $t = \frac{x}{V_0\cos\alpha}$). C'est l'équation de la trajectoire.

4- Vitesse initiale du ballon pour qu'il pénètre dans les filets.

L'abscisse x_E du point E, point d'entrée du ballon dans les buts, est : $x_E = d = 25$ m.

En tenant compte des dimensions du ballon, l'ordonnée du point E est : $y_E = h - 2r$.

L'application numérique donne : $y_E = 2{,}14$ m.

En introduisant ces coordonnées dans l'équation de la trajectoire, on a :

$y_E = -\frac{g}{2(V_0\cos\alpha)^2}d^2 + d\tan\alpha \Rightarrow v_0 = \frac{d}{\cos\alpha}\sqrt{\frac{g}{2(d\tan\alpha - y_E)}}$.

Application numérique : $v_0 = \frac{25}{\cos 30°}\sqrt{\frac{9{,}8}{2(25\tan 30° - 2{,}14)}} = 18{,}2248$; $\mathbf{v_0 = 18{,}22\ m/s}$.

5- Temps dont dispose le gardien pour intercepter le ballon.

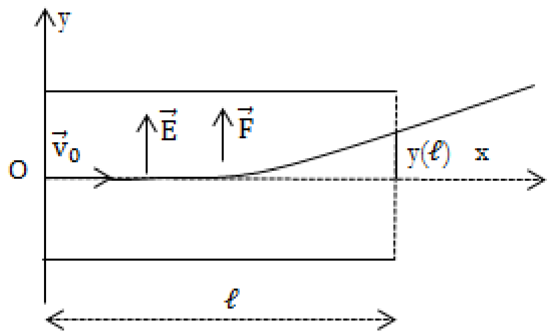
Ce temps correspond à la course du ballon.

$t = \frac{d}{V_0\cos\alpha}$ (car au point E, x = d)

Application numérique : $t = \frac{25}{18{,}2248 \times \cos 30°} = 1{,}5839$; $\mathbf{t = 1{,}58\ s}$.

Déflexion électrique

Solution 5 : BAC F_2, F_3 Cameroun



1- Équation de la trajectoire d'un proton entre les plaques.

L'étude du mouvement du proton se fait dans le référentiel terrestre considéré galiléen.

Le poids du proton étant négligeable devant la force électrique, le théorème du centre d'inertie est traduit par la relation : $F = ma_G$.

Les deux vecteurs étant colinéaires, on obtient la relation entre normes :

$|e|E = ma_G$.

On en déduit les paramètres cinématiques :

- vecteur accélération : $\vec{a}_G \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{eE}{m} \end{cases}$

- vecteur vitesse : $\vec{v}_G \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = \frac{eE}{m}t \end{cases}$

- vecteur position : $\overrightarrow{OM} \begin{cases} x = v_0 t \\ y = \frac{eE}{2m}t^2 \end{cases}$

En éliminant le paramètre temps dans les composantes du vecteur position, on obtient : $y = \frac{eE}{2m}\left(\frac{x}{v_0}\right)^2$ soit $\mathbf{y = \frac{qE}{2.m.v_0^2}\boldsymbol{x}^2}$.

2- Condition pour que le faisceau de protons sorte du champ sans heurter les plaques.

Pour que le faisceau sorte du champ, l'ordonnée du point de sortie doit être inférieure à la moitié de la distance entre les plaques.

$y(\ell) < \frac{d}{2}$ soit $\mathbf{\frac{qE}{2.m.v_0^2}\boldsymbol{\ell}^2 < \frac{d}{2}}$.

3- Valeur maximale de la tension.

De l'inégalité précédente, on déduit : $E < \frac{mv_0}{e}\frac{d}{\ell^2} \Rightarrow E.d < \frac{mv_0}{e}\frac{d^2}{\ell^2}$ (en multipliant par d).

$U = E.d \Rightarrow U_{max} = \frac{mv_0}{e}\frac{d^2}{\ell^2}$.

Application numérique: $U_{max} = \frac{1,67.10^{-27} \times 8.10^5}{1,6.10^{-19}}\frac{(2,5.10^{-2})^2}{10^{-2}} = 417,5$; $\mathbf{U_{max} = 417,5\ V}$.

Satellite

Solution 6 : Bac C 2003 Cameroun

1- Altitude et période de révolution du satellite.

Altitude h.

Le satellite n'est soumis qu'à son poids ; le théorème du centre d'inertie, appliqué dans le référentiel géocentrique, s'exprime par la relation :

$\vec{P} = m.\vec{a}_G$ soit $m\vec{g}(h) = m.\vec{a}_G \Rightarrow \vec{g}(h) = \vec{a}_G$.

L'accélération du centre d'inertie du satellite est donc centripète.

À l'altitude h considérée, l'expression de la valeur du champ de pesanteur est :

$g(h) = g_0\frac{R^2}{(R+h)^2}$; celle de l'accélération centripète est : $a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{R+h}$;

$a_n = g(h) = \frac{v^2}{R+h} = g_0\frac{R^2}{(R+h)^2} \Rightarrow h = g_0\left(\frac{R}{v}\right)^2 - R$.

Application numérique: $h = 9{,}8\times\left(\frac{6{,}4.10^6}{7.10^3}\right)^2 - 6{,}4.10^6 = 1{,}792.10^6$; $\mathbf{h = 1{,}8.10^6\ m}$.

Période de révolution du satellite.

$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(R+h)}{v}$;

Application numérique : $T = \frac{2\times3{,}14\times(6{,}4.10^6 + 1{,}792.10^6)}{7.10^3} = 7{,}353.10^3$; $\mathbf{T = 7{,}35.10^3\ s}$.

2- Définition du satellite géostationnaire.

Un satellite est dit géostationnaire lorsqu'il conserve une direction fixe par rapport à un point de la surface terrestre. Un satellite géostationnaire se déplace donc dans le même sens et à la même vitesse que la terre autour de l'axe des pôles.

Altitude h'.

L'altitude h' d'évolution des satellites géostationnaire peut être déduite à partir de l'expression de la période. $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{g_0R^2}$ avec $r = R+h' \Rightarrow h' = \sqrt[3]{g_0\left(\frac{TR}{2\pi}\right)^2} - R$.

Application numérique : $h' = \sqrt[3]{9{,}8\times\left(\frac{86164\times6{,}4.10^6}{2\times3{,}14}\right)^2} - 6{,}4.10^6 = 3{,}58628.10^7$.

$\mathbf{h' = 3{,}586.10^7\ m = 35\ 860\ km}$.

3- Énergie potentielle de gravitation.

3-1- Niveau de référence de l'énergie potentielle.

L'énergie potentielle de gravitation est inversement proportionnelle à l'altitude h.

Elle est donc nulle lorsque l'altitude est infinie. La référence des énergies potentielles est donc prise à une position très éloignée de la terre.

3-2- Énergie mécanique du système $[satellite - terre]$.

L'expression de l'énergie mécanique du système $[\text{satellite} - \text{terre}]$ est :

$E_m = -E_{pp} + E_c$; $E_m = -\frac{mg_0R^2}{R+h} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{mg_0R^2}{R+h} + \frac{1}{2}\frac{mg_0R^2}{R+h} = -\frac{1}{2}\frac{mg_0R^2}{R+h}$;

$\mathbf{E_m = -\frac{1}{2}\frac{mg_0R^2}{R+h}}$.

3-3- Énergie nécessaire pour le changement d'orbite.

À l'altitude h, l'énergie mécanique du système est : $E_m(h) = -\frac{1}{2}\frac{mg_0R^2}{R+h}$;

À l'altitude géostationnaire, l'énergie mécanique du système est :

$E_m(h') = -\frac{1}{2}\frac{mg_0R^2}{R+h'}$.

La variation d'énergie mécanique est :

$\Delta E_m = E_m(h') - E_m(h) = \frac{mg_0R^2}{2}\left(\frac{1}{R+h'} + \frac{1}{R+h}\right)$;

Application numérique : $\Delta Em = 0{,}5 \times 1{,}5.10^4 \times 9{,}8 \times (6{,}4.10^6)^2 \times \left(\frac{1}{(6{,}4+1{,}792).10^6} + \frac{1}{(6{,}4+3586).10^6}\right)$;

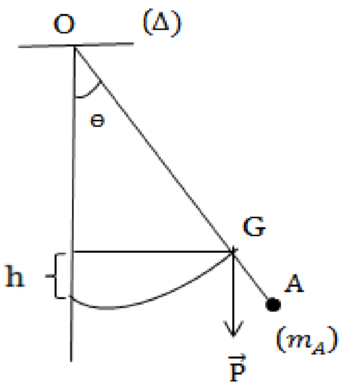
$\mathbf{\Delta E_m = 2{,}96.10^{11}\ J}$.

Cette énergie, positive, est l'énergie à fournir au satellite pour qu'il passe de l'orbite d'altitude h à l'orbite géostationnaire.

Oscillateurs mécaniques

Pendule Pesant

Solution 7 : Bac D 2013



1-a- Montrons que la position du centre d'inertie G est tel que $OG = \frac{4L}{5}$.

$G = \text{bary}\{(G_1, m)\ ;\ (A, m_A)\}$ avec G_1 milieu de $[OA]$; G est donc le barycentre des points G_1 et A affecté des coefficients m et m_A tel que $\sum_i m_i\overrightarrow{GM_i} = \vec{0}$

$m\overrightarrow{GG_1} + m_A\overrightarrow{GA} = \vec{0} \Rightarrow m(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OG_1}) + m_A(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OA}) = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{OG} = \frac{m\overrightarrow{OG_1} + m_A\overrightarrow{OA}}{m + m_A}$

$\overline{OG} = \frac{m\overline{OG_1} + m_A\overline{OA}}{m + m_A} = \frac{m\frac{L}{2} + \frac{3m}{2}L}{m + \frac{3m}{2}} = \frac{\frac{4}{2}L}{\frac{5}{2}} = \frac{4}{5}L$; $\mathbf{OG = \frac{4}{5}L}$.

b- Moment d'inertie J_Δ *du système par rapport à* (Δ).

$J_\Delta = J_0 + m(OG_1)^2 + m_A(OA)^2 = \frac{1}{12}mL^2 + m\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \frac{3m}{2}L^2 = \frac{22}{12}mL^2$

Application numérique : $J_\Delta = \frac{22 \times 0{,}1 \times (1)^2}{12} = 0{,}1833$; $\mathbf{J_\Delta = 0{,}1833\ kg.m^2}$.

2-a- Nature du mouvement

- *Méthode énergétique*
- *Référentiel : TSG*
- *Système : tige + masse de A + terre*

$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}^2 + \sum mgh$ avec $h = L(1 - \cos\theta)$

$\Rightarrow E_m = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}^2 + \sum mgL(1 - \cos\theta)$. Pour des oscillations de faible amplitude, on a : $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ ainsi $E_m = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}^2 + \sum mgL\frac{\theta^2}{2}$ $E_m =$ constante $\Rightarrow \frac{dEm}{d\theta} = 0 \Rightarrow$ $\ddot{\theta}\dot{\theta}J_\Delta + \dot{\theta}\theta\sum mgL = 0$; $\dot{\theta}(\ddot{\theta}J_\Delta + \sum mgL) = 0$ avec $\dot{\theta} \neq 0$ et $\sum m = m + m_A$ on a : $\ddot{\theta} + \frac{(m+m_A)gL}{J_\Delta}\theta = 0$. c'est l'équation différentielle d'un mouvement de rotation sinusoïdal. On peut encore l'écrire sous la forme : $\ddot{\theta} + \omega^2\theta = 0$; $\omega^2 = \frac{(m+m_A)gL}{J_\Delta}$.

b- Équation horaire du mouvement

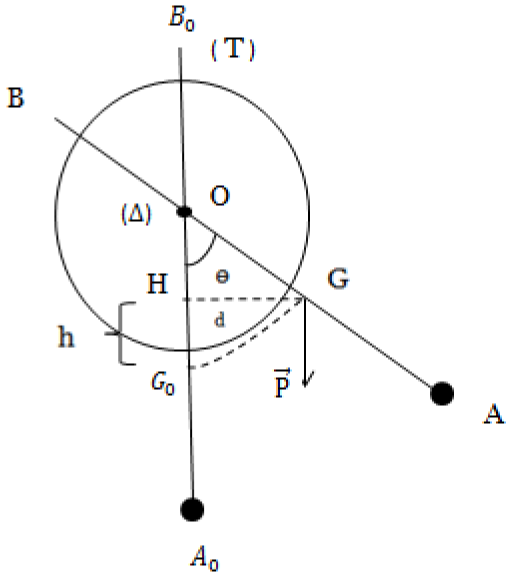
$\theta(t) = \theta_m \sin(\omega t + \varphi)$ à t = 0 ; $\theta_0 = \theta_m = 0{,}15$ rad et $\dot{\theta}(0) = 0 \Rightarrow \theta_m \omega \cos\varphi = 0$

$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$ ou $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ comme $\theta_m > 0$ donc $\varphi = \frac{\pi}{2} > 0$

$\omega = \sqrt{\frac{(m+m_A)gL}{J_\Delta}} = 3{,}69\text{rad/s}$

Ainsi donc, $\boldsymbol{\theta(t) = 0{,}15.\sin(3{,}69t + \frac{\pi}{2}) = 0{,}15.\cos 3{,}69t}$ **(rad).**

Solution 8 : Bac C Blanc 2013



1-a- Montrons que La position du centre d'inertie G du système est $OG = \frac{1}{3}L$.

G = bary $\{(O, M)\ ;\ (A, m)\}$ G est donc le barycentre des points O et A affecté des coefficients M et m tel que $\sum_i m_i\overrightarrow{GM_i} = \vec{0}$

$M\overrightarrow{GO} + m\overrightarrow{GA} = \vec{0} \Rightarrow 2m\overrightarrow{GO} + m(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OA}) = \vec{0} \Rightarrow \overrightarrow{OG} = \frac{m\overrightarrow{OA}}{3m} \Rightarrow \boldsymbol{\overrightarrow{OG} = \frac{\overrightarrow{OA}}{3} = \frac{1}{3}L}$

b- Montrons que Le moment d'inertie du système est $J_{S/\Delta} = M\left(\frac{2R^2}{5} + \frac{L^2}{2}\right)$

$J_{S/\Delta} = J_0 + m(OA)^2 = \frac{2}{5}MR^2 + mL^2 = \frac{2}{5}MR^2 + \frac{M}{2}L^2 = \boldsymbol{M\left(\frac{2R^2}{5} + \frac{L^2}{2}\right)}$.

2-a- Nature du mouvement du système.

Méthode énergétique :

☞ *Référentiel : TSG.*

☞ *Système : tige + masse de A + terre.*

$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}J_{S/\Delta}\dot{\theta}^2 + \sum mgh$ avec $h = L(1 - \cos\theta) \Rightarrow E_m = \frac{1}{2}J_{S/\Delta}\dot{\theta}^2 + \sum mgL(1 - \cos\theta)$

Pour des oscillations de faible amplitude, on a : $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ ainsi donc

$E_m = \frac{1}{2}J_{S/\Delta}\dot{\theta}^2 + \sum mgL\frac{\theta^2}{2}$ $E_m =$ constante $\Rightarrow \frac{dEm}{d\theta} = 0$; $\ddot{\theta}\dot{\theta}J_{S/\Delta} + \dot{\theta}\theta\sum mgL = 0$

$\dot{\theta}\,(\ddot{\theta}J_{S/\Delta} + \sum mgL) = 0$ avec $\dot{\theta} \neq 0$ et $\sum m = M + m = M + \frac{M}{2} = \frac{3}{2}M$ on a : $\ddot{\theta} + \frac{\frac{3}{2}M\,gL}{J_{S/\Delta}}\theta = 0$;

$\ddot{\theta} + \frac{\frac{3}{2}M\,gL}{M\left(\frac{2R^2}{5}+\frac{L^2}{2}\right)}\theta = 0$; $\ddot{\theta} + \frac{2gL}{3\left(\frac{2R^2}{5}+\frac{L^2}{2}\right)}\theta = 0$. C'est l'équation différentielle d'un mouvement de rotation sinusoïdal. On peut encore l'écrire sous la forme : $\ddot{\theta} + \omega^2\theta = 0$, avec $\omega^2 = \frac{2gL}{3\left(\frac{2R^2}{5}+\frac{L^2}{2}\right)}$.

☞ *Déduction de la pulsation propre du mouvement.*

$$\omega^2 = \frac{2gL}{3\left(\frac{2R^2}{5}+\frac{L^2}{2}\right)} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2gL}{3\left(\frac{2R^2}{5}+\frac{L^2}{2}\right)}}.$$

Application numérique : $\omega = \sqrt{\frac{2\times10\times0,3}{3\left(\frac{2}{5}(0,05)^2+\frac{(0,3)^2}{2}\right)}} = 6,59$; $\boldsymbol{\omega = 6,59\ \mathrm{rad/s}}$**.**

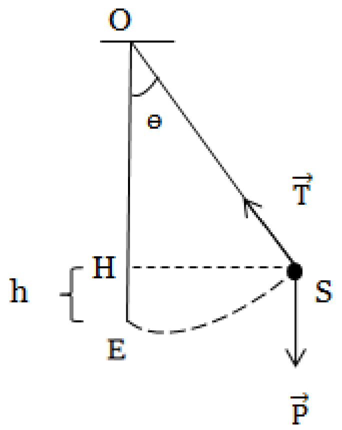
b- Expression de l'équation horaire $\theta = f(t)$

$\theta(t) = \theta_m\sin(\omega t + \varphi)$ à $t = 0$; $\theta_0 = \theta_m = 0,05$ rad et $\dot{\theta}(0) = 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$.

$\theta(t) = 0,05.\sin\left(6,59t + \frac{\pi}{2}\right) = 0,05.\cos 6,59t$ (rad).

Pendule simple

Solution 9 : Bac C 2013



Méthode énergétique :

- *Référentiel* : *TSG.*
- *Système* : *Solide + terre.*

1-a- *Expression de l'énergie mécanique* E_m *en fonction de m,* ℓ*,g,* θ*, et* $\dot{\theta}$.

$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}^2 + mgh$ avec $h = \ell\,(1 - \cos\theta) \Rightarrow E_m = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}^2 + mg\ell(1 - \cos\theta)$.

Pour des oscillations de faible amplitude, on a : $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ ainsi donc $E_m = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}^2 + mg\ell\frac{\theta^2}{2}$

avec $J_\Delta = m\ell^2$ d'où $E_m = \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 + mg\ell\frac{\theta^2}{2}$.

b- *Montrons que cette énergie est constante.*

L'énergie mécanique totale du système [terre + solide], isolé, dans une position quelconque est constante E_m = Constante.

2-a- *Montrons que l'équation différentielle a pour expression* $\ddot{\theta} + \frac{g}{\ell}\theta = 0$

E_m = Constante ; $\frac{dEm}{d\theta} = 0 \Rightarrow \dot{\theta}\ddot{\theta}m\ell^2 + \dot{\theta}\theta mg\ell = 0$; $\dot{\theta}\ell m(\ddot{\theta}\ell + \theta g) = 0$ puisque $\dot{\theta}\ell m \neq 0$ par conséquent $\ddot{\theta}\ell + \theta g = 0 \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{g}{\ell}\theta = 0$. C'est l'équation différentielle d'un mouvement sinusoïdal de rotation. On peut encore l'écrire sous la forme : $\ddot{\theta} + \omega_0^2\theta = 0$, avec $\omega_0^2 = \frac{g}{\ell}$; soit $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

b- *Calcul la période propre* T_0.

$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ or $\omega_0{}^2 = \frac{g}{\ell}$ donc $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

Application numérique : $T_0 = 2 \times 3{,}14\sqrt{\frac{0{,}6}{9{,}8}} = 1{,}55$; $\mathbf{T_0 = 1{,}55}$ **s.**

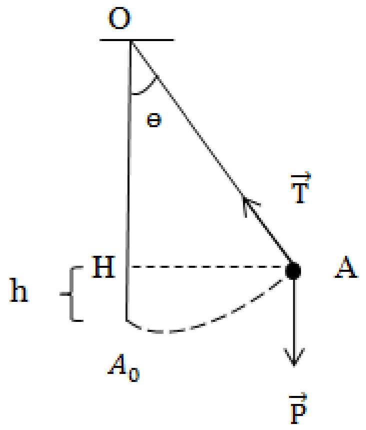
c- *Expression* $\theta = f(t)$ *en fonction du temps.*

$\theta(t) = \theta_m\sin(\omega t + \varphi)$ à $t = 0$ $\theta_0 = \theta_m = 6° = 0{,}1$ rad .

À $t = 0$ on a: $\dot{\theta}(0) = 0$; $\theta_m\omega\cos\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$ avec $\omega = \sqrt{\frac{9{,}8}{0{,}6}} = 4{,}04$;

$\boldsymbol{\omega = 4{,}04}$ **rad/s** ; Ainsi $\boldsymbol{\theta(t) = 0{,}1.\sin(4{,}04t + \frac{\pi}{2}) = 0{,}1.\cos 4{,}04t}$ **(rad).**

Solution 10 : Bac D 2006



1- Vitesse de la bille A quand elle passe par la verticale.

D'après le TEC $\Delta E_C = \sum W_{\vec{F}_{ext}}$; $\frac{1}{2}mv_A^2 - 0 = W_{\vec{P}} + W_{\vec{T}} = m.g.h + 0$ avec

$h = HA_0 = OA_0 - OH = OA_0 - OA_0 \cos\Theta = OA_0(1 - \cos\Theta) = L(1 - \cos\Theta)$.

$\frac{1}{2}mv_A^2 = m.g.L(1 - \cos\Theta) \Rightarrow v_A = \sqrt{2g.L(1 - \cos\Theta)}$.

Application numérique : $v_A = \sqrt{2 \times 10 \times (1 - \cos 30°)} = 1,64$; $\mathbf{v_A = 1,64\ m/s}$.

2-a- Vitesses de A et B après le choc supposé parfaitement élastique.

Conservation de l'énergie cinétique.

$E_{C_{Av}} = E_{C_{Ap}} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}mv_A'^2 + \frac{1}{2}m_Bv_B'^2$; $m(v_A^2 - v_A'^2) = m_Bv_B'^2$ (1).

Conservation de la quantité de mouvement.

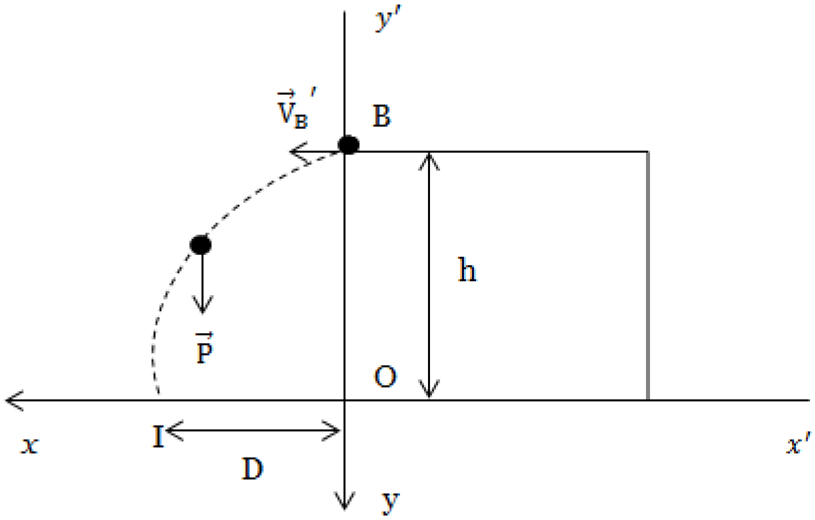
$\vec{p}_{Av} = \vec{p}_{Av} \Rightarrow mv_A = mv_A' + m_Bv_B'$; $m(v_A - v_A') = m_Bv_B'$ (2).

$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow v_A + v_A' = v_B'$; $v_A' = v_B' - v_A = \frac{m}{m_B}(v_A - v_A') - v_A \Rightarrow \mathbf{v_A' = \frac{m - m_B}{m + m_B} v_A}$.

Application numérique : $v_A' = \frac{0,1 - 0,05}{0,1 + 0,05} \times 1,64 = 0,55$; $\mathbf{v_A' = 0,55\ m/s}$.

$v_B' = v_A + v_A'$; *Application numérique* : $v_B' = 1,64 + 0,55 = 2,19$; $\mathbf{v_B' = 2,19\ m/s}$.

b- distance D.



Étude Dynamique

- *Référentiel* : *TSG*
- *Système* : *Bille B de masse* m_B
- *Force* : $\vec{P}$

D'après le TCI, $\sum \vec{F}_{ext} = m_B\vec{a}$.

La projection de cette relation suivant l'axe $(x, \acute{x})$ donne :

$m_B a_x = 0$; $a_x = 0$: MRU : $x = v'_{Bx}t = v'_B t \Rightarrow t = \frac{x}{v'_B}$ (1) .

La projection de cette relation suivant l'axe $(y, \acute{y})$ donne :

$m_B a_y = P = mg$; $a_y = g$: MRUV : $y = \frac{1}{2} g\, t^2$ Puisque $t = \frac{x}{v'_B}$ (1)

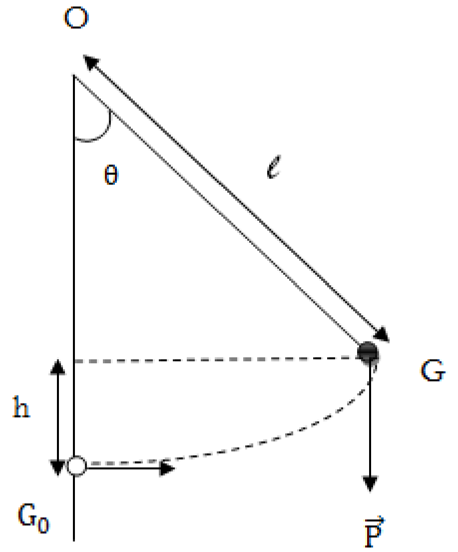
Donc $y = \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{V'_B}\right)^2$.

Les coordonnées du point I sont telles que $x_I = D$ et $y_I = h$. Par conséquent,

$h = \frac{1}{2} g \left(\frac{D}{V'_B}\right)^2$ d'où $D = v'_B\sqrt{\frac{2h}{g}}$.

Application numérique : $D = 2{,}19 \times \sqrt{\frac{2\times 0{,}8}{10}} = 0{,}876$; **D = 0,876 m.**

Solution 11



1-1- *Expression de l'énergie potentielle Ep de pesanteur en fonction de m,* ℓ *et* θ.

Ep = mgh En tenant compte des paramètres de la figure, $h = \ell(1 - \cos\theta)$.

$\mathbf{Ep = mg\ell(1 - \cos\theta)}$ **.**

1-2- *Expression de l'énergie potentielle Ep de pesanteur dans l'approximation des petits angles.*

Pour des angles petits ($\theta < 10°$), on rappelle que : $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$;.

Soit $\mathbf{Ep = mg\ell \frac{\theta^2}{2}}$.

2-1- *Expression de l'énergie mécanique* E_m *en fonction de* θ *et* $\dot{\theta}$.

L'énergie mécanique du pendule est : $E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mg\ell(1-\cos\theta)$.

La relation liant la vitesse du centre d'inertie de la sphère et la vitesse angulaire est $\dot{\theta}$: $v = \ell\dot{\theta}$; l'expression de l'énergie mécanique devient :

$\mathbf{E_m = \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 + mg\ell(1-\cos\theta)}$.

2-2- *Expression de l'énergie mécanique Em dans l'approximation des petits angles.*

$\mathbf{E_m = \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 + mg\ell\frac{\theta^2}{2}}$.

2-3- *Amplitude angulaire* θ_0 *du mouvement.*

Au moment du lancement, l'énergie potentielle du pendule est nulle et l'énergie mécanique est : $E_{m1} = \frac{1}{2}mv_0^2 + 0$.

À la position d'élongation maximale θ_0, l'énergie cinétique s'annule et l'énergie mécanique devient : $E_{m2} = 0 + mg\ell(1-\cos\theta_0)$.

La conservation de l'énergie mécanique s'écrit :

$E_{m1} = E_{m2}$, soit $\frac{1}{2}mv_0^2 = mg\ell(1-\cos\theta_0)$; $\cos\theta_0 = 1 - \frac{v_0^2}{2g\ell}$;

$\Rightarrow \theta_0 = \cos^{-1}\left(1 - \frac{v_0^2}{2g\ell}\right)$; *Application numérique*: $\theta_0 = \cos^{-1}\left(1 - \frac{0{,}40^2}{2\times9{,}8\times0{,}60}\right)$;

$\mathbf{\theta_0 = 9{,}5°}$. Cette valeur justifie bien l'approximation des petits angles adoptée

Solution 12 : Bac E 2006 Cameroun

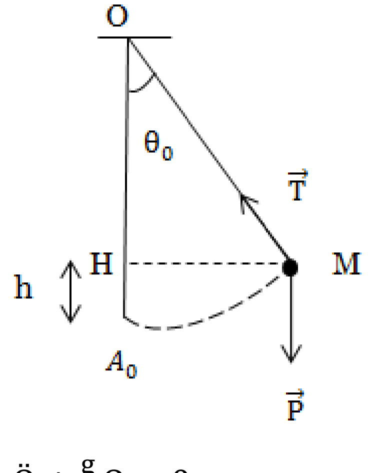
1-1- Équations différentielle des oscillations.

Il est plus commode d'établir l'équation différentielle du mouvement d'un pendule simple à partir de l'expression de l'énergie mécanique.

L'énergie mécanique est égale à :

$E_m = E_c + E_{pp}$;

$E_m = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 + mg\ell(1-\cos\theta)$.



Pour des angles petits ($\theta < 10°$): $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$.

$E_m = \frac{1}{2}m\ell^2\dot{\theta}^2 + mg\ell\frac{\theta^2}{2}$.

La conservation de l'énergie cinétique se traduit par :

$\frac{dE_m}{d\theta} = \dot{\theta}\ddot{\theta}m\ell^2 + \dot{\theta}\theta\, mg\ell = 0$.

Simplifions par $\dot{\theta}$, différent de zéro en dehors des points d'élongation maximale, il vient : $\ddot{\theta}\ell + \theta g = 0$, soit $\ddot{\theta} + \frac{g}{\ell}\theta = 0$.

C'est l'équation différentielle d'un mouvement harmonique. On peut encore l'écrire sous la forme : $\ddot{\theta} + \omega_0^2\theta = 0$, avec $\omega_0^2 = \frac{g}{\ell}$; soit $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

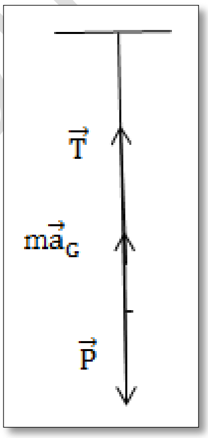
1-2- Énoncé du théorème de l'énergie cinétique.

La variation de l'énergie cinétique entre deux instants donnés, t_1 et t_2, est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces appliquées au solide.

1-3- Expression de la vitesse avec laquelle le solide passe à la verticale du point de fixation.

Dans le référentiel terrestre, considéré galiléen, appliquons le théorème de l'énergie cinétique.

Le travail de la tension du fil, toujours perpendiculaire à la trajectoire, est nul.



$W_{\vec{P}} + W_{\vec{T}} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 - 0.$

$mg\ell(1 - \cos\theta_0) = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow$ $\mathbf{v = \sqrt{2g\ell(1 - \cos\theta_0)}}$.

1-4- Expression de la tension du fil au passage par la verticale.

Dans ce même référentiel, la relation traduisant le théorème du centre d'inertie est : $\vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$. Lorsque le pendule passe par sa position d'équilibre, la direction des deux vecteurs $\vec{P}$ et $\vec{T}$ est verticale ; celle de l'accélération aussi.

La projection sur la normale orientée permet d'écrire : $T - mg = ma_n = m\frac{v^2}{\ell}$.

En remplaçant v par son expression, on a : $T = mg + \frac{m}{\ell}2g\ell(1 - \cos\theta_0)$;

$\mathbf{T = mg\,(3 - 2\cos\theta_0)}$.

2-1- Expressions des énergies mécaniques du système en A et B.

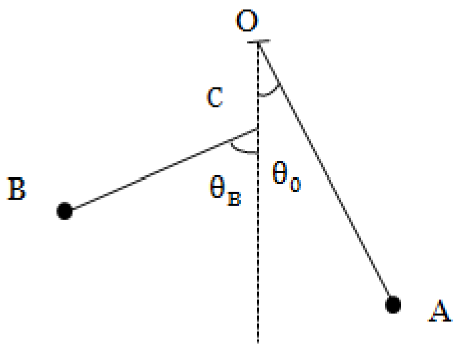
La référence des énergies potentielles est le point d'équilibre stable du solide.

Énergie mécanique au point A :

Au point A l'énergie cinétique est nulle.

$E_C(A) = 0$; $Ep(A) = mgh_A = mg\ell(1 - \cos\theta_0)$

$\Rightarrow \mathbf{E_m(A) = mg\,\ell(1 - \cos\theta_0)}$.



Énergie mécanique au point B:

Au point A l'énergie cinétique est aussi nulle. $E_C(A) = 0$.

$Ep(B) = mgh_B = mg\,\ell'(1 - \cos\theta_B)$; avec $\ell' = \frac{3\ell}{4}$,

$\Rightarrow \mathbf{E_m(B) = \frac{3}{4}mg\ell(1 - \cos\theta_B)}$.

2-2- Valeur de l'angle θ_B.

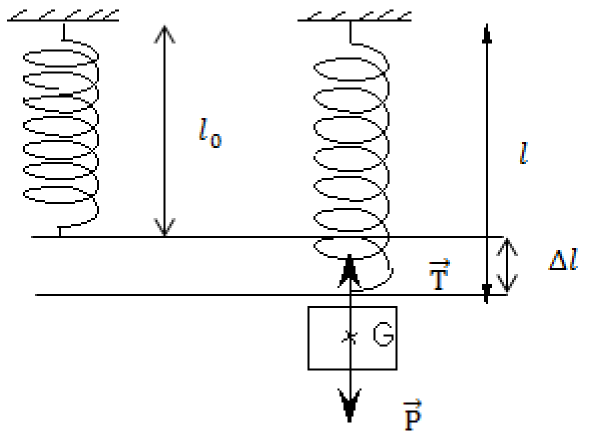
La conservation de l'énergie mécanique s'écrit : $E_m(A) = E_m(B)$. Ce qui implique :

$mg\,\ell(1 - \cos\theta_0) = \frac{3}{4}mg\ell(1 - \cos\theta_B) \Rightarrow \theta_B = \cos^{-1}\left[\frac{1}{3}(4\cos\theta_0 - 1)\right]$

Application numérique : $\theta_B = \cos^{-1}\left[\frac{1}{3}(4\cos 60° - 1)\right] = 70{,}5$; $\mathbf{\theta_B = 70{,}5°}$.

Pendule élastique

Solution 13 : Bac D 2011



1- Relation donnant l'allongement Δl_0 du ressort à l'équilibre en fonction de k, m et g.

À l'équilibre : $\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$.

La projetant suivant l'axe du mouvement : P – T = 0 ⇒ T = P avec $T = k\Delta l_0$ et $P = mg$ ainsi, $\Delta l_0 = \frac{mg}{k}$.

2-a- Équation différentielle du mouvement du solide (S).

D'après le TCI, $\sum \vec{F}_{ext} = m\ddot{x} \Rightarrow \vec{P} + \vec{T} = m\ddot{x} \Rightarrow mg - T = m\ddot{x}$.

$mg - k(\Delta l_0 + x) = m\ddot{x}$ or $mg - k\Delta l_0 = 0$ donc $-kx = m\ddot{x}$.

Par conséquent, $\boldsymbol{\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0}$.

b- Détermination de la masse de ce solide.

$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ or $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ donc $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ alors $T_0^2 = 4\pi^2\frac{m}{k} \Rightarrow m = \frac{kT_0^2}{4\pi^2}$.

Application numérique : $m = \frac{26\times(0{,}52)^2}{4\times(3{,}14)^2} = 0{,}178$; **m = 0,178 kg.**

3- Équation horaire du mouvement de (S).

$x = x_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ à t = 0 $x = x_m = 3.10^{-2}$m et $\dot{x}(0) = 0$; $x_m\omega_0\cos\varphi = 0$

$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$ ou $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ comme $x_m > 0$ donc $\varphi = \frac{\pi}{2} > 0$.

$x = 3.10^{-2}\sin\left(12{,}1t + \frac{\pi}{2}\right) = 3.10^{-2}\cos 12{,}1t$ (m).

4- Vitesse du solide (S) au premier passage par la position d'équilibre.

$x = x_m\sin(\omega_0 t + \varphi) \Rightarrow \dot{x} = x_m\omega_0\cos(\omega_0 t + \varphi)$.

Au passage à la position d'équilibre, la vitesse devient maximale.

$\cos(\omega_0 t + \varphi) = \pm 1 \Rightarrow |\cos(\omega_0 t + \varphi)| = 1$.

$V_{max} = \dot{x}_{max} = x_m\omega_0$.

Application numérique : $|V_{max}| = |3.10^{-2} \times 12{,}1| = 0{,}36$; $|\boldsymbol{V_{max}}|$ **= 0,36 m/s.**

Solution 14

1- *Énergie mécanique totale du système* et la vitesse maximale du solide (S).

L'énergie mécanique : $E_m = \frac{1}{2}kx_m^2$; *Application numérique :* $E_m = \frac{1}{2} \times 20 \times (0{,}03)^2$;
$\mathbf{E_m = 9.10^{-3} J}$.

La vitesse maximale est alors : $E_m = \frac{1}{2}kv_{max}^2 \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2E_m}{m}}$.

Application numérique : $v_{max} = \sqrt{\frac{2\times9.10^{-3}}{0{,}5}} = 0{,}19$; $\mathbf{v_{max} = 0{,}19\ m/s}$.

2- *Vitesse du solide à la position x = 2 cm.*

À une position quelconque, $Em = \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kx_m^2$

$\Rightarrow v_x = \pm\sqrt{\frac{k}{m}(x_m^2 - x^2)}$; *Application numérique :* $v_x = \pm\sqrt{\frac{20}{0{,}5}(0{,}03^2 - 0{,}02^2)}$;

$\mathbf{v_x = \pm\ 0{,}14\ m/s}$.

La valeur algébrique de la vitesse est positive lorsque le solide se déplace dans le sens des élongations positives et négatives dans le sens contraire.

3- *Énergies cinétique et potentielle du système à la position x = 2 cm.*

Énergie cinétique du système à la position x = 2 cm : $E_C = \frac{1}{2}mv^2$

Application numérique : $E_C = \frac{1}{2} \times 0{,}5 \times 0{,}14^2 = 5.10^{-3}$; $\mathbf{E_C = 5.10^{-3}\ J}$.

Énergie potentielle du système à la position x = 2 cm : $Ep = \frac{1}{2}kx^2$.

Application numérique : $Ep = \frac{1}{2} \times 20 \times 0{,}02^2 = 4.10^{-3}$; $\mathbf{Ep = 4.10^{-3}\ J}$.

Solution 15

1- *Pulsation propre.*

La pulsation propre est : $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$; *Application numérique :* $\omega_0 = \sqrt{\frac{5}{0{,}2}} = 5$;

$\boldsymbol{\omega_0}$ **= 5 rad/s.**

La fréquence propre est : $f_o = \frac{\omega_0}{2\pi}$; *Application numérique :* $f_o = \frac{5}{2\times3{,}14} = 0{,}80$;

$\mathbf{f_o = 0{,}80\ Hz}$.

La période propre est : $T_o = \frac{1}{fo}$; *Application numérique :* $T_o = \frac{1}{0{,}8} = 1{,}26$; $\mathbf{T_o = 1{,}26\ s}$

2- *Équation horaire de la position du centre d'inertie.*

À l'instant initial : $x_0 = x_m \cos\varphi$ or, $x_0 = x_m \Rightarrow \cos\varphi = \frac{x_0}{x_m} = 1$; soit $\varphi = 0$

L'expression de l'élongation à tout instant est donc : $\boldsymbol{x}\mathbf{(t) = 0{,}05 \cos 5t \ (m)}$.

Équation horaire de la vitesse $\mathbf{v_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}(t) = -\ 0{,}25 \cos 5t \ (m/s)}$.

3- Vitesse maximale du centre d'inertie du solide.

$v_{max} = x_m \omega_0$; *Application numérique :* $v_{max} = 0{,}05 \times 5 = 0{,}25$; $\mathbf{v_{max} = 0{,}25\ m/s}$.

Pendule de torsion

Solution 16 : Bac D Blanc 2009

1- Moment d'inertie J_0 du disque.

$J_0 = \frac{1}{2}MR^2$ *Application numérique* : $J_0 = \frac{1}{2} \times 0{,}25 \times (0{,}1)^2 = 1{,}25.10^{-3}$;

$\mathbf{J_0 = 1{,}25.10^{-3} kg.m^2}$.

2-a- Équation différentielle, expression littérale de T_0

Équation différentielle

Méthode énergétique

☞ *Référentiel :TSG.*

☞ *Système : platine + masselottes + terre.*

$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\alpha}^2 + \frac{1}{2}C\alpha^2$ système conservatif : E_m = constante $\Rightarrow \frac{dEm}{d\alpha} = 0$

$\Rightarrow \ddot{\alpha}\dot{\alpha}J_\Delta + \dot{\alpha}\alpha C = 0 \Rightarrow \ddot{\alpha} + \frac{C}{J_\Delta}\alpha = 0$ or $J_\Delta = J_0 + 2mR^2$ donc $\ddot{\alpha} + \frac{C}{J_0 + 2mR^2}\alpha = 0$.

Expression de la période T_0.

$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ or ${\omega_0}^2 = \frac{C}{J_0 + 2mR^2}$ donc $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{J_0 + 2mR^2}{C}}$.

b- Valeur de la constante de torsion C.

${T_0}^2 = 4\pi^2 \frac{J_0 + 2mR^2}{C} \Rightarrow C = \frac{4\pi^2}{{T_0}^2}(J_0 + 2mR^2)$.

Application numérique :$C = \frac{4\times(3{,}14)^2}{2^2} \times (1{,}25.10^{-3} + 2\times 0{,}05.0{,}1^2) = \mathbf{2{,}21.10^{-2}}$;

$\mathbf{C = 2{,}21.10^{-2} N.m.rad^{-1}}$.

c- Équation horaire du mouvement

$\alpha(t) = \alpha_m\sin(\omega_0 t + \varphi)$ à t = 0 $\alpha = \alpha_m = 0{,}2$ rad et $\dot{\alpha}(0) = 0$; $\alpha_m\omega\cos\varphi = 0$

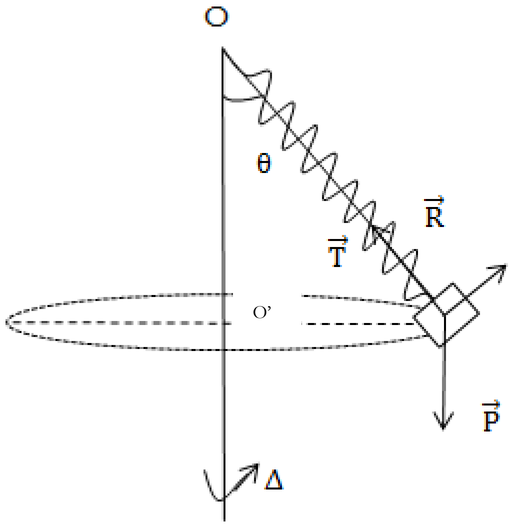
$\Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$ ou $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ comme $\alpha_m > 0$ donc $\varphi = \frac{\pi}{2} > 0$ avec $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{2}$

$\Rightarrow \omega_0 = \pi$ rad/s

Par conséquent, $\mathbf{\alpha(t) = 0{,}2.\sin(\pi t + \frac{\pi}{2}) = 0{,}2.\cos\pi t}$ **(rad)**

Indication : $\sin(\pi t + \frac{\pi}{2}) = \sin\pi t.\cos\frac{\pi}{2} + \sin\frac{\pi}{2}.\cos\pi t = \cos\pi t$.

Pendule conique



Solution 17 : Bac C 2002 Cameroun

1- Inventaire des forces appliquées au corps C.

Le corps C est soumis :

- À son poids $\vec{P}$;
- À la tension $\vec{T}$ du ressort ;
- À la réaction $\vec{R}$ de la tige.

2- Longueur ℓ_1 du ressort à l'équilibre.

La première condition d'équilibre du système s'écrit : $\vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}$.

La projection de cette relation suivant l'axe OT, orienté positivement vers le point de fixation O, donne : $T - mg.\cos\theta = 0$ avec $T = k\Delta\ell = k\,(\ell_1 - \ell_0)$

$\Rightarrow k(\ell_1 - \ell_0) = mg.\cos\theta \Rightarrow \ell_1 = \ell_0 + \frac{mg.\cos\theta}{k}$.

Application numérique : $\ell_1 = 0{,}2 + \frac{0{,}2\times 9{,}8\times \cos 30°}{25} = 0{,}278$; $\boldsymbol{\ell_1 = 0{,}28}$ **m**.

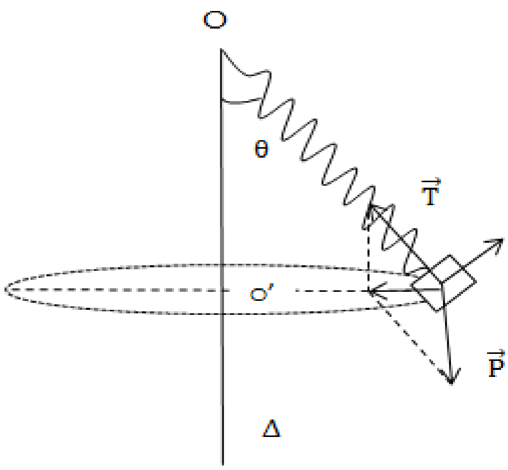
3- Intensité de la force R exercée par la tige sur le corps C.

La projection de la relation traduisant l'équilibre du solide, suivant l'axe orienté OT, donne : $R - mg.\sin\theta = 0 \Rightarrow R = mg.\sin\theta$.

Application numérique : $R = 0{,}2\times 9{,}8\times \sin 30° = 0{,}98$; **R = 0,98 N**.

4-1- Nature de la trajectoire.

Le corps C décrit une trajectoire circulaire de centre o' situé sur l'axe Δ et de rayon $r = \ell_2 \sin\theta$.



4-2- Expression de la longueur ℓ_2.

Le théorème du centre d'inertie appliqué au solide C s'exprime par la relation :
$\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$.
L'accélération centripète du centre d'inertie du solide C est dirigée vers le centre O' de la trajectoire et a pour valeur : $a_G = \omega^2 \ell_2 \sin\theta$.
La construction graphique permet d'écrire : $\tan\theta = \frac{ma_G}{mg} = \frac{\omega^2 \ell_2 \sin\theta}{g}$;
Soit $\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{\omega^2 \ell_2 \sin\theta}{g} \Rightarrow \cos\theta = \frac{g}{\omega^2 \ell_2}$; avec $\cos\theta = \frac{P}{T}$ on a : $\frac{P}{T} = \frac{g}{\omega^2 \ell_2} \Rightarrow T = m\,\omega^2 \ell_2$.
D'autre part : $T = k(\ell_2 - \ell_0)$ donc, $m\,\omega^2 \ell_2 = k(\ell_2 - \ell_0) \Rightarrow \boldsymbol{\ell_2 = \frac{k}{k - m\omega^2}\ell_0}$.

4-3- Application numérique.
$\ell_2 = \frac{25}{25 - 0{,}2 \times 7^2} \times 0{,}2 = 0{,}328$; $\boldsymbol{\ell_2 = 0{,}33}$ **m**.

Ondes progressives

Solution 18 : Bac D 2002

1-a- Équation horaire du mouvement du point S.

$y_S(t) = a.\sin(\omega t + \varphi)$.

À $t = 0$, $y_S(0) = +a \Rightarrow \sin\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$.

$\omega = 2\pi_N = 100\pi$ d'où $y_S(t) = 10^{-2}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 10^{-2}.\cos 100\pi t$ (m).

Indication : $\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2}) = \sin 100\pi t.\cos\frac{\pi}{2} + \sin\frac{\pi}{2}.\cos 100\pi t = \cos 100\pi t$.

b- Équation horaire du mouvement du point M situé à 1,5 cm de S.

$y_M(t) = a.\cos 2\pi\left(t - \frac{x}{V}\right) = a.\cos\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) = 10^{-2}.\cos(100\pi t - 1{,}5\pi)$ $1{,}5\pi = \frac{15\pi}{10} = \frac{3\pi}{2}$

$\frac{3\pi}{2} = 2\pi - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow y_M(t) = 10^{-2}.\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = -10^{-2}.\sin 100\pi t$ (m).

Indication: $\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2}) = \cos 100\pi t.\cos\frac{\pi}{2} - \sin 100\pi t.\sin\frac{\pi}{2} = -\sin 100\pi t$.

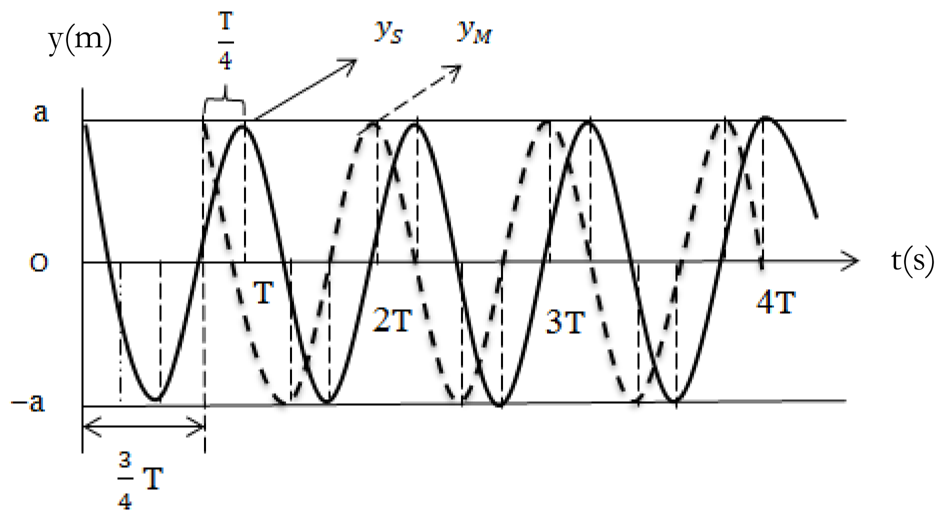
2-a- Représentation graphique de $y_S(t)$ et $y_M(t)$ dans un même système d'axes.

$\frac{t}{T} = \frac{x}{\lambda} \Rightarrow \frac{t}{T} = \frac{x}{VT} = \frac{xN}{V}$ on a : $\frac{t}{T} = \frac{1{,}5.10^{-2}*50}{1} = \frac{3}{4} \Rightarrow t = \frac{3}{4}T$.

$y_S(t) = 10^{-2}.\cos 100\pi t = a.\cos\frac{2\pi t}{T}$ pour $t = 0$, $y_S(0) = a.\cos(0) = a$.

Tableau des valeurs de $y_S(t)$ suivant les valeurs de t.

T	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$
$y_S(t)$	a	0	$-a$	0



b- Déduction du décalage horaire entre les deux mouvements.

On peut lire sur l'axe des abscisses du graphique que le décalage $\Delta t = \frac{T}{4} = \frac{1}{4N}$
$\Delta t = \frac{1}{4\times50}$; $\mathbf{\Delta t\ = 5.10^{-3}}$s.

Solution 19 : Bac D 2003

1-a- *Valeurs de l'amplitude a et de la fréquence N.*

☞ *Valeur de l'amplitude a.*

On peut lire sur le graphique que a = 2.10^{-3}m.

☞ *Valeur de la fréquence N.*

Toujours selon graphique, $\frac{3T}{4} = 0{,}01$ puis que $T = \frac{1}{N}$ donc $N = \frac{3}{4\times0{,}01} = 75$;

N = 75 Hz.

b- *Détermination du retard* θ *de M par rapport à S.*

D'après le graphique, $\theta = \frac{5T}{4} = \frac{5}{4N} = \frac{5}{4\times75} = 0{,}016$; $\theta =$ **0,016 s**

☞ *Déduction de la distance x*

$\theta = \frac{x}{V} = \Rightarrow x = \theta.V = 20\times0{,}016 = 0{,}33$; $\boldsymbol{x}$ **= 0,33 m.**

2- *Comparaison des mouvements de M et S.*

$\frac{\Delta\varphi}{2\pi} = \frac{\Delta T}{T} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi\times\Delta T}{T}$ or $\Delta T = \frac{T}{4}$ donc $\Delta\varphi = \frac{2\pi\times T}{4T}$; $\boldsymbol{\Delta\varphi = \frac{\pi}{2}}$.

Conclusion : M et S sont donc en quadrature de phase.

3- *Équations horaires de M et S.*

$y_S(t) = a.\sin(\omega t + \varphi)$.

À t = 0, $y_S(0) = 0$ et $\dot{y} > 0$;sin $\varphi = 0$; $\varphi = 0$ ou $\varphi = \pi$ comme $\dot{y} > 0$ donc $\varphi = 0$

$\omega = 2\pi N = 150\pi$ d'où $y_S(t) = 2.10^{-3}\sin150\pi t$ (m).

M est en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur S, donc $y_M(t) = 2.10^{-3}\sin\left(150\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = -\,2.10^{-3}\cos150\pi t$.

Solution 20 : Bac D 2013

1- *Équation horaire du mouvement de S.*

$y_S(t) = a.\sin(\omega t + \varphi)$.

À t = 0, $y_S(0) = +a \Rightarrow \sin\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$.

$\omega = 2\pi N = 100\pi$ d'où $y_S(t) = 3.10^{-3}\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = 3.10^{-3}.\cos 100\pi t$ (m).

2-a- *Célérité des ondes.*

La célérité est donnée par la relation : $V = \lambda N$.

Application numérique : V = 0,02×50 = 1; **V = 1 m/s.**

b- *Équation horaire du mouvement du point M situé à 8,5 cm de S.*

$y_M(t) = y_S(t - \Theta)$ =a.cos $2\pi\left(t - \frac{x}{V}\right)$ = a.cos $\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$= 3.10^{-3}.cos $(100\pi t - 8{,}5\pi)$.

Avec $8{,}5\,\pi = 8\,\pi + 0{,}5\,\pi \Rightarrow y_M(t) = 3.10^{-3}$.cos $\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = 3.10^{-3}\sin 100\pi t$ (m).

Indication: cos $(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ = cos $100\pi t.\cos\frac{\pi}{2}$ + sin $100\pi t.\sin\frac{\pi}{2}$ = sin $100\pi t$.

c- Comparaison des mouvements de S et M.

$\Delta\varphi = |\varphi_S - \varphi_M| = \left|0 - \left(-\frac{\pi}{2}\right)\right| = \frac{\pi}{2}$.

<u>Conclusion</u> : M et S sont donc en quadrature de phase.

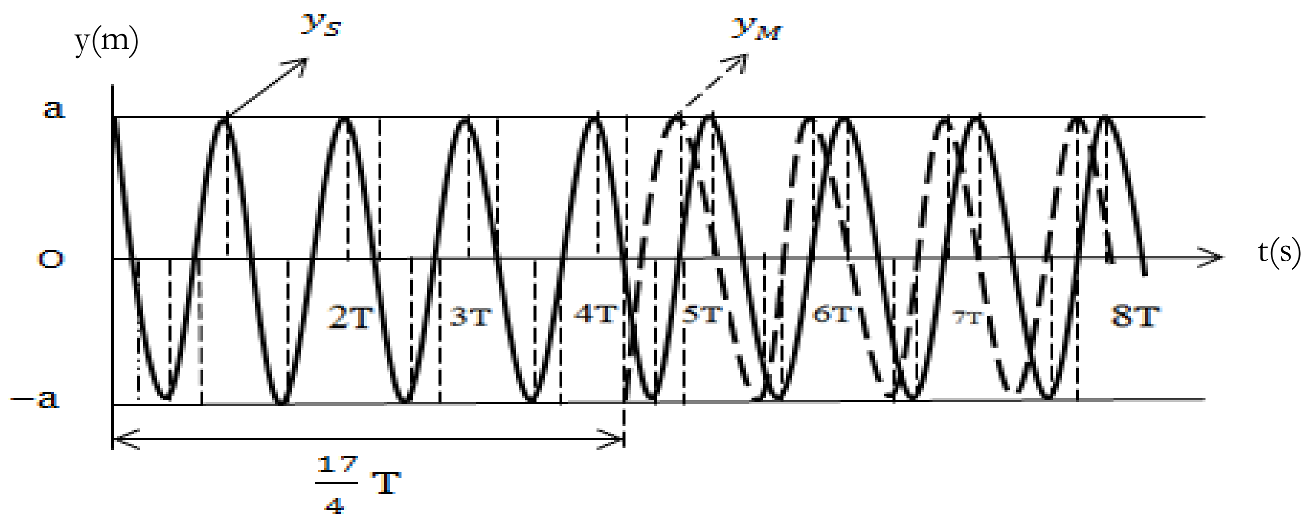
d- Représentation graphique de $y_S(t)$ et $y_M(t)$ dans un même système d'axes.

$\frac{t}{T} = \frac{x}{\lambda} \Rightarrow \frac{t}{T} = \frac{x}{VT} = \frac{xN}{V}$ on a : $\frac{t}{T} = \frac{8{,}5.10^{-2}\times 50}{1} = \frac{17}{4} \Rightarrow \mathbf{t = \frac{17}{4}T}$.

$y_S(t) = 3.10^{-3}$.cos $100\pi t$ = a.cos $\frac{2\pi t}{T}$ pour t = o, $y_S(0)$ = a.cos(0) = a .

Tableau des valeurs de $y_S(t)$ suivant les valeurs de t.

t	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$	……..	$\frac{16T}{4}$	$\frac{17T}{4}$
$y_S(t)$	a	0	−a	0	…….	a	0



Solution 21 : Bac C 2013

1- Équation horaire du mouvement de S.

$y_S(t)$ = a.sin$(\omega t + \varphi)$.

À t = 0, $y_S(0) = 0 \Rightarrow \sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0$ ou $\varphi = \pi$ comme $\dot{y} > 0$ donc $\varphi = 0$.

$y_S(t) = 5.10^{-3}$.sin$100\pi t$.

2-a- Instant du commencement de vibration de M.

Application numérique : $\Theta = \frac{d}{v} = \frac{0{,}25}{10} = 0{,}025$; $\Theta = \mathbf{0{,}025}$ **s.**

b- Équation horaire du mouvement du point M situé à 0,25 m de S.

$y_M(t) = y_S(t - \Theta)$ = a.sin $2\pi\left(t - \frac{x}{V}\right)$ = a.cos $\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$= 5.10^{-3}.cos $(100\pi t - 2{,}5\pi)$.

Avec $2,5\,\pi = 2\,\pi + 0,5\,\pi \Rightarrow y_M(t) = 5.10^{-3}.\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = -5.10^{-3}\cos 100\pi t$ (m).

c- Vitesses de M aux instants $t_1 = 1,25.10^{-2}$ s et $t_2 = 4,5.10^{-2}$ s.

☞ *Vitesse de M à l'instant $t_1 = 1,25.10^{-2}$ s.*

$y_M(t) = -5.10^{-3}\cos 100\pi t \Rightarrow \dot{y}_M(t) = 5.10^{-3}.100\pi \sin 100\pi t.$

$\dot{y}_M(1,25.10^{-2}) = 5.10^{-3}.100\pi \sin 100\pi(1,25.10^{-2}) = 5.10^{-3}.100\pi \sin\frac{5\pi}{4}.$

$\dot{y}_M(1,25.10^{-2}) = 5.10^{-3} \times 100 \times 3,14 \times \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = -1,11.$

$\boldsymbol{\dot{y}_M(1,25.10^{-2}) = -1,11\ m/s.}$

☞ *Vitesse de M à l'instant $t_2 = 4,5.10^{-2}$ s.*

$\dot{y}_M(4,5.10^{-2}) = 5.10^{-3}.100\pi \sin 100\pi(4,5.10^{-2}) = 5.10^{-3}.100\pi \sin\left(4\pi + \frac{\pi}{2}\right).$

$\dot{y}_M(1,25.10^{-2}) = 5.10^{-3} \times 100 \times 3,14 \times \cos 4\pi = 1,57.$

$\boldsymbol{\dot{y}_M(1,25.10^{-2}) = 1,57\ m/s.}$

3- Représentation graphique de $y_S(t)$ et $y_M(t)$ dans un même système d'axes.

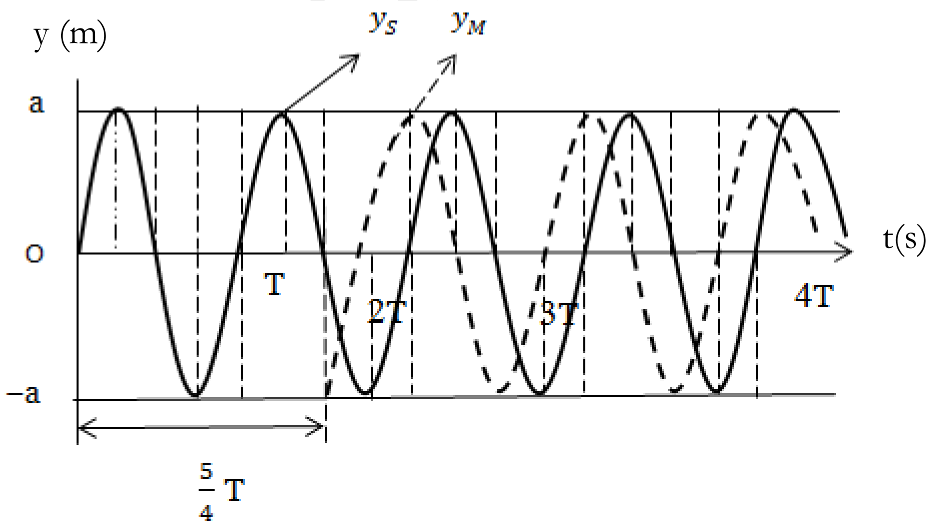
$\frac{t}{T} = \frac{x}{\lambda} \Rightarrow \frac{t}{T} = \frac{x}{VT} = \frac{xN}{V}$ on a : $\frac{t}{T} = \frac{0,25*50}{10} = \frac{5}{4} \Rightarrow \mathbf{t = \frac{5}{4}T.}$

$y_S(t) = 5.10^{-3}.\sin 100\pi t = a.\sin\frac{2\pi t}{T}$ pour t = o, $y_S(0) = a.\sin(0) = 0.$

Pour $t = \frac{T}{4}$; $y_S\left(\frac{T}{4}\right) = a \sin\left(\frac{2\pi\frac{T}{4}}{T}\right) = a.$

Tableau des valeurs de $y_S(t)$ suivant les valeurs de t.

T	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$	T	$\frac{5T}{4}$
$y_S(t)$	0	a	0	−a	0	a



Effet photoélectrique

Solution 22 : Bac D Blanc 2009

1- Démonstration : h = 6,64.10^{-34} J.S.

$E_c = w - w_0$ avec $w = \frac{hC}{\lambda}$.

Pour la radiation de longueur d'onde λ_1 , on a : $E_{C_1} = w_1 - w_0 \Rightarrow E_{C_1} = \frac{hC}{\lambda_1} - w_0$ (1).

Pour la radiation de longueur d'onde λ_2, on a : $E_{C_2} = w_2 - w_0 \Rightarrow E_{C_2} = \frac{hC}{\lambda_2} - w_0$ (2).

(2) – (1) $\Rightarrow hC\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right) = E_{C_2} - E_{C_1} \Rightarrow h = \frac{\lambda_2 . \lambda_1}{C} \times \frac{E_{C_2} - E_{C_1}}{\lambda_1 - \lambda_2}$.

Application numérique : $h = \frac{0{,}3.10^{-6} \times 0{,}4.10^{-6}}{3.10^{8}} \times \frac{3{,}06.10^{-19} - 1{,}40.10^{-19}}{0{,}4.10^{-6} - 0{,}3.10^{-6}} = 6{,}64.10^{-34}$;

h = 6,64.10^{-34} J.S.

2- Travail d'extraction.

$E_{C_1} = w_1 - w_0 \Rightarrow w_0 = w_1 - E_{C_1} = \frac{hC}{\lambda_1} - E_{C_1}$.

Application numérique : $w_0 = \frac{6{,}64.10^{-34} \times 3.10^{8}}{0{,}4.10^{-6}} - 1{,}4.10^{-19} = 3{,}58.10^{-19}$;

w_0= 3,58.10^{-19} J = 2,24 eV.

3- Fréquence et longueur d'onde seuil.

☞ *Fréquence seuil.*

$w_0 = h\nu_0 \Rightarrow \nu_0 = \frac{w_0}{h}$ *Application numérique* : $\nu_0 = \frac{3{,}58.10^{-19}}{6{,}64.10^{-34}} = 5{,}39.10^{14}$;

ϑ_0= 5,39.10^{14} Hz.

☞ *Longueur d'onde seuil.*

$\nu_0 = \frac{C}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{C}{\nu_0}$ *Application numérique* : $\lambda_0 = \frac{3.10^{8}}{5{,}39.10^{14}} = 5{,}56.10^{-7}$;

$\lambda_0 = 5{,}56.10^{-7}$ m = 0,556 μm.

4- Différence de potentiel

$E_{C_A} - E_{C_C} = eU_{AC}$ à l'arrêt, $E_{C_A} = 0$ et $E_{C_C} = E_{C_{max}}$ donc on a : $-E_{C_1} = eU_{AC}$

$U_{AC} = -\frac{E_{C_1}}{e}$; *Application numérique* : $U_{AC} = -\frac{1{,}4.10^{-19}}{1{,}6.10^{-19}} = -0{,}875$; **$U_{AC} = -0{,}875$ V**.

Solution 23 : Bac D 2013

1-a- Définition de la longueur d'onde seuil

La longueur d'onde seuil est la longueur maximale du rayonnement produisant l'effet photoélectrique.

b- Choix des radiateurs capable de provoquer l'émission d'électrons.

Les conditions du seuil photoélectrique sont telles que $\nu \geq \nu_0 \Leftrightarrow \lambda \leq \lambda_0$puisque λ_1= 410 nm ≤ λ_0 = 660 nm donc $\lambda_1$provoque l'émission d'électrons.

2- *Énergie cinétique maximale d'un électron émis par la cathode.*

$E_{Cmax_1} = w_1 - w_0 = hC\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$.

Application numérique : $E_{Cmax_1} = 6{,}64.10^{-34} \times 3.10^8 \times \left(\frac{1}{410.10^{-9}} - \frac{1}{660.10^{-9}}\right)$

$\mathbf{E_{Cmax_1} = 1{,}84.10^{-19}}$ **J = 1,15 eV.**

3-a- *Signification des nombres :*

- ☞ -1,15 V représente la tension d'arrêt.
- ☞ 1,2 µA représente l'intensité de saturation.

b- *Tension U_{AC}.*

$E_{C_A} - E_{C_C} = eU_{AC} \Rightarrow U_{AC} = \frac{\frac{1}{2}m_eV_A^2 - E_{Cmax_1}}{e}$.

Application numérique : $U_{AC} = \frac{0{,}5\times 9{,}1.10^{-31}\times(2000\times10^3)^2 - 1{,}84.10^{-19}}{1{,}6\times10^{-19}}$ = 10,225 V.

c- *Nombre d'électron émis par la cathode*

$I_S = n_e.e \Rightarrow n_e = \frac{I_S}{e} = \frac{2\times10^{-6}}{1{,}6\times10^{-19}}$ = 1,25.10^{13} ; $\mathbf{I_S = 1{,}25.10^{13}}$ **électrons**

Solution 24

1- *Travail d'extraction en joules.*

Le travail d'extraction d'un électron de la photocathode est : $W_0 = h\nu_0 = \frac{hC}{\lambda_0}$.

Application numérique : $W_0 = \frac{6{,}62.10^{-34}\times3.10^8}{0{,}684.10^{-6}} = 2{,}90.10^{-19}$; $\mathbf{W_0 = 2{,}90.10^{-19}}$ **J.**

Travail d'extraction en électronvolts.

$W_0 = \frac{2{,}90.10^{-19}}{1{,}6.10^{-19}}$ = 1,81 ; $\mathbf{W_0 = 1{,}81}$ **eV.**

2- *Vitesse des électrons à l'anode.*

La cellule étant éclairée par une radiation correspondant au seuil photoélectrique, les électrons sont extraits de la cathode avec une vitesse nulle : $V_C = 0$.

Ils subissent, à cause de la force électrique, une accélération entre la cathode et l'anode.

Le théorème de l'énergie cinétique s'écrit :

$\frac{1}{2}mv_A^2 - 0 = eU_{AC} \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2eU_{AC}}{m}}$; *Application numérique* : $v_A = \sqrt{\frac{2\times1{,}6.10^{-19}\times10}{9{,}110.10^{-31}}}$.

$\mathbf{v_A = 1{,}88.10^6\ m/s.}$

3-1- Vitesse maximale des électrons émis par la cathode.

L'énergie cinétique maximale des électrons extraits de la cathode est :

$$E_{Cmax} = W - W_0\ ;\ \frac{1}{2}mv_{Cmax}^2 = hC\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) \Rightarrow v_{Cmax} = \sqrt{\frac{2hC}{m}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)}.$$

Application numérique : $v_{Cmax} = \sqrt{\frac{2.6{,}62.10^{-34} \times 3.10^8}{9{,}110.10^{-31}}\left(\frac{1}{0{,}532.10^{-6}} - \frac{1}{0{,}684.10^{-6}}\right)}.$

$\mathbf{v_{Cmax} = 4{,}3.10^5\ m/s.}$

3-1- Potentiel d'arrêt U_0 de la cellule à cette fréquence.

Le potentiel d'arrêt de la cellule est donné par la relation :

$$U_0 = \frac{h}{e}(\nu - \nu_0) = \frac{h}{e}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right).$$

Application numérique : $U_0 = \frac{2.6{,}62.10^{-34} \times 3.10^8}{1{,}6.10^{-19}}\left(\frac{1}{0{,}532.10^{-6}} - \frac{1}{0{,}684.10^{-6}}\right) = 0{,}52.$

$\mathbf{U_0 = 0{,}52\ V.}$

Solution 25 : Bac 2004 Cameroun

1- Travail extraction.

$W_0 = h\nu_0 = \frac{hC}{\lambda_0}$; *Application numérique* : $W_0 = \frac{6{,}62.10^{-34} \times 3.10^8}{660.10^{-9}} = 3{,}01.10^{-19}$.

$\mathbf{W_0 = 3{,}01.10^{-19}\ J = 1{,}88\ eV.}$

2-1- Énergie des photons incidents.

$W = h\nu = \frac{hC}{\lambda}$; *Application numérique* : $W = \frac{6{,}62.10^{-34} \times 3.10^8}{400.10^{-9}} = 4{,}97.10^{-19}$.

$\mathbf{W} = 4{,}97.10^{-19}$ **J = 3,11 eV.**

2-2- Vitesse maximale.

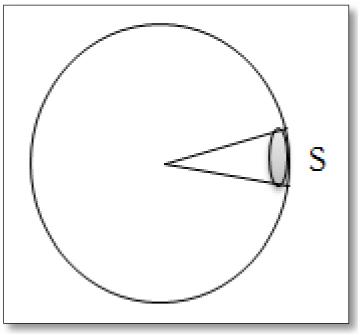
2-2-1- À la sortie de la cathode.

À la sortie de la cathode, l'énergie cinétique maximale des électrons est :

$$E_{Cmax}(c) = W - W_0 = \frac{1}{2}mv_{max}^2 \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2}{m}(W - W_0)}.$$

Application numérique : $v_{max} = \sqrt{\frac{2}{9{,}1.10^{-31}}(4{,}97.10^{-19} - 3{,}01.10^{-19})} = 6{,}6.10^5.$

$\mathbf{v_{max} = 6{,}6.10^5\ m/s.}$



2-2-2- À l'arrivée sur l'anode.

L'électron passe de la cathode (C) vers l'anode (A) sous l'action d'une force électrique F_e. L'application du théorème de l'énergie cinétique permet d'écrire :

$\Delta E_C = \sum W_{CA}$; $E_C(A) - E_{Cmax}(C) = W_{CA}(\vec{F}_e) = F_e.\overrightarrow{CA} \Rightarrow$

$q.\vec{E}.\overrightarrow{CA} = eU_{AC}$ soit $E_C(A) - (W - W_0) = eU_{AC}$;

$\frac{1}{2} mv_A^2 = (W - W_0) + eU_{AC} \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2[(W - W_0) + eU_{AC}]}{m}}$.

Application numérique : $v_A = \sqrt{\frac{2[(4,972 - 3,013) + 1.6 10^{-19}.10]}{9,1.10^{-31}}} = 1,98.10^6$.

$v_A = 1,98.10^6$ m/s.

3-1- Définition du courant de saturation.

Le courant de saturation I_S d'une cellule photoélectrique est le courant débité par la cellule lorsque tous les photoélectrons émis par la cathode sont captés à l'anode.

3-2- Puissance rayonnante reçue.

La puissance rayonnante reçue par la cathode est P = Nhv. Dans cette relation, N est la nombre de photons reçus par seconde.

Le rendement quantique est $\eta = \frac{n}{N} \Rightarrow N = \frac{n}{\eta}$; où n est le nombre d'électrons émis chaque seconde. Lié à l'intensité du courant de saturation par la relation : $I_S = n.e \Rightarrow n = \frac{I_S}{e}$. Les trois relations permettent d'écrire :

$P = \frac{hI_S v}{e\eta} = \frac{hI_S C}{\lambda e\eta}$; *Application numérique* : $P = \frac{6,63.10^{-36} \times 2.10^{-5} \times 3.10^8}{400.10^{-9} \times 1,6.10^{-19} \times 0,003} = 2,07.10^{-2}$.

$P = 2,07.10^{-2}$ W.

3-3- Puissance rayonnante totale.

$\frac{P}{s} = \frac{P_t}{S} \Rightarrow P_t = P\frac{S}{s}$.

Application numérique : $Pt = \frac{2,07.10^{-2} \times 4 \times \pi}{0,0004} = 649,98$.

Pt = 649,98 W.

Solution 26 : Bac C 2005 Cameroun

1- Définition de la fréquence du seuil photoélectrique.

La fréquence de seuil photoélectrique est la fréquence minimale de la radiation lumineuse permettant d'obtenir l'effet photoélectrique.

2- Énergie cinétique maximale.

L'énergie cinétique maximale des électrons émis de la cathode est :

E_{Cmax} (C) = W − W_0 = $h\left(\frac{c}{\lambda} - f_0\right)$.

Application numérique :E_{Cmax} (C) = $6{,}63.10^{-36} \times \left(\frac{3.10^8}{450.10^{-9}} - 5{,}46.10^{-14}\right) = 8{,}03.10^{-20}$.

E_{Cmax} (C) = 8.10^{-20} J.

3- Intensité indiquée par le galvanomètre.

Le galvanomètre indique l'intensité du courant de saturation I_S : I_S = n.e ;

Application numérique : $I_S = 3{,}2.10^{11} \times 1{,}6.10^{-19} = 5{,}12.10^{-8}$; **$I_S = 5.10^{-8}$ A.**

4- Intensité du courant pour une puissance double.

Lorsque la fréquence du rayonnement incident est efficace, l'intensité de courant de saturation est proportionnelle à la puissance lumineuse.

$I'_S = 2I_S$; *Application numérique* : $I'_S = 2 \times 5.10^{-8} = 10^{-7}$; **$I'_S = 10^{-7}$A.**

5- Intensité du courant correspondant à une puissance de 20 W.

La fréquence de la radiation lumineuse incidente est : $v = \frac{c}{\lambda}$;

Application numérique :$v = \frac{3.10^8}{600.10^{-9}} = 5.10^{14}$; **$v = 5.10^{14}$ Hz**.

La fréquence de la radiation incidente est inférieure à la fréquence du seuil photoélectrique. Elle n'est donc pas efficace.

L'intensité du courant est donc nulle quelle que soit la valeur de la puissance lumineuse. I = 0.

Interférences mécaniques

Solution 27 : Bac D Blanc 2009

1- Description du phénomène observé :

On observe des rides fixes de forme hyperbolique de foyers S_1 et S_2 appelés franges d'interférences.

2-a- Équations horaires de S_1 et S_2.

$y_{S_1}(t) = y_{S_2}(t) = a.\sin(\omega t + \varphi)$ car $\varphi = 0$; avec $\omega = 2\pi N$.

$\mathbf{y_{S_1}(t) = y_{S_2}(t) = a.\sin 2\pi N t.}$

b- Équation du point M en fonction de a, C, d_1 et d_2.

$y_{S_1M}(t) = a.\sin \omega(t - \frac{d_1}{C}) = a.\sin\left(2\pi N t - \frac{2\pi N d_1}{C}\right).$

$y_{S_2M}(t) = a.\sin \omega(t - \frac{d_2}{C}) = a.\sin\left(2\pi N t - \frac{2\pi N d_2}{C}\right).$

$y_M(t) = y_{S_1M}(t) + y_{S_2M}(t) = a\left[\sin\left(2\pi N t - \frac{2\pi N d_1}{C}\right) + \sin\left(2\pi N t - \frac{2\pi N d_2}{C}\right)\right].$

$\mathbf{y_M(t) = 2a.\cos\frac{2\pi N}{C}(d_2 - d_1).\sin\left[2\pi N t - \frac{2\pi N}{C}(d_2 + d_1)\right] = A.\sin(2\pi N t + \phi).}$

Avec $A = 2a\cos\frac{2\pi N}{C}(d_2 - d_1)$ et $\phi = -\frac{2\pi N}{C}(d_2 + d_1)$.

Indication : $\sin p + \sin q = 2\cos\left(\frac{p-q}{2}\right)\sin\left(\frac{p+q}{2}\right)$.

3-a- Valeur de C.

$d = k\frac{\lambda}{2}$ avec or $\lambda = \frac{C}{N}$ donc $C = \frac{2dN}{k}$.

Application numérique : $C = \frac{2\times 1{,}8.10^{-2}\times 100}{9} = 0{,}4$; $\mathbf{C = 0{,}4\ m/s.}$

b- Nombre de points au repos.

Ces points sont tels que $A = 0 \Rightarrow 2a\cos\frac{2\pi N}{C}(d_2 - d_1) = 0$

$\Rightarrow \frac{2\pi N}{C}(d_2 - d_1) = \frac{\pi}{2} + k\pi, k \in \mathbb{Z} \Rightarrow d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$; $k \in \mathbb{Z}$.

$|d_2 - d_1| \le S_1S_2 = D \Rightarrow -D \le d_2 - d_1 \le D \Rightarrow -D \le (2k+1)\frac{\lambda}{2} \le D$

$-\frac{D}{\lambda} - \frac{1}{2} \le k \le \frac{D}{\lambda} - \frac{1}{2} \Rightarrow \mathbf{-5{,}5 \le k \le 4{,}5}$

Donc $\mathbf{k} \in \{\mathbf{-5; -4; -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3; 4}\}$

Il y a donc 10 points de repos.

Solution 28 : Bac D 2004

1- La longueur d'onde des ondes issues de S_1 et S_2.

$\lambda = \frac{V}{f}$ *Application numérique* : $\lambda = \frac{0{,}25}{50} = 5.10^{-3}$; $\mathbf{\lambda = 5.10^{-3}\ m.}$

2-a- Expression littérale de l'élongation du mouvement résultant au point M

$y_{S_1}(t) = y_{S_2}(t) = a.\sin 2\pi ft$

$y_{S_1M}(t) = a.\sin\omega(t - \frac{d_1}{C}) = a.\sin\left(2\pi f t - \frac{2\pi f d_1}{C}\right) = a.\sin\left(2\pi f t - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right)$

$y_{S_2M}(t) = a.\sin\omega(t - \frac{d_2}{C}) = a.\sin\left(2\pi f t - \frac{2\pi f d_2}{C}\right) = a.\sin\left(2\pi f t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)$

$y_M(t) = y_{S_1M}(t) + y_{S_2M}(t) = a\left[\sin\left(2\pi ft - \frac{2\pi d_1}{\lambda}\right) + \sin\left(2\pi f t - \frac{2\pi d_2}{\lambda}\right)\right]$

$\mathbf{y_M(t) = 2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)\sin\left[2\pi f t - \frac{\pi}{\lambda}(d_2 + d_1)\right] = A.\sin(2\pi ft + \phi)}$

b- Amplitude du mouvement de M.

$y_M(t) = 2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)\sin\left[2\pi f t - \frac{\pi}{\lambda}(d_2 + d_1)\right] = A.\sin(2\pi f t + \phi)$

$\mathbf{A = 2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)}$

Application numérique : $A = 2 \times 2.10^{-3} \times \cos\frac{\pi}{5.10^{-3}} \times (0{,}04 - 0{,}03) = \mathbf{4.10^{-3}\,m}$

Conclusion : Comme A = 2a donc M est un point d'amplitude maximale

c- Nombre de franges d'amplitude nulle entre S_1 et S_2.

Ces points sont tels que : $A = 0$

$A = 2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) = 0 \Rightarrow \cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) = 0 \Rightarrow \frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) = \frac{\pi}{2} + k\pi$ avec $k \in \mathbb{Z}$, $d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$; $k \in \mathbb{Z}$.

$|d_2 - d_1| \leq S_1S_2 \Rightarrow -S_1S_2 \leq d_2 - d_1 \leq S_1S_2 \Rightarrow -S_1S_2 \leq (2k+1)\frac{\lambda}{2} \leq S_1S_2$

$-\frac{S_1S_2}{\lambda} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{S_1S_2}{\lambda} - \frac{1}{2} \Rightarrow -\frac{3.10^{-2}}{5.10^{-3}} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{3.10^{-2}}{5.10^{-3}} - \frac{1}{2} \Rightarrow \mathbf{-6{,}5 \leq k \leq 5{,}5}$

Donc $\mathbf{k} \in \{\mathbf{-6, -5; -4; -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3; 4, 5}\}$

Il y a donc 12 franges d'amplitude nulle entre S_1 et S_2.

Solution 29 : Bac D 2004

1- Équations horaires de S_1 et S_2.

$y_{S_1}(t) = y_{S_2}(t) = a.\sin(\omega t + \varphi)$ avec $\omega = 2\pi N$ et $\dot{y} = a.\omega\cos(\omega t + \varphi)$

À $t = 0$, $y = a.\sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0$ ou $\varphi = \pi$ et $\dot{y} = a\omega\cos\varphi > 0 \Rightarrow \cos\varphi > 0$ d'où $\varphi = 0$

Ainsi: $\mathbf{y_{S_1}(t) = y_{S_2}(t) = 3.\,10^{-3}.\sin 100\pi t\ (m)}$

2-a- Équation du point M en fonction de d_1 et d_2

$y_{S_1M}(t) = a.\sin\omega(t - \frac{d_1}{V}) = a.\sin\left(2\pi N t - \frac{2\pi N d_1}{V}\right)$

$y_{S_2M}(t) = a.\sin\omega(t - \frac{d_2}{V}) = a.\sin\left(2\pi N t - \frac{2\pi N d_2}{V}\right)$

$y_M(t) = y_{S_1M}(t) + y_{S_2M}(t) = a\left[\sin\left(2\pi N t - \frac{2\pi N d_1}{V}\right) + \sin\left(2\pi N t - \frac{2\pi N d_2}{V}\right)\right]$

$y_M(t) = 2a\cos\frac{2\pi N}{V}(d_2 - d_1).\sin\left[2\pi N t - \frac{2\pi N}{V}(d_2 + d_1)\right] = A.\sin(2\pi N t + \phi)$

Avec $A = 2a\cos\frac{2\pi N}{V}(d_2 - d_1) = 6.10^{-3}.\cos 125\pi(d_2 - d_1)$

$\phi = -\frac{2\pi N}{V}(d_2 + d_1) = -125\pi(d_2 + d_1)$

$y_M(t) = 6.10^{-3}.\cos 125\pi(d_2 - d_1).\sin[125\pi t - 125\pi(d_2 + d_1)]$

Calcul de l'élongation de M

Application numérique :

$A = 6.10^{-3}.\cos 125\pi(d_2 - d_1) = 6.10^{-3}.\cos 125\pi \times 0{,}03 = 6.10^{-3}.\cos 3{,}75\pi$

Or $\cos 3{,}75\pi = \cos\left(4\pi + \frac{\pi}{4}\right) = \cos\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0{,}71$

$A = 6.10^{-3} \times 0{,}71 = 4{,}24.10^{-3}$

$\phi = -125\pi(d_2 + d_1) = -125\pi \times 0{,}07 = -8{,}75\pi = -8\pi - \frac{3\pi}{4} = -\frac{3\pi}{4}$

$\mathbf{y_M(t) = 4{,}24.10^{-3}.\sin\left(100\pi t - \frac{3\pi}{4}\right)\ (m)}$

b- *Non*

3-a- *Formes de franges d'interférences: hyperbolique*

b- *Nombre de point d'amplitude maximale sur* S_1S_2

Ces points sont tels que : $A = \pm 2a$

$A = 2a\cos\frac{2\pi N}{V}(d_2 - d_1) = \pm 2a \Rightarrow \cos\frac{2\pi N}{V}(d_2 - d_1) = \pm 1$

$\Rightarrow \frac{2\pi N}{V}(d_2 - d_1) = k\pi$ avec $k \in Z$, $d_2 - d_1 = \frac{kV}{2N}$; $|d_2 - d_1| \leq S_1S_2$

$\Rightarrow -S_1S_2 \leq d_2 - d_1 \leq S_1S_2 \Rightarrow -S_1S_2 \leq \frac{kV}{2N} \leq S_1S_2$.

$-S_1S_2 \times \frac{2N}{V} \leq k \leq S_1S_2 \times \frac{2N}{V}. \Rightarrow \mathbf{-7{,}5 \leq k \leq 7{,}5}$

Donc $\mathbf{k \in \{-7, -6, -5; -4; -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3; 4, 5, 6, 7\}}$

Il y a donc 15 points d'amplitude maximale sur le segment S_1S_2 .

Interférences lumineuses

Solution 30

1-1- Justification de la présence des franges sur l'écran (E).

On observe des franges d'interférences car il y a superposition de deux lumières cohérentes.

1-2- Direction des franges.

Les franges d'interférences sont des bandes horizontales parallèles à Oy (axe perpendiculaire à l'axe des sources).

1-3-1- Ordre d'interférences du point M.

$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{3{,}3}{0{,}55} = 6$. Donc $\delta = k.\lambda$, avec $k = 6$. M est sur une frange brillante.

1-3-2- Ordre d'interférences du point M.

$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{3{,}3}{0{,}508} = 6{,}5$. Donc $\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right).\lambda$, avec $k + \frac{1}{2} = 6{,}5$. M est sur une frange sombre.

Solution 31

1-1- Valeur de l'interfrange.

L'expression de l'interfrange est : $i = \frac{\lambda D}{a}$; Application numérique : $i = \frac{6.10^{-7} \times 2}{10^{-3}}$;

$i = 1{,}2.10^{-3}$m.

1-1-1- Décalage subit par le système de franges.

L'interposition d'une lame de verre d'indice n, d'épaisseur e sur le trajet de l'une de ondes interférant, allonge le chemin optique de $e(n - 1)$.

1-1-2- Détermination du sens et de l'amplitude de ce décalage.

La différence de marche devient : $\delta = d_2 - [d_1 + e(n - 1)] = d_2 - d_1 - e(n - 1)$, soit $\delta = \frac{ax}{D} - e(n - 1)$.

L'abscisse correspondant à la différence de marche nulle, donc à la frange brillante centrale est : $x = \frac{D}{a} e(n - 1)$.

L'ensemble des franges se déplace du côté de la lame d'une amplitude $x = \frac{D}{a} e(n - 1)$.

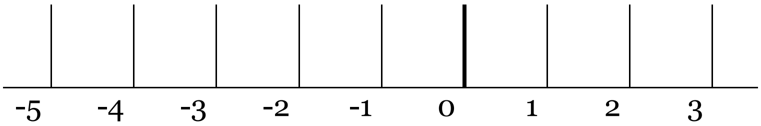
La mesure de x donne une bonne détermination de e si n est connu.

Solution 32 : Bac C 2003 Cameroun

1- Caractéristiques des franges.

Les franges d'interférences sont parallèles aux fentes F_1 et F_2.
Elles sont dites délocalisées parce que leur existence ne dépend pas de la position de l'écran ; on les observe en tout lieu du champ d'interférences, que l'écran soit rapproché, éloigné ou incliné.

2- Longueur d'onde lumineuse.



La distance entre la 3ème frange brillante et la 5ème frange brillante situées de part et d'autre de la frange brillante centrale correspond à 8 interfranges.

$d = 8i = 8\,\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ad}{8D}$; *Application numérique* :$\lambda = \frac{1{,}5.10^{-3}\times 6{,}4.10^{-3}}{8\times 2} = 0{,}6.10^{-6}$.

$\boldsymbol{\lambda = 6.10^{-7}\mathrm{m} = 0{,}6\ \mu\mathrm{m}}$.

3- Sens de déplacement de la frange centrale.

Influence de la lame de verre.

La superposition d'une lame de verre sur un trajet lumineux agit comme si ce trajet lumineux était allongé de $e(n-1)$. La différence de marche devient :

$$\delta' = d_2 - [d_1 + e(n-1)] = (d_2 - d_1) - e(n-1) = \frac{ax}{D} - e(n-1).$$

La frange centrale correspond à une différence de marche nulle : $\delta = 0$.

Sa position est donnée par la relation : $\frac{ax}{D} - e(n-1) = 0$; soit $x = e(n-1)\,\frac{D}{a}$.

Application numérique :$x = 4{,}8.10^{-6}(1{,}5 - 1)\frac{2}{1{,}5.10^{-3}} = 3{,}2.10^{-3}$; $\boldsymbol{x = 3{,}2.10^{-3}\mathrm{m}}$.

La frange brillante centrale se déplace dans le sens des abscisses positives du côté de la lame de verre d'une amplitude ; $x = 3{,}2.10^{-3}$m.

Remarque : la frange brillante centrale est remplacée au point d'abscisse $x = 0$ par la frange de différence de marche $\delta' = -e(n-1)$, donc d'ordre $p = -(n-1)\frac{e}{\lambda} = -4$.

4-1- Observations sur l'écran.

On observe sur deux systèmes de franges colorées ayant une même frange brillante centrale. Ce système, généralement décalé, présente quelques coïncidences.

4-2- Position de la première coïncidence.

À la coïncidence, les abscisses des milieux de franges sont confondues :

$x_1 = x_2$ avec $x_1 = k_1 \,.\, i_1 = \frac{\lambda_1 D}{a}$ et $x_2 = k_2 \,.\, i_2 = \frac{\lambda_2 D}{a}$ k_1 et $k_2 \in$! Soit $k_1 \,.\, i_1 = k_2 \,.\, i_2$.

Application numérique :$42k_1 = 60k_2 \Leftrightarrow 7k_1 = 10k_2$.

La première coïncidence a lieu pour les plus petites valeurs de k_1 et k_2.

$\boldsymbol{k_1 = 10}$ **et** $\boldsymbol{k_2 = 7}$.

Courant alternatif et continu

Solution 33 : Bac D 2013

1-a- Valeur efficace de la tension.

$Z_L - Z_C = L\omega - \frac{1}{C\omega} \Rightarrow (Z_L - Z_C)^2 = \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2$.

$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$ Avec U = Z.I.

$Z = I.\sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$; *Application numérique* : $U = 1{,}5 \times \sqrt{20^2 + (30 - 40)^2}$; **U = 33,5 V.**

b- Inductance L de la bobine.

$Z_L = L\omega \Rightarrow L = \frac{Z_L}{\omega} = \frac{Z_L}{2\pi N_1}$; *Application numérique* : $L = \frac{30}{314} = 0{,}0955$; **L = 0,0955 H.**

c- La capacité C du condensateur.

$Z_C = \frac{1}{C\omega} \Rightarrow C = \frac{1}{Z_C\omega} = \frac{1}{2\pi N_1 Z_C}$; *Application numérique* : $\mathbf{C = \frac{1}{314\times 40} = 7{,}96.10^{-5}F.}$

d- Montrer que le circuit est capacitif.

$L\omega - \frac{1}{C\omega} = 30 - 40 = -10 < 0 \Rightarrow L\omega < \frac{1}{C\omega}$ Donc le circuit est capacitif.

2-a- Intensité efficace I_2.

$I_2 = \frac{U}{Z_2} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi N_2 L - \frac{1}{2\pi N_2 C}\right)^2}}$.

Application numérique : $I_2 = \frac{33{,}5}{\sqrt{20^2 + (60 - 20)^2}} = 0{,}75$; $\mathbf{I_2 = 0{,}75}$ **A.**

b- Vérification de l'effet capacitif.

$L\omega - \frac{1}{C\omega} = 60 - 20 = 40 > 0 \Rightarrow L\omega > \frac{1}{C\omega}$ Le circuit n'est plus capacitif.

Solution 34 : Bac D 2006

1-a- Impédance du condensateur.

$Z_C = \frac{U_C}{I}$; Application numérique : $Z_C = \frac{72}{0{,}72} = 100$; $\mathbf{Z_C = 100\ \Omega}$**.**

b- Fréquence de la tension sinusoïdale appliquée.

$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi f C} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi C Z_C}$.

Application numérique : $f = \frac{1}{2\times 3{,}14\times 32.10^{-6}\times 100} = 50{,}16$; $\mathbf{f = 50{,}16 \approx 50\ H_Z}$

c- Impédance de la portion de de circuit MN.

$Z_{MN} = \sqrt{R_1^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2} = \sqrt{R_1^2 + {Z_C}^2}$.

Application numérique : $Z_{MN} = \sqrt{75^2 + 100^2} = 125$; $\mathbf{Z_{MN} = 125\ \Omega}$**.**

d- Facteur de puissance de la portion de de circuit MN.

$\cos\varphi_1 = \frac{R_1}{Z_{MN}}$; *Application numérique* : $\cos\varphi_1 = \frac{75}{125} = 0,6$; $\mathbf{\cos\varphi_1 = 0,6}$.

2- Valeur de la résistance R_2.

$$\cos\varphi_2 = \frac{R_1 + R_2}{Z_2} = \frac{R_1 + R_2}{\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2}} \Rightarrow (\cos\varphi_2)^2 = \frac{(R_1 + R_2)^2}{(R_1 + R_2)^2 + Z_C^2}$$

$R_2 = \frac{Z_C \cos\varphi_2}{\sqrt{1 - (\cos\varphi_2)^2}} - R_1$; *Application numérique* : $R_2 = \frac{100 \times 0,86}{\sqrt{1 - (0,86)^2}} - 75 = 93,5$;

$\mathbf{R_2 = 93,5\ \Omega}$.

Solution 35 : Bac D 2004

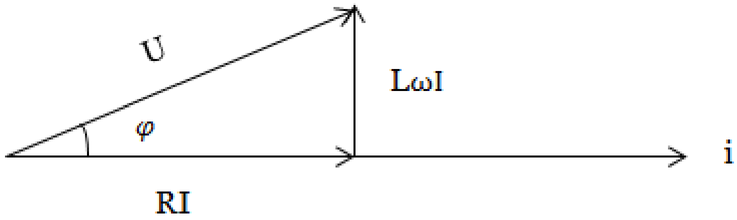
1-a- Impédance Z du circuit.

$Z = \frac{U}{I}$; *Application numérique* : $Z = \frac{110}{0,41} = 268,29$; $\mathbf{Z = 268,29\ \Omega}$.

b- Facteur puissance.

$\cos\varphi = \frac{P}{UI}$; *Application numérique* : $\cos\varphi = \frac{2,02}{110 \times 0,41} = 0,045$; $\mathbf{\cos\varphi = 0,045}$.

2-a- Diagramme de Fresnel.



b- Expression de l'intensité instantanée i.

$i = I_m \sin(\omega t - \varphi)$, $I_m = I\sqrt{2}$ et $\cos\varphi = 0,25 \Rightarrow \varphi = \cos^{-1}(0,045) = 1,52$ rad.

$\mathbf{I = 0,41\sqrt{2}\sin(100\pi t - 1,52)}$.

3-a- Expression de l'impédance Z du circuit.

$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$.

☞ *Expression du facteur puissance.*

$\cos\varphi = \frac{R}{Z}$

b- Détermination de R et L.

☞ *Détermination R.*

$R = Z.\cos\varphi$; *Application numérique* : $R = 268,29 \times 0,045 = 12$; $\mathbf{R = 12\ \Omega}$.

☞ *Détermination de L.*

$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega}\sqrt{Z^2 - R^2}$.

Application numérique : $L = \frac{1}{314}\sqrt{268,29^2 - 12^2} = 0,85$; $\mathbf{L = 0,85\ H}$.

Solution 36

1- Impédance du dipôle.

L'impédance du circuit RLC est : $Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$.

Application numérique : $Z = \sqrt{100^2 + \left(1 \times 314 - \frac{1}{10^{-5} \times 314}\right)^2} = 100{,}099$; **Z ≈ 100 Ω .**

2- Déphasage de la tension par rapport au courant.

$\tan\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \Rightarrow \varphi = \tan^{-1}\left(\frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}\right)$;

Application numérique : $\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{1 \times 314 - \frac{1}{10^{-5} \times 314}}{100}\right) = 4{,}3.10^{-2}$ **; $\boldsymbol{\varphi = 4{,}3.10^{-2}}$rad.**

3- Fréquence du dipôle à la résonance.

$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; *Application numérique* : $f_0 = \frac{1}{2 \times 3{,}14\sqrt{1 \times 10^{-5}}} = 50{,}38$; $\boldsymbol{f_0}$**= 50,38 Hz.**

4- Le facteur de qualité du dipôle.

$Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{2\pi f_0}{R}$; *Application numérique* : $Q = \frac{2 \times 3{,}14 \times 50{,}38}{100} = 3{,}16$; **Q = 3,16.**

5- Tensions U_C et U_L aux bornes du condensateur et de la bobine.

$U_C = U_L = Q.U$ *; Application numérique* : $U_C = U_L = 3{,}16 \times 6 = 18{,}96$;**U_C= U_L = 18,96 V.**

Si la résonance R était 100 fois plus petite (R' = 1 Ω), on aurait à la résonance **Q' = 316 et U_C= U_L = 1898 V.**

6- Conséquences d'avoir un facteur de qualité trop important.

Cet exemple numérique illustre le danger des surtensions à la résonance.

La tension peut dépasser la tension de claquage du condensateur et le dipôle serait détruit ; de plus, la sécurité des personnes n'est pas assurée.

Section B.2 : Chimie

Spectre de l'atome d'hydrogène

Solution 37 : Bac 2003 Cameroun

1- *L'état fondamental d'un atome d'hydrogène.*
Correspond à l'électron dans la couche k (n = 1).
Valeur de n à l'état fondamental : n = 1.
2- *Énergie d'ionisation.*
C'est l'énergie minimale qu'il faut fournir à l'atome d'hydrogène, pris dans son état fondamental, pour lui arracher son électron.
Calcul de l'énergie d'ionisation.
$E_i = E_\infty - E_0 = 0 - (-13{,}6) = 13{,}6$; $\mathbf{E_i = 13{,}6}$ **eV**.
3- Les raies de l'atome d'hydrogène correspondent à toutes les transitions électroniques possibles.
4- *Transition* $E_{1\to 4}$.
4-1- *Énergie reçue.*
$E_{1\to 4} = E_4 - E_1 = \frac{E_0}{4^2} - \frac{E_0}{1^2} = E_0\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{1}\right) = -\frac{15}{16}E_0 = -\frac{15}{16} \times (-13{,}6) = 12{,}75$;

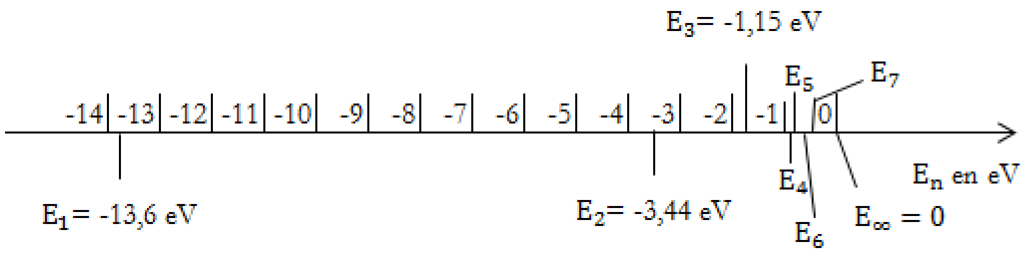
$\boldsymbol{E_{1\to 4}} = \mathbf{12{,}75}$ **eV**.
4-2- *Fréquence de la radiation émise.*
$E_{1\to 4} = h\nu \Rightarrow \nu = \frac{E_{1\to 4}}{h}$.
Application numérique : $\nu = \frac{12{,}75\times 1{,}6.10^{-19}}{6{,}63.10^{-34}} = 3{,}076.10^{15}$; $\boldsymbol{\nu = 3{,}1.10^{15}}$ Hz.
5- $\nu_0 = 2.10^{15}$ *Hz ; 1 eV =* $1{,}6.10^{-19}$ *J ; h =* $6{,}63.10^{-34}$*J.S .*
La radiation est absorbée si son énergie est supérieure à l'énergie d'ionisation de l'atome. On a : $E = h\nu_0 = 6{,}63.10^{-34}\times 2.10^{15} = 13{,}26.10^{-19}$ J $= \frac{13{,}26.10^{-19}}{1{,}6.10^{-19}} = $ **8,28 eV**.
D'où E = 8,28 eV < 13,6 eV = E_i donc la radiation n'est pas absorbée car $E < E_i$.

Solution 38

1- *Le calcul de* $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}$ *en eV.*

n	1	2	3	4	5	6	7	∞
E_n	−13,6	−3,40	−1,51	−0,850	−0,544	−3,378	−0,277	0

2- *Diagramme des niveaux d'énergie.*



3- Pour ioniser H, il faut faire passer son électron de n = 1 à n = ∞, l'énergie d'ionisation est notée E_i telle que :

$E_i = E_\infty - E_0 = 0 - (-13,6) = 13,6$ eV $= 13,6 \times 1,6.10^{-19} = 2,18.10^{-18}$ J.

E_i = 13,6 eV= $2,18.10^{-18}$ J.

4- La raie spectrale de la plus courte longueur d'onde est celle de plus grande énergie, il s'agit du retour de H^+ à l'atome.

$\lambda_{min} = \frac{hC}{E_{max}} = \frac{hC}{|E_1 - E_\infty|} = \frac{hC}{|E_1|}$.

Application numérique : $\lambda_{min} = \frac{6,62.10^{-34} \times 3.10^8}{2,18.10^{-18}} = 0,91.10^{-7}$;

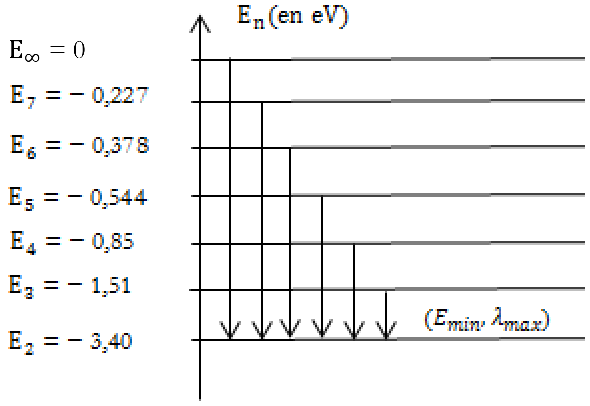
λ_{min} = $0,91.10^{-7}$ m =0,091 µm.

5- *La série de Balmer.*

Pour la série de Balmer,

$\lambda_{min} = \frac{hC}{|E_\infty - E_2|} = \frac{6,62.10^{-34} \times 3.10^8}{3,40 \times 1,6.10^{-19}} =$ **$3,65.10^{-7}$ m = 0,365 µm.**

$\lambda_{max} = \frac{hC}{|E_3 - E_2|} = \frac{6,62.10^{-34} \times 3.10^8}{(3,40 - 1,51) \times 1,6.10^{-19}} =$ **$6,57.10^{-7}$ m = 0,657 µm.**



Solution 39 : Bac 2006 Cameroun

1-a- Faux.

b- Vrai.

2-1- Expression littérale de la fréquence.

Passage de n > 2 à n = 2 (série de Balmer).

on a : $h\nu = E_n - E_2 = -\frac{13,6}{n^2} - \left(-\frac{13,6}{2^2}\right) = -13,6 \times 1,6.10^{-19} \times \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{2^2}\right)$

Avec E_n en joules, d'où : $\nu = -\frac{2,17.10^{-20}}{h}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{4}\right)$.

2-2-1- Transitions correspondant aux radiations de la série de Balmer.

On pose $E_0 = -13,6$ eV et $\nu = \frac{C}{\lambda}$, on écrit alors : $\frac{C}{\lambda} = \frac{E_0}{h}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{4}\right) \Rightarrow \frac{1}{n^2} - \frac{1}{4} = \frac{hC}{\lambda E_0}$

$\Rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{hC}{\lambda E_0} + \frac{1}{4} = \frac{4hC + \lambda E_0}{4\lambda E_0} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{4\lambda E_0}{4hC + \lambda E_0}}$;

Pour $\lambda = \lambda_1 = 656$ nm, et sachant que $E_0 = -13,6$ eV $= -13,6 \times 1,6.10^{-19}$ J.

$$n_1 = \sqrt{\frac{4 \times 656.10^{-9} \times (-2,176.10^{-18})}{4 \times 6,62.10^{-34} \times 3.10^{8} + 656.10^{-9} \times (-2,176.10^{-18})}} = 3 \text{ ; } \mathbf{n_1 = 3}.$$

- ☞ Ainsi pour $\lambda_1 = 656$ nm correspond l'état $n_1 = 3$: la transition correspondante est $3 \rightarrow 2$.
- ☞ Sachant que dans la série de Balmer il y a 4 raies successives, on peut déduire les trois autres transitions :
- ☞ Pour $\lambda_2 = 486$ nm, on aura $n_2 = 4$: c'est la transition $4 \rightarrow 2$.
- ☞ Pour $\lambda_3 = 434$ nm, on aura $n_3 = 5$: c'est la transition $5 \rightarrow 2$.
- ☞ Pour $\lambda_4 = 410$ nm, on aura $n_4 = 6$: c'est la transition $6 \rightarrow 2$.

2-2-1- tracé du diagramme.

☞ Pour $\lambda_1 = 656$ nm, on a :

$E_3 = -\frac{13,6}{3^2} = -1,51$ eV.

☞ Pour $\lambda_2 = 486$ nm, on a :

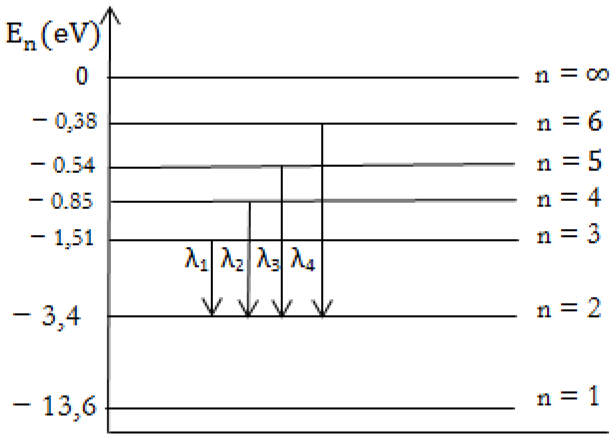
$E_4 = -\frac{13,6}{4^2} = -0,85$ eV.

☞ Pour $\lambda_3 = 434$ nm, on a :

$E_5 = -\frac{13,6}{5^2} = -0,54$ eV.

☞ Pour $\lambda_4 = 410$ nm, on a :

$E_6 = -\frac{13,6}{6^2} = -0,38$ eV.



E = 7 eV. Énergie de à l'état fondamental : $E_0 = -13,6$ eV.

a- Énergie de l'atome : $E' = E_0 + E = -13,6 + 7 = -6,6$ eV. Il n'y a aucune transition correspondant à cette énergie : le photon n'est pas absorbé.

b- Si l'atome est déjà excité, il s'excite davantage.

Notion de couple acide / base

Solution 40 : Bac C 2013

1-a- Équation de dissociation ionique de l'acide éthanoïque dans l'eau.

$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

b- Espèces chimiques présentes dans la solution.

$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$

☞ Molécules : CH_3COOH, H_2O

☞ Ions : CH_3COO^-, H_3O^+, OH^-

c- Concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution.

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,4} = 3,98.10^{-4}$ mol/L

$[H_2O] = \frac{1000}{18} = 55,55$ mol/L

À 25°C, $[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{3,98.10^{-4}} = 2,5.10^{-11}$ mol/L

☞ Électro neutralité :

$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] + [OH^-]$; solution acide d'où $[H_3O^+] \gg [OH^-]$ Ainsi donc $[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = 3,98.10^{-4}$ mol/L

☞ Conservation de la matière :

$[CH_3COOH] + [CH_3COO^-] = C_0 \Rightarrow [CH_3COOH] = C_0 - [CH_3COO^-]$.

$[CH_3COOH] = 10^{-2} - 3,98.10^{-4} = 9,602.10^{-3}$ mol/L.

2-a- Coefficient de dissociation ionique de l'acide.

$\alpha = \frac{[CH_3COO^-]}{C_0} = \frac{3,98.10^{-4}}{10^{-2}} = 0,0398 \approx 4\%$

b- pKa du couple acide-base CH_3COOH/CH_3COO^-

$pKa = pH + \log\frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} = 3,4 + \log\frac{9,602.10^{-3}}{3,98.10^{-4}} = 4,78$

3- Comparaison de la force des acides HCOOH et CH_3COOH.

Puisque $pKa_{HCOOH} = 3,8 < 4,78 = pKa_{CH_3COOH}$ donc l'acide méthanoïque est plus fort que l'acide éthanoïque.

Solution 41 : Bac D 2011

1-a- Concentration molaire volumique de la solution préparée.

$C_0 = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV} = \frac{2,3.}{46 \times 0,5} = 0,1$ mol/L *b- Montrons que l'acide méthanoïque est un acide faible.*

pH= 2,4 ≠ 1= $-\log C_0$ Donc l'acide méthanoïque est un acide faible.

c- Équation de dissociation de l'acide méthanoïque dans l'eau.

$$HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$$

2-a- Faire l'inventaire toutes les espèces chimiques présentes dans la solution

$$HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$$

$$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$$

☞ Molecules: HCOOH, H_2O.

☞ Ions: $HCOO^-$, H_3O^+, OH^-

b- Concentrations molaires volumiques des différentes espèces chimiques

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,4} = 3,98.10^{-3}$mol/L

$[H_2O] = \frac{1000}{18} = 55,55$ mol/L

À 25°C, $[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{3,98.10^{-3}} = 2,5.10^{-12}$mol/L

☞ Électro neutralité

$[H_3O^+] = [HCOO^-] + [OH^-]$; Solution acide d'où $[H_3O^+] \gg [OH^-]$

Ainsi donc $[HCOO^-] = [H_3O^+] = 3,98.10^{-3}$mol/L

☞ Conservation de la matière

$[HCOOH] + [HCOO^-] = C_0 \Rightarrow [HCOOH] = C_0 - [HCOO^-]$

$[HCOOH] = 0,1 - 3,98.10^{-3} = 9,6.10^{-2}$; $[HCOOH] = 9,6.10^{-2}$mol/L

3-a- Calculer le pKa du couple $HCOOH/HCOO^-$.

$$pKa = pH + \log\frac{[HCOOH]}{[HCOO^-]} = 2,4 + \log\frac{9,6.10^{-2}}{3,98.10^{-3}} = 3,78$$

b- Comparaison de la force des acides méthanoïque (HCOOH) et éthanoïque (CH_3COOH).

Puisque $pKa_{HCOOH} = 3,78 < 4,7 = pKa_{CH_3COOH}$ donc l'acide méthanoïque est plus fort que l'acide éthanoïque.

Solution 42 : Bac D 2006

1-a- Concentration molaire de l'acide.

$$C_0 = \frac{n}{V} = \frac{10^{-4}}{0,1} = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

b- Équation chimique de la réaction de dissociation.

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$$

2-a- Définition du coefficient de dissociation.

Le coefficient de dissociation est le rapport de la quantité de l'espèce chimique dissociée à la quantité initiale de cette espèce.

b- pH de la solution obtenu.

pH = − log $[H_3O^+]$ et $\alpha = \frac{[CH_3COO^-]}{C_0} \Rightarrow [CH_3COO^-] = \alpha C_0$

☞ Électro neutralité :

$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] + [OH^-]$; solution acide d'où $[H_3O^+] \gg [OH^-]$ Ainsi donc $[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = \alpha C_0$

Par conséquent, pH = − log $[H_3O^+]$ = − log αC_0

pH = − log $0{,}12 \times 10^{-3} = 3{,}9$

Solution 43 : Bac D 2004

1- Espèces chimiques présentes dans la solution.

$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$

☞ Molecules: NH_3, H_2O.

☞ Ions: NH_4^+, H_3O^+, OH^-

- Concentrations molaires volumiques.

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-11} = 10^{-11}$mol/L

$[H_2O] = \frac{1000}{18} = 55{,}55$ mol/L

À 25°C, $[H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}$mol/L

☞ Électro neutralité

$[H_3O^+] + [NH_4^+] = [OH^-]$

$[NH_4^+] = [OH^-] = 10^{-3}$mol/L Car $[H_3O^+] \ll [OH^-]$

Les questions 2 et 3 ne peuvent être résolues par le manque de la constante d'acidité.

Radioactivité

Solution 44 : BAC D Blanc 2009

1- Énergie de liaison du noyau polonium.

$E_\ell = \Delta m C^2 = [Zm_p + Nm_m - m_{P_0}]C^2 = [Zm_p + (A - Z)m_m - m_{P_0}]C^2$ car $N = A - Z$

Application numérique :

$E_\ell = [84\times 1{,}00727+(210-84)\times 1{,}00866-209{,}9369]\times (3.10^8)^2 \times 1{,}66.10^{-27}$

$\mathbf{E_\ell = 2{,}64.10^{-10} J}$

2- Équation bilan de la réaction.

${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{A}_{Z}Pb + {}^{4}_{2}He$.

☞ Conservation du nombre de masse :

$210 = A + 4 \Rightarrow A = 210 - 4 = 206$.

☞ Conservation du nombre de charge :

$84 = Z + 2 \Rightarrow Z = 84 - 2 = 82$.

L'équation bilan de réaction s'écrit donc : ${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$

3- Énergie libérée lors de la désintégration en MeV.

$\Delta E = (m - m_1 - m_2)C^2$.

Application numérique :

$\Delta E = (209{,}9369-205{,}9296-4{,}0015)\times C^2 \times 931{,}5 MeV/C^2$ $\mathbf{\Delta E = 5{,}40\ MeV.}$

4-a- Définition de la demi-vie.

Durée nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs initialement présents dans l'échantillon soit désintégrée.

b- Nombre de noyau de polonium 210 correspondant.

$\frac{N_o}{m_o} = \frac{\mathcal{N}}{M_{P_o}} \Rightarrow N_o = \frac{m_o\mathcal{N}}{M_{P_o}}$

Application numérique : $N_o = \frac{20\times 6{,}02.10^{23}}{210} = 5{,}73.10^{22}$; $\mathbf{N_o = 5{,}73.10^{22}}$ **noyaux**

c- Montrons que : $m = m_0 e^{-\frac{ln2}{T}t}$.

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ avec $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$

À $t = 0$, $N_o = \frac{m_o\mathcal{N}}{M_{P_o}}$ et à t quelconque, $N = \frac{m\mathcal{N}}{M_{P_o}} \Rightarrow \frac{m\mathcal{N}}{M_{P_o}} = \frac{m_o\mathcal{N}}{M_{P_o}} e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

$\Rightarrow \mathbf{m = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}}$.

d- Masse de polonium disparu au bout de 414 jours.

$m_o = m + m_d \Rightarrow m_d = m_o - m$ or $m = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$ donc, $m_d = m_o - m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

$\Rightarrow m_d = m_o(1 - e^{-\frac{\ln 2}{T}t})$

Application numérique : $m_d = 20\times(1 - e^{-\frac{\ln 2}{138}\times 414}) = 17{,}5$; $\mathbf{m_d = 17{,}5\ g.}$

Solution 45 : Bac D 2006

1-a- *Équation de la réaction*

$^{40}_{19}K \rightarrow \ ^{40}_{18}Ar + \ ^{A}_{Z}X$

☞ Conservation du nombre de masse :

$40 = 40 + A \Rightarrow A = 40 - 40 = 0$

☞ Conservation du nombre de charge :

$19 = 18 + Z \Rightarrow Z = 19 - 18 = 1$

Il s'agit d'un positon : $^{0}_{+1}e$

b- *Type de désintégration*

Désintégration β^+

2- *Expression de N_K et N_{Ar} à la date t.*

$\mathbf{N_K = N_0 e^{-\lambda t}}$

$N_K + N_{Ar} = N_0 \Rightarrow N_{Ar} = N_0 - N_K = N_0 - N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \mathbf{N_{Ar} = N_0(1 - e^{-\lambda t})}$

3- *Âge de l'échantillon*

Il ressort que $N_K = 2N_{Ar} \Rightarrow N_0 e^{-\lambda t} = N_0(1 - e^{-\lambda t}) \Rightarrow t = -\frac{1}{\lambda}\ln\left(\frac{2}{3}\right)$ Puisque $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ donc $\mathbf{t = -\frac{T}{\ln 2}\ln\left(\frac{2}{3}\right)}$ *Application numérique* : $t = -\frac{10^9}{\ln 2}\times\ln\left(\frac{2}{3}\right) = 5{,}85.10^8$ ans

Solution 46 : Bac D 2004

1- *Équation bilan de désintégration.*

$^{241}_{95}Am \rightarrow \ ^{4}_{2}He + \ ^{A}_{Z}Np$

☞ Conservation du nombre de masse :

$241 = 4 + A \Rightarrow A = 241 - 4 = 237$

☞ Conservation du nombre de charge :

$95 = 2 + Z \Rightarrow Z = 95 - 2 = 93$

$^{241}_{95}Am \rightarrow \ ^{4}_{2}He + \ ^{237}_{93}Np$

2-a- *Énergie libérée au cours de cette réaction.*

☞ *En MeV.*

$E_\ell = \Delta m C^2 = [m_{Am} - (m_{He} + m_{Np})]C^2$

Application numérique : $E_\ell = [241{,}05682 - (4{,}00260 + 237{,}04817)]C^2 \times 931{,}5\,MeV/C^2$

$\mathbf{E_\ell = 5{,}64\ MeV.}$

☞ *En joule.*

$E_\ell = 5{,}64\times 1{,}6022.10^{-13} = 9{,}036.10^{-13}$; $\mathbf{E_\ell = 9{,}036.10^{-13} J}$.

b- Si le noyau fils est obtenu à l'état fondamental, l'énergie libérée se retrouve sous la forme d'énergie cinétique de α et Np.

c- Explication du phénomène.

La désintégration s'accompagne d'un rayonnement γ, donc le noyau fils obtenu était à l'état excité.

☞ *Énergie du rayonnement.*

D'après la loi de conservation : $E_\ell = E_{C_\alpha} + E_{C_{Np}} + E_\gamma$.

$E_\gamma = E_\ell - \left(E_{C_\alpha} + E_{C_{Np}}\right)$, *Application numérique* : $E_\gamma = 5{,}64 - 5 = 0{,}64$.

E_γ = 0,64 MeV.

Solution aqueuse

Solution 47 : Bac D Blanc 2009

1- *Équations des demi-réactions des couples* MnO_4^- / MnO_2 *et* O_2 / H_2O.

$MnO_4^- + 4\,H_3O^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 6\,H_2O$

$6\,H_2O \rightarrow O_2 + 4\,H_3O^+ + 4e^-$

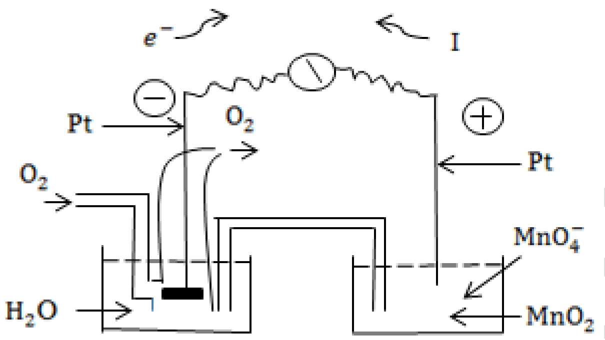
Équation bilan de la réaction:

$MnO_4^- + 4\,H_3O^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 6\,H_2O \quad (*\,4)$

$6\,H_2O \rightarrow O_2 + 4\,H_3O^+ + 4e^- \quad (*\,3)$

$4\,MnO_4^- + 4\,H_3O^+ \rightarrow 4\,MnO_2 + 3\,O_2 + 6\,H_2O$

2- *Schéma de la pile*



3-a- *Quantité d'électricité*

$6\,H_2O \rightarrow O_2 + 4\,H_3O^+ + 4e^-$

1 mol 4 mol

n_{O_2} n_{e^-}

Q= $e\mathcal{N}n_{e^-}$ D'où la relation: $\frac{1}{n_{O_2}} = \frac{4}{n_{e^-}} \Rightarrow n_{e^-} = 4\,n_{O_2} = \frac{4\,V_{O_2}}{Vm}$ donc

$Q = \frac{4V_{O_2}}{Vm}\mathcal{N}e$; *Application numérique* : $Q = \frac{4\times0{,}112\times6{,}02.10^{23}\times1{,}6.10^{-19}}{22{,}4} = 1926{,}4$;

Q = 1926,4 C

b- Durée du fonctionnement.

$Q = I.t \Rightarrow t = \frac{Q}{I}$; *Application numérique :* $t = \frac{1926{,}4}{0{,}3} = 6421{,}3$; **t = 6421,3 s**

Solution 48 : Bac C 2010

1-a- Demi-équations redox.

$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2\,e^-$.

$2H_3O^+ + 2\ e^- \rightarrow 2\ H_2O + H_2^{\uparrow}$.

Équation bilan de la réaction.

La somme des demi-équations redox donne :

$\mathbf{Fe + 2H_3O^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2H_2O + H_2^{\uparrow}}$.

b- Volume de gaz dégagé dans les CNTP.

$Fe + 2H_3O^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2\ H_2O + H_2^{\uparrow}$.

1 mol 1 mol

n_{Fe} n_{H_2}

$\frac{1}{n_{Fe}} = \frac{1}{n_{H_2}}$; $n_{Fe} = n_{H_2}$ ce qui implique: $\frac{V_{H_2}}{V_m} = \frac{m_{Fe}}{M_{Fe}} \Rightarrow V_{H_2} = \frac{m_{Fe}}{M_{Fe}} V_m$

Application numérique : $V_{H_2} = \frac{16{,}8 \times 22{,}4}{56} = 6{,}72$; $\mathbf{V_{H_2} = 6{,}72\ L}$.

c- Concentration de la solution S.

$n_{Fe^{2+}} = n_{Fe}$; $[Fe^{2+}]V = \frac{m_{Fe}}{M_{Fe}} \Rightarrow [Fe^{2+}] = \frac{m_{Fe}}{VM_{Fe}}$.

Application numérique : $[Fe^{2+}] = \frac{18{,}6}{0{,}5 \times 56} = 0{,}6$; $\mathbf{[Fe^{2+}] = 0{,}66\ mol/L}$.

2-a- Équation bilan de la réaction.

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + 1e^-$. (×6)

$Cr_2O_7^{2-} + 14\ H_3O^+ + 6\ e^- \rightarrow 2\ Cr^{3+} + 21\ H_2O$. (×1)

La somme des demi-équations redox constitue l'équation bilan de la réaction.

$6\ Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14\ H_3O^+ \rightarrow 6\ Fe^{3+}\ 2\ Cr^{3+} + 21\ H_2O$.

b- Concentration molaire volumique de la solution de bichromate.

$6\ Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14\ H_3O^+ \rightarrow 6\ Fe^{3+}\ 2\ Cr^{3+} + 21\ H_2O$.

6 mol 1 mol

n_r n_0

$\frac{6}{n_r} = \frac{1}{n_0}$; ce qui implique, $n_0 = \frac{1}{6} n_r$; $C_0V_0 = \frac{1}{6} C_rV_r \Rightarrow C_0 = \frac{C_rV_r}{6V_0}$.

Application numérique : $C_0 = \frac{0{,}66 \times 0{,}02}{6 \times 0{,}01} = 0{,}22$; $\mathbf{C_0 = 0{,}22\ mol/L}$.

Solution 49 : Bac C 2010

1- Couples redox en présence.

Les couples redox en présence sont les suivants : Fe^{2+}/Fe et H_3O^+/H_2.

2- Masse de fer.

Les demi-équations redox sont données par les relations ci-après.

$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2\,e^-$.

$2H_3O^+ + 2\,e^- \rightarrow 2\,H_2O + H_2\uparrow$.

Équation bilan de la réaction.

$Fe + 2H_3O^+ \rightarrow Fe^{2+} + 2\,H_2O + H_2\uparrow$.

1 mol 1 mol

n_{Fe} $n_{Fe^{2+}}$

$\frac{1}{n_{Fe}} = \frac{1}{n_{Fe^{2+}}} \Rightarrow n_{Fe^{2+}} = n_{Fe}$; $[Fe^{2+}]V = \frac{m_{Fe}}{M_{Fe}} \Rightarrow m_{Fe} = [Fe^{2+}]VM_{Fe}$.

Application numérique : $m_{Fe} = 1\times0{,}1\times56 = 5{,}6$; $\mathbf{m_{Fe} = 5{,}6\ g.}$

3-a- Équation bilan de la réaction d'oxydoréduction.

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + 1e^-$. $(\times6)$

$MnO_4^- + 8\,H_3O^+ + 5\,e^- \rightarrow Mn^{2+} + 12\,H_2O$. $(\times1)$

L'équation bilan de la réaction de la réaction est déterminée par la Somme des demi-équations redox.

$\mathbf{5\,Fe^{2+} + MnO_4^- + 8\,H_3O^+ \rightarrow 5\,Fe^{3+} + Mn^{2+} + 12\,H_2O.}$

b- Masse de permanganate de potassium.

$5\,Fe^{2+} + MnO_4^- + 8\,H_3O^+ \rightarrow 5\,Fe^{3+} + Mn^{2+} + 12\,H_2O$.

5 mol 1 mol

n_r n_0

$\frac{5}{n_r} = \frac{1}{n_0} \Rightarrow n_0 = \frac{1}{5}n_r$; $\frac{m_0}{M_0} = \frac{1}{5}\,C_rV_r \Rightarrow m_0 = \frac{1}{5}\,C_rV_rM_0$.

Application numérique : $m_0 = \frac{1}{5}\times0{,}1\times1\times158 = 3{,}16$; $\mathbf{m_0 = 3{,}16\ g.}$

Solution 50 : Bac D 2010

1- Équation bilan de la réaction redox.

Les demi-équations redox sont telles que :

$2\,I^- \rightarrow I_2 + 2\,e^-$.

$ClO^- + 2\,H_3O^+ + 2\,e^- \rightarrow Cl^- + 3\,H_2O$.

L'équation bilan de la réaction sera donc obtenue en faisant la Somme des demi-équations redox, et on obtient :

$\mathbf{2\,I^- + ClO^- + 2\,H_3O^+ \rightarrow I_2 + Cl^- + 3\,H_2O.}$

2-a- Équation bilan de la réaction de dosage.

$\mathbf{S_2O_3^{2-} \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2\,e^-.}$

$I_2 + 2\,e^- \rightarrow 2\,I^-$

$S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2\,I^-$.

b- Concentration molaire de l'eau de javel en ions Cl^-.

En tenant compte de l'équation bilan de la réaction redox, on a : $n_{ClO^-} = n_{I_2}$.

En tenant compte de l'équation bilan de la réaction de dosage : $n_{S2O_3^{2-}} = 2\,n_{I_2}$.

$n_{I_2} = n_{I_2} \Rightarrow n_{ClO^-} = \frac{1}{2} n_{S2O_3^{2-}}$; $[ClO^-]V_0 = \frac{1}{2}$ CrVr $\Rightarrow [ClO^-] = \frac{CrVr}{2V_0}$.

Application numérique : $[ClO^-] = \frac{0,1 \times 15,2}{2 \times 20}$.= 0,038 ; $\mathbf{[ClO^-]}$**= 0,038 mol/L.**

BIBLIOGRAPHIE

[1] **Les Classiques Africains**, *Physique,* 2007

[2] **Les Classiques Africains**, *Chimie*, 2007