Fomesoutra.com
ça soutra!

Collection les ''EMINENCES''

SCIENCES PHYSIQUES EN TERMINALE

Edition : 2022

Concepteur :
Juste Kether YABA-NGO KANGOU
Professeur certifié de Lycée en service au
Lycée de la Réconciliation
Brazzaville
Contact : 066758904/044701745

Ce manuel a eu le jour grâce à la collaboration de plusieurs acteurs du monde de l'enseignement dont en voici quelqu'un :
-Chabrel Girard ***DAMBA BISSOUMOUNOOU****, Professeur certifié de Lycée (Lycée Emery Patrice LUMBUMBA)*
- Chancie ***MAMPEMPE****, Professeur certifié de Lycée (Lycée de la Réconciliation)*
- Bienvenu Apollinaire ***MBOUNGOU****, Professeur certifié de Lycée (Lycée Réconciliation)*
- Christie Aldine ***MALILA MANGBELE****, Professeur certifié de Lycée (Lycée d'Impfondo)*

Dédicace :
Je dédie ce présent document à
ma fille Eminence Keth-Emmanuel
trouve ici l'expression du travail
acharné et sois un model pour les autres !

Ce document est destiné aux élèves de Terminale scientifique. Il est constitué de deux parties :

La prémière partie présente des résumés de cours sur l'ensemble du programme assortie des exercices d'application ;

La deuxième partie présente un panel des sujets des baccalauréats des dernières années pour des révisions en modes examens

Toute fois, il est loin d'être un substitut du cours mais un complément. Ainsi, son utilisation nécessite la maitrise parfaite du cours. De la part de l'auteur.

OG₁ : Utiliser les outils mathématiques dans l'étude des phénomènes physiques

Chapitre 1 : LES INCERTITUDES

Définition : C'est la valeur en trop ou en moins qui s'attache à la mesure d'une grandeur physique.

Elle est due généralement à l'imperfection des appareils de mesure (erreurs systématique) et à l'expérimentation (erreurs accidentelle).

Valeur approchée : c'est le résultat de la mesure à une erreur près. Elle est définie par la relation

$$\boxed{\boldsymbol{a = \frac{a_{min}+a_{max}}{2}}}$$

Valeurs exacte : C'est la mesure que l'homme ne peut pas atteindre exactement sans erreur. Elle est noté a_e

Incertitude absolue : C'est la limite supérieur de l'erreur absolue $\Delta a \geq \delta_a$. Elle est évaluée à partir de l'appareil de mesure utilisé.

Soit $\boldsymbol{a_e = a \pm \Delta a}$

Théorème des incertitudes absolues : L'incertitude absolue sur une somme ou sur une différence est égale à la somme des incertitudes absolues sur chacun ses terme

$$G = x + y \Longrightarrow \Delta G = \Delta x + \Delta y$$

$$G = x + y - z \Longrightarrow \Delta G = \Delta x + \Delta y + \Delta z$$

$$G = x - y \Longrightarrow \Delta G = \Delta x + \Delta y$$

Incertitude relative : Elle est égale au rapport de l'incertitude absolue par la valeur approchée d'une grandeur. Elle n'a pas d'unité mais peut toute fois s'exprimée en pourcentage. $\boldsymbol{I_r = \frac{\Delta a}{a}}$

Théorème des incertitudes relatives : L'incertitude relative sur un produit ou un rapport est égal à la somme des incertitudes relatives sur chacun des termes.

$$P = x.y \Longrightarrow \frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} ;$$

$$Q = \frac{x}{y} \Longrightarrow \frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y}$$

$$G = a^n \Longrightarrow \frac{\Delta G}{G} = |n|\frac{\Delta a}{a} ;$$

$$G = \frac{x^{\alpha}.y^{\beta}}{z^{\gamma}} \Longrightarrow \frac{\Delta G}{G} = |\alpha|\frac{\Delta x}{x} + |\beta|\frac{\Delta y}{y} + |\gamma|\frac{\Delta z}{z}$$

Exemples : Incertitude sur des certaines grandeurs physiques

- Surface d'un disque :

$$S = \pi r^2 \Longrightarrow \frac{\Delta S}{S} = 2\frac{\Delta r}{r}$$

- Volume d'une sphère :

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \Longrightarrow \frac{\Delta V}{V} = 3\frac{\Delta r}{r}$$

- Volume d'un cylindre :

$$V = \pi r^2 h \Longrightarrow \frac{\Delta V}{V} = 2\frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta h}{h}$$

Série d'exercices

Exercice 1 : Un cylindre homogène possède une masse $m = (820 \pm 1)g$, un diamètre $D = (42 \pm 0{,}1)mm$ et une hauteur $h = (41 \pm 0{,}1)mm$.

1- Calcule le volume de ce cylindre
2- Calcule la masse volumique de ce cylindre.
3- Quelle est la précision de ce calcul (incertitude relative) ?
4- Présente le résultat

Exercice 2 : On considère un disque homogène de centre O et de rayon R

1- Calcule l'aire S de ce disque si son rayon est $R = (5{,}21 \pm 0{,}01)cm$.
2- Quelle est la précision du résultat ?

Exercice 3 : Dans la détermination rapide de la masse volumique on a trouvé : $m = (16{,}25 \pm 0{,}001)g$ près et $V = (8{,}5 \pm 0{,}4)cm^3$.

1- Calcule la masse volumique.
2- Calcule la précision de ce résultat.

Exercice 4 : La mesure des dimensions (hauteur et diamètre) d'un cylindre homogène en acier a donnée: $h = D = (4{,}000 \pm 0{,}005)cm$; celle de la masse a conduit au résultat $m = (392{,}05 \pm 005)g$.

1- Calcule le volume de ce cylindre.
2- Calcule la masse volumique de ce cylindre.
3- Donne la précision sur chacun des calculs.

Exercice 5 : Pour déterminer la masse volumique d'un solide de forme cubique, on a réalisé plusieurs mesures de la masse m et de l'arrête a. Les résultats des mesures sont consignés dans le tableau suivant

intitulé	1ère	2ème	3ème	4ème	5ème
m(Kg)	10,10	10,09	10,12	10,08	10,09
a(cm)	22,12	22,13	22,12	22,12	22,13

1- Calcule :
   a- La valeur approchée de la masse et l'incertitude absolue sur la mesure de masse
   b- La valeur approchée de l'arrête et l'incertitude absolue sur la mesure de l'arrête
   c- La valeur approchée de la masse volumique
2- Calcule la précision sur la détermination de la masse volumique

Exercice 6 : L'expression de la période d'un pendule simple est $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (T en s ; L en m et g en $m.s^{-2}$. Une sphère pendule de masse m est accroché à un fil inextensible de longueur $L = (99{,}5 \pm 0{,}2)Cm$. Sachant que la durée de 100 oscillations est de $3min20s$ et que la mise en marche ou l'arrêt du chronomètre par l'observation crée une incertitude absolue de $\frac{1}{10}$ de seconde. Calcule :

1- La valeur approchée de g
2- L'incertitude relative sur g
3- L'incertitude absolue sur g

Exercice 7 : Soit la relation $g_h = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$ donnant la variation de l'intensité de la pesanteur g à une altitude h en fonction de sa valeur g_0 au sol et du rayon terrestre R

1- Montre que si h est très petit devant R, g est une fonction linéaire de R que l'on déterminera
2- Calcule l'erreur relative que l'on commet en confondant g_h à g_0 quand $h = 2000m$ et que $R = 6380km$

Exercice 8 : Un fil métallique en cuivre de longueur $l = 60{,}36cm$ et de diamètre $D = 0{,}998mm$, a une masse $m = 4{,}200g$. Sa résistance électrique $R = 12{,}4.10^{-2}\Omega$ à 0°C

1- Calcule :
   a- La masse volumique μ du fil
   b- La résistivité ρ à 0°C
2- Détermine la précision de la mesure de ces deux grandeurs en considérant comme incertitude absolue, l'ordre de grandeur de l'incertitude sur chaque mesure. On donne $R = \rho\frac{l}{s}$ Avec ρ: Résistivité en $\Omega.$m

Exercice 9 : Une manipulation de chimie, où l'on utilise des solutions, permet de calculer en gramme la masse M d'un réactif par la relation $M = \frac{(V-b)}{2a}A.10^{-2}$

1- Calcule M sachant que $V = 100cm^3$, $A = 500g$; $a = 50cm^3$; $b = 40cm^3$
2- Calcule la précision avec laquelle, cette masse est connue

Exercice 10 : L'équation horaire d'un mouvement de chute libre est donnée par la formule $h = \frac{1}{2}gt^2$ avec $h(cm); t(s)$; $g(m.s^2)$.
Un objet tombe du haut d'une tour de $30m$ de hauteur et atteint le sol après $2{,}45s$. Cette durée est mesuré à $0{,}5s$ près et l'espace parcouru à $10cm$ près. On donne $g = 10m.s^2$
Détermine :

1- La précision sur la mesure de g.
2- L'incertitude absolue sur cette mesure
3- La précision puis l'incertitude absolue sur la vitesse sachant que $V = \frac{dh}{dt}$

Exercice 11 : Un dispositif interférentiel est éclairé en lumière monochromatique. Au cours de cette expérience, on veut déterminer la longueur d'onde λ de la radiation utilisée. L'interfrange est donnée par la relation $i = \frac{\lambda D}{a}$ avec $\lambda(m)$; $D = 2m$; $i = 0{,}66mm, a = 2mm$

Calcule l''incertitude relative de la mesure de la longueur d'onde sachant qu'on a mesuré 10 interfranges à $\frac{1}{20}mm$ près, l'amplitude a à $8\mu m$ près et la distance à $1mm$ près

Chapitre 2 : Dérivées et Primitives

Calculs sur les dérivées :

Soit f une fonction de variable réel t. $\frac{df}{dt}$ est la notation différentielle de la dérivée f' de f. On écrit $f' = \frac{df}{dt}$Pour les fonctions $x = x(t)$ ou $y = y(t)$ on a : $\frac{dx}{dt} = \dot{x}$ ou $\frac{dy}{dt} = \dot{y}$

Tableau des dérivées usuelles :

Fonction	Dérivée
$a, a\epsilon\mathbb{R}$	0
at	a
t^n	nt^{n-1}
$at^2 + bt + c$	$2at + b$
$\sqrt{t}$	$\frac{1}{2\sqrt{t}}$
$\sin t$	$\cos t$
$\sin(at + b)$	$a\cos(at + b)$
$\cos t$	$-\sin t$
$\cos(at + b)$	$-a\sin(at + b)$
lnt	$\frac{1}{t}$
$ln(at + b)$	$\frac{a}{at + b}$
e^t	e^t
$e^{(at+b)}$	$ae^{(at+b)}$
$\sin(at + b)$	$a\cos(at + b)$

Calculs sur les primitives : On appelle primitive de la fonction $f(t)$, toute fonction $F(t)$ dont $f(t)$ est la dérivée. On écrit $f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \Longrightarrow dF(t) = f(t)dt$ soit $F(t) = \int f(x)dt$.

Il existe une infinité des fonctions $F(t)$ primitives de la fonction $f(t)$ qui différent d'une constante près.

Tableau des dérivées usuelles :

Fonction	Primitive
$a, a\epsilon\mathbb{R}$	$at + c$
at	$\frac{1}{2}t^2 + c$
t^n	$\frac{1}{n+1}t^{n+1} + c$
$\frac{1}{t}$	$lnt + c$
$\cos(at + b)$	$\frac{1}{a}\sin(at + b) + c$
$\sin(at + b)$	$-\frac{1}{a}\cos(at + b) + c$
$e^{(at+b)}$	$\frac{1}{a}e^{(at+b)}$
e^t	$e^t + c$

Exercice 1 : Détermine les dérivées des fonctions suivantes

$f(t) = 2t^{13} + 10t^3 - \frac{\sqrt{2}}{3}t$;

$g(t) = \frac{1}{2}gt^2 + v_0t + x_0$;

$h(t) = \frac{1}{2}gt^2 + (V_0 \sin\alpha)t$;

$i(t) = -t^2 + 4t$; $j(t) = 2te^{(3t+5)}$;

$k(t) = t + \ln(t^2 + 1)$; $l(t) = -\frac{2}{t^2+1}$

Exercice 2 : Trouve les primitives des fonctions suivantes

$a = \frac{1}{t} + 3t - 5t^2 + e^{3t}$; $c = \frac{3}{t+2}$;

$b = 2t - 1 + \frac{1}{t^2}$; $d = e^{2t} + 2e^t - 3$;

$e = \frac{e^t}{e^t+1}$; $f = \frac{1}{\sqrt{4-2t}}$;

$g = \sin 2t$; $h = -e^{-t}$

Exercice 3 : Effectue les calculs suivants

$A = \int_0^1 (t^2 - 4t)dt$; $B = \int_{-\frac{\pi}{2}}^0 \sin t\, dt$;

$C = \int_0^{x_0} (at + v_0)dt$;

$D = \int_1^2 (t^3 + 2t^2 + 6t + 3)dt$

OG$_2$: Distinguer les différents mouvements étudiés en cinématique

Chapitre 1 : Les grandeurs cinématiques :

Définition de la cinématique : La cinématique est une branche de la Physique consacrée à l'étude des mouvements en fonction du temps sans tenir compte des forces qui les produisent ou les provoquent ces mouvements.

1- <u>Référentiel</u> : Un référentiel est un solide (système indéformable) par rapport auquel on étudie le mouvement d'un mobile (objet en mouvement). L'étude du mouvement dépend donc du référentiel choisi.

- ✓ **<u>Le référentiel terrestre ou de laboratoire</u>** ou **Galiléen** dont l'objet de référence se trouve à la surface se la Terre.
- ✓ **<u>Le référentiel géocentrique</u>** dont l'objet de référence est le centre de la Terre. C'est dans ce référentiel qu'on étudie les mouvements des satellites et de rotation de la Terre autour de l'axe des pôles.
- ✓ **<u>Le référentiel de Copernic</u>** pour comprendre le déroulement des saisons et qui utilise le centre du système solaire et des étoiles lointaines

2- <u>Le repère</u> : C'est un système d'axes que l'on rattache au référentiel pour décrire avec précision la trajectoire d'un mobile. Il comprend : un point **O** fixé au référentiel (origine du repère) et une base composée d'un ou de deux ou encore de trois vecteurs unitaires

3 <u>Le vectrice position</u> : Il permet de repérer la **position** d'un mobile c'est-à-dire l'endroit où il se trouve par rapport à l'origine du repère

$$\boxed{\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}}$$

4 - <u>Abscisse curviligne</u> : Quand la trajectoire du mobile M est un cercle ou arc de cercle, la position de M à l'instant t est donnée par la valeur algébrique de l'abscisse curviligne $s = f(t) = M'M = R\theta$ où la relation s = f (t) s'appelle **équation horaire du mouvement**

5- <u>Equation horaire</u> : C'est une équation dans laquelle les coordonnées x, y, z dépendent du paramètre temps. Elle est de la forme :

$$\boxed{\begin{cases} x = f(t) \\ y = f(t) \\ z = f(t) \end{cases}}$$

6- <u>Trajectoire</u> : La trajectoire est l'ensemble des différentes positions occupées par le mobile M pendant son mouvement. Son équation s'obtient en éliminant le paramètre **t** de l'équation horaire. Elle est de la forme : y = f (x)

- ➢ Si l'équation de la trajectoire est de la forme **y = ax + b**, le mouvement est **rectiligne.**
- ➢ Si elle est de la forme **$y = ax^2 + bx + c$**, le mouvement est **parabolique.**
- ➢ Si elle est de la forme **$x^2 + y^2 = R^2$**, le mouvement est **circulaire**

7- <u>Le vecteur vitesse</u> : La vitesse est une grandeur qui traduit la variation de position en fonction du temps. Il s'exprime en **m/s**

- ➢ **Le vecteur vitesse moyenne :**

$$\boxed{\vec{V}_m = \frac{\Delta(\overrightarrow{OM})}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{OM_2} - \overrightarrow{OM_1}}{\Delta t}}$$

- ➢ **Le vecteur vitesse instantané :**

$$\boxed{\vec{V} = \frac{d(\overrightarrow{OM})}{dt}}$$

Dans la base cartésienne :

$$\vec{V}\begin{cases} V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x} \\ V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y} \\ V_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z} \end{cases}$$

soit $\vec{V} = V_x\vec{i} + V_y\vec{j} + V_z\vec{k}$

Dans la base **curviligne (Frenet),** la vitesse donné par la relation

$\vec{v} = v_\tau\vec{\tau} + v_n\vec{n} = \frac{ds}{dt}$

Sa norme est de la forme : $v = \frac{ds}{dt}$ or

$s = R\theta \Rightarrow v = R\frac{d\theta}{dt}$. Soit $v = R\dot{\theta} = R\omega$

N.B : Le vecteur vitesse instantané est toujours tangent à la trajectoire et a le même sens que le mouvement.

8- <u>Le vecteur accélération</u> :

L'accélération est une grandeur qui renseigne sur la variation de la vitesse en fonction du temps. Elle s'exprime en **m/s²**.

Le vecteur accélération moyenne :

$$\boxed{\vec{a}_m = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta(\vec{V})}{\Delta t}}$$

Le vecteur accélération instantané :

$$\boxed{\vec{a} = \frac{d(\vec{V})}{dt} = \frac{d^2(\overrightarrow{OM})}{dt^2}}$$

Dans la base cartésienne :

$$\vec{a}\begin{cases} a_x = \frac{dV_x}{dt} = \dot{V}_x \\ a_y = \frac{dV_y}{dt} = \dot{V}_y \\ a_z = \frac{dV_z}{dt} = \dot{V}_z \end{cases}$$

soit $\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$

Dans la base **curviligne (Frenet),** la vitesse est donné par la relation

$$\vec{a}:\begin{cases} a_n = \frac{V^2}{\rho} \\ a_\tau = \frac{dV}{dt} \end{cases}$$

Nature du mouvement : La nature du mouvement d'un mobile est déterminée par rapport au signe du produit scalaire $\vec{a}.\vec{v}$

- Si $\vec{a}.\vec{v} = 0$; le mouvement est uniforme
- $\vec{a}.\vec{v} < 0$; le mouvement est retardé
- $\vec{a}.\vec{v} > 0$; le mouvement est accéléré

Série d'exercices :

Exercice 1 : La position du mobile M est donnée à chaque instant dans le repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$ par $\begin{cases} x = 2t \\ y = t^2 + 1 \end{cases}$ en m

1- Représente les positions du mobile aux dates $0s, 1s, 2s, 3s$
2- Montre par calcule que la trajectoire est une parabole
3- Détermine les composantes du vecteur vitesse du mobile aux dates $0s, 1s, 2s, 3s$ puis les représentés
4- Déduis la norme du vecteur vitesse aux instants indiqués à la question 1.

Exercice 2 : Les équations paramétriques d'un mobile M sont :

$$\overrightarrow{OM}:\begin{cases} x(t) = 2\cos(\pi t) \\ y(t) = 2\sin(\pi t) \\ z(t) = 0 \end{cases}$$

1- Montre que le mouvement de ce mobile a lieu dans un plan et que la trajectoire est un cercle dont on précisera le centre et le rayon
2- Détermine :
a- Le module du vecteur vitesse à l'instant t quelconque.
b- Le module du vecteur accélération à l'instant t quelconque.
3- Montre que le vecteur accélération du mobile est à chaque instant colinéaire et de sens contraire au vecteur position du mobile.

Exercice 3 : La position d'un point matériel se déplaçant dans le plan muni d'un repère orthonormé $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$ est définie à chaque instant par les équations paramétriques suivantes

$$\begin{cases} x = 2t \\ y = -t^2 + 2t \end{cases} \text{ en mètre}$$

1- Donne l'équation cartésienne de la trajectoire
2- Détermine le vecteur vitesse du point matériel :
   a- Lorsque ce point passe par le sommet de la trajectoire ;
   b- Lorsque ce point rencontre le plan $y = 0$

Exercice 4 : Les coordonnées d'un mobile M sont données par le vecteur position tel que:

$$\overrightarrow{OM}: \begin{cases} x = (V_0 \cos\alpha)t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 + (V_0 \sin\alpha)t \\ z = 0 \end{cases}$$

1- Ecris les vecteurs positions $\overrightarrow{OM}$ et vitesse $\vec{V}$ comme combinaison linéaire la base canonique
2- Quelle est la nature de la trajectoire du mobile ?
3- Détermine la norme de la vitesse à $t = 1s$ sachant que $g = 10m.s^{-2}$, $V_0 = 2m.s^{-1}$; $\alpha = 30°$

Exercice 5 : Les coordonnées d'un mobile M sont données par le vecteur position tel que

$$\overrightarrow{OM}: \begin{cases} x = 2\cos(\pi t) + 1 \\ y = 2\sin(\pi t) - 2 \end{cases}$$

1- Montre que la trajectoire de ce point est un cercle dont on précisera le centre et le rayon
2- Calcule à tout instant
   a- Le module du vecteur la vitesse
   b- Le module du vecteur accélération

Exercice 6 : Un point matériel M décrit sur un axe $(O, \vec{\imath})$ un mouvement uniformément varié d'accélération $\vec{a} = 2\vec{\imath}$. A l'instant initial le vecteur vitesse est $\vec{v} = -4\vec{\imath}$ et le vecteur position de M est $\overrightarrow{OM}_0 = \vec{\imath}$.

1- Etablis les équations horaires $x(t)$ et $v(t)$ du mouvement.
2- Détermine la date et la position pour laquelle la vitesse s'annule.
3- Détermine l'équation de la trajectoire

Exercice 7 : A l'instant initial, un mobile M se trouve en un point de coordonnées x_0 et y_0. Son vecteur vitesse à un instant t quelconque est $\vec{v}: \begin{cases} v_x = 2 \\ v_y = 4t \end{cases}$ (m/s)

1- Donne les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mobile M sachant que $x_0 = 1$ et $y_0 = 0$.
2- Détermine l'équation de la trajectoire.
3- Déduis sa nature.

Exercice 8 : Les équations horaires du vecteur vitesse d'un mobile à chaque instant est sont données par $\vec{v}: \begin{cases} v_x = 0{,}1 \\ v_y = 0{,}2t \end{cases}$

1- Donne les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ les coordonnées de ce mobile à l'instant t quelconque sachant qu'à l'instant initial il se trouve en un point $x_0 = 1$ et $y_0 = 0$.
2- Donne l'équation sa la trajectoire.

Exercice 9 : Dans un plan rapporté aux axes (ox) et (oy) orthonormé, on considère un point matériel M dont les coordonnées sont données tels que : $\begin{cases} x(t) = 3t \\ y(t) = -t^2 + 4t \end{cases}$

1- Quelles sont respectivement la trajectoire, les vecteurs vitesses et accélération de ce point.
2- Calcule le modules du vecteur vitesse moyenne entre les instants $t_1 = 0s$ et $t_2 = 3s$.
3- Calcule le rayon de courbure de la trajectoire à l'instant $t = 2s$.

Exercice 10 : Les équations horaires du mouvement d'un point mobile M, se déplaçant dans le plan rapporté au repère orthonormé $(O,\vec{i},\vec{j})$ sont $\begin{cases} x = \sin(\pi t) - 3 \\ y = \cos(\pi t) + 3 \end{cases}$

1- Montre la trajectoire de ce mobile est un cercle dont on précisera le centre et le rayon.
2- Donne les composantes du vecteur vitesse $\vec{v}$ et du vecteur accélération $\vec{a}$.
3- Calcule entre les dates $t_1 = 0{,}5s$ et $t_2 = 2s$ le vecteur vitesse moyenne et le vecteur accélération moyenne.

Exercice 11 : Dans un plan rapporté aux axes (ox) et (oy) orthonormé, on considère un point matériel M dont les coordonnées sont données tels que : $\begin{cases} x(t) = 3t - 1 \\ y(t) = -t^2 + 4t + 2 \end{cases}$ (m)

1- Détermine l'équation de la trajectoire du mouvement puis déduis sa nature
2- Détermine les composantes du vecteur vitesse de ce point
3- Détermine les composantes du vecteur accélération
4- Détermine l'intervalle de temps où :
   a- Le mouvement est uniforme
   b- Le mouvement est accéléré
   c- Le mouvement est retardé

Exercice 12 : Un point matériel M est animé d'un mouvement étudié ans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$. Le vecteur position $\overrightarrow{OM}$ est déterminé en fonction du temps par l'expression suivante : $\overrightarrow{OM} = 2t\vec{i} + (t+1)\vec{j}$

1- Détermine la valeur de la position initiale du mouvement
2- a- Donne l'expression du vecteur vitesse de ce mobile
   b- Calcule la valeur de cette vitesse
3- Etablis l'équation de la trajectoire du mobile
4- Indique la nature du mouvement
5- Représente dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$, la trajectoire, la position initiale et le vecteur vitesse de ce mobile.

Chapitre 2 : Les mouvements en cinématique :

Mouvement rectiligne : C'est un mouvement dans lequel la trajectoire du mobile est une **droite**. Les caractéristiques du mobile :

$$\boxed{\begin{gathered}\overrightarrow{OM} = x\vec{i};\ \vec{V} = \frac{d(\overrightarrow{OM})}{dt} = \dot{x}\vec{i}; \\ \vec{a} = \frac{d(\vec{V})}{dt} = \frac{d^2(\overrightarrow{OM})}{dt^2} = \ddot{x}\vec{i}\end{gathered}}$$

➢ Mouvement rectiligne uniforme (MRU) :

Si la vitesse est **constante** (la norme et la direction du vecteur vitesse sont constantes) et l'accélération **nulle**. Son équation horaire est : $\boxed{x = V_x t + x_0}$

➢ Mouvement rectiligne uniformément varié (MRUV) :

Si l'accélération est constante et la vitesse variable (le vecteur vitesse garde sa direction, mais sa norme n'est pas constante). Ces équations horaires sont :

$$\boxed{V_x = a_x t + V_0 \text{ et } x = \frac{1}{2}a_x t^2 + V_0 t + x_0}$$

Relation vitesse temps ou relation dépendante du temps :

$\Delta(V) = a_x \Delta t$ **ou** $V_f - V_i = a_x(t_f - t_i)$

Relation vitesse-espace ou relation indépendante du temps :

$\Delta(V^2) = 2a_x \Delta x$ **ou** $V^2 - V_0^2 = 2a_x(x - x_0)$

Mouvement circulaire : C'est un mouvement dans lequel la trajectoire du mobile est un **cercle** ou un **arc de cercle** de centre **fixe** et de rayon **constant**.

- **Mouvement circulaire uniforme (MCU) :** Si la vitesse angulaire $\dot{\theta}$ est **constante.** Son équation horaire est

$$\boxed{\theta = \dot{\theta}t + \theta_O}$$

Propriétés du mouvement:

Relation espace temps :

$\theta_2 - \theta_1 = \dot{\theta}(t_2 - t_1)$ soit $\Delta\theta = \dot{\theta}\Delta t$

Période : La période **T** d'un **MCU** est la durée que met le mobile pour effectuer un tour complet. $T = \dfrac{2\pi}{\omega}$

Fréquence : La fréquence **N** d'un **MCU** est le nombre de tours effectués pendant une seconde. $N = \dfrac{1}{T} = \dfrac{\omega}{2\pi}$

- **Mouvement circulaire uniformément varié (MCUV) :**

Si la vitesse angulaire $\dot{\theta}$ sont **variables** ; l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ est **non nulle**. Ces équations horaires sont :

$$\boxed{\dot{\boldsymbol{\theta}} = \ddot{\boldsymbol{\theta}}\boldsymbol{t} + \dot{\boldsymbol{\theta}}_{\mathbf{0}} \text{ et } \boldsymbol{\theta} = \frac{1}{2}\ddot{\boldsymbol{\theta}}\boldsymbol{t}^2 + \dot{\boldsymbol{\theta}}_{\mathbf{0}}\boldsymbol{t} + \boldsymbol{\theta}_{\mathbf{0}}}$$

Relation vitesse temps : $\Delta\boldsymbol{\theta} = \dddot{\boldsymbol{\theta}}\Delta\boldsymbol{\theta}$

Série d'exercices

Exercice 1 : Kether et Juste courent sur la même route dans le même sens. Leurs vitesses constantes ont pour valeurs respectives $v_1 = 8\,m/s$ et $v_2 = 5\,m/s$. A la date $= 0$, Kether est à $21m$ derrière Juste.

1- Ecris les équations horaires de Kether et Juste en prenant pour origine des espaces, la position de Kether

2- A quelle date Kether rattrapera t-il Juste ? En déduire le lieu.

3- Quelle sera la distance entre Kether et Juste aux dates $t = 5s$ et $t = 10s$?

4- A quelle date la distance séparant Kether et Juste vaudra-t-elle $50m$?

Exercice 2 : On considère deux positions A et B sur une autoroute horizontale parfaitement rectiligne. A l'instant initial, un véhicule M_1 roulant à la vitesse constante de $54\,km/h$ passe devant A et se dirige vers B. Une minute plus tard un véhicule M_2 roulant à la vitesse constante de $90\,km/h$ passe devant B et se dirige vers A. Sachant que $AB = 2km$, on demande

1- Ecris les équations horaires des véhicules M_1 et M_2

2- La date où M_1 passe devant B et celle où M_2 passe devant A.

3- La date et le lieu où les deux véhicules se croisent.

Exercice 3 : Une autoroute présente un tronçon rectiligne entre deux aires de repos A et B distantes de $5km$. Un véhicule M_1 passe devant A à $13h$ et se dirige vers B à une vitesse de $72\,km/h$. Un autre véhicule M_2 passe devant B à $13h2min$ et se dirige vers B à la même vitesse de $72\,km/h$.

1- Ecris les équations horaires des mouvements de M_1 et M_2.

2- Déduis l'heure et le lieu du croisement des deux véhicules.

Exercice 4 : Un mobile M décrit une trajectoire rectiligne muni d'un repère $(O, \vec{\imath})$. Son vecteur accélération est constante pendant toute la durée du mouvement qui est fixé à $5s$.

A l'instant initial, le mobile part de M_0 d'abscisse $x_0 = -0{,}5m$ avec une vitesse $v_0 = -1m/s$ puis il passe en M_1 d'abscisse $x_1 = 5m$ à la vitesse $v_1 = 4{,}7m/s$

1- Calcule l'accélération du mouvement du mobile.

2- Calcule la date t_1 à la laquelle le mobile passe au point M_1.

3- Donne l'équation horaire du mouvement de M.

4- A la date $T = 2s$ un deuxième mobile M' part de l'abscisse $x_1 = 5m$ avec une vitesse constante $v' = 4m/s$.

a- Après avoir donner la nature du mouvement de M', écrire son équation horaire.

b- Calcule t_R la date de la rencontre des deux mobiles.

c- Calcule l'abscisse x_R où aura la rencontre.

Exercice 5 : Trois villes A_1, A_2, A_3 sont situées le long d'une route rectiligne. $A_1A_2 = 5Km$; $A_1A_3 = 10Km$.

1- A l'instant initial, un mobile M_1 passe par la ville A_1 et se dirige vers A_2 avec une vitesse constante $V_1 = 90Km.h^{-1}$
   a- Ecris l'équation horaire de M_1
   b- A quelle date t_1 le mobile passe-t-il par la ville A_2 ?
2- Un mobile M_3 passe parla ville A_2 à l'instant $t_3 = 120s$. Son mouvement est rectiligne et uniforme de vitesse $V_3 = 61{,}2Km.h^{-1}$
   a- Ecris l'équation horaire du mouvement de M_3
   b- A quel instant t_2 et en quel lieu le mobile M_1 rejoint il le mobile M_3 ? L'origine des espaces sera prise au niveau de la ville A_1 et l'origine des temps l'instant de passage de M_1 par la ville A_1.

Exercice 6 : Sur le quai d'une gare, Eminence, en retard, court pour essayer de rattraper son train à une vitesse constante d'intensité $8m.s^{-1}$. Le train démarre alors qu'elle est encore à $39m$ du dernier wagon. L'accélération constante du train a une intensité de $0{,}5m.s^{-2}$.

1- Ecris les équations du train et celle d'Eminence
2- Eminence, peut-elle rattraper le train ? Si oui, détermine la date à laquelle elle rattrapera le dernier wagon et la distance ainsi parcourue. On prendra pour origine des dates l'instant de démarrage du train et pour origine des espaces la position d'Eminence.

Exercice 7 : On fait tourner un disque initialement au repos jusqu'à atteindre une vitesse de $8\,rad/s$.

1- L'accélération angulaire au cours de cette phase étant de $2{,}5\,rad/s^2$, calcule l'angle balayé par un rayon du disque au cours de ce mouvement.
2- Ecris l'équation horaire du mouvement du disque. (On prendra $\theta = 0$ à $t = 0$)
3- Tournant à la vitesse de $8\,rad/s$, le disque est freiné. Il s'arrête alors au bout de $2s$.
   a- Calcule la valeur de cette nouvelle accélération.
   b- Quelle est la valeur de l'angle balayé par un rayon du disque depuis le début du freinage jusqu'à l'arrêt complet ?
   c- Déduis le nombre de tours effectués par le disque au cours de cette deuxième phase

Exercice 8 : un cycliste homogène de rayon $r = 10cm$ tourne autour d'un axe de révolution avec une vitesse angulaire $\omega = 20rads^{-1}$.

1- Calcule :
   a- La vitesse de rotation, en tours par seconde
   b- La vitesse linéaire d'un point de la périphérie.
2- Le cylindre tournant à la vitesse précédente est freiné régulièrement et s'arrête au bout de 5 secondes
   a- Calcule l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ du mouvement
   b- Le nombre de tours effectués par le cylindre depuis le début du freinage jusqu'à l'arrêt

Exercice 9 : Un volant de $2m$ de rayon tourne à une vitesse de $120 tr/min$

1- Calcule la vitesse linéaire et l'accélération d'un point situé à la périphérie du volant
2- A la suite d'un freinage, le volant entame un mouvement uniformément varié pour s'arrêter après $30s$.
   a- Calcule l'accélération angulaire du mouvement du volant durant cette phase
   b- Ecris l'équation horaire du mouvement pendant la phase de freinage
   c- Combien de tours fera le volant pendant les $30s$?
   d- Calcule la vitesse angulaire et l'accélération normale du point $15s$ après le début du freinage.

Exercice 10 : On considère une hélice mobile autour de son axe de révolution. Partant du repos, elle atteint en $10s$, d'un mouvement uniformément varié, une vitesse de $90 trs/min$.

1- Calcule :
   a- L'accélération angulaire de cette phase
   b- Le nombre de tours effectués
2- On freine ensuite l'hélice en réduisant sa vitesse de 90 à $60 trs/min$; sachant que le freinage est uniformément varié et qu'il dure $5s$, on demande :
   a- L'accélération angulaire de ce mouvement
   b- Le nombre de tours effectués au cours de ce ralentissement.

Partie C : Résolution d'un problème

Problème 1 : Dans un parc d'attraction, deux enfants du CERC (Eminence et Keth-Emmanuelle) veulent mettre à profit leurs connaissances sur les mouvements en cinématique. Elles participent pour cela à un jeu de voiture qui se déplacent en sens inverse sur deux voies parallèles supposées rectilignes.

Eminence dit à Keth-Emmanuelle : si les deux voitures animées de la vitesse de $18 Km/h$ passent par les points A et B distant de $3m$ avec un intervalle de temps correspondant à $1s$, ils se croisent vers B

Keth-Emmanuelle répond : cela n'est vrai à cette vitesse que si l'intervalle de temps qui les sépare est inferieur à $0,6s$. Qui des deux à raison ?

Pour répondre à cette question, on envisage les deux possibilités suivantes :

1- On suppose d'abord que la voiture (1) animée d'une vitesse constante de $18 Km/h$ passe par la position A que l'on considère comme origine des espaces à une date $t = 0$ et se dirige vers B situé à la distance de $3m$ de A. Une seconde plus tard, la voiture (2) animée de la même vitesse passe par le point B et se dirige vers A.
   a- Ecris les équations horaires des deux voitures
   b- Détermine :

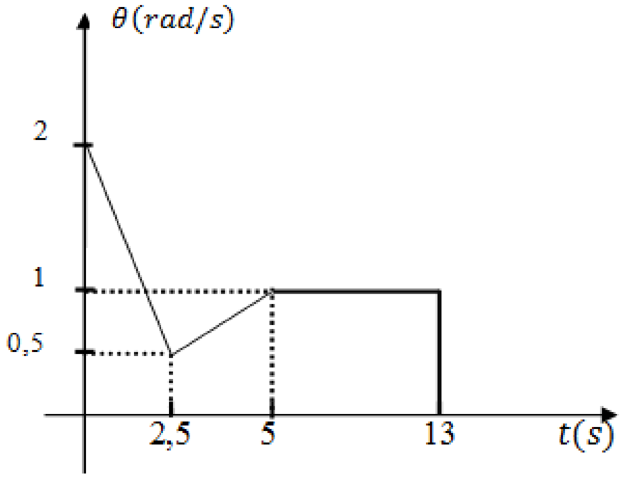
b.1. La date supposée de croisement des deux voitures

b.2. Le lieu supposé de leur rencontre

2- On suppose maintenant que la voiture (2) se déplaçant vers A avec une vitesse constant de $18 Km/h$ passe part le point B $0,5s$ plus tard. Les conditions initiales étant les mêmes que les précédentes :
   a- Ecris l'équation horaire de la voiture (2)
   b- Trouve la date du croisement des deux voitures 1
   c- Déduis le 2 ι de leur croisement
3- Qui de Eminence ou de Keth-Emmanuelle a raison ? justifie ta réponse.

Problème 2 : Le but de cet exercice est d'interprété le graphique ci-dessous afin

d'en déterminer les grandeurs physiques du mouvement.
A l'instant initial, l'abscisse angulaire du mobile est nulle.



1- a) Donne la nature du mouvement sur chaque trajet.
b) Calcule l'accélération sur chaque trajet.
2- Quelle est la valeur de l'angle totale balayé par le mobile entre 0 et 13 secondes ?
3- Calcule la distance totale parcourue sachant que le rayant de la trajectoire circulaire suivie par le mobile est $r = 10cm$ 2,5 5 13
$t(s$**Problème 4 :** L'objectif de cet exercice est de déterminer les caractéristiques (date et abscisse) du point de croisement de deux mobiles

Problème 3 : Deux mobiles M_1 *et* M_2 roulent en sens inverse sur une voie rectiligne orientée de A vers B. M_1 démarre en A avec une vitesse initiale nulle après un parcours de 300m, sa devient égale à 54km/h.

1- a- Quelle est la nature du mouvement de M_1 ? Justifie ta réponse
b- Ecris l'équation horaire du mouvement de M_1 . On prendra pour origine des dates l'instant de démarrage de M_1 et pour origine des espaces le point A.
2- A la même date $t = 0$, le véhicule M_2 passe par le point B avec une vitesse constante égale à 12,5m/S. Etablis son équation horaire.
3- Calcule alors la date et l'abscisse du lieu de croisement des deux mobiles.

OG3 : Analyser les systèmes mécaniques en mouvement

OS3.1 : Distinguer les éléments de la dynamique.

Définition de la dynamique : La dynamique est une branche de la Physique consacrée à l'étude des mouvements en fonction du temps en tenant compte des forces qui les produisent ou les provoquent ces mouvements.

Point matériel : C'est un objet de dimensions assez petites, assimilable à un point géométrique.

Système matériel : C'est un ensemble de points matériels sur lequel porte l'étude. Il peut être **déformable (**lorsque la distance entre les différents points matériel est variable sous l'effet d'une contrainte) ou **indéformable** (lorsque la distance entre les différents points matériel est invariable quelque soit la contrainte).

Milieu extérieur *:* constitue un ensemble de points qui n'appartient pas au système matériel car ce dernier est limité par une frontière.

Milieu intérieur : constitue l'ensemble des points faisant partie du système matériel.

Forces extérieures : sont celles exercées sur le système matériel par des corps ou des agents qui ne font pas partie du système. Elles peuvent être **à distance** (La force gravitationnelle, le poids, la force électrique, la force magnétique) ou **de contact** (la réaction, la force de frottement, la tension)

Forces intérieures : sont celles que chaque point matériel du système matériel exerce sur les autres points matériels : **Elles sont deux à deux opposées et se compensent entre elles**

Position du centre d'inertie :

$$\overrightarrow{OG} = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i \overrightarrow{OA_i}}{\sum_{i=1}^{n} m_i}$$

Soit : $OG = \frac{m_1\overrightarrow{OA_1}+m_2\overrightarrow{OA_2}+\cdots+m_n\overrightarrow{OA_n}}{m_1+m_2+\cdots+m_n}$

Vecteur quantité de mouvement :

Point matériel : $\vec{p} = m\vec{v}$ **; Pour un système matériel :** $\vec{p} = \sum_{i=1}^{n} p_i = M\vec{V}_G$

OS3.2 : Enoncer les principes de la dynamique.

1- Le Premier principe : Principe d'inertie

C'est le principe selon lequel le centre d'inertie d'un système **isolé** est soit immobile soit en **MRU** Réciproquement, lorsque le centre d'inertie d'un système est immobile ou en MRU, la somme des forces extérieures qui agissent sur lui est nulle : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{O}$

2- Le Deuxième principe : Théorème du centre d'inertie

La somme des forces appliquées à un système non-isolé est égale à la dérivée du vecteur quantité de mouvement par rapport au temps $\sum \vec{F} = \frac{d}{dt}\vec{p}$ Or pour un solide $\sum \vec{F} = \sum \vec{F}_{ext}$ et $\vec{p} = m\vec{v}_G$; on déduit : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$

3- Troisième Principe : Principe des actions mutuelles :

Si un corps **A** exerce sur un corps **B** une force $\vec{F}_{A/B}$ (appelée **action**), simultanément le corps **B** exerce sur **A** une force $\vec{F}_{B/A}$ (appelée **réaction**) et les deux forces ont la même ligne d'action, de sens contraire et la même intensité.

$$\vec{F}_{A/B} = \vec{F}_{B/A} = G\frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

OS3.4 : Appliquer les principes de la dynamique aux mouvements de translation et de rotation.

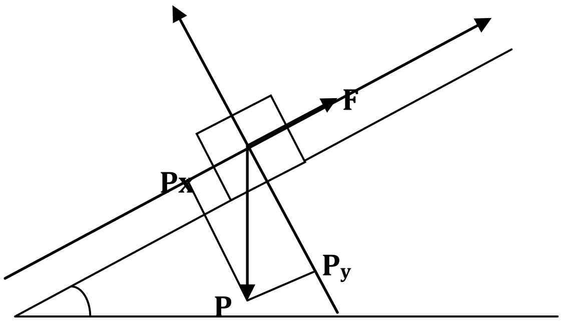
A- Aux mouvements de translation

chapitre 1 : Plan incliné :

On distingue deux cas :

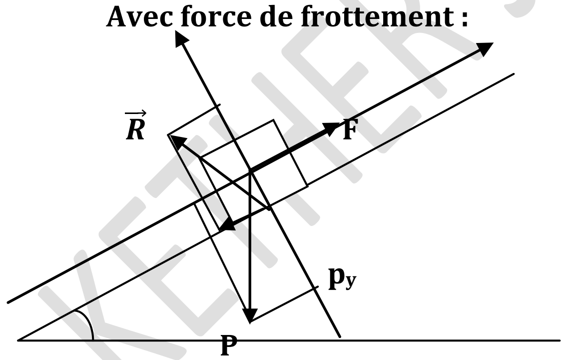
1. **<u>L'objet monte sous l'effet d'une force motrice</u> :**

Sans Force de frottements



Accélération du mouvement :
Système : Solide de masse m
Référentiel : TSG
Bilan des forces : $\vec{P}$, $\vec{F}_m$ et $\vec{R}$
TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ ona $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F}_m = m\vec{a}$
Projection suivant l'axe des abscisses :
$-P_x + F_m = ma_x$ or $p_x = P \sin\alpha$
on obtient $\boldsymbol{a_x} = \frac{\boldsymbol{F_m - mg\sin\alpha}}{\boldsymbol{m}}$
Si $F_m = 0$ on a : $\boldsymbol{a_x = -g\sin\alpha}$

Avec force de frottement :

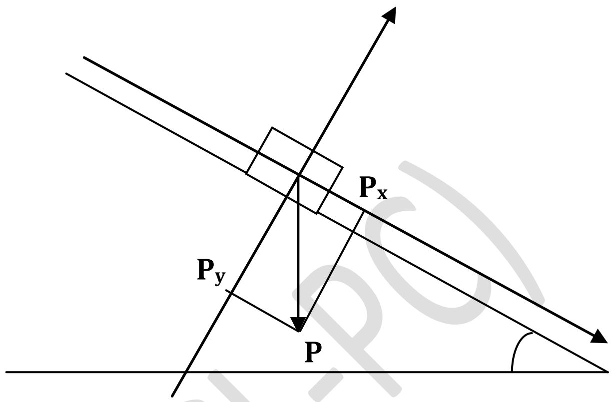


Système : Solide de masse m
Référentiel : TSG
Bilan des forces : $\vec{P}$, $\vec{F}_m$ et $\vec{R}$
TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ ona
$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F}_m = m\vec{a}$
Projection suivant l'axe des abscisses :
$-P_x - f + \vec{F}_m = ma_x$ on obtient
$\boldsymbol{a_x} = \frac{\boldsymbol{F_m - f - mg\sin\alpha}}{\boldsymbol{m}}$

Si $F_m = 0$ on a **:** $\boldsymbol{a_x = -\frac{f}{m} - g\sin\alpha}$

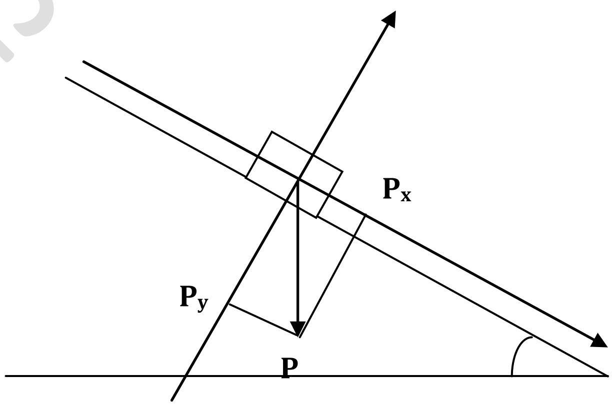
2. **<u>L'objet descend</u>**

Sans force de frottements



Accélération du mouvement :
Système : Solide de masse m
Référentiel : TSG
Bilan des forces : $\vec{P}$ et $\vec{R}$
TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ ona $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$
Projection suivant l'axe des abscisses :
$P_x = ma_x$ on obtient $\boldsymbol{a_x = g\sin\alpha}$

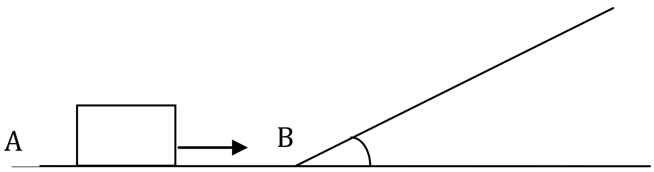
Avec force de frottement :



Système : Solide de masse m
Référentiel : TSG
Bilan des forces : $\vec{P}$ et $\vec{R}$
TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ ona $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$
Projection suivant l'axe des abscisses :
$-P_x - f = ma_x$ on obtient

$$\boldsymbol{a_x = \frac{-f + mg\sin\alpha}{m} = g\sin\alpha - \frac{f}{m}}$$

Exercice 1 : Un solide de masse $m = 50kg$ glisse sans frottement sur un plan horizontal AB sous l'effet d'une horizontale d'intensité $F = 5N$. A partir du point B, la force s'annule et le solide aborde une pente inclinée d'un angle $\theta = 15°$ par rapport à l'horizontal comme l'indique la figure suivante :



On veut déterminer la position d'un point C de la pente où la vitesse s'annule. Les frottements sur la pente équivalent à une unique $f = 2{,}6N$. On admettra que le changement de direction en B ne modifie pas la vitesse acquise par le solide et on prendra $g = 9{,}8m.s^{-2}$

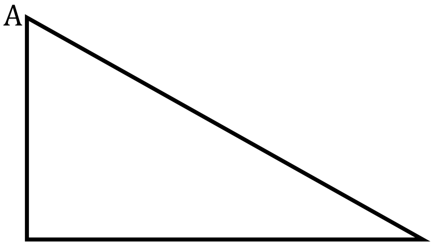
1- Parti de A sans vitesse initiale, le solide arrive en B après 6 secondes
a- Représente les forces qui s'exercent sur le solide entre A et B.
b- Détermine l'accélération du mouvement
c- Trouve la vitesse V_Bd'arrivée au point B.
2- Représente les forces qui agissent sur le solide en mouvement sur la pente.
3- Détermine la nouvelle accélération du solide
4- Détermine alors la position du point C où la vitesse s'annule.

Exercice 2 : Un solide de masse $m = 10{,}0kg$ glisse le long d'une surface plane inclinée de $\alpha = 35°$ par rapport à l'horizontal. Parti sans vitesse initiale et en considérant les frottements négligeables :

1- Fais le schéma en présentant toutes les forces
2- Calcule l'accélération du centre d'inertie du solide.
3- Déduis la nature du mouvement du centre d'inertie du solide
4- Quelle sera la durée du parcours de $15{,}0m$

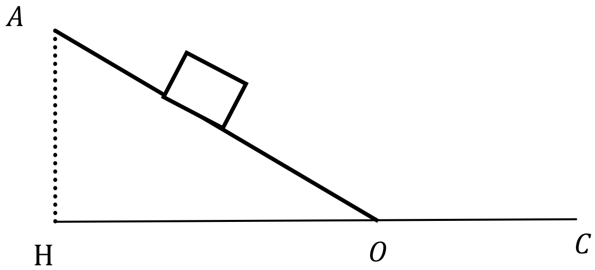
Exercice 3 : Un solide (s) de masse m part sans vitesse initiale du sommet A d'un plan incliné de longueur AB et de H dénivellation AC.

1- Les glissements s'effectuent sur la ligne de la plus haute ponte AB et on suppose les frottements négligeables
a- Quelle est la nature du mouvement.
b- Calcule la vitesse du solide à son arrivée en B?
c- Déduis la durée $\Delta t_1 = t_1$ de la descente ?
2- En réalité la durée de la descente est $t_2 = 3{,}0s$, lorsque les forces de frottement d'intensité f s'opposent à l'avancement du solide.
a- Fais le schéma
b- Détermine l'intensité f de ces forces de frottement.
c- Détermine les caractéristiques de la force R qu'exerce le plan sur le solide s pendant le mouvement. $A.N$:$m = 500g$; $AB = 10m$; $AC = 3{,}5m$; $g = 10m/s^2$



Exercice 4 : Au cours d'un jeu d'attraction, deux enfants se plaisent à glisser le long d'une piste AOC. Le jeu consiste à communiquer une vitesse à celui qui prend place sur une ligne afin qu'il atteigne le point C avec une vitesse nulle puisque au-delà de ce point, il y a risque de heurter la barrière de sécurité.
On veut évaluer la distance parcourue par la luge sur la partie horizontale de la piste connaissant la vitesse de départ au point O. Pour ce faire, un enfant prend place sur

la luge au sommet A d'une piste parfaitement plane, de longueur $l = AO = 50m$ et de dénivellation $AH = h = 10m$ tel que présenté sur le schéma



L'ensemble forme un solide de masse $50kg$. Les forces de frottements exercées par la piste sur la luge sont équivalente s à une $\vec{f}$ (parallèle à la trajectoire et opposé au sens du mouvement) d'intensité $41{,}5N$. On donne $g = 10m.s^{-2}$.

1- Un autre enfant communique à l'ensemble (luge-enfant) en A une vitesse initiale de $2m.s^{-1}$, vers le bas et selon la ligne de plus grande pente AO.

a) Donne l'expression de l'accélération de la luge en fonction de $f; g; m$ et h puis calcule sa valeur.

b) Détermine la valeur de la vitesse de la luge au point O.

c) Déduis la durée de la descente.

2- Au bas de la pente, la luge aborde une piste horizontale ; les forces de frottements gardent la même valeur. Calcule :

a) La nouvelle accélération

b) La distance parcourue jusqu'à l'arrêt sur la piste horizontale

3- La distance OC est $73m$, la luge heurte t-elle la barrière de sécurité ?

Exercice 5 : Un cycliste partant du repos descend sans pédalé un coté $AB = 300m$ et atteint B avec une vitesse de $36\ Km/h$.

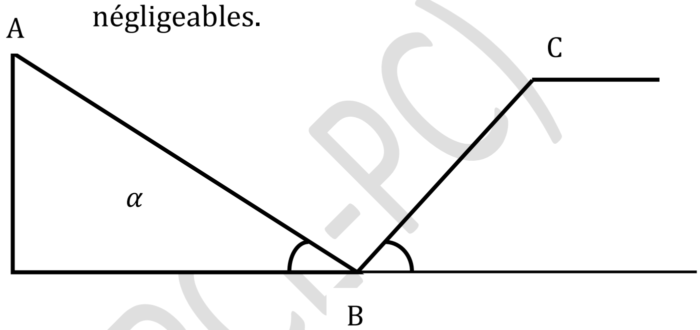
1- a- Fais le schéma qui traduit cette descente

d- Calcule l'accélération de cette phase du mouvement

e- Quelle est approximativement la pente de la route en %.

2- Arrivé en B, le cycliste remonte toujours sans pédalé la cote $BC = 200m$ et de pente valant 2%. Avec quelle vitesse aborde- t-il le palier horizontal qui succède en C.

3- Quelle est la durée du trajet ABC sachant que les frottements sont négligeables.



Exercice 6 : Sur une route incliné AB, est placé un panneau de signalisation sur lequel est inscrit : pente 10% ($c - à - d$ $\sin\alpha = 0{,}1$). On se propose alors de vérifier dans la suite l'exactitude cette inscription

On considère pour cela un véhicule qui aborde cette pente avec inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale, à partir d'un point A avec une vitesse $V_A = 36\ km/h$ grâce à une force $\vec{F}$ parallèle à la ligne de plus grande pente. Il atteint au point B une vitesse $V_B = 72\ km/h$. Le poids du véhicule est cinq fois plus grand que la force motrice. Les frottements sur le plan incliné sont équivalents à une force $\vec{f}$ opposée à la vitesse.

1- Fais le schéma

2- Calcule l'accélération du véhicule

3- Etablis la relation donnant l'accélération en fonction de $f; m; g$ et α

4- Calcule la pente de ce plan incliné

5- L'inscription du panneau est-elle exacte ? On donne $AB = 500m; F = \frac{P}{5}; f = 3500N; P = 50.000N$

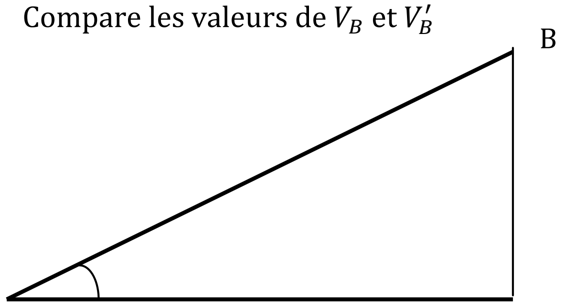
Exercice 7 : Afin d'évaluer l'effet des forces de frottement sur la vitesse d'un système matériel solide, on réalise deux études comparatives en utilisant le dispositif ci-dessous

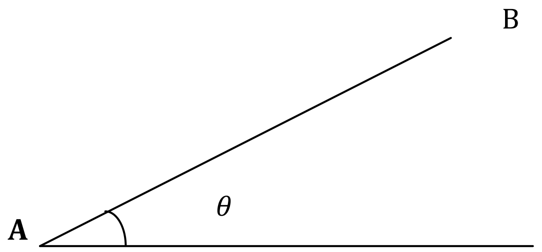
Le système matériel, constitué d'un motocycliste avec conducteur, de masse totale $M = 80kg$, de centre d'inertie G, se déplace sur une voie rectiligne AB incliné d'un angle θ par rapport à l'horizontal, de pente 4% et de longueur $l = AB = 60m$.

Sous l'action d'une force $F = 400N$, le système part du point A avec une vitesse $V_A = 25m.s^{-1}$ et se dirige vers B.

1- On réalise une première expérience dans laquelle les frottements sont négligeables.
  a- Représente les forces qui s'appliquent sur le centre d'inertie G du système.
  b- Etablis l'expression de l'accélération du système en fonction de g, F, M et α.
  c- Calcule la vitesse $V_B$du système au point B.

2- Dans la deuxième expérience, les forces de frottements sont considérées et leur résultante a même direction que le vecteur-vitesse du système mais de sens opposé. Son intensité vaut le $\frac{1}{25}$ du poids du système.
  a- Représente les forces qui s'appliquent sur le centre d'inertie G du système.
  b- Etablis l'expression de l'accélération du système en fonction de g, F, M et α
  c- Calcule la vitesse V'_Bdu système au point B.
  d- Compare les valeurs de V_B et V'_B



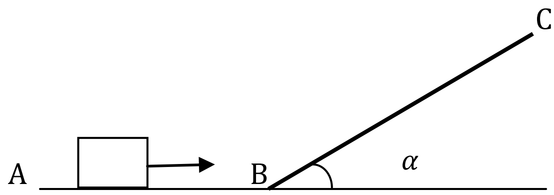


Exercice 8 : Partant du repos, un ouvrier pousse un chariot de masse $m = 60kg$ sur une distance AB. L'ouvrier exerce pour cela une force $\vec{F}$ horizontale supposée constante le long du parcours AB. Ensuite, sous l'effet de la vitesse acquise en B, le chariot se déplace sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale comme l'indique la figure ci-contre.

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

1- En appliquant le TCI:
a- Exprime la vitesse V_B du chariot au point B en fonction de F, m, L et g.
b- Exprime 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- Détermine la valeur de la force F exercée par l'ouvrier pour que le chariot atteigne le point C avec une vitesse nulle. On donne : $AB = L = 30m$; $BC = 6m$; $\alpha = 25°$; g=10m/s².

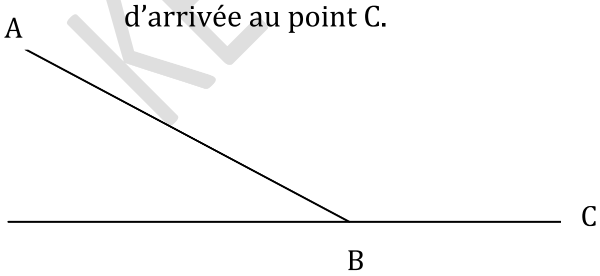


Exercice 9 : Dans un parc d'attraction, un élève de la classe de Terminale Scientifique veut vérifier l'état de la surface de contact de la piste d'un toboggan incliné de 20° par rapport à l'horizontale. Il part avec une hypothèse que s'il existe des forces de frottements sur la piste, la durée d'un parcours de $3m$ sera supérieure à $1{,}8s$. Dans cette hypothèse, tu détermineras l'intensité de ces forces. Pour le vérifier, il lâche du sommet O de cette piste un solide de masse 200g qui glisse sur une distance $OB = L = 3m$. On prendra $g = 10m.s^{-2}$

1- On suppose les frottements négligeables.
  a- Fais le schéma
  b- Calcule l'accélération du mouvement
  c- Donne les équations horaires du mouvement en supposant qu'à l'instant initial, la position du mobile est nulle.
  d- Détermine la durée de la descente et la vitesse atteinte en B.
2- En réalité, la durée du parcours est 2s. Il conclut qu'il existe des forces de frottements sur la piste.
  a- Détermine l'accélération réelle du mouvement.
  b- Déduis-en l'intensité des forces de frottement sur la piste.

Exercice 10 : Sur une piste $AB=l_1=3m$, inclinée par rapport à l'horizontal d'un angle $\alpha = 20°$, est lâché du point A sans vitesse initial un solide 3kg. Cette piste est reliée au tronçon BC de longueur $l_2=2{,}5m$.

1- En supposant que les frottements sont négligeables le long du tronçon AB, calcule la vitesse acquise au point B.
2- En réalité, le solide arrive en B avec une vitesse de 3,4m/s. Il existe donc des forces de frottement.
  a- Calcule la valeur de f
  b- Malgré le changement de direction au point B, la vitesse reste inchangée. Tout en conservant l'intensité des forces de frottement calculée précédemment, on demande de calculer la vitesse d'arrivée au point C.

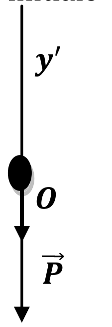


Chapitre 2 : Chute libre

Définition : on appelle chute libre, le mouvement de chute d'un corps soumis à la seule action de son poids. Elle peut être verticale (lorsque la vitesse est confondu à l'axe des ordonnées) ou parabolique (lorsque la vitesse a une direction quelconque)

1- La chute libre verticale :

L'objet est lâché sans vitesse initiale

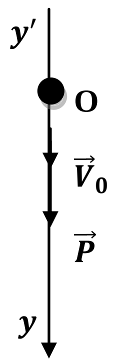


Accélération : $a_y = g$

Equations horaires : $V = gt$

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

L'objet est lâché avec vitesse initiale



Accélération : $a_y = g$

Equations horaires :

$$V = gt + V_0$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 + V_0 t$$

Série d'exercices :

Exercice 1 : Un jongleur lance verticalement une balle vers le haut avec une vitesse de $5m.s^{-1}$. L'origine des dates et des espaces est l'instant du lancer.

1- Etablis l'équation horaires du mouvement

2- Calcule l'altitude maximale de la balle

3- De quel temps dispose le jongleur pour rattraper la balle lorsqu'elle revient au point O ; Calcule sa vitesse

4- Quelle doit être la vitesse de la balle pour qu'elle s'élève de 2m par rapport au sol.

Exercice 2 : D'un point O, on lance une pierre verticalement vers le haut avec une vitesse initiale $V = 30m.s^{-1}$. Une seconde plus tard, on lance de O verticalement vers le haut une autre pierre à la vitesse initiale $V' = 40ms^{-1}$.

1- Donne la nature du mouvement de chaque pierre.

2- Ecris les équations horaires de chaque pierre.

3- Détermine la date et le lieu de leur rencontre.

Exercice 3 : Une balle tombe en chute libre d'une hauteur h=2,0m. L'axe est vertical et orienté vers le bas. L'origine est la position de départ de la bille.

1- Fais l'étude du mouvement de la bille

2- Etablis les équations horaires du mouvement

3- Quelle est la durée de la chute jusqu'au sol ?

4- Calcule la valeur de la vitesse en fin de chute.

Exercice 4 : D'un point o, on lance une pierre verticalement vers le haut avec une vitesse de valeur $V = 30m.s^{-1}$. Une seconde plus tard, on lance de O verticalement une autre bille pierre à la vitesse initiale $V' = 40m.s^{-1}$.

1- Etudie le mouvement de chaque pierre

2- Etablis les équations horaires de chaque pierre

3- Détermine la date et le lieu du croisement des deux pierres

Exercice 5 : Une balle de masse m, située à $1{,}5m$ du sol est lancée verticalement vers le haut avec une vitesse $\vec{V}_0 = 15\,m/s$ à partir d'un point A. Détermine :

1- Fais le schéma

2- L'accélération du mouvement, ainsi que son équation horaire

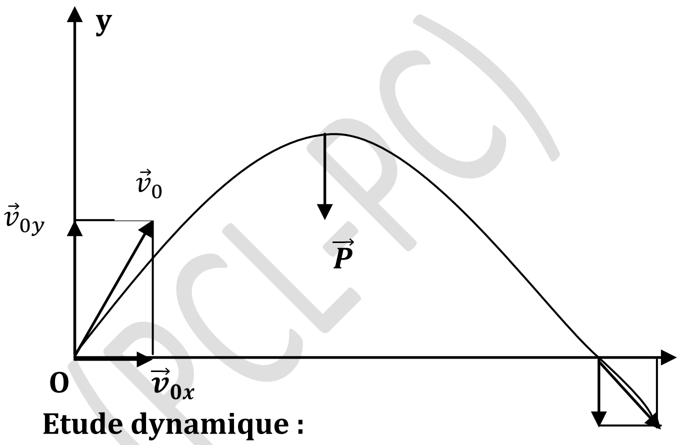
3- La hauteur d'élévation au dessus du point A puis le temps mis par la balle pour repasser en A.

4- La hauteur maximale atteinte par la balle par rapport au sol

5- La vitesse de la balle à l'arrivé au sol.

On donne $g = 10\,m/s^2$

Chapitre 3 : Chute libre Parabolique



Etude dynamique :

Système : Projectile de masse m

Référentiel : TSG

Bilan des forces : $\vec{P}$

TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} = m\vec{g} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$

1- Equations horaires :

Projection suivant les axes :

- **Sur (ox) :** $\boldsymbol{a_x = 0} \Rightarrow MRU$

$x = v_{0x}t + x_0$

A l'instant initial : $v_{0x} = v_0 \cos\alpha$; $x_0 = 0$

$$\boxed{x = v_0 \cos\alpha\, t}$$

- **Sur (oy) :** $\boldsymbol{a_y = -g} \Rightarrow MRUV$

$y = \frac{1}{2}a_y t^2 + v_{0y}t + y_0$

A l'instant initial : $v_{0y} = v_0 \sin\alpha$; $y_0 = 0$

$$\boxed{y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin\alpha\, t}$$

2- Equation de la trajectoire :

$$\overrightarrow{\boldsymbol{OM}}: \begin{cases} x = v_0 \cos\alpha\, t \;\; (1) \\ \boldsymbol{y} = -\dfrac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin\alpha\, t \;\; (2) \end{cases}$$

D'après (1) : $x = v_0 \cos\alpha\, t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos\alpha}$ (3)

(3) dans (2) $\boldsymbol{y} = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0\cos\alpha}\right)^2 + (v_0 \sin\alpha)\left(\frac{x}{v_0 \cos\alpha}\right)$

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

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

3- **Portée du tir :** C'est la distance suivant l'horizontal entre le point de lancement du projectile et le point de chute.

Au sol $y = 0$ et $x = D$

$$-\frac{g}{2(v_0 \cos\alpha)^2}D^2 + (\tan\alpha)D = 0$$

$$\frac{g}{2(v_0 \cos\alpha)^2}D^2 = (\tan\alpha)D$$

$$\frac{g}{2(v_0 \cos\alpha)^2}D = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$D = \frac{\sin\alpha\,.\,2(v_0 \cos\alpha)^2}{g\cos\alpha}$$

$$D = \frac{2.\cos\alpha\sin\alpha\,.\,{v_0}^2}{g}$$

$$\boxed{D = \frac{{v_0}^2\,.\sin 2\alpha}{g}}$$

N.B : La portée est maximale si $\sin 2\alpha = 1$ donc $\alpha = \frac{\pi}{2}rad = 90°$

4- **Flèche du tir :** C'est la hauteur maximale atteinte par le projectile

D'après la relation indépendante du temps

$$v_y^2 - v_{0y}^2 = 2a_y(y - y_0)$$

A l'instant initial : $v_{0y} = v_0 \sin\alpha$; $y_0 = 0$

Au sommet $v_y = 0, y = H_{max}$

$$-(v_0 \sin\alpha)^2 = 2a_y H_{max}$$

$$\boxed{H_{max} = \frac{(v_0 \sin\alpha)^2}{2g}}$$

Série d'exercices

Exercice 1 : Lors de la réalisation d'un ''six mètres'', le gardien du Réal de Madrid tape la balle avec une vitesse **V**$_0$ faisant un angle $\alpha = 45°$ avec l'horizontale. On assimile la de masse constante à un solide ponctuel.

1- Fais le schéma qui illustre cette remise en jeu de la balle.

2- Etablis l'équation de la trajectoire de la balle.

3- Quelle est la valeur de **v**$_0$ s'il remise en jeu à $65\ m$? On donne g=10m/s².

4- Calcule la hauteur d'élévation de la balle pendant son mouvement ?

5- Quelle est le temps mis par la balle partant du sommet pour qu'il touche le sol ?

Exercice 2: On étude l'action d'un lancer de poids. On peut décrire cette action dans les termes suivants :

-L'homme projette une masse $M = 7{,}26Kg$;

-Le centre d'inertie de M se trouve en G_0 à $1{,}03m$ du sol ;

-Son vecteur vitesse $\vec{V}_0$ fait un angle $\alpha = 42°$ avec l'horizontal. Lorsque la masse arrive au sol son centre de gravité est G_1, à $21{,}8m$ de la verticale passant par G_0. La résistance de l'air est supposée négligeable. On donne $g = 9{,}8m.s^{-1}$

1- Etablis l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G de la masse

2- Déduis la valeur de $\|\vec{V}_0\|$

3- Détermine le temps d'arrivé au sol

4- Déduis la portée du tir.

Exercice 3 : Un solide supposé ponctuel de masse m=100g est lancé vers le haut à partir d'un point A avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontal. Le point A situé à la hauteur h=60m du sol. Le solide touche le sol 6s après son lancement.

1- Etablis les équations horaires du mouvement dans le repère (o, x, y).

2- Déduis la vitesse V_0.

3- Etablis l'équation de la trajectoire du solide.

4- Calcule :

a- La distance D entre le point de chute S et le point O (voir schéma).

b- La hauteur maximale H atteinte par le projectile par rapport au sol.

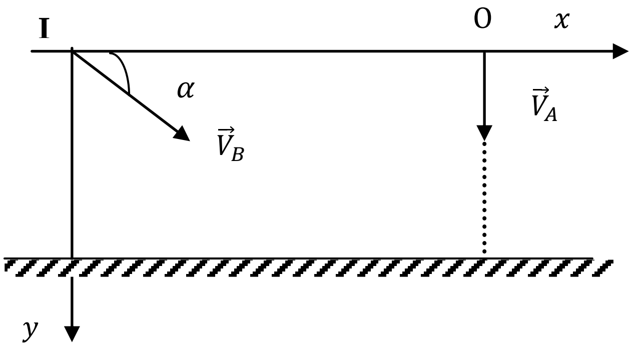
Exercice 4 *:* Un jardinier souhaite arroser ces légumes situés à $9{,}7m$ de l'endroit où se trouve le dispositif d'arrosage. Ce dispositif est tel que la vitesse maximale du jet d'eau est $10m.S^{-1}$. On étudie le mouvement de la chute libre d'une des gouttes d'eau constituant le jet et on néglige l'action de l'air sur la goutte.

Le dispositif d'arrosage situé au niveau du sol envoi un jet d'eau avec une vitesse initiale $V_0 = 10m.S^{-1}$ en formant un angle α avec l'horizontale.

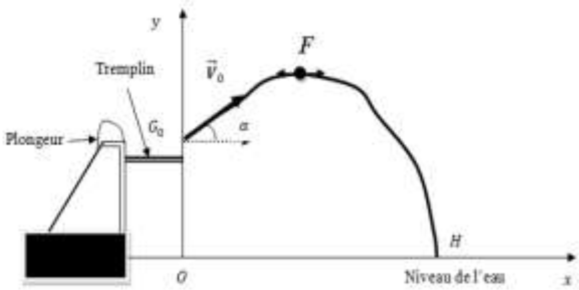
1- Fais le schéma
2- Etablis les équations horaires du mouvement de la goutte d'eau puis déduis l'équation de sa trajectoire
3- La portée D est la distance entre le point de départ et le point de chute de goute d'eau dans le plan horizontal. Etablis l'expression de la portée de ce jet
4- La valeur de la vitesse initiale étant constante :
   a) De quel angle doit-on incliner le dispositif pour arroser le plus loin possible ?
   b) En calculant la valeur de la portée dans ces conditions, peux-tu dire si les légumes en question sont arrosés ? On prendra $g = 10m.S^{-2}$

Exercice 5 : Une bille A assimilable à un point matériel est lancé du point I avec une vitesse verticale $V_A = 7\,m/s$

a- Détermine la norme du vecteur accélération
b- Etablis l'équation horaire de la bille A
   1- Au même instant, on lance d'un point O une deuxième bille B assimilable à un point matériel avec une vitesse$V_B$faisant un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontal.
      a- Etablis les équations horaires de la bille B
      b- Calcule la norme de la vitesse V_B pour qu'il ait rencontre des deux billes
      c- Détermine l'instant et l'endroit de la rencontre



Exercice 6 : On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie d'un plongeur au cours d'un saut modélisé type « saut de l'angle ». On négligera dans tout l'exercice le mouvement de rotation du plongeur autour de son centre d'inertie ainsi que les frottements avec l'air. Le repère d'étude xOy est défini à partir du schéma ci-dessous.

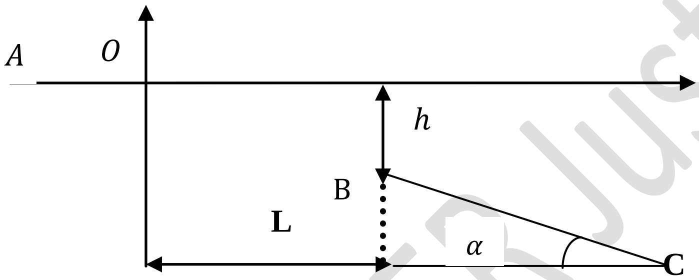


Après s'être lancé, le plongeur quitte le tremplin à la date $t = 0$ avec un vecteur vitesse $\vec{V}_0$ incliné de $\alpha = 40°$ par rapport à l'horizontale. Son centre d'inertie est alors au point G_0 de coordonnées $x_0 = 0$ et $y_0 = 6{,}0m$.

1- Etablis l'équation littérale de la trajectoire du plongeur en fonction des données.
2- Le sommet de la trajectoire étant atteint au point F d'abscisse $x_F = 1{,}0m$, en déduire la valeur de la vitesse initiale V_0
3- Le plongeur pénètre dans l'eau au point H. Quelle est la valeur de sa vitesse au point H ? On donne $g = 9{,}8m.s^{-2}$

Exercice 6 : Pour les besoin d'un film, un cascadeur doit franchir un ravin avec une voiture. Pour cela, la voiture s'élance sur une route horizontale AO, quitte la chaussée avec une vitesse $\vec{V}_0$en O et retombe de l'autre côté du ravin sur un tremplin BC qui a été aménagé à cet effet. Le tremplin BC est situé à une hauteur h en dessous de l'horizontale AO et à une distance L de O. Ce tremplin est incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. L'objet de cet exercice est de déterminer la valeur de la vitesse avec laquelle le cascadeur se lance en O et l'inclinaison α du tremplin pour que la voiture atterrisse en douceur. On étudiera le mouvement du centre d'inertie du système cascadeur-voiture de masse M. On négligera les frottements.

1- Etablis dans le repère(Oxy) les équation horaires du mouvement du centre d'inertie entre O et B
2- Déduis-en l'équation de la trajectoire
3- Détermine alors V_0 et α



Exercice 7 : On néglige l'action de l'air, on prendra $g = 10m.s^{-2}$. Lors d'un match de basket, pour marquer un panier, il faut que le ballon passe dans un cercle métallique situé dans un plan horizontal, à $3{,}0m$ du sol horizontal. Pour simplifier, on remplacera le ballon par un point matériel devant passer exactement au centre C du cercle métallique. xOy est le plan vertical contenant le point C ; xOz est le plan du sol supposé horizontal.

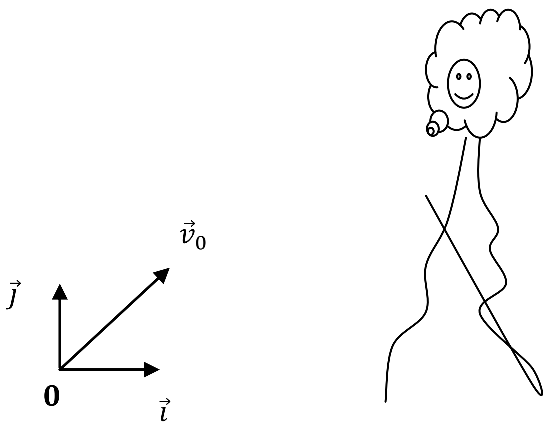
1- D'un point A de Oy situé à $2{,}0m$ du sol, un basketteur, sans adversaire, lance le ballon, avec une vitesse $\vec{V}_0$ contenue dans le plan xOy. Sa direction fait un angle $\alpha = 45°$ avec l'horizontal.
a) Montre que la trajectoire du ballon est plane
b) Etablir l'équation de cette trajectoire dans le système d'axes indiqué, en fonction de V_0.
c) Quelle doit être la valeur de V_0 pour que le panier soit réussi, sachant que les verticales de A et de C sont distantes de $7{,}1m$?
d) Quelle est la durée du trajet effectué par le ballon du point A au point C ?
2- Voulant arrêter le ballon, un adversaire situé à $0{,}90m$ du tireur, saute verticalement en levant les bras. La hauteur atteinte alors par ses mains est de $2{,}7m$ au dessus du sol. Les valeurs de l'angle α et la vitesse initiale V_0 ayant les mêmes valeurs que précédemment, le panier sera-t-il marqué ?

Exercice 8 : Un singe assis sur une branche voit rebondir une balle sur le sol. Le vecteur vitesse de la balle, juste après le répond au point O, est exactement dirigé vers le centre d'inertie du singe (voir la figure ci-contre).
Le singe, joueur et intuitif, décide de se laisser tomber à cet instant précis pour rattraper la balle.

1- Le vecteur vitesse initial de la balle $\vec{V}_0$ de la balle est dans le plan vertical défini par $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$. Etablis les équations horaires du mouvement du centre d'inertie de la balle dans le repère considéré.
2- Les coordonnées du centre d'inertie du singe dans le repère considéré sont tel que : $x_0 = 5{,}3m$ et $y_0 = 3{,}8m$.

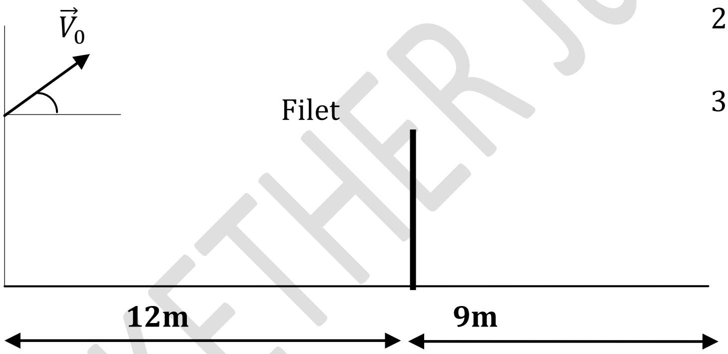
Etablis de même les équations horaires du mouvement du centre d'inertie du singe dans le même repère.

3- Détermine la valeur de l'angle α que le vecteur vitesse avec l'horizontal pour le singe rattrape le ballon.



Exercice 9 : On étudie le mouvement du centre d'inertie du ballon au volley-ball. La résistance de l'air est négligeable.

Le joueur frappe le ballon situé en A et lui communique une vitesse $\vec{V}_0$ de valeur 15m/s faisant un angle $\alpha = 20°$ horizontale.



Le point A est situé à une hauteur de $H = 3{,}0m$ du sol ; le filet est situé à $D = 12m$ du joueur, la hauteur du filet est $h = 2{,}4m$.

1- Etablis les équations horaires du mouvement de la balle puis déduis l'équation de sa trajectoire

2- Montre que le service est réussi, c'est-à-dire que la balle passe au dessus du filet et touche le sol dans le camp adverse entre le filet et la ligne située à $D' = 9m$ du filet.

3- Un joueur situé à $2{,}0m$ du filet veut intercepter la balle. A quelle hauteur H′ doit-il situer sa main dans le plan de la trajectoire ?

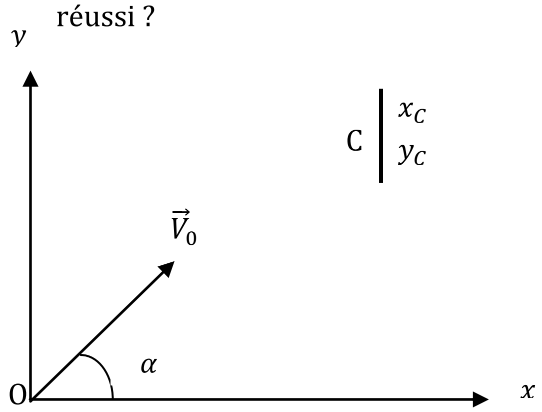
Exercice 10 : Un navire de guerre projette des boulets de 100kg. De sa fabrication, l'angle de tir des canons est fixe et a pour valeur $\alpha = 45°$ ce qui lui permet de tirer à la plus grande distance possible.

On souhaite déterminer la vitesse la vitesse de sortie de du boulet qui part du canon. On étudie pour cela le mouvement du centre d'inertie G du boulet de masse m. L'étude se fait dans un référentiel terrestre considéré comme Galiléen. Le repère d'étude est $(O, \vec{i}, \vec{j})$ et l'origine des dates est choisie à l'instant où le boulet part du point O. Le vecteur vitesse initiale $\vec{V}_0$ du point G est incliné d'un angle α appelé angle de tir par rapport à l'horizontal.

1- Etablis les équations horaires du mouvement

2- Montre que l'équation de la trajectoire est de la forme : $y = ax^2 + bx$

3- Au cours d'un tir, d'entrainement, un opérateur veut atteindre une cible situé au point C à une distance $d = x_C = 1800m$ et à une hauteur $h = y_C = 452m$ comme présenté dans la figure. Quelle doit être la vitesse initiale du boulet pour que le tir soit réussi ?

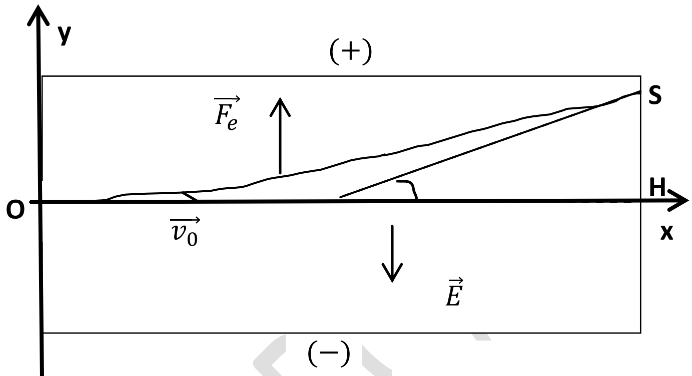


Exercice 11 : Un jardinier souhaite arroser ces légumes situés à $9{,}7m$ de l'endroit où se trouve le dispositif d'arrosage. Ce dispositif est tel que la vitesse maximale du jet d'eau est $10m.S^{-1}$. On étudie le mouvement de la chute libre d'une des gouttes d'eau constituant le jet et on néglige l'action de l'air sur la goutte.

Le dispositif d'arrosage situé au niveau du sol envoi un jet d'eau avec une vitesse initiale $V_0 = 10m.S^{-1}$ en formant un angle $\alpha = 45°$ avec l'horizontale.

1- Fais le schéma qui traduit cette expérience
2- Etablis les équations horaires du mouvement de la goutte d'eau.
3- Déduis l'équation de sa trajectoire
4- a- Etablis l'expression de la portée de ce jet
   b- Calcule la valeur de cette porté
5- Réussi-t-il a arrosé les légumes? On prendra $g = 10m.S^{-2}$

Chapitre 4 : Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme : Cas de l'électron



Etude dynamique

Référentiel : TSG

Système : électron de masse m

Bilan des forces : $\vec{F_e}$

TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F_e} = m\vec{a}$ or $\vec{F_e} = q\vec{E}$

alors $\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$ avec $q = -e$ donc $\vec{a} = -\frac{e\vec{E}}{m}$.

1- Equations horaires :

Projection suivant les axes :

- **Sur l'axe (ox) :** $a_x = 0 \Rightarrow$ MRU

$x = v_{0_x}.t + x_0$

A l'instant initial : $v_{0_x} = v_0$ et $x_0 = 0$

D'où $\boxed{\boldsymbol{x = v_0.t}}$

- **Sur l'axe (oy) :** $a_y = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{md} \Rightarrow$ MRUV

$y = \frac{1}{2}\frac{eU}{md}.t^2 + v_{0_y}.t + y_0$,

A l'instant initial à t = $v_{0_y} = 0$ et $y_0 = 0$

D'où : $\boxed{\boldsymbol{y = \frac{1}{2}\frac{eU}{md}.t^2}}$

2- Equation de la trajectoire :

$$\overrightarrow{\boldsymbol{OM}}: \begin{cases} \boldsymbol{x = v_0.t} \ (1) \\ \boldsymbol{y = \frac{1}{2}\frac{eU}{md}.t^2} \ (2) \end{cases}$$

D'après (1) : $x = v_0 t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0}$ (3)

(3) dans (2) $\boldsymbol{y = \frac{1}{2}\frac{eU}{md}.\left(\frac{x}{v_0}\right)^2}$

$$\boxed{\boldsymbol{y = \frac{1}{2}\frac{eU}{md.v_0{}^2}.x^2}}$$

3- Coordonnées du point de sortie

A la sortie $y = y_S$ et $x = x_S = L$

$$\boxed{S: \begin{cases} x_S = L \\ y_S = \dfrac{1}{2}\dfrac{eU}{md.v_0{}^2}.L^2 \end{cases}}$$

4- Durée de passage des électrons entre les deux plaques.

$x = v_0.t$ or $x = L$ et $\boxed{t = \dfrac{L}{v_0}}$

5- Vitesse des électrons au point de sortie

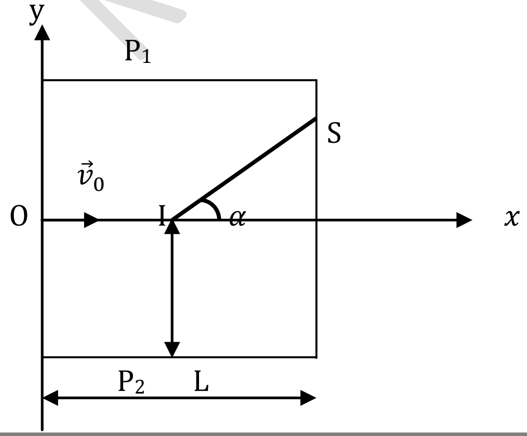
$$\vec{v}_S: \begin{cases} v_{Sx} = \dfrac{dx}{dt} = v_0 \\ v_{Sy} = \dfrac{dy}{dt} = \dfrac{eUL}{md.v_0{}^2} \end{cases}$$

En module : $v_S = \sqrt{(v_{S_x})^2 + (v_{S_y})^2}$

$$\boxed{v_S = \sqrt{(v_0)^2 + (\frac{eU.L}{md.v_0})^2}}$$

Série d'exercices:

Exercice 1 : On désir déterminer la nature d'une particule inconnue pour cela on dispose d'un condensateur où règne un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$. La particule pénètre en un point O, avec une vitesse $\vec{V_0}$ horizontale à l'intérieur du condensateur. la différence de potentiel entre les plaques P_1 et P_2 de longueur l et distantes de d est $V_{P1} - V_{P2} = 100V$. Le poids de la particule est supposé négligeable.



On donne : $d = 5cm$; $l = 2OI = 2IO' = 20cm$; $V_0 = 2.10^7\ m/s$

La particule sort du condensateur au point S.

1- a- Représente le vecteur $\vec{E}$ entre P_1 et P_2.

b- Précise le signe de la charge q.

2- A partir d'une étude dynamique du mouvement de la particule, détermine l'équation de la trajectoire de O à S.

3- La déviation angulaire électrostatique α à la sortie est elle que $tan\alpha = 0{,}176$.

a- Calcule le rapport $\frac{|q|}{m}$ appelée charge massique de la particule.

c- Détermine alors la valeur algébrique de q sachant que $m = 0{,}91.10^{-30}Kg$.

4- Quelle est la nature de la particule ?

Exercice 2 : On désire déterminer les coordonnées du point d'impact d'un électron sur l'écran. Pour cela un électron animé d'une vitesse $\vec{V_0}$ horizontale, pénètre en O dans un champ électrostatique uniforme crée entre les plaques A et B d'un condensateur. Le vecteur champ électrique $\vec{E}$ est vertical et dirigé vers le haut (voir schéma).

1- En appliquant la relation fondamentale de la dynamique :

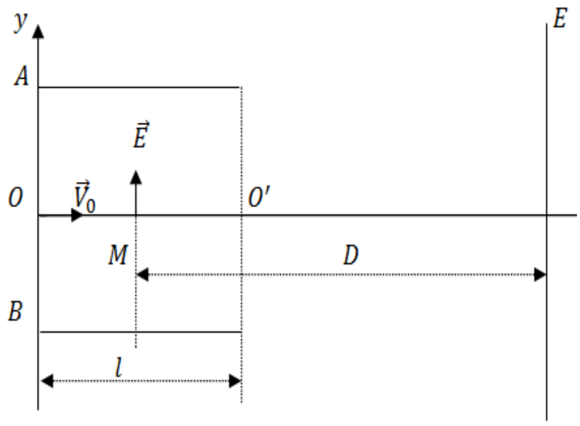
a) Exprime le vecteur accélération $\vec{a}$ en fonction du vecteur champ électrique $\vec{E}$.

b) Etablis les équations horaires puis l'équation de la trajectoire dans le repère xoy.

2- Quelles sont les coordonnées du point de sortie S de l'électron du champ électrostatique ?

4- Calcule l'ordonnée du point d'impact de l'électron sur l'écran vertical, situé à la distance D du milieu de OO'.

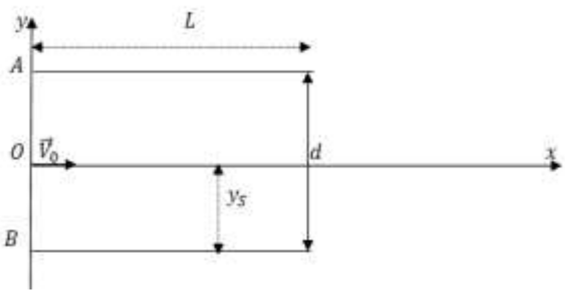
Données : $E = 2.10^3V/m$; $L = OO' = 10cm$; $V_0 = 10^7m/s$; $D = 25cm$ et $m_e = 9{,}1.10^{-31}kg$



Exercice 3 : Une particule $\alpha(H_e^{2+})$ pénètre en O avec une vitesse horizontale $\vec{V}_0$ dans un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$, crée entre deux plaques A et B de longueur $L = 10cm$, séparées par une distance $d = 5cm$ et soumises à une différence de potentiel $U_{AB} = 2.10^4 V$.

1- Indique le signe des plaques.
2- Représente la force $\vec{F}$ et le champ électrostatique $\vec{E}$ à l'intérieur des plaques.
3- Détermine le vecteur l'accélération du mouvement de la particule α.
4- Donne l'équation de la trajectoire et sa nature.
5- L'ordonnée du point de sortie de la particule du champ est $y_S = -4mm$. Calculer V_0. On néglige le poids de la particule face à la force électrostatique.

On donne $m_\alpha = 6{,}6710^{-27} kg$; $e = 1{,}610^{-19} C$ et $q_\alpha = +2e$



Exercice 4 : On dispose d'un condensateur constitué de deux plaques horizontales et parallèles de longueur l et distantes de d.

On réalise le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$, O étant à égale distance des deux plaques. Un faisceau de particule $\alpha(^4_2H_e)$ pénètre en O, entre les armatures avec une vitesse parallèle à $\vec{\imath}$.

On place à la sortie du dispositif un écran luminescent sur lequel les particules créent un spot. Ce spot se situe en S_1 lorsque la différence de potentiel entre les plaques est nul. Il est en S lorsque la différence de potentiel est $U = 10^3 V$.

1- a) Indique les signe des plaques.

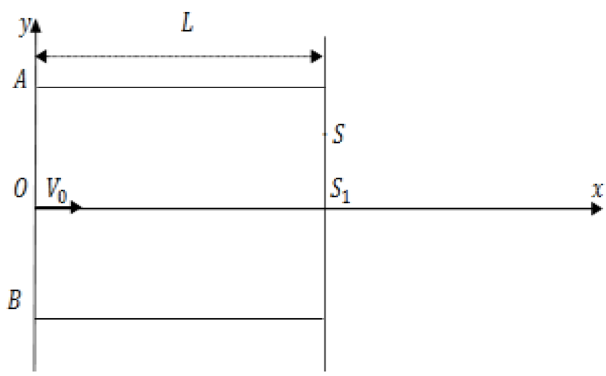
b) Précise la direction et le sens du vecteur champ électrostatique $\vec{E}$ crée entre les plaques.

2- Etablis l'expression littérale de l'équation de l'équation de la trajectoire d'une particule entre les plaques A et B.

3- Détermine la vitesse V_0 avec laquelle la particule alpha pénètre entre les armature du condensateur si la déviation verticale est de $9{,}7mm$ au point S.

4- Détermine la déviation angulaire de la particule à la sortie des plaques.

On donne $m_\alpha = 6{,}6710^{-27} kg$; $e = 1{,}610^{-19} C$; $d = 4cm$; $L = 10cm$.



Exercice 5 : Un dispositif de déflexion électrique est constitué par deux plaques P et P' d'un condensateur. Ces plaques ont une longueur L et sont distants de d, en O pénètre un faisceau homocinétique d'électron de masse m et de vitesse $\vec{V}_0 = V_0\vec{\imath}$. On applique une tension $U_{PP'} = U > 0$ entre les plaques.

1- a) Représente le champ électrique entre les deux plaques.

b) Exprime la valeur de E du champ électrique.

2- Détermine :

a) Le vecteur accélération.

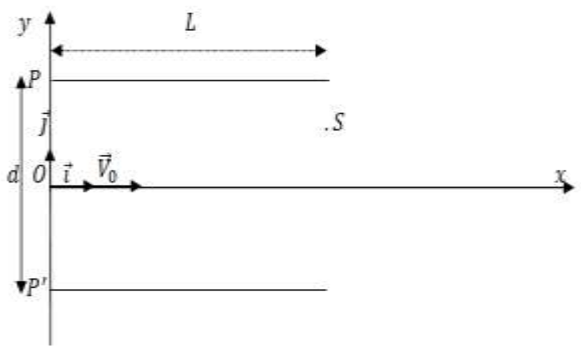
b) L'équation cartésienne de la trajectoire.

3- On s'intéresse aux caractéristiques de l'électron à la sortie du condensateur en S.

a) Détermine les coordonnées du point de S sortie.

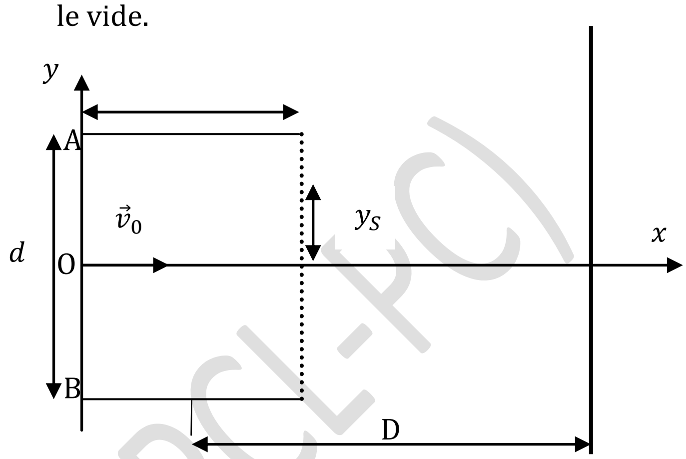
b) Vérifie que la déviation y_S est proportionnelle à la tension U.

c) Calcule numériquement la durée de passage t de l'électron à l'intérieure du dispositif ainsi que l'angle α que fait le vecteur vitesse en S avec l'axe (ox). On donne $U = 500V$; $V_0 = 10^7 m/s$; $d = 4cm; l = 4cm$; $m_e = 9{,}1.10^{-31}kg$; $e = 1{,}6.10^{-19}C$.



Exercice 6 : Un faisceau de protons homocinétiques animés d'une vitesse horizontale $V_0 = 2.10^5 m.s^{-1}$ pénètre en O dans l'espace d'un condensateur plan dont les armatures horizontales sont distantes de d=10cm. Après la traversée de cet espace, de longueur l=20cm, on constate que le faisceau de protons a déviée de $Y_s = 2cm$ vers la plaque A.

On donne $m_p = 1{,}67.10^{-27}kg$; $e = 1{,}6.10^{-19}C$. On néglige le poids du proton devant la force électrique et on suppose que les particules évoluent dans le vide.

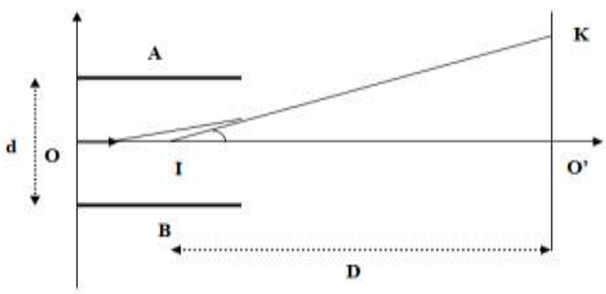


Exercice 7 : Un faisceau homocinétique d'électron est émis en O à l'entrée d'un condensateur plan, avec une vitesse initiale $V_0 = 2.10^7 m.S^{-1}$. Il sort du condensateur au point S de coordonnées $x_S = 5cm$ et $y_S = 0{,}8cm$ et frappe un écran situé à $40cm$ du milieu des plaques en un point K. Les plaques du condensateur sont distantes de $d = 2cm$. La différence de potentiel entre les armatures du condensateur est $U_{AB} = 290V$. Détermine :

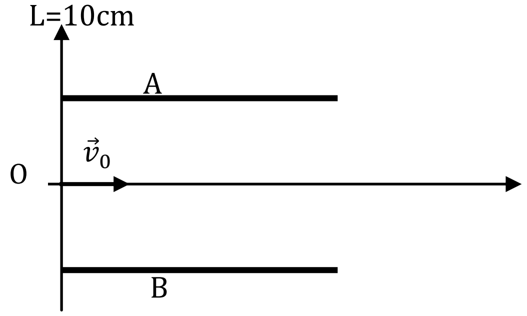
1- La polarisation des plaques

2- L'ordonnées de K

3- Le rapport $\frac{|q|}{m}$ appelé charge massique de l'électron, puis la valeur de la charge q de cet électron de masse $m = 9{,}1.10^{-31}Kg$



Exercice 8 : Les deux armatures A et B d'un condensateur sont disposés dans le vide parallèlement à l'axe (ox) ; leur distance est d=4cm et leur longueur L=10cm

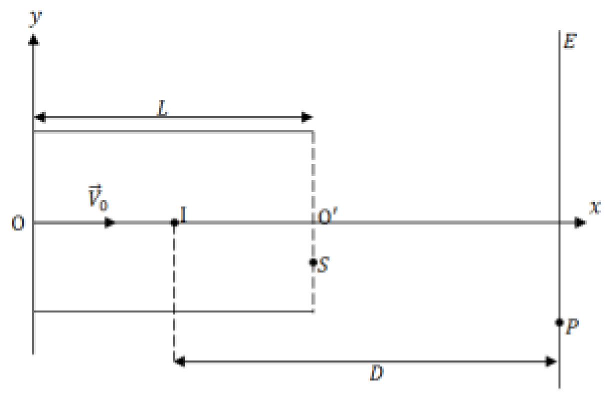


Un faisceau d'électrons homocinétique de masse $m = 9{,}1.10^{-31}kg$ et de charge $q = -e$ pénètre en O entre les armatures avec un vecteur vitesse $\vec{V}_0$ parallèle à l'axe (ox) et de valeur $v_0 = 25000\ Km/s$.

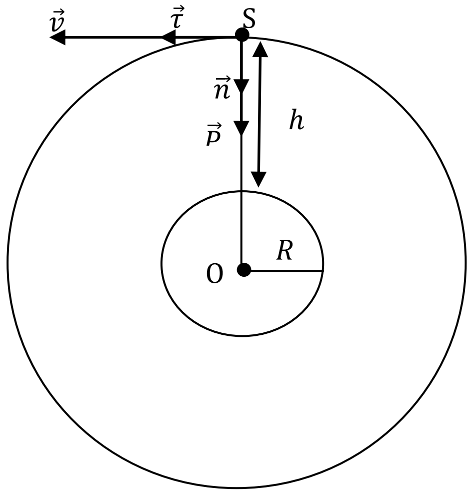
1- Quel doit être le signe de la tension U_{AB} pour que la particule soient déviés vers l'armature A ?
2- On établis entre les armatures, la tension $U_{AB} = 400V$
   a) Etablis, les équations horaires de des particules entre les armatures du condensateur
   b) Déduis l'équation de la trajectoire
3- Détermine les caractéristiques du point de sortie des particules
4- Détermine la déviation angulaire des particules
5- Un écran est placé à la distance D=25cm
   a- Quelle est la condition pour que les électrons sortent du condensateur
   b- Quelle est la nature de la trajectoire après les plaques ?
6- Détermine les cordonnées du point d'impact des particules sur l'écran

Exercice 9 : Dans le but de déterminer la vitesse initiale V_0 avec laquelle un proton de masse m, de charge q pénètre entre les armatures d'un condensateur plan dans lequel règne une tension U et un champ uniforme $\vec{E}$. On réalise le montage ci – dessous ; on constate qu'à la sortie du champ le proton dévie en dessous de l'axe (Ox) et frappe l'écran en un point P.

1) Complète la figure en précisant :
   a) la polarité des plaques.
   b) Le sens des vecteurs $\vec{E}$et $\vec{F}$.
2) Etablis l'équation cartésienne de la trajectoire du mouvement d'un proton au cours de la traversée des armatures.
3) Déduis les coordonnées du point de sortie S.
4) le spot du proton sur l'écran est de $y_P = -5{,}40cm$.
   a) Détermine l'ordonnée y_S du point de sortie du champ.
   b) Calcule la vitesse initiale V_0 de pénétration du proton dans le champ. On donne : $d = 7{,}0cm$; $m = 1{,}67.10^{-27}kg$; $L = 20{,}0cm$; $D = 50{,}0cm$; $e = 1{,}6.10^{-19}C$; $E = 2.10^3\ V/m$



Sous-chapitre 5 : Satellite



Etude dynamique :
Référentiel : Géocentrique SG
Système : Satellite de masse m_S
Bilan des forces : $\vec{P}$
TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m_S\vec{a} \Longrightarrow \ \vec{P} = m_S\vec{a}$

1- **Nature du mouvement :**

Projection sur l'axe tangentiel : $a_\tau = 0$;
Le mouvement est uniforme

Or $a_\tau = \frac{dr\dot{\theta}}{dt} \Longrightarrow \frac{dr\dot{\theta}}{dt} = 0 \Longrightarrow \dot{\theta} = cste$

Alors le mouvement est circulaire uniforme

2- **Vitesse linéaire :**

Projection suivant la normale : $P_h = a_n$

$\Longrightarrow m_s g_h = m_S \frac{\boldsymbol{v^2}}{(\boldsymbol{R+h})} \Longrightarrow g_h = \frac{\boldsymbol{v^2}}{(\boldsymbol{R+h})}$

$\Longrightarrow g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2} = \frac{\boldsymbol{v^2}}{(\boldsymbol{R+h})} \Longrightarrow v^2 = \frac{g_0 R^2}{R+h}$

$$\boxed{v = R\sqrt{\frac{g_0}{R+h}}}$$

3- **Période de révolution :**

$T = \frac{2\pi}{\omega}$ Or $\omega = \frac{v}{r} \Longrightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$

$\Longrightarrow T = \frac{2\pi r}{R\sqrt{\frac{g_0}{R+h}}}$ Soit: $\boxed{T = \frac{2\pi}{R}\sqrt{\frac{(R+h)^3}{g_0}}}$

Remarque : Un satellite géostationnaire est un satellite qui a la même période de révolution que la terre. $T = 24h$

4- **Détermination de la hauteur h connaissant la période du satellite** :

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{R^2}\frac{(R+h)^3}{g_0} \Longrightarrow (R+h)^3 = \frac{T^2R^2g_0}{4\pi^2}$$

$$\Longrightarrow R + h = \sqrt[3]{\frac{T^2R^2g_0}{4\pi^2}} \Longrightarrow \boxed{h = \sqrt[3]{\frac{T^2R^2g_0}{4\pi^2}} - R}$$

Série d'exercices:

Exercice 1 : Un satellite de masse m évolue dans un référentiel à altitude $h = 832Km$, sur l'axe des pôles. Il fournit des images de la terre en balayant sa surface.

1- Identifie le référentiel
2- Représente sur un schéma, dans le repère de Frenet le vecteur vitesse, le vecteur accélération du satellite ainsi que la force la force s'exerçant sur ce dernier
3- Le mouvement du satellite est étudié dans le repère considéré en amant :
  a) Détermine l'accélération du satellite sur l'orbite
  b) Détermine la nature du mouvement du satellite
  c) Détermine l'expression de la vitesse du satellite puis la calculer
4- Exprime la période de révolution du satellite en fonction de R_T et h puis la calculer. On donne : $M_T = 5{,}98.10^{24}Kg$; $R_T = 6382Km$; $G = 6{,}6.10^{-11}SI$

Exercice 2 : La Loi de Newton sur l'attraction universelle est donnée par $F = G.\frac{Mm}{d^2}$ où d est la distance les corps en interaction de masse M et m et $G = 6{,}67.10^{-11}USI$: Constante gravitation universelle.

1- a) Donne l'expression de l'accélération de la pesanteur g_0 au niveau du sol en fonction de la masse M de la terre, la constante de gravitation universelle G et le rayon de la terre.

b) Déduis la valeur de la masse de la terre sachant que $g_0 = 9{,}81 m.s^{-2}$ et $R = 6400 Km$.

c) Exprime en fonction de g_0 , R et h l'accélération g_h de la pesanteur à une altitude h

2- Un satellite artificiel évolue à très haute altitude h, décrivant un cercle concentrique à la terre.

a) Représente toutes les forces agissant sur le satellite à une altitude h.

b) Montre que le mouvement du satellite est uniforme

c) Calcule la vitesse linéaire du satellite repéré à $36000 Km$

3- Calcule la période de révolution du satellite en heure puis compare la à celle de la terre. Comment appelle-t-on un tel satellite ?

Exercice 3 : Un satellite de masse m est placé sur une orbite à l'altitude h autour de la terre de rayon R de masse M.

1- Montre par une étude dynamique, que le satellite est animé d'un mouvement circulaire uniforme.

2- Exprime l'intensité de la pesanteur g_h en fonction de la constante gravitationnelle G, de la masse de la terre M et le rayon de la terre R et puis en fonction de g_0, R et h.

3- Exprime la vitesse linéaire en fonction de la constante gravitationnelle , de la masse de la terre M et le rayon de la terre R et l'altitude h puis en fonction g_0, R et h.

4- Exprime la période du satellite T en fonction de G, M, R et h puis en fonction de g_0, R et h.

5- Déduis de ces expressions la relation traduisant la $3^{ème}$ loi de KEPLER

6- Calcule l'altitude d'un satellite géostationnaire sachant que sa période est égale à la période de rotation propre de la terre $T = 86164 s$ soit un jour sidéral. On donne $R = 6380 Km$ et $g_0 = 9{,}8\, m/s^2$

Exercice 4 : Avec des satellites autours de la terre, on détermine les coordonnées GPS des objets de la terre (latitude, longitude et altitude).

1- Représente les forces agissant sur le satellite au cours de son mouvement autours de la terre et écrire son équation fondamentale de la dynamique. On l'appellera m la masse du satellite.

2- On suppose que le mouvement du satellite est circulaire uniforme de vitesse angulaire ω. Représenter sa vitesse en un point quelconque de sa trajectoire et l'exprimez en fonction de sa vitesse angulaire.

3- On ne retient que la force gravitationnelle exercée par la terre sur le satellite. Soit M la masse de la terre, R son rayon, h latitude du satellite et G la constante gravitationnelle. Déterminer la vitesse du satellite en fonction de ces données. h=20000Km, R=63800Km, M=598.10^{25}g e G=6,67.10^{-11}SI.

4- Au bout de combien de temps le satellite effectue t-il une révolution complète ?

5- Monte que le carré de la période du mouvement du satellite est :

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{(R+h)^3}{GM}$$

6- Au bout de combien de temps un signal émis par le satellite arrive t-il à terre ?

Exercice 5 : Une fusée de masse $m_0 = 100 t$ est destinée à placer un satellite en orbite autours de la terre.

1- Détermine l'accélération de du centre d'inertie de la fusée lorsque celle-ci quitte la terre. Sachant que les moteurs exercent une force verticale d'intensité $f = 2.10^6 N$. On donne $g = 8{,}9 m.s^{-2}$.

2- Arrivée à une altitude $H = 13600km$, la fusée place le satellite sur une orbite circulaire.

a) Montre que l'intensité de la pesanteur g à l'altitude h est de la forme $g_h = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$ où R étant le rayon de la terre.

b) Montre que le mouvement du satellite est uniforme.

3- Calcule :

a) La vitesse linéaire.

b) La période de révolution du satellite. On donne $R = 6{,}4.10^3 km$

Exercice 6 : En vue de collecter les informations sur un endroit précis du globe terrestre, un satellite doit être placé à une altitude h afin qu'il paraisse immobile pour un observateur terrestre. On dit dans ce cas que ce satellite est géostationnaire.

1- Ce satellite, assimilé à un point matériel de masse m, doit décrire un mouvement circulaire uniforme a cette altitude h. Représente les forces qui agissent sur le satellite ainsi que la vitesse.

2- Etablis en fonction de g_0, R et h :

a) La vitesse linéaire du satellite

b) La période de révolution

3- a) Quelle est la valeur de la période de révolution (en seconde) pour que ce satellite soit géostationnaire

b) A quelle altitude h doit on placer ce satellite ? On donne $g_h = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$;

$R = 6400km$; $g_0 = 9{,}8\, m/s^2$

Exercice 7 : Une fusée de masse $m_0 = 200t$ est destinée à placer un satellite en orbite autours de la terre.

1- Fais le schéma en représentant les forces qui agissent sur la fusée

2- Détermine l'accélération de du centre d'inertie de la fusée lorsque celle-ci quitte la terre. Sachant que les moteurs exercent une force verticale d'intensité $f = 4.10^6 N$. On donne $g = 8{,}9 m.s^{-2}$.

3- Arrivée à une altitude $H = 27200km$, la fusée place le satellite sur une orbite circulaire.

a- Montre que l'intensité de la pesanteur g à l'altitude h est de la forme $g_h = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$ où R étant le rayon de la terre.

b- Montre que le mouvement du satellite est circulaire uniforme

c- Calcule la vitesse linéaire

d- La période de révolution du satellite. On donne $R = 6{,}4.10^3 km$

Exercice 8 : Un satellite de masse m évolue dans un référentiel à l'altitude h=832Km, sur l'axe des pôles. Il fournit des images de la terre en balayant sa surface.

1- Identifie le référentiel d'étude du mouvement du satellite

2- Représente sur un schéma, dans le repère de Frenet, le vecteur vitesse , force et accélération du satellite.

3- a- En appliquant la deuxième loi de Newton, détermine l'accélération du satellite

b- Détermine la nature du mouvement du satellite

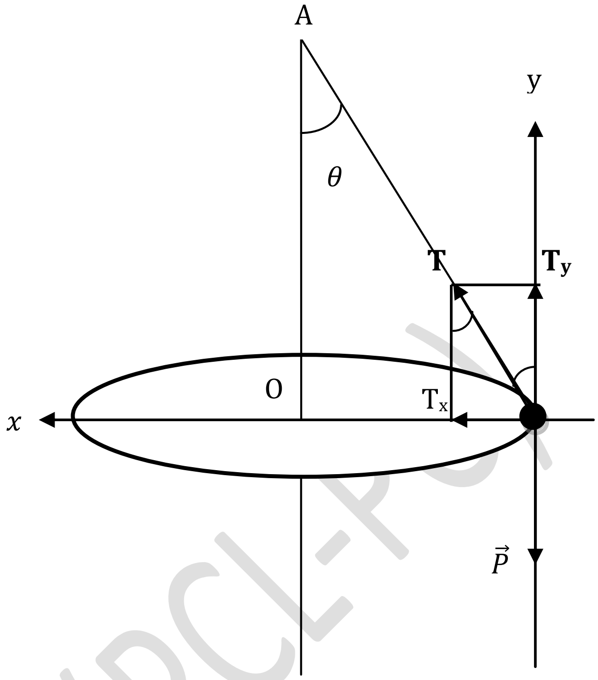
c- Détermine l'expression de la vitesse du satellite en fonction de la constante de gravitation, la masse de la terre, le rayon terrestre et de la hauteur puis calcule sa valeur

4- Exprime la période de révolution du satellite en fonction de la constante de gravitation, la masse de la terre, le rayon terrestre et de la hauteur puis calcule sa valeur. $M_T = 5{,}98.10^{24} kg$;
$R_T = 6382Km; G = 6{,}6.10^{-11} SI$

Exercice 9 : Un satellite de masse m est placé sur une orbite à l'altitude h autour de la terre de rayon R et de masse M

1- Par une étude dynamique, montre que la trajectoire du satellite est circulaire uniforme
2- Exprime l'intensité de la pesanteur g_h en fonction de la constante gravitationnelle G, la masse de la terre M et de R puis en fonction de g_0 ; R et h.
3- Exprime la vitesse linéaire en fonction de G, M, R et h puis en fonction de g_0 ; R et h.
4- a- Exprime la période de révolution du satellite en fonction de G, M, R et h puis en fonction de g_0 ; R et h.
   b- Des deux expressions précédente démontre que $\frac{r^3}{T^2} = \frac{g_0 R^2}{4\pi^2} = cste$
5- Calcule l'altitude à laquelle on doit placer ce satellite pour que sa période de révolution soit $T = 86164s$. On donne : R=6380km et $g_0 = 9{,}8 m.s^{-1}$

Chapitre 6 : Pendule conique



Etude dynamique

Référentiel : TSG
Système : masse ponctuelle
Bilan des forces : $\vec{P}$; $\vec{T}$
TCI : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Longrightarrow \vec{P} + \vec{T} = m\vec{a}$

1- **Nature du mouvement :**

Projection sur l'axe tangentiel : $a_\tau = 0$; Le mouvement est uniforme

Or $a_\tau = \frac{dr\dot{\theta}}{dt} \Longrightarrow \frac{dr\dot{\theta}}{dt} = 0 \Longrightarrow \dot{\theta} = cste$

Alors le mouvement est circulaire uniforme

2- **Vitesse angulaire :**

Projection suivant (oy) : $P_y + T_y = 0 \Longrightarrow -P + T\cos\theta = 0 \Longrightarrow T\cos\theta = mg \ (1)$

Projection suivant la normale : $T_n = ma_n \Longrightarrow T\sin\theta = m\frac{v^2}{r}$

$\Longrightarrow T\sin\theta = \frac{m(r\omega)^2}{r} \Longrightarrow T\sin\theta = mr\omega^2$

Or $r = L\sin\theta \Longrightarrow T\sin\theta = mL\omega^2\sin\theta$

$\Longrightarrow T = mL\omega^2 \ (2)$

En faisant $\frac{(1)}{(2)} \Leftrightarrow \cos\theta = \frac{g}{L\omega^2}$

$$\boxed{\omega = \sqrt{\frac{g}{L\cos\theta}}}$$

NB : $\omega = \omega_0$ si θ est maximale donc $\cos\theta = 1$

Série d'exercices :

Exercice 1 : On considère une boule métallique quasi-ponctuelle de masse $150g$ suspendue à un fil de longueur $l = 1m$ et de masse négligeable. L'autre extrémité du fil est fixée en un point A d'un axe vertical (Δ). L'axe (Δ) tourne sur lui-même à la vitesse angulaire ω constante. Pour une valeur suffisante de ω le fil s'incline d'un angle θ fixe et la masse décrit dans le plan horizontal un mouvement circulaire uniforme de centre O. On prendra $g = 10m/s$.

1- Représente les forces agissant sur le système.
2- En faisant une étude dynamique, établis une relation entre ω et θ.
3- Quelle est la valeur minimale ω_0 de ω en dessous de laquelle $\theta = 0$.
4- Calcule la tension du fil pour $\theta = 30°$ et pour les deux valeurs de ω : $\omega_1 = 6rad.s^{-1}$ et $\omega_2 = 2rad.s^{-1}$

Exercice 2 : On dispose d'un pendule élastique constitué d'un solide S de masse m=200g suspendue à un ressort à un ressort vertical de longueur à vide $l_0 = 20cm$. A l'équilibre, la longueur est $l_1 = 30cm$

1- Calcule la constante de raideur K du ressort
2- Ce ressort est fixé par son extrémité supérieure en un point O d'un axe (Δ). L'ensemble est mis en rotation autours de l'axe (Δ) grâce à un moteur. Le solide S décrit alors un cerce dans le plan horizontal et la direction du ressort fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'axe (Δ).

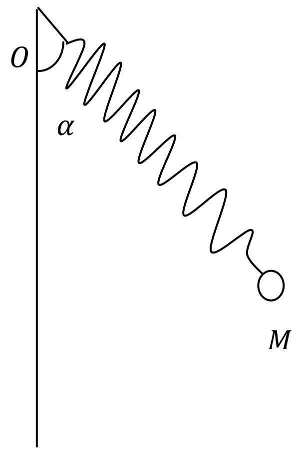
a- Fais le schéma en représentant toutes les forces agissant sur la solide.
b- Calcule :
 b1- La longueur l_2 du ressort lors de ce mouvement
 b2- La vitesse angulaire ω de rotation de l'ensemble
 b3- La tension du fil
c- Déduis la période du solide

Exercice 3 : On considère un point matériel A de masse m=100g, suspendu à un point O par un fil inextensible, de masse négligeable et de longueur L=1m. Cet ensemble tourne autour d'un axe vertical (Δ) passant par O.
Le point A décrit alors un cercle dans le plan horizontal et la direction du fil fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'axe (Δ).

1- Par une étude dynamique, montre que le mouvement du point matériel est circulaire uniforme.
2- Calcule :
 a- La vitesse angulaire de l'ensemble du système
 b- La tension exercée par un fil sur le point A
3- On modifie la vitesse angulaire et la valeur de l'angle α devient 40°. Calcule la nouvelle valeur de la vitesse angulaire.

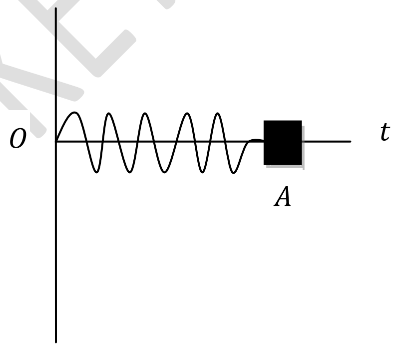
Exercice 4 : Un ressort à boudin de longueur à vide $l_0 = 25cm$ quand il est tendu, il s'allonge de $1cm$ sous l'effet d'une force de $1N$.
Une $M = 50g$ est suspendue au ressort. Le ressort et la masse, supposés percés d'un canal diamétral, sont guidés dans leur mouvement par une tige rigide (oy) de masse négligeable. Cette tige convenablement articulé en O sur un axe (ox) tournant lui-même d'un mouvement circulaire uniforme est entrainé par ce mouvement de rotation avec une vitesse $5tr/s$. On écarte légèrement la tige (oy) de la verticale; dans ces conditions l'angle α prend une valeur.

1- Représente les forces agissant sur le système.
2- Ecris une relation entre l'angle α et la vitesse angulaire
3- Détermine la valeur de l'angle α.
4- Calcule l'allongement du ressort. On prendra $g = 10ms^{-2}$; $\pi^2 = 10$.



Exercice 5: On considère un axe (Δ) vertical, tournant à la vitesse constant ω, sur lequel est fixée une tige horizontale (t).

1- On enfile sur la tige un ressort (R) de masse négligeable, et de raideur K, fixé en O (voir figure) et portant à son extrémité un anneau (A), de masse m. Le ressort et l'anneau coulissent sans frottement sur la tige (t). détermine l'allongement du ressort en fonction de ω; K et l_0
2- On supprime la tige t et le système tournant à la vitesse angulaire $\omega' \neq \omega$, décrit alors un cône de révolution de demi-angle au sommet 60°. Détermine la longueur L_1 du ressort ainsi que la vitesse angulaire ω'. On donne : $m = 50g$; $K = 200Nm^{-1}$; $l_0 = 48cm$



Exercice 6 : On dispose d'un pendule élastique constitué d'un solide (S) de masse $m = 250g$ suspendue à un ressort vertical de longueur à vide $L_0 = 20cm$.
A l'équilibre, la longueur est $l_1 = 30cm$

1- Calcule la constante de raideur K du ressort
2- Ce ressort est fixé par son extrémité supérieure en un point O d'un axe (Δ). L'ensemble est mis en rotation autours de l'axe (Δ) grâce à un moteur. Le solide S décrit alors un cerce dans le plan horizontal et la direction du ressort fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'axe (Δ). Calcule :

a - La longueur l_2 du ressort lors de ce mouvement
b- La vitesse angulaire ω de rotation de l'ensemble
c- La tension du fil

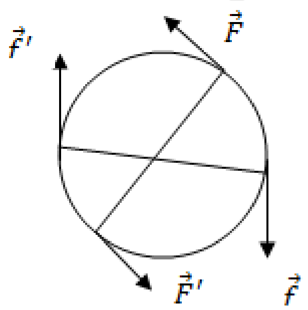
B- Application des principes de la dynamique aux mouvements de rotation

1- le moment d'une force

Le moment d'une force est la grandeur qui caractérise son effet de rotation c'est-à-dire la capacité de force à provoquer la rotation du solide sur lequel elle agit. Il est égal au produit de l'intensité de la force par la distance entre l'axe de rotation et la droite d'action $\boxed{\mu(\vec{F}/\Delta) = F.d}$

- Si la force tend à faire tourner le système dans le sens positif choisi on a $\mu(\vec{F}/\Delta) > 0$
- Si la force tend à faire tourner le système dans le sens contraire au sens positif choisi, on a : $\mu(\vec{F}/\Delta) < 0$

2- Moment d'un couple de force : On appelle couple de force un système de deux forces parallèles, de même intensité, de sens contraire et n'ayant pas la même droite d'action



*Couple moteur $(\vec{F},\vec{F}')$:

$\mu(\vec{F},\vec{F}')=\mu_{\vec{F}/\Delta}+\mu_{\vec{F}'/\Delta}=Fr + F'r = 2Fr$ or $2r = d$

D'où $\mu(\vec{F},\vec{F}') = Fd = \mu_m < 0$

*Couple résistant $(\vec{f},\vec{f}')$:

$\mu(\vec{f},\vec{f}') = \mu_{f/\Delta} + \mu_{\vec{f}'/\Delta} = \mu_r < 0$

Attention : au démarrage, le couple moteur l'emporte sur le couple résistant et à l'arrêt ou au freinage l'inverse.

3- Moment d'un couple de torsion : Lorsqu'on tord un fil de torsion ou un ressort d'un angle θ, celui-ci réagit en exerçant un couple de rappel appelé couple de torsion défini tel que :

$$\boxed{\mu_t = -C\theta}$$

<u>Moment cinétique</u> : On appelle **moment cinétique** σ du point matériel **A** par rapport à l'axe (Δ), le produit vectoriel du vecteur position par le vecteur quantité de mouvement

$\sigma = OA.p.\sin(\overrightarrow{OA},\vec{p}) = r.m.V\sin(\overrightarrow{OA},\vec{p})$ car $OA = r$ et $p = mV$ .Or

$\sin(\overrightarrow{OA},\vec{p}) = \sin 90° = 1$et $V = r\dot{\theta}$ $\Rightarrow$

$$\boxed{\sigma_A = mr^2\dot{\theta}}$$

Pour un système matériel on a : $\sigma_S = J_{(\Delta)}\dot{\theta}$

Théorème du moment cinétique :

TCI : $\vec{F} = m\vec{a}$ avec $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\delta$

$\Longrightarrow \vec{F} = m(\vec{a}_n + \vec{a}_\delta) = m\vec{a}_n + m\vec{a}_\delta$

$\Longrightarrow \vec{F} = \vec{F}_n + \vec{F}_\delta \quad \Longrightarrow \mu_{\vec{F}/\Delta} = \mu_{\vec{F}_n/\Delta} + \mu_{\vec{F}_\delta/\Delta}$

or $\mu_{\vec{F}_n/\Delta} = 0 \Longrightarrow \mu_{F/\Delta} = \mu_{\vec{F}_\delta/\Delta} = F_\delta r$

Or$F_\delta = m\frac{dv}{dt} \Longrightarrow \mu_F = m\frac{dv}{dt}r = \frac{d}{dt}(mvr) = \frac{d}{dt}(mr\dot{\theta}r) = \frac{d}{dt}(mr^2\dot{\theta})$ avec $\sigma = mr^2\dot{\theta}$

D'où

$$\boxed{\mu_{\vec{F}/\Delta} = \frac{d}{dt}\sigma_\Delta}$$

Pour un solide (système), le théorème du moment cinétique s'écrit :

$$\boxed{\Sigma\mu_{\vec{F}_{ext}/\Delta} = \frac{d}{dt}\sigma_{S/\Delta}}$$

Conséquence : Nous obtenons le **théorème de l'accélération angulaire (TAA)** en posant $mr^2 = J_{S/\Delta} \Longrightarrow$ $\Sigma\mu_{\vec{F}_{ext}/\Delta} = \frac{d}{dt}(J_{S/\Delta}\dot{\theta})$

$$\boxed{\Sigma\mu_{\vec{F}_{ext}/\Delta} = J_{S/\Delta}\ddot{\theta}}$$

Enoncée : *Dans un système en mouvement de rotation autour d'un axe fixe* (Δ)*, la* *somme des moments des forces extérieures est égale au produit du moment d'inertie de ce système par rapport à l'axe (Δ) par l'accélération angulaire qu'il acquiert.*

Série d'exercice :

Exercice 1 : Un volant en fente de $2{,}02m$ de diamètre et de masse $M = 35Kg$ est entrainé par un moteur qui, en régime normal, lui donne une vitesse constante de $300tr.min^{-1}$ autour d'un axe horizontal (Δ) passant par son centre de symétrie. Toute la matière est considérée comme répartie sur sa périphérie.

1- a- Quelle est la vitesse angulaire $\dot{\theta}$ du volant ?

b- Calcule son moment d'inertie J_Δ par rapport à l'axe (Δ)

2- Sachant que la vitesse de $300tr.min^{-1}$ est atteinte après 20 tours de rotation, calcule le moment du couple moteur

3- On coupe le moteur et le volant est freiné par un couple constant qui l'arrête après avoir effectué 50 tours. Calcule le moment du couple de freinage.

Exercice 2 : Une roue disposée horizontalement de masse $M = 1kg$ de rayon $R = 30cm$; est constituée par ses extrémités des masses ponctuelles $m = 0{,}5kg$.

1- Calcule le moment d'inertie du système, en fonction de m et R, par rapport à l'axe Δ vertical passant par 0.

2- On applique à la roue un couple moteur μ_m constant, pendant 2 secondes elle atteint la vitesse de 20 tours/s. Calcule le moment du couple moteur.

3- On supprime l'action du couple moteur et la roue s'arrête au bout de 100 tours. Calculer le moment du couple résidant μ_r supposé constant.

Exercice 3 : Un volant de $80cm$ de diamètre a une masse de $300kg$ qui peut être considérée uniformément repartie sur la circonférence. On enroule sur celui-ci un fil inextensible est attachée sur le cylindre et l'autre supporte un solide de masse$M = 400kg$. Le cylindre peut alors tourner sans frottement sur l'axe disposé horizontalement.

a) Calcule le moment d'inertie du volant par rapport à son axe de rotation.

b) Calcule l'accélération du mouvement du solide de masse$M$.

c) Quel est le nombre de tours effectués par le volant quant le solide de masse M a subi une chute de durée $2s$

Exercice 4 : Dans cet exercice, on veut évaluer l'intensité de la force de freinage exercée par le patin de frein sur une roue en mouvement de rotation. On considère ainsi une roue ayant la forme d'un cylindre de rayon r=1,273m et une masse m=100kg qui tourne à la fréquence de 120tr/min. Au temps t=0s, on commence à freiner ce cylindre à l'aide d'un patin frottant contre sa périphérie. On admet que le patin exerce une force constante d'intensité F dont la droite d'action est tangente à la surface du cylindre.

1- Calcule le moment d'inertie du cylindre sachant la masse est uniformément repartie sur sa surface

2- Calcule la vitesse angulaire du cylindre à l'instant initial

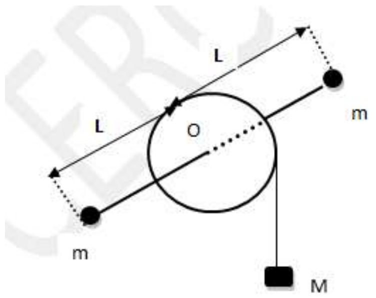
3- Exprime le moment résistant exercé par le patin en fonction de F

4- Exprime l'accélération angulaire du cylindre en fonction de F

5- Exprime la vitesse angulaire du cylindre en fonction de F

6- Calcule la valeur de la force F pour que le cylindre s'arrête au bout de 10secondes

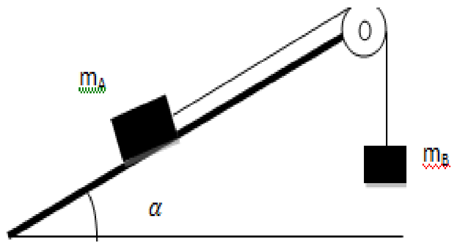
Exercice 5 : Un cylindre homogène de rayon r=10cm et de masse m=1kg peut tourner autour de son axe de révolution horizontal (Δ) passant par son centre O. Il soutient un solide de masse M=10kg par l'intermédiaire d'une corde enroulée sur le cylindre. Le cylindre est traversé, suivant un diamètre, par une tige T de masse négligeable portant à ses extrémités deux masses égales de 0,5kg pratiquement confondues avec leurs centres de gravité situé à la distance l=50cm de l'axe (Δ) telque présenté sur la figure :



1- Ecris l'expression du moment d'inertie du système en fonction de M et r
2- Le système est abandonné à lui-même sans vitesse initiale et on négligeant les frottements sur les parois du cylindre, calcule l'accélération linéaire du solide
3- Calcule la tension T du fil qui supporte le solide pendant ce mouvement.
4- Calcule le nombre de tours n effectué par le cylindre depuis le départ jusqu'au moment la corde quitte le cylindre sachant que la masse M est alors descendue d'une hauteur h=5m.
5- Calcule la vitesse angulaire ω à ce moment là.

Exercice 6 : Autour d'une poulie en forme de jante de masse $m = 150g$ et de rayon r=20cm s'enroule un fil inextensible qui soutient de part et d'autre deux corps A et B de masse respectives $mA = 300g$ et $mB = 200g$ comme l'indique la figure. On donne $\alpha = 30°$.

1- Dans quel sens le système va-t-il etre entrainé ?
2- Donne l'expression de l'accélération angulaire de la poulie puis calcule valeur
3- Le solide m_B subit une dénivellation de 20cm. Calcule sa vitesse linéaire



Exercice 7 : Un disque plan D, vertical et homogène, m nasse M=0,5kg de rayon 10cm et d'épaisseur constante peut tourner autour d'un axe horizontal, perpendiculaire à son plan et passent par son centre O. Les frottements sur l'axe sont équivalents à un couple constant, de momen M .10^{-3}N.m.
Le disque parti du repos, acquiert en 10s une vitesse de 20tr.s^{-1} sous l'action d'un couple moteur.

1- Fais le schéma
2- Calcule l'accélération du mouvement
3- Déduis :
   a) Le moment moteur M_m du couple moteur
   b) Le nombre de tours effectués par le disque.

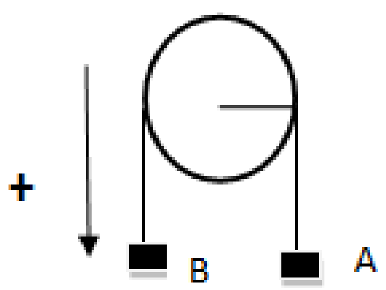
Exercice 8 : Une roue placée horizontalement de masse $M = 1kg$ de rayon $R = 30cm$; est constituée par ses extrémités des masses ponctuelles $m = 0{,}5kg$.

1- Calculer le moment d'inertie du système, en fonction de m et R, par rapport à l'axe Δ vertical passant par 0.
2- On applique à la roue un couple moteur μ_m constant, pendant 2 secondes elle atteint la vitesse de 20 tours/s. Calculer le moment du couple moteur.
3- On supprime l'action du couple moteur et la roue s'arrête au bout de 100 tours. Calculer le moment du couple résidant μ_r supposé constant.

Exercice 9 : Un disque plein de rayon 0,5m de masse 1Kg, peut tourner autour de son axe de symétrie de révolution. Sur l'une de ses faces verticales de centre O, il porte deux charges ponctuelles A et B de même masse 2kg symétriques par rapport à O tel que $OA = OB = \frac{R}{2}$. Un fil inextensible de masse négligeable est enroulé par une extrémité sur le disque et porte à l'autre extrémité une masse m=0,5Kg

1- Calcule le moment d'inertie du disque par à l'axe de rotation
2- Parti du repos, à l'instant initial, il acquiert une vitesse 30tr.min^{-1}, montre le mouvement de masse est rectiligne uniformément varié
3- Lorsque la masse effectue une monté de 2m, le fil se détache de poulie. Quel est à cet instant, la vitesse angulaire de rotation de la poulie ?

Exercice 10 : Autour d'une poulie de masse M=150g et de rayon r=20cm s'enroule un fille inextensible qui soutient deux corps A et B de même masse m=250g qui s'équilibrent exactement comme l'indique la figure.



On lance A vers le bas avec une vitesse de 3m.s^{-1}, il parcourt une distance h=40cm, pendant laquelle sa vitesse diminue régulièrement puis s'annule. On donne g=10m.s^{-2}.

1- Calcule :
   a- L'accélération du mouvement des masses pendant cette phase
   b- Calcule la valeur du des forces de frottements qui s'exercent sur la poulie.
2- Au bout de combien de temps après le lancement, s'effectue l'arrêt du système ?

Exercice 11 : Une roue placée horizontalement de masse $M = 1kg$ de rayon $R = 30cm$; est constituée par ses extrémités des masses ponctuelles $m = 0,5kg$.

1- Calcule le moment d'inertie du système, en fonction de m et R, par rapport à l'axe Δ vertical passant par 0.

2- On applique à la roue un couple moteur μ_m constant, pendant 2 secondes elle atteint la vitesse de 20 tours/s. Calculer le moment du couple moteur.

3- On supprime l'action du couple moteur et la roue s'arrête au bout de 100 tours. Calculer le moment du couple résidant μ_r supposé constant.

Exercice 12 : Un disque plein de rayon 0,5m de masse 1Kg, peut tourner autour de son axe de symétrie de révolution. Sur l'une de ses faces verticales de centre O, il porte deux charges ponctuelles A et B de même masse 2kg symétriques par rapport à O tel que $OA = OB = \frac{R}{2}$. Un fil inextensible de masse négligeable est enroulé par une extrémité sur le disque et porte à l'autre extrémité une masse m=0,5Kg

4- Calcule le moment d'inertie du disque par à l'axe de rotation
5- Parti du repos, à l'instant initial, il acquiert une vitesse 30tr.min^{-1}, montre le mouvement de masse est rectiligne uniformément varié
6- Lorsque la masse effectue une monté de 2m, le fil se détache de poulie. Quel

est à cet instant, la vitesse angulaire de rotation de la poulie ?

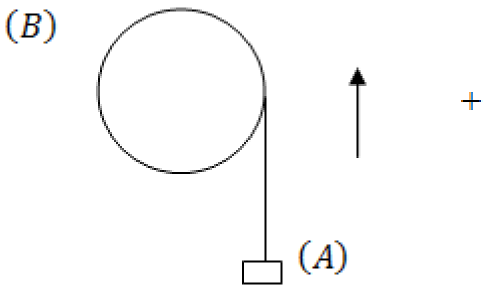
Exercice 13 : Un appareil d'élevage utilisé sur un chantier se présente de façon suivante :

- Un cylindre creux B (toute sa masse est répartie à sa périphérie) homogène de masse $m = 50kg$ et de rayon $r = 0{,}2m$ qui peut tourner sans frottement autour de son axe de rotation disposé horizontalement. Il est mit en mouvement par un moteur électrique qui exerce un couple de moment constant.
- Un câble inextensible de masse négligeable est enroulé sur le cylindre. Une extrémité étant fixée au cylindre, l'autre est fixée à un corps A de masse $m' = 100kg$.

1- Le corps se lève en partant du repos ; le câble ne glisse pas sur le cylindre. Montrer que le mouvement de la masse est uniformément accéléré et donner l'expression de son accélération.

2- La masse se lève d'une hauteur $h = 80m$ en un temps $t = 25s$; calculer :
 a) Son accélération.
 b) Le moment M_m du couple moteur.
 c) La vitesse de la masse à cet instant.

3- Au bout de $50m$ de montée, la charge se détache automatiquement sans à coup et le moteur électrique débrayé. Le cylindre est alors arrêté en $10trs$ sous l'effet d'un couple de freinage de moment constant. Quelle est la valeur de ce couple ? On donne $g = 10\,m/s^2$.



Exercice 11 : Un disque plan D, vertical et homogène, de masse $m = 1kg$, de rayon $r = 10cm$, d'épaisseur constante, peut tourner autour d'un axe horizontal et perpendiculaire à son plan passant par son centre O. Les frottements sur l'axe sont équivalents à un couple résistant constant de moment M_r.

Le disque D, parti du repos, acquiert en un temps $t = 10s$ une vitesse $N = 300\,tr/min$ sous l'action d'un couple moteur constant $M_m = 1{,}82.10^{-2}N.m$.

1- Détermine l'accélération angulaire $\ddot{\theta}$ du mouvement.

2- Déduis :
 a) Le moment M_r du couple résistant.
 b) Le nombre de tours effectués par le disque.
 c) Le travail fourni par le couple moteur dans l'intervalle du temps considéré.

Exercice 14 : Un volant de masse $M = 400kg$ peut tourner sans frottement autour de son axe de révolution (Δ), disposé horizontalement et passant par son centre d'inertie$O$. On admet que toute la masse du volant est uniformément répartie sur une conférence de rayon$r = 40cm$.

1- Calculer pour ce volant :
 a) Le moment d'inertie J_0 du volant
 b) L'énergie lorsque sa vitesse de rotation est$240\,tr/min$.

2- La vitesse de rotation passe de $240\,tr/min$ à$150\,tr/min$, en$15s$. Quelle est la puissance moyenne dissipée lors de cette phase du mouvement ?

$OS_{3.4}$: Déterminer les énergies des systèmes mécaniques.

1- Energie cinétique : Energie que possède un corps du fait de sa vitesse

- **Solide en translation :** $E_{C_T} = \frac{1}{2}mV^2$
- **Solide en rotation :** $E_{C_R} = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}^2$
- **Solide en translation-rotation :**

$$E_c = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}^2 = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}J_\Delta\omega^2$$

Notion de travail:

- **Cas d'une translation :** $W(\overrightarrow{F})$= F. l.cos θ
- **Cas des forces de frottements :** $W_{\vec{f}} = -f.AB = -fl$
- **Travail d'un couple de torsion :** W=$\frac{1}{2}C\theta$
- **Travail du poids d'un corps**
  - **Si l'objet monte** : $W_{\vec{P}} = -mgh$
  - **Si l'objet descend :** $W_{\vec{P}} = -mgh$
- Travail d'une force dans une rotation : $W_{\vec{F}} = 2\pi n\mu_{\vec{F}} = \theta\mu_c$
- **Travail d'une force électrique :**

Le travail de la force électrique appliquée $\vec{F}$ s'appliquant sur une charge électrique q est indépendant du chemin suivi, et ne dépend que la tension $W_{\vec{F}_e} = qU_{AB} = q(V_A - V_B)$

Théorème de l'énergie cinétique :

Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un système entre deux instants **t_1** et **t_2** est égale à la somme des travaux des forces extérieures agissant sur le système entre deux instants.

$$\boxed{E_c(t_2) + E_c(t_1) = \sum W_{Fext} + \sum W_{Fint}}$$

NB : Pour un système solide, les forces intérieures sont opposées deux à deux donc la somme des travaux des forces intérieure sont nuls. $\sum W_{Fint} = 0$

D'où $\Delta E_c = E_c(t_2) - E_c(t_1) = \sum W_{Fext}$

2- L'énergie potentielle

C'est l'énergie que possède un corps du point de vue de sa position.

- **Energie potentielle de pesanteur :** $E_{P_p} = mgh$
- **Energie potentielle de torsion :** $E_{P_t} = \frac{1}{2}C\theta^2$
- **Energie potentielle élastique :** $E_{P_e} = \frac{1}{2}kx^2$

Théorème de l'énergie potentielle :

Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie potentielle est égale à l'opposé de la somme des travaux des forces intérieurs appliquées à un système.

$$\Delta E_P = E_P(t_2) - E_P(t_1) = -\sum W_{Fint}$$

3- Energie mécanique : C'est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle

$$E_M = E_C + E_P$$

Théorème de l'énergie mécanique :

La variation de l'énergie mécanique totale d'un système entre deux instant t_1 et t_2 est égale à la somme des travaux des toutes les forces extérieures appliquées au système entre les deux instants.

$$\Delta E_M = E_M(t_2) - E_M(t_1) = \sum W_{Fext}$$

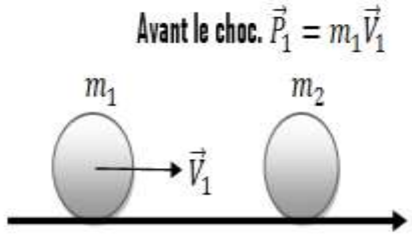
NB : Un système conservatif, est un système dans lequel ; l'énergie mécanique reste constante autours du temps.

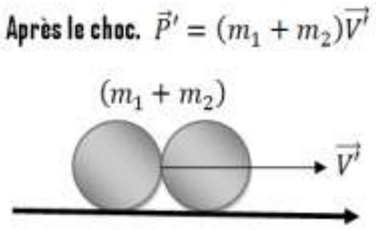
Etude des chocs :

On appelle choc la collision de deux particules, il y'a conservation de la quantité de mouvement. Il en existe deux types dont-on peut citer :

1) <u>Le choc mou (Chocs inélastique)</u>

On appelle choc mou l'interaction entre deux mobiles au cours de laquelle la quantité de mouvement du système se conserve. Après choc les deux mobiles restés soudés (collés).

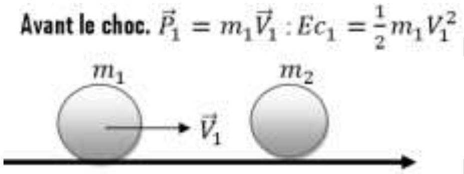


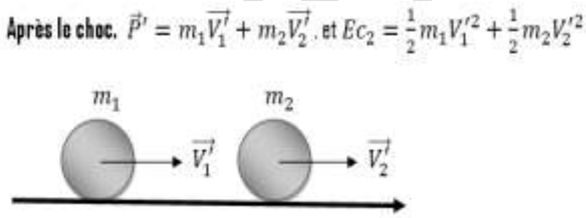


Le choc est mou $\Rightarrow P_1 = P' \Rightarrow m_1\vec{V}_1 = (m_1 + m_2)\vec{V}' \Rightarrow \vec{V}' = \frac{m_1}{(m_1+m_2)}\vec{V}_1$ C'est la vitesse de l'ensemble après le choc.

2) <u>Choc élastique</u>

Un choc élastique est l'interaction entre deux (mobiles) particules au cours de laquelle la quantité de mouvement ainsi que l'énergie cinétique se conservent. Après l'interaction, les deux mobiles se séparent.





Le choc est élastique

$$\begin{cases} \vec{P}_1 = \vec{P}' \\ Ec_1 = Ec_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} m_1\vec{V}_1 = m_1\vec{V}_1' + m_2\vec{V}_2' & (1) \\ \frac{1}{2}m_1V_1^2 = \frac{1}{2}m_1V_1'^2 + \frac{1}{2}m_2V_2'^2 & (2) \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_1(V_1 - V_1') = m_2V_2' & (3) \\ m_1(V_1^2 - V_1'^2) = m_2V_2'^2 & (4) \end{cases} ; \ \frac{(4)}{(3)} \Rightarrow$$

$$\frac{m_1(V_1-V_1')(V_1+V_1')}{m_1(V_1-V_1')} = \frac{m_2V_2'^2}{m_2V_2'} \Rightarrow$$

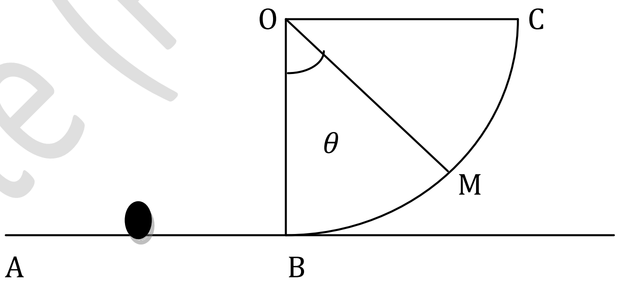
$V_1 + V_1' = V_2'$ (5) dans 1 : $\boxed{V_1' = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}V_1}$

C'est la vitesse du premier mobile après le choc. Soit la vitesse du deuxième mobile après le choc

$$\boxed{V_2' = \frac{2m_1}{m_1+m_2}V_1}$$

Série d'exercices :

Exercice 1 : Un solide (S) de masse m=100g est lancé d'un point A d'une glissière ABC avec une vitesse de 20m.s^{-1} tel que l'indique le schéma



Sur la portion la portion horizontale AB, les frottements sont équivalents à une force d'intensité 75N.

Sur la portion circulaire BC de rayon 10cm, les frottements sont négligeables

1- Détermine la valeur de la vitesse V_B du solide en B
2- a) Etablis l'expression de la vitesse V_M du solide en M en fonction de V_B, m, g, r, θ

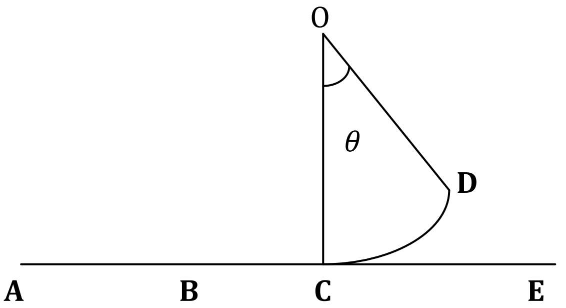
b) Etablis l'expression de la réaction R de la glissière sur le solide au point M en fonction V_B, m, g, r, θ

c) Déduis la valeur de la réaction au point C. On donne AB=L=20cm ; g=10m.s^{-2}

Exercice 2 : Dans tout le problème, on négligera les frottements et on prendra $g = 10\,N/Kg$.

Dans le but de déterminer la vitesse d'un projectile à son point de chute, on utilise le dispositif ci-après. On considère la piste de lancement du projectile comprenant une partie rectiligne horizontale ABC et une portion circulaire CD, centré en O, de rayon $r = 1m$, d'angle au centre $\alpha = 60°$ et telque OC est perpendiculaire à AC. Le projectile M, assimilable à un point matériel, de masse $m = 0{,}5Kg$, parti sans vitesse initiale, est lancé suivant $AB = l = 1m$ avec une force $\vec{F}$constante ne s'exerçant qu'entre A et B

1- En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, donne l'expression de la vitesse au point B en fonction de F, l et m
2- Montre qu'entre B et C le mouvement est uniforme
3- Le projectile aborde au point C la portion de circuit CD avec la vitesse acquise en B.
   a) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, donne l'expression de la vitesse au point D en fonction de V_B, g, r et α puis en fonction de F, m, l, r et α
   b) Donne l'intensité de la force afin que le projectile atteigne le point D avec une vitesse de $2\,m/s$. On prendra $g = 10m.s^{-1}$
4- a) Donne sans démonstration la nature du mouvement du projectile lorsqu'il quitte le point D
   c) Calcule la vitesse du projectile lorsqu'il touche le point E

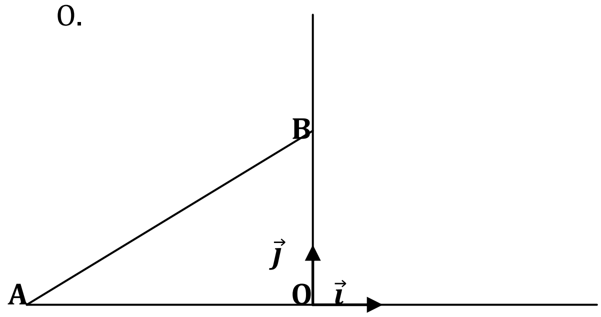


Exercice 3 : I-Un solide de centre d'inertie G, de masse m=500g est lancé vers le haut de la plus grande pente d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$. Le lanceur lui a communiqué au départ au point A une énergie cinétique de 26 joules. Tout au long du plan incliné de longueur L=AB=2m, il subit une force de frottement constante de valeur 10N opposée au vecteur vitesse. On prendra $g = 10\,m/s^{-2}$ (voir schéma)

1- Fais l'inventaire des forces qui s'exercent sur le solide et les représenter.
2- Exprime et calculer le travail sur le parcours AB, de chacune des forces.
3- Vérifie que le mobile va quitter le plan incliné en B avec une vitesse de $2\,m/s$
4- Calcule l'accélération le long de AB.
5- Déduire la durée du trajet AB.

II-A la sortie en B du plan incliné, le mobile effectue un mouvement de chute.

1- Etablis les équations horaires du mouvement du solide dans le repère $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$
2- Etablis l'équation de la trajectoire du mobile. En déduire la nature du mouvement de la chute.
3- Calcule la vitesse du mobile lorsqu'il touche le plan horizontal passant par O.



Exercice 4 : Un solide de asse 100g supposé ponctuel peut glisser sans frottement le long d'un plan horizontal d'une table AO. Le solide étant au repos en A, on exerce sur lui une force $\vec{F}$ constante et horizontale d'intensité 0,5N sur une distance AB=2,5m

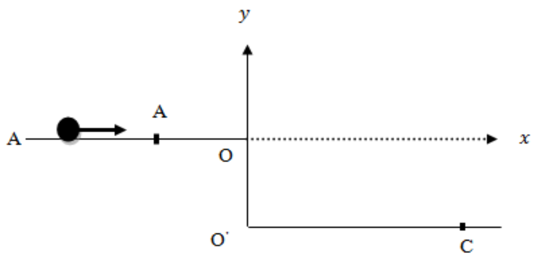
1- Détermine la vitesse du solide au point B
2- Déduis la vitesse du solide au point O

3- Arrivé au point O, le solide quitte la table située 2,8m au dessus du sol et tombe en C

a) Etablis l'équation de la trajectoire du mouvement du solide entre O et C

b) Calcule la vitesse du solide à son arrivé au sol

c) Calcule la durée de la chute



Exercice 5 : Un corps A de masse $M = 1Kg$ peut glisser sur un plan incliné dont la ligne de plus grande pente fait un angle α= 30° avec le plan horizontal. Les forces de frottement qui agissent sur le corps A sont équivalentes à une force unique F parallèle déplacement et de sens contraire, d'intensité égale au deuxième du poids ($f = \frac{1}{10}P$). Le corps A est relie à un fil enroulé sur un cylindre et fixé à celui-ci. Ce cylindre de rayon $r = 6\ cm$ est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal O passant par son axe de symétrie et a un moment d'inertie $J = 9.10^{-4}\ Kg.m^2$

1- On lâche le corps :

a) Donne l'expression de l'accélération du centre de gravité A ;

b) Déduis la nature du mouvement de A

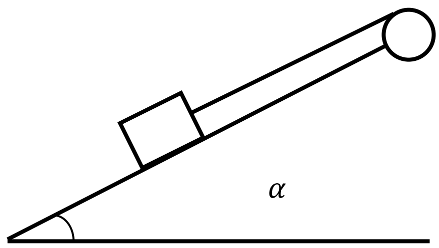
2- Calcule la tension T du fil.

3- Apres un parcours de 2m sur le plan incliné, le fil reliant A au cylindre est coupé

a) Calcule la vitesse du corps A à l'issue du parcours de 2m.

b) Calcule la nouvelle valeur a' de l'accélération du corps A.

On donne : g = 9,8m/s^2



Exercice 6 : On veut déterminer la valeur maximale x d'une piste AB pour qu'un mobile ponctuel de masse m lâché au point A sans vitesse initiale arrive au point C et quitte la partie circulaire de la piste en C La partie rectiligne AB est inclinée d'un angle α= 15° avec l'horizontale, suivie d'une partie circulaire de rayon r=0,50 m. La position du mobile au point M sur la partie circulaire est déterminée par un angle θ=(OB ;OM)

1- Le mobile se déplace sans frottement entre A et B. exprime la vitesse V_b du mobile en B en fonction de α ; x et g

2- On suppose que le changement de pente en B ne provoque pas de changement de vitesse.

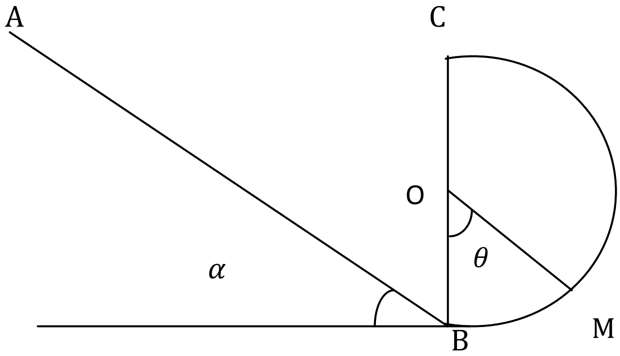
a) Exprime la vitesse V_m du mobile en M en fonction de r, x, g, et θ

b) Déduis-en la vitesse V_c du mobile en C en fonction de r, α, x et g

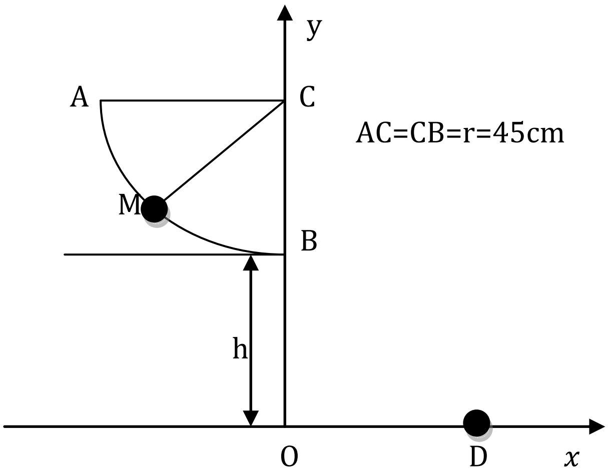
c) Exprime en fonction de r,α, x , θ , g et m l'intensité de la réaction exercée par la piste sur le mobile en M.

d) Déduis-en l'intensité de la réaction exercée par la piste sur le mobile en C en fonction de r , α, x , g et m.

3- Quelle valeur minimale faut-il donner à x, pour que le mobile quitte la partie circulaire de la piste en C ?



Exercice 7 : Eminence, une élève de terminale C, décide de déterminer la vitesse d'un solide à son point de chute. Elle considère pour cela un solide ponctuel de masse m qui glisse sans frottement sur une piste circulaire dont le profil est représenté ci-contre



Le solide part du point A sans vitesse initiale

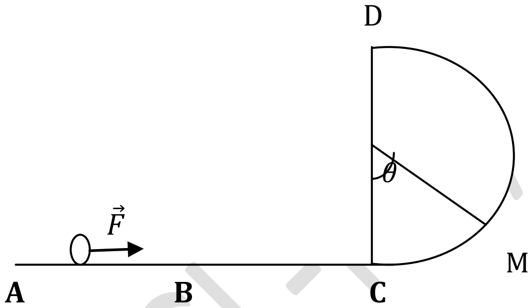
1- a) Exprime la vitesse V_M du solide en M
   b) Exprime la réaction R de la piste
   c) Etablis l'expression de la vitesse du solide au point B
2- Après le point B, le solide quitte la piste. On considère qu'il part de B avec une vitesse de $3 m.s^{-1}$. Il atteint le sol au point D.

a) Etablis dans le repère (o, x, y) les équations horaires du mouvement entre B et D
b) Déduis l'équation de la trajectoire
c) Calcule la durée de chute de h=0,8m
d) Calcule alors la vitesse le solide à son arrivé au sol.

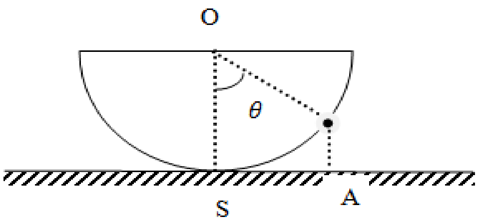
On donne $g=10 m.s^{-2}$

Exercice 8 : Un solide de masse m est initialement au repos en A. On le lance sur une piste $A; B; C; D$ en faisant agir sur lui, le long de la partie ABC de la trajectoire une force $\vec{F}$ horizontale constante. On pose $AB = L$. La partie AC de la trajectoire est un demi-cercle de centre O et de rayon r. Les deux portions sont dans un même plan vertical. On suppose que la piste est parfaitement lisse et que la résistance de l'air est négligeable.

1- Déterminer en fonction de F, L et m la valeur V_B de la vitesse en B
2- Au point M définit par l'angle θ, établir en fonction de F, L, m, θ et g les expressions :
   a) La valeur V de la vitesse de S
   b) L'intensité R de la réaction de la piste
3- De l'expression de R, déduire en fonction de m, g, r et L la valeur minimale F_0 de F pour que le solide atteigne le point D.
4- Calculer la valeur de F_0. On donne : $m = 0{,}5 Kg, r = 1m, L = 1{,}5m$



Exercice 9 : Une demi-sphère creuse d'épaisseur négligeable de centre O et de rayon r repose sur un plan horizontal en un point S. Elle est maintenue fixe dans cette position. Un solide de masse m, assimilable à un point matériel peut glisser sans frottement sur la surface interne de la demi-sphère. On désigne par M la position du solide et θ l'angle formé par les rayons OS et OM. Partant du repos du point D avec une vitesse nulle, le solide arr



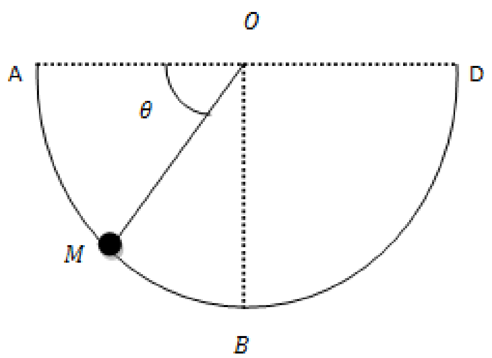
1- Donne l'expression de l'énergie mécanique en M en fonction de m, r, g, θ et V,
   En déduire l'expression de la vitesse V ; le système étant conservatif.
2- Calcule l'angle θ pour une position de M telle que $SA = \frac{r}{2}$.
3- Calcule la valeur de la vitesse pour cette position. L'énergie potentielle est nulle sur le plan horizontal contenant le point S. On donne $r = 50 cm$ et $g = 10 m/s^{-2}$

Exercice 10 : Afin d'évaluer l'impact de la force de frottement sur la vitesse d'un solide, on réalise deux études comparatives en utilisant le dispositif ci-après

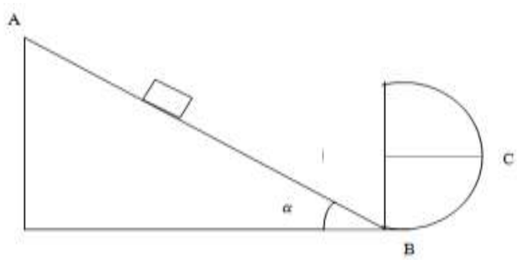
Le solide S, assimilable à un point matériel de masse 10g glisse à l'intérieur de la demi sphère de centre O et de rayon r=1,25m.

1- On admet que le solide glisse sans frottements
   a- Exprime sa vitesse au point M en fonction de g, r et θ. Calcule sa valeur au point B.
   b- Exprime l'intensité de la réaction R exercée par la demi-sphère sur le solide en fonction de g, r et θ. Calcule sa valeur en

2- En réalité, le solide est soumis à une force de frottement f de même direction et de sens opposé au vecteur vitesse du solide. L'intensité de cette force est $1{,}21.10^{-2}$N
   a- Calcule la vitesse au point B dans ces conditions
   b- Compare les deux vitesses en B.

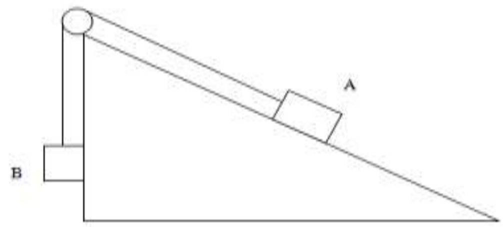


Exercice 11 : Un solide de masse $2{,}5kg$ se déplace le long de la piste de représenté ci après



1- Montre sans calcule que si les forces de frottements sont négligeables, le système solide terre est conservatif. A partir de cet hypothèse, détermine la vitesse en C.
2- Les forces de frottements sont équivalentes à une force d'intensité $0{,}5N$, tangentes à la trajectoire et opposés au sens du mouvement. En appliquant le théorème de l'énergie mécanique, détermine la nouvelle vitesse en C. On donne $r = 5cm$

Exercice 12 : Sur la gorge d'une poulie de $20cm$ et de masse $M = 1kg$ repartie sur la circonférence sont reliés deux corps A et B de masse respectives $m_A = 100g$ et $m_B = 500g$ comme le montre la figure qui suit



Sur le plan incliné les frottements sont négligeables et sa pente est de 50%. On abandonne le système sans vitesse initiale et on donne $g = 10\, m/s^2$.

1- En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, détermine, détermine l'accélération des corps des corps A et B.
2- Après $1m$ de parcours, la corde se coupe, quelle est la vitesse de B à la rupture ?
3- Juste après la rupture, on fait agir tangentiellement à la poulie une force de freinage f telle que la poulie s'arrête après 10 tours. Détermine l'intensité de cette force.

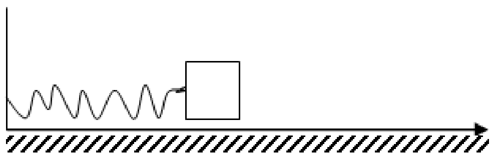
OS3.5 Réaliser l'étude des oscillateurs mécaniques.

1- Pendule élastique :

Exercice 1 : On considère un pendule élastique horizontal non amorti constitué d'un ressort de constante de raideur $K = 20N.m$ et un solide fixé à l'extrémité mobile a une masse $m = 200g$. On écarte le solide de sa position d'équilibre et on le lâche sans vitesse initiale.

A l'instant initiale, choisi comme origine des dates, son centre d'inertie est à l'abscisse $x_0 = +2cm$ et sa vitesse $V_0 = 0{,}20\,m/s$. L'abscisse x du centre d'inertie G du solide est repérer au point O, position de G à l'équilibre.

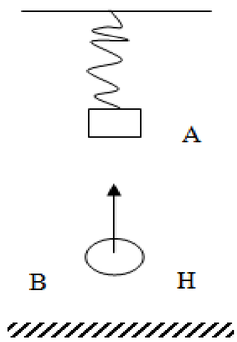
1- Etablis l'équation différentielle du mouvement.
2- Calcule la pulsation propre ω_0 et la période des oscillations T_0.
3- Donne l'équation horaire du mouvement.
4- Déduis l'équation horaire de la vitesse.
5- Déterminer la position et la vitesse du centre d'inertie à l'instant $t = 1s$.



Exercice 2 : Un corps A de masse $M = 625g$ est suspendue à un ressort verticale de constante de raideur $K = 62{,}5N.m$; on prendra $g = 10\,m/s^{-2}$.

1- Quel est l'allongement Δl du ressort à l'équilibre.
2- Lorsque l'ensemble corps A-ressort R est à sa position d'équilibre, on lance verticalement vers le haut d'un point H situé à $3m$ au dessous de A un projectile B de dimension négligeable et de masse $m = 25g$. La vitesse initiale de B est $V_0 = 8{,}1\,m/s$, le choc entre les deux corps est parfaitement élastique. Détermine :

a) La vitesse de B juste avant le choc.
b) Les vitesses de A et B juste après le choc.
c) La nature du mouvement du centre d'inertie G de A après le choc et en déduire l'équation horaire de ce mouvement.

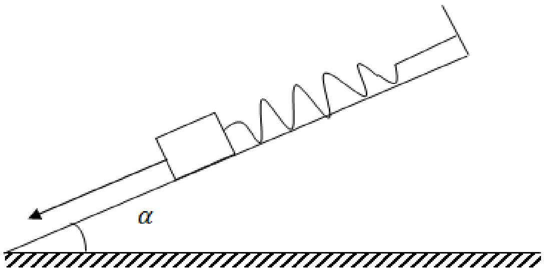


Exercice 3 : L'une des extrémités d'un ressort à spires non jointives de longueur à vide $l_0 = 30cm$, est fixée à un point A d'un support. A l'autre extrémité est soudée un solide (S) de masse $m = 200g$ qui peut osciller sans frottement sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale.

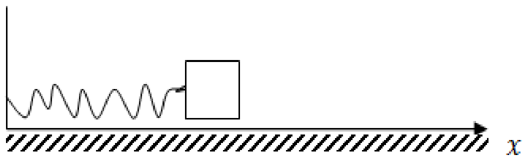
1- A l'équilibre la longueur du ressort est $l = 32cm$. Calculer la constante de raideur du ressort.
2- On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre vers le bas de $5cm$ puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

a) Détermine la nature du mouvement du solide (S).
b) Déduis son équation horaire. On prendra comme origine des temps, l'instant où le solide est abandonné à lui-même et comme origine des abscisses, la position du solide (S) à l'équilibre.
c) Calcule la vitesse du solide (S) au passage par la position d'équilibre.

On donne $g = 10\,m/s^2$

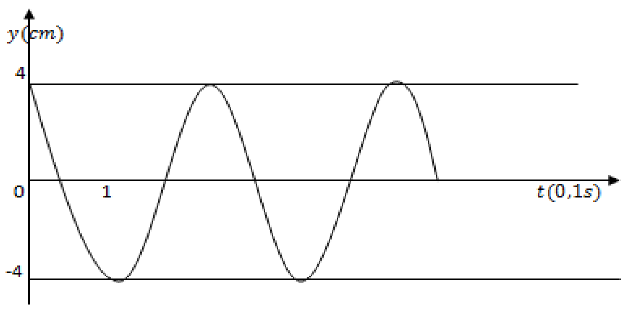


Exercice 4 : On considère un pendule élastique horizontal de constitué d'un ressort de constante de raideur K supportant un solide ponctuel de masse 100g. Comme l'indique la figure suivante :



On écarte le solide de sa position initiale puis en l'abandonne sans vitesse initiale. On cherche à exploiter l'enregistrement du mouvement du solide (S) pour déterminer la constante de raideur du ressort auquel il est fixé.

1- Par une étude dynamique, détermine la nature du mouvement du solide.
2- L'enregistrement du mouvement donne la courbe $x = f(t)$ avec $x(cm)$ et $t(10^{-1}s)$



a- En exploitant la courbe, trouve les valeurs de la période T_0 ; de l'amplitude x_m et de la phase à l'origine φ
b- Ecris l'équation horaire du mouvement de (S)

3- Calcule la valeur de la constante de raideur K du ressort . On prendra $\pi^2 = 10$

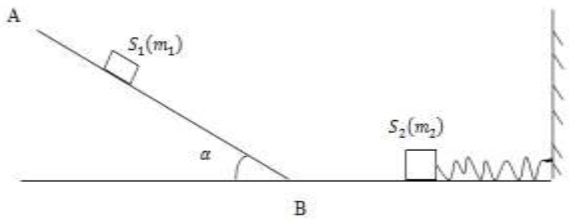
Exercice 5 : Un solide S_1 de masse $m_1 = 50g$ est lâché sans vitesse initiale d'un point A et glisse sur un plan incliné faisant un angle $\alpha = 30°$ avec l'horizontal, après un parcours AB=L=1m, il aborde un plan horizontal sur lequel il continue de glisser avant de heurter un solide S_2 de masse $m_2 = 200g$ immobile avant le choc, fixé à un ressort élastique de raideur $K = 50\,N/m$.

1- Calcule la vitesse $\vec{V}_1$ de $\vec{S}_1$ avant le choc.
2- Au moment du choc, il y a accrochage des deux solides qui forment un solide S de centre d'inertie G.

Cet ensemble glisse sans frottement sur le plan horizontal. Calculer la norme V_0 de S juste après le choc.

3- a- Montre que le solide S effectue des oscillations.
b- Etablis sa loi horaire en choisissant pour instant initial, l'instant du choc

on donne $g = 10\,m/s^2$



Exercice 6 : On considère l'ensemble formé par un solide S de masse m=250g fixé à l'extrémité d'un ressort de masse négligeable à spires non jointives, de raideur $K = 100N.m^{-1}$ et dont l'autre extrémité est lié à un support fixe. Par un guidage approprié, le centre d'inertie de S se déplace sans frottement dans l'axe du ressort. L'ensemble est tel que le mouvement de S a lieu dans une direction horizontale

1- On déplace S de 5cm à partir de sa position d'équilibre en étirant le ressort et on le lâche sans vitesse initiale à l'origine des dates.
   a- Etablis l'équation différentielle du mouvement
   b- Montre que l'équation horaire du mouvement de S est de la forme $x = x_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$
2- En prenant comme origine des énergies potentielles le plan horizontal contenant l'axe du ressort, exprime les valeurs des énergies cinétiques E_C et potentielle $E_p$du système solide-ressort-terre en fonction du temps.
3- Montre que l'énergie mécanique du système se conserve
4- Calcule la vitesse du système au passage par la position d'équilibre.

Exercice 6 : Une masse m, suspendue à un ressort vertical de raideur $K = 26N.m^{-1}$ effectue des oscillations libres de période $T_0 = 0{,}52s$.

1- Calcule la masse m
2- Quelle est l'allongement du ressort à l'équilibre
3- La masse m est écarté de sa position d'équilibre de $3cm$ vers le bas, puis on abandonne sans vitesse initiale à l'instant initial. Quelle est l'équation horaire du mouvement ?
4- Calcule la vitesse de la masse au passage par le point d'abscisse $x = 1{,}5cm$, mesuré à partir de la position d'équilibre ; l'axe est vertical dirigé vers le bas.
5- Quelle sont pour le système pendule +terre :
   a- L'énergie cinétique
   b- L'énergie potentielle élastique
   c- L'énergie potentielle de pesanteur quand m est au point d'abscisse $x = 1{,}5cm$

2- Le pendule de torsion

Exercice 1 : Deux sphères homogènes A et B considérées comme ponctuelles de masse $m_A = m_B = m = 25g$ sont respectivement soudées aux extrémités d'une tige de longueur L=20cm et de masse M=120g. La tige est accrochée par son centre O à un fil de torsion verticale, de masse négligeable et de constante de torsion C.

On écarte la tige de sa position d'équilibre d'un angle $\theta = 0{,}1rad$ et on l'abandonne sans vitesse initiale à l' instant initiale. On constate que 10 oscillations durent 5,62s.

1- Calcule le moment d'inertie J du système.
2- Détermine la nature du mouvement du système en réalisant une étude énergétique.
3- Détermine la valeur de la constante de torsion C.
4- Etablis l'équation horaire du mouvement.
5- Calcule la vitesse du système lorsqu'il passe par la première fois par la position d'équilibre
6- Montre l'énergie mécanique du système, est une constante.

Exercice 2 : Un fil de torsion verticale AO est fixé en O à une barre CD ($OC = OD = 30cm$). On écarte la barre CD de sa position d'équilibre d'un angle $\theta = 40°$, dans un sens que nous prendrons comme positif et on laisse aller à l'instant initial sans vitesse initiale. Sa période d'oscillation est T=1s. On prendra $\pi^2 = 10$.

1- Détermine la nature du mouvement du système en réalisant une étude énergétique.
2- Quelle est l'équation horaire ?
3- Quelle est la vitesse angulaire maximale de CD ?

4- Quelle est l'accélération angulaire lorsque le pendule est écarté de 30° dans le sens négatif.
5- On surcharge la barre CD de deux masselottes S_1 et S_2 ponctuelles de masse $m = 75g$. On s'arrange que la période des oscillations soit T'=2s ; ce ci est réalisé pour d=20cm. En déduire la constante du fil et le moment d'inertie J_0 de la barre CD non surchargé.
6- On admettra que la constante de torsion du fil est inversement proportionnelle à sa longueur. On diminue la longueur du fil OA du quart de sa valeur. Que devient la période de la barre surchargé.

Exercice 3 : Soit un pendule de torsion de constante C auquel est suspendu une barre horizontale. La période des oscillations libre est $T_0 = 0{,}85s$; $C = 0{,}043N.rad^{-1}$

1- Quel est le moment d'inertie de la barre ?
2- La barre est écarté de sa position d'équilibre de $\frac{\pi}{3}rad$ dans le plan horizontal et lancée de cette position avec une vitesse angulaire de $2rad.s^{-1}$ à l'origine des dates. Quelle est l'énergie totale du pendule ?
3- En déduire l'amplitude du mouvement. Quelle es l'équation horaire du mouvement ?
4- Quelle est sa vitesse angulaire au passage à l'équilibre.

Exercice 4 : Un pendule de torsion est constitué d'un fil métallique, maintenu verticalement grâce à un support fixe, et d'une tige homogène AB de masse $M = 80g$ et de longueur $AB = 2L$ fixée en son centre d'inertie O à l'extrémité inférieur du fil. La constance du fil est $C = 5.10^{-2}N.m.rad^{-1}$.

On fixe à chaque extrémité de la tige deux sphères identique assimilables à des points matériels de masse $m = 10g$ comme l'indique la figure ci-dessous. L'ensemble peut osciller horizontalement, sans frottement autours de l'axe de rotation (Δ), passant par O, confondu au fil.

1- Calcule le moment d'inertie $J_{S/\Delta}$ du système (tige-sphère) par rapport à l'axe de rotation (Δ).
2- Par une étude énergétique :
   a- Détermine la nature du mouvement du système constitué
   b- Calcule la pulsation propre ω_0 de ce mouvement
3- L'ensemble du système est écarté d'un angle de 30° de sa position d'équilibre puis est lancé avec une vitesse angulaire $\dot{\theta}_0 = 2rad.rad^{-1}$ l'instant initial
   a- Ecris l'équation horaire du mouvement
   b- Détermine la vitesse angulaire lorsque le système passe par sa position d'équilibre

On donne $g = 9{,}8m.s^{-1}$; $L = 20cm$

Exercice 5 : On réalise un pendule de torsion en suspendant un disque de cuivre par un fil de suspension dont la direction passe par son centre d'inertie G. le disque est un solide (S) homogène de moment d'inertie $J = 10^{-3}Kgm^2$ par rapport à l'axe qui lui est perpendiculaire en G. Le fil de suspension vertical ayant pour constante de torsion C, la période des oscillations libres $T_0 = 0{,}5s$. On désire déterminer la vitesse angulaire initiale avec laquelle on lance le disque dans le plan horizontal.

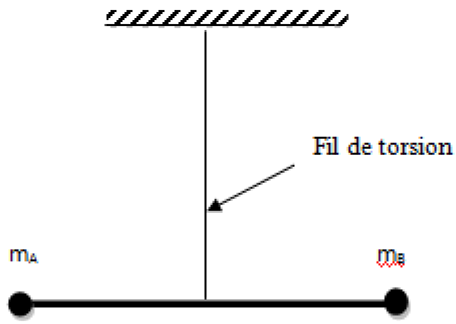
1- Etablis l'équation différentielle du mouvement du disque
2- Détermine la constante de torsion

3- Le disque initialement écarté de sa position d'équilibre d'un angle $\frac{\pi}{6}rad$; puis lancé vers bas de sa position d'équilibre à l'instant initial avec une vitesse initiale $\dot{\theta}_0$. Le disque passe pour la première fois par sa position d'équilibre à l'instant $t = 6{,}25.10^{-2}s$
   a- Ecris l'équation horaire du mouvement
   b- Déduis la valeur de la vitesse initiale.

Exercice 6 : Un pendule de torsion est constitué d'un fil métallique, maintenu verticalement grâce à un support fixe, et d'une tige homogène AB de masse M=80g et de longueur AB=2L fixée en son centre d'inertie O à l'extrémité inférieur du fil. La constance du fil est $C = 5.10^{-2}N.m.rad^{-1}$.
On fixe à chaque extrémité de la tige deux sphères identique assimilables à des points matériels de masse m=10g comme l'indique la figure ci-dessous. L'ensemble peut osciller horizontalement, sans frottement autours de l'axe de rotation (Δ), passant par O, confondu au fil.

1- Calcule le moment d'inertie $J_{S/\Delta}$ du système (tige-sphère) par rapport à l'axe de rotation (Δ).
2- Par une étude énergétique :
   a- Détermine la nature du mouvement du système constitué
   b- Calcule la pulsation propre ω_0 de ce mouvement
3- L'ensemble du système est écarté d'un angle de 30° de sa position d'équilibre puis est lancé avec une vitesse angulaire $\dot{\theta}_0 = 2rad.rad^{-1}$ l'instant initial
   a- Ecris l'équation horaire du mouvement
   b- Détermine la vitesse angulaire lorsque le système passe par sa position d'équilibre

On donne $g = 9{,}8m.s^{-1}$; $L = 20cm$



3- Le pendule Simple

Exercice 1 : Une petite sphère A en métal, de masse $m = 30g$, est reliée au point O par un fil de longueur $L = 100cm$ et de masse négligeable. Le système sera considéré comme un pendule simple. L'accélération de la pesanteur a pour valeur g=9,80m/S².

1- On écarte le pendule de sa position d'équilibre de l'angle $\alpha = 0{,}10rad$, puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

a- Calculer la période, la fréquence et la pulsation des oscillations du pendule.

b- Exprimer l'élongation θ en fonction du temps et représenter la courbe $\theta = f(t)$

2- On écarte le pendule de sa position d'équilibre de l'angle $\beta = 60°$ puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

a) Calcule l'énergie cinétique et la valeur V de la vitesse du point matériel lors du passage du fil à la verticale.

b) Quelles sont alors l'accélération du point A et la tension T du fil ?

Exercice 2 : Un pendule simple est constitué d'un fil de longueur L=1m et une bille A de masse $m = 100g$ supposée ponctuelle. A partir de la position d'équilibre, on écarte 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 ?

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

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

c- La bille B est placée sur le bord d'une table horizontale. Calculer la distance D entre le point de chute et verticale passant par le point de départ de la bille B. On donne g=10m.s^{-2} ; hauteur de la table h=80cm

Exercice 4 : Un solide S supposé ponctuel, de masse m est attaché à l'extrémité d'un fil fin, inextensible de masse négligeable de longueur l. A l'autre extrémité du fil est fixé au point 0. On écarte le solide S d'un angle θ_m à partir de la verticale OE et on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant $t = 0$. A une 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) Etablis l'expression de l'énergie mécanique E_m du système solide-Terre en fonction de $m; l; g;$ θ et $\dot{\theta}$

   b) Montre cette énergie est constante

2. Les oscillations sont de faibles amplitudes

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

   b) Calculer la période propre T_0

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

Exercice 5 : Un pendule simple est constitué par un point matériel A de masse $m_A = 50g$ suspendu à un point fixe O par l'intermédiaire d'un fil de longueur $L = 50cm$.

A partir de sa position d'équilibre, on écarte le pendule d'un angle $\theta_0 = 60°$ et on l'abandonne sans vitesse à l'instant initial

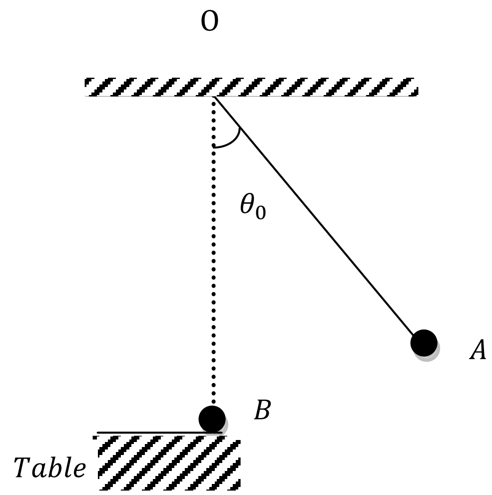
1- En appliquent le théorème de l'énergie cinétique, détermine la vitesse linéaire du point matériel :

   a- A son passage à la position $\theta = 30°$

   b- A son passage par la verticale et représente ce vecteur vitesse.

2- Calcule la tension du fil à la position verticale.

3- Lorsque le point matériel A arrive à la verticale, il rencontre un solide ponctuel B de masse $m_B = 100g$, immobile placé sur une table. Détermine les vitesses de solides A et B après le choc supposé parfaitement élastique.



4- Pendule Pesant

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

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

a) Montre que la position du centre d'inertie G est telle que OG=$\frac{4}{5}$L

b) Calcule le moment d'inertie $J_{(\Delta)}$ du système par rapport à l'axe (Δ).

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

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

c) Donne l'allure de la courbe du mouvement de ce pendule.

3) Montre que l'énergie mécanique du système est une constante.

Exercice 2 : AB est une tige rigide de masse négligeable, de centre O, de longueur $AB = 2L = 80cm$. AB peut osciller dans le plan vertical autour d'un axe (Δ) horizontal et passant par le point O. En A on a fixé un solide de masse M et en B un solide de masse m. (ces solides son ponctuels)

On donne M=300g, m=100g et g=10m.s^{-2}.

1-a) Calcule le moment d'inertie du système ainsi constitué par rapport à l'axe (Δ).

b) Donne la position de G du centre d'inertie du système.

2) On écarte ce système d'une faible amplitude de la position d'équilibre et on l'abandonne sans vitesse initiale.

a) Etablis l'équation différentielle du pendule ainsi constitué.

b) En déduire la période du mouvement.

3) Le pendule est écarté de sa position d'équilibre d'un angle $\alpha = 60°$ et abandonné sans vitesse initiale.

a) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calcule la vitesse angulaire du pendule au passage de la position d'équilibre.

c- Déduis la vitesse linéaire de A à cette position.

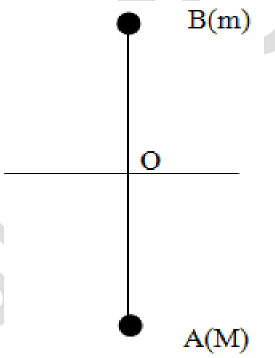


Figure Exo 2

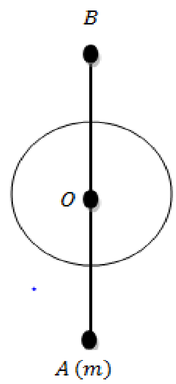


Figure Exo 3

Exercice 3 : Une sphère homogène de rayon $R = 5{,}0cm$ et de masse $M = 0{,}2kg$ 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 considérée sans masse, partant à son extrémité A une masse ponctuelle $m = 0{,}1Kg$. La longueur totale de la tige est $2l = 90cm$ et $OA = l$.

1- Calcule :

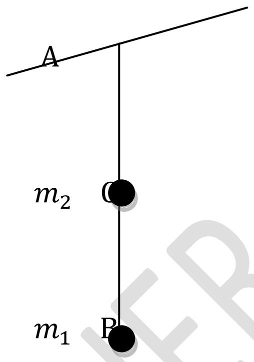
a) Le centre d'inertie du système

b) Le moment d'inertie du système par rapport à (Δ)

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

a) En utilisant la méthode énergétique, donne la nature du mouvement du système.
b) En déduire la pulsation et la période propre
c) Donne l'expression de l'élongation angulaire choisie
d) Calcule la vitesse linéaire maximale du point A.

Exercice 4 : Un pendule est constitué d'une tige AB de masse négligeable, de longueur $L = 0{,}55m$, suspendue à son extrémité A et portant à l'extrémité B une masse m_1, considérée comme ponctuelle et en son milieu C, une autre masse ponctuelle $m_2 = 2m_1$. Le système ainsi constitué peut tourner autour d'un axe (Δ) passant par son extrémité A.

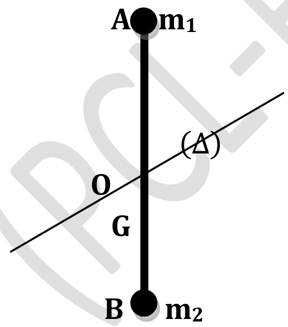


1- Exprime son moment d'inertie du pendule ainsi constitué en fonction de m_1 et L
2- Détermine la position du centre d'inertie G
3- Détermine l'équation différentielle du mouvement du pendule pour les oscillations de faibles amplitudes
4- Calcule la période des oscillations du pendule.

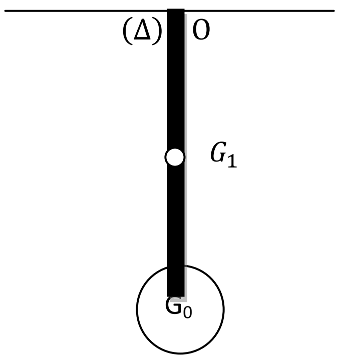
Exercice 5 : Une tige rigide de masse négligeable, de longueur $AB = L = 20cm$, est mobile autour d'un axe horizontal (Δ) passant par le milieu O de AB. Aux extrémités A et B sont fixées deux masses ponctuelles de valeurs respectives $m_1 = 20g$ et $m_2 = 60g$. On prendra $g = 10m.s^{-2}$.

1- Détermine la position du centre d'inertie G par rapport au point O.
2- Calcule le moment d'inertie du système par rapport à l'axe (Δ).
3- Le pendule ainsi constitué effectue des oscillations de faible amplitude dans le plan vertical. Calcule

a- La période des oscillations
b- La longueur du pendule simple synchrone de ce pendule.



Exercice 6 : Le pendule d'une horloge est constitué d'une tige de longueur L, de masse m et d'un disque de même masse m et de rayon $r = 6cm$ dont le centre d'inertie G_0coïncide avec l'extrémité intérieur de la tige comme l'indique la figure ci-après



1- Donne l'expression du moment d'inertie $J_{S/\Delta}$ du système par rapport à un axe qui passe par l'extrémité supérieure O de la tige.
2- Détermine la position du centre d'inertie du système ainsi constitué

3- Ce pendule est écarté d'un petit angle et lâché sans vitesse initiale.

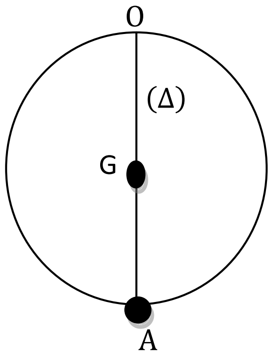
a- Détermine la nature du mouvement

b- Donne l'expression de la période des oscillations

c- Sachant que le pendule bat la seconde ($T_0 = 2s$), détermine la longueur L de la tige.

d- Etablis l'expression de l'équation horaire sachant que l'amplitude des oscillations est de 6°

Exercice 7 : Un cerceau homogène de masse m et de rayon r peut effectuer, sans frottements, des oscillations de faible amplitude autour d'un axe horizontal (Δ) passant par un point O.



1- On écarte le cerceau de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_0 = 0{,}17 rad$et on le lâche sans vitesse initiale à l'instant pris comme origine.

a- En utilisant la méthode énergétique, détermine la nature du mouvement

b- Déduis-en la période T_0. On donne $m = 100g, r = 20cm$; $g = 10m.s^{-2}$

2- Ecris l'équation horaire $\theta = f(t)$

3- Quelle est la vitesse angulaire du pendule lorsqu'il passe par sa position d'équilibre ?

4- On place un point A, symétrique de O par rapport à G un point matériel de même masse que le cerceau. Calcule la nouvelle période T'_0 du pendule pesant ainsi constitué

OG4 : Réaliser l'étude de la propagation des ondes dans les milieux élastiques

Chapitre 1 : Onde Progressive :

1- **Phénomène périodique :** C'est un phénomène (mouvement) qui se reproduit identiquement à lui-même à des intervalles de temps réguliers appelés périodes

2- **La période T :** plus courte durée au bout de laquelle il se reproduit identique à lui-même

3- **La fréquence N :** nombre de répétitions d'un phénomène périodique par unité de temps.

4- **Phénomène périodique sinusoïdale :** est un mouvement vibratoire dont l'élongation est une fonction sinusoïdale du temps de la forme : $y(t) = a\sin(\omega t + \varphi)$

- **Points vibrant en phase :** Deux points vibrent en phase si le déphasage est **nul** ou si c'est un **multiple pair de** π ; c'est-à-dire $\Delta\varphi = 2k\pi$
- **Points vibrant en opposition de phase :** Deux points vibrent en opposition de phase si le déphasage est **un multiple impair de** π c'est-à-dire $\Delta\varphi = (2+1)k\pi$
- **Points vibrant en quadrature de phase**

Deux points vibrent en quadrature de phase si le déphasage est égal à $\frac{\pi}{2}$ ou un **multiple impair** de $\frac{\pi}{2}$ Soit $\Delta\varphi = \frac{\pi}{2} + k\pi$

5 - <u>Propagation des ébranlements</u> : On appelle ébranlement une déformation ou perturbation brusque et localisée.

On distingue :

- **Les ébranlements transversaux :** La déformation du milieu élastique est perpendiculaire à la direction de propagation de l'ébranlement
- **Les ébranlements longitudinaux** : La déformation est parallèle à la direction de propagation de l'ébranlement.

Un ébranlement est caractérisé par :

- ✓**Célérité :** C'est la vitesse de propagation du signal le long de la corde. Elle vaut :

$$\boxed{\mu = \frac{m}{l}} \qquad \boxed{C = \sqrt{\frac{F}{\mu}}}$$

avec F : tension de la corde (**N**) et μ : masse linéique de la corde (**Kg/m**).

- ✓**Longueur d'onde**

C'est la distance parcourue par le signal pendant une période. Elle vaut donc :

$$\boxed{\lambda = vT = \frac{v}{N} = \frac{1}{N}\sqrt{\frac{F}{\mu}}}$$

a- Equation de la source

Elle est de la forme : $y_S(t) = a\sin(\omega t + \varphi)$.

A t = 0 (début du mouvement) $\Rightarrow$ $y_S(0) = a\sin\varphi = 0$

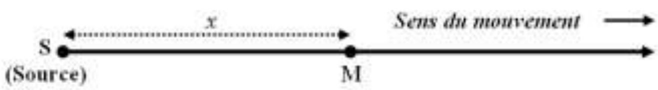
Avec $a \neq O \Rightarrow \varphi = O$ ou $\varphi = \pi$. A t = 0 $\Rightarrow \dot{y}_S(t) = a\omega\cos\varphi$.

- Si $\varphi = O \Rightarrow \dot{y}_S(t) = a\omega >$ 0 : le mouvement évolue du côté des élongations positives. D'où l'équation de la source :

$$y_S(t) = a\sin\omega t = a\sin 2\pi N t = a\sin\frac{2\pi}{T}t$$

- Si $\varphi = \pi \Rightarrow \dot{y}_S(t) = a\omega <$ 0 : le mouvement évolue du côté des élongations négatives la source : $y_S(t) = a\sin(\omega t + \pi) = a\sin(\frac{2\pi}{T}t + \pi)$

b- Equation d'un point M de la corde situé à la distance x de la source



Le point **M** reproduit le mouvement de S avec un retard $\theta = \frac{x}{v}$, l'équation de **M** est :

$$y_M(t) = y_S(t-\theta) = a\sin\omega(t-\theta) \Rightarrow$$

$$y_M(t) = a\sin(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi x}{\lambda})$$

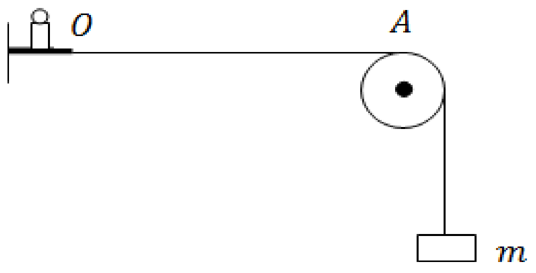
Ou $y_M(x,t) = a\sin\left[\frac{2\pi}{T}(t-\theta) + \pi\right]$

On a : $y_M(x,t) = a\sin\left[\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \pi\right]$

Exercice 1 : L'extrémité d'une corde de longueur infinie est animée d'un mouvement sinusoïdal d'amplitude $0{,}5cm$ et de fréquence $100Hz$. La masse linéique de la corde tendue avec une force de $10N$ est de $0{,}1\,Kg/m$.

1) Calcule la longueur d'onde de la vibration qui se propage le long de la corde.
2) Ecris l'équation de la source sachant qu'à l'instant initial, la source passe par sa position d'équilibre en allant du coté des élongations positives
3) Ecris l'équation du mouvement d'un point M de la corde situé à une distance $x = OM$ de la source.
4) Compare le mouvement d'un point M situé à $x = 0{,}325cm$ à celui de la source.
5) Construis les deux graphes dans un même système d'axe.

Exercice 2 : A l'extrémités O d'une lame vibrante, on attache une corde élastique horizontale passant par la gorge d'une poulie (voir figure). La lame vibrante est soumise à des vibrations sinusoïdales d'amplitude $a = 2mm$ et de fréquence $f = 100Hz$. Un dispositif amortisseur empêche a réflexion des ondes en A. La corde étant tendue par une masse $m = 100g$, la vitesse de propagation des ondes vaut dans ce cas $20\,m/s^{-1}$



1- Calcule la masse linéique de la corde
2- A l'instant $t = 0$, le point O commence à vibrer à partir de l'origine des élongations avec une vitesse positive vers le haut. Etablis :
   a) L'équation horaire $y_O(t)$du mouvement du point O.
   b) L'équation horaire $y_M(t)$ d'un point M situé à la distance x de la corde.
   c) Représente l'aspect de la corde à l'instant $t = 0{,}05s$. Donnée : $g = 10\ m/s^2$

Exercice 3 : Un élève de terminal veut mettre à profit, les connaissances acquises dans l'étude du phénomène d'ondes progressives le long d'une corde dans le but de faire la représentation graphique de la sinusoïde des temps des deux points quelconques d'un milieu élastique.

On considère pour cela, une corde horizontale tendue dont l'une des extrémités est fixée à un vibreur. Celui-ci impose à la corde des vibrations d'amplitude $a = 3mm$, de fréquence $N = 100Hz$ se propageant à la vitesse $V = 24\,m/s$.

1- Détermine la valeur de la longueur d'onde des vibrations.
2- a) En se prenant comme origine des dates l'instant du passage de S par la position d'équilibre en allant dans le sens des élongations négatives, écris l'équation horaire du mouvement du point S.

b) Ecris l'équation horaire du mouvement du point M situé à la distance $x = SM = 6cm$ de S.

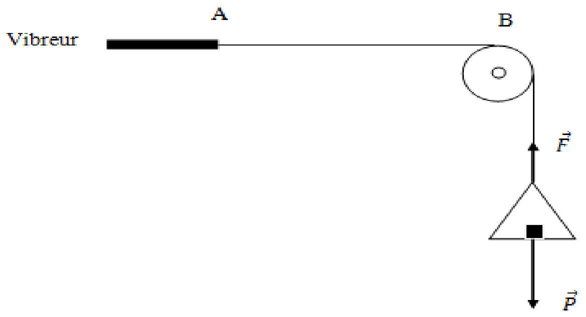
c) Compare les mouvements des points S et M.

3- Représente sur un même système d'axes, les graphes des mouvements de S et M.

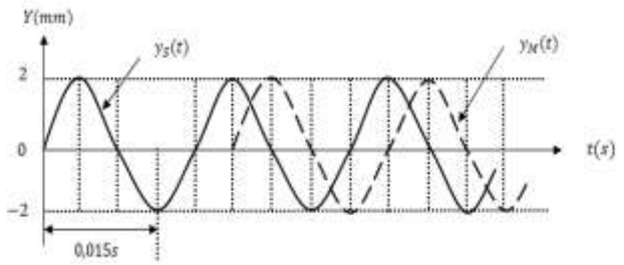
Exercice 4 : A la suite d'une expérience sur la propagation des ondes le long d'une corde, on peut construire les graphes représentant l'élongation d'un point vibrant en fonction du temps t et l'aspect de la corde à tout instant donné.

Pour cela, on considère une lame horizontale dont l'extrémité A vibre verticalement. En A, est fixée une corde horizontale de longueur $L = AB = 1{,}20m$, de masse $m = 24g$ soumise à une force F ; la fréquence des vibrations de la lame est $N = 50Hz$et les vibrations se propagent le long de la corde à la célérité $c = 20\,m/s$. Un système supprime la réflexion des ondes à l'extrémité B du fil.

1) Calcule :
   a- La longueur d'onde du mouvement vibratoire.
   b- La tension F du fil.
2) L'extrémité A de la lame a un mouvement sinusoïdale d'amplitude $a = 10mm$.
   a- Etablis l'équation horaire du mouvement de A. (On prendra comme origine des temps l'instant où l'élongation de A est nulle et croissante)
   b- Etablis l'équation horaire d'un point Cdu fil tel que $AC = x = 70cm$
3) Représente l'élongation $y_c(t)$ du mouvement du point C.
4) Représente l'aspect de la corde AB à l'instant $t = 0{,}025s$

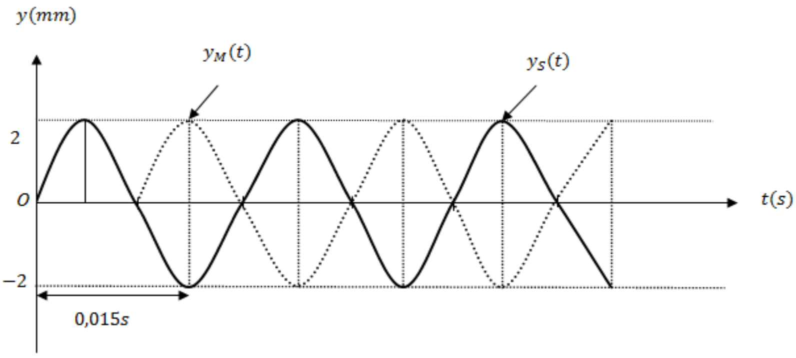


Exercice 5 : Au cours d'une série de travaux pratiques, un enseignant demande à ses élèves d'étudier le phénomène des ondes progressives le long d'une corde. Il dispose pour cela, d'un vibreur relié à une des extrémités S d'une longue corde. A l'instant $t = 0$, le point S commence à vibrer. Ces oscillations, de période T, de fréquence N et d'amplitude a se propagent à la célérité $V = 20m.s^{-1}$. On néglige la réflexion des ondes. Un logiciel informatique permet de tracer les graphes de S et M représentés ci-dessous. L'exercice consiste à établir les équations de S et M qui ont permis d'obtenir ces graphes puis à représenter l'aspect de la corde à une date donnée.



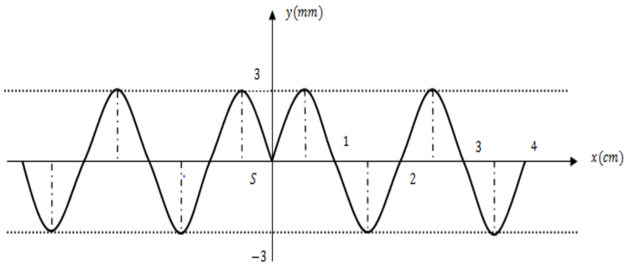
1- A partir de la courbe $y_S(t)$
   a) Détermine les valeurs de la période T et de la phase φ à l'origine
   b) Avec quel retard θ le point M commence-t-il à vibrer ?
   c) A quelle distance $\overline{SM} = x$, se situe le point M ?
2- D'après les courbes $y_S(t)$ et $y_M(t)$, quel déphasage existe-t-il entre S et M ?
3- Etablis les équations horaires $y_S(t)$ et $y_M(t)$
4- Représente l'aspect de la corde à la date $t = 3.10^{-2}s$

Exercice 6 : Une lame vibrante est animée d'un mouvement sinusoïdal de fréquence f, de période T et d'amplitude a. Elle est munie d'une pointe qui frappe verticalement la surface d'une nappe d'eau en un point S ; on suppose qu'il n'y a ni amortissement ni réflexion des ondes. A la date $t = 0$, le point S commence à vibrer.
Ces oscillations se propagent à la surface de l'eau avec la célérité $C = 20m.s^{-1}$. Les graphes ci-dessous représentent l'état vibratoire des points S et M. Le point M est situé à une distance $\overline{SM} = x$ de la



1- A partir de la courbe $y_S(t)$
   a- Détermine les valeurs de la période T et l'amplitude a
   b- Avec quel retard θ par rapport à S, le point M commence –t-il à vibrer ?
2- D'après les courbes $y_S(t)$ et $y_M(t)$, quel déphasage existe-t-il entre les mouvements de S et M ?
3- Etablis les équations horaires de $y_S(t)$ et $y_M(t)$

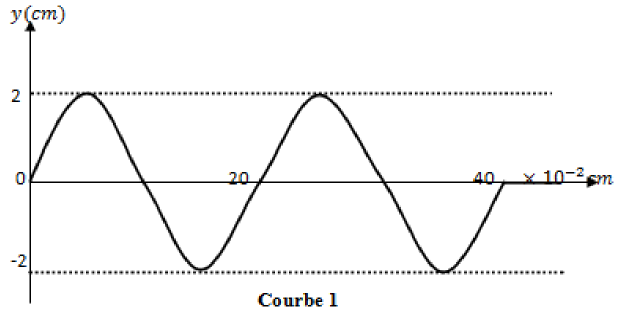
Exercice 7 : On veut comparer le mouvement d'un point de la surface de l'eau e celui de la source où débute le mouvement. Pour cela, on considère une lame vibrante animée d'un mouvement sinusoïdal de fréquence $N = 50Hz$, qui est réliée à une pointe qui frappe verticalement la surface d'une nappe d'eau en un point S. La figure suivante représente la coupe transversale de la surface de l'eau à un instant t_1



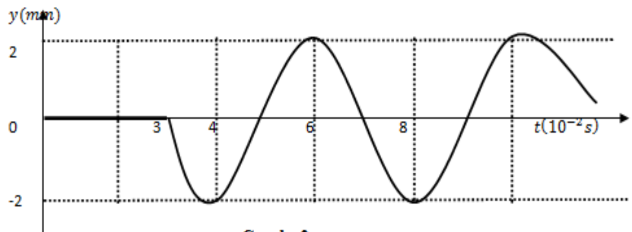
1- Détermine :
   a) L'amplitude du mouvement
   b) La longueur d'onde
   c) La célérité C des ondes
2- Etablis l'équation horaire du mouvement de S, sachant qu'à l'instant $t = 0$ S passe par la position d'équilibre en allant dans le sens des élongations positives
3- Soit un point P de la surface de l'eau situé à $4{,}5cm$ de la source S.
   a) Etablis l'équation horaire du mouvement de P
   b) Compare les mouvements de P et S.

Exercice 8 : On considère l'une des extrémités S d'une corde élastique reliée à un vibreur qui lui impose un mouvement vibratoire sinusoïdal de fréquence N et d'amplitude y_m . Chaque point de la corde est repéré par son abscisse x et son ordonné y dans le repère R. Le mouvement vibratoire, issu de S, se propage le long de la corde avec un amortissement négligeable. Un dispositif approprié, placé à l'autre extrémité empêche toute réflexion des ondes. Le mouvement de S débute à l'instant $t = 0$.

1- L'étude du mouvement, en fonction du temps, du point M_1 situé à la distance x_1 de S et l'espace de la corde à l'instant t_1 donné ont fourni les courbes (1) et (2) de la figure ci contre. Identifie les deux courbes
2- Par exploitation des deux courbes ci-dessous, détermine :
   a- La longueur d'onde λ ; la période T et la célérité C de l'onde
   b- L'instant t_1 et l'abscisse x_1
   c- Ecris l'équation $y_S(t)$ du mouvement de S au cours du temps



Courbe 1

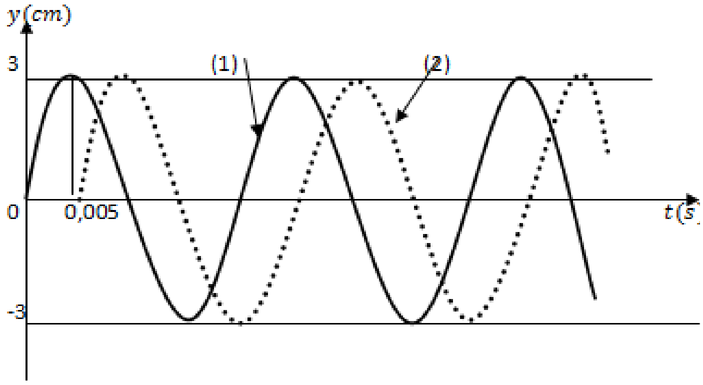


Courbe 2

Exercice 9 : Les graphes (1) et (2) ci-après représentent les sinusoïdes de temps respectivement des points S et P, avec S l'équation de la source et P celle d'un point de la corde situé à la distance $SP = x$.

1- a) Détermine à partir du graphe (1), les conditions initiales : élongation et sens du mouvement
   b- Donne la période T ainsi que la pulsation propre du mouvement de S.
   c- Ecris l'équation horaire de ce mouvement
2- Le point P est situé à la distance $SP = 2cm$. Détermine :
   a- L'intervalle de temps θ au bout duquel le point P commence à vibrer.
   b- La célérité V des ondes
   c- La longueur d'onde λ du mouvement vibratoire

3- Représente l'aspect de la corde à l'instant $t = 3.10^{-2}s$



Exercice 10 :

1- Un point matériel A est animé d'un mouvement sinusoïdal rectiligne de fréquence 50Hz et d'amplitude a=3mm

a- En prenant pour origine des temps l'instant où le point matériel passe par sa position d'équilibre en allant dans le sens positif des élongations, donne l'expression $y_A(t)$ en fonction du temps.

b- A quel instant l'élongation est elle égale 1,5cm, le point A se déplaçant dans le sens des élongations positives ?

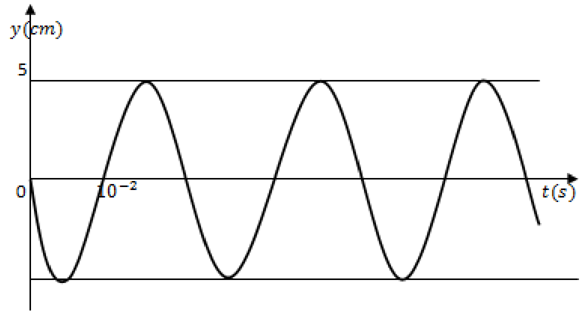
2- Ce point matériel est à l'extrémité d'un vibreur, lié à une corde tendue, de masse linéique $\mu = 2{,}51.10^{-3}\ kg/m$ et de longueur L. Des vibrations transversales se propagent le long de la corde avec une vitesse $V = 20m.s^{-1}$

a- Calcule la tension de la corde

b- Quelle est la longueur d'onde des vibrations.

Exercice 11 : Une lame vibrante provoque à l'extrémité d'une corde élastique, de longueur $L = 3m$ et de masse $m = 90g$, un mouvement vibratoire sinusoïdal qui se propage le long de la corde.

La corde est tendue horizontalement par une force d'intensité $F = 0{,}75N$. On néglige l'amortissement et la réflexion des ondes aux extrémités de la corde. La courbe suivante représente la variation de l'élongation y du point A en fonction du temps



1- Calcule la célérité des ondes le long de la corde

2- Déduis de cette courbe la période et la fréquence du mouvement de A

3- Calcule la longueur d'onde λ pour ce mouvement

4- Ecris l'équation horaire du mouvement de A.

Exercice 12 : On dispose d'un vibreur muni de deux points dont l'extrémité, animée d'un mouvement vertical sinusoïdal, de fréquence $N = 25Hz$ et d'amplitude $a = 2{,}5cm$, frappe, en un point O, la surface d'un liquide au repos. On néglige l'amortissement du mouvement et on suppose qu'il n'y a pas réflexion des ondes sur les parois du récipient

1- La distance entre six crêtes est d=10cm. Calcule la longueur d'onde et la célérité des ondes à la surface du liquide.

2- Ecris l'équation du mouvement du point $y_O(t)$, en supposant qu'à l'instant initial $y_O = 0$, le mouvement allant dans le sens négatif des élongations.

3- Ecris l'équation du mouvement d'un point M situé à $3cm$ de O et celle d'un point situé à 5,5cm de O.

4- Représente dans le même système d'axes les graphes les mouvements de M et N

5- A partir de ces graphes, comment vibrent ces deux points ?

Chapitre 2 : Interférences Mécaniques

1- Définition : On appelle interférence mécanique, la superposition des deux mouvements vibratoires de même direction se propageant simultanément sur la surface libre d'un liquide.

2- Equation du mouvement :

Pour des ondes issues de S_1, l'état vibratoire de M est :

$$y_{S_1M}(t-\theta_1) = y_{S_1}\left(t-\frac{d_1}{V}\right)$$

$$\Rightarrow y_{S_1M}(t) = a\sin\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}d_1\right)$$

Pour des ondes issues de S_1, l'état vibratoire de M est :

$$y_{S_2M}(t-\theta_2) = y_{S_1}\left(t-\frac{d_2}{V}\right)$$

$$\Rightarrow y_{S_2M}(t) = a\sin\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}d_2\right)$$

Le principe de superposition des petits mouvements permet d'écrire :

$$y_M(t) = y_{S_1M}(t) + y_{S_2M}(t)$$

$$y_M(t) = 2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2-d_1)\sin\left[2\pi Nt - \frac{\pi}{\lambda}(d_1+d_2)\right]$$

Amplitude : $\mathcal{A} = 2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2-d_1)$

- ✓ **Points mobiles :** Ce sont des points vibrant avec une amplitude maximale. On pose : $2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2-d_1) = \pm 2a$

On trouve $\boldsymbol{d_2 - d_1 = k\lambda}$ **: différence de marche**

- ✓ **Points d'amplitude immobiles** : Ce sont des points qui vibrent avec une amplitude nulle.

On pose : $2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2-d_1) = 0$

On trouve : $\boldsymbol{d_2 - d_1 = (\frac{1}{2}+k)\lambda}$

- ✓ **Ordre d'interférence :** Il permet de déterminer la nature d'un point vibrant

$$\boldsymbol{p = \frac{d_2-d_1}{\lambda}}$$

- Points mobile : $\boldsymbol{p = \frac{d_2-d_1}{\lambda} = k; k\epsilon\mathbb{N}}$
- **Point immobiles** : $\boldsymbol{p = \frac{d_2-d_1}{\lambda} = \frac{1}{2} + k; k\epsilon\mathbb{N}}$

3- Détermination des positions des franges par rapport aux sources

a- <u>Position des franges d'amplitudes maximales par rapport à S_2</u>

Soit D la distance entre les deux sources telle que $D = d_2 + d_1$

On a : $\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_2 + d_1 = D \end{cases}$

$$2d_2 = k\lambda + D \ Soit \ d_2 = \frac{k\lambda}{2} + \frac{D}{2}$$

A chaque valeur de k correspond une valeur de d_2 sur le segment $[S_1S_2]$

b- Position des franges d'amplitudes maximales par rapport à S_1

On a : $\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_2 + d_1 = D \end{cases}$

$$-2d_1 = k\lambda - D \ Soit \ d_1 = -\frac{k\lambda}{2} + \frac{D}{2}$$

4- Détermination du nombre de franges

D'une manière générale, la différence de marche en comprise entre $-S_1S_2$ et S_1S_2

a- Nombre franges d'amplitudes maximale :

- ✓ **Sur ou le long de $[S_1S_2]$**

$$-S_1S_2 \le d_2 - d_1 \le S_1S_2$$
$$\Rightarrow -S_1S_2 \le k\lambda \le S_1S_2$$
$$\text{Soit } -\frac{S_1S_2}{\lambda} \le k \le \frac{S_1S_2}{\lambda}$$

On fait l'application numérique et on compte les nombres entiers.

- ✓ **Entre S_1 et S_2**

$$-S_1S_2 < d_2 - d_1 < S_1S_2$$
$$\Rightarrow -S_1S_2 < k\lambda < S_1S_2$$
$$\text{Soit } -\frac{S_1S_2}{\lambda} < k < \frac{S_1S_2}{\lambda}$$

b- Nombre de franges d'amplitudes nulles

✓ **Sur ou le long de $[S_1S_2]$**

$$-S_1S_2 \leq d_2 - d_1 \leq S_1S_2$$

$$\Rightarrow -S_1S_2 \leq (k+\frac{1}{2})\lambda \leq S_1S_2$$

$$\Rightarrow -\frac{S_1S_2}{\lambda} \leq \boldsymbol{k}+\frac{1}{2} \leq \frac{S_1S_2}{\lambda}$$

$$\Rightarrow -\frac{\boldsymbol{S_1S_2}}{\boldsymbol{\lambda}} - \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} \leq \boldsymbol{k} \leq \frac{\boldsymbol{S_1S_2}}{\boldsymbol{\lambda}} - \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}$$

✓ **Entre S_1 et S_2**

$$-\frac{\boldsymbol{S_1S_2}}{\boldsymbol{\lambda}} - \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} < k < \frac{\boldsymbol{S_1S_2}}{\boldsymbol{\lambda}} - \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}$$

Série d'exercices

Exercice 1 : On réalise une expérience d'interférences à la surface de l'eau. Deux points distantes de $3cm$ frappant 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 $a = 2mm$ et de même fréquence $f = 50Hz$. La célérité des ondes à la surface de l'eau est $V = 25\,m/s$.

1- Calcule la longueur d'onde des issues de S_1 et S_2

2- Les équations horaires des mouvements de S_1 et S_2 sont $y_{S_1} = y_{S_2} = a\sin 2\pi ft$. 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) Etablis 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 le même amplitude.

b) Calcule l'amplitude du mouvement de M si $d_1 = 3cm$ et $d_2 = 4cm$. Conclure.

c) Détermine le nombre de franges d'amplitudes nulles entre S_1 et S_2.

Exercice 2 : A l'aide de deux sources S_1 et S_2 d'amplitude de vibration égale à 2mm, on produit des franges d'interférences à la surface d'un liquide.

1- Quelles sont les conditions vérifiées par S_1 et S_2 au cours de cette expérience ?

2- La longueur d'onde des vibrations est de 2,4cm et leur célérité est 1,2m/s

a- Calcule la période et la fréquence des sources S_1 et S_2.

b- Calcule l'amplitude du point M sachant que $MS_1 = 13cm$ et $MS_2 = 7cm$

c- Quelle est l'amplitude du point du point M' tel que $M'S_1 = 6{,}5cm$ et $M'S_2 = 13{,}7cm$.

Exercice 3 : Deux pointes créent à la surface de l'eau des vibrations sinusoïdales transversales de même amplitude et de même période. L'équation de la première source est $y_{S_1}(t) = a\sin 50\pi t\ (m)$. La deuxième source est en quadrature avance sur la première telque la distance entre les deux sources est $D = S_1S_2 = 35cm$ et la célérité des vibrations est $C = 5m/s$.

1- Ecris l'équation de la deuxième source.

2- Détermine par les deux méthodes l'équation du point M telque $S_1M = d_1 = 43cm$ et $S_2M = d_2 = 63cm$.

3- Détermine le nombre des points immobiles entre S_1 et S_2.

Exercice 4 : On réalise l'expérience classique d'interférence d'ondes transversales à la surface d'un liquide au repos. Les deux sources S_1 et S_2sont distante de $20mm$, ont la même période et la même amplitude $a = 1mm$. La célérité des ondes transversales sur le liquide est $C = 1{,}2m/s$. Entre les sommets de deux vagues successives on a une distance de $6mm$.

1- Que représentent ces vagues observées ? Calculer leur fréquence

2- Déterminer l'état vibratoire du point M de la surface du liquide telque $S_1M = 28cm$ et $S_2M = 10cm$

3- Déterminer le nombre et la positi (par rapport à S_1) des vagu observées à la surface du liquide (point d'amplitude maximale). On fera obligatoirement une figure correcte

Exercice 5 : Deux pointes animés d'un mouvement vibratoire sinusoïdal vertical de fréquence $25Hz$ et d'amplitude $a = 0{,}5cm$; frappent la surface d'une nappe d'eau aux points S_1 et S_1 distant de $5{,}3cm$. La célérité des ondes à la surface de l'eau est de $0{,}2m/s$.

A l'instant initiale la pointe S_1 est à son élongation maximale au dessus de la surface de l'eau.

1- Les pointes vibrent en phase.
   - a- Décris le phénomène observé.
   - b- En utilisant la construction de Fresnel, détermine l'élongation d'un point N de la surface de l'eau aux distances $S_1N = 3{,}2cm$ et $S_2N = 3cm$ des pointes.

2- La vibration S₂ présente maintenant un retard de phase de $\frac{\pi}{4}rad$ sur la vibration S_1et S. Quelle est la relation qui détermine les positions des points de repos? Combien en existe-t-il ?

Exercice 6 : On réalise une expérience d'interférence mécanique à la surface de l'eau. Deux pointes distantes de 10cm frappent verticalement la surface de l'eau en deux points S_1 et S_2. Les vibrations produisent ont pour amplitude 3mm, pour fréquence 5Hz et pour célérité $0{,}2m.s^{-1}$. L'équation de la source S_1 est $y_{S_1}(t) = a\sin\omega t$.

1- Etablis l'équation de la deuxième source sachant quelle vibre avec un retard d'une demi-période par rapport à la première source

2- Montre que l'équation d'un point M du champ d'interférences tel que $S_1M = d_1$ et $S_2M = d_2$ est :

$$Y_M = 2a\cos\left[\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) + \frac{\pi}{2}\right]\sin\left[\omega t - \frac{\pi}{\lambda}(d_2 + d_1) - \frac{\pi}{2}\right]$$

3- a) Montre que tous les points situés sur la frange centrale vibrent avec une amplitude nulle

b) Etablis la différence de marche des points d'amplitudes maximales

c) Détermine le nombre des points d'amplitudes maximales sur $[S_1S_2]$

Exercice 7 : On se propose de déterminer le nombre de points d'amplitude maximale qui existent entre deux sources synchrones en passant par la méthode de Fresnel. Ainsi, on dispose d'une lame à deux pointes qui crée des ondes circulaires, de fréquence $N = 100Hz$, en deux points sources S_1 et S_2 d'une nappe d'eau distants de D=2cm. Ces ondes interfèrent entre S_1 et S_2.

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

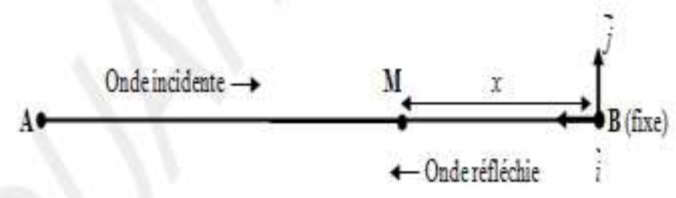
2- Les ondes parties de S_1 et S_2 vibrent en phase, avec une phase initiale nulle, et ont une amplitude a
   - a- Ecris les équations horaires des mouvements de S_1 et S_2 en fonction de a.
   - b- Par la méthode de Fresnel, établis l'équation du mouvement d'un point M entre S_1 et S_2 telque $S_1M = d_1$et $S_2M = d_2$ en fonction de , 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 $d = 1{,}8cm$
   - a- Détermine la valeur de la célérité C de propagation des ondes
   - b- Combien existe-t-il des points d'amplitude maximale sur le segment de droite (S_1S_2) ?

Chapitre 3 : Ondes stationnaires

1- Définition : C'est un phénomène qui résulte de la superposition de deux ondes progressives de même fréquence, de même période et de même amplitude se propageant en sens inverse

2- Equation d'un point M dans le cas d'un obstacle fixe:



Onde incidente : $y_{iB}(t) = a\sin\frac{2\pi}{T}t$.

L'obstacle étant fixe : $y_{iB}(t) + y_{rB}(t) = 0$ soit $y_{rB}(t) = -y_{iB}(t)$ on a :

$$y_{rB}(t) = -a\sin\frac{2\pi}{T}t = a\sin(\frac{2\pi}{T}t + \pi)$$

L'onde incidente atteint le point M avant d'atteindre le point B. La vibration au point M présente alors une avance $\theta = \frac{x}{v}$ on a :

$y_{iM}(t) = y_{iB}\left(t + \frac{\theta}{v}\right) = a\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$

Posons $\varphi_i = \frac{2\pi}{\lambda}x$ (phase initiale de l'onde incidente en M)

Par contre, l'onde réfléchie présente un retard $\theta = \frac{x}{v}$ on a :

$y_{rM}(t) = y_{rB}\left(t - \frac{\theta}{v}\right) = a\sin\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \pi\right)$

Posons $\varphi_r = \pi - \frac{2\pi}{\lambda}x = \pi - \varphi_i$

D'après le principe de la superposition des petits mouvements on a : $y_M(t) = y_{iM}(t) + y_{rM}(t) = \mathcal{A}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \emptyset\right)$

Par la méthode trigonométrique on obtient :

$$\boxed{\boldsymbol{y_M(t) = 2a\sin\frac{2\pi}{\lambda}x\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{\pi}{2}\right)}}$$

3- Nœuds ou plan nodaux : Ce sont des points d'amplitudes nulles. On a :

$2a\sin\frac{2\pi}{\lambda}x = 0$ **Soit** $\boldsymbol{x_k = \frac{k\lambda}{2}}$

4- Ventres ou plan ventraux : Ce sont des points d'amplitudes maximales.

$2a\sin\frac{2\pi}{\lambda}x = \pm 2a$ Soit $\boldsymbol{x_k = \left(\frac{1}{2} + k\right)\frac{\lambda}{2}}$

5- Calcul du nombre de nœuds et du nombre de ventres :

La longueur d'un fuseau étant de $\frac{\lambda}{2}$, la distance x_k entre deux nœuds ou deux ventre est comprise entre 0 et L ; on écrit alors : $0 \leq x_k \leq L$

- **Nombre de nœuds :** On a $x_k = k\frac{\lambda}{2}$

  $0 \leq k\frac{\lambda}{2} \leq L \Rightarrow \boldsymbol{0 \leq k \leq \frac{2L}{\lambda}}$
- **Nombre de ventres :**

On a $x_k = (\frac{1}{2} + k)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow 0 \leq \left(\frac{1}{2} + k\right)\frac{\lambda}{2} \leq L$

$$\Rightarrow \boldsymbol{-\frac{1}{2} \leq k \leq \frac{2L}{\lambda} - \frac{1}{2}}$$

6- Condition de résonnance :

A la résonance, la longueur utile de la corde est donc égale à un nombre entier de demi-longueur d'onde, c'est-à-dire à la ***longueur d'un nombre entier de fuseaux***

$$L = k\frac{\lambda}{2} = n\frac{\lambda}{2}$$

n ou k est un entier qui correspond au ***nombre de fuseaux*** et $\lambda = v.T = \frac{v}{N}$ (longueur d'onde donc :

$$L = n\frac{\lambda}{2} = n\frac{v}{2N} = \frac{n}{2N}\sqrt{\frac{F}{\mu}} = \frac{n}{2N}\sqrt{\frac{F.L}{m}}$$

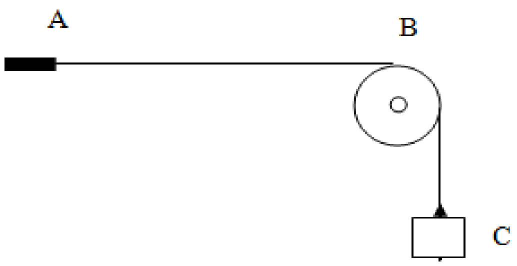
Cette relation très importante est appelée ***formule des cordes vibrantes***. La plus petite fréquence qui est la fréquence du **son fondamental** $n = 1$ (un seul fuseau) est : $N_O = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$

Conclusion : Le régime d'onde stationnaire ne peut s'établir que si la longueur de la corde vaut :

- $\boldsymbol{L = k\frac{\lambda}{2}}$ **;** pour un obstacle fixe
- $\boldsymbol{L = (2k+1)\frac{\lambda}{4}}$ pour un obstacle libre

Série d'exercices :

Exercice 1 : Une corde de longueur $L = AC = 1{,}2m$ et de masse $m = 40g$ soutient à son extrémité C un solide de masse M. La partie horizontale, de longueur $L = AB = 0{,}90m$, est le siège d'un phénomène d'ondes stationnaire. Un vibreur impose à l'extrémité A un mouvement sinusoïdal transversal de fréquence $50Hz$.



1- On observe 6 fuseaux sur la partie AB de la corde :
   a) La longueur d'onde de la vibration
   b) La célérité de la propagation des ondes
2- Détermine la valeur de la masse M.

Exercice 2 : Une corde fixée par une de ses extrémités à une lame L vibrant à la fréquence $N = 25Hz$; elle passe sur une poulie au point B et supporte un poids tenseur $P = 1N$. Sa masse linéique est $\mu = 25.10^{-4} kg.m^{-1}$.

1- En envisageant la seule réflexion des ondes transversales en B, déterminer l'équation du mouvement d'un point M de la corde définie par $BM = x'$.
2- En réalité des réflexions multiples se produisent en A et B.
   a- Pour quelles valeurs particulières de la distance AB, obtient-on un phénomène stable ?
   b- Décrire l'aspect de la corde pour $AB = 1{,}6m$.
3- La longueur de la corde étant $AB = 1{,}6m$, quelle est la valeur P' du poids pour que l'on n'observe qu'un seul fuseau ?
4- La corde est observée par stroboscopie. Pour quelles fréquences des éclairs :
   a- La corde paraît immobile
   b- La corde semble effectuer un mouvement de fréquence $2Hz$ dans le sens réel.

Exercice 3 : Une tige vibrante AB effectue des vibrations sinusoïdales de fréquence $N = 100Hz$; elles impriment à une corde horizontale AB des vibrations sinusoïdales transversales. La corde AB fixée à l'extrémité A de la tige est tendue dans le prolongement de la tige passe sur une poulie et soutient une masse M dont le poids $F = 2{,}25N$. On donne à la partie AB de la longueur de $120cm$ on obtient un système d'ondes stationnaires qui présente un nœud en A et un autre en B, entre ces deux (2) nœuds on trouve quatre ventres.

1- Calculer la longueur d'onde de la corde des vibrations et leur célérité le long de la corde ;
2- Quel devrait être le poids de la masse suspendue à la corde si l'on voulait obtenir trois (3) ventres au lieu de quatre (4) ?
3- Quand cette corde vibre dans les conditions de (1), l'amplitude de vibration des ventres est $10mm$. Calculer la vitesse maximale d'un point correspondant à un ventre et l'amplitude du point de la corde situé à $35cm$ de A.

Exercice 4 : Une corde de longueur $AB = L = 1m$ de masse $0,1kg$ immobilisée. En B est soumise à une tension de $4N$. En A est fixée une lame vibrante.

1- Quel doit être la fréquence du vibreur pour obtenir quatre (4) fuseaux ?
2- La longueur d'un fuseau est $8cm$. Calculer l'amplitude de vibration du vibreur.
3- Quelle est la longueur d'un fuseau.
4- Donne l'équation horaire d'un point M de la corde.
5- Quelle est l'état vibratoire des points situés à $12,5cm$ et à $25cm$ de A.
6- Observe-t-on des fuseaux avec $45Hz$?
7- Quelle est l'aspect apparent de la corde pour un poids tenseur de $6,25N$ et une fréquence de $50Hz$?

Exercice 5 : On réalise l'expérience de Melde. L'extrémité A de la corde exécute des vibrations sinusoïdales de fréquence $100Hz$ d'amplitude $2mm$. La masse du poids tenseur est $m = 100g$.

1- A quelle condition la longueur AB de la corde doit-elle satisfaire pour qu'un système d'ondes stationnaires stable s'établisse ?
2- Quelle valeur L faut-il donner à la longueur AB pour obtenir quatre fuseaux sachant que $\mu = 6,25.10^{-4}kg.m^{-1}$
3- On augmente la masse de $2g$. De combien doit-on déplacer la poulie pour conserver le même système d'ondes ?
4- La longueur de la corde étant toujours L. On veut réduire le nombre de fuseaux à deux.
   a- Quelle masse m' faut-il accrocher à l'extrémité libre du fil ?
   b- Etablis dans ce cas l'équation horaire du mouvement d'un point M situé à une distance $x = 30cm$ de B sachant qu'à l'instant initial le point A passe par l'horizontale en allant vers le haut.
   c- Quelle est l'élongation d'un point M à la date $t = 2,5.10^{-3}$

Exercice 6 : Dans une expérience de Melde, le vibreur a une fréquence de $50Hz$. La partie vibrante de la corde a une longueur de $120cm$. La célérité des ondes est $15m.s^{-1}$.

1- Calcule la longueur d'onde des vibrations
2- Combien de fuseaux stable observe-t-on ?
3- On fait décroitre la fréquence du vibreur de 50 à $15Hz$.
   a- Trouve la relation qui existe entre N et le nombre k des fuseaux
   b- Combien de fois observe-t-on des fuseaux stables
   c- Donne dans chaque cas la fréquence correspondante.

OS4.5 : Dualité Onde-corpuscule de la lumière :

La dualité onde-corpuscule de la lumière traduit la double nature de la lumière :

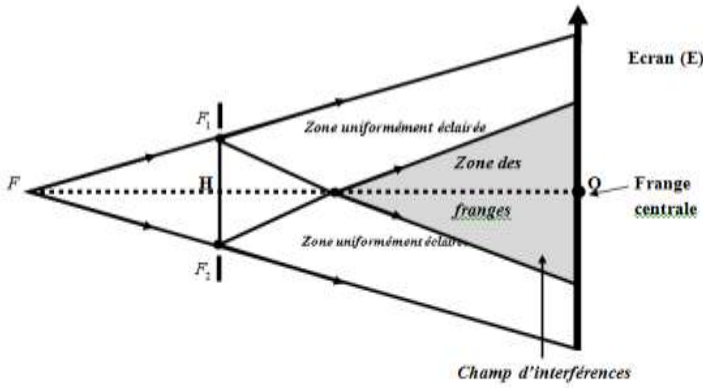
- Une nature ondulatoire : qui se traduit par le phénomène d'interférence lumineuse
- Une nature corpusculaire : qui se traduit par l'effet photo-électrique

1- Aspect ondulatoire de la lumière : Interférence lumineuse

<u>Expérience des fentes de Young</u>

Le phénomène d'interférence lumineuse se manifeste lorsqu'il y a superposition d'ondes de même fréquence, de même nature et de même direction de propagation dont le déphasage reste constant.

Il est observable à l'aide du dispositif des fentes de **YOUNG** qui mettent en évidence la nature **ondulatoire de la lumière**



L'observation de la zone d'interférence montre des bandes alternativement sombres (franges sombres) et brillantes (franges brillantes) parallèles : ce sont les **franges d'interférences.**

Etude analytique :

Comme pour les interférences mécanique, l'élongation du mouvement résultant en un point M du champ d'interférence est telle que :

$$\boxed{y_M(t) = 2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1)\sin\left[\frac{2\pi}{T}t - \frac{\pi}{\lambda}(d_2 + d_1)\right]}$$

L'amplitude du mouvement résultant est $\mathcal{A} = 2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(\boldsymbol{d_2} - \boldsymbol{d_1})$.

- L'éclaire est maximale (franges brillantes) lorsque l'amplitude est maximale c'est-à-dire $\mathcal{A} = \pm 2a$

On a : $2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) = \pm 2a \Longrightarrow \cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) = \pm 1 \Longrightarrow \frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) = k\pi$

$$\boxed{d_2 - d_1 = k\lambda}$$

- L'éclaire est minimale (franges sombres ou obscures) lorsque l'amplitude est maximale c'est-à-dire $\mathcal{A} = 0$

on a : $\mathcal{A} = 0 \Longrightarrow 2a\cos\frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) = 0 \Longrightarrow \frac{\pi}{\lambda}(d_2 - d_1) = \frac{\pi}{2} + k\pi$

Soit $\boxed{\boldsymbol{d_2 - d_1 = (\frac{1}{2} + k)\lambda}}$

a- Différence de marche : $\boxed{\delta = \frac{ax}{D}}$

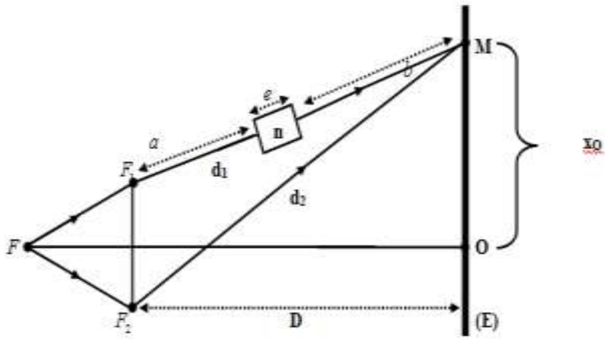
b- Interfrange : C'est la distance séparant les milieux des deux **franges consécutives (voisines) de même nature**.

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

c- Ordre d'interférence : On défini l'ordre d'interférence par la relation $p = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{x_k}{i}$. Il permet de déterminer la nature des franges

- **Pour des franges brillantes :** $\boldsymbol{p = \frac{x_k}{i} = \frac{ki}{i} = k}$
- **Pour des franges sombres :** $p = \frac{x_k}{i} = \frac{\left(k+\frac{1}{2}\right)i}{i} = k + \frac{1}{2}$

d- Interposition d'une lame de verre :



On a : $\delta' = F_2M - [F_1M + (n-1)e]$

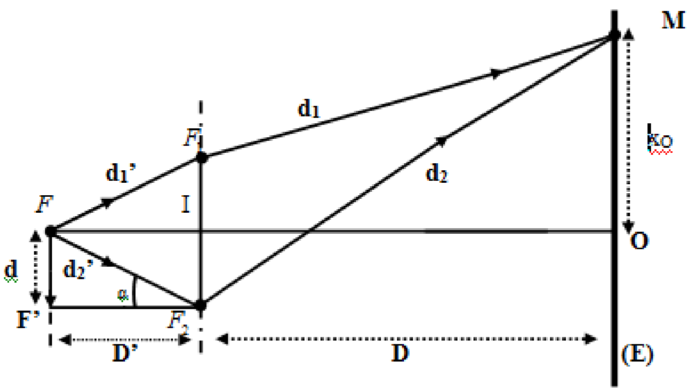
$\delta' = F_2M - F_1M - (n-1)e = \delta - (n-1)e$

Soit $\boxed{\delta' = \frac{ax}{D} - (n-1)e}$

Pour la frange centrale, $k = 0$; $x = x_0$ *et* $\delta' = 0 \Longrightarrow \frac{ax_0}{D} - (n-1)e = 0$ soit

$$\boxed{x_0 = \frac{D(n-1)e}{a}}$$

Déplacement latéral de la source : Déplaçons la source F vers le bas parallèlement aux sources secondaire



La nouvelle différence de marche devient :

$\delta' = (d_2' + d_2) - (d_1' + d_1)$

$\delta' = d_2' + d_2 - d_1' - d_1$

$\delta' = (d_2' - d_1') + (d_2 - d_1)$

$\delta' = (d_2' - d_1') + \frac{ax}{D}$

On obtient : $\boxed{\delta' = \frac{ad}{D'} + \frac{ax}{D}}$

Pour la frange centrale $x = x_0$ *et* $\delta' = 0$

On a : $\frac{ad}{D'} + \frac{ax_0}{D} = 0$

soit $\boxed{x_0 = -\frac{Dd}{D'}}$

La source étant déplacement vers le bas, le système de frange se déplace vers le bas. Pour ramener le tout au niveau initial, on place une lame à face parallèle devant F_2 et la différence de marche devient :

$$\boxed{\delta' = \frac{ax}{D} + \frac{ad}{D'} + (n-1)e}$$

Si au contraire, la source est déplacée vers le haut, on place la lame à face parallèle devant F_1 et la différence de marche devient :

$$\boxed{\delta' = \frac{ax}{D} + \frac{ad}{D'} - (n-1)e}$$

Source émettant simultanément deux radiations lumineuse : Phénomène de Coïncidence

Lorsque la source principale F émet simultanément deux radiations de longueur d'onde λ_1 et λ_2. On observe sur l'écran une superposition de deux figures d'interférences ; la frange centrale étant brillante et commune aux deux systèmes de franges. Au-delà de la frange centrale, on observe une alternance des franges brillantes avec à certains endroit des coïncidences.

La relation suivante permet de déterminer les positions des franges qui coïncident :

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

Interférence en lumière blanche :.

Lorsqu'on éclaire les fentes en lumière blanche, on observe sur l'écran une frange centrale brillante blanche, au-delà de la frange centrale deux ou trois franges brillantes mais fortement irisées ***(ayant des contours flou)*** et au-delà de ces franges, une teinte grisâtre appelé ***blanc d'ordre supérieure***

L'observation au spectroscope du blanc d'ordre supérieur révèle un spectre avec cannelures (radiations manquantes) pour les quelles l'abscisse est $x_k = \left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a}$

Détermination du nombre de cannelures :

$$x_k = \left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{ax}{\left(k+\frac{1}{2}\right)D}$$

$$0{,}4.10^{-6} \leq \lambda \leq 0{,}8.10^{-6}$$

$$0{,}4.10^{-6} \leq \frac{ax}{\left(k+\frac{1}{2}\right)D} \leq 0{,}8.10^{-6}$$

$$\boxed{\frac{\mathbf{10^6 ax}}{\mathbf{0,8D}} - \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}} \leq \boldsymbol{k} \leq \frac{\mathbf{10^6 ax}}{\mathbf{0,4D}} - \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{2}}}$$

Série d'exercices :

Exercice 1 : Une source monochromatique S éclaire deux (2) fentes S_1 et S_2 distantes de $3mm$. La source S est située sur la perpendiculaire au plan S_1S_2 à 50cm de ce plan. On observe des franges d'interférences sur un écran E situé à $3m$ du plan S_1S_2.

1- Fais le schéma du dispositif utilisé.
2- Sachant que la 5ème frange brillante située d'un côté de la frange centrale et la 4ème frange brillante située de l'autre côté sont distantes de $L = 5{,}4mm$. Trouve la longueur d'onde de la radiation lumineuse S.
3- On déplace S vers le bas de $2{,}5cm$ parallèlement à S_1S_2. De combien et dans quel sens se déplace la frange centrale ?
4- On ramène la frange centrale à sa position primitive en plaçant devant l'une des fentes une lame à faces parallèles d'indice de réfraction $n = 1{,}5$. Devant quelle fente doit-on la mettre et quelle est son épaisseur ?

Exercice 2 : Une source S monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 420nm$ éclaire deux (2) fentes S_1 et S_2 distantes de $a = 1mm$, situées dans un plan vertical distant de S de $d = 1m$. Un écran E vertical est placé à une distance $D = 2m$ des fentes. On observe des franges d'interférences sur l'écran (E).

1- Calcule la valeur de l'interfrange.
2- A quelle distance de la frange centrale se situe le centre P de la 8ème frange brillante et le centre Q de la 6ème frange obscure ?
3- On déplace la source S de 1cm vers le bas. Dans quel sens, et de combien se déplace la frange centrale ?
4- La largeur du champ d'interférence est $L = 25mm$. Combien de franges obscures et de franges brillantes observe-t-on ?

Exercice 3 :

1- On réalise une expérience d'interférences lumineuse dans l'air à l'aide du dispositif de YOUNG. A partir d'une source ponctuelle S, on obtient deux sources synchrones S_1 et S_2 distantes de $a = 2{,}5mm$. La source émet une radiation lumineuse de longueur d'onde $\lambda = 0{,}500\mu m$ et on observe les franges d'interférences sur un écran E situé à une distance $D = 1m$ du plan des fentes S_1S_2.

  a- Comment appelle-t-on la zone de l'écran où se forment les franges d'interférences ?
  b- Etablir la formule de l'interfrange i et calculer sa valeur.
  c- Déterminer la nature de la frange située au point M distant de $X = 0{,}9mm$ de la frange centrale.

2- On plonge tout le dispositif dans l'eau.

  a- calcule la nouvelle valeur i de l'interfrange.
  b- Comparer i et i, et conclure.

On donne : indice de réfraction de l'eau n= 4/3.

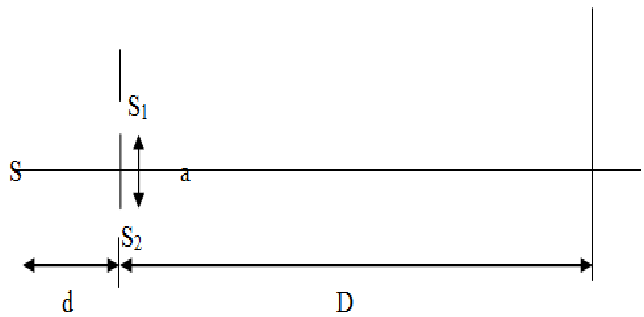
Exercice 4 : Une source monochromatique S éclaire deux (2) fentes S_1 et S_2 distantes de 3mm. La source S est située sur la perpendiculaire au plan S_1S_2 à 50cm de ce plan. On observe des franges d'interférences sur un écran E situé à $3m$ du plan S_1S_2.

1- Fais le schéma du dispositif utilisé.
2- Sachant que la 5ème frange brillante située d'un côté de la frange centrale et la 4ème frange brillante située de l'autre côté sont distantes de $L = 5{,}4mm$. Trouve la longueur d'onde de la radiation lumineuse S.
3- On déplace S vers le bas de $2{,}5cm$ parallèlement à S_1S_2. De combien et dans quel sens se déplace la frange centrale ?
4- On ramène la frange centrale à sa position primitive en plaçant devant l'une des fentes une lame à faces parallèles d'indice de réfraction $n = 1{,}5$. Devant quelle fente doit-on la mettre et quelle est son épaisseur ?

Exercice 5 : Un écran E parallèle au segment O_1O_2 est éclairé par deux (2) sources cohérentes ponctuelles O_1O_2. L'écran E et le segment O_1O_2 sont distants de $D = 200cm$; il se forme alors des franges d'interférences.

1- La longueur d'onde en lumière monochromatique étant $\lambda = 0{,}6\mu m$ et deux franges obscures sont séparées $d = 0{,}08cm$. Calcule la valeur du segment O_1O_2.
2- Combien de franges obscures observe-t-on si le champ d'interférences a pour longueur $22mm$?
3- Successivement, les sources O_1 et O_2 émettent des radiations de longueur d'onde $\lambda = 0{,}6\mu m$; $\lambda' = 0{,}54\mu m$. Quelle est l'observation faite sur l'écran ? Détermine la distance qui existe entre deux coïncidences successives.
4- Le dispositif étant toujours dans l'air, on place devant la fente O_1 une lame d'épaisseur $e = 8\mu m$ et d'indice $n = 1{,}5$. Calcule le déplacement de la frange centrale.
5- Les sources O_1O_2 émettent maintenant de la lumière blanche composée de toutes les couleurs comprises entre $400nm$ et $750nm$.
   a- Qu'observe-t-on sur l'écran ?
   b- On dispose la fente d'un spectroscope sur l'écran E à la distance $X = 5mm$ de la frange centrale. Quel est l'aspect du spectre observé dans l'appareil ? Déduis les longueurs d'ondes des radiations manquantes.

Exercice 6 : On réalise l'expérience des interférences lumineuses avec le dispositif des fentes de Young. La distance entre la source S monochromatique et le plan des fentes S_1 et S_2 est $= 50cm$. La distance entre les fentes est $a = 3mm$. L'écran est placé à la distance $D = 2m$ du plan des fentes .



1- La distance entre la $6^{ème}$ frange brillante située d'un côté de la frange centrale et la $6^{ème}$ brillante située de l'autre côté est L=4,8mm. Déterminer la longueur d'onde λ_1.
2- La source S émet une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda_2 = 0{,}60\mu m$. On la déplace verticalement

vers S_1 de y=2,5mm. On constate un déplacement vertical de x du système de franges sur l'écran.

a) Etablis l'expression de la différence de marche δ en fonction de y, x, D, d et a.

b) Détermine la nouvelle position de la frange centrale.

c) Dire de combien et dans quel sens se déplace le système de franges.

3- Pour ramener le système de franges à sa position initiale, on se propose d'utiliser une lame de verre d'indice de réfraction n=1,5 et d'épaisseur e.

a) Devant quelle frange doit-on placer la lame ?

b) Calcule l'épaisseur de la lame.

Exercice 7 : On réalise une expérience d'interférences lumineuses à l'aide de deux fentes étroites S_1 et S_2 parallèle, distantes de a, éclairées par une fente S_0 qui leur est parallèle et qui émet une lumière de longueur d'onde λ_0. L'écran d'observation E est disposé parallèlement au plan des fentes S_1 et S_2 et perpendiculairement à la droite S_0O. Le point O milieu de S_1S_2 est la distance D de l'écran E et à la distance d de S_0. On suppose : d>>a et D>>a.

Dans tout le problème la différence de marche entre les deux ondes de la source S_0 et qui interfèrent en M est $\delta = (S_0S_1 + S_1M)-(S_0S_1 + S_2M)$ pour des applications numériques, on prendra $\lambda_0 = 0{,}6\mu m$, $a = 1mm$ et $D = 2m$.

1- Faire le schéma du dispositif
2- Qu'observe-t-on sur l'écran E ?
3- Calculer l'interfrange i et la distance de la frange centrale à la cinquième frange sombre.
4- Quelle est la nature des franges situées sur l'écran aux distances respectives : 3,6mm ; 4,2mm ; 8,4mm et 9,0mm ?
5- On déplace la source S_0 d'une distance y vers le haut parallèlement aux fentes S_1S_2. De combien et dans quel sens se déplace la frange brillante d'ordre zéro ? On donne d= 75cm et y= 0,5cm
6- On remplace la source précédente par une source émettant deux lumière, l'une de longueur d'onde = 0,5cm et l'autre de longueur d'onde λ_1.
   a- Dire ce que l'on observe sur l'écran
   b- Quelle doit-être la valeur de la longueur d'onde pour que la première coïncidence soit observée lorsque la 5ème frange brillante de λ_0 se superpose à la 6ème frange brillante de λ_1 de la frange centrale ?

Exercice 8 : Un écran E parallèle au segment O_1O_2 est éclairé par deux sources ponctuelles O_1O_2. L'écran E et le segment O_1O_2 sont distants de $200cm$; il se forme alors des franges d'interférences.

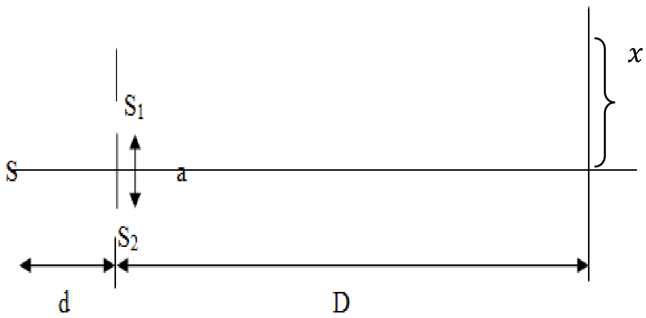
1- La longueur d'onde en lumière monochromatique étant $\lambda = 0{,}6\mu m$ et deux franges obscures sont séparées de $d = 0{,}08cm$, calcule la valeur du segment O_1O_2.
2- Successivement, les sources O_1 et O_2 émettent des radiations de longueur d'onde $\lambda = 0{,}6\mu m$ et $\lambda' = 0{,}54\mu m$.
   a- Quelle est l'observation faite sur l'écran ?
   b- Détermine la distance qui existe entre deux coïncidences successives.
3- Le dispositif étant toujours dans l'air et éclairé par la radiation de longueur d'onde λ, on place devant la fente O_1 une lame à face parallèle d'épaisseur $e = 9\mu m$ et d'indice $n = 1{,}5$. Calcule le déplacement de la frange centrale.
4- Les sources O_1O_2 émettent maintenant de la lumière blanche composée de toutes les couleurs comprises entre $400nm$ et $750nm$
   a- Qu'observe-t-on sur l'écran ?
   b- On dispose la fente d'un stroboscope sur l'écran E à la

distance $X = 5mm$ de la frange centrale.

b1- Quel est l'aspect du spectre observé dans l'appareil ?

b2- Déduis les longueurs d'ondes des radiations manquantes.

Exercice 9 : On veut déterminer l'épaisseur d'une lame transparente à faces parallèles. Pour cela, on utilise le dispositif de Young



On observe dans l'air des franges sur l'écran P parallèle au plan des fentes et situé à une distance D de ces fentes. Soit λ la longueur d'onde dans le vide de la lumière monochromatique employée, L la largeur de N interfranges successives et i l'interfrange.

1- Etablis l'expression de la différence de marche δ d'un point M en fonction de D, a et x

2- Déduis l'expression de l'interfrange i

3- a) Etablis la relation donnant la longueur λ en fonction de a , d , L et N

b) Calcule les valeurs de λ et i pour $a = 2mm, L = 4mm, N = 12$ et $D = 1m$

4- On recouvre la source S_1 du coté de l'écran par une lame de verre à faces parallèles, d'épaisseur e et d'indice de réfraction $n = 1{,}52$. On constate un déplacement de la frange centrale de $X_0 = 4{,}40mm$. Détermine l'épaisseur de la lame de verre.

2- Aspect corpusculaire de la lumière : Effet photoélectrique

a- Définition : C'est l'extraction d'électrons d'un métal par un rayonnement électromagnétique (rayons X, lumière ultraviolette, lumière infrarouge, rayonnement γ ...).

b- Condition de l'effet photoélectrique :

- **Sur l'énergie incidente :** $\boldsymbol{W \geq W_0}$
- **Sur la fréquence :** $\boldsymbol{\vartheta \geq \vartheta_0}$
- **Sur la longueur d'onde :** $\frac{1}{\lambda} \geq \frac{1}{\lambda_0}$ c'est-à-dire $\lambda_0 \geq \boldsymbol{\lambda}$

c- Energie cinétique maximale et vitesse maximale de l'électron

- **Energie cinétique maximale de l'électron :** C'est l'énergie de sortie (**d'éjection**) de l'électron de la cathode pour l'anode.

Si $\boldsymbol{W > W_0}$: Il y a effet photoélectrique. L'excès d'énergie est utilisé par l'électron pour son déplacement vers l'anode sous forme d'énergie cinétique.

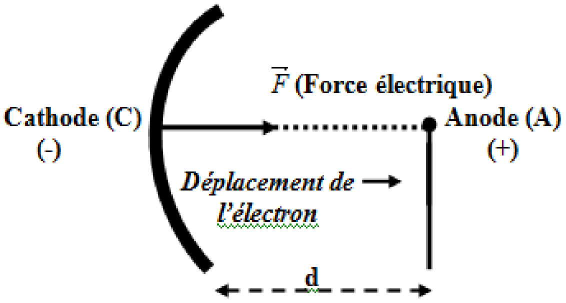
On a : $W = W_0 + E_{C_{max}} \Longrightarrow E_{C_{max}} = W - W_0$ Soit $\boldsymbol{E_{C_{max}} = hC\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)}$

- **Vitesse maximale de l'électron :** C'est la vitesse de sortie (**vitesse d'éjection**) de l'électron de la cathode pour migrer vers l'anode

$$E_{C_{max}} = \frac{1}{2}m_e V^2{}_{max} = hC\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$$

Soit $\boldsymbol{V_{max}} = \sqrt{\frac{2hC}{\boldsymbol{m_e}}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)}$

- **Vitesse d'arrivée de l'électron à l'anode :** C'est la vitesse avec laquelle l'électron expulsé de la cathode atteint l'anode (**vitesse finale**).



Système : électron de masse m_e

Référentiel: TSG

Bilan des forces : F

TEc : $\Delta E_C = \sum W_{\vec{F}_{ext}} \Rightarrow E_{C_A} - E_{C_{max}} = W_F$

$\frac{1}{2} m_e V^2{}_A - E_{C_{max}} = eU_{AC}$ Soit

$$V_A = \sqrt{\frac{2}{m_e}\left(eU_{AC} + E_{C_{max}}\right)}$$

$$\boxed{V_A = \sqrt{V^2_{max} + \frac{2eU_{AC}}{m_e}}}$$

d- Intensité ou courant de saturation I_S

C'est **l'intensité maximale** atteinte quand tous les électrons extraits de la cathode par la lumière monochromatique sont captés par l'anode. La quantité d'électricité du courant d'intensité I_S pendant un temps t est Or en effet photoélectrique, $t = 1s$

On a : $I_S = ne$

e- Potentiel ou tension d'arrêt de la cellule

C'est la tension qui empêche tous les électrons extraits de la cathode d'atteindre l'anode :

$U_{AC} = V_A - V_C = -U_O$.

A l'arrêt : $E_{C\max} = eU_O$

$$U_O = \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_O}\right) = \frac{h}{e}(\nu - \nu_O)$$

f- Rendement quantique de la cellule :

C'est le rapport entre le nombre d'électrons arraché par le nombre de photons incident

$$r = \frac{n}{N} \text{ or } n = \frac{I_S}{e} \text{ et } N = \frac{P\lambda}{hC} \Rightarrow$$

$$r = \frac{I_S.h.C}{e.P.\lambda}$$

g- Sensibilité d'une cellule photoélectrique :

C'est le rapport de l'intensité de saturation par la puissance la cellule photoémissive

$$S = \frac{I_S}{P} = \frac{ne}{nh\nu} = \frac{e}{h\nu} = \frac{e\lambda}{hC}$$

Série d'exercices :

Exercice 1 : On éclaire une cellule photoélectrique avec une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda_1 = 440nm$. Le seuil photoélectrique de la cellule est $\lambda_0 = 550nm$. La différence de potentiel entre l'anode A et la cathode C est $U_{AC} = 24{,}75V$.

1- Calcule le travail d'extraction W_0 d'un électron de la photocathode.
2- Quelle est l'énergie cinétique maximale E_{cmax} d'un électron au sortir de la cathode ?
3- Calcule la vitesse V_A avec laquelle, l'électron atteint l'anode.
4- Le courant de saturation I_s= 0,8µA qui traverse la cellule photoélectrique résulte des électrons arrachés à la cathode par un bombardement des photons dont 0,5% sont efficaces. Quel est par seconde, le nombre N des photons qui frappent cette cellule ?

On donne : h= $6{,}62.10^{-34}$J.s ; c= 3.10^8m.s^{-1} ; e= $1{,}6.10^{-19}$C ; 1nm= 10^{-9}m ; 1µm= 10^{-6}m

Exercice 2 : Au cours d'une expérience sur l'effet photoélectrique, une radiation de longueur d'onde λ_1= 0,40µm émet des électrons dont la valeur absolue du potentiel d'arrêt vaut U_{01}= 0,875V. Sur la même cathode, une autre radiation de longueur d'onde λ_2= 0,30µm émet des électrons dont la valeur absolue du potentiel d'arrêt vaut U_{02}= 1,91V.

1- Montre que pour cette expérience, la constante de Planck a pour valeur h=6,62.10^{-34}J.s.
2- Calcule en joules et en électronvolt le travail d'extraction d'un électron de cette cathode.
3- Déduis la longueur d'onde et la fréquence du seuil photoélectrique.
4- Pour la longueur d'onde λ_2 :
   a- Calculer l'énergie cinétique maximale avec laquelle les électrons quittent la cathode ;
   b- En déduire la vitesse d'expulsion d'un électron de la cathode.

On donne : c= 3.10^8m.s^{-1} ; m_e= 9,1.10^{-31}kg ; e= 1,6.10^{-19}C ; 1µm= 10^{-6}m ;

Exercice 3 : La cathode d'une cellule photoélectrique au potassium est éclairée par deux (2) radiations lumineuses, l'une de longueur d'onde $\lambda = 0{,}49\mu m$, l'autre de longueur d'onde $\lambda' = 0{,}6\mu m$. Le travail d'extraction vaut $W_0 = 2,25ev$.

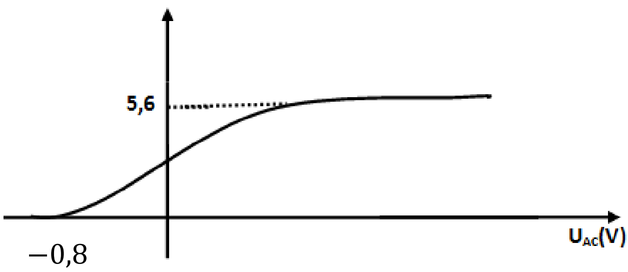
1- Les deux radiations permettent-elles l'émission d'électrons ? Justifier.
2- Lorsque la cellule est éclairée par la radiation de longueur d'onde $\lambda = 0{,}49\mu m$, quelle est la vitesse maximale avec laquelle les électrons quittent la cathode ?
3- La lumière ayant toujours la longueur d'onde $\lambda = 0{,}49\mu m$, la puissance rayonnante reçue par la cathode étant $p = 9.10^{-7}W$, on constate que l'intensité du courant de saturation de la cellule est $I_S = 4.10^{-9}A$ .Déduis le rendement quantique de la cellule

Exercice 4 : Une cellule photoélectrique à vide est éclairée par une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0{,}466\mu m$. La caractéristique $I = f(U)$ de cette cellule est représenté par la cellule ci-dessous.

Calcule :

1- L'énergie cinétique maximale (en joules et en électronvolt) des électrons émis.
2- La puissance lumineuse reçue par la cathode si le rendement quantique de cette cellule est $r = 0{,}7\%$.
3- La vitesse d'impact des électrons sur l'anode si la différence de potentiel entre l'anode et la cathode est de $10V$.

On donne : h= 6,62.10^{-34}J.s ; 1eV= 1,6.10^{-19}J; c= 3.10^8m.s^{-1} ; m_e= 9,1.10^{-31}kg ; e= 1,6.10^{-19}C



radiations : l'une orange de longueur d'onde $\lambda_1 = 0{,}60\mu m$, l'autre rouge de longueur d'onde$\lambda_1 = 0{,}75\mu m$. La fréquence seuil de cette cathode est $N_0 = 4{,}54.10^{14}Hz$.

1- Montre qu'une seule des deux radiations produit l'effet photoélectrique.
2- Calcule en joule et en ev, l'énergie minimale nécessaire à l'extraction d'un électron de la cathode
3- a) Calcule l'énergie cinétique maximale d'un électron émis de la cathode.
   b) Avec quelle vitesse atteint-il l'anode si on applique entre l'anode et la cathode une tension $U_{AC} = 5V$. On donne : C= 3.10^8m.s^{-1} ; m_e= 9,1.10^{-31}kg ; e= 1,6.10^{-19}C ; 1µm= 10^{-6}m ; h=6,62.10^{-34}J.s

Exercice 6 : On éclaire une cellule photoélectrique avec une radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda_1 = 440nm$. Le seuil photoélectrique de la cellule est $\lambda_0 = 550nm$. La différence de potentielle entre l'anode A et la cathode C est $U_{AC} = 24,75V$.

1- Calcule le travail d'extraction W_0 d'un électron de la photocathode.
2- Quelle est l'énergie cinétique maximale d'un électron au sortir de la cathode ?
3- Calcule la vitesse avec laquelle, l'électron atteint l'anode
4- Le courant d'intensité $I_S = 0,8\mu A$ qui traverse la cellule résulte des électrons arrachés à la cathode par un bombardement des photons dont 0,5% sont efficaces. Calcule le nombre de photons N qui frappent la cathode par seconde.

Exercice 7 : On dispose d'une cellule dont l'énergie d'extraction d'un électron du césium est $W_0 = 1,88ev$. On souhaite déterminer le rendement quantique de cette cellule en passant par les étapes suivantes.

1- Calcule la fréquence N_0 et la longueur d'onde λ_0 correspondant au seuil photoélectrique
2- Une cathode au césium reçoit un rayonnement de longueur d'onde $\lambda = 600nm$. Quelle est l'énergie cinétique d'un électron après interaction photoélectrique ?
3- La puissance lumineuse de ce rayonnement est $5mW$.
   a- Quel est le nombre de photons reçus par la photocathode ?
   b- Déduis le nombre d'électrons susceptibles d'être arrachés si on suppose que tous les photons sont efficaces.
4- Le courant de saturation de cette cellule photoélectrique est $6,8\mu A$.
   a- Déduis le nombre d'électrons collectés
   b- Détermine le rendement de la cellule.

Exercice 8 : Dans le but de déterminer la vitesse d'expulsion d'un électron de la cathode d'une cellule photoélectrique, on procède de la manière suivante.

Au cours d'une expérience, une radiation de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,40\mu m$ émet des électrons dont la valeur absolue du potentiel d'arrêt vaut $U_{01} = 0,875V$. Sur la même cathode, une autre radiation de longueur d'onde $\lambda_2 = 0,30\mu m$ émet des électrons dont la valeur absolue du potentiel d'arrêt vaut $U_{02} = 1,91V$.

1- Quelle est la valeur de la constante de Planck
2- Calcule en joule et ev le travail d'extraction d'un électron de cette cathode
3- Déduis-en la valeur de la longueur d'onde et la fréquence du seuil photoélectrique.
4- Pour la longueur d'onde λ_2
   a- Calcule l'énergie cinétique maximale avec laquelle les électrons quittent la cathode
   b- Déduis la vitesse d'expulsion d'un électron de la cathode.

ELECTROCINETIQUE

OBJECTIF GENERAL 1 : Réaliser l'étude d'un circuit électrique en courant alternatif

Définition : Un courant est dit alternatif lorsqu'il change de sens des intervalles de tes égaux appelés alternances. Ou un courant alternatif est un courant qui change de sens deux fois par période et transporte alternativement dans un sens ou dans un autre la même quantité d'électricité.

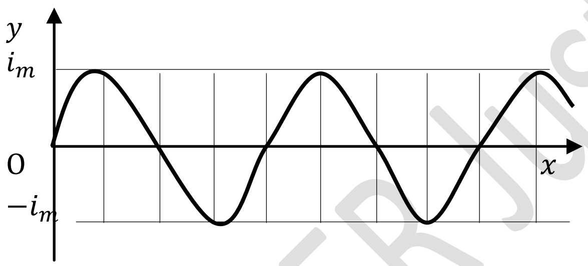
3- Courant alternatif sinusoïdal :

Un courant alternatif sinusoïdal est un courant dont l'intensité du courant instantané est une fonction sinusoïdale du temps de la forme

$i(t) = I_m \sin\frac{2\pi}{T}t = I_m \cos\frac{2\pi}{T}t$

Sa représentation graphique est

t	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$
i	0	I_m	0	$-I_m$



4- **Intensité efficace :** Notée I_{eff}, il est égal à l'intensité d'un courant qui passant dans le même conducteur ohmique, y produirait la même quantité de chaleur pendant chaque période que le courant alternatif d'intensité $i(t)$. $I = I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ soit $I_m = I\sqrt{2}$

5- Tension efficace : Elle est définie par

$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ soit $U_m = U\sqrt{2}$

6- **Comportement de certains dipôles en courant continue d'intensité I_C**

- Un conducteur ohmique ou résistor de résistance R se laisse traverser par un courant continu et courant alternatif : la tension à ces bornes vaut $U_C = RI_C$
- Un condensateur ne se laisse jamais traversé par un courant continu
- Une bobine pure ou bobine non résistive ne se laisse jamais traversé par un courant continu
- Une bobine résistive est caractérisée par son inductance L et la résistance interne r se laisse traverser par un courant continu en se comportant comme un simple conducteur ohmique : la tension aux de cette bobine est telle que $U_C = rI_C$

7- **Notion d'impédance :** Notée Z, l'impédance est donnée par la relation $Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{U\sqrt{2}}{I\sqrt{2}}$ $\boxed{Z = \frac{U}{I}}$

8- Loi d'ohm aux bromes des dipôles élémentaires

a- Aux bornes d'un conducteur ohmique :

$$u_R(t) = U_R\sqrt{2}\sin\omega t$$

Le déphase : le déphasage entre $i_R(t)$ et $u_R(t)$ est égal à zéro : aux bornes d'un conducteur ohmique, l'intensité et la tension sont en phase.

Impédance : D'une manière générale, $u_R(t) = U\sqrt{2}\sin\omega t = RI\sqrt{2}\sin\omega t$ Or $U = ZI$ et on obtient $u_R(t) = ZI\sqrt{2}\sin\omega t$

Par identification : $ZI\sqrt{2} = RI\sqrt{2}$ soit $\boldsymbol{Z = R}$

Représentation de Fresnel :

b- Aux bornes d'une bobine pure :

$$u_L(t) = U_L\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Le déphase : le déphasage entre $i_L(t)$ et $u_L(t)$ est égal à $\frac{\pi}{2}$: aux bornes d'un conducteur ohmique, la tension est en quadrature avance sur l'intensité.

Impédance : $\boldsymbol{Z_L = L\omega}$

Représentation de Fresnel :

c- <u>Aux bornes d'un condensateur</u> :

$$\boldsymbol{u_C(t) = U_C\sqrt{2}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)}$$

<u>Le déphasage</u> : D'une manière générale $u_C(t) = U_C\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$

Par analogie : $\sin(\omega t + \varphi) = \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \Rightarrow \boldsymbol{\varphi = -\frac{\pi}{2}}$

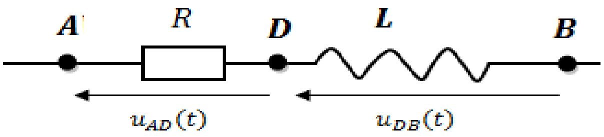
La tension instantanée $u_C(t)$ est en quadrature retard sur l'intensité instantanée

<u>Impédance</u> : $Z_C = \frac{1}{C\omega}$

<u>Représentation de Fresnel</u> :

9- <u>Loi d'ohm aux bornes des dipôles composés</u> :

a- <u>Résistor monté en série avec une bobine pure</u> : Circuit RL

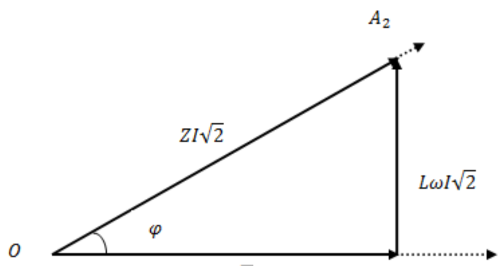


D'après la loi de l'additivité des tensions $u_{AB}(t) = u_{AD}(t) + u_{DB}(t)$

Soit

$$u_{AB}(t) = RI\sqrt{2}\sin\omega t + L\omega I\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

<u>Construction de Fresnel</u> :



<u>Impédance</u>: Le théorème de Pythagore applique au triangle OA_1A_2

$$OA_2^2 = OA_1^2 + A_1A_2^2 \Rightarrow$$

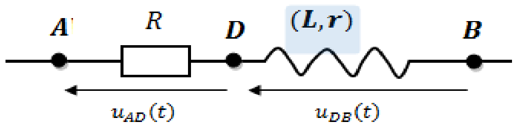
$$\left(ZI\sqrt{2}\right)^2 = \left(RI\sqrt{2}\right)^2 + (L\omega I\sqrt{2})^2$$

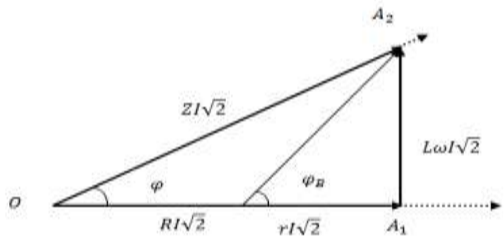
on obtient $\boldsymbol{Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}}$

<u>Déphasage</u> : $\tan\varphi = \frac{L\omega I\sqrt{2}}{RI\sqrt{2}} = \frac{L\omega}{R}$ **OU** $\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2+(L\omega)^2}}$

Remarque :

Lorsque la bobine est résistive La construction de Fresnel est la suivante





Détermination des caractéristiques de la bobine

De façon générale $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2}$

or $Z = \frac{U}{I}$ Soit $\frac{U}{I} = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2}$

Pour la bobine $\frac{U_B}{I} = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$ on obtient le système :

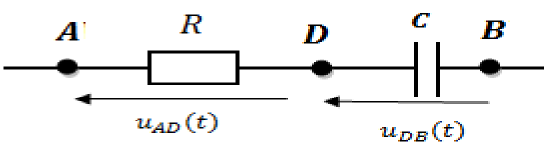
$$\begin{cases} \frac{U}{I} = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2} \\ \frac{U_B}{I} = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2} \end{cases}$$

Après résolution on trouve :

$$\boldsymbol{r = \frac{1}{2R}\left[\left(\frac{U}{I}\right)^2 + \left(\frac{U_B}{I}\right)^2\right] - \frac{R}{2}} \text{ et}$$

$$\boldsymbol{L = \frac{1}{2\pi N}\sqrt{\left(\frac{U_B}{I}\right)^2 - r^2}}$$

b- <u>Résistor monté en série avec un condensateur</u> : Circuit RC

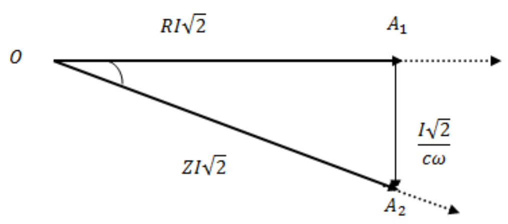


D'après la loi de l'additivité des tensions $u_{AB}(t) = u_{AD}(t) + u_{DB}(t)$

Soit

$$u_{AB}(t) = RI\sqrt{2}\sin\omega t + \frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

Construction de Fresnel :



Impédance: Le théorème de Pythagore applique au triangle OA_1A_2

$$OA_2^2 = OA_1^2 + A_1A_2^2$$

$$\Rightarrow \left(ZI\sqrt{2}\right)^2 = \left(RI\sqrt{2}\right)^2 + \left(\frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\right)^2$$

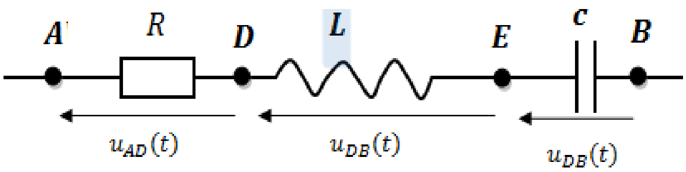
on obtient $\boldsymbol{Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega}\right)^2}}$

Déphasage :

$\boldsymbol{\tan\varphi = -\frac{\frac{I\sqrt{2}}{C\omega}}{RI\sqrt{2}} = -\frac{1}{RC\omega}}$ **OU**

$\boldsymbol{\cos\varphi = -\frac{1}{RC\omega}}$

c- Résistor monté en série avec une bobine et un condensateur : Circuit RLC



D'après la loi de l'additivité des tensions

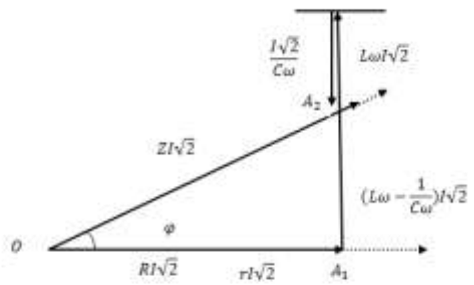
$u_{AB}(t) = u_{AD}(t) + u_{DE}(t) + u_{EB}(t)$

Soit

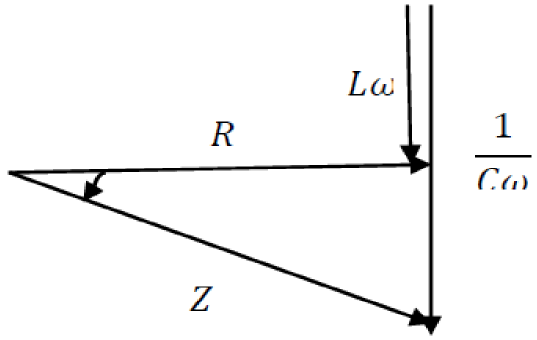
$u_{AB}(t) = RI\sqrt{2}\sin\omega t + L\omega I\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) + \frac{I\sqrt{2}}{C\omega}\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$

Construction de Fresnel :

1[er]Cas : $L\omega > \frac{1}{C\omega}$ Le circuit est inductif



2[ème] Cas : $L\omega < \frac{1}{C\omega}$ Le circuit est inductif



Impédance: Le théorème de Pythagore applique au triangle OA_1A_2

$$OA_2^2 = OA_1^2 + A_1A_2^2$$

$$\left(ZI\sqrt{2}\right)^2 = \left(RI\sqrt{2}\right)^2 + \left[\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)I\sqrt{2}\right]^2$$

on obtient $\boldsymbol{Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}$;

Déphasage :

$\boldsymbol{\tan\varphi = \frac{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)I\sqrt{2}}{RI\sqrt{2}} = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}}$ **OU**

$\boldsymbol{\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}}$

Remarque : $X = L\omega - \frac{1}{C\omega}$ n'est autre que la réactance

- Si le circuit est inductif, la réactance est positive
- Si le circuit est capacitif, la réactance est négative

10- Puissance électrique moyenne consommée dans un circuit :

Elle est donnée par la relation $P = U.I\cos\varphi$; $\cos\varphi$ est appelé facteur de puissance

11-la résonance d'intensité

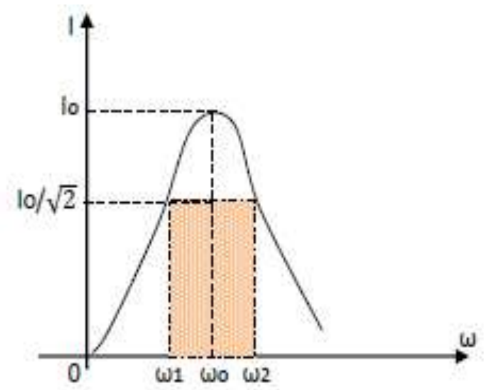
a- Définition : On appelle résonance d'intensité, le phénomène qui s'observe :

- Lorsque l'intensité instantanée du courant et la tension instantanée sont en phase
- Lorsque l'intensité efficace prend une valeur maximale $I_0 = \frac{U}{R}$
- Lorsque l'impédance du circuit a une valeur minimale égale à la somme de toutes les résistances
- Lorsque la pulsation atteint une valeur $\omega = \omega_0$ telle que $L\omega_0 = \frac{1}{C\omega_0}$ soit $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Par conséquent, la fréquence correspondante est telle que : $\omega_0 = 2\pi N_0$ soit $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

b- <u>Courbe de variation de l'intensité efficace en fonction de la pulsation ou fréquence</u>

Pour tout circuit RLC, l'allure de la courbe



- Si le circuit est résonant on a : $\omega = \omega_0$
- Si le circuit est capacitif on a : $L\omega < \frac{1}{C\omega}$ soit $\omega > \omega_0$
- Si le circuit est capacitif on a : $L\omega > \frac{1}{C\omega}$ soit $\omega < \omega_0$

c- <u>Bande passante</u> :

1- .<u>Définition</u> : La bande passante est l'ensemble des fréquences pour lesquelles la puissance est supérieure ou égale à $\frac{P_0}{2}$

Or $P = RI^2$ et $P_0 = RI_0^2 \Longrightarrow RI^2 \geq \frac{RI_0^2}{2}$ Soit $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

2- <u>Calcule de la largeur de la bande passante</u> : La largeur de la bande passante est $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$. Pour trouver la largeur de la bande passante on procède de la manière suivante :

On pose $P = \frac{P_0}{2} \Longrightarrow RI^2 = \frac{RI_0^2}{2}$ Soit $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ (1)

D'après la loi d'ohm : $U = ZI \Longrightarrow I = \frac{U}{Z}$ (2)

A la résonance, $Z = R$ et $I_0 = I \Longrightarrow U = RI_0 \Longrightarrow I_0 = \frac{U}{R}$ (3)

(1) ; (2) et (3) donnent : $\frac{U}{Z} = \frac{U}{R\sqrt{2}} \Longrightarrow \frac{1}{Z} = \frac{1}{R\sqrt{2}} \Longrightarrow Z = R\sqrt{2}$

Or $Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \Longrightarrow R\sqrt{2} = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} \Longrightarrow 2R^2 = R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2$

$L\omega - \frac{1}{C\omega} = \pm\sqrt{R^2} \Longrightarrow \begin{cases} L\omega_1 - \frac{1}{C\omega_1} = -R \\ L\omega_2 - \frac{1}{C\omega_2} = R \end{cases} \Longrightarrow$

$\begin{cases} L\omega_1^2 + RC\omega_1 - 1 = 0 \ (1) \\ L\omega_2^2 - RC\omega_2 - 1 = 0 \ (2) \end{cases}$

Dans (1) $\Delta_1 = (RC)^2 - 4(LC)(-1) = (RC)^2 + 4(LC)$

On a : $\omega_1' = \frac{-RC+\sqrt{(RC)^2+4(L\omega)}}{2LC}$

Dans (2) $\Delta_2 = (-RC)^2 - 4(LC)(-1) = (RC)^2 + 4(LC)$

On a : $\omega_2' = \frac{-(-RC)+\sqrt{(RC)^2+4(L\omega)}}{2LC} = \frac{RC+\sqrt{(RC)^2+4(L\omega)}}{2LC}$

$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{RC+\sqrt{(RC)^2+4(L\omega)}}{2LC} - \frac{-RC+\sqrt{(RC)^2+4(L\omega)}}{2LC} = \frac{2RC}{2LC} = \frac{R}{L}$

Or $\Delta\omega = 2\pi\Delta N \Longrightarrow 2\pi\Delta N = \frac{R}{L}$ soit

$\boldsymbol{\Delta N = N_2 - N_1 = \frac{R}{2\pi L}}$

Remarque :

- Si R est faible, la largeur de la bande passante est petite : ***la résonance est aigue*** ; le circuit est dit sélectif
- Si R est grand, la largeur de la bande passante est flou : le circuit est dit peu sélectif

3- <u>Facteur de qualité ou coefficient de surtension</u> : Grandeur sans unité définie par $Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega} = \frac{N_0}{\Delta N}$

Soit $\boldsymbol{Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{2\pi N_0 L}{R}}$

Série d'exercices :

Exercice 1 : Une bobine de résistance R, d'inductance L, est d'abord alimenté par un générateur de tension continue U_1=6V, l'intensité du courant qui la traverse est I_1=0,3A. Si elle est alimentée sous une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace 24V, l'intensité efficace vaut 0,12A. La fréquence du courant est 50Hz.

1-Détermine la résistance, l'impédance et l'inductance de la bobine.

2-On monte en série avec la bobine un condensateur de capacité C=5 µF. L'ensemble est soumis à la tension sinusoïdale précédente.

a-Détermine l'impédance de l'association.
b- Quelle est l'intensité efficace du courant ?
c- Quel est le déphasage de l'intensité par rapport à la tension aux bornes de l'association ?

Exercice 2 : 1-Une tension instantanée $u = 25cos3700t$ est établie aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance R=220 ohms.
a- Calcule la période de la tension appliquée au dipôle.
b- Donne l'expression de l'intensité instantanée du courant électrique qui traverse le conducteur ohmique
c-Calculer l'intensité efficace du courant.
2- On remplace le conducteur ohmique par un condensateur de capacité C=1 µF.
a-Calcule l'intensité efficace du courant.
b-Donne l'expression de l'intensité instantanée du courant électrique qui traverse le condensateur.
3-On remplace maintenant le condensateur par une petite bobine supposée non résistive dont l'auto-inductance est L=20mH.
a-Calcule l'intensité efficace du courant
b-Donne l'expression de l'intensité instantanée du courant électrique qui traverse la bobine.

Exercice 3 : Au cours d'une manipulation destinée à illustrer la loi d'ohm en courant alternatif, on dispose en série entre les points M et N : d'une résistance non inductive R, d'un condensateur de capacité $C=8.10^{-7}$F, d'un ampèremètre A d'impédance négligeable. On applique entre M et N une tension sinusoïdale de fréquence f=50Hz et de valeur efficace U=125V, l'ampèremètre indique un courant d'intensité efficace I=2,5A. Calcule :
1-La valeur R de la résistance
2-Le déphasage entre la tension instantanée u(t) aux bornes de la source et l'intensité instantanée i(t) dans le circuit.
3-a-Quelle est l'inductance d'une bobine de résistance nulle, à placer en série avec R et C pour que la tension et l'intensité soient en phase.
b-Quelle sera alors l'intensité I' du courant dans le circuit.

Exercice 4 : Entre deux points A et B d'un circuit RLC sont placés en série : un résistor R, une bobine pure d'inductance L et un condensateur de capacité C ayant pour tensions respectives U_R = 4V ; U_B = 2V ; U_C = 8V.
1 -Dis en justifiant si la tension est en avance ou en retard sur l'intensité.
2- A partir du diagramme de Fresnel, établis l'expression de l'impédance correspondant à ce circuit.
3- Calcule la tension efficace aux bornes de AB.
4- Calcule l'impédance de chaque dipôle sachant que l'intensité maximale vaut I_{max} = 125mA.
5- Calcule la fréquence du courant et la capacité du condensateur sachant que l'inductance de la bobine est L = $2.2\text{-}10^{-2}$H.

Exercice 5 : Une bobine B de résistance R et d'inductance L est montée en série avec un condensateur de capacité C. L'ensemble est alimenté sous une tension sinusoïdale de valeur efficace 12V et de fréquence f=50Hz. Des mesures effectuées donnent les valeurs suivantes : I=0,6A : intensité efficace ; U_1=10,2V : tension efficace aux bornes de la bobine ; U_2=16V : tension efficace aux bornes du condensateur. Calcule :
1- Les impédances Z_B de la bobine, Z_C du condensateur et Z de l'ensemble.
2- Les valeurs R et L de la bobine et C du condensateur.

Exercice 6 : 1-On branche un voltmètre aux bornes d'une source de courant alternatif. Il indique 220V. La fréquence du courant est 50Hz. Quelle est la valeur maximale de la tension de la source ?

2-On dispose en série, aux bornes de la source précédente, une résistance r, une bobine B de résistance R et de coefficient d'induction L et un ampèremètre. Celui-ci indique 3,5A. Un voltmètre branché aux bornes de la seule résistance r indique U_r=140V, et aux bornes de la bobine B, U_B=120,8V.

a- Détermine les impédances Zr de la résistance, Z_B de la bobine et Z de l'ensemble.

b- Calcule les valeurs de r, R et L

c- Détermine le déphasage entre la tension aux bornes de la source et l'intensité du courant.

Exercice 7 : On maintient entre deux points A et B une d.d.p sinusoïdale dont la valeur efficace est $7{,}4V$ et la fréquence $50Hz$. Entre A et B on monte en série une résistance non inductive $R = 10\Omega$ et une bobine dont l'inductance est L et la résistance X. On branche deux voltmètres sur le circuit (on admettra que leur induction ne modifie pas l'intensité dans le circuit). Le premier voltmètre V_1 branché aux bornes de la résistance R indique 2,8 volts. Le deuxième voltmètre aux bornes de la bobine indique 5,5 $volts$.

1- Fais le schéma du montage.
2- Calcule l'intensité efficace, l'impédance Z_2 de la bobine, puis l'impédance Z de l'ensemble résistance-bobine.
3- Calculer X et L.

Exercice 8 : Une bobine de résistance R et d'inductance L est d'abord alimentée par une tension continue U_1=10V. L'intensité du courant qui le traverse est I_1=0,5A puis une tension alternative de valeur efficace U_2=12V ; l'intensité efficace est I_2=0,06A la fréquence du courant N=50Hz.

1- Détermine l'impédance Z_2 et l'inductance L de la bobine.
2- On monte en série avec la bobine un condensateur de capacité C=10µF, la portion RLC étant aussi obtenue en fréquence.
   a- Déterminer les impédances Z_C du condensateur et Z de la portion du circuit RLC.
   b- Quelle est l'intensité efficace I′ du courant.
   c- Quelle est le déphasage, de l'intensité instantanée i′ par rapport à la tension instantanée u′.

Exercice 9 : Un circuit électrique comprend en série : un résistor de résistance $R = 20\Omega$, une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et un condensateur de capacité C.

1- On applique aux bornes de ce circuit une tension sinusoïdale de valeur efficace U et de fréquence $N_1 = 50Hz$. Les mesures donnent alors les résultats suivants :
   - ✓ Intensité efficace du courant dans le circuit $I_1 = 1{,}5A$
   - ✓ Impédance de la bobine $Z_L = 30\Omega$
   - ✓ Impédance du condensateur $Z_C = 40\Omega$

   a- Détermine :
   a.1- La valeur efficace U de la tension aux bornes du circuit ;
   a.2- L'inductance L de la bobine
   a.3- La capacité C du condensateur
   b- Montre que le circuit est capacitif
2- On applique maintenant aux bornes du circuit une nouvelle tension sinusoïdale de fréquence $N_2 = 100Hz$ et de même valeur U que la tension précédente.
   a- Calcule l'intensité efficace I_2 du courant dans le circuit
   b- Le circuit reste-t-il capacitif ? Justifier

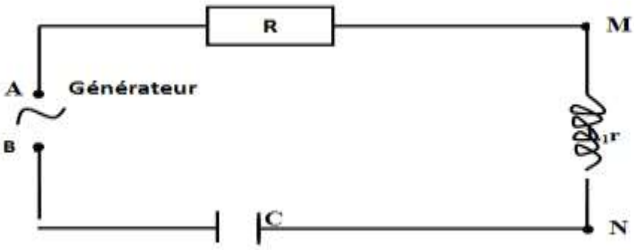
Exercice 9 : Un secteur à courant alternatif de fréquence 50Hz maintient entre deux bornes une différence de potentiel efficace 250V.

On branche en série entre ces bornes un résistor de résistance R=40Ω et une borne d'inductance L=0,138H et de résistance λ.

1- Calcule r sachant que l'intensité efficace est 2A.
2- Donne l'expression instantanée du courant en prenant comme origine de phases la phase de la tension aux bornes du circuit. Calculer le facteur de puissance du courant.
3- On branche en série avec les appareils précédents un condensateur de capacité C variable. Calculer C pour que l'intensité du courant devienne 2,5A ; U étant en avance sur i

Exercice 10 : On construit une portion de circuit en plaçant en série un dipôle ohmique de résistance R=145Ω, une bobine de résistance r=10 Ω et d'auto-inductance L=1H et un condensateur de capacité C=20µf. On néglige la résistance des fils de jonction. On applique entre les bornes A et B de cette portion de circuit, une tension sinusoïdale u de valeur efficace U=120V et de fréquence N=50Hz.

a- Quelle est l'expression littérale de l'impédance Z de cette portion de circuit ? Donne la valeur numérique de Z.
b- Quelles sont les valeurs de l'intensité efficace et du déphasage l de la tension u par rapport à l'intensité instantanée i ?
c- Quelle est la puissance moyenne P consommée dans cette portion de circuit ?
d- Quelle devrait- être la valeur C_0 de la capacité du condensateur pour qu'il y ait résonance ?
e- La portion initiale de circuit (L=1H et C=20 µf) est soumise entre ses bornes A et B à une tension sinusoïdale $U(t)= U_m\cos\omega t$ pour laquelle la pulsation ω est réglable.
   - Calcule la valeur ω_0 de la pulsation pour laquelle u(t) et i(t) sont en phase ;
   - Evalue, dans ces conditions, la largeur de la bande passante.

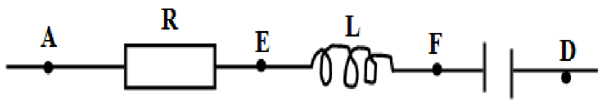


Exercice 11 : Pour déterminer la valeur de l'auto-inductance L d'une bobine de résistance r on réalise l'expérience décrite ci-dessous :

On dispose en série la bobine (L,r) et un condensateur de capacité C=0,10 µF ; on applique aux bornes du dipôle ainsi constitué une tension sinusoïdale de fréquence variable, dont la valeur efficace est maintenue constant pendant la durée des mesures. On place alors deux voltmètres, l'un aux bornes de la bobine (L), l'autre aux bornes du dipôle. Pour une valeur de la fréquence f=2,9KHz les tensions efficaces indiquées par les deux voltmètres sont identiques.

1- Rappelle sans les établir, en fonction de r, L, C et f les expressions littérales des impédances :
   a- de la bobine ;
   b- du dipôle L, r, C.
2- Détermine, en fonction de C et de f, l'expression littérale de l'auto-inductance de la bobine (L, r), puis calcule la valeur numérique de L.

Exercice 12 :

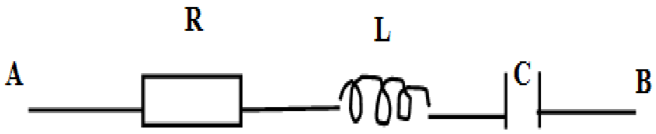


U_{AD}=220V; U_{EF}=380V; U_{AE}=20V; R=100Ω.
L'effet capacitif l'emporte sur l'effet inductif. Une tension u=$U_m$cosωt est appliquée à l'ensemble du circuit.

1- Calcule :
   a- L'intensité efficace du courant
   b- Les impédances des différents du circuit
   c- Trace pour l'ensemble du circuit le diagramme de Fresnel relatif aux différentes impédances.
2- Donne l'expression de l'intensité du courant en fonction du temps sachant que la pulsation est 314 rad/s
3- Calcule l'inductance L de la bobine et la capacité du condensateur pour cette pulsation de 314 rad/s.
4- On fait varie la pulsation de la tension sinusoïdale. Calculer la fréquence de résonance et donner l'allure de la courbe I=f(N) lorsque N varie de 0 à ∞.

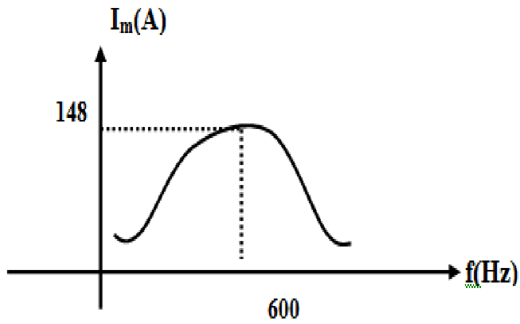
Exercice 13 : On considère un circuit électrique AB constitué :

- D'un conducteur ohmique de résistance R ;
- D'une bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable ;
- D'un conducteur de capacité C.



Un générateur électrique délivre, aux bornes du circuit AB, une tension sinusoïdale de valeur efficace U=7,4V et de fréquence f variable.

1- Donne, sans démonstration, l'expression de l'impédance Z du circuit AB en fonction de R, L, C et f.
2- On fait varier la fréquence f et, pour chacune de ses valeurs on mesure l'intensité efficace I du courant. On obtient alors la courbe ci-après :



   a- Quel phénomène physique se produit dans le circuit quand f=600Hz ?
   b- Que devient alors l'expression de l'impédance du circuit ? En déduire la valeur de R.
3- On considère les valeurs f_1 et f_2 (f_2> f_1) de la fréquence qui correspondent à l'intensité efficace $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$ avec I_0=148mA.
   a- Etablir les expressions de f_2-f_1= $\frac{R}{2\pi L}$. Comment appelle-t-on cette différence ?
   b- Montre que f_2- f_1=79,61Hz. Calculer L puis C.

STRUCTURE DE LA MATIERE

OG1 : **Utiliser les lois relatives aux masses molaires et les méthodes de séparation des isotopes pour l'analyse des substances**

1- Calcul de la densité pour un produit volatil :

Soit :H la pression atmosphérique à une température quelconque, Pe la pression effective de l'air dans l'éprouvette ; Po la pression atmosphérique normale (760mmHg)

; T la température de l'air dans l'éprouvette **;** f la pression maximale de la vapeur d'eau ou pression de vapeur saturante de l'eau **et** H la hauteur de l'eau contenue dans l'éprouvette On a :

$$H = P_e + f + \frac{h}{13{,}6} \Rightarrow$$

$$P_e = H - (f + \frac{h}{13{,}6})$$

$$m' = \frac{\varphi\left[H - (f + \frac{h}{13{,}6})\right]VT_0}{P_0 T}$$

On obtient: $\boldsymbol{d} = \frac{m}{m'} \Rightarrow$

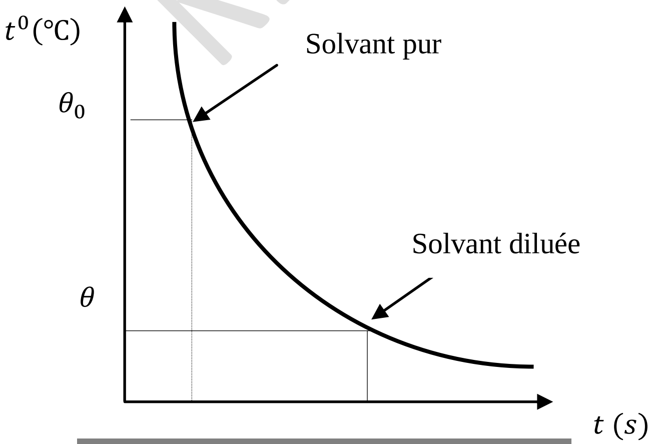
$$\boxed{\boldsymbol{d = \frac{mP_0T}{\varphi\left[H - (f + \frac{h}{13,6})\right]VT_0}}}$$

Avec $\boldsymbol{T = t^0 + T_0}$ ***et*** $\boldsymbol{T_0 = 273°K}$

2- Lois de Raoult

2.1- La Cryométrie (1ère loi de Raoult) :

C'est l'étude de la température de congélation d'un produit (liquide).



$$\Delta(\boldsymbol{\theta}) = \boldsymbol{\theta} - \boldsymbol{\theta_0} = \boldsymbol{K\frac{C}{M} = K\frac{m}{m'M} = K\frac{n}{m'}}$$

K : Constante cryométrique ; C : Concentration ou titre massique ; M : Masse molaire moléculaire ; m : Masse du soluté ; m' : masse du solvant

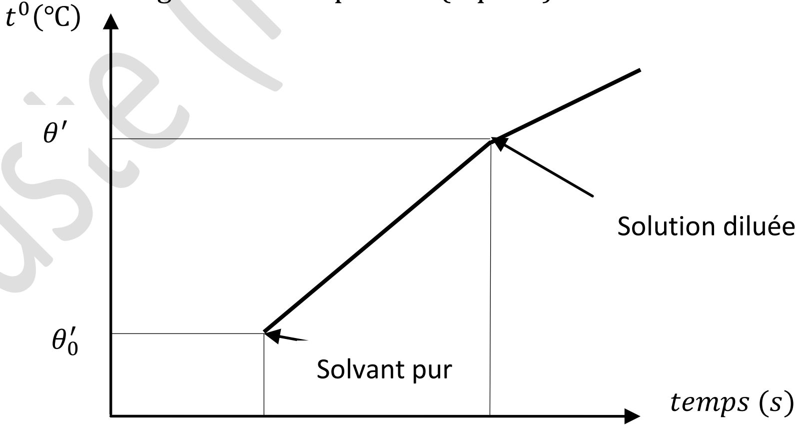
$\boldsymbol{\theta}$: Température de congélation commençante du solvant pur

$\boldsymbol{\theta_0}$ **:** Température de congélation commençante du soluté

Remarque : L'abaissement cryométrique est proportionnel à la concentration et inversement proportionnel à la masse molaire.

2.2- L'ébulliométrie (2ième loi de Raoult) :

C'est l'étude de la température de congélation d'un produit (liquide).



$$\boxed{\Delta\theta' = \theta' - \theta'_0 = K'\frac{C}{M} = K'\frac{m}{Mm'}}$$

K' : Constante ébulliométrique

<u>**Détermination des masses molaires par ébulliométrie**</u> **:**

De la mesure de l'élévation ébulliométrique $\Delta\theta'$ on peut déduire la masse molaire M du soluté. La constante ébulliométrique K' du solvant et la concentration C de la solution étant connu. On a :

$$\Delta\theta' = K'\frac{C}{M} \Rightarrow M = \frac{K'C}{\Delta\theta'}$$

On commence une mesure ébulliométrique $\Delta\theta'_1$, on a : $\Delta\theta'_1 = \frac{K'C_1}{M_1}$ $\Rightarrow M_1 = \frac{K'C_1}{\Delta\theta'_1}$ Le rapport nous donne :

$$\boxed{\frac{M}{M_1} = \frac{C\Delta\theta'_1}{C_1\Delta\theta'}}$$

Série d'exercices

Exercice 1 : L'analyse élémentaire d'un monoacide organique à donner les résultats suivants : :masse du monoacide $m_s = 1{,}80g$
masse de dioxyde de carbone $m_{CO_2} = 2{,}65g$
masse d'eau $m_{H_2O} = 1{,}10g$

1- Calcule la composition centésimale de ce composé
2- Calcule la masse molaire du monoacide organique
3- Donne la formule moléculaire de ce composé
4- Donne deux isomères de ce composé

Exercice 2 : On fait tomber dans l'appareil de Meyer une ampoule de verre contenant $0{,}481g$ d'un liquide A dont le point d'ébullition est inférieur à celui de l'eau. L'ampoule se brise et l'on recueille sous l'éprouvette primitivement pleine d'eau, l'air qui se dégage.

1- Déduis de cette expérience, la densité de vapeur et la masse molaire approché du liquide A d'après les données numériques suivantes : volume d'air recueilli $100cm^3$, température de l'éprouvette 20°C ,pression atmosphérique $H = 74{,}97cmHg$, pression maximale de la vapeur d'eau saturante à 20°C ; $1{,}8cmHg$, hauteur d'eau dans l'éprouvette $20cm$
2- Etablis la formule brute de ce composé sachant que l'analyse élémentaire qualitative a révélé la présence du carbone, l'hydrogène et le Chlore et que sa composition en masse est $C = 10{,}1\%; H = 0{,}8\%; Cl = 89{,}1\%$. On donne $\rho_{air} = 13{,}6\,g/Cm^3$

Exercice 3 : On dissout une masse de $3{,}70g$ d'une substance A dans $100g$d'eau. La solution obtenue commence à se congeler à la température de −1,147°C. D'autre part, une solution de $1{,}48g$ d'acétone C_3H_6O dans $100g$ d'eau commence à se congeler à la température de −0,474°C

1- Détermine la masse molaire moléculaire approchée de A
2- L'oxydation d'une masse de $0{,}27g$ de la substance A a produit $0{,}330g$ d'eau et $0{,}6g$ de dioxyde de carbone. Détermine :
   a- La formule brute de A
   b- La masse molaire exacte
   c- La précision sur la mesure

Exercice 4 : L'analyse élémentaire d'une substance contenant du carbone, de l'hydrogène et d'azote a donné les résultats en pourcentage de masse suivants : $C = 40{,}68\%; H = 8{,}17\%;$ $N = 23{,}76$. Une valeur approchée de la masse molaire a été déterminée par ébulliométrie dans l'alcool éthylique.
La température d'ébullition commençante à la pression normale d'une solution contenant $2g$ de substance pour $100g$ d'alcool absolu a été trouvée égale à 78,81°C°C. Détermine :

1- La masse molaire approchée de la substance
2- Sa formule brute
3- Sa formule semi-développée la plus simple et son nom

On donne $\theta'_0 = 78{,}40$°C; $K = 1200$

Exercice 5 : La combustion complète d'une masse $m = 10{,}15g$ d'un composé formé de carbone, d'hydrogène et d'oxygène a fourni $23{,}10g$ de dioxyde de carbone et 9,45g d'eau. Sa masse molaire approchée est 58g/mol.

1- Ecrire l'équation bilan globale de la réaction de combustion.
2- Déterminer la composition centésimale de cette substance.
3- Ecrire la formule moléculaire de cette substance.
4- Ecrire les formules sémi-développées possibles de cette substance, les rangées par famille puis les nommées.
5- Calculer le volume de dioxygène nécessaire à cette combustion.

On donne : $M_C = 12g/mol$; $M_H 1g/mol$; $M_O = 16g/mol$ et $V_m = 22{,}4L/mol$

Exercice 6 : Un composé organique est constitué par du carbone, de l'hydrogène et d'oxygène selon les proportions suivantes :

C: 64,86% ; H: 13,52% et O: 21,62%

1- Sachant qu'une solution de 1,500g du composé dans 100g d'acide acétique commence à se congeler à 15,81°C. Détermine :
  a- La masse molaire moléculaire du composé.
  b- La formule brute de ce compose
2- Ecris les formules sémi-développées possibles des différents isomères, les nommés et les rangés par classe. On donne pour l'acide acétique : $K = 3990$ et $\theta_0 = 16{,}6$°C

Exercice 7 : L'analyse d'un composé organe ne renfermant que du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène donne les résultats suivants : 1,491g de substance fournissent par combustion complète : 3,540g de $CO2$ et 1,810g de H_2O.

La vaporisation d'un échantillon de cette substance produit à 100°C et sous la pression de 75$cm\,Hg$, une vapeur de masse 2,560g et de volume 1072cm^3.

1- Calculer la masse molaire moléculaire du composé et donner sa formule moléculaire.
2- Ecrire les formules semi-développées possibles (ranger par classe)
3- Donne la composition centésimale du composé.

Exercice 8 : L'analyse élémentaire de 0,372g d'une substance organique formée de carbone, d'hydrogène et d'oxygène fournit 0,223g d'eau et 0,546g de gaz carbonique. D'autre part, la dissolution de 5g de cette substance dans 100g d'eau entraine un abaissement du point de congélation égale à 0,513°C. On sait que, pour une solution renfermant, dans 200g d'eau $\frac{1}{10}$ de mole d'un corps non électrolysable, l'abaissement du point de congélation est égal à 0,925°C.

1- Déterminer la masse molaire moléculaire de la substance.
2- En déduire la formule moléculaire de la substance.

Exercice 9 : Une substance organique est formée de carbone, d'hydrogène et d'oxygène soumise à l'oxydation vive, 0,5000g de substance ont fourni :

- ✓ masse de dioxyde de carbone 0,488g ;
- ✓ masse d'eau 0,1000g.

Lorsqu'on dissout 5,030g de ce corps dans 100g d'alcool, la température d'ébullition sous la pression normale est 78,91°C alors que l'alcool bout à 78,30°C. Si dans 100g d'alcool, on dissout 5,000g de benzène, le point d'ébullition est de 79,00°C.

1- Calculer la masse molaire de ce composé
2- Quelle est la formule moléculaire du corps ?
3- Sachant que pour neutraliser une mole de ce corps, il faut deux moles de soude ; déterminer sa formule semi-développée et son nom.

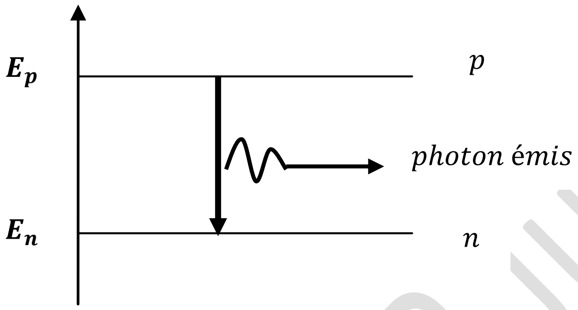
OG2 : **Connaître le spectre de l'atome d'hydrogène.**

1- Energie de niveau : L'énergie des différents niveaux d'énergies de l'atome d'hydrogène sont données par la relation : $\boldsymbol{E_n} = -\frac{\boldsymbol{E_0}}{\boldsymbol{n^2}}$ Avec $E_0 = 13{,}6ev$

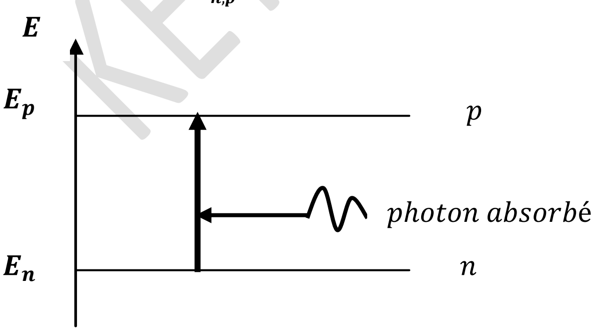
2- Transition électronique :

On appelle transition électronique, le passage d'un électron d'un niveau d'énergie à un autre libre conduisant à la variation de l'énergie de l'atome.

Emission quantique ou désexcitation : C'est le passage de l'atome du niveau supérieur E_p au niveau inferieur E_n, il y a émission d'un photon d'énergie ΔE définie telle que : $\boldsymbol{\Delta E = E_P - E_n = h\nu_{p,n} = \frac{hC}{\lambda_{p,n}}}$



Absorption quantique ou excitation : C'est le passage l'atome du niveau d'énergie inferieur $\boldsymbol{E_n}$ au niveau d'énergie supérieur $\boldsymbol{E_p}$, il y a absorption d'un photon d'énergie ΔE définie telle que : $\boldsymbol{\Delta E = h\nu_{n,p} = \frac{hC}{\lambda_{n,p}}}$



3- Energie d'ionisation : C'est l'énergie minimale qu'il faut fournir à un atome prit à l'état fondamental pour lui arracher un électron et lui arracher un électron.

Ainsi, pour l'atome d'hydrogène :

$\boldsymbol{E_i = E_\infty - E_1 = 13,6ev}$

4- **Condition d'absorption d'un photon :**

Appelons par E_{ph} l'énergie du photon incident , E_{min} l'énergie minimale d'excitation et E_i l'énergie d'ionisation.

c- Si $E_{ph} < E_{min}$: l'énergie n'est pas absorbée ; l'atome reste à l'état fondamental.

d- Si $E_{min} < E_{ph} < E_i$: l'énergie est pas absorbée ; l'atome et l'atome excité.

e- $E_{ph} > E_i$: l'énergie est absorbée et l'atome est ionisé. Dans ce cas, on peut calculer la vitesse avec laquelle, l'électron est arraché : $E_{ph} = E_C + E_i$

$\Rightarrow E_C = E_{ph} - E_i = \frac{1}{2} m_e {V_e}^2$

5- **Nombre d'onde :** On sait que $\Delta E = E_n - E_p$ avec $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}$ et $E_P = -\frac{13{,}6}{p^2} = \frac{E_0}{p^2}$

$\Longrightarrow \Delta E = -\frac{E_0}{n^2} + \frac{E_0}{p^2}$ or $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$

$\Longrightarrow E_0\left(-\frac{1}{n^2} + \frac{1}{p^2}\right) = \frac{hc}{\lambda}$

$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_0}{hc}\left(-\frac{1}{n^2} + \frac{1}{p^2}\right) = R_H\left(-\frac{1}{n^2} + \frac{1}{p^2}\right)$

6- **Application à l'atome d'hydrogène : Spectre d'émission**

a- Définition : On appelle spectre, l'ensemble formé ….

b- **<u>série de raie</u> :** Une série de raie est l'ensemble des radiations émises lors des transitions électroniques aboutissant au même niveau d'énergie. On distingue : la série de Lyman, la série de Balmer, la série de Paschen ; la série de Brackett et la série de Pfund

c- Fréquence et longueur d'onde extrême

Fréquence : $\boldsymbol{\vartheta_{max} = \frac{E_{max}}{h}}$ et $\boldsymbol{\vartheta_{min} = \frac{E_{min}}{h}}$

Longueur d'onde : $\boldsymbol{\lambda_{max}=\frac{hC}{E_{min}}}$ *(plus grande)*

$\boldsymbol{\lambda_{min}=\frac{hC}{E_{max}}}$ *(plus petite ou plus courte)*

Série d'exercice :

Exercice 1 : Les niveaux d'énergies de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation $E_n=-\frac{13,6}{n^2}(ev)$

1- Calcule en ev les énergies des six premier niveaux d'énergies puis fais le schéma classique du diagramme des ces six premier niveaux d'énergies

2- Quelle est la longueur d'onde de la radiation qu'il faut fournir à un atome d'hydrogène prit à l'état fondamental pour l'ioniser ?

3- Calcule en $\boldsymbol{ev}$ l'énergie minimale et l'énergie maximale d'un atome d'hydrogène prit à l'état fondamentale

4- On fournit successivement à l'atome d'hydrogène prit à son état fondamentale les quantas d'énergies $6ev$; $9ev$; $12{,}75ev$ et $18ev$ grâce à une radiation électromagnétique.

a) Quelle(s) est (sont) les ou l'énergie absorbée(s) par l'atome ?

b-b1- Dans le cas où l'atome est excité, déduis son niveau final

b2- Dans le cas où l'atome est ionisé, avec quelle énergie cinétique l'électron est arraché ? Déduis sa vitesse

Exercice 2 : Les niveaux d'énergies de la l'atome d'hydrogène sont définis par $E_n=-\frac{E_0}{n^2}$ où n prend toutes valeurs entières de 1 à l'infini

1- Quelle est la signification physique de la constante E_0 ? Quelle est sa valeur ?

2- a- Donne les expressions des fréquences $\upsilon_{2,1}$; $\upsilon_{3,1}$ et $\upsilon_{4,1}$ des trois première raies de la série de Lyman, en fonction de E_0 et h

b- Calcule les fréquences et les longueurs d'ondes (en nm) correspondantes

3- Donne l'expression de la constante de Rydberg (R_H) en fonction de E_0 et h puis calcule sa valeur.

Exercice 3 : L'énergie quantifiée de l'atome d'hydrogène est donnée par la relation $E_n=-\frac{E_0}{n^2}$ avec $n\geq 1$ et $E_0=13{,}6ev$

1- Un photon a une énergie $E=1{,}25ev$. Convertis cette énergie en joule

2- Détermine la fréquence puis la longueur d'onde dans le vide du photon

3- A quel domaine appartient-il ?

4- La série de Balmer est constituée de raies émises lorsque l'atome passe d'un état excité $n>2$ à l'état excité $n=2$

a) Détermine la longueur d'onde maximale de cette série

b) Détermine la longueur d'onde minimale de cette série

c) Quel domaine spectral appartiennent-elles ?

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

Exercice 4 : Les niveaux d'énergie dans l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation $E_n=-\frac{13,6}{n^2}$ avec $n\epsilon\mathbb{N}^*$ le niveau fondamentale correspond à $n=1$.

1- Quelle doit être l'énergie d'un photon capable de donner à un atome d'hydrogène son premier niveau d'excitation? Calculer longueur d'onde de la radiation correspondante

2- Quelle est la plus petite(courte) longueur d'onde des photons émis par un gaz monoatomique d'hydrogène excité sur tous les niveaux

3- Quelle est l'énergie libérée par l'atome d'hydrogène lors de son passage du niveau d'excitation **m** au 2ème niveau avec **m**≥2 ? En déduire la plus grande longueur d'onde de cette série (série de Balmer)

Exercice 5 : Soit $E_n=-\frac{E_0}{n^2}$ avec $n\geq 1$ et $E_0=13{,}6ev$

1- La série de Lyman est constitué par l'ensemble des radiations émises par l'atome d'hydrogène excité, lorsqu'il revient à son état fondamental. Parmi toutes crs raies, l'analyse spectroscopique permet de déceler des radiations de fréquences égales à $2,47.10^{15}Hz$ et $3,08.10^{15}Hz$

a) Calcule les radiations correspondant à ces fréquences
b) A quel domaine appartiennent-elles ?
c) A quelle transition correspond la première radiation ?

2- Calcule l'écart $\Delta\lambda$ qui existe entre la plus grande longueur d'onde et la plus petite longueur d'onde de cette série

3- L'atome d'hydrogène peut-il émettre un photon de fréquence $6,9.10^{14}Hz$ lors de la transition $n = 4$ à $n = 1$.

Exercice 6 : Les niveaux d'énergies quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (ev) et n est un entier supérieur égal à 1

1- Calculer l'énergie minimale qu'il faut fournir à l'atome d'hydrogène pour l'ioniser à partir de son état fondamental.

2- Représenter sur un diagramme les six premiers niveaux d'énergie. (On prendra l'échelle $1cm$ pour $1ev$)

3- On s'intéresse à la série de Balmer

a- Etablis la relation donnant la longueur d'onde λ en fonction de h, c et n
b- Déduire les valeurs de n correspondant au spectre visible de cette série en utilisant l'intervalle $400nm \leq \lambda \leq 800nm$
c- Représenter les transitions correspondantes dans le diagramme ci-dessus cité.

On donne $h = 6,62.10^{-34}J.s; C = 3.10^8 m.s^{-1}; 1nm = 10^{-9}m$

Exercice 7 : L'énergie des niveaux de l'atome d'hydrogène est donnée par la relation $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (ev) n entier non nul

1- Représente les quatre premiers niveaux sur un diagramme (échelle 1cm)

2- Calcule la longueur d'onde du photon capable de provoquer la transition de l'atome d'hydrogène de son niveau fondamental au niveau $n = 3$. Représente cette transition sur le diagramme précédent.

3- L'atome est à nouveau dans son état fondamental, l absorbe un photon de longueur d'onde $\lambda = 6,5.10^{-8}m$. Montre que l'électron est arraché. Calcule son énergie cinétique en ev

Exercice 8 : On rappelle que les niveaux l'énergie quantifiée de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (ev) $n\epsilon\mathbb{N}^*$

1- a- Calcule en joule l'énergie qu'il faut fournir à 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 $1,83.10^{-18}j$ et un électron d'énergie cinétique $E_C = 1,83.10^{-18}j$?

2- Définis puis calcule l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène

3- On considère la série de Lyman

a) Qu'appelle-t-on série de raie ?
b) L'analyse spectroscopique permet de déceler la radiation de fréquence $3,8.10^{15}Hz$. A quelle transition correspond-elle ?

Exercice 9 : On rappelle que les niveaux l'énergie quantifiée de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (ev) $n\epsilon\mathbb{N}^*$

1- a-Quelle est l'énergie d'un photon capable d'excité un atome d'hydrogène de son niveau fondamental au deuxième niveau d'excitation ?

b- Calcule la longueur d'onde la radiation correspondante

2- Quelle est la plus courte longueur d'onde des photons émis par un gaz monoatomique d'hydrogène excité sur tous ces niveaux ?

3- Etablis la relation permettant de calculer les énergies puis les longueurs d'ondes des raies de la série de Lyman. Déduis la plus grande longueur d'onde de cette série

4- On envoi sur des atomes d'hydrogènes prit dans leur premier état excitation, des photons d'énergie $1,9ev; 3,4ev; 10,2ev; 14ev$. Quels sont les photons absorbés ?

Exercice 10 : Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation $E_n = -\frac{2,176.10^{-18}}{n^2}$ (J) avec $n \geq 1$

1- Calculer en électron-volte :

a- Les énergies minimales et maximales de l'atome d'hydrogène

b- Les énergies en ev des quatre premiers niveaux d'énergie

2- On considère les transitions qui aboutissent au niveau $n = 3$

a- Nommer cette série

b- calculer les fréquences limites de cette série

3- L'atome d'hydrogène qui se trouve à l'état fondamental reçoit des photons d'énergies respectives 12,75ev et 6ev

a- Indique le photon qui est absorbé

b- Précise l'état final de l'atome ; déduire le niveau d'excitation n où se trouve cet atome.

Exercice 11 : L'énergie des niveaux de l'atome d'hydrogène est donnée par la relation : $E_n = -\frac{13,6}{n^2}(eV)$ Avec n un nombre entier naturel non nul.

1- Représente les cinq (5) premiers niveaux sur un diagramme (échelle : $1cm\ pour\ 1\ eV$).

2- -a) Quelle est l'énergie minimale de l'atome d'hydrogène ?

b- A quoi correspond t-elle ?

3- A quoi correspond l'énergie $E = 0eV$

4- L'analyse du spectre démission de l'atome d'hydrogène montre la présence des radiations de longueur d'onde : $H\alpha = 656,28nm$; $H\beta = 486,13nm$; $H\sigma = 434,05nm$. Ces radiations sont émisses lorsque cet atome passe d'un état excité $p > 2$ à l'état $n = 2$. Donner les valeurs correspondantes de p

OG2 : Connaître les propriétés des réactions nucléaires

1- Noyau atomique :

a- Défaut de masse :

$$\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n] - m_r(noy)$$

Dans le SI, Δm s'exprime en **Kg**. Mais on l'exprime aussi en u et en MeV/C^2 avec $1u = 1,66.0^{-27}Kg = 931,5MeV/C^2$.

b- Energie de liaison ou de cohésion :

C'est l'énergie qu'il faut fournir à un atome pour séparer ses nucléons.

$$\boldsymbol{E_l = \Delta mC^2 = [Zm_p + (A-Z)m_n - m_X]C^2}$$

<u>**Remarque**</u> **:** Si E_l est l'énergie d'un moyau alors pour N noyau ou pour une masse m on a : $E'_l = NE_l = \frac{m}{M}\mathbb{N}E_l$

c- Energie de liaison par nucléon :

C'est l'énergie qu'il faut fournir ou apporter à un noyau pour lui extraire un électron. Elle vaut donc :

$$\boldsymbol{E_A = \frac{\Delta mC^2}{A} = \frac{[Zm_p + (A-Z)m_n - m_X]C^2}{A}}$$

E_A s'exprime en **MeV par nucléon** que l'on écrit **MeV/nucléon** ou **MeV/A.**

NB : Plus l'énergie de liaison par nucléon est grande, plus la cohésion du noyau est forte c'est-à-dire, le noyau est plus stable

2- Les réactions nucléaires :

On appelle réactions nucléaires, des réactions qui concernent des noyaux atomiques

a- **Réactions nucléaires spontanées ou radioactivités :**

On appelle radioactivité, la transformation spontanée d'un noyau atomique en d'autres noyaux avec émission des particules.

Radioactivité α : Elle concerne la désintégration des noyaux lourds ($A >$ 120) et consiste en l'émission d'un noyau d'hélium (particule α).

L'équation bilan s'écrit grâce aux lois de conservation :

$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_{2}^{4}He$$

Radioactivité β^- : Elle se traduit par l'émission de d'un **négaton (électron négatif)** accompagné d'un **antineutrino (** $_{0}^{0}\bar{\nu}$ **)**. Elle s'observe dans le cas des noyaux qui possèdent « trop de neutrons ».

$$_{Z}^{A}X \longrightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}e + {}_{0}^{0}\bar{\nu}$$

L'électron émis provient de la transformation d'un neutron en proton :

$_{0}^{1}n \rightarrow {}_{1}^{1}p + {}_{-1}^{0}e$

Radioactivité β^+ : Elle se traduit par l'émission de d'un **positon (électron positif)** accompagné d'un **neutrino**.
Elle s'observe dans le cas des noyaux qui possèdent « trop de protons ».

$$_{Z}^{A}X \longrightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}_{+1}^{0}e + {}_{0}^{0}\nu$$

La radioactivité γ : Elle accompagne souvent les radioactivité α et β. Elle se traduit par le retour à l'état fondamental d'un noyau fils émis à l'état excité. Ce retour, s'accompagne de **l'émission de rayonnement** γ ***: la radioactivité*** γ ***résulte de la désexcitation progressive du noyau fils***

Conservation de la quantité de mouvement :

Dans une réaction nucléaire, il y a conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie cinétique. Soit une réaction nucléaire de la forme : $X \rightarrow Y + P$.

D'après la loi de conservation de la quantité de mouvement : $\vec{p}_X = \vec{p}_Y + \vec{p}_P$

Le noyau étant au repos on a : $\vec{p}_X = \vec{0}$

$\Rightarrow \vec{p}_Y + \vec{p}_P = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{p}_Y = -\vec{p}_P \Leftrightarrow p_Y = p_P$

$\Rightarrow m_Y v_Y = m_P v_P \Leftrightarrow (m_Y v_Y)^2 = (m_P v_P)^2$

$$\frac{1}{2} m_Y m_Y v_Y^2 = \frac{1}{2} m_P m_P v_P^2$$

$\Rightarrow m_Y(\frac{1}{2} m_Y v_Y^2) = m_P(\frac{1}{2} m_P v_P^2)$

$$\boxed{m_Y E_{C_Y} = m_P E_{C_P}} \qquad \boxed{\frac{E_{C\alpha}}{E_{CPb}} = \frac{m_{Pb}}{m_\alpha}}$$

Calcule de l'énergie libérée lors d'une désintégration :

Considérons la réaction schématisée par l'équation suivante $X \rightarrow Y + P$.

L'énergie libérée lors de cette réaction se calcule par la relation suivante

$$\Delta E = \Delta m C^2 = [m_X - (m_Y + m_P)]C^2$$

<u>Remarque</u> : Si le noyau fils est obtenu à l'état excité, l'énergie libérée se trouve sous forme d'énergie cinétique des produits.

On a : $\Delta E = E_{CY} + E_{Cp}$

b- <u>Réactions nucléaires provoquées</u> :

Il y a réaction nucléaire provoquée ou **transmutation** lorsque le choc d'un ***noyau projectile*** sur un noyau ***cible*** engendre de noyaux nouveaux. On distingue :

- **La fission nucléaire :** C'est la **rupture d'un noyau** sous l'action d'un neutron de faible énergie cinétique. Elle se rencontre chez les noyaux lourds.
- **la fusion nucléaire :** Il y a fusion lorsque deux noyaux légers **s'unissent** en constituant un noyau lourd : on dit que les **noyaux fusionnent**.

Loi de la décroissance radioactive :

Relatives aux noyaux : $N = N_0 e^{-\lambda t}$

N : nombre de noyaux restant

N_0 : nombre de noyau initial

Relative aux masses : $m = m_0 e^{-\lambda t}$

m : masse restant

m_0 : masse initiale

Relative aux quantités de matières :

$$n = n_0 e^{-\lambda t}$$

Masse disparue ou désintégrée :

$$m_d = m_0(1 - e^{-\lambda t})$$

<u>Période radioactive ou demi-vie</u> : C'est le temps au bout duquel le nombre de noyau radioactif est réduit de moitié

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}693}{\lambda}$$

<u>L'activité d'un noyau radioactif</u> :

L'activité d'un noyau radioactif est le

nombre de désintégrations qui s'y produisent pendant l'unité de temps (**une seconde**) exprimé en becquerel. $\mathcal{A} = -\frac{dN}{dt}$

or $N = N_O e^{-\lambda t} \Rightarrow \mathcal{A} = -\frac{d(N_0 e^{-\lambda t})}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$

or à $t = 0$; $\mathcal{A}_0 = \lambda N_0 \Rightarrow \mathcal{A} = \mathcal{A}_0 e^{-\lambda t}$

L'activité d'un noyau radioactif peut aussi s'exprimée en Curie : $\mathbf{1Ci = 3,7.10^{10} Bq}$

<u>Famille radioactive</u> : C'est l'ensemble des noyaux instables provenant tous d'un noyau instable suite à des désintégrations en cascade conduisant à un noyau stable. En d'autre terme, c'est l'ensemble formé par un noyau père et tous ces noyaux fils. On distingue quatre familles radioactives :

- Famille de l'uranium
- Famille du thorium
- Famille de l'actinium
- Famille neptunium

Série d'exercices :

Exercice 1 : L'atome $^{235}_{92}U$ a une masse de 235,0439u. Comparer cette masse à la somme des masses des nucléons constituant le noyau. $m_n = 1{,}008665u$; $m_p = 1{,}007276u$; $m_e = 5{,}486.10^{-4}u$. Conclure.

Exercice 2 : On rappelle qu'un noyau d'hélium contient deux protons et deux neutrons, d'où le symbole ^4_2He. On donne :

masse du proton isolé : $m_p = 1{,}007276u$;

masse du neutron isolé : $m_n = 1{,}008665u$;

masse du noyau d'hélium : $m = 4{,}00260u$.

Calcule le défaut de masse du noyau et son énergie de liaison en électronvolts. En déduire son énergie de liaison par nucléon.

Exercice 3 : Pour le noyau $^{22}_{10}Ne$, l'énergie de liaison par nucléon est voisine de 8MeV/nucléon. En déduire la masse du noyau $^{22}_{10}Ne$ connaissant les masses du proton et du neutron, en MeV/c²: $m_p \approx 938{,}3$; $m_n \approx 939{,}6$.

Exercice 4 : On considère les deux noyaux suivants : $^{238}_{92}U$ et $^{206}_{82}Pb$. Calculer pour chacun de ces noyaux, l'énergie de liaison par nucléon. Lequel de ces deux noyaux est le plus stable ? Justifier votre réponse. On donne : $m_p = 1{,}007276u$ $m_n = 1{,}008665u$; $m_U = 238{,}086u$; $m_{Pb} = 205{,}9295u$

Exercice 5 : Soient deux noyaux $^{139}_{54}Xe$ et $^{139}_{57}La$ du xénon et du lanthane.

1- Quelle est la particularité de ces deux noyaux ?
2- Donner la composition de chaque noyau.
3- Déterminer le défaut de masse du noyau de lanthane. Calculer l'énergie de liaison par nucléon du noyau.
4- Lequel des deux noyaux est plus stable ? Justifier votre réponse. L'énergie de liaison par nucléon du xénon vaut 8,314MeV/nucléon.

On donne : $m(La) = 138{,}874477u$; $m_p = 1{,}007276u$ $m_n = 1{,}008665u$ $1eV = 1{,}6.10^{-19} J$; $C = 3.10^8 m/s$. $1u = 931{,}5 MeV/c^2$.

Exercice 7 : Dans cet exercice, les données suivantes seront utiles :

Noyau	^7_3Li	^1_1H	^1_0n	^4_2He	$^{14}_7N$	$^{16}_8O$
Masse (en u)	7,0158	1,0073	1,0087	4,0015	14,0031	16,9991

$1u = 931{,}5 MeV/c^2$

1- On considère le noyau de lithium ^7_3Li. Définis l'énergie de liaison (ou de cohésion) de ce noyau, puis déterminer sa valeur en MeV.
2- Des noyaux de lithium ^7_3Li sont bombardés par des protons. On

obtient uniquement des particules α
.

a- Ecris l'équation de la réaction nucléaire en énonçant les lois utilisées.

b- Détermine l'énergie libérée par la réaction, en précisant sous laquelle elle apparaît.

3- Les particules précédentes sont utilisées pour transformer des noyaux d'azote ${}^{14}_{7}N$, immobiles, en des noyaux d'oxygène ${}^{17}_{8}O$.

a- Ecrire l'équation de cette réaction, en précisant quel autre noyau se forme.

b- Déterminer la variation de masse au cours de cette réaction. Conclure sur le bilan énergétique.

Exercice 8 : Le polonium ${}^{210}_{84}Po$, noyau instable, subit une désintégration de type α en donnant un noyau de plomb (Pb) dans son état fondamental.

1- Ecris l'équation bilan de la réaction de désintégration

2- Calcule en Mev l'énergie libérée lors de cette réaction.

Noyau	$\boldsymbol{Po}$	$\boldsymbol{Pb}$	$\boldsymbol{\alpha}$
Masse (u)	209,9369	205,9296	4,0015

Unité de masse atomique $1u = 931{,}5\ Mev/C^2$

3- La période du nucléide ${}^{\mathbf{210}}_{\mathbf{84}}\boldsymbol{Po}$ est $T = 138 jours$

a- Calcule en s^{-1} la constante radioactive du polonium

b- Calcule le nombre de noyau contenant dans un échantillon de masse $20mg$

c- Calcule la masse de polonium disparu au bout de $414 jours$. On donne $N = 6{,}02.10^{23}mol^{-1}$

Exercice 9 : L'isotope du thorium ${}^{227}_{90}Th$ est radioactif. Sa désintégration conduit au ${}^{223}_{88}Ra$.

1- De quel type de désintégration s'agit-il ? Ecrire l'équation de cette désintégration.

2- Un échantillon de Thorium 227 a une masse initiale $m_0 = 1mg$. Sa période radioactive ou demi vie est $T = 18{,}3 jours$.

a- Calculer le nombre de noyau radioactif présent à l'instant initial.

b- Quelle masse de Thorium 227 de l'échantillon considéré a-t-elle disparue au bout de $36 heures$?

c- Quelle est l'activité de cet échantillon à la date $t = 36 heures$?

on donne $N_A = 6{,}02.10^{23}mol^{-1}$

Exercice 10 : La désintégration du radium ${}^{226}_{88}Ra$ aboutit par filiation radioactive à l'isotope stable du plomb ${}^{206}_{82}Pb$.

1- Calcule le nombre de désintégration α et β^- nécessaire pour la transformation complète du radium en plomb.

2- Le radium subit une première désintégration de type α et se transforme en radon Rn. Ecrire l'équation de la réaction

3- Calcule en joule et en ev l'énergie au cours de cette transformation. Sous quelle forme cette énergie est-elle libérée ?

On $m_{Ra} = 226{,}025u$, $m_{Rn} = 222{,}017u$
$m_\alpha = 4{,}002u$, $1u = 1{,}66.10^{-27}Kg$,
$1ev = 1{,}610^{-19}j$

Exercice 11 : Le thorium ${}^{227}_{90}Th$ est radioactif émetteur α.

1- Ecrire l'équation-bilan de sa désintégration radioactive sachant qu'elle conduit au radium Ra.

2- La période (ou demi-vie) du thorium 227 vaut : T = 18,3 jours. Calculer l'activité radioactive A_0

d'un échantillon de masse 1mg de thorium $^{227}_{90}Th$. N = 6,02.10^{23}mol^{-1}.

3- Quelle masse de thorium 227 de l'échantillon considéré a-t-elle disparu au bout de 36 heures ?

4- Quelle est alors l'activité de l'échantillon ?

Exercice 12 :

1- L'uranium $^{238}_{92}U$ se désintègre successivement suivant le mode α et β^-. L'un des noyaux fils est le bismuth. Déterminer le nombre de particules α et β^- émises pour passer de ^{238}U à ^{214}Bi.

1- L'isotope ^{212}Bi du bismuth subit une désintégration α en donnant un noyau de thallium (Tl).

a- Ecris l'équation bilan de la désintégration en précisant les nombres de masse et de charge.

b- Calcule en MeV l'énergie libérée lors de la désintégration d'un noyau ^{212}Bi en utilisant les données suivantes :

Noyau	Bi	Tl	He
Masse (en u)	211,9457	207,9375	4,0015

Exercice 13 : On connait 30 isotopes, tous radioactifs, du francium $_{87}Fr$. Leurs nombres de masse sont compris entre 201 et 231.

1-Donne les nombres maximal et minimal de neutrons pour ces différents isotopes.

2-L'isotope ^{223}Fr est celui dont la période est la plus longue : T = 22min. On a préparé 10^{-13}g de cet isotope. Détermine le nombre de noyaux et la masse restant au bout de temps t$_1$ = 44min, puis au bout du temps t$_2$ = 3h40min.

2- Les noyaux de francium 223 se désintègrent par émission de particules β^- et les noyaux-fils obtenus se désintègrent eux-mêmes par émission α. Ecris les équations bilans des réactions nucléaires mises en jeu.

On donne : $m(^{223}Fr) = 223{,}0197u$; $1u = 1{,}6.10^{-24}g$; $_{85}At$, $_{86}Rn$, $_{88}Ra$.

Exercice 14 : Une ampoule contient $2cm^2$ d'un gaz radioactif à pression constante de $P = 10^4Pa$ et à température $t = 30$°C. Sa période radioactive est $T = 3{,}8jours$.

1- Calcule la quantité de matières en mol du noyau radioactif présent dans l'ampoule à l'instant du remplissage

2- Déduis le nombre N_0 de noyaux radioactifs à l'instant du remplissage

3- Calcule la constante radioactive

4- On dispose maintenant à l'instant initial de $4{,}8.10^{18}$noyaux, Calculer le nombre de noyaux radioactifs désintégrés au bout de 19jours

5- Au bout de combien de temps il ne restera plus que le tiers de la quantité initiale ?

On donne : $N_A = 6{,}02.10^{23}mol^{-1}$; $R = 832J.K^{-1}$; $T_0 = 273K$

Exercice 15 : Le radon $^{222}_{86}Rn$ a une période ou demi vie de $3{,}8jours$. Il est radioactif α et conduit au polonium Po.

1- Ecris l'équation bilan de sa désintégration.

2- Calcule sa constante radioactive.

3- On dispose d'un échantillon de $0{,}10mg$ de radon 222. Combien y a-t-il de noyau radioactif dans l'échantillon ?

4- Quelle est l'activité de l'échantillon ?

5- Quelle sera l'activité de l'échantillon au bout de $20 jours$? $M_{Rn} = 222\,g/mol$

$N_A = 6{,}02.10^{23} mol^{-1}$

Exercice 16 : A la suite d'une collision avec un neutron lent, un noyau d'uranium peut donner la réaction suivante :

$^{236}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{90}_{36}Kr + ^{142}_{z}Ba + ^{1}_{0}n$ où x et y sont des entiers positifs.

1- Détermine y et z en énonçant les lois de conservations utilisées.
   De quel type de réaction nucléaire s'agit-il ?

2- a) Calcule la variation de masse Δm qui accompagne cette réaction
   b) Quelle est en Mev, l'énergie libérée par cette réaction

3- Dans un réacteur nucléaire, un noyau d'uranium 235 peut se briser de différentes façons. L'énergie moyenne utile libérée par une réaction de ce type est de 185 $Mev/nucléon$

a) Calcule, en joules, l'énergie moyenne libérée par kilogramme d'uranium 235.

b) Un réacteur nucléaire a une puissance constante $P = 100Mw$. Calcule la durée Δt nécessaire pour consommer $1kg$ d'uranium 235 dans ce réacteur. On donne : $m(U) = 235{,}0439u$; $m(Kr) = 89{,}9197u$; $m(Ba) = 141{,}9163u$; $m(n) = 1{,}00868u$; $1u = 931{,}5\,Mev/C^2 = 1{,}66.10^{-27}kg$; $1ev = 1{,}6.10^{-19}j$

REACTION CHIMIQUE

OG₁ : Réaliser l'étude cinétique d'une réaction

1- Définition : La ***cinétique chimique*** est l'étude des vitesses de déroulement des réactions chimiques et des facteurs qui influencent ces vitesses.

2- Vitesse d'une réaction chimique :

La vitesse est la grandeur qui traduit la manière dont la réaction chimique se déroule c'est-à-dire la **lenteur** ou la **rapidité.**

Dans la réaction : $\alpha A + \beta D \rightarrow \gamma B + \delta C$.

Les corps A et D qui son les réactif, disparaissent et les corps B et C qui sont les produits se forment.

- **Vitesse de disparition de A :**
  - ✓ **Vitesse moyenne :**

Soit $[A]_1$ la concentration du corps A à l'instant t_1 et $[A]_2$ sa concentration à l'instant t_2 avec $[A]_1 > [A]_2$

$$\boxed{V_m = \frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}}$$

  - ✓ **Vitesse instantanée :**

C'est l'opposé de la dérivée de la concentration du corps A par rapport au temps

$$\boxed{V = -\frac{d[A]}{\alpha dt}}$$

- **Vitesse de formation de B :**
  - ✓ **Vitesse moyenne :**

$$\boxed{V_m = \frac{[B]_2 - [B]_1}{t_2 - t_1}}$$

  - ✓ **Vitesse instantanée :**

$$\boxed{V = -\frac{d[B]}{\gamma dt}}$$

1- Loi de vitesse : Elle donne la relation qui existe entre la concentration des réactifs, la constante de vitesse et les ordres.

$$\boxed{V = K[A]^n[D]^m}$$

K : constante de vitesse
n: ordre partiel suivant A
m : ordre partiel suivant D

2- Equation de vitesse intégrée : Loi cinétique

Elle est obtenue en intégrant l'équation de vitesse différentielle pour chaque ordre de réaction

Soit le système :

$$\begin{cases} Loi\ de\ vitesse:\ V = K[A]^n \\ Vitesse\ de\ disarition: V = -\frac{d[A]}{\alpha dt} \end{cases}$$

En égalant ces deux relations, on obtient : $-\frac{d[A]}{\alpha dt} = K[A]^n$

a- <u>Réaction d'ordre zéro</u> : n=0

- **Loi cinétique :**

$-\frac{d[A]}{\alpha dt} = K[A]^0 \Rightarrow d[A] = -\alpha K dt \Rightarrow$

$\int d[A] = \int -\alpha K dt$

On obtient : $[A] = -\alpha Kt + c.$

A l'instant initial, $c = [A]_0$

D'où la loi cinétique :

$$\boxed{[A] = -\boldsymbol{\alpha Kt} + [A]_0}$$

- **Temps de demi-réaction**

A $t = t_{\frac{1}{2}}$, on a : $\frac{[A]_0}{2} - -\alpha K t_{\frac{1}{2}} + [A]_0$ et on obtient

$$\boxed{t_{\frac{1}{2}} = \frac{[A]_0}{\alpha K}}$$

b- <u>Réaction d'ordre un</u> : n=1

- <u>**Loi cinétique**</u>

$-\frac{d[A]}{\alpha dt} = K[A]^1 \Rightarrow \frac{d[A]}{[A]} = -\alpha K dt \Rightarrow$

$\int \frac{d[A]}{[A]} = \int -\alpha K dt$

On obtient $ln[A] = -\alpha t + c.$

A l'instant initial, $c = ln[A]_0$

D'où la loi cinétique :

$$\boxed{ln[A] = -\alpha Kt + ln[A]_0}$$

- <u>**Temps de demi-réaction**</u> :

A $t = t_{\frac{1}{2}}$, on a : $ln\frac{[A]_0}{2} = -\alpha K t_{\frac{1}{2}} + ln[A]_0$ et on obtient

$$\boxed{t_{\frac{1}{2}} = \frac{ln2}{\alpha K}}$$

c- <u>Réaction d'ordre deux</u> : n=2

- **Loi cinétique :**

$-\frac{d[A]}{\alpha dt} = K[A]^2 \Rightarrow -\frac{d[A]}{[A]^2} = \alpha K dt \Rightarrow$

$\int -\frac{d[A]}{[A]^2} = \int \alpha K dt$

On obtient $\frac{1}{[A]} = \alpha Kt + c.$

A l'instant initial, $c = \frac{1}{[A]_0}$

D'où la loi cinétique :

$$\boxed{\frac{1}{[A]} = \alpha Kt + \frac{1}{[A]_0}}$$

- **Temps de demi-réaction**

A $t = t_{\frac{1}{2}}$, on a $\frac{1}{\frac{[A]_0}{2}} = \alpha K t_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{[A]_0}$ et on obtient

$$\boxed{t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\alpha K[A]_0}}$$

5. Détermination de l'ordre d'une réaction :

a- Méthode graphique :

- ✓ Si la courbe $[A] = f(t)$ est une droite, la réaction est d'ordre zéro
- ✓ Si la courbe $ln[A] = f(t)$ est une droite, la réaction est d'ordre un
- ✓ Si la courbe $\frac{1}{[A]} = f(t)$ est une droite, la réaction est d'ordre deux

b- Méthode des vitesses initiales :

Elle consiste pour différentes expériences, à :

- ✓ Ecrire l'équation de vitesse différentielle
- ✓ Faire le rapport des vitesses dans lesquelles la concentration de l'un des réactifs est constante

Exemple :

Expérience 1 : $V_{0_1} = K[A]_{01}^{\alpha}[B]_{01}^{\beta}$

Expérience 2 : $V_{0_2} = K[A]_{02}^{\alpha}[B]_{02}^{\beta}$

Expérience 3 : $V_{0_3} = K[A]_{03}^{\alpha}[B]_{03}^{\beta}$

Supposons que $[B]_{01} = [B]_{02}$ et $[A]_{02} = [A]_{03}$

On a : $\frac{1}{2}$: $\frac{V_{0_1}}{V_{0_2}} = \frac{K[A]_{01}^{\alpha}[B]_{01}^{\beta}}{K[A]_{02}^{\alpha}[B]_{02}^{\beta}} \Rightarrow$

$\frac{V_{0_1}}{V_{0_2}} = \frac{[A]_{01}^{\alpha}}{[A]_{02}^{\alpha}} \Rightarrow \frac{V_{0_1}}{V_{0_2}} = \left(\frac{[A]_{01}}{[A]_{02}}\right)^{\alpha}$

On obtient $\alpha = \frac{\ln\left(\frac{V_{0_1}}{V_{0_2}}\right)}{ln\left(\frac{[A]_{01}}{[A]_{02}}\right)}$

De même, on obtient $\beta = \frac{\ln\left(\frac{V_{0_2}}{V_{0_3}}\right)}{ln\left(\frac{[A]_{02}}{[A]_{03}}\right)}$

Série d'exercice :

Exercice 1 : on donne ci-dessous les résultats de mesures des vitesses initiales relatives à la réaction décrite par l'équation :

$$2NO_2(g) \rightarrow 2NO\ (g) + \ O_2(g)$$

0	$[NO_2]$ $(mol.L^{-1})$	Vitesse $(mol.L^{-1}s^{-1})$
1	0,85	0,39
2	1,10	0,65
3	1,60	1,38

1- Détermine l'ordre de cette réaction
2- Calcule la valeur de la constante de vitesse
3- Ecris la loi cinétique correspondant à cette réaction
4- Calcule le temps de demi-réaction pour l'expérience 2
5- Calcule le temps au bout duquel 80% du réactif se seront transformés pour l'expérience 3.

Exercice 2 : On considère la réaction $A + B \ \rightarrow C + D$. Les concentrations initiales de A et B sont $0{,}01\,mol/L$. Les quantités de D dérivées de A formées au cours du temps :

t(s)	0	180	240	300	360
$[D].10^{-3}\ mol/L$	0	2,6	3,17	3,66	4,11

1- Complète le tableau en calculant la concentration de A
2- Montre graphiquement que la réaction est d'ordre global 2 en mettant en construisant la courbe $\frac{1}{[A]} = f(t)$
3- Calcule le temps de demi-réaction

Exercice 3 : Soit la réaction $C_2H_5I + HO^- \rightarrow C_2H_5OH + I^-$. Les résultats de mesures des vitesses initiales sont :

Expérience	1	2	3
$[C_2H_5I]_0$	1,0	1,0	2,0
$[OH^-]_0$	1,0	5 ,0	5,0
V$(mol.L^{-1}min^{-1})$	0,90	5,5	9,0

Les mesures sont réalisée 298K.

1- Détermine l'ordre de cette réaction
2- Détermine la constante de vitesse de la réaction
3- Ecris la loi de vitesse

Exercice 4 : La réaction de décomposition de l'azométhane $(CH_3N_2CH_3)$ s'effectue selon l'équation :

$CH_3N_2CH_3(g) \ \rightarrow \ CH_3CH_3(g) \ + \ N_2(g)$.

Cette réaction est étudiée à 300°C et on a obtenu les résultats suivants :

Expérience n°	$[CH_3N_2CH_3]_0$ (mol/L)	Vitesse initiale $(mol/L/s)$
1	0,604	$2{,}42.10^{-4}$
2	0,913	$3{,}65.10^{-4}$
3	1,701	$6{,}96.10^{-4}$

Détermine :

1- L'ordre de la réaction.
2- La valeur de la constante de vitesse ainsi que la loi de vitesse de la réaction.
3- Le temps de demi-réaction de cette décomposition.
4- Le temps au bout duquel 75% de l'échantillon disparait.

Exercice 5 : On étudie la réaction de décomposition de l'eau oxygénée H_2O_2 qui s'effectue spontanément selon l'équation $H_2O_2 \rightarrow H_2 + O_2$. On relève les valeurs de la concentration d'eau oxygénée restant au cours du temps

$t(min)$	0	5	10	15	20
$[H_2O_2].10^{-3}$ (mol/L)	6	4,6	3,5	3	2,3

1- Calcule, entre les instants $10min$ et $15min$, la vitesse moyenne :
   a- De disparition de l'eau oxygénée
   b- De formation du dioxygène
2- Comment varie la vitesse au cours du temps ?

3- Détermine l'ordre de la réaction puis le temps de demi-réaction

Exercice 6 : L'étude de la décomposition de $NOCl$ se fait selon l'équation : $2NOCl \rightarrow 2NO + Cl_2$. On relève les résultats suivants aux instants initiaux :

Expérience n°	$[NOCL]_0$ en mol/L	Vitesse initiale en mol/Ls
1	0,25	$1{,}75.10^{-6}$
2	0,42	$4{,}96.10^{-6}$
3	0,65	$1{,}18.10^{-6}$

1- Détermine l'ordre de la réaction

2- Pour l'expérience 1 :

a- Calcule le temps de demi-réaction

b- Calcule le temps au bout duquel 45% de $NOCl$ sont décomposés.

OG₂ : Caractériser les équilibres Chimiques

1- Constante d'équilibre :

Soit une réaction équilibrée dont toutes les espèces présentes sont dans la même phase (équilibre homogène) représentée par l'équation suivante :

$$\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \gamma C + \delta D$$

La constante d'équilibre est définie par : $K_C = \frac{[C]^\alpha [D]^\delta}{[A]^\alpha [B]^\beta}$

Dans le cas d'un équilibre homogène en phase gazeuse on a : $K_c = \frac{P_C^\gamma P_D^\delta}{P_A^\alpha P_B^\beta}$

NB : Dans l'écriture de la constante d'équilibre, on ne tient pas compte des corps solides et de l'eau en tant que solvant

2- Tableau d'avancement

Soit la réaction représentée par l'équation suivante :

$$\boldsymbol{\alpha A + \beta B \rightleftharpoons \gamma C + \delta D}$$

	A	B	C	D
E I	$[A]_0$	$[B]_0$	**0**	**0**
EF	$[A]_0 - \alpha x$	$[B]_0 - \beta x$	γx	δx

3- Déplacement de l'équilibre : Loi de Le Chatelier

Dans un système chimique en état d'équilibre, la modification de l'un des facteurs déterminant cet équilibre tant faire évoluer le système dans le sens qui supprime cette modification

4- Plan de résolution d'un exercice :

Pour résoudre un problème d'équilibre chimique il faut :

1- Ecrire l'équation de la réaction

2- Equilibrer l'équation en utilisant les coefficients stœchiométriques

3- Dresser le tableau d'avancent

4- Déterminer la constante d'équilibre et le coefficient de dissociation

Série d'exercice :

Exercice 1 : La réaction $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$, a pour constante d'équilibre $6.6.10^{-2}$On mélange 0,25$mol.L^{-1}$ de dihydrogène 0,25$mol.L^{-1}$ de diazote.

1- Ecris le tableau d'avancement de cette réaction
2- Ecris l'expression de la constante d'équilibre de cette réaction
3- Détermine la composition du mélange à l'équilibre.
4- Déduis le coefficient de dissociation de cette réaction.

Exercice 2 : La réaction $3H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$, a pour constante d'équilibre $6.6.10^{-2}$. Quelle est la concentration de diazote à l'équilibre sachant que $[H_2] = 0{,}25 mol.L^{-1}$ et $[NH_3] = 0{,}25 mol.L^{-1}$?

Exercice 3 :

1- On réalise une réaction d'estérification avec 12g d'acide éthanoïque 12g de propan-2-ol, en présence de quelques gouttes d'acides sulfuriques.

a- Donne le rôle de l'acide sulfurique
b- Ecris l'équation bilan de la réaction
c- Détermine la composition du mélange à l'équilibre
d- Montre que la constante d'équilibre est égale à 2,25

2- On reprend l'expérience en utilisant 12g d'acide et 36g d'alcool. On désigne par x la quantité d'ester formée à l'équilibre

a- Exprime toutes les quantités de matière à l'équilibre en fonction de x (tableau d'avancement)
b- Détermine x si la valeur de la constante d'équilibre vaut 2,25
c- Déduis la composition du mélange à l'équilibre

Exercice 4 : On fait réagir 1mol de CO_2 ; 1mol de H_2 et 1mol de CO dans un récipient de 5L selon l'équation $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$

Sachant que

$K = 0{,}771$ à 750°C

1- Dans quel sens évolue cette réaction ?
2- Calcule les quantités de matière des espèces à l'équilibre

Exercice 5 : On mélange $168g$ de diazote (N_2) et $14g$ de dihydrogène (H_2) dans un ballon de $50L$. La réaction se résume par $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$. Elle se déroule sous une pression de $800°K$. Sachant qu'à l'équilibre, $68g$ de NH_3 ont été formé. Détermine à l'équilibre :

1- La composition du mélange.
2- La constante d'équilibre K_C relative aux concentrations.
3- La constante d'équilibre relative aux pressions.
4- La pression totale dans le ballon.
5- Les pressions des constituants du mélange.

OG4 : **Caractériser les réactions d'estérification, de saponification et les produits obtenus**

1- La réaction d'estérification :

a- Définition : C'est une réaction entre un acide carboxylique ($\boldsymbol{R-COOH}$) et un alcool($\boldsymbol{R'-OH}$) conduisant à la formation d'un ester ($\boldsymbol{R-COO-R'}$) et à de l'eau (H_2O)

b- Equation de la réaction :

$$\boldsymbol{R-COOH+\ R'-OH \rightleftharpoons R-COO-R'+H_20}$$

c- Réaction de dosage : Elle permet de déterminer la quantité d'acide restant en utilisant une solution de base forte de concentration et volume connu. C'est une réaction totale

$$\boldsymbol{R-COOH+\ HO^- \longrightarrow R-COO^-+H_20}$$

A l'équivalence : $\boldsymbol{n_b=n_{ac}^{rest}}$ **or** $n_b=C_bV_b$

$$\boxed{\boldsymbol{n_{ac}^{rest}}=C_bV_b}$$

d- **Composition du mélange à l'équilibre :** Le mélange final ou mélange à l'équilibre est constitué de l'acide et l'alcool restant, l'eau et l'ester formé

$$\boxed{\begin{gathered}\boldsymbol{n_{ac}^{rest}=C_bV_b}\\ \boldsymbol{n_{est}^{f}=n_{eau}^{f}=n_{ac}^{0}-n_{ac}^{rest}=n_{ac}^{0}-C_bV_b}\\ \boldsymbol{n_{al}^{rest}=n_{ac}^{0}-n_{est}^{f}}\end{gathered}}$$

NB : Pour un mélange équimolaire ($\boldsymbol{n_{ac}^0}=\boldsymbol{n_{ac}^0}$),

$$\boxed{\begin{gathered}\boldsymbol{n_{al}^{rest}=n_{ac}^{rest}=C_bV_b}\\ \boldsymbol{n_{est}^{f}=n_{eau}^{f}=n_{ac}^{0}-n_{al}^{rest}=n_{ac}^{0}-C_bV_b}\end{gathered}}$$

e- Rendement : $\boxed{\boldsymbol{r=\frac{n_{est}^{f}}{n_{est}^{th}}\times 100}}$

$\boldsymbol{n_{est}^{th}}$ **:** Quantité d'ester théorique que l'on obtiendrait si la réaction est totale

$\boldsymbol{n_{est}^{f}}$ **:** Quantité d'ester effectivement obtenue

- ✓ Pour un mélange équimolaire :

$$\boldsymbol{n_{est}^{th}=n_{ac}^{0}=n_{al}^{0}=n^0}$$

On a: $\boldsymbol{r=\frac{n_{est}^{f}}{n^0}\times 100}$

- ✓ Pour un mélange non équimolaire

$$\boldsymbol{n_{ac}^{0}\neq n_{al}^{0}}$$

- Si $\boldsymbol{n_{ac}^{0}>n_{al}^{0}}$; on a : $\boldsymbol{r=\frac{n_{est}^{f}}{n_{al}^{0}}\times 100}$
- Si $\boldsymbol{n_{al}^{0}>n_{ac}^{0}}$; on a : $\boldsymbol{r=\frac{n_{est}^{f}}{n_{ac}^{0}}\times 100}$

Influence de la classe d'alcool sur le rendement de l'estérification : Pour un mélange équimolaire

- ✓ **alcool primaire** : $l=r=67\%$ ($l>60\%$)
- ✓ **alcool secondaire** : $l=r=60\%$ ($10\%<l\leq 60\%$)
- ✓ **alcool tertiaire** : $l=r=5\%$ à 10% ($l\leq 10\%$)

2- La réaction d'hydrolyse :

a- Définition :C'est une réaction entre un ester ($\boldsymbol{R-COO-R'}$) et de l'eau (H_2O) avec formation d'un acide ($\boldsymbol{R-COOH}$) et d'un alcool ($\boldsymbol{R'-OH}$)

b- Equation de la réaction :

$$\boldsymbol{R-COO-R'+H_20\rightleftharpoons R-COOH+\ R'-OH}$$

c- Réaction de dosage : Elle permet de déterminer la quantité d'acide formée en utilisant une solution de base forte de concentration et volume connu. C'est une réaction totale

$$\boldsymbol{R-COOH+\ HO^- \longrightarrow R-COO^-+H_20}$$

A l'équivalence : $\boldsymbol{n_b=n_{ac}^{f}}$ **or** $n_b=C_bV_b$

$$\boxed{\boldsymbol{n_{ac}^{f}}=C_bV_b}$$

d- **Composition du mélange à l'équilibre :** Le mélange final ou mélange à l'équilibre est constitué de l'acide et l'alcool formé, l'eau et l'ester restant

$$\boxed{\begin{gathered} \boldsymbol{n_{ac}^{f} = n_{al}^{f} = C_b V_b} \\ \boldsymbol{n_{est}^{rest} = n_{est}^{0} - n_{ac}^{f} = n_{est}^{0} - C_b V_b} \\ \boldsymbol{n_{eau}^{rest} = n_{eau}^{0} - n_{ac}^{f}} \end{gathered}}$$

NB : Pour un mélange équimolaire ($\boldsymbol{n_{al}^{0} = n_{eau}^{0}}$),

$$\boxed{\begin{gathered} \boldsymbol{n_{al}^{f} = n_{ac}^{f} = C_b V_b} \\ \boldsymbol{n_{est}^{rest} = n_{eau}^{rest} = n_{est}^{0} - n_{ac}^{f} = n_{est}^{0} - C_b V_b} \end{gathered}}$$

e- Rendement : $\boxed{\boldsymbol{r = \frac{n_{ac}^{f}}{n_{ac}^{th}} \times 100}}$

$\boldsymbol{n_{ac}^{th}}$ **:** Quantité d'acide théorique que l'on obtiendrait si la réaction est totale

$\boldsymbol{n_{ac}^{f}}$ **:** Quantité d'acide effectivement obtenue

- ✓ Pour un mélange équimolaire :

$\boldsymbol{n_{ac}^{th} = n_{eau}^{0} = n_{est}^{0} = n^{0}}$

On a: $\boldsymbol{r = \frac{n_{ac}^{f}}{n^{0}} \times 100}$

- ✓ Pour un mélange non équimolaire

$$\boldsymbol{n_{ac}^{0} \neq n_{al}^{0}}$$

- Si $\boldsymbol{n_{est}^{0} > n_{eau}^{0}}$; on a : $\boldsymbol{r = \frac{n_{est}^{f}}{n_{eau}^{0}} \times 100}$
- Si $\boldsymbol{n_{eau}^{0} > n_{est}^{0}}$; on a : $\boldsymbol{r = \frac{n_{est}^{f}}{n_{est}^{0}} \times 100}$

Influence de la classe d'alcool sur le rendement de l'hydrolyse

- ✓ **alcool primaire** : $l = r = 33\%$
- ✓ **alcool secondaire** : $l = r = 40\%$
- ✓ **alcool tertiaire** : $l = r = 95\%$

3- La réaction de saponification : C'est une réaction entre un ester et une base avec formation du savon avec de l'eau

Série d'exercices

Exercice 1 : On réalise un mélange de $12g$ d'acide éthanoïque et $37g$ d'un alcool secondaire. On obtient de l'eau et un corps organique ayant 62,07% en masse de carbone.

1- Ecris l'équation bilan de la réaction
2- Donne la formule semi-développée de l'ester ainsi que celle de l'alcool.
3- A l'équilibre, on dose l'acide restant par $8cm^3$ de soude à $2{,}5mol.L^{-1}$.
   a- Ecris l'équation bilan de la réaction de dosage puis déduis la quantité d'acide restant à l'équilibre
   b- Détermine la composition du mélange final.
   c- Déduis-en le rendement de la réaction

Exercice 2 : On prépare un ester à odeur de rhum présent dans les boissons alcoolisées en mélangeant dans un ballon $0{,}40mol$ d'acide méthanoïque ($HCOOH$) et $1{,}00mol$ d'éthanol ($CH_3 - CH_2 - OH$). On ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique puis on chauffe à reflux pendant quatre heures. Après refroidissement, on dose l'acide méthanoïque présent dans le ballon par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + OH^-$) de concentration molaire $C_b = 1{,}6mol.L^{-1}$. Le volume de base versé pour doser tout l'acide méthanoïque restant est $V_b = 30mL$

1- Ecris l'équation-bilan de la réaction d'estérification qui a lieu puis nomme l'ester formé
2- Ecris l'équation-bilan de la réaction de dosage de l'acide méthanoïque par la base
3- En te servant de la réaction du dosage, détermine (en mol) la quantité d'acide méthanoïque présent à l'équilibre
4- Déduis la composition (en mol) du mélange final
5- Calcule le rendement de la réaction

Exercice 3 : Un ester $C_nH_{2n}O_2$ contient 36,36% en masse d'oxygène.

1- Détermine sa formule brute.

2- Ecris les formules sémi-développées possible de cet ester ainsi que le nom de chaque isomère
3- On réalise un mélange équimolaire de cet ester avec $0{,}18g$ d'eau 100°C. Quand l'équivalence est atteint, on dose l'acide formé par 40mL de soude de concentration $C_b = 0{,}1mol.L^{-1}$.
   a- Trouve le rendement de l'hydrolyse
   b- Identifie l'ester parmi les isomères précédents.
   c- Ecris l'équation bilan de la réaction d'hydrolyse

Exercice 4 : On fait réagir à chaud pendant plusieurs heures, $12g$ d'acide éthanoïque et $9{,}2g$ d'éthanol.

1- Quel est ce type de réaction ?
2- Ecris l'équation bilan de la réaction et donner les caractéristiques essentielles de cette réaction.
3- Vérifie que ce mélange est équimolaire.
4- La réaction n'évoluant plus, on prélève $\frac{1}{10}$ du volume du mélange et on dose l'acide restant par une solution de soude de concentration $0{,}5mol/L$. Le point d'équivalence est atteint par addition de $13{,}3mL$ de la solution basique.
   a) En déduire la quantité d'acide restant et la composition du mélange final.
   b) Quel est le pourcentage d'alcool estérifié?

Exercice 5 : Dans un laboratoire de chimie, un élève trouve un récipient contenant un liquide avec une étiquette en parti déchirée. Les seules informations dot il dispose sont : ce composé est un ester et qu'il contient 54,54% en masse de carbone. Il décide alors de déterminer son nom.

1- Détermine la formule brute de cet ester
2- Ecris les formules sémi-développées possible de cet ester ainsi que le nom de chaque isomère
3- Pour trouver la formule semi-développée de l'ester, l'élève procède à l'hydrolyse de ce dernier. On réalise un mélange équimolaire de cet ester avec $10{,}6g$ d'eau. Après un temps suffisamment long, il dose l'acide formé par une solution de soude à $1mol.L^{-1}$. Il faut $40cm^2$ de solution basique pour atteindre l'équivalence.
   a- Calcule la quantité d'acide présent dans le mélange.
   b- Détermine le rendement de l'hydrolyse.
   c- Quelle est la classe de l'alcool utilisé ?
   d- Déduis la formule sémi-développée de l'ester hydrolysé.
   e- Ecris alors l'équation de la réaction d'hydrolyse.

Exercice 7 : On se propose de préparer l'acétate d'amyle de nom systématique éthanoate de pentyl-1, ester à odeur de bonbon anglais. On laisse dans une étuve, un mélange comprenant $18g$ d'acide éthanoïque et $26{,}4g$ de pentan-1-ol.

1- Ecris l'équation de la réaction d'estérification
2- Au bout de 30 heures, la composition du mélange n'évolue, plus. On dose l'acide restant par une solution de soude de molarité $C_b = 3mol.L^{-1}$. Il faut $33cm^3$ de soude pour atteindre l'équivalence.
   a) Ecris l'équation bilan de la réaction de dosage
   b) Détermine la composition du mélange à l'équilibre
   c) Calcule le rendement de la réaction d'estérification

Exercice 8 : On mélange $7{,}4g$ de 2-méthyl- propan-2-ol à $6g$ d'acide éthanoïque.

1- Ecris l'équation qui traduit la réaction.
2- De quel type de réaction s'agit-il ? Donne ces caractéristiques essentielles
3- Détermine les quantités de matière des réactifs puis conclut sur la nature du mélange.
4- A l'équilibre l'analyse montre qu'il s'est formé $0{,}58g$ d'ester.
   a) Calcule le nombre de mole d'ester, d'eau, d'acide et d'alcool présent dans le mélange final.
   b) Calcule la fraction d'alcool estérifié

Exercice 9 : On prépare un ester A à partir de l'acide butanoïque $CH_3CH_2CH_2COOH$ et un alcool B. L'abaissement cryométrique d'une solution de 3,448g de A dans 100g d'eau est de 0,55°C. On donne $K_{eau} = 1850$

1- Détermine :
   a- La masse molaire moléculaire approchée de l'ester
   b- La formule brute sachant que qu'elle est de la forme $C_nH_{2n}O_2$
   c- La formule semi-développée
   d- Déduis la formule semi-développée de l'alcool B.
2- On réalise à 200°C, l'hydrolyse de l'ester A en partant de 5moles d'eau et d'une mole d'ester. L'état d'équilibre est atteint au bout de 24h. Le volume du mélange à l'équilibre est de $220cm^3$. On prélève un échantillon de $10cm^3$ que l'on dose avec une solution de soude de concentration $2mol.L^{-1}$. L'équivalence est atteinte pour $14{,}4mL$ de soude versée.
   a- Ecris l'équation bilan de l'hydrolyse de l'ester A.
   b- Ecris l'équation bilan du dosage
   c- Déduis le rendement de la réaction.

Exercice 10 : Dans un récipient, on introduit $3{,}6g$ d'eau et $20{,}4g$ d'éthanoate de 1-méthyléthyle. On ferme le récipient et on porte le mélange à une température égale à $373°K$.

1- Calcule la quantité de matière d'eau et d'ester utilisée.
2- Ecris l'équation bilan de la réaction.
3- L'augmentation de la température favorise-t-elle l'hydrolyse ou l'estérification ?
4- A l'équilibre, la masse d'ester est 12,24g. Détermine :
   a- La composition du mélange.
   b- Le taux d'avancement
5- A l'équilibre, on ajoute au mélange une masse m d'eau.
   a- Dans quel sens se déplace l'équilibre?
   b- Détermine m sachant que le rendement de la réaction est 0,6.

Exercice 11 : L'odeur de la poire est due à un ester. Pour synthétiser cet ester, on mélange $75mL$ de propan-2-ol $(CH_3 - CHOH - CH_3)$ et $57{,}1mL$ d'acide éthanoïque pur $(CH_3 - COOH)$. On chauffe à reflux pendant 30 minutes, puis après, on récupère $51g$ d'ester.

1- Quelle était a composition du mélange initiale sachant que la masse volumique de l'acide est de $1{,}05\ g/mL$ et que celle de l'alcool est $0{,}80\ g/mL$
2- a- Comment appelle-t-on la réaction qui se produit ?
   b- Quelles sont ces caractéristiques ?
   c- Ecris l'équation de la réaction.
3- Quelle est la composition du mélange à l'équilibre ?
4- Déduis-en le rendement.
5- Montre que le système n'avait pas encore atteint l'équilibre après 30min.

OG3 : Réaliser l'étude des solutions aqueuses des acides et des bases.

1- Structure des composés ioniques

Les composés ioniques sont des composés qui se dissocient dans l'eau pour donner des ions. La solution ionique obtenue conduit le courant électrique : c'est un **électrolyte.**

a- Electrolyte fort : C'est une espèce chimique qui se dissocie totalement.

Exemple : $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

$$\boldsymbol{H_2SO_4} + \boldsymbol{H_2O} \rightarrow \boldsymbol{SO_4}^{2-} + 2H_3O^+$$

$$\boldsymbol{NaCl} \xrightarrow{\boldsymbol{H_2O}} Na^+ + Cl^- \;;$$

$$\text{NaOH} \xrightarrow{\boldsymbol{H_2O}} Na^+ + Cl^-$$

b- Electrolyte faible : C'est une espèce chimique qui se dissocie partiellement dans l'eau.

Exemple : $\boldsymbol{NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-}$

$$\boldsymbol{CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+}$$

2- L'autoprotolyse de l'eau : C'est une réaction de dissociation ionique des molécules d'eau en deux types d'ions : l'ion hydronium (H_3O^+) aussi appelé l'ion oxonium et l'ion hydroxyde(OH^-), elle se traduit par l'équation-bilan:

$$\boxed{\boldsymbol{2H_2O \rightleftharpoons OH^- + H_3O^+}}$$

3- Produit ionique de l'eau : C'est le produit des concentrations en moles par litre des ions hydronium (H_3O^+) et des ions hydroxydes (OH^-) à température constante $\boldsymbol{2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-}$

D'après la loi d'action masse

$K = \frac{[\boldsymbol{H_3O^+}][\boldsymbol{OH^-}]}{[\boldsymbol{H_2O}]^2}$ or $[\boldsymbol{H_2O}] = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$ pour 1 litre de solution, $[\boldsymbol{H_2O}] = 55{,}55\, mol/l.$

$K = \frac{[\boldsymbol{H_3O^+}][\boldsymbol{OH^-}]}{[\boldsymbol{H_2O}]^2} \Rightarrow$

$K[\boldsymbol{H_2O}]^2 = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow$

$$\boxed{Ke = [\boldsymbol{H_3O^+}][\boldsymbol{OH^-}] = 10^{-14} \text{ à } 25°C}$$

On a : $pKe = -logKe \Rightarrow Ke = 10^{-pKe}$.

Notion du pH : Le PH (potentiel d'hydrogène) mesure l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse. Le pH d'une solution aqueuse est égal à l'opposé du logarithme décimal de la concentration en ion hydronium ($\boldsymbol{H_3O^+}$) exprime en mol/l.

$$\boxed{\begin{array}{c} \boldsymbol{pH = -log[H_3O^+]} \\ \text{Soit } [\boldsymbol{H_3O^+}] = \boldsymbol{10^{-pH}} \end{array}}$$

4- Notion de pOH : On appelle pOH l'opposé du logarithme décimal de la concentration en ion hydroxyde(OH^-) exprimé en mol/l.

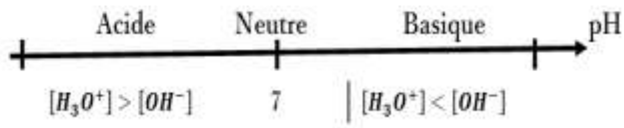
$$\boxed{\boldsymbol{pOH = -\log[HO^-]}}$$

Relation entre pH et pOH

On sait que : $Ke = [\boldsymbol{H_3O^+}][\boldsymbol{OH^-}] \Rightarrow$ $\boldsymbol{-logKe} = -\boldsymbol{log}[\boldsymbol{H_3O^+}] - \boldsymbol{log}[\boldsymbol{HO^-}]$ $\Rightarrow \boldsymbol{pKe = pOH + pH}$

$$\boxed{\boldsymbol{pOH = pKe - pH}}$$

5- L'échelle de PH



6- Détermination du pH :

- **Cas des acides forts :**
  - ✓ Monoacide fort : $\boldsymbol{pH = -logCa}$
  - ✓ Diacide fort : $\boldsymbol{pH = -log2Ca}$
- **Cas des bases fortes :**
  - ✓ Monobase fort : $\boldsymbol{pH = 14 + logCb}$
  - ✓ Monobase fort : $\boldsymbol{pH = 14 + log2Cb}$

7- Définition d'un acide, d'une base et d'un sel selon Bronsted

Acide : Un acide est une entité chimique qui a tendance a perdre (libérer ou céder) un proton H^+(ion hydronium) en solution aqueuse

$$HA \quad + \quad H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$$

(Acide HA) (Base conjuguée A^-)

Base : Une base est une entité chimique qui a tendance à capter (gagner) un proton H^+ (ion hydronium) en solution aqueuse $\boldsymbol{B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + HO^-}$

Sel : Est une espèce chimique dont la dissociation libère un ion positif différent de H^+ et un ion positif différend de OH^-

8- Couple acido-basique :

C'est l'ensemble formé par un acide et sa base conjuguée. On le note $acide/base$

➢ Constante d'acidité Ka :

$$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$$

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

En générale : $$\boxed{K_a = \frac{[Base][H_3O^+]}{[Acide]}}$$

On en déduit $$\boxed{pK_a = -log\frac{[Base][H_3O^+]}{[Acide]}}$$

➢ **Relation pH et pKa :**

Sachant que $Ka = \frac{[H_3O^+][Base]}{[Acide]}$

$$\Rightarrow -logKa = -log\frac{[H_3O^+][Base]}{[Acide]}$$

$$\Rightarrow -logKa = -log[H_3O^+] - log\frac{[Base]}{[Acide]}$$

$$\Rightarrow pKa = pH - log\frac{[Base]}{[Acide]}$$

$$\boxed{pK_A = pH - log\frac{[Base]}{[Acide]}}$$

10- Classification de deux couples acide/base

Un couple acide/base est d'autant plus fort que sa constante d'acidité est plus grand et donc son pKa plus petit

Exemple :

$pKa_1 = pKa(CH_3COOH/CH_3\,COO^-) = 4{,}8$;

$Ka_1 = 1{,}6.10^{-6}$

$pKa_2 = pKa(NH^+{}_4/NH_3) = 9{,}4$;

$Ka_2 = 6{,}3.10^{-10}$

On a $pKa_1 < pKa_2$ alors l'acide éthanoïque est plus fort que l'ammoniaque

Ou $Ka_1 > Ka_2$ alors l'acide éthanoïque est plus fort que l'ammoniaque

NB : L'acide du couple dont la constante d'acidité est plus grande et que son pKa est plus petit par rapport à un autre couple est plus fort.

11- Plan de résolution d'un exercice sur les solutions aqueuses :

Pour résoudre un problème sur les solutions aqueuse, il faut respecter la démarche suivante

1- Ecrire l'équation de dissociation de l'espèce
2- Faire le bilan ou l'inventaire des espèces en solution tout en séparant les ions des molécules
3- Définir le pH pour calculer la concentration des ions hydronium
4- Définir le produit ionique de l'eau pour déterminer la concentration des ions hydroxyde
5- Définir le pka et la coefficient de dissociation si nécessaire

Série d'exercices :

Exercice 1 : On prépare une solution (S) en dissolvant 0,584g de diethylamine ($(C_2H_5)_2NH$) dans 800mL d'eau pure. Le pH de la solution (S) est 11,4 à 25°C.

1- Détermine la concentration de la solution (S)
2- Montre que la diethylamine est une base faible.
3- a) Ecris l'équation de dissociation dans l'eau de la diethylamine.
   b) Calcule les concentrations molaires volumiques des espèces présentes.
4- Calcule le pKa du couple acide-base mis en jeu.

Exercice 2 : Une solution d'acide éthanoïque (CH_3COOH) de concentration molaire $C_a = 10^{-2}$ a un pH=3,4.

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

b) Fais le recensement des espèces chimiques en solution

c) Détermine leurs concentrations molaires volumiques.

2- Détermine :

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

b- Le pKa du couple acide-base

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

a- Compare la force des acides méthanoïque et l'acide éthanoïques.

b- Justifie la réponse.

Exercice 3 : A 25°C, le pH d'une solution aqueuse S_1 d'ammoniac de concentration $C_0 = 0{,}10 mol.L^{-1}$, est égal à 11,1.

2- Ecris l'équation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.

3- Calcule les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution S_1.

4- a) Déduis-en la valeur de la constante d'acidité Ka du couple $NH_4{}^{+}/NH_3$.

b) Vérifie que le pKa de ce couple vaut 9,2.

Exercice 4 : Une amine tertiaire de formule$(CH_3)_3N$ est dissoute dans l'eau pure. La concentration de la solution ainsi constituée est égale à $4.10^{-2}\,mol/L$ et son pH est égal à 11,6. Le couple acide/base de cette amine est $(CH_3)_3\,NH^{+}/(CH_3)_3N$.

1- Montrer que l'espèce $(CH_3)_3N$ est une base faible.

2- Ecrire l'équation de sa dissociation dans l'eau et faite l'inventaire de toutes les espèces chimiques en solution.

3- Calculer le pKa du couple acide/base considéré.

4- Comparer la force de la forme basique du couple amine considéré à celle du coupleNH^{+}/NH_3 dont le pKa est égal à 9,2.

Exercice 5 : On a préparé une solution d'acide méthanoïque $(HCOOH)$ de concentration inconnue c_0, le pH de cette solution est égal à 2,7.

1- Ecris l'équation-bilan de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau

2- Fais l'inventaire de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution

3- Sachant que le pKa du couple acide-base associé à l'acide méthanoïque est 3,8 ; calcule les concentrations molaires de toutes les espèces chimiques

4- Déduis la concentration molaire c_0 de la solution d'acide méthanoïque. $K_e = 10^{-14}$

Exercice 6 : Une solution d'acide méthanoïque $(HCOOH)$ de concentration C_0 a un pH égal à 3,5 à 25°C. Le degré de dissociation de cet acide dans l'eau est 32,7%.

1- Ecris l'équation-bilan de la réaction de l'acide avec l'eau.

2- Fais l'inventaire des espèces chimiques présentes dans la solution.

3- a) Calcule la concentration molaire des ions hydronium et hydroxyde présents dans la solution.

b) Exprime les concentrations des espèces $HCOOH$ et $HCOO^{-}$ en fonction de α et C_0

c) Déduis le pKa du couple

c) Calcule les concentrations des espèces $HCOOH$ et $HCOO^{-}$

d) Déduis la concentration C_0 de la solution d'acide éthanoïque

Exercice 7 : La vitamine C est constituée d'acide ascorbique. La dissolution d'un comprimé de $0{,}64 g$ dans un verre contenant $200 ml$ d'eau donne une solution dont le pH est égal à 4,0 à 25°C.

1- Calcule la concentration molaire volumique de l'acide ascorbique puis montrer que c'est un acide faible. Formule de l'acide ascorbique : $C_6H_8O_6$

2- Dans la suite de l'exercice on prendra la formule simplifiée AH pour l'acide ascorbique. Ecris l'équation bilan de la réaction de l'acide ascorbique avec l'eau.

3- Calcule les concentrations des différentes espèces présentes dans la solution.

4- Calcule la valeur du coefficient de dissociation.

Exercice 8 : On prépare une solution S_1 en dissolvant du gaz ammoniac (NH_4) de volume V_1 dans 2 litres d'eau. La concentration de cette solution est $2{,}08.10^{-4}\ mol/L$ et son $pH = 9{,}7$.

1- a) Calcule la valeur V_1 dans les $C.N.T.P$

b) Ecris l'équation de dissociation de l'ammoniac dans l'eau

c) Calcule les concentrations de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution S_1

d) Déduis-en le pKa du couple acido-basique correspondant

2- On prélève $20ml$ de la solution S_1, on y verse une solution d'acide chlorhydrique de concentration $4{,}16.10^{-4}\ mol/L$ et de volume V. On obtient une solution S_2 dont le pH est égal au pKa

a) Nomme la solution S_2

b) Calcule la valeur de V.

Donnée : $V_m = 22{,}4L.mol^{-1}$

Exercice 9 : Les solutions utilisées dans cet exercice sont prises à 25°C. On dissout dans un volume $V = 2L$ d'eau pure, une masse m de chlorure d'ammonium anhydre NH_4Cl. Le pH de la solution obtenu est égal à 5,5. Le pKa du couple ammonium/ammoniac est égale à 9,3

1- Ecris l'équation de dissociation du chlorure d'ammonium dans l'eau.

2- Calcule les concentrations molaires volumiques des espèces présentes dans la solution.

3- Déduis de ce qui précède :

a) La concentration molaire volumique C_0 de la solution de chlorure d'ammonium.

b) La masse m de chlorure d'ammonium anhydre dissoute. On donne en g/mol : $H : 1$; $N : 14$; $Cl = 35{,}5$ et $Ke = 10^{-14}$

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

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

b- Ecris 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- Définis α.

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

Exercice 11 : On dissout un volume de 0,448L d'acide chlorhydrique pris dans les conditions normales de températures et de pression dans 2,0L d'eau distillée.

1- a) Calcule la concentration de la solution obtenue

b) Quelle est la concentration des espèces chimiques présents dans la solution obtenue

c) Déduis le pH de la solution.

d) Montre que l'acide chlorhydrique est un acide fort.

2- Quel volume d'eau distillée faut-il ajouter à la solution précédente pour obtenir une solution de pH=3,2 ?

Exercice 12 : La formule de l'acide chloro-3-butanoïque peut s'écrire sous la forme $C_3H_6Cl - COOH$.

1- Ecris l'équation de la réaction de l'acide avec l'eau

2- Une solution de cet acide a une concentration initiale $C_0 = 2.10^{-3}\,mol/L$. Sa constante d'acidité $Ka = 8.10^{-6}$

a) Montre que la constante d'acidité Ka peut s'écrire sous la forme $Ka = \frac{C_0\alpha^2}{(1-\alpha)}$; α étant le coefficient de dissociation.

b) Calcule α

c) Calcule le pH de la solution

Exercice 13 : La vitamine C est constituée d'acide ascorbique. La dissolution d'un comprimé de 0,35g dans un verre contenant 200ml d'eau donne une solution dont le pH est égal à 3,0 à 25°C.

1- Calcule la concentration molaire volumique de l'acide ascorbique puis montrer que c'est un acide faible. Formule de l'acide ascorbique :$C_6H_8O_6$

2- Dans la suite de l'exercice on prendra la formule simplifiée AH pour l'acide ascorbique. Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'acide ascorbique avec l'eau.

3- Calcule les concentrations des différentes espèces présentes dans la solution.

4- Calcule la valeur du coefficient de dissociation

OG5 : Comprendre les réactions d'oxydo-réduction

Exercice 1: 6,5g de zinc en poudre sont versés dans 100cm^3 d'une solution de cuivre II (Cu^{2+} + SO_4^{2-}) de concentration molaire C=0,5mol/L. Un dépôt de couleur rouge se forme alors que la solution se décolore progressivement.

1- Etablis l'équation bilan de réaction. Comparer les pouvoirs réducteurs du réducteur et du cuivre.

2- a- Calcule les quantités initiales de zinc et des ions cuivre II. En déduire le réactif en excès.

b- Calcule la concentration molaire volumique en ions zinc de la solution finale.

3- Calculer la masse totale de la matière solide restant au fond du récipient.

On donne : Cu=64g/mol ; Zn=65 g/mol

Exercice 2: Un litre d'une solution aqueuse contenant initialement 15,2g de sulfate de fer II, a été longtemps abandonné à la l'air pour vérifier la stabilité de cette solution on en prélève un échantillon de 20cm^3 cet échantillon est ensuite dosé par du permanganate de potassium en milieu acide. Il faut 10 cm^3 de solution manganique déci- molaire pour atteindre l'équivalence. Calcule :

1- La molarité de la solution initiale.

2- La nouvelle molarité en ions Fe^{2+}.

3- La variation relation de la molarité en ions Fe^{2+}.

4- Comment peut-on expliquer cette variation ?

Données: Fe=56 g/mol; S=32 g/mol; O=16g/mol

Exercice 3: On dispose d'un litre (1L) d'une solution aqueuse d'un acide carboxylique $C_nH_{2n+1} - COOH$ contenant 7,2g de cet acide.

1- Ecris l'équation de dissociation de cet acide dans l'eau.

2- On fait réagir 100mL de cette solution avec de l'aluminium pur en excès. L'oxydation en ions Al^{3+} de l'aluminium s'accompagne d'un dégagement de dihydrogène.
   a- Ecris l'équation bilan de la réaction qui se produit en servant des couples H_3O^+/H_2 et Al^{3+} / Al.
   b- Le volume de dihydrogène recueilli à la fin de la réaction est égal à 134,40Cm³ dans les C.N.T.P.
      - ✓ Calcule la concentration C_S de la solution (S)
      - ✓ Calcule la masse molaire de l'acide
      - ✓ Déduis la formule et le nom de cet acide
   c- Peut-on conserver l'acide acétique (éthanoïque) dans un récipient en aluminium ? justifier.

On donne : C=12g/mol ; O=16g/mol ; H=1g/mol ; V_m=22,4L ; N_A=6,02.10²³mol

Exercice 4 : On veut doser une solution de bichromate de potassium de formule moléculaire $K_2Cr_2O_7$ par une solution contenant les ions fer II (Fe^{2+}) de concentration molaire volumique $0{,}2 mol.L^{-1}$. On procède de la manière suivante : à 60Cm³ de la solution contenant les ions fer II en excès on ajoute 10Cm³ de solution de bichromate de potassium. L'excès des ions fer II est dosé par une solution de permanganate de potassium de concentration molaire volumique $0{,}04 mol.L^{-1}$ il faut 27Cm³ de cette solution pour atteindre l'équivalence.

1- Ecris les équations bilans des réactions qui se sont produites.
2- a- Calcule la quantité initiale des ions fer II.
   b- Calcule la quantité d'ions fer II ayant réagi avec les ions permanganates.
   c- Déduis la concentration molaire volumique de la solution de bichromate de potassium.

On donne les couples : Fe^{3+}/Fe^{2+} ; $M_n O_4^-/M_n^{2+}$; $Cr O_7^{2-}/Cr^{3+}$

Exercice 5 :

1- On associe l'électrode normale à hydrogène avec une demi- pile Sn^{2+}/Sn laquelle $[Sn^{2+}]$=1molL⁻¹. La force électromotrice de cette pile vaut 0,15V. L'électrode de platine en est pole négatif. Quel est le bilan des transformations chimiques dans la pile ? Quel est le potentiel redox du couple Sn^{2+}/Sn ?
2- On remplace l'électrode normale à hydrogène par demi-pile Zn^{2+}/Zn avec $[Zn^{2+}]$=1molL⁻¹ E° (Zn^{2+}/Zn)=-0,76V . Quel est le pole de cette pile ? Combien vaut sa force électromotrice ? Cette pile consomme t-elle de l'étain ou du zinc ? Ecrire l'équation de la réaction.
3- La masse de l'électrode d'étain a varié d'un gramme. Quelle est la variation de la masse de l'électrode de zinc pendant la même durée ? On donne Sn=119$g.mol^{-1}$; Zn=65,4$g.mol^{-1}$

Exercice 6 : On dispose d'un libre d'une solution aqueuse contenant 0,02mole d'eau oxygénée (H_2O_2).

1- Calcule la concentration molaire volumique de cette solution.
2- On utilise cette solution pour doser une solution de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$). Le dosage de 20ml de solution de bichromate de potassium acidifié nécessite 15ml de solution d'eau oxygénée.
   a- Ecris les demi-équations redox puis l'équation bilan.
   b- Détermine la concentration molaire de la solution à doser.

On donne : $E^0(O_2/H_2O_2) = 0,68V$; $E^0(Cr_2O_7^{2-}) = 1,36V$.

Exercice 7 : 6,5g de zinc en poudre sont versés dans 100cm³ d'une solution de sulfate de cuivre II $(Cu^{2+} + SO_4^{2-})$ de concentration molaire C=0,5mol/L. Un dépôt de couleur rouge se forme alors que la solution se décolore progressivement.

1- Etablis l'équation bilan de la réaction. comparer les pouvoirs réducteurs du zinc et du cuivre.

2- a- Calcule les quantités initiales de zinc et des ions cuivre II. En déduire le réactif en excès.

b- Calcule la concentration molaire volumique en ions zinc de la solution finale.

3- Calcule la masse totale de la matière solide restant au fond du récipient.

On donne : Cu=64 ; Zn=65 (en g/mol)

Fin de la Chimie

RECUEIL DES VIEUX SUJETS

Sujet 1 : Baccalauréat 2010 "D"

I- CHIMIE

Exercice 1 : 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 $E_n = 13{,}6ev$ et n un entier naturel

1- a) Détermine en joule, l'énergie qu'il faut fournir à 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 :

b$_1$) Un photon d'énergie $W = 1{,}83.10^{-18}j$?

b$_2$) Un électron d'énergie cinétique $E_C = 1{,}83.10^{-18}j$?

2- Définis et calcule l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène.

3- On considère la série de Lyman.

a) Qu'appelle-t-on série de raies ?

b) L'analyse spectroscopique permet de calculer la radiation de fréquence $\nu = 3{,}8.10^{15}Hz$. A quelle transition correspond t-elle ?

On donne : $h = 6{,}62.10^{-34}Js$; $C = 3.10^{8}\ m/s$; $1ev = 1{,}6.10^{-19}j$

Exercice 2 : On dose l'eau de javel à usage domestique. Pour cela, on fait réagir $20mL$ de cette eau de javel diluée contenant des ions hypochlorite (ClO^-) dans un excès d'ions iodures pour $15{,}2mL$ (I^-). On acidifie le milieu.

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

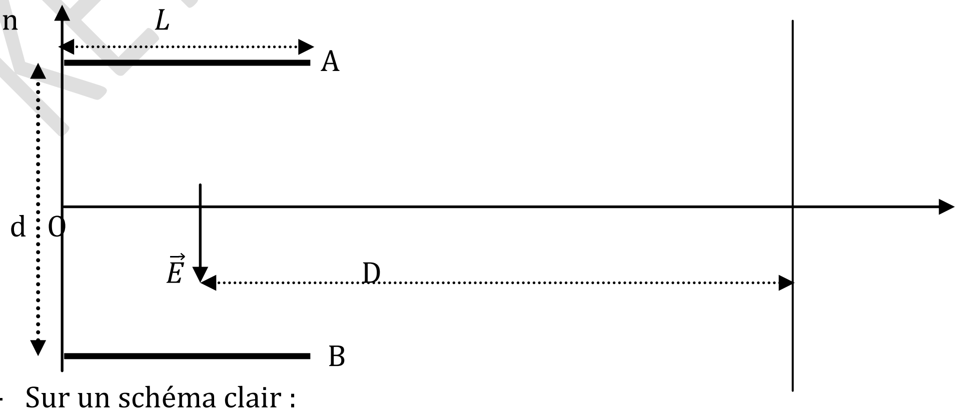
2- On dose les molécules de diiode I_2 formées par une solution de thiosulfate $(S_2O_3^{2-})$ de concentration molaire $0{,}100mL.L^{-1}$. L'équivalence est atteinte pour $15{,}2mL$ de solution de thiosulfate versé

a) Ecris l'équation bilan de la réaction de dosage. On donne : $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$

b) Calcule la concentration molaire de l'eau de javel en ion ClO^-

II- PHYSIQUE

Exercice 1 : Un proton animé d'une vitesse $\vec{v}_0$ entre dans un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ crée entre deux plaques A et B, par un point O situé à égale distance des plaques. La différence de potentiel entre les plaques est $U = 400V$. On néglige le poids du proton



1- Sur un schéma clair :

a) Indique les signes des plaques tout en les justifiant.

b) Représente la force électrique $\vec{F}$ qui s'exerce sur le proton

2- a) Etablis les équations horaires du mouvement du proton dans le repère (O, x, y)
   b) Déduis l'équation de la trajectoire du proton à l'intérieur des plaques.

3- Le proton sort du champ électrique par le point S d'ordonnée $y_S = -0{,}96mm$

a) Détermine la vitesse v_0 avec laquelle le proton entre dans le champ

b) Quelle est la nature du mouvement du proton à l'extérieur des plaques ?

4- On place un écran vertical à la distance $D = 30cm$ du milieu des plaques. Détermine les coordonnées du point d'impact M du proton sur l'écran. On donne : $d = 20cm$; $L = 10cm$; $m_p = 1{,}67.10^{-27}kg$; $q_P = +e$; $e = 1{,}6.10^{-19}C$

Exercice 2 : Un pendule simple est constitué d'un fil inextensible de masse négligeable et de longueur L et d'un solide ponctuel de masse $m = 100g$
L'extrémité libre du fil est fixée à un point O d'un support.
Le pendule effectue des oscillations de faible amplitude, de période $T = 2s$ autour de l'axe horizontal (Δ) passant par le point O.

1- Calcule :
   a) La longueur du fil.
   b) L'incertitude absolue sur la mesure de la longueur sachant que $g = 9{,}8 \pm 0{,}01m.s^{-2}$ et $\Delta T = 0{,}02s$

2- On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle de 60° et on l'abandonne sans vitesse initiale. Détermine :
   a) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, la vitesse linéaire du solide à son passage par la position $\theta = 45°$
   b) La tension du fil à cette position

3- Calcule l'énergie cinétique du solide lorsqu'il passe par la position verticale.

Exercice 3 :

Sujet 2 : Baccalauréat 2010 ''C''

I- CHIMIE

Exercice1 : On fait réagir totalement de la limaille de fer de masse $m = 16{,}8g$ avec une solution d'acide sulfurique diluée de volume $V = 500ml$. On obtient une solution S.

1- a) Ecris les demi-équations redox et l'équation bilan.
   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 $10cm^3$ en milieu acide. Pour atteindre l'équivalence, il a fallu utiliser un volume égal à $20mL$ de solution S.

a) Ecris l'équation bilan de la réaction.

b) Détermine la concentration molaire volumique de la solution de bichromate. On donne en g/mol : $H = 1$; $O = 16$; $Fe = 56$ et $V_m = 22{,}4\,L/mol$
   Les couples redox : Fe^{2+}/Fe ; H_3O^+/H_2 ; $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$

Exercice 2 : 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 $0{,}1mol.L^{-1}$

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) Ecris l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction.

b) Quelle masse de permanganate de potassium supposé anhydre faut-il utiliser ?

On donne en g/mol : $Fe = 56$; $Cl = 35{,}5$; $K = 39$; $H = 1$; $O = 16$; $Mn = 55$.

II- PHYSIQUE :

Exercice 1 :

1- Une bobine de résistance R et d'inductance L est alimentée par un générateur de tension continue $U_1 = 6V$. Elle est alors traversée par un courant d'intensité efficace $I_1 = 0{,}3A$. Détermine la résistance R de la bobine

2- On alimente ensuite la bobine par une tension sinusoïdale de valeur efficace $24V$ et de fréquence $50Hz$. L'intensité efficace du courant vaut alors $0{,}12A$. Détermine :

a) L'impédance de la bobine

b) L'inductance de la bobine.

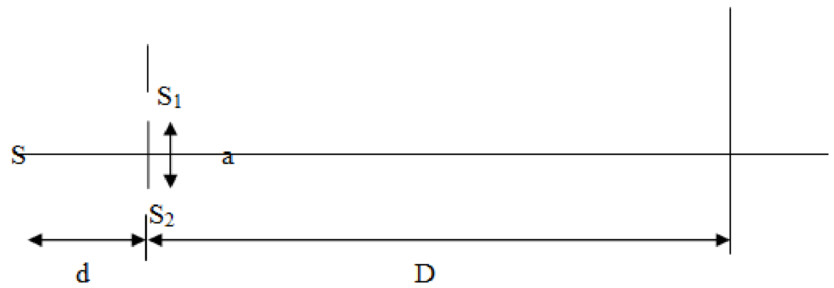
3- On monte en série avec la bobine, un condensateur de capacité $C = 5\mu F$. L'ensemble est soumise à la tension sinusoïdale précédente.

a) Détermine l'impédance de l'association

b) Quelle est l'intensité efficace du courant ?

c) Quelle est le déphasage de l'intensité par rapport à la tension aux bornes de l'association ?

Exercice 2 : On réalise l'expérience des interférences avec le dispositif de tentes de Young. La distance entre la source S monochromatique et le plan des fentes S_1 et S_2 est $d = 50cm$. La distance entre les fentes est $a = 3mm$. L'écran est placé à la distance $D = 2m$ du plan des fentes.



1- La distance entre la 6ième frange brillante située d'un côté de la frange centrale et la 6ième frange brillante située de l'autre côté est $L = 4{,}8mm$. Détermine la longueur d'onde λ_1.

2- La source S émet une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda_2 = 0{,}60\mu m$. On la déplace verticalement vers S_1de $y = 2{,}5mm$. On constate un déplacement vertical de x du système de franges sur l'écran.

a) Etabli l'expression de la différence de marche en fonction de y, x, D, d et a

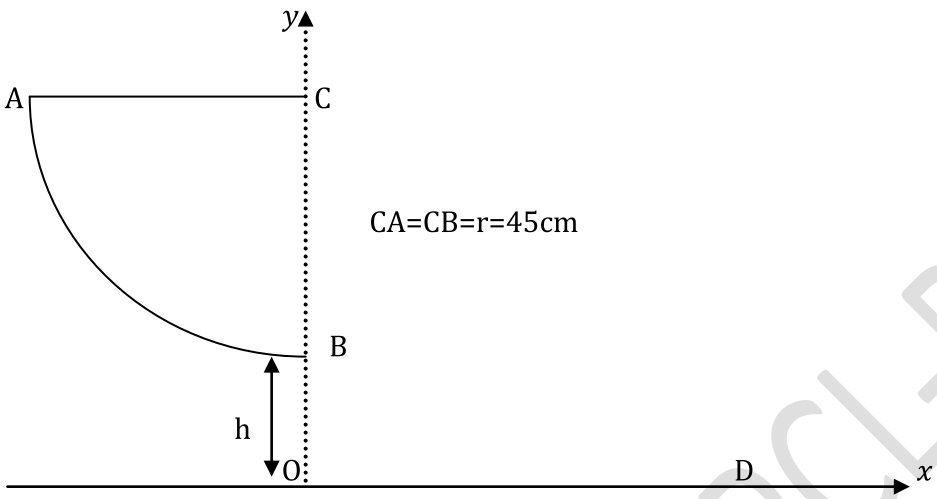
b) Détermine la nouvelle position de la frange centrale.

c) Dire de combien et dans quel sens se déplace le système de frange.

3- Pour ramener le système de frange à sa position initiale, on se propose d'utiliser une lame de verre.

a) Devant quelle frange doit-on placer la lame ?
b) Détermine l'épaisseur e de la lame. On donne $n = 1{,}5$

Exercice 3 : Un solide ponctuel de masse m glisse sans frottement sur une piste circulaire dont le profil est représenté ci-après.



Le solide part du point A avec une vitesse nulle.

1- Détermine la valeur de la vitesse au point B.
2- Après le point, le solide quitte la piste. On considère qu'il part de B avec une vitesse horizontale de valeur $v_0 = 3\, m/s$. Il atteint le sol au point D.
   a) Etablis dans le repère (O, x, y), les équations horaires du mouvement du solide entre B et D
   b) Déduis l'équation cartésienne de la trajectoire.
   c) Calcule la durée du mouvement entre B et D sachant que $h = 0{,}8m$.
   d) Avec quelle vitesse le solide arrive-t-il au sol ?

On prendra $g = 10m.s^{-1}$

Sujet 3 : Baccalauréat 2011 ''D''

I- CHIMIE

Exercice 1 : La réaction de décomposition de $NOBr$, à une température déterminée, selon l'équation : $NOBr_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Br_{2_{(g)}}$ fournit les résultats suivants :

t(s)	0	6,2	10,8	14,7	20,0	24,5
$[NOBr]$(mol.L^{-1})	0,025	0,0198	0,0162	0,0144	0,0125	0,0112

1- En te servant des résultats, détermine le temps de demi-réaction.
2- Sachant que la réaction est d'ordre deux :
   a) Calcule la constante de vitesse de cette réaction.
   b) Ecris la loi de vitesse de cette réaction.
   c) Détermine le temps nécessaire à la décomposition de 80% du réactif, puis calcule la vitesse de disparition du réactif à cette date.

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

1- a) calcule la concentration molaire volumique de la solution préparée.
   b) Montre que l'acide méthanoïque est un acide faible.

c) Ecris l'équation de dissociation de l'acide méthanoïque dans l'eau.

2- a) Fais l'inventaire de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution.

b) Calcule les concentrations molaires volumiques des différentes espèces chimiques

3- a) Calcule le pka du couple $HCOOH/HCOO^-$

b) Le pka du couple CH_3COOH/CH_3COO^- est 4,7. Compare les forces des acides méthanoïque (HCOOH) et éthanoïque CH_3COOH. On donne en g/mol : C=12 ; O=16 ; H=1

II- PHYSIQUE

Exercice 1 : On considère un ressort élastique de masse négligeable de constante de raideur $K = 20N.m^{-1}$,suspendu verticalement par l'une des extrémités à une potence. À l'autre extrémité, on fixe un solide (S) de masse m, le ressort s'allonge de ΔL_0.

1- Écris 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- Établis l'équation différentielle du mouvement du solide (S).
   b- Détermine la masse de ce solide. On donne $g = 10m.s^{-2}$.
3- Détermine l'équation horaire du mouvement de (S).
4- Trouve la vitesse du solide (S) au premier passage par la position d'équilibre.

Exercice 2 : L'extrémité A d'une corde élastique est animée d'un mouvement vibratoire dont l'élongation instantanée exprimée en mètres est $y_A = 4.10^{-2} \sin 20\pi t$.

1- Détermine l'amplitude, la période, la fréquence et la phase initiale du mouvement de A.
2- La célérité du mouvement vibratoire est $C = 2{,}5\ m/s$. Détermine :
   a) La longueur d'onde du mouvement vibratoire.
   b) L'équation horaire du mouvement d'un point M de la corde situé à une distance $d = 62{,}5cm$ de A.
   c) Représente le graphe du mouvement de M.
3- On considère un point N situé à $93{,}75cm$ de A. Compare les mouvements de M et N à celui A.

Exercice 3 :

1- Un conducteur ohmique de résistance $R = 20\Omega$ est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal de fréquence $N = 50Hz$, d'intensité instantanée $i(t) = 2\sqrt{2}\cos \omega t$. Donne l'expression de la tension instantanée aux bornes du conducteur ohmique.
2- On monte on série avec le conducteur ohmique précédent, un condensateur de capacité $C = 2.10^{-4}F$. L'ensemble est parcouru par le courant alternatif précédent.
   a) Fais le schéma du circuit.
   b) Calcule l'impédance du circuit ainsi constitué.
   c) Détermine le déphasage de tension aux bornes des deux dipôles par rapport à l'intensité.
   d) Etablis l'expression de la tension instantanée $u(t)$.
3- Calcule la puissance moyenne consommée dans le circuit.

Sujet 4 : Baccalauréat 2011 ''C''

I- CHIMIE

Exercice 1 : On mélange dans plusieurs ampoules 3,7g d'acide propénoïque ($CH_3 - CH_2COOH$) et 1,6g de méthanol ($CH_3 - OH$), on scelle les ampoules et on les place dans une étuve à 50°C.

Au bout de 24heures, on constate que la masse de l'acide propénoïque après la réaction reste constate et égale à 1,23g par ampoule.

1- a) Quelle réaction chimique a eu lieu dans les ampoules
   b) Donne ses caractéristiques
2- a) Ecris l'équation-bilan de cette réaction.
   b) Donne le nom du composé organique formé.
3- Calcule la quantité de matière du composé organique formé à l'équilibre
4- a) Calcule le rendement de cette réaction.
   b) Comment pourrait-on obtenir le même résultat expérimental en moins de temps.

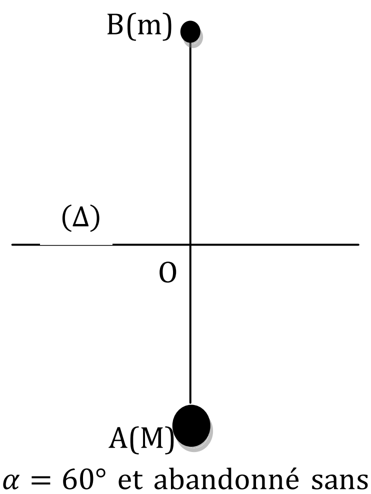
On donne en g/mol : $C = 12$; $H = 1$; $O = 16$

Exercice 2 : Au cours d'une séance de travaux pratiques, le professeur demande à un élève de préparer une solution S_0 d'ions Fe^{2+} en partant d'une masse m=13,9g de sulfate de fer II hydraté $(FeSO_4, 7H_2O)$ qu'il dissout dans l'eau pure pour obtenir $500cm^3$ de solution.

1- Calcule la concentration molaire théorique C_0 de la solution S_0 obtenue.
2- Afin de vérifier le travail effectué, le professeur demande à un autre élève de déterminer la concentration de la solution obtenue par dosage à l'aide d'une solution de permanganate de potassium $(K^+ + MnO_4^-)$, de concentration molaire $0{,}04mol.L^{-1}$.
   a) Ecris l'équation-bilan de la réaction qui a lieu.
   b) Sachant que $11cm^3$ de la solution de permanganate de potassium ont été nécessaires pour doser $20cm^3$ de la solution d'ion Fe^{2+} ; détermine la concentration molaire volumique C de la solution d'ion Fe^{2+}.
   c) Déduis l'incertitude relative sur la concentration C_0. On rappelle que les couples redox sont : Fe^{3+}/Fe^{2+} ; MnO_4^-/Mn^{2+}
   On donne en g/mol : $Fe = 56$; $S = 32$; $H = 1$

II- PHYSIQUE

Exercice 1 : AB est une tige de masse négligeable, de milieu O, de longueur AB=2L=80cm. AB peut osciller dans le plan vertical autour d'un axe (Δ) horizontal et passant par le point O. En A, on a fixé un solide de masse M et en B un solide de masse m telque $M = 3m \ et \ m = 100g$



1- a) Calcule le moment d'inertie du système ainsi constitué
   b) Donne la position G du centre d'inertie du système
   c)On écarte ce système d'une faible amplitude de la position d'équilibre et on l'abandonne sans vitesse initiale.
   c_1) Etablis l'équation différentielle du pendule ainsi constitué
   c_2) Déduis la période du mouvement.

2- Le pendule est écarté de sa position d'équilibre d'un angle $\alpha = 60°$ et abandonné sans vitesse initiale.
   a) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calcule la vitesse angulaire du pendule au passage à la position d'équilibre
   b) Déduis la vitesse linéaire de A à cette position

Exercice 2 : Dans le dispositif de Young, la source S émet une radiation lumineuse de longueur d'onde λ qui éclaire les sources S_1 et S_2 distantes de $a = 0{,}7mm$.

On observe le phénomène d'interférences sur un écran situé à une distance $D = 1m$ du plan des fentes.

1- Comment appelle-t-on la zone où l'on observe ce phénomène ?
2- Sur l'écran, le milieu de la $7^{ième}$ frange brillante est situé $x = 4{,}2mm$ du milieu de la frange centrale. Calcule :
   a) L'interfrange i .
   b) La longueur d'onde λ de radiation
3- La source S émet maintenant deux radiations, l'une de longueur d'onde $\lambda_1 = 0{,}420\mu m$ et l'autre de longueur d'onde inconnue λ_2
   a) Décris le phénomène observé sur l'écran
   b) Sur l'écran, le milieu de la $8^{ième}$ frange brillante de la radiation de longueur d'onde λ_1 coïncide avec le milieu de la $7^{ième}$ frange brillante de la radiation de longueur d'onde λ_2. Calcule la valeur de λ_2.
   c) Calcule la distance entre deux coïncidences successives.

Exercice 3 : On se propose de déterminer la résistance r et l'inductance L d'une bobine. Pour cela, on monte en série un conducteur ohmique de résistance $R = 7\Omega$ et une bobine.

L'ensemble est alimenté par une tension sinusoïdale de fréquence $N = 50Hz$ et de valeur efficace $U = 24V$. On mesure les tensions efficaces $U_1 = 8V$et $U_2 = 19{,}6V$ respectivement aux bornes du conducteur ohmique et aux bornes de la bobine.

1- a) Donne l'expression et calcule les impédances Z_1 du conducteur ohmique, Z_2 de la bobine et Z du circuit
   b) Déduis les valeurs de r et L

2- On ajoute en série dans le circuit précédent un condensateur de capacité C. Le circuit étant capacitif.
   a) Quelle doit être la valeur de C pour que l'intensité efficace soit la même que dans question 1. La tension n'étant pas modifiée ainsi que la fréquence.
   b) Exprime la phase φ de la nouvelle tension instantanée en fonction de L, ω, R et r
   c) Construis le diagramme de Fresnel correspondant.

Sujet 5 : Baccalauréat 2012 ''D''

I- CHIMIE :

Exercice 1 : Les niveaux énergétiques de l'atome d'hydrogène sont donnés par la formule : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$ avec $E_0 = 13{,}6ev$

1- a) Calcule les énergies correspondant à $n = 1; n = 2; n = 3; n = \infty$.
   b) Représente le diagramme des énergies de l'atome. Echelle : $1cm \rightarrow 1ev$

2- L'analyse du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène révèle la présence de la radiation de longueur d'onde $\lambda = 656nm$ dans la série de Balmer
   a) Montre que les longueur d'onde des radiations émises dans la série de Balmer vérifie la relation : $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)$
   b) Détermine la valeur de n pour la radiation de longueur d'onde $\lambda = 656nm$.

2- Un photon d'énergie $7ev$ arrive sur un atome d'hydrogène. Que se passe-t-il :

a) Si l'atome est dans l'état fondamental ?

b) Si l'atome est dans l'état excité ($n = 2$) ?

On donne : $h = 6{,}62.10^{-34} Js$; $1nm = 10^{-9}m$; $C = 3.10^{8} m.s^{-1}$; $1ev = 1{,}6.10^{-19} J$

Exercice 2 :

1-a) Ecris les demi-équations d'oxydoréduction des couples : I_2/I^- et $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$

b) Déduis l'équation bilan ionique de la réaction entre le diiode et l'ion thiosulfate

2- On dose un volume $V_0 = 50mL$ d'une solution de diiode (I_2) par une solution de thiosulfate ($S_2O_3^{2-}$) de concentration $C_r = 0{,}1\,mol/L$. L'équivalence est atteint pour un volume ajouté $V_r = 25{,}5mL$

a) Calcule la concentration C_0 de la solution de diiode

b) Quelle masse de cristaux de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$ dissoute dans un litre si les cristaux utilisés contiennent 5% d'impureté ?

On donne en g/mol : $S = 32$; $Na = 23$; $O = 16$

II- PHYSIQUE

Exercice 1 : Partant du repos, un ouvrier pousse un chariot de masse $m = 60kg$ 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 la vitesse acquise en B, le chariot se déplace sur un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale comme l'indique la figure ci-contre.

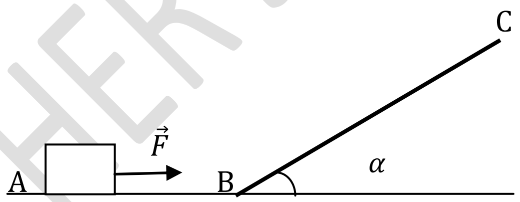
L'intensité des forces de frottement le long de tout le trajet ABC est constante et égale à $\frac{P}{20}$.

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

a) Exprime la vitesse V_B du chariot au point B en fonction de F, m, L et g.

b) Exprime 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- Détermine la valeur de la force F exercée par l'ouvrier pour que le chariot atteigne le point C avec une vitesse nulle. On donne : $AB = L = 30m$; $BC = 6m$; $\alpha = 25°$; $g=10m/s^2$.



Exercice 2 :

1- Un point matériel A animé d'un mouvement sinusoïdal rectiligne vertical, de fréquence $50Hz$ et d'amplitude $a = 3mm$.

a) En prenant comme origine des temps, l'instant où le point A passe par sa position d'équilibre en allant dans le sens des élongations positives, donne l'expression de son élongation $y_A(t)$ en fonction du temps.

b) A quel instant l'élongation est-elle égale à 1,5mm ? Le point A se déplaçant dans le sens des élongations positives.

2- Ce point matériel est à l'extrémité d'un vibreur, lié à une corde tendue, de masse linéique $\mu = 2{,}5.10^{-3}\ kg/m$ et de longueur L. Des vibrations transversales se propagent le long de la corde avec une vitesse $v = 20\,m/s$.

a) Calcule l'intensité de la tension de la corde.

b) Quelle est la longueur d'onde des vibrations ?

Exercice 3 : On considère trois dipôles D_1; D_2 et D_3 tels que
- ✓ D_1 est conducteur ohmique de résistance R ;
- ✓ D_2 est une bobine de résistance r et d'inductance L ;
- ✓ D_3 est un condensateur de capacité C.

Pour chaque dipôle, on réalise les expériences suivantes :
Expérience 1 : On applique une tension continue $U_C = 9V$ et on mesure l'intensité I_C qui traverse le dipôle.
Expérience 2 : On applique une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace $U_e = 12V$ et de fréquence $f = 50Hz$, puis on mesure l'intensité efficace I_e correspondante. On obtient le tableau suivant :

Dipôle	I_C(A)	I_e(A)	$\frac{U_C}{I_C}$	$\frac{U_e}{I_e}$
D_1	1,875	2,5		
D_2	3,6	3,2		
D_3	0,0	5.10^{-3}		

1- Complète le tableau de données ci-après.
2- Détermine R, r, L et C
3- On associe les trois éléments en série. Un générateur basse tension maintient une tension sinusoïdale de fréquence réglable aux bornes de l'association. On maintient la tension efficace constante et on fait varier la fréquence. Pour quelle valeur de la fréquence, l'intensité efficace atteint-elle sa valeur maximale ?

Sujet 6 : Baccalauréat 2012 "C"

I- CHIMIE

Exercice 1 : Le Polonium $^{210}_{84}Po$, noyau instable, se désintègre suivant le mode α en donnant le noyau de Plomb (Pb) dans son état fondamental.
1- Calcule, en Mev, l'énergie liaison par nucléon du noyau de polonium.
2- Ecris l'équation-bilan de la réaction de désintégration d'un noyau de polonium en précisant les lois d conservation utilisées.
3- Calcule en Mev, l'énergie libérée lors de cette désintégration.
4- La période du nucléide $^{210}_{84}Po$ est T=138jours. Un échantillon de polonium 210 a une masse initiale $m_0 = 20g$
   a) Calcule le nombre de noyaux N_0 de polonium 210 correspondant.
   b) Calcule la masse de polonium disparue au bout de 414jours. On donne :

$m(Po) = 209{,}9369u; m(Pb) = 205{,}9296u, m(He) = 4{,}0015u, mp = 1{,}00727u,$
$mn = 1{,}00866u, C = 3.10^8 m.s^{-1}; N = 6{,}02.10^{23} mol^{-1}, 1u = 931{,}5\, Mev/C^2$

Exercice 2 : La méthanamine (CH_3CH_2) est une base dont l'acide associé est l'ion méthanammonium $(CH_3CH_3^+)$.
1- Ecris l'équation de la réaction de la méthanamine sur l'eau.
2- On prépare un mélange contenant 20cm³ d'une solution de méthanamine de concentration C_1=0,1mol.L^{-1} et 10cm³ d'une solution de chlorure de méthanammonium $(CH_3CH_2^+ + Cl^-)$ de concentration C_2=0,2mol.L^{-1}. Le pH de la solution est 10,6
   a- Fais le recensement des espèces chimiques présentes dans la solution.
   b- Calcule la concentration molaire volumique de chaque espèce.
   c- Déduis le pKa du couple $CH_3CH_2^+/CH_3CH_2$

3- Le pKa du couple NH_4^+/NH_3 vaut 9,2. Laquelle des deux base CH_3CH_2 et NH_3 est plus forte ? Justifie ta réponse.

PHYSIQUE :

Exercice 1 : Un camion dont la masse totale a pour valeur M=7tonnes démarre sur une route rectiligne et horizontale. Il atteint une vitesse de 60km.h^{-1} en 4min et continue ensuite à la vitesse constante. Dans cette question et toutes celles qui suivent, on admettra que l'ensemble des forces de frottement et de résistance de l'air est équivalent à une force unique opposée à la vitesse, d'intensité constante f=500N.

1- Calcule l'intensité de la force de traction développée par le moteur.
   a) Au cours du démarrage (le mouvement étant alors supposé rectiligne uniformément accéléré)
   b) Quand le mouvement est rectiligne et uniforme.

2- Pour arrêter le camion, le chauffeur débraie, supprimant ainsi la liaison entre le moteur et les roues motrices pour annuler la force de traction, et en même temps il serre les freins. Le camion, qui roulait à la vitesse de 60km.h^{-1}, s'arrête sur un parcourt de 200m. Calcule :
   a) L'intensité de la force de freinage.
   b) Le temps mis par le camion pour s'arrêter.

Exercice 2 : L'extrémité O d'une corde vibrante est animée d'un mouvement sinusoïdal dont l'élongation est : $y_0(t) = 2.10^{-2} \sin 200\pi t$

1- Déduis la fréquence et l'amplitude du mouvement.

2- La distance qui sépare deux point successifs qui vibrent en opposition de phase est d=20cm. Calcule :
   a) La longueur d'onde.
   b) La vitesse de propagation des ondes.

3- Soit M le premier point qui vibre en quadrature de phase avec la source O.
   a) Détermine la distance x par rapport à la source O.
   b) Etablis l'équation horaire du point M.
   c) Représente graphiquement dans un même système d'axes $y_O(t)$ et $y_M(t)$

Exercice 3 : Un circuit est constitué d'un conducteur ohmique de résistance R et d'une bobine d'inductance L et résistance négligeable.

1- On alimente ce circuit sous une tension continue U_1=6V, l'intensité du courant est I_2=0,2A. Détermine la résistance R et la puissance électrique consommée.

2- Le circuit est ensuite alimenté sous une tension alternative de valeur efficace U_2=6V et de fréquence N=50Hz. L'intensité efficace du courant est I_2=0,1A. Calcule :
   a) La puissance électrique du circuit.
   b) Le facteur de puissance du circuit.
   c) L'inductance L de la bobine.

3- Un condensateur associé en série ramène le facteur de puissance du circuit à 0,8. En admettant que le circuit est capacitif, calcule :
   a) L'impédance du circuit.
   b) La réactance X du circuit
   c) La valeur de la capacité C du condensateur.

Sujet 7 : Baccalauréat 2013 ''D''

I- CHIMIE :

Exercice 1 : Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par l'expression : $E_n = -\frac{13,6}{n^2}\ (ev)$ où n est un entier supérieur ou égal à 1.

1- a) Calcule les énergies correspondant à $n = 1$; $n = 2$; $n = 3, n = 4; n = 5$ et $n = \infty$

b) Représente dans le diagramme d'énergie, les cinq premiers niveaux d'énergie ainsi que le niveau correspond à l'atome excité

2- Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène contient les radiations de fréquences $NN_{\alpha} = 6{,}16.10^{14}$Hz et$N_{\beta} = 6{,}91.10^{14}$Hz. Sachant que ces deux radiations aboutissent au niveau n=2, détermine les numéros α et β des niveaux initiaux. On donne : $h=6{,}62.10^{-34}$Js

Exercice 2 : On dissout une quantité de soude de masse m=4g dans un volume V_1=500mL de solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_1=10^{-1}$mol/L

1- a) Ecris les équations des réactions.

b) Détermine, en moles, la quantité d'ions hydroxyde apportés par la soude et la quantité d'ions hydronium présents dans la solution d'acide chlorhydrique avant le mélange.

2- Le mélange obtenu est-il acide ou basique ?

3- Calcule les concentrations des ions présents dans le mélange. Puis déduis le pH.

4- Quel volume de solution d'acide chlorhydrique de concentration C_1 faut-il ajouter au mélange précédent pour obtenir une solution neutre ? On donne $K_e=10^{-14}$ à 25°C

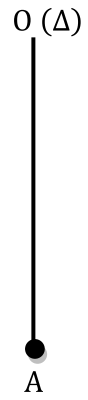
Masse atomique en g/mol : Na=23 ; O=16 ; H=1.

II-PHYSIQUE

Exercice 1 : Une tige homogène OA de longueur L=1m, de masse m=100g peut osciller sans frottements autours d'un axe horizontal (Δ) passant par son extrémité supérieure O.

On fixe à l'autre extrémité A de la tige une masse $m_A=\frac{3}{2}m$.

Le pendule ainsi constitué est écarté de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_0 = 0{,}15rad$ puis il est abandonné sans vitesse initiale.



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

a) Montre que la position du centre d'inertie G est telle que $OG=\frac{4}{5}L$

b) Calcule le moment d'inertie $J_{(\Delta)}$ du système par rapport à l'axe (Δ).

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

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

c) Donne l'allure de la courbe du mouvement de ce pendule.

3) Montre que l'énergie mécanique du système est une constante.

Exercice 2 : 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=50Hz et d'amplitude $a = 3mm$

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

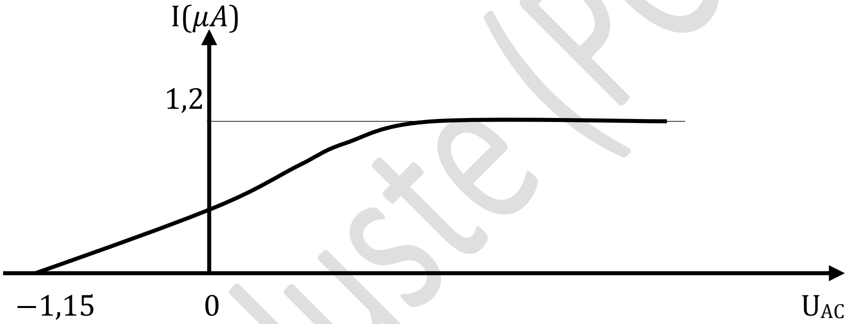
2- La nappe est le siège d'une onde progressive sinusoïdale transversale de longueur d'onde $\lambda = 2cm$.
   a) Calcule la célérité des ondes.
   b) Etablis l'équation horaire $y_M(t)$ du mouvement d'un point M situé à la distance $x = 8{,}5cm$ de S.
   c) Compare les mouvements de S et M.
   d) Représente dans un même système d'axes, les courbes $y_S(t)$ et $y_M(t)$

Exercice 3 : On éclaire une cellule photoélectrique au césium successivement avec deux radiations lumineuses de longueur d'onde $\lambda_1 = 410nm$ et $\lambda_2 = 740nm$. On rappelle que 1nm=10^{-9}m.

1- La longueur d'onde seuil photoélectrique du césium est $\lambda_0 = 660nm$.
   a) Donne la définition de la longueur d'onde seuil.
   b) Parmi les deux radiations, précise celle qui provoque l'émission d'électrons.

2- Pour la radiation qui provoque l'émission d'électrons, calcule en électron-volts, l'énergie cinétique maximale d'un électron émis par la cathode.

3- On établit entre l'anode et la cathode une tension U_{AC} et on note l'intensité du courant pour chaque valeur de U_{AC}. On donne la caractéristique $I = f(U_{AC})$



a) Que signifie les nombres $-1{,}15V$ et $1{,}2\mu A$?
b) Calcule la tension U_{AC} pour laquelle les électrons arrivent à l'anode à la vitesse V_A=2000km/s
c) Lorsqu'on a obtenu le courant de saturation, détermine le nombre d'électrons émis par la cellule en 16s.

Sujet 8 : Baccalauréat 2013 ''C''

I- CHIMIE :

Exercice 1 : Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par l'expression :
$E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}\ (ev)$ où n est un entier supérieur ou égal à 1.

1- Calcule les énergies correspondant à $n = 1$; $n = 2$; $n = 3$.

2- Comment nomme-t-on le premier niveau ?

3- a) Dans quel état l'atome d'hydrogène se trouve lorsque n tend vers l'infini ?
   b) Quel est alors son énergie ?

4- a) Calcule la fréquence de radiation lorsque :
   a1) L'atome passe du niveau E_2 au niveau E_1.
   a2) L'atome passe du niveau E_3 au niveau E_1
   b) Calcule les longueurs d'onde correspondant à ces fréquences
   c) A quel domaine spectral appartiennent ces radiations ?

5- Calcule la longueur d'onde la plus courte que l'on peut trouver dans le spectre de l'atome d'hydrogène. $h = 6{,}62.10^{-34} Js; C = 3.10^{8} m.s^{-1}; 1ev = 1{,}6.10^{-19} J$

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

1- a) Ecris l'équation de dissociation ionique de l'acide éthanoïque dans l'eau.
   b) Recense les différentes espèces chimiques présente dans la solution.
   c) Détermine leurs concentration molaires volumiques.

2- Détermine :
   a) Le coefficient de dissociation ionique de l'acide.
   b) Le pKa du couple acide-base CH_3COOH/CH_3COO^-.

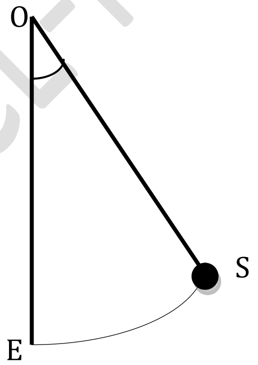
3- Le pKa du couple $HCOOH/HCOO^-$ est égal à 3,8.

a) Compare les forces des acides CH_3COOH et $HCOOH$
b) Justifie ta réponse.

II- PHYSIQUE :

Exercice 1 : Un solide S supposé ponctuel, de masse 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 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'' du plan horizontal passant par E.



1- a) Etablis l'expression de l'énergie mécanique E_M du système ''Solide+Terre'' en fonction de m, L, g, θ et $\dot{\theta}$
   b) Montre que cette énergie est constante

2- Les oscillations sont de faibles amplitudes.

a) En utilisant les résultats de la question 1, montre que l'équation différentielle du mouvement a pour expression $\ddot{\theta} + \frac{g}{L}\theta = 0$
b) Calcule la période T_0.
c) Etablis l'expression $\theta = f(t)$ de l'abscisse angulaire en fonction du temps sachant que $\theta_m = 6°$. On donne : $L = 60cm, g = 9{,}8 m.s^{2}; 1° = 1{,}744.10^{-2} rad$

Exercice 2 : L'extrémité S d'une corde élastique vibrante tendue horizontalement est animée d'un mouvement transversal sinusoïdal de fréquence N=50Hz et d'amplitude $a = 5mm$. Des ondes se propagent le long de cette corde à la célérité $v = 10\, m/s$.

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

1- Ecris l'équation horaire $y_S(t)$ du mouvement du point S.
2- On considère le point M de la corde situé à $0{,}25m$ de S.
   a) A quel instant M commence t-il à vibrer ?
   b) Ecris l'équation horaire $y_M(t)$ du mouvement de M
   c) Quelles sont les vitesses de M aux instants $t_1 = 1{,}25.10^{-2}s$; $t_2 = 4{,}5.10^{-2}s$
3- Représente sur un même système d'axes, les graphes des fonctions $y_S(t)$ et $y_M(t)$ des mouvements de S et M.

Exercice 3 : Un circuit en série comprend : un résistor de résistance $R = 20\Omega$, une bobine d'inductance L et résistance négligeable et 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=50Hz, les observations donnent alors les résultats suivants :
   - ✓ Intensité efficace du courant dans le circuit I_1=1,5A ;
   - ✓ Impédance de la bobine Z_L=30Ω
   - ✓ Impédance du condensateur Z_C=40Ω

   a) Détermine :

   a_1) La valeur efficace de la tension aux bornes du circuit

   a_2) L'inductance L de la bobine.

   a_3) La capacité C du condensateur.

   b) Montre que le circuit est capacitif

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

   a) Calcule l'intensité efficace I_2 du courant dans le circuit.

   b) Le circuit reste-t-il capacitif ? Justifie.

Sujet 9 : Baccalauréat blanc mai 2014 ''D''

I-CHIMIE

Partie A : Vérification des connaissances :

1- **Questions à choix multiples :** Indique la ou les bonnes réponses

1-a : L'énergie d'un photon de lumière monochromatique de fréquence N est donnée par :

$a.1 : \frac{hN}{C}$; $a.2 : \frac{h\lambda}{C}$; $a.3 : \frac{hC}{\lambda}$; $a.4 : hN$

1-b : La fission nucléaire est une réaction :

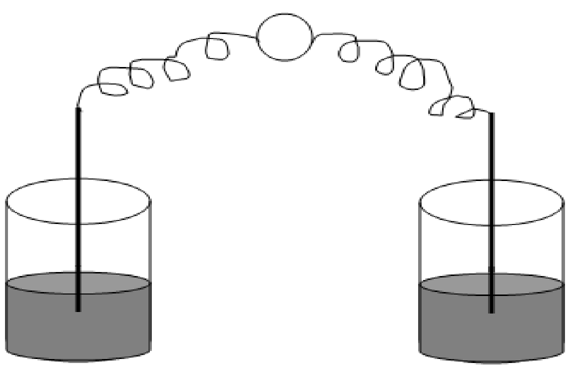
$b.1$: spontanée ; $b.2$: provoqué par un photon ; $b.3$: provoquée par un neutron incident lent

1 - c: Pour arrêter la réaction d'estérification, il faut :

$c.1$: chauffer à reflux le mélange ; $c.2$: refroidir le mélange

2- **Schéma à compléter :**

Reproduis puis complète le schéma de la pile ci-dessous en se faisant aider de l'écriture de la chaine électrochimique suivante : $(-)\ Fe/Fe^{2+} // MnO^{-}{}_4; Mn^{2+}/Pt\ (+)$



3- **Question à réponse courte :**

Soit l'équation de la réaction ci-après : $MnO_4{}^{-} + 5Fe^{2+} + 8H_3O^{+} \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 12H_2O$. Donne la relation qui existe entre les vitesses des espèces chimiques : $MnO_4{}^{-}$, Fe^{2+}, Mn^{2+} et Fe^{3+}.

Partie B : Application des connaissances

A 25°C, le pH d'une solution aqueuse S_1 d'ammoniac de concentration $C_0 = 0{,}10 mol.L^{-1}$, est égal à 11,1.

1- Ecris l'équation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.
2- Calcule les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution S_1.
3- a) Déduis-en la valeur de la constante d'acidité Ka du couple NH_4^+/NH_3.
   b) Vérifie que le pKa de ce couple vaut 9,2.
4- A un litre de solution S_1, on ajoute du chlorure d'ammonium (NH_4Cl) solide jusqu'à obtenir une solution S_2 de $pH = 9{,}2$. (On négligera la variation relative de volume.
   a) Compare les concentrations des espèces NH_4^+ et NH_3 dans la solution S_2.
   b) Quelle est la nature de la solution obtenue ?
   c) Donne ses propriétés.

II- CHIMIE :

Partie A : Vérification des connaissances

1- **Texte à trous :** Complète le texte ci-après par les mots suivants : sol ; temps ; projectile ; atteindre.

Dans le mouvement d'un….. , la durée du tir est le…. que met le projectile pour…. le….

2- **Appariement :** Associe un élément-question de la colonne A à un élément-réponse de la colonne B : Exemple : $A.6 = B.7$

Colonne A	Colonne B
$A.1$: Période d'un pendule de torsion	$B.1$: $T = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{M.g.OG}}$
$A.2$: Circuit RLC à effet inductif	$B.1$: tension en avance de phase sur l'intensité
$A.3$: Période d'un pendule pesant	$B.1$: intensité en avance de phase sur la tension
$A.4$: Circuit RLC à effet capacitif	$B.1$: $T = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{C}}$

3- **Réarrangement :** La phrase suivante est écrite en désordre, ordonne-la :

L'interférence / la nature / montre / de la lumière / ondulatoire / lumineuse.

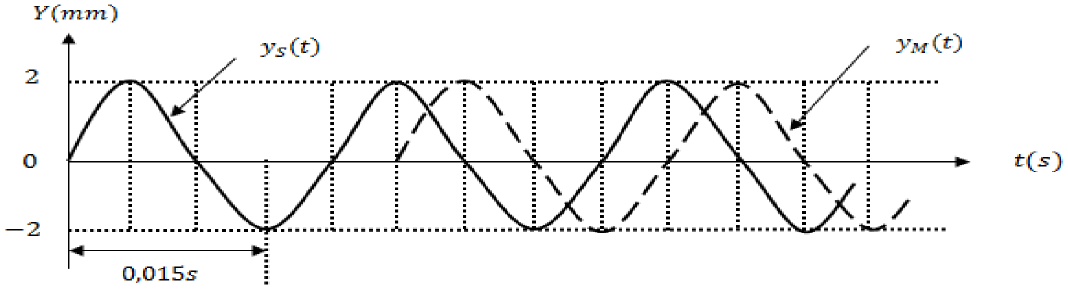
Partie B : Application des connaissances

Une cellule photoélectrique au césium est éclairée par deux radiations : l'une orange de longueur d'onde $\lambda_1 = 0{,}60\mu m$, l'autre rouge de longueur $\lambda_2 = 0{,}75\mu m$. La fréquence seuil de cette cathode est $N_0 = 4{,}54.10^{14} Hz$.

1- Montre qu'une seule des deux radiations produit l'effet photoélectrique.
2- Calcule en joule et en ev l'énergie minimale nécessaire à l'extraction d'un électron de la cathode
3- a) Calcule l'énergie cinétique maximale d'un électron émis de la cathode.
   b) Avec quelle vitesse atteint-il l'anode si on applique une tension $U_{AC} = 5{,}0V$ entre l'anode et la cathode ? On donne $h = 6{,}62.10^{-34} J.s$; $e = 1{,}6.10^{-19} C$;
   $c = 3.10^8 m.s^{-1}$; $m_e = 9{,}1.10^{-31} kg$; $1ev = 1{,}6.10^{-19} J$

Partie C : Résolution d'un problème

Au cours d'une série de travaux pratiques, un enseignant demande à ses élèves d'étudier le phénomène des ondes progressives le long d'une corde. Il dispose pour cela, d'un vibreur relié à une des extrémités S d'une longue corde. A l'instant $t = 0$, le point S commence à vibrer. Ces oscillations, de période T, de fréquence N et d'amplitude a se propagent à la célérité $V = 20 m.s^{-1}$. On néglige la réflexion des ondes. Un logiciel informatique permet de tracer les graphes de S et M représentés ci-dessous. L'exercice consiste à établir les équations de S et M qui ont permis d'obtenir ces graphes puis à représenter l'aspect de la corde à une date donnée.



1- A partir de la courbe $y_S(t)$
   d) Détermine les valeurs de la période T et de la phase φ à l'origine

1- a) Avec quel retard θ le point M commence-t-il à vibrer ?
   b) A quelle distance $\overline{SM} = x$, se situe le point M ?

2- D'après les courbes $y_S(t)$ et $y_M(t)$, quel déphasage existe-t-il entre S et M ?

3- Etablis les équations horaires $y_S(t)$ et $y_M(t)$
   Représente l'aspect de la corde à la date $t = 3.10^{-2} s$

Sujet 10 : Baccalauréat 2014 "D"

I- CHIMIE :

Partie A : Vérification des connaissances

1- Appariement : Relie un élément-question de la colonne A à un élément réponse de la colonne B

Colonne A	Colonne B
a_1 : le pH d'une solution de monoacide fort	b_1 : $t_{1/2} = \frac{1}{kC_0}$
a_2 : l'élévation ébulliométrique d'une solution	b_2 : une droite de pente $-k$
a_3 : le temps de demi-réaction d'une réaction d'ordre 2	b_3 : $-logC_b$
a_4 : pour une réaction d'ordre 1, la fonction $lnc = f(t)$ est	b_4 : $\Delta\theta' = K' \frac{m}{m'M}$

2- **Question à réponse courte :** Donne les définitions de :
   a) Série de raies
   b) Energie d'ionisation pour un atome d'hydrogène.

3- Réarrangement : Ordonne le texte suivant qui est écrit en désordre

Dans l'échantillon soit désintégrée/ initialement présents/ d'un nucléide/ est la durée nécessaire/ pour que/ La période radioactive/ la moitié des noyaux radioactifs.

Partie B : Application des connaissances

1- On prépare une solution S en dissolvant 7,9g de cristaux de permanganate de potassium ($KMnO_4$) dans 200mL d'eau. Calcule la concentration molaire volumique de la solution.

2- On dose en milieu acide 20mL de la solution S par une solution de sulfate de fer (Fe^{2+}+SO_4^{2-}) à 1mol/L.
   a) Ecris l'équation bilan de la réaction d'oxydo-réduction.
   b) Calcule le volume de la solution de sulfate de fer utilisé.

c) Calcule les concentrations molaires volumiques des ions manganèse (Mm^{2+}) et des ions ferriques (Fe^{3+}) formés. On donne en g/mol : K=39, Mn=55 ; O=16.

Couples redox en présence : Fe^{3+}/Fe^{2+} ; MnO_4^-/Mn^{2+}

II- PHYSIQUE

Partie A : Vérification des connaissances

1- Réponds par vrai ou faux

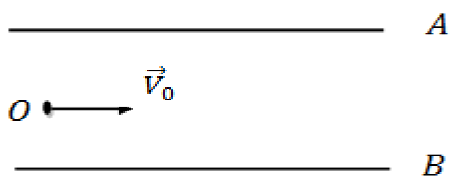
a) Un mouvement s'effectuant à une vitesse V constante put être circulaire ou rectiligne

b) Si un solide n'est ni isolé ni pseudo-isolé, le vecteur accélération de son centre d'inertie n'est pas nul

c) Deux vibrations de périodes différentes ne peuvent pas interférer.

d) L'énergie mécanique d'un système conservatif varie au cours du mouvement.

2- **Schéma à faire :** Une particule $\alpha(He^{2+})$ arrive, avec une vitesse $\vec{V}_0$, en un point O s'un espace champ électrique crée par deux plaques horizontales A et B telles que $V_B - V_A > 0$



Reproduis puis complète le schéma en représentant le vecteur champ électrique $\vec{E}$ et la force électrique $\vec{F}$ qui s'exerce sur la particule.

3- **Réarrangement :** Réécris la phrase suivante de manière à définir une grandeur.

Une période / parcourue / la longueur d'onde / la distance / est / par l'onde en

<u>Partie B</u> : Application des connaissances

Deux points S_1 et S_2 distant de $8cm$ produisent à la surface horizontale d'une nappe d'eaux des vibrations sinusoïdales d'amplitude $a = 2mm$. Des ondes mécaniques se propagent à la célérité $V = 1{,}5\,m/s$.

1- La distance entre deux points consécutifs d'amplitude maximale vaut $D = 1cm$. Détermine la longueur d'onde et la fréquence des vibrations

2- Les équations horaires de S_1 et S_2 son telles que $y_{S_1}(t) = y_{S_2}(t) = a\sin(2\pi N)t$

a) Etablis l'équation horaire du mouvement d'un point M situé à une distance d_1 de S_1 et d_2 de S_2

b) Déterminer l'élongation de M pour $d_1 = 4cm$ et $d_2 = 7cm$

<u>Partie C</u> : Résolution d'un problème

En vue de collecter les informations sur un endroit précis du globe terrestre, un satellite doit être placé à une altitude h afin qu'il paraisse immobile pour un observateur terrestre. On dit dans ce cas que ce satellite est géostationnaire.

1- Ce satellite, assimilé à un point matériel de masse m, doit décrire un mouvement circulaire uniforme a cette altitude h. Etablis en fonction de g_0, R et h :

a) La vitesse linéaire du satellite

b) La période de révolution

2- a) Quelle est la valeur de la période de révolution (en seconde) pour que ce satellite soit géostationnaire

b) A quelle altitude h doit on placer ce satellite ? On donne $g_h = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$

$R = 6400km$; $g_0 = 9{,}8\,m/s^2$

Sujet 11 : Baccalauréat 2014 ''C''

I- CHIMIE :

Partie A : Vérification des connaissances

I- Question à choix multiples : Choisis la bonne réponse

1- Le pH d'une solution de dibase forte, de concentration Cb est :
   a) $-logC_b$ b) $-log2C_b$; c) $14 + log2C_b$ d) $14 + \log C_b$

2- La réaction d'estérification est une réaction:
   a) Exothermique ; b) athermique ; c) thermique ; d) endothermique

3- L'oxydation est une réaction chimique qui correspond à :
   a) La diminution du nombre d'oxydation ;
   b) L'augmentation du nombre d'oxydation.

4- Lors d'une réaction d'hydrolyse, on utilise un catalyseur pour :
   a) Ralentir la réaction ; b) arrêter la réaction ; c) accélérer la réaction ; d)modifier la composition de la réaction

II- Réponds par vrai ou faux :

1- La désintégration α se produit avec des noyaux lourds
2- Lors de l'absorption, l'atome d'hydrogène passe d'un niveau supérieur vers un niveau inférieur
3- L'abaissement cryométrique est proportionnel à la concentration C de la solution
4- L'énergie d'un atome dans son état fondamental est maximale

III- Texte à trous : Complète la phrase suivante en remplaçant les quatre mots manquants par les mots suivants : réaction ; équilibrée ; réactionnel ; coexistent.

Une réaction……est une…….au cours de laquelle les réactifs et les produit…..dans le milieu…..

Partie B : Application des connaissances

Le radon $^{222}_{86}Ra$ a une période ou demi-vie de 3,8jours. Il est radioactif α.

1- Ecris l'équation bilan de sa désintégration
2- Calcule sa constante radioactive.
3- On dispose d'un échantillon de 0,20mg de radon 222. Combien, y a-t-il de noyaux radioactifs dans l'échantillon ?
4- Quelle est l'activité de l'échantillon ?
5- Quelle sera l'activité de l'échantillon au bout de 20jours ?

On donne : $N = 6{,}02.10^{23}mol^{-1}, M(Rn) = 222\,g/mol$

Extrait du tableau périodique :

Nom	Bismuth	Polonium	Astate	Radon	Francium	Radium
Symbole	$_{83}$Bi	$_{84}$Po	$_{85}$At	$_{86}$Rn	$_{87}$Fr	$_{88}$Ra

II- PHYSIQUE

Partie A : Vérification des connaissances

1- Réponds par vrai ou faux :

a) 'accélération du mouvement d'un objet en chute libre dépend de sa masse

b) Dans un pendule conique l'angle d'écartement θ du fil par rapport à l'axe vertical est lié à sa vitesse angulaire ω par la relation : $\frac{1}{\cos\theta} = \frac{\omega^2 L}{g}$

c) L'équation différentielle d'un pendule élastique est de la forme :

c1) $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{m}{k}x = 0$; c2) $\frac{d^2x}{dt^2} + kmx = 0$; c3) $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$

2- **Réarrangement :** La phrase suivante concernant la définition de l'interfrange z été écrite en désordre. Ordonne-la.

est / de même / la distance / qui sépare / nature / l'interfrange / de deux / franges / consécutives / les milieux.

<u>Partie B</u> : Application des connaissances

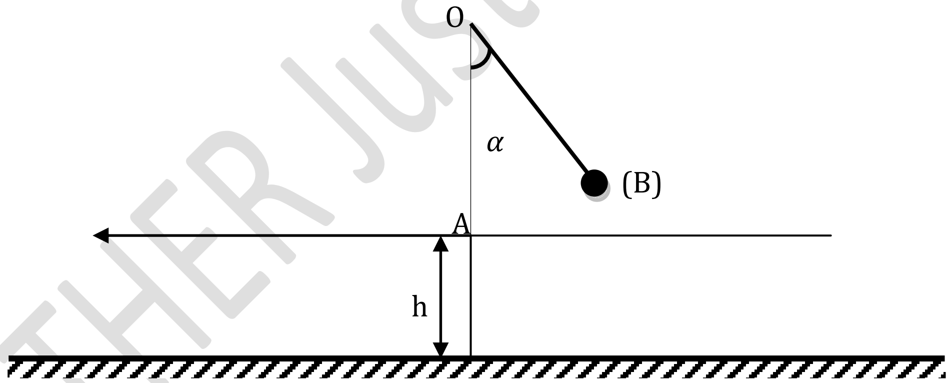
Une cellule photo électrique à cathode métallique (strondium) est éclairée simultanément par deux radiations monochromatiques de fréquence respectives $\nu_1 = 6{,}66.10^{14}Hz$ et $\nu_2 = 4{,}84.10^{14}Hz$. Le seuil photoélectrique de la cathode est $\lambda_0 = 0{,}6\mu m$.

1- Quelle est de ces deux radiations, celle qui provoque l'effet photoélectrique ?
2- Calcule la vitesse maximale avec laquelle un électron sort de la cathode.
3- Le rendement quantique de la cellule étant r=0,02 et l'intensité du courant de saturation $I_S = 10^{-6}A$, détermine la puissance lumineuse reçue par la cathode.

On donne : h=$6{,}62.10^{-34}$Js ; C=3.10^{8}m/s ; m=$9{,}1.10^{-31}$; e=$1{,}6.10^{-19}$C

<u>Partie C</u> : Résolution d'un problème

Un élève de terminale veut déterminer les coordonnées d'une bille (B) au point de chute après rupture du fil de suspension. Pour cela, il dispose d'un pendule simple constitué d'un fil inextensible et sans masse de longueur L=2m, portant à son extrémité inférieure une petite bille (B) de masse m=100g. La bille (B) est considérée comme ponctuelle. L'autre extrémité du fil est fixée à un support en un point O. A l'équilibre, le pendule est vertical et la bille se trouve alors à une hauteur h=2,5m du sol. On prendra g=9,8m.s^{-2}



On écarte le pendule d'un angle $\alpha_0 = 60°$ de sa position d'équilibre et on le lâche sans vitesse initiale.

1- a) Exprime en fonction de g, L et α_0, la vitesse v de la bille (B) au passage par la position d'équilibre. Déduis sa valeur.
   b) Détermine l'intensité T de la tension du fil lorsque le pendule passe par la verticale.
2- Lorsque la bille passe par la verticale, le fil de suspension se coupe. La bille effectue un mouvement de chute et arrive au sol en un point C.
   a) Etablis l'équation de la trajectoire dans le repère $(A, \vec{i}, \vec{j})$.
   b) Détermine les coordonnées x_C et y_C du point C, lieu de chute de la bille avec le sol.

Sujet 12 : Baccalauréat 2015 ''D'' session ordinaire

I- CHIMIE :

Partie A : Vérification des connaissances

1- Question à réponse courte : Cite les principales caractéristiques de la réaction d'estérification

2- Schéma à compléter :

a) $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons \cdots + \cdots$

b) $\ldots\ldots.. + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + \ldots$

3- Question à choix multiples : Choisis la bonne réponse

Un atome d'hydrogène passe du niveau d'énergie E_i au niveau d'énergie E_f plus bas, la longueur d'onde du photon émis a pour expression :

a) $\lambda = \frac{E_i - E_f}{hC}$ b) $\lambda = \frac{hc}{E_i - E_f}$; c) $\lambda = \frac{1}{(E_i - E_f)hC}$; d) $\lambda = (E_i - E_f)hC$

4- Réponds par vrai ou faux :

a) L'oxydation d'une espèce chimique est le gain d'électron par cette espèce

b) Doser une solution aqueuse d'acide ou de base c'est déterminer sa concentration

Partie B : Application des connaissances

On prépare une solution (S) en dissolvant 0,584g de diéthylamine $(C_2H_5)_2NH$ dans 800mL d'eau pure. Le pH de la solution obtenue est 11 à 25°C

1- Détermine la concentration de la solution S.

2- Montre que la diéthylamine est une base faible.

3- a) Ecris l'équation de dissociation dans l'eau de la diéthylamine.

b) Calcule les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans la solution.

4- Déduis le pKa du couple acide-base mis en jeu. On donne : C=12 ; H=1 ; N=14 en g.mol^{-1}

II-PHYSIQUE :

Partie A : Vérification des connaissances

1- **Questions à réponses courtes** : Donne les définitions

a) De l'interfrange ;

b) De l'effet photoélectrique

2- **Question à choix multiples :** Choisis la bonne réponse

L'équation horaire d'un système animé d'un mouvement circulaire sinusoïdale est :

a) $\theta = \frac{1}{2}\ddot{\theta}t + \dot{\theta}t + \theta_0$; b) $x = v_x t + x_0$; c) $\theta = \theta_m \sin(\omega t + \varphi)$; d) $x = \frac{1}{2}a_x t^2 + v_{0x}t + x_0$

3- **Appariement:** Relie un élément-question de la colonne A à un élément-réponse de la colonne B.

Colonne A	Colonne
a_1 : le mouvement d'un pendule élastique est	b_1 : circulaire uniforme
a_2 : la représentation graphique de $y_M(t)$	b_2 : la sinusoïde des espaces
a_3 : le mouvement d'un pendule simple avec faible amplitude est	b_3 : rectiligne sinusoïdal
a_4 : la représentation graphique de $y_M(x)$	b_4 : la sinusoïde des temps
a_5 : le mouvement d'un pendule conique	b_5 : circulaire sinusoïdal

Partie B : Application des connaissances

Un vibreur est animé d'un mouvement sinusoïdal de fréquence N=50Hz. On fixe l'extrémité O d'une corde élastique tendue horizontalement à la lame du vibreur. L'autre extrémité de la corde comporte un dispositif qui empêche la réflexion des ondes.

Le vibreur impose au point O un mouvement sinusoïdal d'amplitude $a = 3mm$

1- Calcule la célérité des ondes le long de la corde sachant que la longueur d'onde de vibration est $\lambda = 2.10^{-1}m$

2- En prenant pour origine des temps, l'instant où la lame du vibreur passe par sa position d'équilibre en allant dans le sens des élongations négatives. Ecris :

a) L'équation du mouvement de O.

b) L'équation du mouvement d'un point M situé à 5cm de O.

c) Compare les mouvements de O et M.

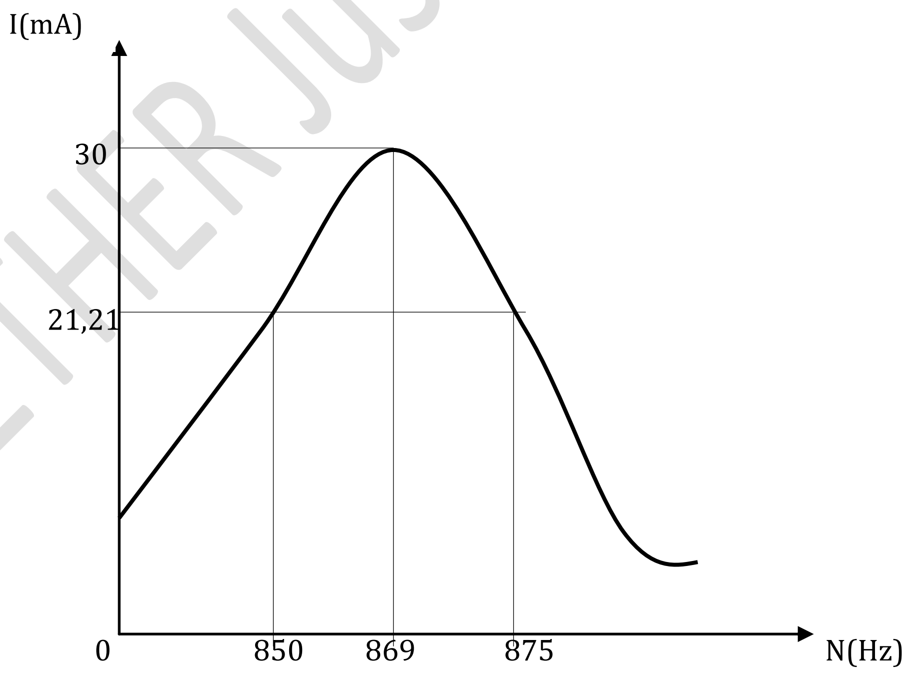
Partie C : Résolution d'un problème

Sous le contrôle de leur professeur, un groupe d'élève est chargé de déterminer les caractéristiques électriques d'une bobine et d'un condensateur démonté d'un poste récepteur radio. Ils associent, en série la bobine (L,r), le condensateur de capacité C, un conducteur ohmique de résistance $R = 80\Omega$ et un ampèremètre de résistance négligeable.

Aux bornes de cette association, ils branchent un générateur de basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace U=3V et de fréquence N variable.

1- Représente par un schéma clair le circuit électrique réalisé par ces élèves.

2- Les mesures faites sur l'intensité du courant I et la fréquence N ont permis de tracer la courbe ci-dessous



2- a) Détermine graphiquement à la résonnance les valeurs de N_0 de la fréquence et I_0 de l'intensité efficace du courant.

b- b_1) Calcule l'impédance Z du circuit.

b_2) Déduis la valeur de la résistance r de la bobine.

3- a) Sachant que $\Delta N = N_2 - N_1 = \frac{R+r}{2\pi L}$, N_1=850Hz et N_2=875Hz, calcule l'inductance L de la bobine

b) Détermine la valeur de la capacité C du condensateur.

Sujet 13 : Baccalauréat 2015 ''C'' session ordinaire

I-CHIMIE

Partie A ; Vérification des connaissances

1- **Question à réponse courte :** A quelle condition un photon est-il absorbé par un atome à l'état fondamental ?

2- **Appariement :** Relie un élément-question de la colonne A à un élément-réponse de la colonne B qui lui correspond. Exemple : $4 = a$

Colonne A	Colonne B
1. CH_3COOCH_3	$a.$ Sel
2. CH_3COOH	$b.$ Base faible
3. $C_2H_5NH_2$	$c.$ Ester
4. $HCOONa$	$d.$ Alcool
5. $CH_3 - CHOH - CH_3$	$e.$ Acide faible

Partie B : Application des connaissances

Le thorium ${}^{227}_{90}Th$ est radioactive émetteur α.

3- Ecris l'équation-bilan de sa désintégration radioactive sachant qu'elle conduit au radium Ra

4- La période du thorium 227 vaut $T = 18 jours$

a) Calcule la constante radioactive λ (en s^{-1})

b) On dispose un échantillon de thorium de masse $1mg$. Calcule le nombre de noyaux N_0 présents dans cet échantillon.

c) Calcule l'activité radioactive A_0 (en Bq).

d) Quelle masse de thorium a disparu au bout de $36h$?

e) Quelle est alors l'activité de l'échantillon à cette date ?

On donne $N = 6{,}02.10^{23} mol^{-1}$; $M(Th) = 227\ g/mol$

II- PHYSIQUE

Partie A : Vérification des connaissances

1- Réarrangement :

Réécris et ordonne la phrase suivante : Un nœud / avec une amplitude / de vibration / nulle / qui vibre / est un point.

2- Question à réponse courte : Définis : La portée du tir.

3- Question à alternative vrai ou faux : Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes. Exemple : $3e = Vrai$

a) A la résonnance d'intensité, l'intensité efficace atteint sa valeur minimale

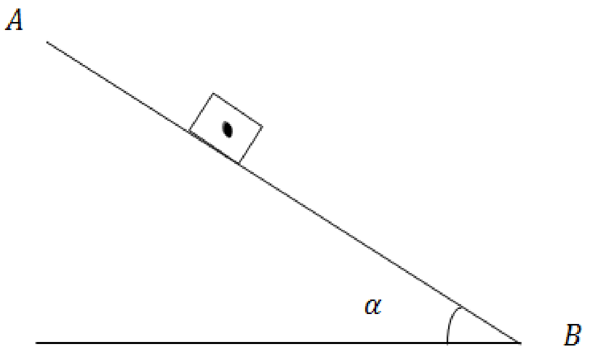
b) Deux mouvement sont en quadrature de phase lorsque le déphasage $\Delta\varphi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

c) Au cours d'un mouvement circulaire uniforme, le vecteur vitesse est tangent à la trajectoire en chacun de ses points.

d) L'équation différentielle d'un mouvement rectiligne sinusoïdal est : $\ddot{x} + w^2 x = 0$

Partie B : Application des connaissances

Un solide (S) supposé ponctuel de masse $m = 100g$ peut glisser sur un plan incliné AB d'un angle α par rapport à l'horizontale. Il est lâché du point A sans vitesse initiale



1- En supposant que les frottements sur le plan incliné sont négligeables, détermine :
   a) L'accélération de S.
   b) La vitesse au point B.
2- En réalité, les frottements ne sont pas négligeables, ils sont équivalents à une force d'intensité f et le solide (S) arrive en B avec une vitesse de 18 km/h en 2 sécondes.
   a) Détermine la nouvelle accélération.
   b) Exprime cette accélération en fonction de m, g, f et α.
   c) Calcule la force de frottement f. On donne : $g = 10\,m/s^2$; $AB = 3m$.

Partie C : Résolution d'un problème

Un élève de terminal veut mettre à profit, les connaissances acquises dans l'étude du phénomène d'ondes progressives le long d'une corde dans le but de faire la représentation graphique de la sinusoïde des temps des deux points quelconques d'un milieu élastique.
On considère pour cela, une corde horizontale tendue dont l'une des extrémités est fixée à un vibreur. Celui-ci impose à la corde des vibrations d'amplitude $a = 3mm$, de fréquence $N = 100Hz$ se propageant à la vitesse $V = 24\,m/s$.

3- Détermine la valeur de la longueur d'onde des vibrations.
4- a) En se prenant comme origine des dates l'instant du passage de S par la position d'équilibre en allant dans le sens des élongations négatives, écris l'équation horaire du mouvement du point S.
   b) Ecris l'équation horaire du mouvement du point M situé à la distance $x = SM = 6cm$ de S.
   c) Compare les mouvements des points S et M.
3- Représente sur un même système d'axes, les graphes des mouvements de S et M.

Sujet 14 : Baccalauréat 2015 ''D'' session de remplacement

I- CHIMIE

1- Question à choix multiple : Choisis la bonne réponse

a) Le pH d'une solution aqueuse d'une monobase forte de concentration c est :
   a_1: $14 - logc$; a_2: $-logc$; a_3: $14 + logc$

b) Un oxydant est une espèce chimique capable
   b_1: de céder des électrons ; b_2: de capter des électrons

c) Lorsqu'on dilue une solution acide :
   C_1: le pH diminue ; c_2: le pH augmene ; c_3: le pH ne varie pas

2- **Question à alternative vrai ou faux :** Réponds par vrai ou faux

a) Le catalyseur perme de réduire la durée de la réaction

b) Le temps de demi-réaction d'une réaction d'ordre 2 est $\frac{ln2}{K}$

c) L'hydrolyse d'un ester est une réaction limitée

3- **Réarrangement :** La phrase suivante a été écrite en désordre : ordonne-là

L'activité / par seconde / radioactive / est le nombre / d'une source / de désintégration.

<u>Partie B</u> : Application des connaissances

La réaction de la décomposition de l'azométhane $CH_3N_2CH_2$ suivant l'équation : $CH_3N_2CH_{3(g)} \rightarrow CH_3CH_{3(g)} + N_{2(g)}$ est une réaction d'ordre un. Sachant que la constante de vitesse est $K = 4.10^{-4}s^{-1}$ et que la concentration initiale est $c_0 = 0{,}604 mol.L^{-1}$.

1- Ecris la loi de vitesse de cette réaction.

2- Calcule :

a) Le temps de demi-réaction

b) Le temps nécessaire à la disparition de 75% de la concentration initiale du réactif

3- a) Détermine la concentration de l'azométhane à l'instant $t = 10min$

b) Déduis la vitesse de la réaction à cet instant.

PHSIQUE :

<u>Partie A</u> : Vérification des connaissances

1- **Texte à trous :** Complète la phrase par les mots suivants : tangente ; trajectoire ; uniforme ; normal.

Dans un mouvement circulaire…..,le vecteur accélération, est….tandis que le vecteur vitesse est…..à la ….

2- **Appariement :** Relie un élément-question de la colonne A à l'élément-réponse de la colonne B qui lui correspond. Exemple : $a_5 = b_5$

Colonne A	Colonne B
a_1: Impédance du circuit R, L	$b_1: Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$
a_2: différence de marche d'un point d'amplitude	$b_2: Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$
a_3: Impédance du circuit R, L, C série	$b_3: d_2 - d_1 = k\lambda$
a_4: différence de marche d'un point d'amplitude maximale	$b_4: d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

3- **Question à choix multiples :** Choisis la bonne réponse. Exemple : $f = f_3$

a) Dans un mouvement circulaire uniformément varié, l'accélération angulaire est :

a_1: nulle ; a_2: connstante ; a_3: variable

b) Le mouvement d'un satellite autour de la terre est étudié dans un référentiel :

b_1: terrestre supposé Galiléen ; b_2:géocentrique supposé Galiléen ; b_3:lié au centre du soleil

c) La célérité V des ondes qui se propagent sur une corde de masse linéique, tenue grace à une force d'intensité F est :

$c_1: V = \sqrt{\frac{\mu}{F}}$; $c_2: V = \sqrt{F.\mu}$; $c_3: V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

d) L'énergie cinétique d'un système animé d'un mouvement de rotation est donnée par l'expression :

$d_1: \frac{1}{2}m.V^2$; $d_2: \frac{1}{2}J\dot{\theta}^2$; $d_3: \frac{1}{2}\frac{J}{\dot{\theta}^2}$

Partie B : Application des connaissances

Un camion de masse totale $M = 2{,}4 tonnes$ grimpe une cote rectiligne AB, incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale. Partant du repos de A, il accélère uniformément, el qu'il atteint la vitesse de $18\, km/h$ en 10 secondes. Les forces de frottements sur le trajet sont équivalentes à une force $\vec{f}$ parallèle à la ligne de plus grande pente dont l'intensité est $f = 400N$. Calcule :

1- L'accélération du mouvement du véhicule
2- L'intensité F de la force motrice exercée par le moteur du camion
3- La vitesse du véhicule au sommet B de la cote, sachant que $AB = 196m$
4- L'énergie mécanique E_m du système (camion+terre) au sommet B de la cote. On prendra pour niveau de référence de l'énergie potentielle le plan horizontal passant par A.

Partie C : Résolution d'un problème

On désire connaitre la longueur d'onde , λ d'une radiation lumineuse en exploitant les résultats d'une expérience portant sur l'effet photoélectrique.

On dispose d'une cellule photoélectrique dont la cathode photo-émissive est caractérisée par un seuil photoélectrique correspondant à la longueur d'onde $\lambda_0 = 0{,}684.10^{-6}m$. On l'éclaire par la radiation de longueur d'onde $\lambda < \lambda_0$. On constate que, pour une différence de potentiel entre l'anode et la cathode égale à $45V$, les électrons émis arrivent sur l'anode avec une vitesse $V_A = 4.10^6\, m/s$.

1- Détermine :
   a) L'énergie d'extraction W_0 d'un électron de la cathode
   b) L'énergie cinétique d'un électron arrivant sur l'anode
   c) L'énergie cinétique maximale d'un électron émis à la cathode
2- Calcule l'énergie W d'un photon incident
3- Déduis-en la valeur de la longueur d'onde de cette radiation.

Données :$m_e = 9{,}1.10^{-31}kg$; $C = 3.10^8\, m/s$; $h = 6{,}62.10^{-34}J.s$; $e = 1{,}6.10^{-19}C$

Sujet 15 : Baccalauréat 2015 ''C'' session de remplacement

I- CHIMIE

Partie A : Vérification des connaissances

1- Texte à trous : Complète la phrase ci-après par les mots : inférieur ; atome ; énergie ; niveau.

Lorsque l'électron de l'……. d'hydrogène passe d'un ……… supérieur à un niveau………l'atome émet de l'……..

2- **Appariement :** Relie l'élément-question de la colonne A à un élément réponse de la colonne B. Exemple : A_3=B_3

Colonne A	Colonne B
A_1 : ${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$	B_1 : $2Al + 6H_3O^+ \rightarrow 2Al^{2+} + H_2\uparrow$
A_2 : réaction acido-basique	B_2 :$NH_3 + H_3O^+ \rightarrow NH_4^+ + H_2O$
A_3 : oxydation du métal zinc	B_3 : $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
A_4 : réaction d'oxydo-réduction	B_4 : réaction nucléaire spontanée
A_5 : ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$	B_5 : Pb est le noyau fils

3- **Question à choix multiples** : Choisis la bonne réponse

a) Une solution aqueuse dont le pH est voisin du pKa est une solution

a_1) réductrice ; a_2) tampon ; a_3) neutre

b) Lorsque l'atome d'hydrogène est à son niveau d'énergie le plus bas, l'atome est :

b_1) à l'état fondamental ; b_2) à l'état excité ; b_3) à l'état ionisé

c) La radioactivité β^- correspond à l'émission :

c_1) des protons ; c_2) des noyaux d'hélium ; c_3) d'électrons

d) Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique est obtenue par dissolution dans l'eau pure :

d_1) du dichlore gazeux ; d_2) de gaz chlorure d'hydrogène ; d_3) du chlorure d'aluminium saline

Partie B : Application des connaissances

Une solution d'éthanamine ($C_2H_5NH_2$) de concentration C_0=0,1mol.L^{-1} a un pH=11,8.

1- Vérifie si l'éthanamine est une base forte ou une base faible.
2- Ecris l'équation de la réaction de l'éthanamine avec l'eau
3- a) Recense les espèces chimiques présentes dans la solution
   b) Détermine leurs concentration molaires volumiques.

4- Sachant que le couple ion éthanammonium/éthanamine est $C_2H_5NH_3^+/C_2H_5NH_2$, calcule le pKa de ce couple acide/base.

II- PHYSIQUE :

Partie A : Vérification des connaissances

1- Réarrangement : La phrase est écrite en désordre. Ordonne-la.

La trajectoire / géostationnaire / d'un satellite / dans le plan équatorial / est toujours / de la terre

2- Question à alternative vrai ou faux :

a) Les ondes mécaniques se propagent dans le vide.
b) La loi d'ohm en courant alternatif s'écrit : U=RI
c) Pour une corde qui est le siège d'onde stationnaire, l'élongation à l'instant t d'un point vibrant est : $y = 2a\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x\right)\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$
d) L'équation différentielle du mouvement d'un pendule de torsion est $\ddot{\theta} + \frac{J}{C}\theta = 0$

Partie B : Application des connaissances

On dispose d'une fourche munie de deux pointes S_1 et S_2 qui frappent la surface libre d'un liquide au repos. La fourche est liée à un vibreur qui impose deux vibrations sinusoïdales à S_1 et S_2, en phase, de même amplitude a=2.10^{-3}m et de même fréquence N=100Hz.

Soit $y_{S_1}(t) = y_{S_2}(t) = a\sin\omega t$, les équations du mouvement des deux sources.

1- Etablis l'équation du mouvement résultant d'un point M situé à une distance d_1 de S_1 et d_2 de S_2
2- Calcule le nombre de point d'amplitude maximale qui se forment sur le segment S_1S_2
3- Détermine l'état vibratoire d'un point P situe à $d_1 = 3{,}15cm$ de S_1 et $d_2 = 4{,}35$ de S_2

On donne : $v = 0{,}6\,m/s$; $S_1S_2 = 3cm$

Partie C : Résolution d'un problème

Afin d'évaluer l'impact de la force de frottement sur la vitesse d'un solide, on réalise deux études comparatives en utilisant le dispositif ci-après

Le solide S, assimilable à un point matériel de masse 10g glisse à l'intérieur de la demi sphère de centre O et de rayon r=1,25m.

2- On admet que le solide glisse sans frottements

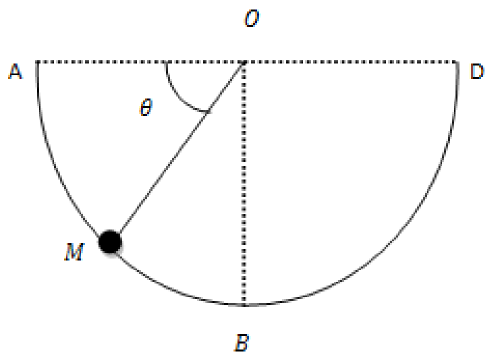
a- Exprime sa vitesse au point M en fonction de g, r et θ. Calcule sa valeur au point B.

b- Exprime l'intensité de la réaction R exercée par la demi-sphère sur le solide en fonction de g, r et θ. Calcule sa valeur en

2- En réalité, le solide est soumis à une force de frottement f de même direction et de sens opposé au vecteur vitesse du solide. L'intensité de cette force est $1,21.10^{-2}$N

a- Calcule la vitesse au point B dans ces conditions

b- Compare les deux vitesses en B.



Sujet 16 : BACCALAUREAT JUIN 2016 ''C''

I- CHIMIE

Partie A : Vérification des connaissances

1- Questions à alternative vrai ou faux : Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes : exemple : 1. c=Vrai

1. a : La réaction de saponification d'un ester est totale

1. b : La dilution d'une solution d'acide faible augmente sa force

2- Texte à trous : Complète la phrase suivante par quatre des cinq mots suivants : réduction ; oxydation ; réaction ; transfert ; libération

Une ……d'oxydoréduction est une réaction de ……d'électrons au cours de laquelle il y a simultanément ……du réducteur et……de l'oxydant.

3- Appariement : Associe un élément question de la colonne A à un élément réponse de la colonne B

Colonne A	Colonne B
a_1 : L'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène	b_1 :$E^0 = 0{,}17V$
a_2 : Energie de repos d'un noyau	b_2 :$E_0 = mC^2$
a_3 : Force électromotrice d'une pile	b_3 :$E = 13{,}6ev$
a_4 : Potentiel redox d'un couple	b_4 :$E^0(Cu^{2+}/Cu) - E^0(Zn^{2+}/Zn)$

Partie B : Application des connaissances

On prépare une solution S_1 en dissolvant du gaz ammoniac (NH_4) de volume V_1dans 2 litres d'eau. La concentration de cette solution est $2{,}08.10^{-4}\ mol/L$ et son $pH = 9{,}7$.

3- a) Calcule la valeur V_1 dans les $C.N.T.P$

b) Ecris l'équation de dissociation de l'ammoniac dans l'eau

c) Calcule les concentrations de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution S_1

d) Déduis-en le pKa du couple acido-basique correspondant

4- On prélève $20ml$ de la solution S_1, on y verse une solution d'acide chlorhydrique de concentration $4{,}16.10^{-4}\ mol/L$ et de volume V. On obtient une solution S_2 dont le pH est égal au pKa

c) Nomme la solution S_2

d) Calcule la valeur de V. Donnée : $V_m = 22{,}4L.mol^{-1}$

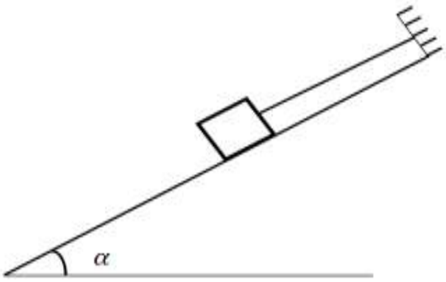
PHYSIQUE :

Partie A : Vérification des connaissances

1- Question à réponse coure : Donne la définition de l'interfrange

2- Schéma à compléter :

Reproduis et complète le schéma suivant par les forces appliquées au solide. (On néglige les frottements)

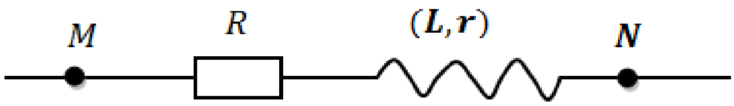


3- Réarrangement : Recopie et ordonne la phrase suivante :

Dans un circuit capacitif / est / l'impédance de la bobine / supérieure à / l'impédance du condensateur.

Partie B : Application des connaissances

Un dipôle MN contient en série un conducteur ohmique de résistance $R = 50\Omega$ et une bobine d'inductance $L = 0{,}25H$ et de résistance r. Ce dipôle est alimenté par une tension sinusoïdale $u(t) = 220\sqrt{2}\cos 100\pi t\ (V)$



1- Sachant que l'intensité efficace du courant est égale à $2A$; détermine :

a) L'impédance du dipôle MN

b) La valeur de r

c) La puissance moyenne consommée par ce dipôle.

2- On ajoute aux éléments du dipôle précédent entre M et N, un condensateur de capacité C. Ce dipôle est alimenté par la tension sinusoïdale précédente. On constate que l'intensité efficace du courant devient maximale. Détermine :

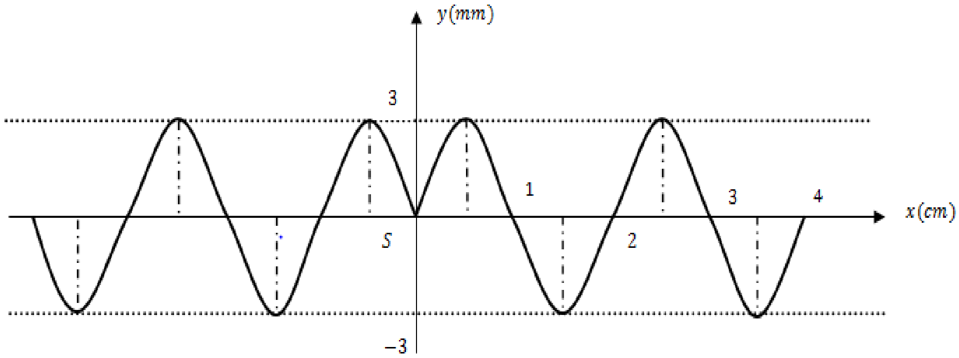
a) La valeur de C

b) L'impédance du dipôle MN

c) L'intensité instantanée $i(t)$ du courant qui traverse ce dipôle.

Partie C : Résolution d'un problème

On veut comparer le mouvement d'un point de la surface de l'eau e celui de la source où débute le mouvement. Pour cela, on considère une lame vibrante animée d'un mouvement sinusoïdal de fréquence $N = 50Hz$, qui est réliée à une pointe qui frappe verticalement la surface d'une nappe d'eau en un point S. La figure suivante représente la coupe transversale de la su



1- Détermine :
   a) L'amplitude du mouvement
   b) La longueur d'onde
   c) La célérité C des ondes
2- Etablis l'équation horaire du mouvement de S, sachant qu'à l'instant $t = 0$ S passe par la position d'équilibre en allant dans le sens des élongations positives
3- Soit un point P de la surface de l'eau situé à $4{,}5cm$ de la source S.
   a) Etablis l'équation horaire du mouvement de P
   b) Compare les mouvements de P et S.

Sujet 18 : BACCALAUREAT JUIN 2016 "D"

I- CHIMIE

Partie A : Vérification des connaissances

1- Texte à trous :

Complète la phrase ci-après par les mots suivants : neutrons, l'atome, nucléons, photons.
Le noyau de….est constitué des….et des ….appelés…..

2- Appariement :

Relie un élément-question de la colonne A à un réponse de la colonne B.
Exemple : $A_7 = B_8$

Colonne A	Colonne B
a_1: solution basique	b_1: contient plus d'ions hydronium que d'ions hydroxyle
a_2: solution acide	b_2: isotopes
a_3: le produit ionique de l'eau	b_3: contient plus d'ions hydroxyde que d'ions hydronium
a_4: Nucléides de même Zmais de A différents	b_4:aqueuse dilué

3- Question à réponses construite :

La radioactivité γ accompagne généralement les radioactivités α et β. Explique l'émission du rayonnement γ

Partie B : Application des connaissances

On a préparé une solution d'acide méthanoïque ($HCOOH$) de concentration inconnue c_0, le pH de cette solution est égal à 2,7.

5- Ecris l'équation-bilan de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau
6- Fais l'inventaire de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution

7- Sachant que le pKa du couple acide-base associé à l'acide méthanoïque est 3,8 ; calcule les concentrations molaires de toutes les espèces chimiques
8- Déduis la concentration molaire c_0 de la solution d'acide méthanoïque. $K_e = 10^{-14}$

PHYSIQUE :

Partie A : Vérification des connaissances

1- Question à réponse courte :

Définis une onde transversale

2- Réarrangement :

Ordonne la phrase suivante qui est écrite en désordre

Un oscillateur / est une fonction sinusoïdale du temps / est / dont / un oscillateur / harmonique / l'équation horaire du mouvement /.

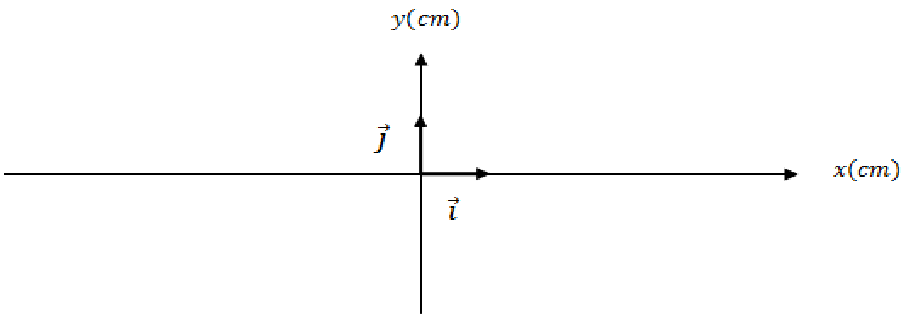
3- Questions à alternance vrai ou faux :

Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes :

a) Pour des oscillations de faible amplitude, un pendule pesant est un oscillateur harmonique de translation
b) La longueur d'onde est la distance parcourue par une onde en une période

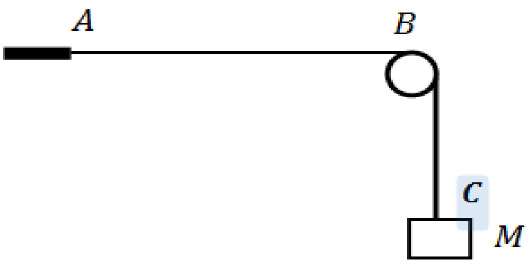
4- Schéma à compléter :

Dans le repère ci-dessous, représente les vecteurs de $FRESNEL$ $\overrightarrow{OA_1}$ et $\overrightarrow{OA_2}$ associés respectivement aux fonctions sinusoïdales $y_1 = 2\sin\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ et $y_2 = \sin(50\pi t + \pi)$



Partie B : Application des connaissances

Une corde de longueur $l = AC = 1{,}2m$ et de masse $m = 40g$ soutient à son extrémité C un solide de masse M. La partie horizontale, de longueur $l = AB = 0{,}9m$, est le siège d'un phénomène d'ondes stationnaires.



Un vibreur impose à l'extrémité A un mouvement sinusoïdal transversal de fréquence $N = 50Hz$; l'extrémité C de la corde porte un solide de masse M.

1- On observe 6 fuseaux sur la partie AB de la corde. Calcule :
   a) La longueur d'onde de la vibration

b) La célérité de propagation

2- Détermine la valeur de la masse M. On donne : $g = 10 m.s^{-2}$

Partie C : Résolution d'un problème

On se propose de déterminer la vitesse d'un électron à la sortie des plaques d'un condensateur où règne un champ électrostatique uniforme $\vec{E}$.

Pour cela, on considère un faisceau homocinétique d'électrons qui pénètre au point O, avec une vitesse initiale $\vec{V}_0 = 10^7 m.s^{-1}$, dans le champ électrostatique uniforme $\vec{E}$ compris entre deux plaques métalliques parallèles et horizontales A et B, distantes de $d = 15cm$.

1- On établit entre ces plaques, de longueur $l = 20cm$, une différence de potentiel $V_A - V_B = U_{AB} = +150V$

a) Donne le signe des plaques A et B puis représente le vecteur-champ $\vec{E}$ entres les plaques

b) Calcule l'intensité du vecteur-champ $\vec{E}$

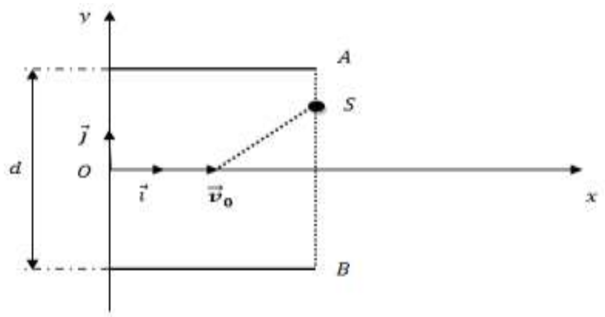
2- a)Etablis les équations horaires du mouvement de l'électron dans le repère$(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$

b) Détermine l'équation cartésienne de la trajectoire

3- Trouve les composantes du vecteur-vitesse $\vec{v}_S$ à la sortie S du champ

4- Déduis alors la norme du vecteur-vitesse $\vec{v}_S$. On donne : $q = -e = 1,6.10^{-19}c$

$m_e = 9,1.10^{-31}kg$



Sujet 19 : Baccalauréat blanc mai 2017 ''D''

I-CHIMIE

Partie A : Vérification des connaissances

1- Questions à choix multiples : Choisis la bonne réponse parmi les affirmations suivantes. Exemple : $5 = a_5$

1. Le temps de demi-réaction d'une cinétique d'ordre un a pour expression :

$a_1)\ t_{\frac{1}{2}} = \frac{ln2}{k}$; $b_1)\ t_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{kC_0}$; $c_1)\ t_{\frac{1}{2}} = \frac{C_0}{2k}$

2. Le pH d'une solution d'acide faible de concentration C_0obéit à la relation :

$a_2)\ pH < -logC_0$; $b_2)\ pH > -logC_0$; $c_2) pH = -logC_0$

3. La radioactivité naturelle est un phénomène :

$a_3)$ spontané ; $b_3)$ provoqué ; $c_3)$ prévisible

4. La réaction d'oxydo-réduction résulte d'un transfert :

$a_4)$ de protons ; $b_4)$ d'ions ; $b_4)$ d'électrons

2- Réarrangement : Le texte suivant a été écrit en désordre. Reproduis-le dans l'ordre.

La période / des noyaux initialement présents / désintégrée / radioactive est / pour que la moitié / la durée nécessaire / matière radioactive soit / dans un échant de /.

3- **Tableau à compléter :** On considère une réaction chimique de type $A \rightarrow$ produits et dont la loi de vitesse ne dépend que du réactif A. Recopie et complète le tableau ci-après par les informations manquantes dans les cases vides

Ordre de la réaction	Unité de la constante de vitesse	Loi de vitesse $(mol.L^{-1}.min^{-1})$
		$V = k[A]^2$
	min^{-1}	

<u>Partie B</u> : Application des connaissances

Les solutions utilisées dans cet exercice sont prises à 25°C. On dissout dans un volume $V = 2L$ d'eau pure, une masse m de chlorure d'ammonium anhydre NH_4Cl. Le pH de la solution obtenu est égal à 5,5. Le pKa du couple ammonium/ammoniac est égale à 9,3

4- Ecris l'équation de dissociation du chlorure d'ammonium dans l'eau.

5- Calcule les concentrations molaires volumiques des espèces présentes dans la solution.

6- Déduis de ce qui précède :

   5- La concentration molaire volumique C_0 de la solution de chlorure d'ammonium.

   6- La masse m de chlorure d'ammonium anhydre dissoute. On donne en g/mol : H: 1 ; N: 14; $Cl = 35{,}5$ et $Ke = 10^{-14}$

II- PHYSIQUE

<u>Partie A</u> : Vérification des connaissances

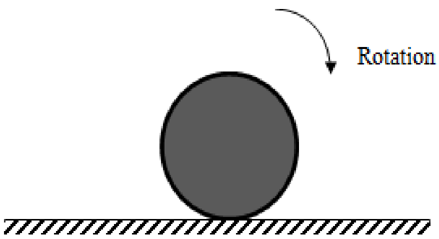
1- **Questions à réponses courtes :** Définis les termes suivants :

a) Interfrange ;

b) Potentiel d'arrêt d'une cellule photo-électrique

2- **Schéma à compléter :**

Soit une sphère homogène qui roule sans glisser le long d'un plan horizontal. Reproduis le schéma en complétant par les forces auxquelles elle est soumise. (On négligera la résistance de l'air).



3- **Questions à alternative vrai ou faux**

Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes. Exemple : 5 = Faux

1- Une particule chargée en mouvement dans un champ électrique uniforme n'est soumis qu'à la seule action de la force électrique.

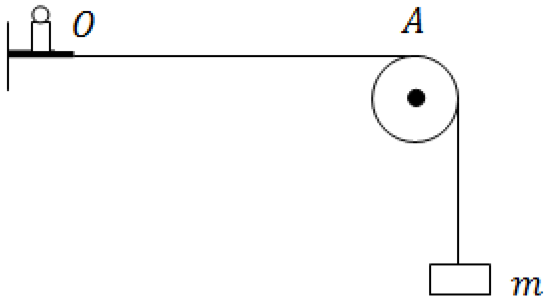
2- La propagation d'une onde progressive se fait sans transport de la matière.

3- A la résonance d'intensité d'un circuit RLC série, la tension et l'intensité sont en phase

4- Un oscillateur harmonique est un système mécanique dont l'équation du mouvement est une fonction sinusoïdale du temps

<u>Partie B</u> : Application des connaissances

A l'extrémités O d'une lame vibrante, on attache une corde élastique horizontale passant par la gorge d'une poulie (voir figure). La lame vibrante est soumise à des vibrations sinusoïdales d'amplitude $a = 2mm$ et de fréquence $f = 100Hz$. Un dispositif amortisseur empêche a réflexion des ondes en A. La corde étant tendue par une masse $m = 100g$, la vitesse de propagation des ondes vaut dans ce cas $20\, m/s^{-1}$



3- Calcule la masse linéique de la corde
4- A l'instant $t = 0$, le point O commence à vibrer à partir de l'origine des élongations avec une vitesse positive vers le haut. Etablis :
   d) L'équation horaire $y_O(t)$du mouvement du point O.
   e) L'équation horaire $y_M(t)$ d'un point M situé à la distance x de la corde.
   f) Représente l'aspect de la corde à l'instant $t = 0{,}05s$. Donnée : $g = 10\ m/s^2$

<u>Partie C</u> : Résolution d'un problème

On veut déterminer l'indice de réfraction n d'une lame à faces parallèles d'épaisseur $e = 10^{-5}m$ à l'aide d'un dispositif de Young dont les fentes S_1 et S_2 sont distantes de $a = 2mm$. Les franges d'interférences sont observées sur un écran parallèle au plan S_1S_2 et situé à la distance $D = 2m$ de ce plan.

1- Sachant que deux franges brillantes consécutives sont séparées de $0{,}5mm$, calcule la longueur d'onde de la radiation lumineuse utilisé.
2- Donne l'expression de la différence de marche δ entre les radiations issues de S_1 et S_2 et arrivant en un point M du champ d'interférence
3- On place maintenant la lame contre la fente S_1, on constate que la frange centrale se déplace de 10 interfranges.
   a) Donne la nouvelle expression de cette différence de marche.
   b) De quel coté la frange centrale s'est-elle déplacée sur l'écran d'observation des franges d'interférences ?
   c) Détermine la valeur de l'indice de réfraction n.

Sujet 20 : BACCALAUREAT MAI 2017 ''D''

I- CHIMIE

<u>Partie A</u> : Vérification des connaissances

1- **Question à choix multiples :** Choisis la bonne réponse parmi les affirmations suivantes.

1.1- La longueur d'onde d'une série est donnée par :

a.1. $\lambda = \frac{E_n - E_P}{hC}$; a.2. $\lambda = \frac{h(E_n - E_P)}{C}$; a.3. $\lambda = \frac{hC}{E_n - E_P}$

1.2- Le temps de demi-réaction d'une réaction d'ordre 1 est :

b.1. $t = \frac{k}{ln2}$; b.2. $t = \frac{1}{kC_0}$; b.3. $t = \frac{ln2}{k}$

1.3- Entre deux acides faibles, le plus fort est celui qui a une constante d'acidité :

c.1. plus faible ; c.2. plus grande ; c.3. nulle

1.4- Le rendement d'estérification d'un alcool tertiaire, pour un mélange équimolaire est :

d.1. 67% ; d.2. 5% ; d.3. 60%

2- **Appariement :** Relie un élément-question de la colonne A à un élément-réponse de la colonne B

Colonne A	Colonne B
A_1 : Radioactivité α	B_1 : Réaction totale
A_2 : Radioactivité β^+	B_2 : Excès de nucléons
A_3 : Réaction de saponification	B_3 : Excès de protons
A_4 : Hydrolyse	B_4 : Réaction réversible

Partie B : Application des connaissances

On prépare un ester à odeur de rhum présent dans les boissons alcoolisées en mélangeant dans un ballon $0{,}40mol$ d'acide méthanoïque ($HCOOH$) et $1{,}00mol$ d'éthanol ($CH_3 - CH_2 - OH$). On ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique puis on chauffe à reflux pendant quatre heures. Après refroidissement, on dose l'acide méthanoïque présent dans le ballon par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + OH^-$) de concentration molaire $C_b = 1{,}6mol.L^{-1}$. Le volume de base versé pour doser tout l'acide méthanoïque restant est $V_b = 30mL$

1- Ecris l'équation-bilan de la réaction d'estérification qui a lieu puis nomme l'ester formé
2- Ecris l'équation-bilan de la réaction de dosage de l'acide méthanoïque par la base
3- En te servant de la réaction du dosage, détermine (en mol) la quantité d'acide méthanoïque présent à l'équilibre
4- Déduis la composition (en mol) du mélange final
5- Calcule le rendement de la réaction

II-PHYSIQUE

Partie A : Vérification des connaissances

1- Questions à alternative vrai ou faux :

a) La période de rotation de la terre est T=24h

b) Un ventre de vibration est un point qui vibre avec une amplitude nulle.

c) La distance parcourue par une onde pendant une période est appelée longueur d'onde.

d) L'allure de la trajectoire du projectile dépend de sa masse.

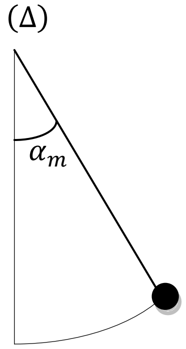
2- Texte à trous : Complète les mots manquants dans la phrase suivante par les mots ci-après : rectiligne ; point ; galiléen ; mouvement ; centre ; isolé.

Dans le référentiel…………, le mouvement du……….d'inertie d'un solide……….est un mouvement………uniforme

3- Question à réponse courte :

Définis l'interfrange.

Partie B : Application des connaissances



Un pendule est constitué d'une bille m, assimilable à un solide ponctuel, fixée à une extrémité d'une tige indéformable, sans masse et de longueur L. L'autre extrémité de la tige peut tourner autour d'un axe horizontal (Δ). Voir figure

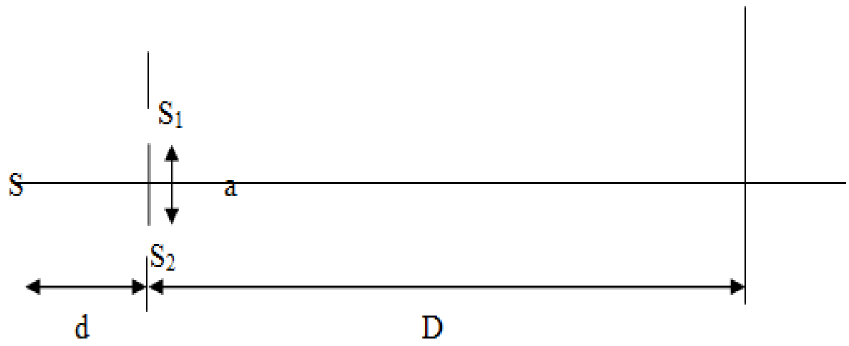
1- Fais le bilan des forces exercées sur la bille

2- Calcule le travail des forces lorsque le pendule est écarté D'un angle $\alpha_m = 60°$ par rapport à la verticale puis abandonné

à lui-même , repasse par sa position d'équilibre.
3- Exprime en fonction de m, L, g et α_m, la vitesse v du pendule au passage à la verticale, la vitesse initiale étant nulle.
4- Détermine la tension de la tige au passage par la verticale.

Partie C : Résolution d'un problème

On réalise l'expérience des interférences lumineuses avec le dispositif des fentes de Young. La distance entre la source S monochromatique et le plan des fentes S_1 et S_2 est d=50cm et la distance entre les fentes est $a = 3mm$. L'écran d'observation € est placé à la distance D=2m du plan des fentes (voir figure)



Au cours de cette expérience, on veut déterminer l'épaisseur e d'une lame de verre d'indice de réfraction n=1,5. Pour cela, on mesure sur l'écran (E) la distance entre la 6$^{\text{ième}}$ frange brillante située d'un côté de la frange centrale et la 6$^{\text{ième}}$ frange brillante située de l'autre côté de la frange centrale, on trouve L=4,8m

1- Détermine la longueur d'onde λ_1 de la lumière émise par la source S.
2- On déplace la source S parallèlement au plan des fentes S_1 et S_2 du côté de la source S_1 de $Y = 2{,}5cm$. On constate un déplacement vertical x du système de franges sur l'écran.
   a) Etablis l'expression de la différence de marche δ en fonction de Y, D, d et a
   b) De combien et dans quel sens se déplace la frange centrale ?
3- On utilise une lame de verre pour ramener la frange centrale à sa position initiale.
   a) Devant quelle fente doit-on placer la lame ?
   b) Détermine l'épaisseur e de la lame.

Sujet 21 : BACCALAUREAT MAI 2017 "C"

I- CHIMIE

<u>Partie A</u> : Vérification des connaissances

1- Question à réponse courte:

Donne les caractéristiques d'une réaction d'estérification

2- **Texte à trous** : Recopie et complète la phrase suivante par quatre des cinq mots ci-après : niveau ; absorption ; état ; hydrogène ; supérieure

Lorsque l'électron de l'atome d'…….passe d'un………….d'énergie inférieure à un niveau d'énergie……, il y a ……. Des photons

3- **Appariement :** Associe un élément-question de la colonne A à un élément-réponse de la colonne B

Colonne A	Colonne B
A_1 : Acide carboxylique	B_1 : CH_3COOCH_3
A_2 : Base forte	B_2 : NH_3
A_3 : Ester	B_3 : $NaOH$
A_4 : Base faible	B_4 : C_6H_5COOH

Partie B : Application des connaissances

La glande thyroïde produit des hormones essentiellement à différentes de l'organisme à partir de l'iode alimentaire. Pour vérifier la forme ou le fonctionnement de cette glande, on procède à une scintigraphie thyroïdienne en utilisant les isotopes 131($^{131}_{53}I$) ou 123($^{123}_{53}I$) de l'iode. Pour cette scintigraphie, un patient ingère une masse $m_0=10^{-6}$g de l'isotope $^{131}_{53}I$.

1- Calcule le nombre N_0 de noyaux radioactifs initialement présents dans la dose ingérée
2- L'isotope $^{131}_{53}I$ est radioactif β^-. Ecris l'équation de la désintégration
3- La demi-vie ou période de l'isotope $^{131}_{53}I$ vaut T=8jours
   a) Etablis l'activité A à la date t en fonction de , A_0 et t
   b) Calcule l'activité A_0 de l'échantillon $^{131}_{53}I$ à l'instant initial.
   c) Calcule l'activité A à l'instant où l'examen est pratiqué, c'est-à-dire 5heures après l'ingestion de l'iode radioactif $^{131}_{53}I$.

On donne : $N_A=6,02.10^{23}mol^{-1}$; M($^{131}_{53}I$)=131g/mol

Extrait du tableau périodique : $_{51}$Sb ; $_{52}$Te ; $_{53}$I ; $_{54}$Xe ; $_{55}$Cs

II- PHYSIQUE

Partie A : Vérification des connaissances

1- Question à choix multiples : Choisis la bonne réponse parmi les affirmations suivantes
   a) La période d'un pendule simple dépend :
      a_1 : de la masse du pendule ; a_2 : de la longueur du pendule ; a_3 : de la tension du fil
   b) Dans un circuit électrique à la résonnance, l'intensité du courant est :
      b_1 : minimale ; b_2 : nulle ; b_3 : maximale

2- **Question à alternance vrai ou faux :** Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes
   a) La cinématique étudie les mouvements des corps en tenant compte des forces qui les produisent
   b) Un ébranlement transversal se propage parallèlement à sa direction.
   c) Un système en mouvement de chute libre n'est soumis qu'à son poids.
   d) La dualité explique l'aspect ondulatoire et corpusculaire de la lumière

Partie B : Application des connaissances

Un corps A de masse $M = 1Kg$ peut glisser sur un plan incliné dont la ligne de plus grande pente fait un angle α= 30° avec le plan horizontal. Les forces de frottement qui agissent sur le corps A sont équivalentes à une force unique F parallèle déplacement et de sens contraire, d'intensité égale au deuxième du poids ($f = \frac{1}{10}P$). Le corps A est relie à un fil enroulé sur un cylindre et fixé à celui-ci. Ce cylindre de rayon $r = 6\ cm$ est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal O passant par son axe de symétrie et a un moment d'inertie $J = 9.10^{-4}\ Kg.m^2$

4- On lâche le corps :
  c) Donne l'expression de l'accélération du centre de gravité A ;

d) Déduis la nature du mouvement de A

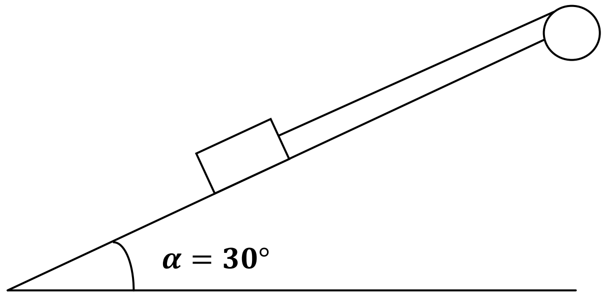
5- Calcule la tension T du fil.

6- Apres un parcours de 2m sur le plan incliné, le fil reliant A au cylindre est coupé

c) Calcule la vitesse du corps A à l'issue du parcours de 2m.

d) Calcule la nouvelle valeur a' de l'accélération du corps A.

On donne : g = 9,8m/s^2



Partie C : Résolution d'un problème

On veut déterminer le rendement d'une cellule photoélectrique au césium. Pour cela, on dispose d'une cellule photoélectrique qui reçoit un rayonnement lumineux monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0{,}4\mu m$. La longueur d'onde seuil vaut $\lambda_0 = 0{,}66\mu m$.

1- Calcule en joules, le travail d'extraction W_0, d'un électron de la cathode.

2- Calcule en joules l'énergie d'un photon lumineux W, qui arrive sur la cathode.

3- Calcule l'énergie cinétique maximale d'un électron émis par la cathode. Déduis sa vitesse.

4- Le courant photoélectrique a une intensité de saturation égale à $2{,}4.10^{-9}$A.

   a) Combien faut-il de photons par seconde pour engendrer ce courant ? La puissance du rayonnement qui tombe sur la cathode est égale à $7{,}4.10^{-7}$W

   b) Quel est le rendement quantique de la cellule c'est-à-dire le rapport entre le nombre de photons qui provoquent l'émission d'électrons et le nombre de photons incidents ?

On donne : $C=3.10^8$m/s ; $h=6{,}62.10^{-34}$Js ; $e=1{,}6.10^{-19}$C ; $m_e=9.10^{-31}$kg

Sujet 22 : BACCALAUREAT JUIN 2018 ''D''

I-CHIMIE

Partie A ; Vérification des connaissances

1- Texte à tous : Recopie puis complète les quatre (04) mots manquants dans la phrase suivante parmi les mots ci-après : réagit ; oxydant ; potentiel ; électron ; réducteur ; oxydoréduction. Dans une réaction d'………, c'est l'……..le plus fort qui………avec le………le plus fort.

2- Questions à choix multiples

Choisis la bonne réponse parmi les propositions suivantes. Exemples : 2. $g = g_3$

2.a) L'énergie de l'atome d'hydrogène est donnée par la relation

a_1. $E_n = \frac{13{,}6}{n^2}(J)$; a_2. $E_n = -\frac{13{,}6}{n^2}(ev)$; a_3. $E_n = -13{,}6.n^2(ev)$

2.b) Le niveau d'énergie le plus bas de l'atome d'hydrogène correspond :

b_1.Au premier état excité ; b_2.Au niveau d'ionisation ; b_3.A l'état fondamental

2.c) En dissolvant un soluté de masse m dans un solvant de masse m', l'abaissement cryométrique de cette solution diluée non électrolysable est :

$c_1. \Delta(\theta) = K.\frac{m'}{m.M}$; $c_2. \Delta(\theta) = \frac{Km}{m'M}$; $c_3. \Delta(\theta) = \frac{KM}{mm'}$

2.d) Le pH d'une dibase forte en solution est aqueuse est :

$d_1. -logc_b$; $d_2. 14 - logc_b$; $d_3. 14 + logc_b$

3- Question à réponse courte

Dans l'équation de la réaction suivante : $2I^- + H_2O_2 + 2H_3O^+ \rightarrow I_2 + 4H_2O$

Etablis une réaction

a) Entre les vitesses de H_2O_2 et H_2O

b) Entre les vitesses de I^- et de I_2

Partie B : Application des connaissances

Les différents niveaux d'énergie $E_n$de l'atome d'hydrogène son donnés par la formule : $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ avec E_n en ev et $n\epsilon\mathbb{N}^*$

1- Calcule en ev, E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_∞

2- Fais le diagramme d'énergie correspondant ; Echelle : $1cm$ pour $1ev$

3- Calcule :

   a) L'énergie minimale de la série de Balmer

   b) L'énergie maximale de la série de Balmer

4- Déduis :

   a) La longueur d'onde λ_1 la plus courte de la série de Balmer

   b) La longueur d'onde λ_2 la plus grande de la série de Balmer

On donne : $h = 6,62.10^{-34}Js$; $C = 3.10^8\, m/s$; $1ev = 1,6.10^{-19}j$

II- PHYSIQUE

Partie A : Vérification des connaissances

1- Réarrangement : La phrase suivante a été écrite en désordre. Reproduis puis ordonne-la.

La formation / prouve / de la lumière / des interférences / la nature / lumineuses / Ondulatoire.

2- Appariement : Relie un élément-question de la colonne A à un élément-réponse de la colonne B qui lui correspond. Exemple : $A_5 = B_8$

Colonne A	Colonne B
A_1: Différence de marche	B_1 : la tension en avance de phase sur l'intensité
A_2: Circuit inductif	B_2: $\frac{\lambda D}{a}$
A_3: Circuit capacitif	B_3: la tension en retard de phase sur l'intensité
A_4: Interfrange	B_4: $\frac{ax}{D}$

3- **Question à réponse courte :** définis un pendule pesant

Partie B : Application des connaissances

La cathode d'une cellule photoélectrique au potassium est éclairée par deux radiations lumineuses, l'une de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,49\mu m$, l'autre de longueur d'onde $\lambda_2 = 0,66\mu m$. Le travail d'extraction d'un électron du potassium est $W_0 = 2,25ev$

1- a) Détermine la longueur d'onde seuil

   b) Laquelle des deux radiations provoque l'effet photoélectrique ?

2- La cellule est maintenant éclairée par la radiation de longueur d'onde $\lambda_1 = 0{,}49\mu m$. La puissance rayonnante reçue par la cathode est $P = 9.10^{-7}W$. L'intensité du courant de saturation dans le circuit vaut $I_s = 4.10^{-4}A$.

a) La vitesse maximale de la sortie des électrons à la cathode

b) Le rendement quantique de la cellule.

Données : $h = 6{,}62.10^{-34}Js$; $C = 3.10^{8}\,m/s$; $1ev = 1{,}6.10^{-19}j$; $1\mu m = 10^{-6}m$; $e = 1{,}6.10^{-19}$; $m_e = 9{,}1.10^{-19}kg$

Partie C : Résolution d'un problème

A la suite d'une expérience sur la propagation des ondes le long d'une corde, on peut construire les graphes représentant l'élongation d'un point vibrant en fonction du temps t et l'aspect de la corde à tout instant donné.

Pour cela, on considère une lame horizontale dont l'extrémité A vibre verticalement. En A, est fixée une corde horizontale de longueur $L = AB = 1{,}20m$, de masse $m = 24g$ soumise à une force F ; la fréquence des vibrations de la lame est $N = 50Hz$et les vibrations se propagent le long de la corde à la célérité $c = 20\,m/s$. Un système supprime la réflexion des ondes à l'extrémité B du fil.

1) Calcule :

a- La longueur d'onde du mouvement vibratoire.

b- La tension F du fil.

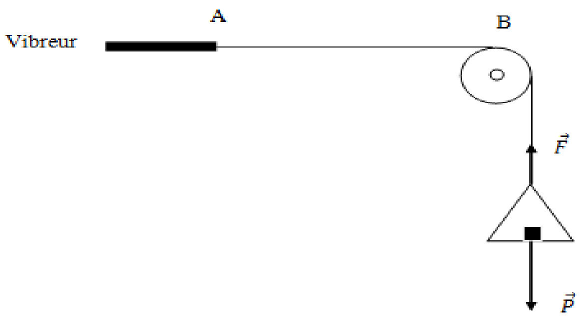
2) L'extrémité A de la lame a un mouvement sinusoïdale d'amplitude $a = 10mm$.

a- Etablis l'équation horaire du mouvement de A. (On prendra comme origine des temps l'instant où l'élongation de A est nulle et croissante)

b- Etablis l'équation horaire d'un point Cdu fil tel que $AC = x = 70cm$

c- Représente l'élongation $y_C(t)$ du mouvement du point C.

d-



Sujet 23 : Baccalauréat 2018 ''C''

I- CHIMIE

Parie A : Vérification des connaissances

1- Question à alternative vrai ou faux

Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes. Exemple : $1.f$ =Vrai

$1.a$) Une réduction est une réaction au cours de laquelle il y a gain d'électrons

$1.b$) Les lois de Raoult ne s'appliquent qu'aux solutions diluées non électrolysables

$1.c$)Pour un mélange équimolaire, le rendement d'une réaction d'hydrolyse vaut 30% lorsqu'il s'agit d'un alcool secondaire

$1.d$)Pour une réaction d'ordre un, le temps de demi-réaction est $\frac{1}{kC_0}$

2- Texte à trous

Recopie puis complète le texte ci-après par quatre des mots manquant suivants : ionisation ; énergie ; transition ; raies ; excité ; radiations.
L'ensemble des……. émises lors des…….aboutissant au même niveau…….constitue une série de……

3- Question à réponse courte :

Donne la relation qui lie le pH au pKa d'un couple acide/base

Partie B : Application des connaissances

Données : masse molaires atomiques (en $g.mol^{-1}$) Mn=55 ; K=39 ; O=16.

On prépare une solution de permanganate de potassium ($K^{+}+MnO_4^{-}$) en dissolvant une masse m=19,75g de cristaux anhydres de permanganate de potassium ($KMnO_4$) dans 250mL d'eau distillée.

1- Calcule la concentration C_1 de la solution ainsi obtenue.
2- On veut déterminer la concentration d'une solution d'eau oxygénée (H_2O_2). Pour ce faire, on prélève un volume V_2=10mL de cette solution que l'on fait réagir avec la solution de permanganate de potassium. Le volume total de la solution de permanganate de potassium versé à l'équilibre est V_1=8mL. Les couples redox mis en jeu sont : MnO_4^{-}/Mn^{2+} et O_2/H_2O_2
   a) Ecris les demi-équations électroniques intervenant.
   b) Déduis l'équation-bilan de la réaction d'oxydoréduction qui a lieu
   c) Détermine la concentration C_2 de la solution d'eau oxygénée.

II- PHYSIQUE :

Partie A : Vérification des connaissances

1- Question à choix multiples

Choisis la bonne réponse parmi les propositions suivantes. Exemple :$1.5 = a$

1.1) La pulsation propre d'un pendule de torsion est :

$a)\ \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$; $b)\ \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$; $c)\ \omega_0 = \sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}$

1.2) Un circuit R, L, C est dit résonnant si :

$a)\ L\omega - \frac{1}{C\omega} > 0$; $b)\ L\omega - \frac{1}{C\omega} < 0$; $c)\ L\omega = \frac{1}{C\omega}$

1.3) Dans une région où règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$, à l'extérieur des plaques, le champ électrique $\vec{E}$ est :

$a)$ inférieur à zéro ; $b)$ supérieur à zéro ; $c)$ nul

1.4) Dans un mouvement rectiligne uniformément accéléré, le produit $\vec{v}.\vec{a}$ est :

$a)$ Nul ; $b)$Inférieur à zéro ; $c)$ Supérieur à zéro

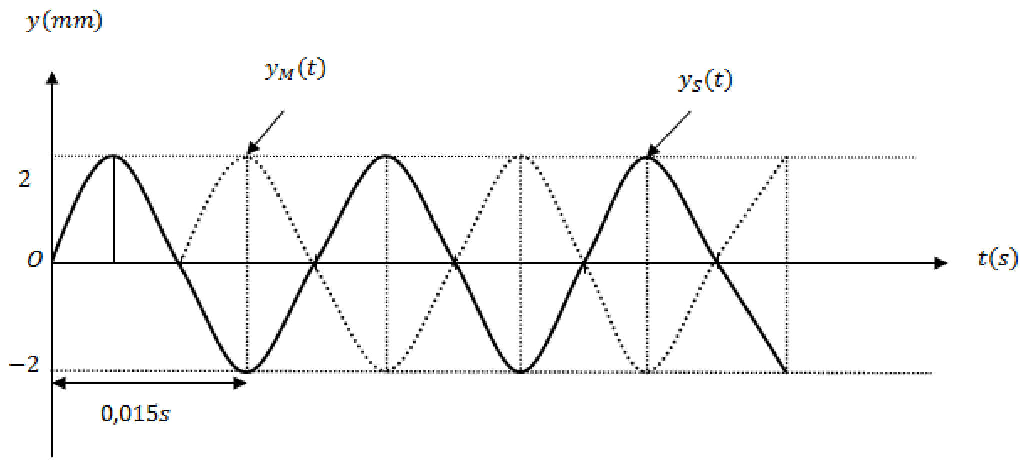
2- Texte à trous : Recopie puis complète le texte ci-après par quatre des cinq mots suivants : mécanique ; cinétique ; conservatif ; constante ; temps.

Un système est dit………lorsque son énergie……..reste…….reste …….au cours du…..

Partie B : Application des connaissances

Une lame vibrante est animée d'un mouvement sinusoïdal de fréquence f, de période T et d'amplitude a. Elle est munie d'une pointe qui frappe verticalement la surface d'une nappe d'eau en un point S ; on suppose qu'il n'y a ni amortissement ni réflexion des ondes. A la date $t = 0$, le point S commence à vibrer.

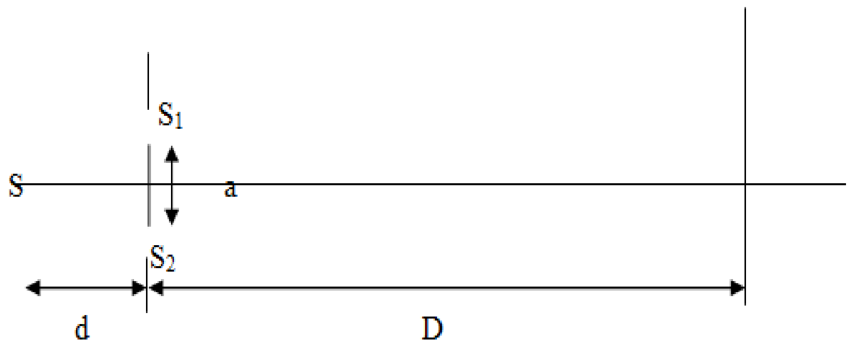
Ces oscillations se propagent à la surface de l'eau avec la célérité $C = 20m.s^{-1}$. Les graphes ci-dessous représentent l'état vibratoire des points S et M. Le point M est situé à une distance $\overline{SM} = x$ de la source S.



1- A partir de la courbe $y_S(t)$:
   a) Détermine les valeurs de la période T et l'amplitude a.
   b) Avec quel retard θ par rapport à S, le point M commence –t-il à vibrer ?
2- D'après les courbes $y_S(t)$ et $y_M(t)$, quel déphasage existe-t-il entre les mouvements de S et de M ?
3- Etablis les équations horaires $y_S(t)$ et $y_M(t)$.

Partie C : Résolution d'un problème

On se propose de déterminer la longueur d'onde λ_2 inconnue d'une radiation monochromatique. Pour cela, on réalise l'expérience d'interférences lumineuses au moyen du dispositif de fente d'YOUNG.



La distance séparant les fentes S_1 et S_2 est $a = 1mm$. L'écran d'observation est placé à la distance $D = 2m$ du plan des fentes.

1- La source S émet d'abord une radiation lumineuse monochromatique de longueur d'onde λ_1. On mesure la distance séparant 11 franges brillantes consécutives, on trouve $l = 9{,}6.10^{-3}m$.
   1.1- Ecris la formule donnant la position des franges brillantes sur l'écran en fonction de λ_1, D et a.
   1.2- Etablis l'expression de l'interfrange i en fonction λ_1, D et a

1.3- Calcule la valeur de l'interfrange

1.4- Déduis la valeur de la longueur d'onde λ_1 de la radiation émise

2- La source S émet simultanément les deux radiations lumineuses de longueur d'onde λ_1 et λ_2. Les deux systèmes de franges se superposent sur l'écran , on constate que la cinquième frange brillante de la radiation de longueur d'onde λ_1 et la quatrième frange brillante de la radiation de longueur d'onde λ_2 coïncident. Détermine la longueur d'onde λ_2.

On donne : $1mm = 10^{-3}m$

Sujet 24 : Baccalauréat 2019 ''D''

I- CHIMIE

Parie A : Vérification des connaissances

1- **Teste à trous :** Reproduis puis complète la phrase suivante par quatre des cinq mots ci-après : électron ; longueur ; atomes ; particules ; rayonnement

Lorsque les noyaux de certains……se désintègrent, ils émettent d'une part des …….d'autre part, un …….électromagnétique de très courte …….d'onde

2- **Question à réponse construite :** Donne la définition d'une famille radioactive.

3- **Questions à alternative vrai ou faux** : Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes.

a) Un indicateur coloré est un acide faible ou une base faible dont la couleur de sa forme acide est différente de la couleur de la forme basique, en solution aqueuse

b) Un atome d'hydrogène dans son état fondamental émet un rayonnement électromagnétique

c) L'élévation ébulliométrique est inversement proportionnelle à la masse molaire moléculaire du soluté

d) Dans les conditions normales de température et de pression, le volume molaire est V_m=22,4mol/L

Partie B : Application des connaissances

La cinétique de la réaction $2NO_2(g) \rightarrow 2NO\ (g) +\ O_2(g)$ a été étudiée expérimentalement à $400°K$. On a obtenue les résultats suivants :

0	$[NO_2]\ \ (mol.L^{-1})$	Vitesse$(mol.L^{-1}s^{-1})$
1	0,85	0,39
2	1,10	0,65
3	1,60	1,38

1- Détermine l'ordre global de cette réaction ainsi que la valeur numérique de la constante de vitesse.

2- Déduis la loi de vitesse ainsi que la loi intégrée de cette réaction

3- Calcule le temps de demi-réaction en considérant l'expérience 2

4- Au bout de combien de temps, 75% de $[NO_2]$ se sont transformés pour l'expérience 2

II-PHYSIQUE

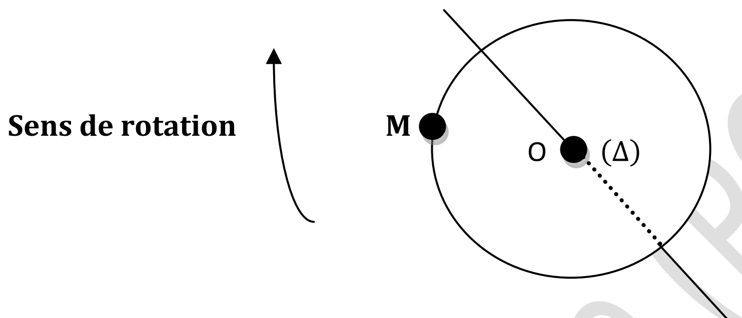
Partie A : Vérification des connaissances

1- **Question à réponse courte** : Donne le nom de la tension qu'il faut appliquer entre l'anode et la cathode d'une cellule photoélectrique pour annuler le courant photoélectrique.

2- **Appariement :** Associe chaque élément-question de la colonne A avec un élément-réponse de la colonne B correspondante.

Colonne A	Colonne B
A_1 : incertitude relative	B_1 : nœud
A_2 : point d'amplitude maximale	B_2 : nombre abstrait
A_3 : point d'amplitude nulle	B_3 : dépend du temps
A_4 : incertitude absolue	B_4 : nombre concret
	B_5 : ventre

3- **Schéma à compléter :** Dans le schéma ci-dessous, le point M est un point de la périphérie d'une roue en rotation. Recopie et complète le schéma en représentant le vecteur accélération $\vec{a}$ et le vecteur vitesse $\vec{v}$



Partie B : application des connaissances

Un ascenseur démarre en mouvement de translation rectiligne vers le haut. Il atteint la vitesse de 6m/s après un parcourt de 6m. il conserve cette vitesse sur une certaine distance d puis s'arrête 2,5secondes après un parcourt d'

1- Précise la nature du mouvement de l'ascenseur dans chacune des phases

2- On suspend au plafond de l'ascenseur un ressort à spires non jointives de longueur à vide $l_0 = 20cm$ et constante de raideur k=30N/m. L'autre extrémité de ce ressort de ce ressort est accroché un solide (S) de masse m=300g. au cours du mouvement de l'ascenseur, le ressort prend une longueur L. La masse du ressort est négligeable.

a) Etablis l'expression de la longueur L du ressort en fonction de L_0, m, k , g et de l'accélération a du mouvement.

b) Calcule la valeur numérique de la longueur L au cours de chaque phase du mouvement. On donne g=10m.s^{-2}

Partie C : Résolution d'un problème

Le but de ce problème est de déterminer la période T d'un pendule conique.

On dispose d'un ressort vertical à spires non jointives de longueur à vide $L_0 = 20cm$. On accroche un solide (S) de masse m=200g à l'extrémité inférieure du ressort. A l'équilibre, la longueur du ressort est $L_1 = 30cm$.

1- Détermine la constante de raideur K du ressort

2- Ce ressort est fixé par son extrémité supérieure en un point O d'un axe vertical (Δ). L'ensemble est mis en rotation au tour de l'axe (Δ) grâce à un moteur. Le solide (S) décrit alors un cercle dans un plan horizontal et la direction du ressort fait un angle $\alpha = 30°$ avec l'axe (Δ).

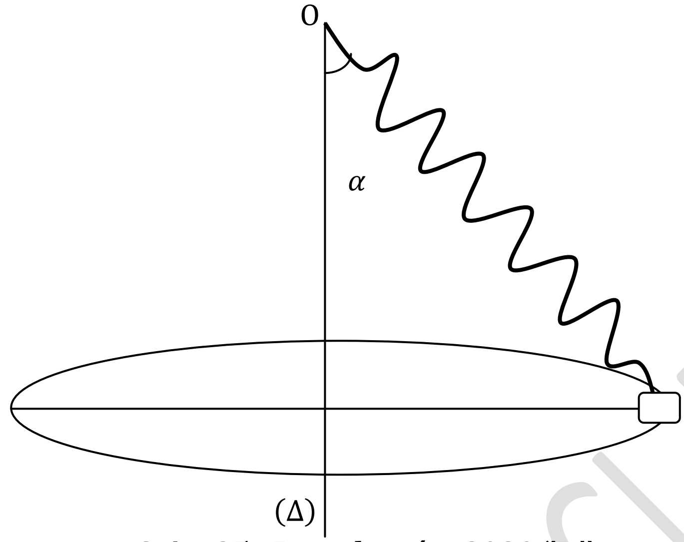
a) Représente toutes les forces qui s'appliquent sur le solide (S)

b) Calcule :

b₁) La longueur L_2 du ressort lors de ce mouvement

b₂) La vitesse angulaire ω de rotation de l'ensemble

3- Calcule enfin la période T, de ce pendule conique. On donne $g=10m/s^2$



Sujet 25 : Baccalauréat 2020 ''D''

I- CHIMIE

Parie A : Vérification des connaissances

1- Texte à trous : Recopie et complète la phrase suivante avec quatre des six mots suivants : ionisation, noyau, constituants, fournir, liaison, isotopes.

L'énergie de…….est l'énergie qu'il faut ……à un un….stable au repos pour séparer ses……

2- **Questions à choix multiples :** Choisis la bonne réponse parmi les affirmations suivantes.

a) Pour une solution aqueuse d'acide faible de concentration C_A :

a₁) $[H_3O^+] < C_A$; a₂) $[H_3O^+] > C_A$; a₃) $[H_3O^+] = C_A$

b) La saponification d'un ester est une réaction:

b₁)limité ; b₂) totale ; b₃) rapide

c) La réaction d'oxydoréduction est une réaction :

c₁ : de transfert d'électrons mettant en jeu deux couples oxydant/réducteur

c₂) transfert de protons ; c₃) qui ne concerne que les noyaux des atomes

d) La densité d'un gaz par rapport à l'air est donnée par :

d₁) 29M ; d₂) $\frac{29}{M}$; d₃) $\frac{M}{29}$

3- **Schéma à compléter :** Recopie et complète l'équation de la réaction acido-basique suivante $(CH_3)_3N + \cdots \rightleftharpoons OH^- + \ldots..$

Partie B : Application des connaissances

On dispose d'un minéral de fer de masse 80g. En vue de déterminer la teneur en fer de ce minéral, on fait réagir celui-ci avec la solution aqueuse d'acide chlorhydrique $(H_3O^+ + Cl^-)$. On observe un dégagement de 19,2L de gaz mesurés dans les conditions normales de température et de pression (C.N.T.P.)

1- Ecris les demi-équations ainsi que l'équation bilan de la réaction d'oxydo-réduction ayant lieu.

2- a) Détermine la masse de fer ayant réagi.

c) Déduis-en la teneur en fer de ce minéral.

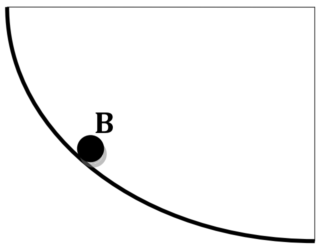
On donne : Fe=56g/mol, $E^0(Fe^{2+}/Fe) = -0{,}41V$, $E^0(H_3O^{2+}/H_2) = 0V$; V_m=22,4L /mol

II- PHYSIQUE

Partie A : Vérification des connaissances

1- **Question à réponse courte :** Définis la trajectoire d'un mobile.

2- **Schéma à compléter :** Une bille de masse m glisse sans frottement à l'intérieur d'une piste ayant la forme d'un arc de cercle. Reproduis et complète le schéma ci-contre en représentant les forces appliquées sur la bille B.



3- **Questions à alternative vrai ou faux :** Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes

a) Un système animé d'un mouvement rectiligne uniforme a une vitesse constante.

b) La période d'un pendule de torsion est $T = 2\pi\sqrt{\frac{C}{J}}$

c) Deux mouvements sont en phase lorsque le déphasage $\Delta\varphi = 2k\pi$

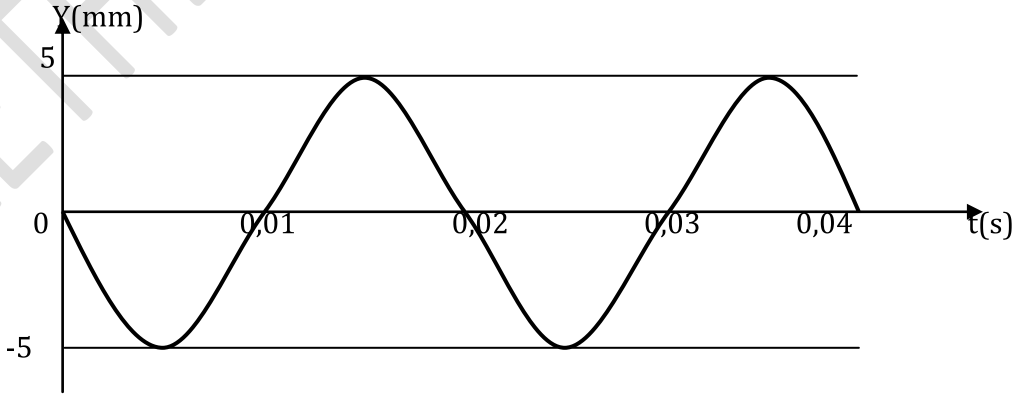
d) Au cours d'un mouvement circulaire uniforme, le vecteur accélération a deux composantes non nulles.

e) L'équation différentielle caractéristique d'un système animé d'un mouvement de rotation sinusoïdal est $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$

Partie B : Application des connaissances

Une lame vibrante provoque à l'extrémité A d'une corde élastique de longueur L=3cm et de masse m=90g, un mouvement vibratoire sinusoïdal transversal qui se propage le long de la corde. La corde est tendue horizontalement par une force d'intensité $F = 0{,}75N$. On néglige l'amortissement et la réflexion des ondes aux extrémités de la corde.

La courbe ci-dessous représente la vibration de l'élongation y_A du point A en fonction du temps.



1- Calcule la célérité de propagation des ondes le long de la corde

2- a) Déduis de cette courbe les valeurs de la période T et de fréquence N du mouvement de A.

b) Calcule la longueur d'onde.

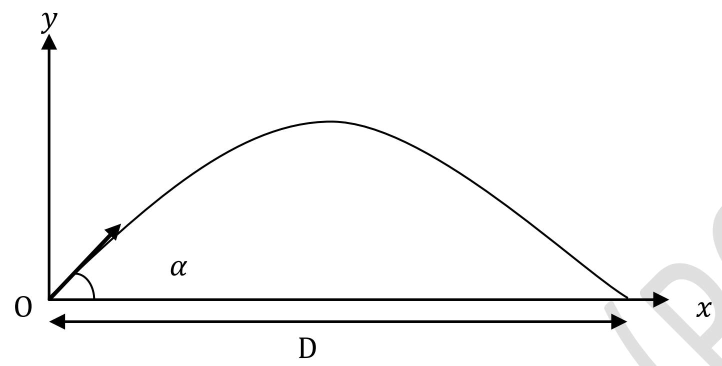
c) Ecris l'équation horaire du mouvement de A.

Partie C : Résolution d'un problème

Un jardinier souhaite arroser des fleurs situés à $11m$ du dispositif d'arrosage sur le plan horizontal. Le jet d'eau envoyé par le dispositif à une vitesse initiale $\vec{v}_0$ de module 12m/s et incliné d'un angle $\alpha = 25°$ avec l'horizontal.

On étudie le mouvement de chute libre d'une des gouttes d'eau constituant le jet et on néglige l'action de l'air sur la goutte. On prendra $g = 10m.S^{-2}$

1- Etablis les équations horaires du mouvement de la goutte d'eau
2- Déduis son équation de la trajectoire dans le système d'axes (ox, oy)
3- Calcule la portée D de cette goutte
4- Peux-tu affirmer que les fleurs sont arrosées ? Justifie ta réponse



Sujet 26 : Baccalauréat 2020 "C"

I- CHIMIE

Parie A : Vérification des connaissances

1- Question à réponse courte : Soit la réaction chimique équilibrée exothermique suivante $2SO_{2(g)} + O_2 \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

Dans quel sens l'équilibre se déplace-t-il :

a) Lorsqu'on augmente la température
b) Lorsqu'on augmente la pression

2- **Texte à trous :** Recopie puis complète la phrase ci-après par quatre mots manquants que tu trouveras parmi les six mots suivants : substance, initialement, demi-vie, moitié, échantillon, totalité.

La…..est la durée au bout de laquelle la……des noyaux…….présents dans un …..a disparue.

3- **Appariement :** Relie un élément-question de la colonne A à un élément-réponse de la colonne B

Colonne A	Colonne B
a_1 : monobase forte	b_1 : pH=-log2C
a_2 : diacide fort	b_2 : pH=-logC
a_3 : dibase forte	b_3 : pH=14+log2C
a_4 : monoacide fort	b_4 : pH=14+logC

Partie B : Application des connaissances

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par l'expression :

$E_n = -\frac{13,6}{n^2}\ (ev)$ où n est un entier supérieur ou égal à 1.

1- a) Calcule les énergies correspondant à $n = 1$; $n = 2$; $n = 3$ et $n = \infty$
b) Représente ces quatre niveaux dans un diagramme d'énergie. Echelle 1cm → 1ev

2- a) Calcule l'énergie minimale que l'on doit fournir à un atome d'hydrogène pour qu'il passe de l'état fondamental au premier état excité.

b) Représente cette transition à l'aide d'une flèche sur le même diagramme.

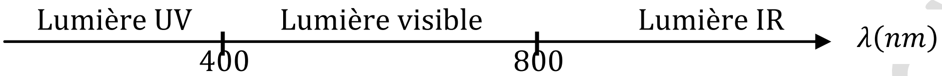
c) Cette énergie est apportée à l'atome par une radiation lumineuse monochromatique.

c_1) Calcule sa longueur d'onde.

c_2) A quel domaine du spectre appartient cette radiation ?

3- Calcule la longueur d'onde de la radiation susceptible d'ioniser l'atome d'hydrogène.

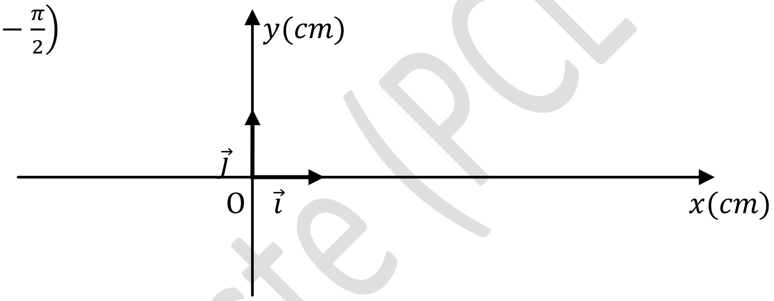
On donne : $C=3.10^8$m/s, $h=6{,}62.10^{-34}$Js ; 1ev=$1{,}6.10^{-19}$J; 1nm=10^{-9}m



II- PHYSIQUE

Partie A : Vérification des connaissances

1- **Schéma à compléter :** Dans le repère ci-contre, représente les vecteurs de Fresnel $\overrightarrow{OA}_1$ et $\overrightarrow{OA}_2$ associés respectivement aux fonctions $y_1 = 2\sin(100\pi t + \pi)$(cm) et $y_2 = 3\sin\left(100\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$



2- **Question à réponse construite :** Dans l'expérience des fentes de Young en lumière monochromatique, qu'observe-t-on sur l'écran dans la zone où se croisent les lumières issues des sources S_1 et S_2

3- **Questions à choix multiples :** Choisis la bonne réponse

a) L'équation différentielle d'un pendule dans le cas des oscillations de faible amplitude s'écrit :

$a_1 : \ddot{\theta} + \frac{mgOG}{J_\Delta}\theta = 0$; $a_2 : \ddot{\theta} + \frac{J_\Delta}{mgOG}\theta = 0$; $a_3 : \ddot{\theta} + \frac{mgOG}{J_\Delta}\dot{\theta} = 0$

b) Dans un circuit RLC, série, à la résonance:

b_1 : $L\omega$ et Z sont égaux ; b_2 : l'intensité efficace est maximale ;

b_3 : la puissance consommée est minimale

Partie B : Application des connaissances

Un oscilloscope bicourbe permet de visualiser l'intensité dans un circuit RLC et la tension aux bornes du meme circuit. On obtient les courbes suivantes : 1carreau pour 100V ; 1carreau pour 100mA ; 1carreau pour 1ms

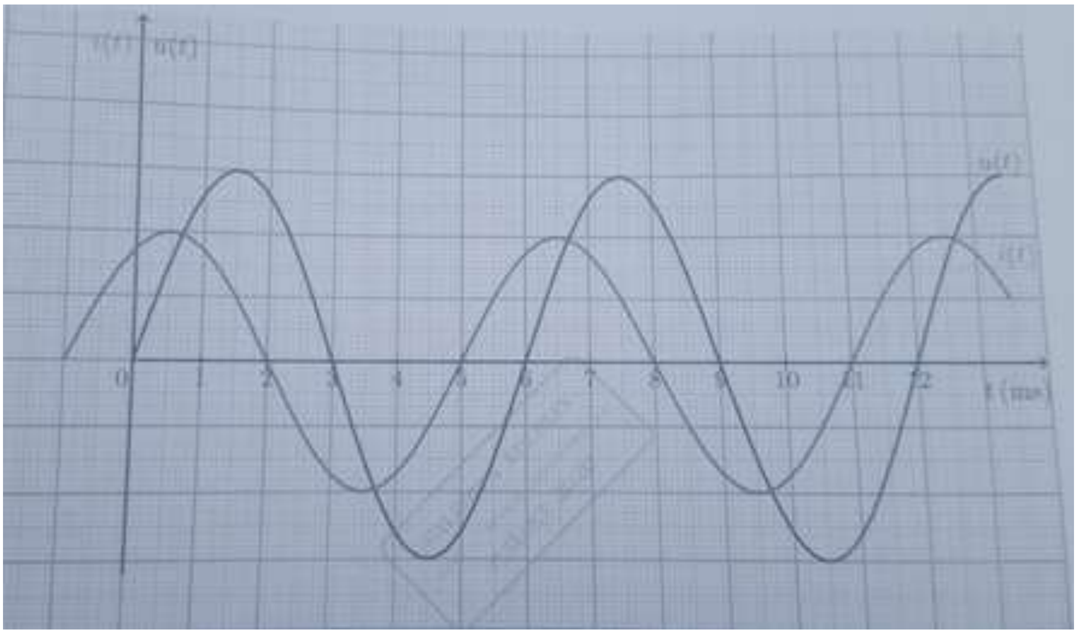
1- a) Déduis les valeurs maximales de la tension et de l'intensité

b) Calcule l'impédance Z du circuit

2- a) Laquelle des deux fonctions i(t) et u(t) est-elle en avance de phase sur l'autre ?

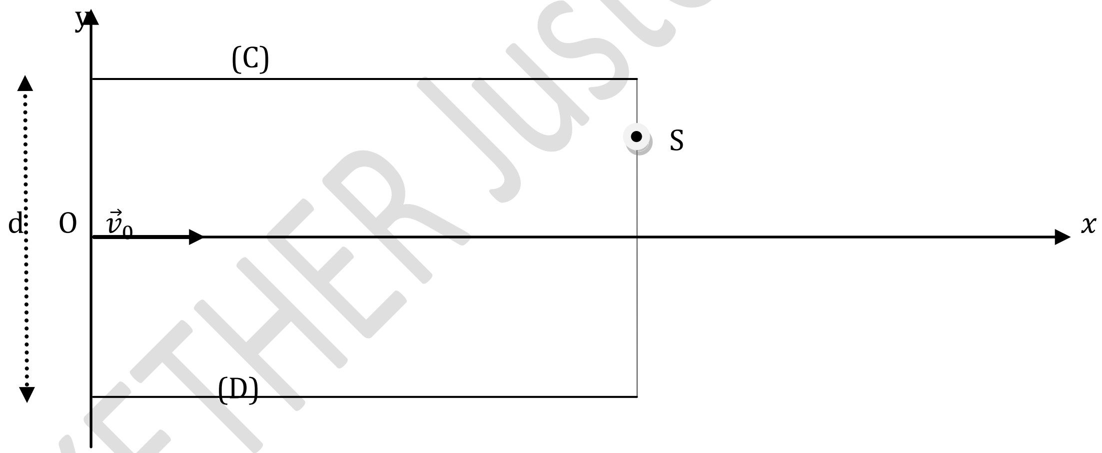
b) Calcule le déphasage entre les deux fonctions

3- on donne $i(t) = I_m \sin\omega t$, donne l'expression de la tension u(t) aux bornes du circuit.



Partie C : Résolution d'un problème

Une particule α (noyau d'hélium He^{2+} de charge q=+2e) arrive au point O dans un condensateur plan avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$ de direction parallèle aux armatures (C) et (D). Une tension constante U est appliquée entre ces deux armatures longues de L=5cm et distantes de d=4cm



On se propose de déterminer la valeur de la tension U pour que l'ordonnée du point de sortie S soit $y_S = 1cm$

1- Indique la polarisation des plaques pour que la particule soit déviée vers le haut.
2- Recopie la figure en représentant le champ électrique $\vec{E}$ et la force électrique $\vec{F}$ au point O.
3- Etablis les équations horaires du mouvement de la particule dans le repère (oxy).
4- Déduis l'équation de la trajectoire de la particule à l'intérieur du condensateur.
5- a) Trouve, à partir de l'équation de la trajectoire, l'expression de la tension U
   b) Calcule la valeur de la tension U

On donne : $V_0=5.10^5$m/s ; $e=1,6.10^{-19}$C ; $m=6,64.10^{-27}$kg

Sujet 28 : Baccalauréat 2019 & 2021 ''C''

I- CHIMIE

Parie A : Vérification des connaissances

1- **Appariement :** Relie un élément question de la colonne A à un élément réponse de la colonne B.

Colonne A	Colonne B
1- Constante d'acidité	a) $R_H = \frac{E_0}{hC}$
2- Constante radioactive	b) $\frac{[D]^{\delta}[C]^{\gamma}}{[A]^{\alpha}[B]^{\beta}}$
3- Constante d'équilibre	c) $\frac{[H_3O^+][base]}{[acide]}$
4- Constante de RYDBERG	d) $\frac{ln2}{T}$

2- **Schéma à compléter :** Complète le schéma de l'équation suivante
$(\boldsymbol{C_2H_5})_2\boldsymbol{NH} + \boldsymbol{H_20} \leftrightharpoons \cdots + \cdots$

3- **Question à choix multiples :** Choisis la bonne réponse parmi les propositions suivantes

3.1. Le rendement d'estérification d'un alcool secondaire, pour un mélange équimolaire est :
a_1) 5% ; a_2) 67% ; a_3) 60%

3.2. La plus grande longueur d'onde émise par l'atome d'hydrogène appartient à la série de :
B_1) Paschen; b_2) Balmer ; b_3) Lyman

Partie B: Application des connaissances

On considère une solution aqueuse d'acide monochloroéthanoique ($CH_2ClCOOH$) de concentration molaire C_0=5.10^{-2}mol/L et de pH=2,1.

1- Montre que l' d'acide monochloroéthanoique est un acide faible.

2- Ecris l'équation de dissociation de cet acide dans l'eau.

3- a) Calcule les concentrations de toutes les espèces chimiques présentes dans la solution

b) Calcule le pKa du couple $CH_2ClCOOH/CH_2ClCOO^-$

4- Quel volume V_B d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration C_B=0,1mol/L doit-on ajouter à un volume V_A=20mL de solution d'acide monochloroéthanoique pour obtenir une solution dont le pH est égal au pKa ?

II- PHYSIQUE

Partie A : Vérification des connaissances

1- **Question à alternative vrai ou faux :** Réponds par vrai ou faux aux affirmations suivantes

a) Dans un pendule conique, l'angle d'écartement θ du fil par rapport à l'axe vertical est lié à sa vitesse angulaire ω par la relation $\frac{1}{\cos\theta} = \frac{L\omega^2}{g}$

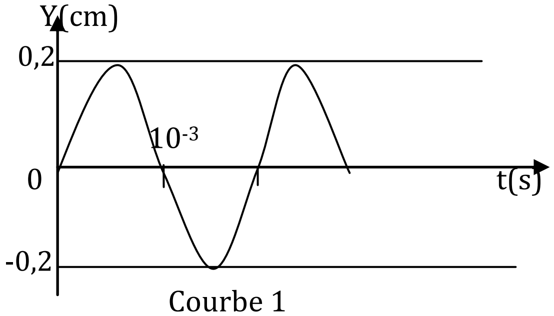
b) L'effet photo-électrique se produit lorsque la longueur d'onde seuil λ_0 du métal est supérieure à la longueur d'onde λ de la lumière incidente.

c) L'accélération d'un point matériel animé d'un mouvement circulaire uniforme n'est pas nulle.
d) A la résonance, l'impédance Z du circuit atteint sa valeur maximale.

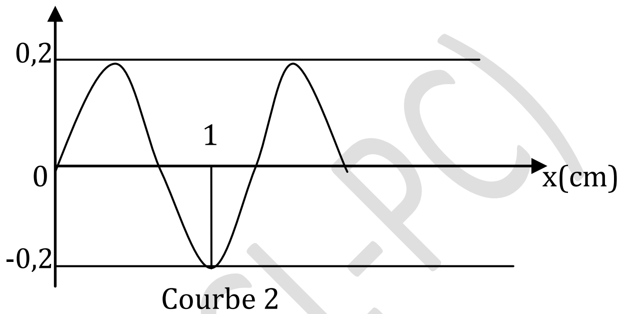
2- **Question à réponse construite :** Définis un ébranlement transversal

Partie B : Application de connaissances

Un milieu élastique est parcouru par des ondes progressives transversales sinusoïdales. On a tracé le diagramme du mouvement de la source O (courbe 1) et la sinusoïde des espaces à l'instant t_1 (courbe 2)



Courbe 1

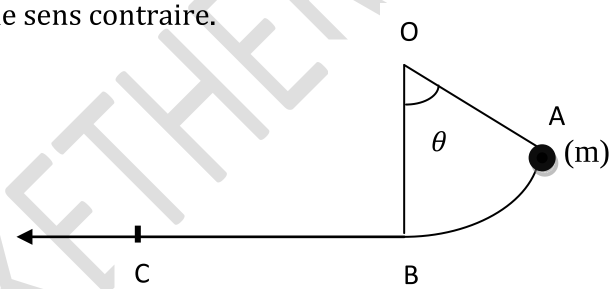


Courbe 2

1- Détermine la vitesse de propagation des ondes.
2- Ecris l'équation horaire du mouvement de la source O.
3- Ecris l'équation du mouvement d'un point M situé à 12,5cm du point O, puis compare le mouvement de M à celui de O.
4- Détermine l'instant t_1.

Partie C : Résolution d'un problème

On se propose de déterminer l'intensité de la vitesse $\vec{v}$ en un point B pour un solide supposé ponctuel, de masse $60Kg$, glissant sur une de piste ABC. AB représente une portion circulaire de rayon r, de centre O tel que $\theta = \left(\widehat{\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OB}}\right) = 45°$. BC est une partie rectiligne de longueur $2r$. Le long du trajet ABC, le solide est soumis à des forces de frottement qui se réduisent à une force unique d'intensité constante f de même direction que la vitesse $\vec{v}$, mais de sens contraire.



1- Exprime :
a- La vitesse du solide au point B en fonction de f, r, m, g et θ
b- La vitesse du solide au point C en fonction de f, r, m, g et θ
2- Calcule la valeur de la force de frottement f pour que le solide arrive au point C avec une vitesse nulle.
3- Calcule l'intensité v_B de la vitesse du solide au point B.