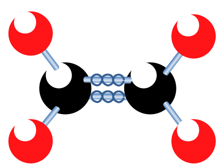
Physique chimie

Programme Marocain de l'Enseignement Secondaire Qualifiant

2BAC:SVT,PC,SM BIOF TOME1

Zakaryae Chriki



Zakaryae.chriki@gmail.com

Lycée Mohamed 5 casa

Zakaryae chriki

Exercices — ***Livre des Exercices*** — *Physique et chimie*

Sommaire

Physique

Chimie

La partie de la physique unité 1

Introduction

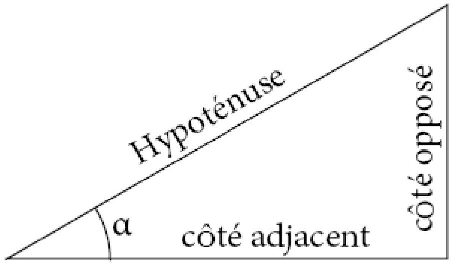
Les Ondes Mécaniques Progressives

Les Ondes Mécaniques Progressives Périodiques

Les Ondes Lumineuses

Complément Mathématique

1- Formules trigonométriques



- $\cos\alpha = \dfrac{\text{coté adjacent}}{\text{hypoténuse}}$
- $\sin\alpha = \dfrac{\text{coté opposé}}{\text{hypoténuse}}$
- $\tan\alpha = \dfrac{\text{coté opposé}}{\text{coté adjacent}} = \dfrac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$
- $\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha) = 1$
- $2.\cos(\alpha).\sin(\alpha) = \sin(2.\alpha)$
- $\cos(a + b) = \cos(a).\cos(b) - \sin(a).\sin(b)$
- $\sin(a + b) = \sin(a).\cos(b) + \sin(b).\cos(a)$

2- Dérivée

La dérivée $f'(t)$ est notée : $\dfrac{df(t)}{dt}$ (notation différentielle)

- $(a.f)' = a.f'$
- $(f.g)' = f'.g + g'.f$
- $(\dfrac{f}{g})' = \dfrac{f'.g - g'.f}{g^2}$
- $(f(g))' = f'(g).g'$
- $(f^n)' = n.f^{n-1}.f'$
- $(\sqrt{f})' = \dfrac{f'}{2.\sqrt{f}}$
- $(\cos(a.t + b))' = -a\sin(a.t + b)$
- $(\sin(a.t + b))' = a\cos(a.t + b)$

3- Logarithmes

3-1- Logarithme népérien :

a- Quelques formules :

- $\ell n(a.b) = Ln(a) + Ln(b)$
- $\ell n(\dfrac{a}{b}) = \ell n(a) - \ell n(b)$
- $\ell n(a^n) = n.\ \ell n(a)$
- $\ell n(1) = 0$
- $\ell n(e) = 1$ ($e \approx 2{,}718$)
- $(\ell n f)' = \dfrac{f'}{f}$

b- Fonction réciproque :

C'est la fonction exponentielle noté (e) tel que : $\ell n(x) = a \Leftrightarrow x = e^a$ Sa dérivée : $(e^f)' = f'.e^f$

(Exemple : $(e^{a.t})' = a.e^{a.t}$)

3-2- Logarithme décimal :

a- Définition :

$\ell og(x) = \dfrac{\ell n(x)}{\ell n(10)}$ Mêmes formules que Ln, sauf : $\ell og(10) = 1$

b- Fonction réciproque :

C'est la fonction puissance de base 10 $\ell og(x) = a \Leftrightarrow x = 10^a$

Remarque : ℓn et ℓog sont des fonctions croissantes. $a > b \Leftrightarrow \ell n(a) > \ell n(b)$

4- Equation différentielle du premier ordre

C'est une équation de la forme : $\dfrac{dy}{dt} + \dfrac{1}{\tau}.y = b$

- « τ » la constante de temps du système ;
- « b » la valeur de y en régime permanent (lorsque y devient constante).

La solution de cette équation s'écrit sous la forme : $y(t) = A.e^{-\alpha.t} + B$

NB : α et A doivent être non nulles, B le peut selon le cas.

Méthode à suivre pour résoudre cette équation différentielle :

- Remplacer l'expression de y(t) dans l'équation différentielle. $-\alpha A e^{-\alpha t} + \dfrac{1}{\tau}.(A e^{-\alpha t} + B) = b$

- Factoriser sous la forme : $A.e^{-\alpha t}(-\alpha + \frac{1}{\tau}) = b - \frac{B}{\tau}$
- Imposer la condition pour que cette égalité (entre un terme variable et un autre constant), soit vérifiée : $\begin{cases} -\alpha + 1/\tau = 0 \\ b - B/\tau = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \alpha = 1/\tau \\ B = b.\tau \end{cases}$
- Utiliser les conditions initiales Pour déterminer A.

Exemples : * $y(0) = 0 \Rightarrow A + B = 0 \Leftrightarrow A = - B$ * $y(0) = E \Rightarrow A + B = E \Leftrightarrow A = E - B$

Analyse Dimensionnelle

1- Unités internationales et équation aux dimensions

❖ Deux grandeurs A et B sont homogènes, s'il existe un nombre α tel que $A = \alpha B$, on dit que A et B ont la même dimension.

❖ On associe à chaque relation une équation dont les deux membres sont les dimensions des grandeurs utilisés dans la relation.

❖ Le système international d'unités (SI) se compose de sept unités :

Grandeur	Longueur	Masse	Durée	Intensité du courant	Quantité de matière	Température	Intensité lumineuse
Unité	mètre	kilogramme	seconde	Ampère	mol	Kelvin	Candela
Symbole de l'unité	m	kg	s	A	mol	K	Cd
Symbole de la dimension	L Longueur	M Masse	T Temps	I Intensité	N Nombre de moles	Θ	J

❖ On utilise souvent les quatre premières unités.

❖ On désigne la dimension d'une grandeur par son symbole entre crochets sauf les grandeurs du système international.

Exemple : [F] désigne la dimension de la force

2-Règles décriture des équations aux dimensions

❖ Une équation aux dimensions s'écrit entres les scalaires associés aux grandeurs de la relation.

❖ Les deux membres d'une égalité ont la même dimension.

❖ Les éléments d'une somme ou soustraction ont la même dimension:

$$[A+B] = [A] = [B] \quad \text{et} \quad [A-B] = [A] = [B]$$

❖ La dimension d'un produit est égale au produit des dimensions $[A.B] = [A].[B]$

❖ La dimension d'un rapport est égale au rapport des dimensions. $\left[\frac{A}{B}\right] = \frac{[A]}{[B]}$

❖ Le rapport de deux grandeurs de même dimension est sans dimension. $[A] = [B] \Rightarrow \frac{[A]}{[B]} = 1$

3-Applications

3-1- Détermination de la dimension d'une grandeur :

Exemple1 : Dimension de la force .

Relation	Équation aux dimensions
$W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB}$ $Ec = \frac{1}{2} m v^2$	$[F] = \frac{[W]}{L}$ $[W] = [E] = M(LT^{-1})^2$ $[F] = \frac{ML^2T^{-2}}{L} = MLT^{-2}$

Exemple2 : Dimension de l'intensité de pesanteur g .

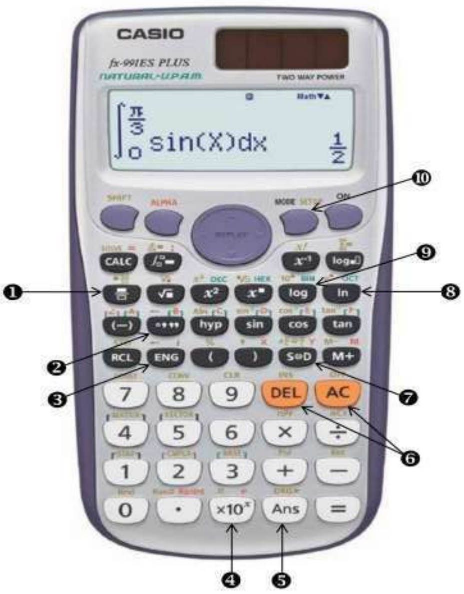
Relation	Équation aux dimensions
$P = mg$	$[g] = \frac{[P]}{M} = \frac{MLT^{-2}}{M}$ $[g] = LT^{-2}$

3-2- S'assurer de l'homogénéité d'une relation :

Exemple : La période des oscillations d'un pendule pesant est donnée par la relation : $T = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{mgd}}$

Relation	Équation aux dimensions
$T = 2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{mgd}}$ $J_\Delta = \sum m_i.r_i^2$	$\left[\sqrt{\frac{J_\Delta}{mgd}}\right] \stackrel{?}{=}$ $[J_\Delta] = M.L^2$ $\left[\sqrt{\frac{J_\Delta}{mgd}}\right] = \sqrt{\frac{ML^2}{M.LT^{-2}.L}} = T$

Utilisation d'une calculatrice scientifique



❶ : Pour écrire une fraction. Utiliser les touches de direction pour basculer entre numérateur et dénominateur.

❷ : Pour manipuler une durée en : heure, minute, seconde.

Exemples :

- 2 h 35 min 25 s : 2 [°’’’] 35 [°’’’] 25 [°’’’] [=] [°’’’] . On obtient la valeur en heures.
- 9225 s : 0 [°’’’] 0 [°’’’] 9225 [°’’’] [=] On obtient la valeur en h.min.s.

❸ : Pour approcher le résultat de l'écriture scientifique.

❹ : Puissance de 10.

Exemple : Pour écrire $2{,}5.10^{-5}$, on écrit : [2] [·] [5] [x10^x] [(−)] [5].

L'intêret c'est que le nombre et la puissance de 10 sont reliés.

Appuyer : (SHIFT) [x10^x] pour obtenir : π.

❺ : Pour afficher le dernier résultat de calcul.

Même si on éteint la calculatrice, on peut récupérer le dernier résultat.

❻ : [AC] Effacer tout, [DEL] Effacer le dernier nombre écrit.

❼ : Pour convertir une fraction en nombre décimal et inversement.

❽ : Logarithme népérien.

❾ : Logarithme décimal.

❿ : MODE/SETUP.

➢ Appuyer (SHIFT MODE) pour choisir l'une des applications affichées (Table 1):

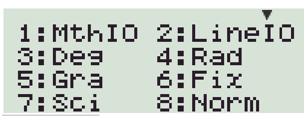


Table 1

Exemple : DEG(3), RAD(4), écriture scientifique (7), Revenir en mode normal (8)

➢ Appuyer directement (MODE) pour choisir l'une des applications affichées (Table 2):

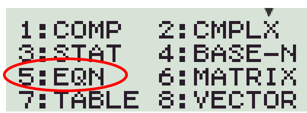


Table 2

Exemple : Résoudre une équation (5) :

- Équation du 2nd degré (3) (Table 3): Entrer par ordre les valeurs de : a, b et c, en appuyant après chaque nombre sur [=], et pour obtenir les résultats sur [=] puis [=]

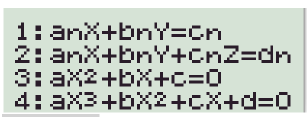


Table 3

- Un système d'équations à 2 inconnues (1) (Table 3):

Entrer par ordre a, b et c pour les deux équations, en appuyant après chaque nombre sur [=], et pour obtenir les résultats sur [=] puis [=]

Les Ondes Mécaniques Progressives

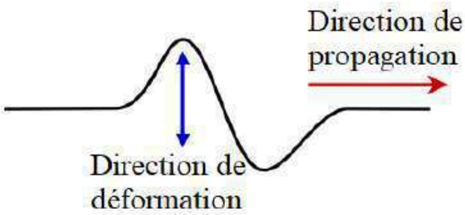
Résumé:1 | Niveaux:SM PC SVT

1. Quelles définitions :

- **Le signal** est une **perturbation** (modification locale et temporaire) qui se propage dans un milieu matériel élastique
- **Une onde progressive correspond** à la propagation dans l'espace et au cours du temps d'une perturbation.
- **Une onde mécanique correspond** à la propagation d'une perturbation **dans <u>un milieu matériel</u>** sans transport de matière. L'onde ne transporte que de l'énergie
- On **appelle onde mécanique progressive**, Onde résultant de la perturbation d'un milieu par une source.
- **Un milieu élastique est** un milieu qui reprend sa forme initiale après le passage de l'onde mécanique
- L'onde se propage **dans** toutes les directions qui lui sont offertes.

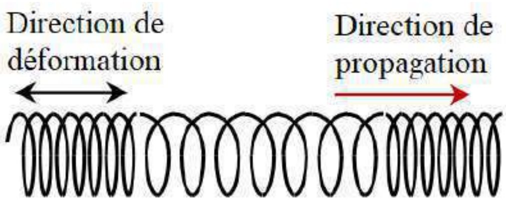
2. Les types d'ondes :

<u>Ondes transversales :</u>
Une onde est transversale lorsque la déformation du milieu de matériel a lieu perpendiculairement à la direction de propagation de la perturbation.



Exemples :
Une onde se propageant :
- À la surface de l'eau
- Le long d'une corde.

<u>Ondes longitudinales :</u>
Une onde est longitudinale si la déformation du milieu matériel a lieu parallèlement à la direction de propagation de la perturbation.

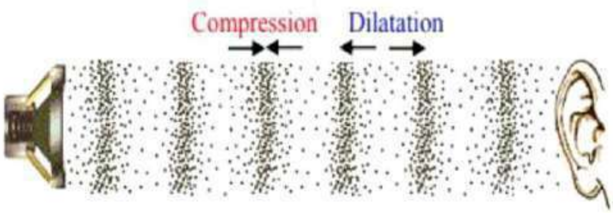


Exemples :
- Une onde se propageant dans un ressort.
- L'onde sonore.

- La direction dans laquelle se propage la perturbation est la direction de propagation de l'onde.

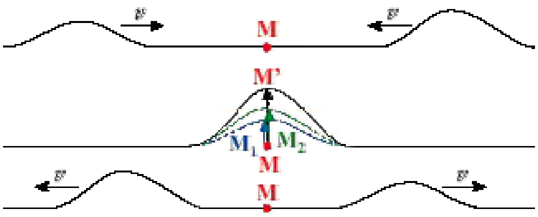
3. Superposition de deux ondes.

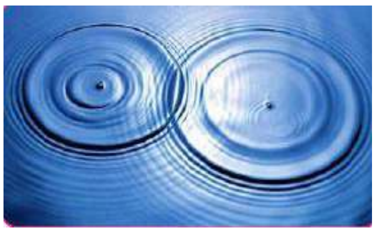
L'onde sonore est une onde mécanique longitudinale se propageant dans les milieux matériels élastique .



4. Superposition de deux ondes.

- Deux ondes mécaniques peuvent se superposer sans se perturber.
- Lorsque les deux perturbations se croisent, leurs amplitudes s'ajoutent algébriquement.
- Après le croisement, chaque perturbation reprend sa forme propre.





5. Définition de la célérité (vitesse).

La célérité v d'une onde progressive est égale au quotient de la distance d séparant deux points M_1 et M_2 du milieu par la durée Δt qui sépare les dates t_1 et t_2 de passage de l'onde en ces deux points.

$$V = \frac{M_1M_2}{t_2 - t_1} = \frac{d}{\Delta t}$$

***v* est la vitesse de propagation de l'onde ou la célérité et qui reste constante au cours de la propagation de l'onde dans le milieu considéré .**

6. Facteurs influençant la célérité.

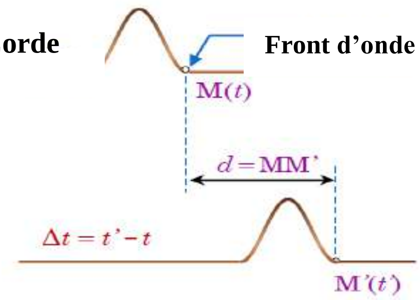
- La vitesse de propagation de l'onde est une propriété du milieu. Elle dépend en effet des qualités d'élasticité du milieu et de son inertie (c'est-à-dire de la difficulté plus ou moins grande à le mettre en mouvement : plus l'inertie du milieu est grande, la vitesse est faible).

- Dans un milieu linéaire, la célérité est indépendante de la forme et de l'amplitude du signal.
- Pour un même milieu, la célérité dépend du type d'onde considéré ($V_{transversale} \neq V_{longitudinale}$)
- La célérité d'une onde progressive est plus grande dans un solide, que dans un liquide, que dans un gaz. Elle dépend de la compressibilité du fluide. (Vcuivre =3600m.s^{-1} ; Veau=1500m.s^{-1} ; Vair =340m.s^{-1}).

7. Notion de retard temporaire

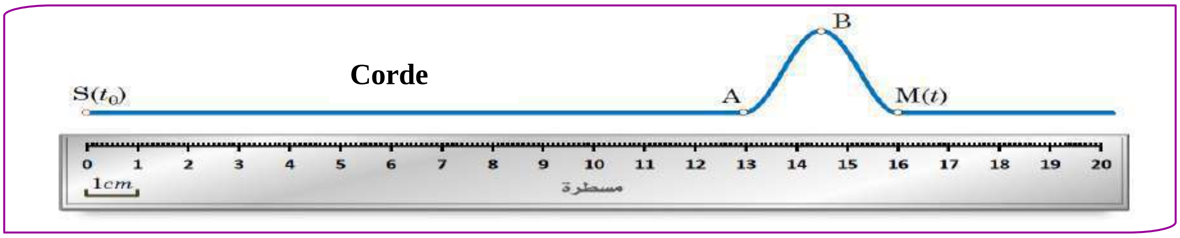
Au cours de la propagation d'une onde mécanique non amortie, tous les points du milieu de propagation subissent la même perturbation que la source mais avec un retard τ tel que : $\tau = \frac{M_1M_2}{V}$

La relation entre l'élongation d'un point M du milieu de propagation et celle de la source est : $y_M(t) = y_S(t-\tau)$



EXERCICE 1 — Exercice d'application — 35 min

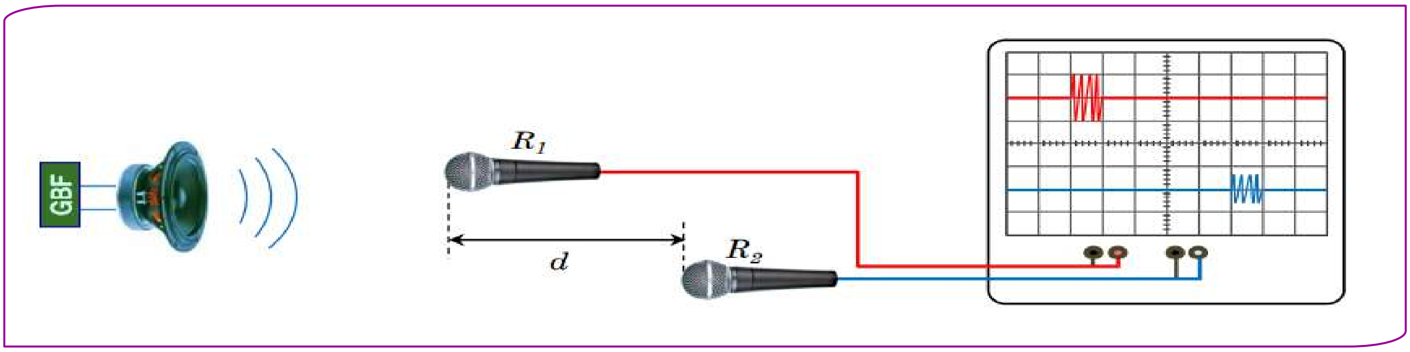
La figure ci-dessous représente la propagation d'une onde le long d'une corde. Elle représente l'aspect de la corde à l'instant t_M = 40ms. Sachant que la déformation commence à partir d'une source à l'instant t_0 =0.



1. Quelle la nature de l'onde ? (longitudinale ou transversale). Justifier votre réponse.
2. Déterminer, à l'instant t, les points qui se dirigeront vers le bas ainsi que ceux se dirigeront vers le haut.
3. Calculer V la vitesse de la propagation de l'onde le long de la corde.
4. Pendant quelle durée un point de la corde est-il affecté par le passage de la perturbation ?
5. À quel instant s'arrête le point M ?
6. À quel instant l'onde arrive au point N, tel que : SN =20 cm.
7. Représenter graphiquement l'aspect de la corde à l'instant t'=10ms.

EXERCICE 2 — Exercice d'application — 20 min

Pour mesurer la propagation des ondes sonores dans l'air on réalise le montage expérimental représentant ci-dessous, la distance entre les deux microphones R_1 et R_2 est d =1,70m. La courbe ci-dessous représente la variation de la tension aux bornes de chaque microphone.



On donne :

La sensibilité horizontale: S_h =1ms/div ; la célérité de la propagation du son dans l'eau : V_{eau} = 1500 m.s^{-1}.

1. Est que le son est une onde longitudinale ou transversale.
2. Déterminer la valeur du retard temporel entre les microphones R_1 et R_2.
3. Déduire la valeur V_{air} de la célérité de la propagation des ondes sonores dans l'air.
4. Déterminer la valeur du retard temporel τ' quand on déplace le microphone vers la droite à partir de sa position initiale de L= 51cm.
5. Comparer V_{air} et V_{eau}. Que peut-t-on déduire.

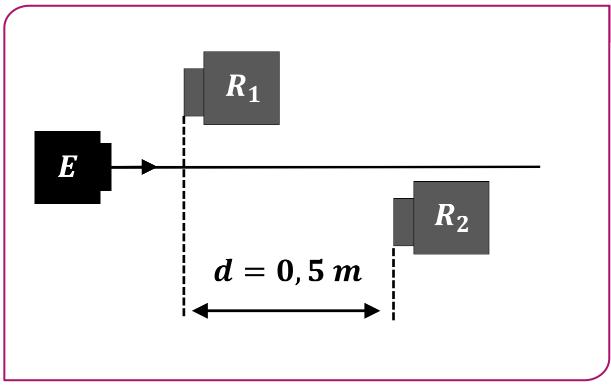
EXERCICE 3 Examen PC 2011 S.R 35 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1DBqleXjve9cE_mnBttNyDck7yl-lXC4q/view

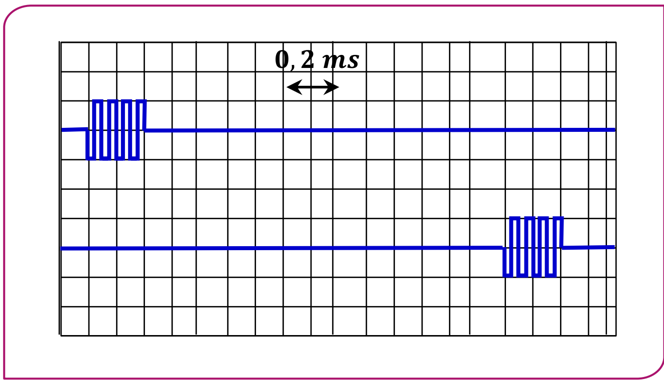
L'échographie utilisant les ondes ultrasonores est une méthode de détermination des épaisseurs des nappes souterraines.
Cet exercice vise à déterminer, la célérité de propagation des ondes ultrasonores dans l'air, ainsi que l'épaisseur d'une nappe souterraine de pétrole

1- Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'air :

On place sur un banc rectiligne un émetteur E d'ondes ultrasonores, et deux récepteurs R_1 et R_2 distants de d = 0,5 m (Figure 1).
On visualise sur l'écran d'un oscilloscope, aux entrées Y_1 et Y_2, les signaux reçus par les deux récepteurs, On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 2.
A représente le début du signal reçu par R_1, et B le début de celui reçu par R_2.



1

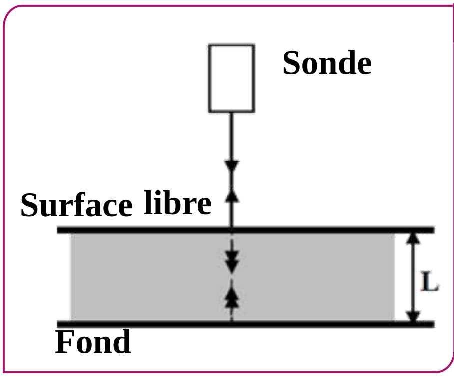


2

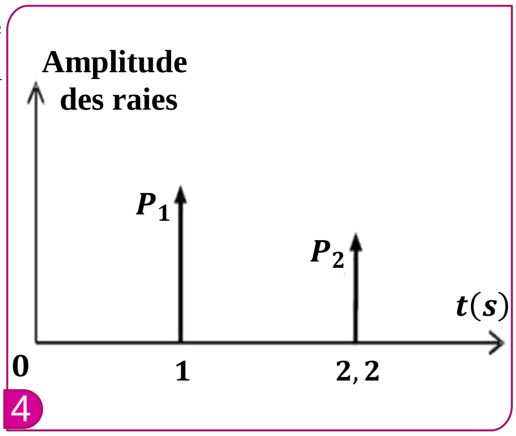
1-1-Déterminer à partir de l'oscillogramme de la figure 2, le retard horaire τ entre les deux signaux reçus par les deux récepteurs R_1 et R_2.
1-2-Calculer v_{air} la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'air.
1-3-Ecrire l'expression de l'élongation $y_B(t)$ du point B à l'instant t, en fonction de l'élongation du point A.

2- Détermination de l'épaisseur d'une nappe souterraine de pétrole :

Pour déterminer l'épaisseur L d'une nappe souterraine de pétrole, un ingénieur utilise la sonde d'un appareil d'échographie.
La sonde envoie, perpendiculairement à la surface libre de la couche de pétrole, à l'instant $t_0 = 0$, un signal ultrasonore de très courte durée.
Une partie du signal se réfléchie sur cette surface, tandis que l'autre partie continue la propagation dans la couche de pétrole pour se réfléchir une deuxième fois sur son fond, et revenir vers la sonde, pour être transformée à nouveau en un signal de très courte durée aussi (Figure 3).
A l'instant t_1, la sonde révèle la raie P_1 correspondante à l'onde réfléchie sur la surface libre de la couche de pétrole, et à l'instant t_2 elle révèle la raie P_2 correspondante à l'onde réfléchie sur le fond de la couche du pétrole (Figure 4).
Déterminer l'épaisseur L de la couche de pétrole, sachant que la célérité de propagation des ondes ultrasonores dans le pétrole brut est : $v = 1,3\ km.s^{-1}$.



3



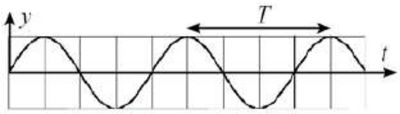
4

1. Quelles définitions :

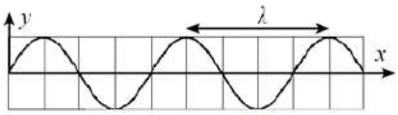
- Une onde est périodique si les vibrations de la source sont entretenues.
- L'onde périodique est caractérisée par une périodicité temporelle T et une périodicité spatiale
- La période T est la plus petite durée au bout de laquelle le phénomène se reproduit identiquement à lui-même λ.
- La fréquence N est le nombre de périodes par seconde : $N = \frac{1}{T}$

T s'exprime en seconde et f ou N s'exprime en hertz (Hz)
La période T (ou la fréquence f) caractérise une onde périodique .

Exemple : l'onde progressive sinusoïdale :



Périodicité temporelle



Périodicité spatiale

3. La périodicité spatiale (la langueur d onde)

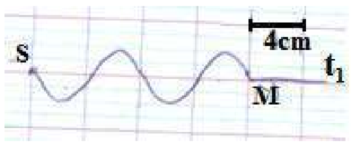
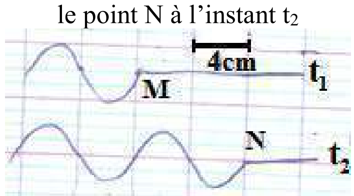
La distance λ parcourue par l'onde pendant une période T est appelée : longueur d'onde : $\lambda = vT = \frac{v}{N}$

Remarques :

- D'après la relation $\lambda = V.T = \frac{V}{N}$, la longueur d'onde dépend de V , donc du milieu de propagation .
- La fréquence N d'une onde est caractéristique de cette onde , elle ne change pas si l'onde change du milieu . Ce n'est pas le cas de la longueur d'onde .

⁂ **Exploitation de la relation**

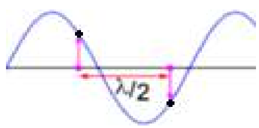
$$V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda . N$$

Une phrase	**Graphiquement**	**Graphiquement**
On précise la distance d et la durée de parcours Δt Exemple : L'onde parcours 15cm pendant 10 seconde d=15cm Δt=10s	et avec une indication sur la source (S) L'onde est émise de la source à l'instant t_0=0s  d=SM=4x4=16cm $\Delta t = t_1 - t_0 = t_1$	et sans aucune indication sur la source (S) L'onde passe par le point M à l'instant t_1 et par le point N à l'instant t_2  d=MN=2x4=8cm $\Delta t = t_2 - t_1$

3. Etat de vibration de deux points

Deux points, M_1 et M_2 d'un milieu à 1 dimension, vibrent en opposition de phase si

- Elles vibrent en opposition de phase $Y(M_1) = -Y(M_2)$
- Leur distance d est égale à un nombre entier impair de demi-longueurs d'onde λ : $\mathbf{d = (2.k + 1).\frac{\lambda}{2}}$



⁂ **Comment Vibrent deux points ?????**

$$\frac{M_1M_2}{\lambda} = \frac{d}{\lambda} = \frac{SM_2 - SM_1}{\lambda} = k \text{ Ou bien } \frac{\Delta t}{T} = \Delta t . N = k$$

Si k

k = ---,00	K = ---,50
Un nombre entier naturel alors les points vibrent en phase	Un nombre décimal (… ,50 = … virgule 50) alors les points vibrent en opposition de phase

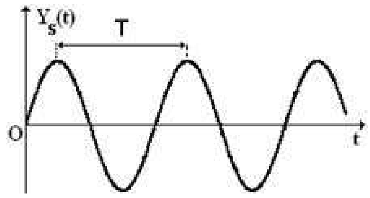
NB :

Pour comparer la source (S) avec un point M du milieu de propagation on calcul $\frac{SM}{\lambda}$

Equation horaire d'un point du milieu de propagation ?????

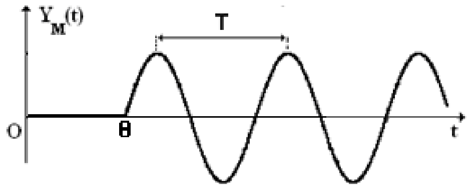
$$Y_M(t)=Y_S(t-\tau)$$

- On déterminer la durée τ soit directement τ = …… ou on calcule sa valeur $\tau=\frac{SM}{V}$
- La perturbation au point M reproduit la perturbation de la source (S) avec un retard θ, car la perturbation met un certain temps pour progresser de S à M



$Y_S(t)$: Elongation de la source (S)

Une translation de $Y_S(t)$ d'une durée θ et on obtient $Y_M(t)$

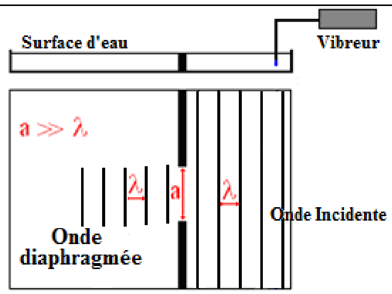


$Y_M(t)$: Elongation de la source (M)

III.Phénoméne de difraction

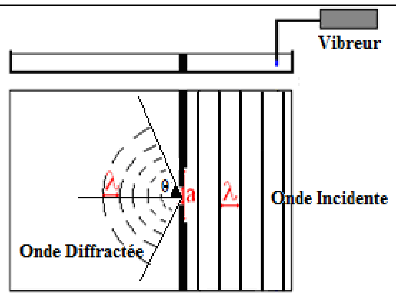
1. Phénomène de difraction:

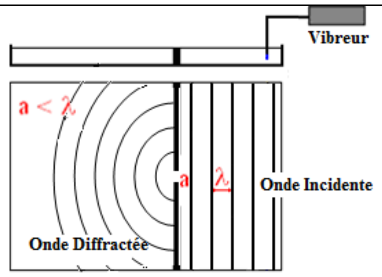
Une onde plane périodique rencontre un obstacle ou une ouverture ou une fente d'épaisseur a :



a >> λ

L'onde traverse la fente sans changer ni de forme ni de fréquence ni de vitesse et ni de longueur d'onde juste une partie est bloquée





a ≤ λ : Phénomène de diffraction **a < λ**: Phénomène de diffraction

- L'onde change de forme et devient circulaire
- La fente d'épaisseur a se comporte comme une source ponctuelle d'onde circulaire
- L'onde diffractée et l'onde incidente ont la même période, la même célérité et, par conséquent, la même longueur d'onde

Onde diaphragmée :Onde mécanique progressive périodique se propageant sans modification à travers une ouverture.

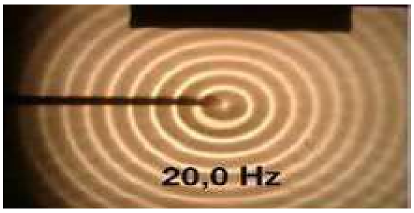
Onde diffractée: Onde mécanique progressive périodique se propageant avec étalement spatial à travers une ouverture

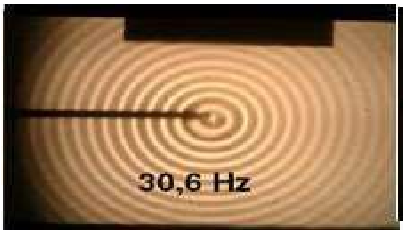
NB :

- **a ≤ λ** : l'onde est limité dans une portion angulaire circulaire d'angle θ (angle de diffraction) $\sin(\theta) \approx \theta = \frac{\lambda}{a}$
- Pour une longueur d'onde donnée, la diffraction est d'autant plus importante que la dimension l'ouverture a est faible

1. Milieu dispertif

Un milieu est **dispersif** si la vitesse (célérité) de l'onde dans le milieu dépend de la fréquence de la source

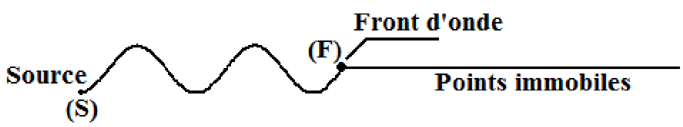




2. Mouvement d'un point M du milieu matériel.

- La perturbation crée au point S de la corde au temps t0 (Souvent t0=0) se propage de proche en proche à une vitesse précise.
- Toute onde est caractérisé par une source (S), une durée d'onde (durée nécessaire de passage de l'onde par un point) ,une amplitude et une longueur d'onde
- Chaque point du milieu matériel reproduit la perturbation de la source S.
- La perturbation au point M reproduit la perturbation de la source S avec un retard τ, car la perturbation met un certain temps pour progresser de S à M

3. Front d'onde et mouvement d'un point du milieu de propagation



- L'onde débute de la source (S)

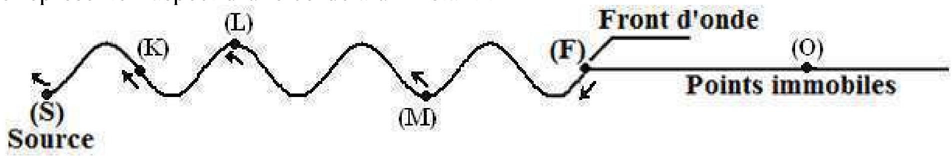
• Le Front d'onde (F)	- Le point le plus lointain de la source (S) suivis , et dans le sens du mouvement , d'un trait horizontal (indiquant les points immobiles) - Informe sur le premier mouvement : • De la source (S) à l'instant t_0 • Réaliser par un point lors de la réception de l'onde à un instant t • Que réaliseras un point une fois l'onde y parviens

NB :
Tous les points (quand la perturbation y parviens à l'instant t) reproduisent la même perturbation que la source (S) (perturbation crée à l'instant t_0)

4. Sens de mouvement d'un point

Du point on suit légèrement l'allure de l'onde vers la source (S) on peut déterminer :
- Le sens du mouvement d'un point
- Le sens de mouvement du front (F) et en déduire le premier mouvement de chaque point et en particulier celui de la source (S)

Exemple : La figure représente l'aspect d'une corde à un instant t



Le point	(S)	(K)	(L)	(M)	(N)	(O)
Mouvement à t_0=0	Vers le bas	------------------------- immobile ---------------------------				
Mouvement à t	Vers le haut	Vers le haut	Vers le bas	Vers le haut	Vers le bas	Immobile
Le premier mouvement	----------------- C'est le mouvement du front et c'est vers la bas ----------------					

EXERCICE 1 — Examen PC 2009 S.R — 35 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1kTXlJLxSgRrNysG7sIHc_OidcVhYLgQL/view

Les vents créent aux larges des océans des vagues qui se propagent vers les côtes. Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement de ces vagues.

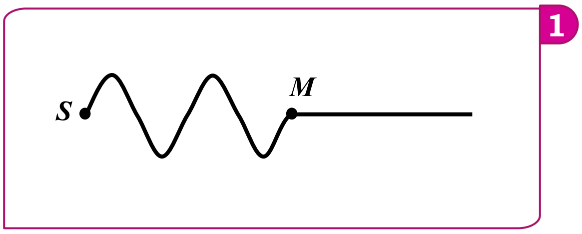
On considère que les ondes se propageant à la surface des eaux des mers sont progressives et sinusoïdales de période T = 7 s.

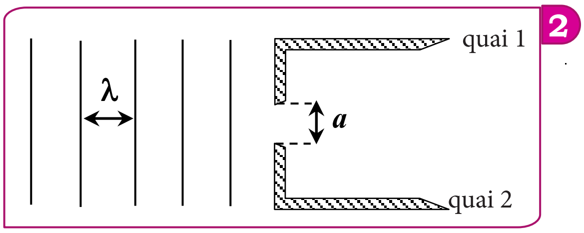
❶ L'onde étudiée est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier.

❷ Calculer V, la vitesse de propagation de ces ondes, sachant que la distance séparant deux crêtes consécutives est d = 70 m.

La figure 1 modélise une coupe verticale de l'aspect de la surface de l'eau à un instant t.

On néglige le phénomène de dispersion, et on considère S comme source de l'onde et M son front loin de S de la distance SM.





❸ A l'aide de la figure 1, écrire l'expression du retard temporel τ du mouvement de M par rapport à S en fonction de la longueur d'onde λ. Calculer la valeur de τ.

❹ Préciser, en justifiant, le sens du mouvement de M à l'instant où l'onde l'atteint.

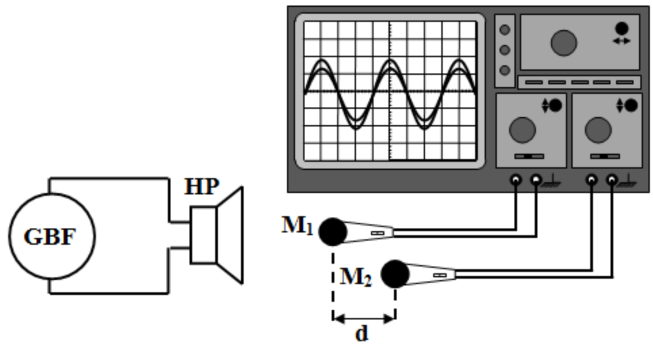
❺ Les ondes arrivent à un portail de largueur a = 60 m situé entre deux quais d'un port (Figure2). Recopier le schéma de la figure 2, et représenter dessus les ondes après la traversée du portail, et donner le nom du phénomène observé.

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1oIa8TYIKZyx8edgTOX5kTPEbqbAkmzw1/view

La propagation des ondes est un phénomène naturel qui peut se produire dans certains milieux. Dans différentes conditions, l'étude d'une telle propagation peut engendrer des informations sur la nature des ondes, leurs caractéristiques, et sur le milieu de propagation.

La figure ci-dessous donne deux dispositifs (1) et (2) permettant d'étudier la propagation d'une onde à la surface de l'eau et la propagation du son dans l'air.

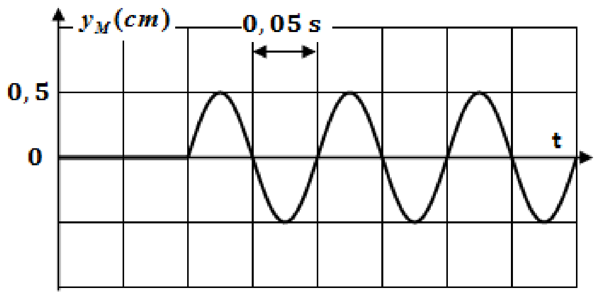
Dispositif (1)



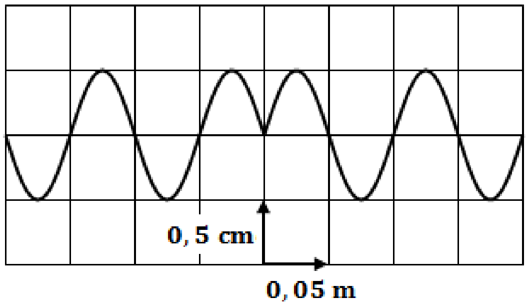
Dispositif (2)

1. Quelle est la nature de l'onde mécanique produite respectivement par les sources de ces deux dispositifs ?

2. Dans le dispositif (1), un vibreur produit une onde progressive sinusoïdale de fréquence N_1. Une étude expérimentale a permis d'obtenir le document (a) représentant l'élongation d'un point M de la surface de l'eau en fonction du temps et le document (b) représentant l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné.



Document (a)



Document (b)

2.1. Lequel des deux documents (a) et (b) montre une périodicité spatiale?

2.2. Déterminer la fréquence N_1 de l'onde.

2.3. Calculer la célérité v_1 de propagation de l'onde à la surface de l'eau.

2.4. Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

L'élongation du point M en fonction de l'élongation de la source S s'écrit :

A	$y_M(t) = y_S(t+0{,}1)$	**B**	$y_M(t) = y_S(t+0{,}05)$	**C**	$y_M(t) = y_S(t-0{,}1)$	**D**	$y_M(t) = y_S(t-0{,}05)$

3. On interpose à la surface de l'eau un obstacle muni d'une ouverture de diamètre $L = 8\,cm$. L'onde produite à la surface de l'eau par la source se propage après avoir traversé l'ouverture.

3.1. Quel phénomène peut-on observer lorsque l'onde traverse l'ouverture ? Justifier.

3.2. Déduire la longueur d'onde λ_2 et la célérité de propagation v_2 de l'onde au-delà de l'ouverture.

4. Le haut-parleur du dispositif (2), émet des ondes sonores de fréquence $N_2 = 10\,kHz$.

4.1. Les ondes sonores produites peuvent-elles se propager dans le vide? Justifier.

4.2. Les ondes sont captées par deux microphones M_1 et M_2 qui occupent la même position. Les courbes visualisées sur l'écran de l'oscilloscope apparaissent en phase.

Lorsqu'on déplace M_2 par rapport à M_1 d'une distance $d = 34\,cm$, les deux courbes observées à l'oscilloscope apparaissent à nouveau en phase pour la dixième (10) fois. Déduire la célérité de propagation du son dans l'air.

EXERCICE 3 Examen PC 2014 S.N **35 min**

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1WY9zXML-bf-OIXU-35EiG9pw_pTWoLfg/view

Généralement les séismes des fonds des océans, causent des évènements naturels appelés tsunami, se présentant sous forme de vagues qui se propagent aux surfaces des eaux, et arrivent aux côtes avec des hautes énergies destructives.
On modélise un tsunami par une onde mécanique progressive périodique, se propageant à la surface de l'eau avec une vitesse v variant avec la profondeur h de l'océan selon la relation $v=\sqrt{g.h}$, dans le cas des petites profondeurs comparées à la longueur d'onde ($\lambda >> h$) où λ est la longueur d'onde et g l'intensité de pesanteur. **On donne :** $g = 10\ m.s^{-2}$

On étudiera la propagation d'un tsunami dans une région de l'océan de profondeur supposée constante : h = 6000 m.

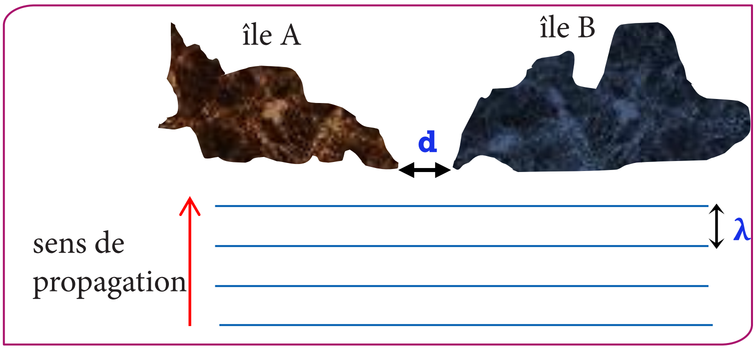
❶ Justifier que les ondes se praopageant à la surface de l'océan sont transversalles.

❷ Calculer la vitesse de propagation des ondes dans cette région de l'océan.

❸ Sachant que la durée séparant deux crêtes consécutivesest T = 18 min. déterminer la valeur de la longueur d'onde λ.

❹ Dans le cas ($\lambda >> h$), la fréquence des ondes tsunami reste constante lors de sa propagation vers la côte. Comment varie la longueur d'onde λ en s'approchant de la côte ? Justifier.

L'onde tsunami passe entre deux iles A et B séparées par un détroit de largeur d = 100 km. On suppose que la profondeur de l'océan aux voisinages des deux iles reste constante, et que l'onde tsunami incidente est rectiligne de longueur d'onde λ = 120 km. (Figure ci



❺ La condition pour que l'onde soit diffractée à la traversée du détroit, est-elle réalisée. Justifier.

❻ Dans le cas où se produit une diffraction :

- Donner, en justifiant, la longueur d'onde de l'onde diffractée.
- Calculer l'angle de diffraction θ.

EXERCICE 4 Examen SVT 2020 S.R **20 min**

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1LLGzvK2xO_HfAmzsURv072VZs_c7x38K/view

Durant des séances de travaux pratiques, des élèves ont procédé à :

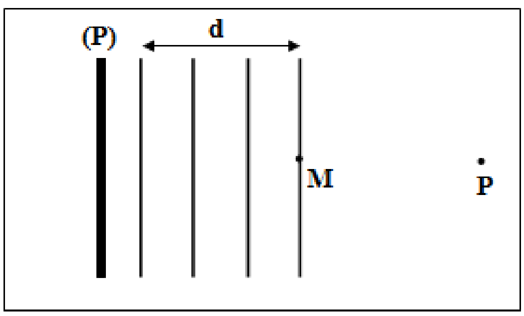
- **l'étude de la propagation d'une onde mécanique progressive périodique à la surface de l'eau ;**
- **la détermination de la vitesse de propagation du son dans la salle de TP ;**
- **la détermination de la longueur d'onde d'une onde lumineuse monochromatique.**

1. Propagation d'une onde à la surface de l'eau

On produit à l'aide d'une plaque (P) d'un vibreur, à la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes, des ondes progressives périodiques de fréquence $N = 10\ Hz$. Les ondes se propagent sans amortissement ni réflexion. La figure (1) donne l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné.

<u>**Donnée :**</u> $d = 6\ cm$.

1



1.1. Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ.

1.2. Déduire la valeur de la vitesse de propagation v à la surface de l'eau.

1.3. On considère deux points M et P de la surface de l'eau, tel que $MP = 7\ cm$ (figure 1). Calculer le retard temporel τ de la vibration du point P par rapport à M .

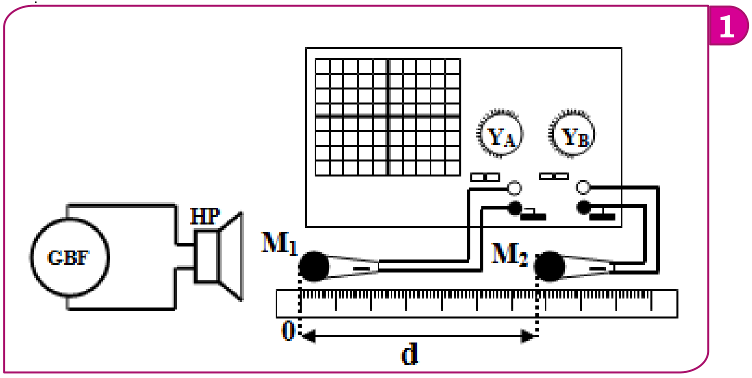
2. Détermination expérimentale de la vitesse de propagation du son

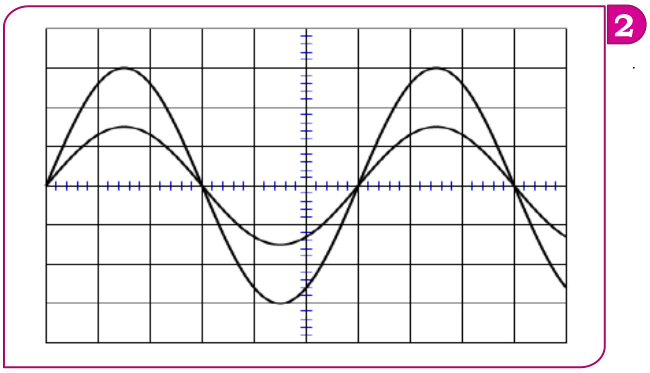
Pour déterminer la vitesse de propagation d'une onde sonore dans la salle de TP, l'enseignant a préparé le montage expérimental de la figure (2) qui comporte :

- deux microphones M_1 et M_2 séparés par une distance d ;
- un oscilloscope ;
- un haut-parleur ;
- un GBF réglé à une fréquence N .

La figure (3) donne les oscillogrammes observés pour une distance $d_1 = 21\ cm$.

La sensibilité horizontale est S_h=1,0 .$10^{-4}\ s.div^{-1}$.





2.1. Déterminer la valeur de la période T de l'onde sonore.

2.2. On déplace horizontalement le microphone M_2 progressivement par rapport à M_1 jusqu'à ce que les deux courbes soient à nouveau en phase. La distance entre les deux microphones est alors $d_2 = 41,5\ cm$.

a. Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ de l'onde sonore.

b. Calculer la valeur de la vitesse de propagation v du son dans l'air.

EXERCICE 5 Examen PC 2015 S.R **20 min**

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1n4xJT6KwDNvMt5ajJf26e2IZlcvBuDSD/view

Pour déterminer la célérité de propagation d'une onde le long d'une corde, le professeur de physique demande à l'un des élèves de produire un ébranlement à l'une des extrémités d'une corde horizontale, et en même temps, il demande à une élève de filmer la séquence à l'aide d'une caméra numérique réglée sur la prise de 25 images par seconde.

Une règle blanche (R) de longueur 1 m, a été placée au voisinage de la corde comme échelle de mesure. Après traitement informatique avec un logiciel convenable, le professeur choisit parmi les photos obtenues, les photos N°8 et N°12 (Figure ci-dessus), pour les étudier et les exploiter.

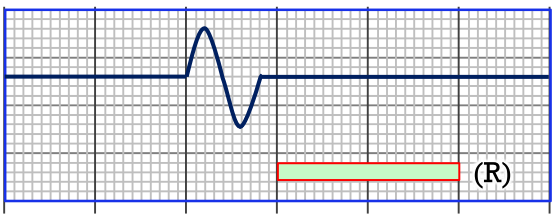


Photo N 8

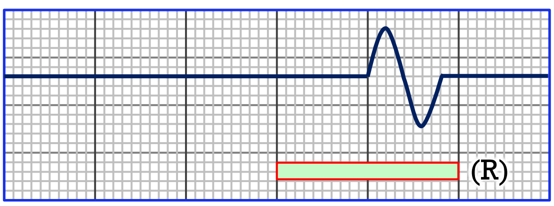


Photo N 12

Déterminer

1- La durée Δt séparant la prise des deux photos N°8 et N°12 de l'onde,

2- La distance d parcourue par l'onde pendant la durée Δt.

3- La célérité de propagation de l'onde le long de la corde.

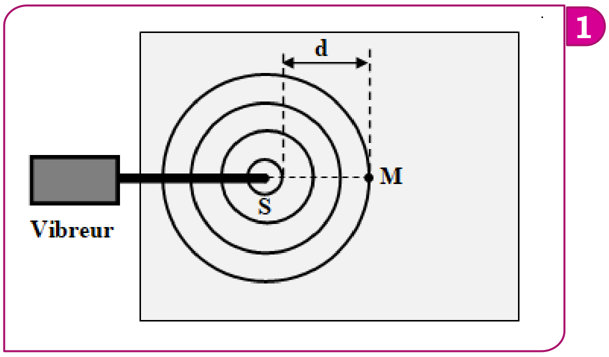
EXERCICE 6 Examen SVT 2021 S.N — 35 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1NfkfYMoTPb53eUhu2zCwq6fzEeYIuzkF/view

Les perturbations progressives crées à la surface de l'eau sont des ondes mécaniques. Selon les conditions expérimentales, leur propagation engendre des phénomènes différents. L'étude de ces phénomènes peut fournir des informations sur cette propagation et déterminer certaines de ses caractéristiques.
Cet exercice vise l'étude de la propagation des ondes à la surface de l'eau dans deux situations différentes.

À l'aide d'un vibreur de fréquence réglable, on crée à l'instant $t_0 = 0$, en un point S de la surface de l'eau d'une cuve à ondes, des ondes progressives sinusoïdales. Ces ondes se propagent sans atténuation et sans réflexion. On règle la fréquence du vibreur sur la valeur $N = 50\,Hz$.

Le document de la figure (1), représente l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné.
Donnée : $d = 15\,mm$.



1. Définir une onde mécanique progressive.
2. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

2.1. La valeur de la longueur d'onde λ de l'onde qui se propage à la surface de l'eau est :

A	$\lambda = 15\,mm$	**B**	$\lambda = 7,5\,mm$	**C**	$\lambda = 5\,mm$	**D**	$\lambda = 1,5\,mm$

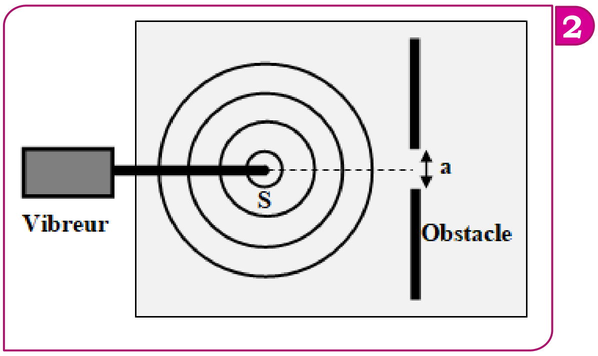
2.2. La valeur de la vitesse v de propagation de l'onde à la surface de l'eau est :

A	$v = 0,75\,m.s^{-1}$	**B**	$v = 0,35\,m.s^{-1}$	**C**	$v = 0,25\,m.s^{-1}$	**D**	$v = 0,15\,m.s^{-1}$

2.3. On considère un point M de la surface de l'eau, tel que $SM = 17,5\,mm$. L'élongation $y_M(t)$ du point M en fonction de l'élongation $y_S(t)$ de la source s'écrit :

A	$y_M(t) = y_S(t-0,07)$	**B**	$y_M(t) = y_S(t-0,35)$	**C**	$y_M(t) = y_S(t+0,07)$	**D**	$y_M(t) = y_S(t+0,35)$

3. On règle la fréquence du vibreur sur la valeur $N' = 100\,Hz$ la longueur d'onde devient $\lambda' = 3\,mm$.
L'eau est-elle un milieu dispersif ? Justifier.
4. On règle à nouveau la fréquence du vibreur sur la valeur $N = 50\,Hz$ et on place dans l'eau de la cuve un obstacle contenant une ouverture de largeur $a = 4,5\,mm$ (figure 2).



4.1. Nommer le phénomène qui se produit. Justifier.
4.2. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.
Les valeurs de la longueur d'onde et de la vitesse de propagation des ondes à la surface de l'eau lorsque l'onde dépasse l'ouverture sont :

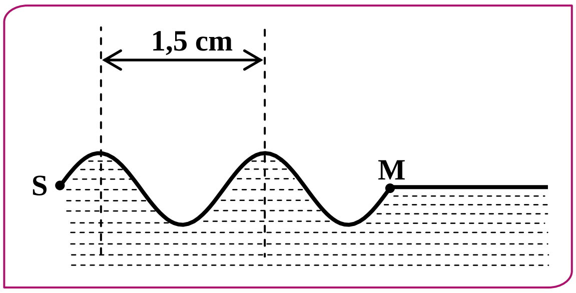
A	$\lambda = 3\,mm$ $v = 0,15\,m.s^{-1}$	**B**	$\lambda = 15\,mm$ $v = 0,10\,m.s^{-1}$	**C**	$\lambda = 5\,mm$ $v = 0,20\,m.s^{-1}$	**D**	$\lambda = 5\,mm$ $v = 0,25\,m.s^{-1}$

EXERCICE 7 — Examen PC 2019 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1js8y04-3Bhf0eTqsmuP398tj9HWwB5jG/view

A l'aide d'un vibreur d'une cuve à ondes, on crée en un point S de la surface libre de l'eau une onde progressive sinusoïdale de fréquence $N = 20\ Hz$. Cette onde se propage à t=0 à partir du point S, sans amortissement et sans réflexion.

La figure ci-contre représente une coupe, dans un plan vertical, d'une partie de la surface de l'eau à l'instant de date t_1.



1. L'onde qui se propage à la surface de l'eau est-elle transversale ou longitudinale? Justifier.

2. Déterminer la longueur d'onde λ de l'onde étudiée.

3. Déduire la célérité V de l'onde à la surface de l'eau.

4. Le point M, situé à la distance d=SM du point S, est le front de l'onde à l'instant de date t_1.

Exprimer le retard temporel τ du mouvement de M par rapport au mouvement de S, en fonction de la période T de l'onde. Calculer τ.

EXERCICE 8 — Examen PC 2017 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1WPw57C5c8gfyltvzSyMbAyAzM_uaeWHS/view

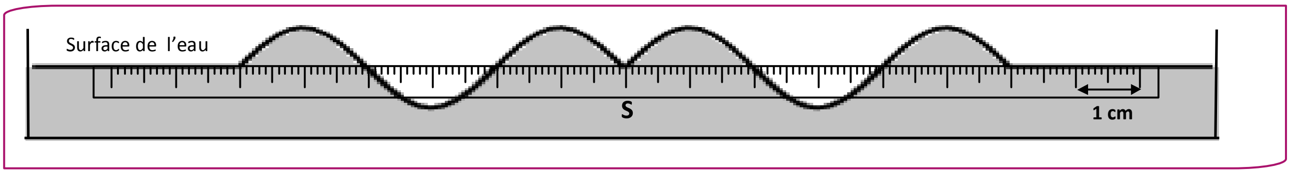
Recopier le numéro de la question et écrire à côté, parmi les quatre réponses proposées, la réponse juste sans aucune justification ni explication.

- Propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau :

On crée, à l'instant $t = 0$, en un point S de la surface de l'eau, une onde mécanique progressive sinusoïdale de fréquence $N = 50Hz$.

La figure ci-dessous représente une coupe verticale de la surface de l'eau à un instant t.

La règle graduée sur le schéma indique l'échelle utilisée.



❶ La longueur d'onde est :

- $\lambda = 0,2\,cm$
- $\lambda = 4\,cm$
- $\lambda = 5\,cm$
- $\lambda = 6\,cm$

❷ La vitesse de propagation de l'onde à la surface de l'eau est :

- $v = 2m.s^{-1}$
- $v = 200m.s^{-1}$
- $v = 3m.s^{-1}$
- $v = 8.10^{-4}m.s^{-1}$

❸ L'instant t, où la coupe de la surface de l'eau est représentée, a pour valeur :

- $t = 8s$
- $t = 0,03s$
- $t = 0,3s$
- $t = 3s$

❹ On considère un point M de la surface de l'eau, éloigné de la source S d'une distance SM=6cm.

Le point M reprend le même mouvement que celui de S avec un retard temporel τ.

la relation entre l'élongation du point M et celle de la source S s'écrit :

- $y_M(t) = y_S(t - 0,3)$
- $y_M(t) = y_S(t + 0,03)$
- $y_M(t) = y_S(t - 0,03)$
- $y_M(t) = y_S(t + 0,3)$

EXERCICE 9 — Examen PC 2018 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1V-IMg8I_qOEejj2Qy2c352ImZ77eAtcC/view

Détermination de la célérité d'une onde ultrasonore dans un liquide

Les ondes mécaniques se propagent seulement dans un milieu matériel, et leur célérité (vitesse de propagation) croit avec la densité du milieu où elles se propagent.

Pour déterminer la valeur approximative de la célérité V_p d'une onde ultrasonore dans le pétrole liquide, on réalise l'expérience suivante:

Dans une cuve contenant du pétrole, on fixe à l'une de ses extrémités deux émetteurs E_1 et E_2 qui sont reliés à un générateur GBF. A l'instant $t_0 = 0$, les deux émetteurs émettent chacun une onde ultrasonore, une se propage dans l'air et l'autre dans le pétrole. A l'autre extrémité de la cuve, on place deux récepteurs R_1 et R_2, l'un dans l'air et l'autre dans le pétrole. Les récepteurs sont à une distance L des émetteurs. (voir figure 1)

On visualise sur l'écran d'un oscilloscope les deux signaux reçus par R_1 et R_2. (voir figure 2)

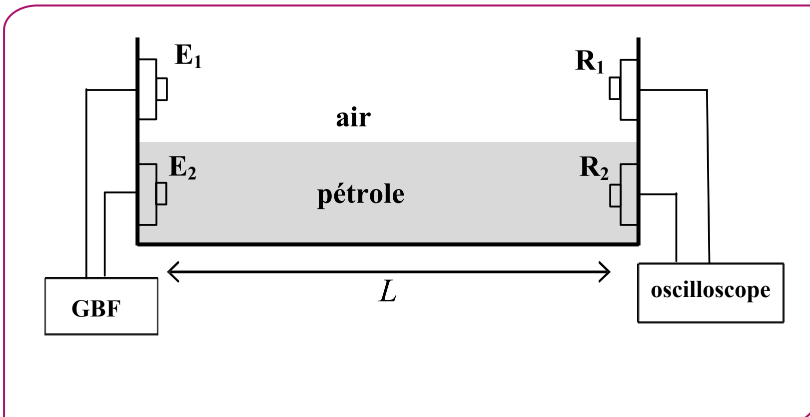
Données :

-les deux ondes parcourent la même distance $L = 1,84\,m$;

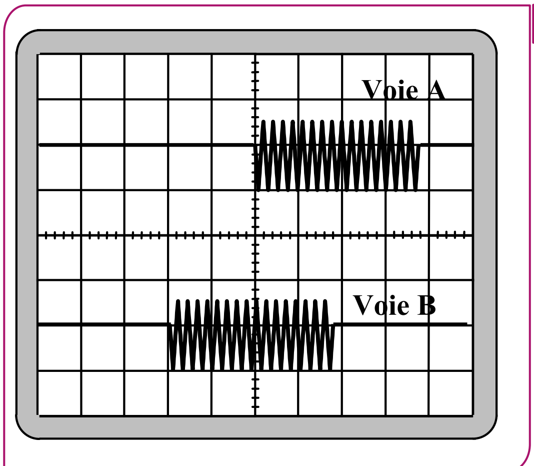
-la célérité des ultrasons dans l'air : $V_{air} = 340\,m.s^{-1}$;

- la sensibilité horizontale de l'oscilloscope: $2ms / div$.

1



2



❶ Les ondes ultrasonores, sont-elles longitudinales ou transversales ? justifier.

❷ En exploitant la figure 2, déterminer la valeur du retard temporel τ entre les deux ondes reçues.

❸ Montrer que l'expression de τ s'écrit sous la forme: $\tau = L.(\frac{1}{V_{air}} - \frac{1}{V_p})$.

❹ Trouver la valeur approchée de la célérité V_p .

EXERCICE 10 Examen PC 2020 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1corqhBdLugnOxrjd6dJ9cPBanBkd8uar/view

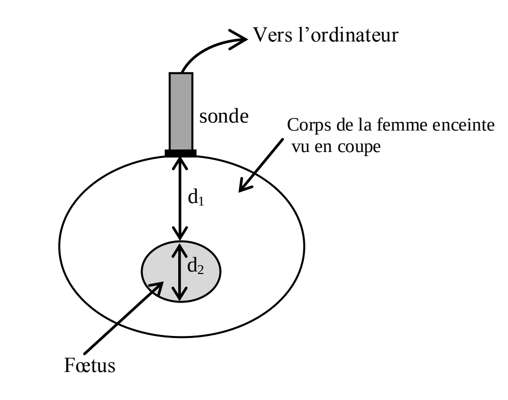
Les ultrasons au service de la médecine

L'échographie est une technique d'imagerie médicale utilisant les ondes ultrasonores.

Cet exercice se propose de déterminer l'épaisseur du fœtus d'une femme enceinte grâce à l'échographie.

Une sonde d'un appareil d'échographie, posée sur le ventre d'une femme enceinte, envoie, à un instant de date t=0, des ondes ultrasonores vers le fœtus (figure 1). L'onde ultrasonore se propage dans le corps de la femme enceinte avec une célérité v, puis s'y réfléchit chaque fois qu'elle change de milieu de propagation. Les signaux réfléchis sont détectés par la sonde.

1



Donnée : On considère que la célérité des ondes ultrasonores dans le corps humain est : $v = 1540\ m.s^{-1}$.

1. Choisir, parmi les propositions suivantes, l'affirmation juste:

1.1. Une onde ultrasonore peut se propager :

A. dans un milieu matériel.

B. dans le vide.

C. dans un milieu matériel et dans le vide.

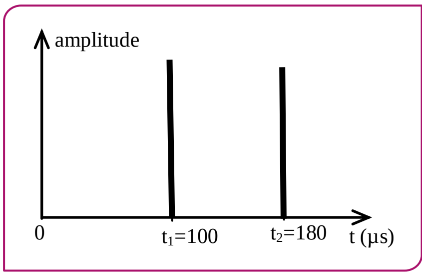
1.2. Dans un milieu non dispersif :

A. la célérité de l'onde dépend de sa fréquence.

B. la célérité de l'onde ne dépend pas de sa fréquence.

C. la longueur d'onde d'une onde dépend de sa fréquence.

2. L'oscillogramme de la figure 2 représente les deux signaux réfléchis captés par la sonde.
On note t_1 et t_2 les dates auxquelles la sonde reçoit respectivement le premier et le second signal.
2.1. Expliquer pourquoi la date t_2 est supérieure à la date t_1.
2.2. Exprimer la distance d_1 en fonction de t_1 et v.
2.3. Déterminer l'épaisseur d_2 du fœtus.



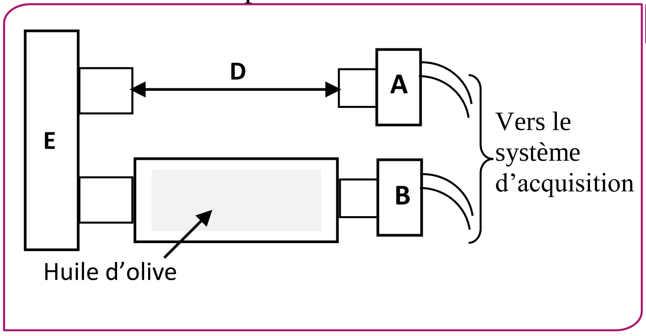
2

EXERCICE 11 — Examen SM 2021 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1boyzCNBhCd0NnsLMCH663ol2hl_x1bQf/view

La célérité du son dans une huile végétale dépend de sa pureté. La valeur de la célérité V_h du son dans une huile d'olive pure se situe entre $1595\,m.s^{-1}$ et $1600\,m.s^{-1}$.

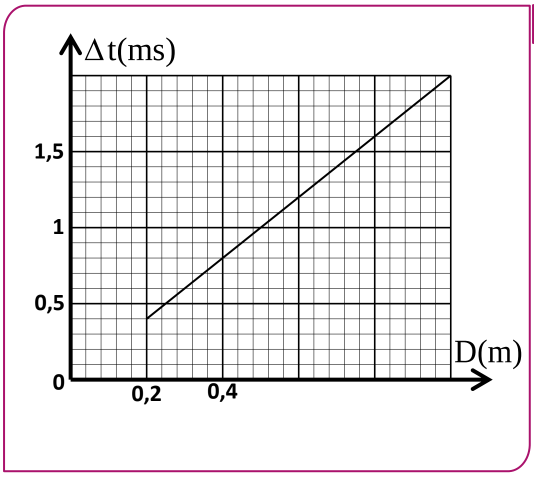
Pour tester une huile d'olive au laboratoire, on utilise le montage de la figure 1qui permet de comparer les durées de parcours d'une onde ultrasonore dans des milieux différents.
L'émetteur E d'ultrasons génère simultanément deux salves d'ondes. Les récepteurs A et B sont reliés à une interface d'acquisition qui déclenche l'enregistrement des signaux dès que le récepteur B détecte en premier les ultrasons. L'huile testée est disposée dans un tube en verre entre l'émetteur E et le récepteur B, tandis que l'air sépare l'émetteur E du récepteur A(figure 1).



1

Pour chaque valeur D de la longueur du tube on mesure, par l'intermédiaire du système informatique, la durée Δt écoulée entre les deux signaux reçus en A et B .

À partir de ces mesures on obtient la courbe de la figure2 représentant les variations de Δt en fonction de D: $\Delta t = f(D)$.



2

1-Les ondes ultrasonores sont-elles des ondes longitudinales ou transversales ? Justifier.
2 -Les ultrasons utilisés dans l'expérience précédente ont une fréquence de 40 kHz .Leur célérité dans l'air est $V_a = 340\,m.s^{-1}$.
Calculer la distance parcourue par ces ultrasons dans l'air pendant une période.
3-Exprimer Δt en fonction de D, V_h et V_a .
4-L'huile testée est-t-elle pure ? Justifier.

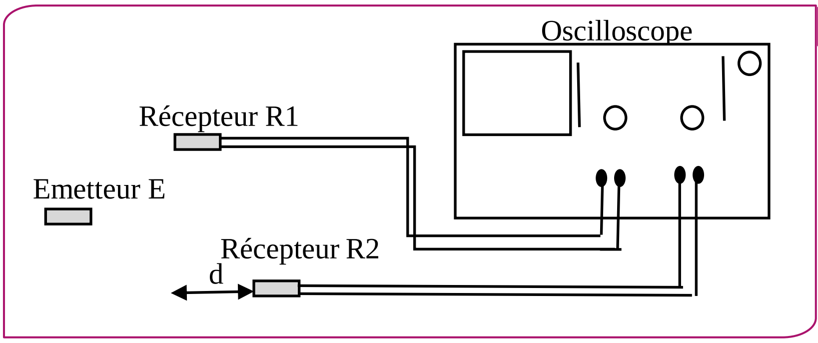
EXERCICE 12 — Examen SM 2018 S.R — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1lFiG0vODDMoZJksmvLckwy3khq-a-4fN/view

L'échographie est un outil du diagnostic médical. Sa technique utilise une sonde à ultrasons.

1-Détermination de la célérité d'une onde ultrasonore dans l'air
On se propose de déterminer la célérité d'une onde ultrasonore dans l'air à partir de la mesure de la longueur d'onde λ d'un signal émis par la sonde d'un échographe de fréquence $N = 40\,kHz$. Pour cela, on utilise un émetteur E produisant une onde périodique sinusoïdale de même fréquence que celle de la sonde.

Les récepteurs R1 et R2 sont à égales distances de l'émetteur E. Lorsqu'on éloigne le récepteur R2 d'une distance *d* (Figure1), les deux sinusoïdes visualisées sur l'oscilloscope se décalent. Les deux courbes sont en phase à chaque fois que la distance *d* entre R1 et R2 est un multiple entier *n* de λ avec $n \in \mathbb{N}^*$.



1

❶ Définir la longueur d'onde.

❷ Choisir la réponse juste parmi les propositions suivantes :

a- Les ultrasons sont des ondes transportant la matière.

b- Les ultrasons sont des ondes mécaniques.

c- Les ultrasons se propagent avec la même vitesse dans tous les milieux.

d-Le domaine de la longueur d'onde des ondes ultrasonores est : $400\,nm \le \lambda \le 800\,nm$.

❸Dans l'expérience réalisée, on relève pour *n* =12, la distance *d* =10,2 *cm*.
Déterminer la célérité de l'onde dans l'air.

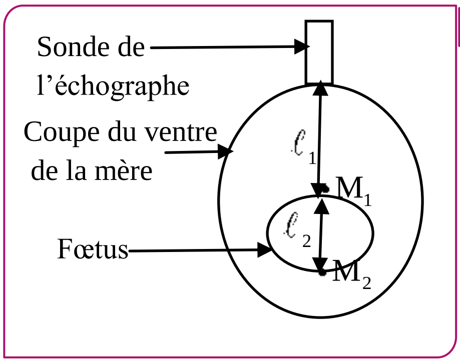
2- Application à l'échographie :

La sonde échographique utilisée est à la fois un émetteur et un récepteur. Lorsque les ondes se propagent dans le corps humain, elles sont en partie réfléchies par les parois séparant deux milieux différents.

La partie réfléchie de l'onde est reçue par la sonde puis analysée par un système informatique.

La figure 2 représente le schéma du dispositif permettant l'échographie d'un fœtus.

Lors de l'examen, une salve d'ondes est émise par l'émetteur de la sonde à la date t=0. L'onde est réfléchie au point M_1 et au point M_2. La sonde reçoit la première onde réfléchie à la date $t = t_1 = 80\,\mu s$ et la deuxième à la date $t = t_2 = 130\,\mu s$.



2

❶Trouver l'épaisseur ℓ_2 du fœtus.

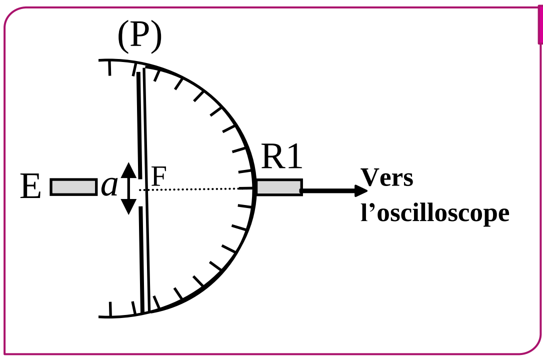
On admet que la vitesse des ondes ultrasonores dans le corps humain est $v_c = 1540\,m.s^{-1}$.

3- Diffraction de l'onde ultrasonore dans l'air:

Le schéma expérimental représenté sur la figure 3 comporte :

- l'émetteur E émettant l'onde ultrasonore de fréquence $N = 40\,kHz$,
- le récepteur R1 lié à un oscilloscope,
- une plaque métallique (P) percée d'une fente rectangulaire de largeur *a* très petite devant sa longueur,
- une feuille graduée permettant de mesurer les angles en degrés.

On déplace le récepteur R1dans le plan horizontal d'un angle θ sur l'arc de cercle de centre F et de rayon $r = 40\,cm$ et on note pour chaque amplitude U_m de l'onde reçue par R1, l'angle θ correspondant.



3

❶ Comparer la longueur d'onde de l'onde incidente avec celle de l'onde diffractée.

❷ On donne $a = 2,6\,cm$.

Trouver la distance du déplacement du récepteur pour observer le premier minimum d'amplitude U_m de la tension du récepteur.

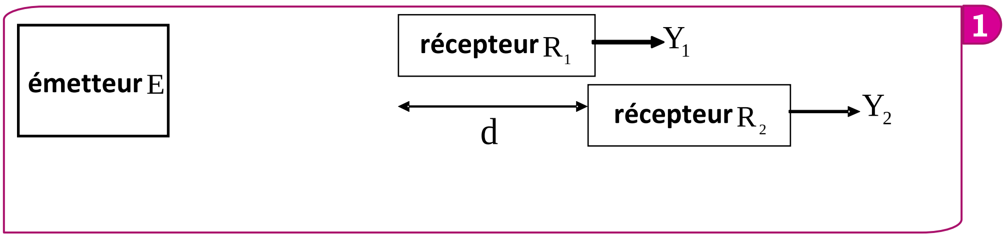
EXERCICE 13 Examen SM 2016 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1_faoiAh40XppslIPT155bxf_xdBc_Lwg/view

I. Détermination de la vitesse de propagation d'une onde ultrasonore dans l'air

On place un émetteur E d'ondes ultrasonores et deux récepteurs R_1 et R_2 comme l'indique la figure 1.

L'émetteur E envoie une onde ultrasonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'air. Celle-ci est captée par les deux récepteurs R_1 et R_2.

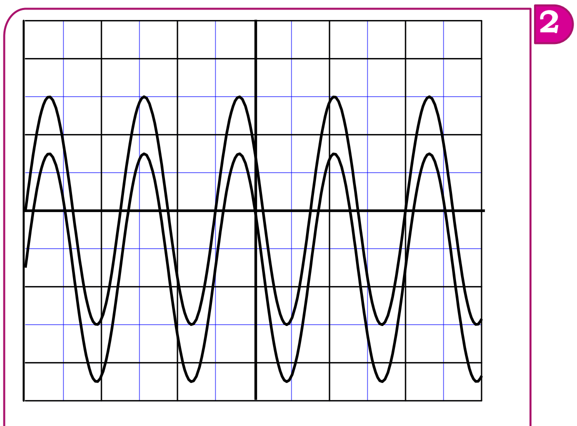


On visualise, à l'oscilloscope, sur la voie Y_1 le signal capté par R_1 et sur la voie Y_2 le signal capté par R_2.

Lorsque les deux récepteurs R_1 et R_2 se trouvent à la même distance de l'émetteur E, les deux courbes correspondant aux signaux captés sont en phase (figure 2).

En éloignant R_2 de R_1, on constate que les deux courbes ne restent plus en phase.

En continuant d'éloigner R_2 de R_1, on constate que les deux courbes se retrouvent à nouveau en phase et pour la quatrième fois, lorsque la distance entre les deux récepteurs R_1 et R_2 est $d = 3,4\,cm$ (figure 1).



$S_H = 10\,\mu s.div^{-1}$

❶ Choisir la proposition juste, parmi les propositions suivantes :

a-Les ondes ultrasonores sont des ondes électromagnétiques.

b -Les ondes ultrasonores ne se propagent pas dans le vide .

c- Le phénomène de diffraction ne peut pas être obtenu par les ondes ultrasonores.

d- Les ondes ultrasonores se propagent dans l'air avec une vitesse égale à la célérité de la lumière.

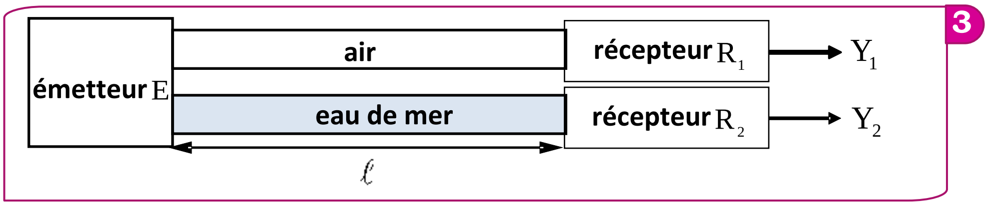
❷ Déterminer la fréquence N de l'onde ultrasonore étudiée.

❸ Vérifier que la vitesse de propagation de l'onde ultrasonore dans l'air est $V_a = 340\,m.s^{-1}$.

II. Détermination de la vitesse de propagation d'une onde ultrasonore dans l'eau de mer

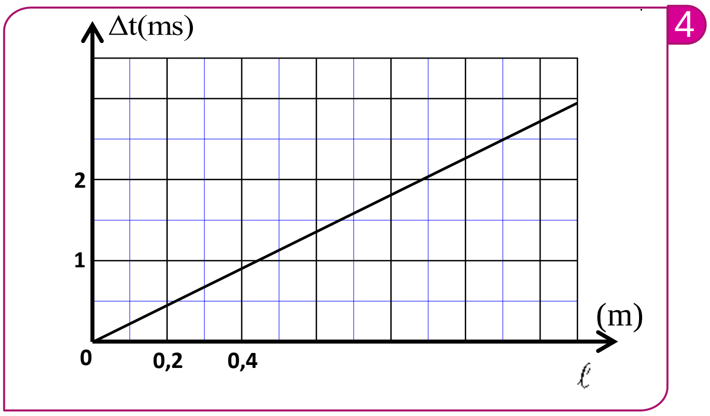
L'émetteur envoie l'onde ultrasonore précédente dans deux tubes, l'un contenant de l'air l'autre étant rempli d'eau de mer (figure 3).

Le récepteur R_1 capte l'onde qui se propage dans l'air et le récepteur R_2 capte l'onde qui se propage dans l'eau de mer.



Soient Δt le retard temporel de réception de l'onde qui se propage dans l'air par rapport à celle qui se propage dans l'eau de mer et ℓ la distance entre l'émetteur et les deux récepteurs.

En mesurant le retard Δt pour différentes distances ℓ entre l'émetteur et les deux récepteurs (figure 3) , on obtient la courbe de la figure 4 .



❶ Exprimer Δt en fonction de ℓ, V_a et V_e vitesse de propagation de l'onde dans l'eau de mer.

❷ Déterminer la valeur de V_e.

I.Les ondes lumineuses

1. Quelles définitions :

- L'onde lumineuse résulte de la propagation d'une perturbation électromagnétique dans les milieux transparents.
- Les ondes lumineuses périodiques sont appelées des radiations.
- La lumière peut se propager dans le vide : La lumière est une onde électromagnétique (n'est pas une onde mécanique).
- **Lumière monochromatique** : lumière constituée d'une seule radiation lumineuse d'une longueur d'onde correspondant à une couleur (lumière émise par un laser).
- **Lumière polychromatique** : lumière constituée d'un ensemble de lumières monochromatiques de fréquences différentes.

2.Longueur d'onde et fréquence d'une radiation lumineuse:

Une radiation lumineuse est caractérisée par :
- Sa fréquence υ (en Hz) ou sa période T (en s).
- Sa longueur d'onde dans le vide λ_0.

NB :
- la fréquence υ d'une radiation lumineuse ne dépend pas du milieu de propagation
- alors que la longueur d'onde λ dépend du milieu de propagation.

3.Relation fondamentale :

La longueur d'onde dans le vide λ_0 d'une radiation lumineuse est donnée par la relation :

$$\lambda_0 = C.T = \frac{C}{\upsilon}$$

avec
λ_0 : Longueur d'onde dans le vide (m)
C : Vitesse de la lumière dans le vide (m/s)
υ : Fréquence de la radiation lumineuse (Hz)
T : Période de la radiation (s)

II.Diffraction de la lumiere

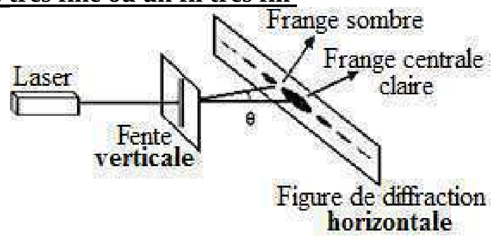
1. Phénomène de diffraction de la lumière :

Diffraction de la lumière : modification du trajet de la lumière et de l'intensité lumineuse lorsque la lumière passe par une ouverture ou autour d'un obstacle.

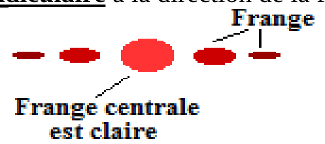
<u>**Un faisceau lumineux incident sur une fente ou un trou**</u>

<u>**On observe**</u>

<u>**Sur une fente très fine ou un fil très fin**</u>

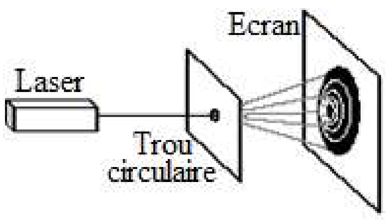


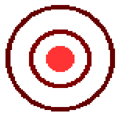
La fente est <u>**perpendiculaire**</u> à la direction de la figure de diffraction



- La figure de diffraction est constituée d'une tache centrale et de taches secondaires situées symétriquement par rapport à la tache centrale.
- La tache centrale est très lumineuse
- La luminosité et la largeur diminuent lorsqu'on s'éloigne de la tache centrale.

<u>**Sur un trou fin et circulaire**</u>





- La tâche de diffraction constituée d'anneaux ou de franges colorés.
- La tache centrale est très lumineuse
- La luminosité et la largeur diminuent lorsqu'on s'éloigne de la tache centrale.

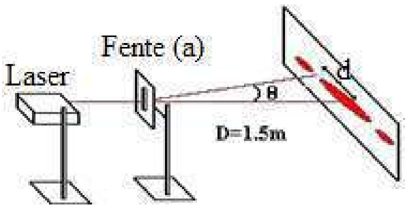
- La diffraction est d'autant plus marquée que la largeur de la fente est faible.

NB :

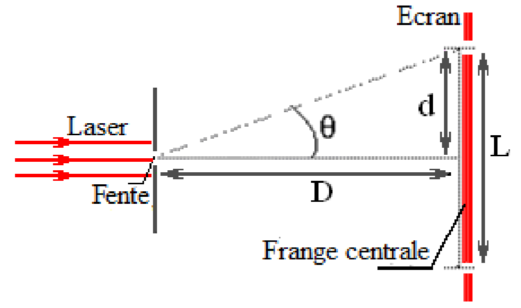
- La largeur L de la tache centrale est d'autant plus importante que :
  - La longueur d'onde λ de la radiation est importante
  - La largeur a de la fente est faible

2.Les relations de diffraction :

$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$ avec **λ :** Longueur d'onde (m)
a : Largeur (diamètre) de la fente (m)
θ : Ecart angulaire (rad)



L'écart angulaire θ, est l'angle entre le centre de la tache centrale et le centre de la première tâche sombre (extinction) ou C'est le demi-diamètre angulaire de la tache centrale.



d : le rayon de la frange (tache) centrale
L=2.d : la largeur (diamètre) de la tache centrale

$$\tan(\theta) \approx \frac{d}{D} = \frac{L}{2.D}$$

θ étant faible alors

$$\theta = \frac{d}{D} = \frac{L}{2.D}$$

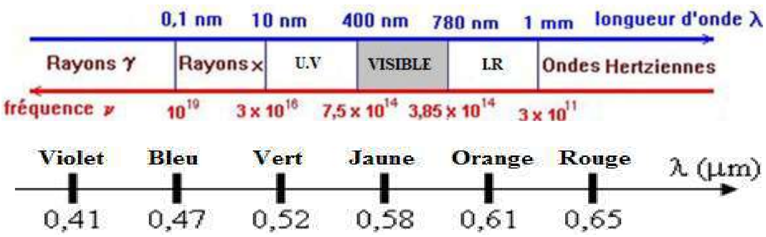
Or $\boldsymbol{\theta} = \frac{\lambda}{a}$, on en conclut $\theta = \frac{d}{D} = \frac{L}{2.D} = \frac{\lambda}{a}$

NB :

- Les conditions de la diffraction : • Le diamètre de la fente soit faible • La lumière soit monochromatique
- Le phénomène de la diffraction montre que la lumière est une onde

3.La lumière visible:

- On caractérise une radiation lumineuse par sa longueur d'onde dans le vide.
- Le domaine de radiations lumineuses visibles s'étend de 400 nm (violet) à 780 nm (rouge), (400 nm ≤ λ ≤ 780 nm)



La radiation rouge a :

- La plus grande longueur d'onde λ
- Le plus grand écart angulaire $\theta = \frac{\lambda}{a}$
- Le plus grand diamètre de la tache centrale $L = \frac{2.D.\lambda}{a}$
- Le plus faible coefficient de diffraction n

4.Diffraction de la lumière blanche :

Frange centrale

- La lumière blanche est une lumière polychromatique composée de toutes les lumières visibles.
- La figure de diffraction obtenue présente une tache centrale blanche (superposition de toutes les lumières colorées visibles) et des taches latérales irisées (multicolorées) bordées de rouge d'un côté et de violet de l'autre.
- Le diamètre de la tache blanche est le même que celui de la tache violette

III.Réfraction :le Prisme

Réfraction : changement de direction de la lumière lors de la traversée d'un milieu transparent vers un autre milieu transparent.

1. Lois de Descartes

1ere Loi :

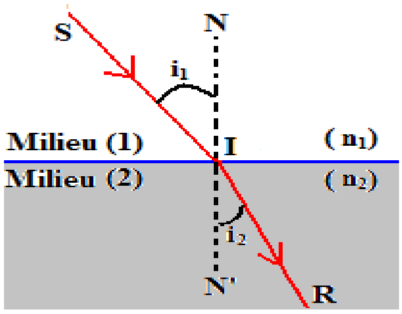
Le rayon réfracté, le rayon incident et la normale (à la surface réfractante) sont dans un même plan, le plan d'incidence.

2eme Loi :

La relation liant les indices de réfraction n_1 et n_2 de chacun des milieux et les angles incident i_1 et réfracté i_2 s'écrit :

$$n_1.\sin(i_1) = n_2.\sin(i_2)$$ avec

n_1 : indice de réfraction du milieu (1)
n_2 : indice de réfraction du milieu (2)
i_1 : angle d'incidence
i_2 : angle de réfraction



NB

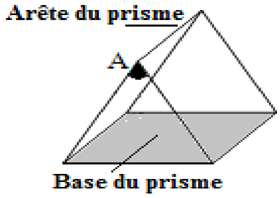
- Le rayon incident et le rayon réfracté sont situés de part et d'autre de la normale.
- Les angles sont définis entre les rayon lumineux et la normale
- Un milieu est d'autant plus réfractant que l'indice de réfraction est élevé et l'angle dans ce milieu est faible
- $n_2 > n_1$: le milieu (2) est plus réfractant que le milieu (1) et $i_1 > i_2$
- $n > 1$ et $n_{air} = 1$: indice de réfraction dans l'air et l'angle dans l'air est toujours la plus importante

Remarques :

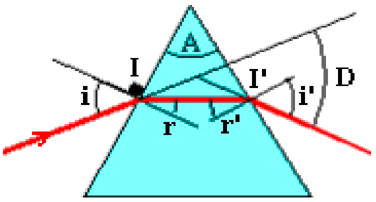
On sait que $n = \frac{C}{V}$ avec C : La vitesse de la lumière dans le vide (l'air) et V : la vitesse de la lumière dans un milieu donné et $\lambda = \frac{V}{N}$ avec N : la fréquence, on conclut alors que $n_{2/1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin(i_1)}{\sin(i)} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{V_1}{V_2}$

2. Prisme

Un prisme d'indice (n) est un milieu transparent et homogène limité par deux plans non parallèles faisant un angle A (Angle au sommet) et qui se coupent suivant une droite qui est l'arête du prisme.



3. Trajet d'une radiation Lumineuse :

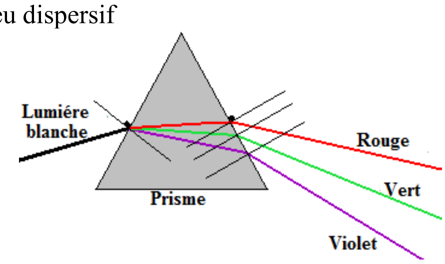


avec **A**: Angle au sommet du prisme
i : Angle d'incidence sur la 1^{ere} face ou angle d'incidence sur le prisme
r : Angle de réfraction sur la 1^{ere} face
r': Angle d'incidence sur la 2eme face
i': Angle de réfraction sur la 2eme face ou angle d'émergence sur le prisme
D: Angle de déviation et c'est l'angle entre la direction de rayon lumineux incident et la direction du rayon lumineux émergeant du prisme

4. Formules (Relations) du prisme :

1) **sin(i)= n.sin(r)**
2) **sin(i') = n.sin(r')**
3) **A = r + r'**
4) **D = (i + i') - A**

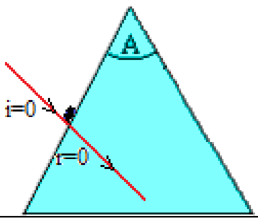
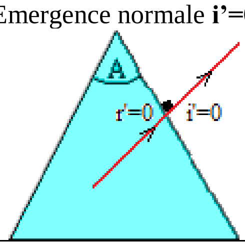
- $n = \frac{C}{V} = \frac{C}{\lambda.N}$: l'indice de réfraction du prisme dépend de la longueur d'onde λ de la radiation lumineuse incidente donc de sa vitesse d'où le prisme est un milieu dispersif



- Toutes les radiations incidentes ont même angle d'incidence (i) , diffèrent par leurs longueurs d'ondes par conséquent par leurs indices de réfraction (si n augmente alors r diminue)
- La radiation rouge est caractérisée par une longueur d'onde λ la plus élevée dans le visible donc son indice de réfraction est le plus faible alors la radiation rouge est la plus dévié par rapport à la normale

3 .Cas particuliers :

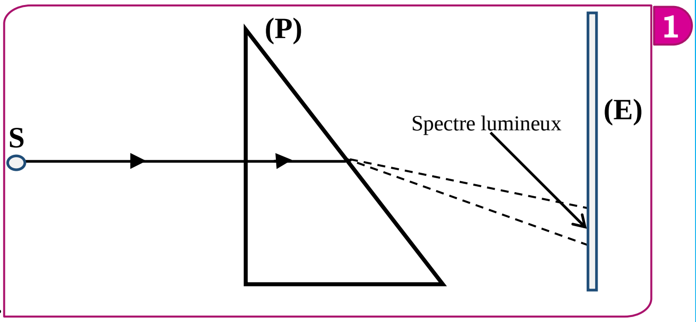
sin(i)= n.sin(r)

Déterminer le cas particulier	Cas :1	Cas :2	Cas :3
	Si **i=i'**	Incidence normale **i=0** 	Emergence normale **i'=0** 
Conclusion	Alors **r=r'**	**r=0** Tout rayon lumineux incident normalement à la surface du prisme ne dévie pas	**r'=0** Tout rayon lumineux émergeant normalement de la surface du prisme est le prolongement d'un incident normalement sur la même surface
Remplacer dans 3) A = r + r' 4) D =(i + i') -A	3) A = r + r' = 2.r =2.r' 4) D =(i + i') –A = 2.i-A = 2.i'-A	3) A = r + r' = r' 4) D =(i + i') –A = i'-A	3) A = r + r' = r 4) D =(i + i') –A = i-A

EXERCICE 1 Examen PC 2021 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1C2TRISVwwNiI0NPGrNwEaSD_3cUEzcr9/view

Propagation des ondes lumineuses



1) Un faisceau cylindrique de lumière blanche, émis par une source S, arrive perpendiculairement à la face d'un prisme (P) en verre (figure 1). Le faisceau lumineux issu du prisme arrive sur un écran (E). On observe alors sur cet écran un spectre lumineux.

- Choisir parmi les propositions suivantes, celle qui est juste.

L'expérience précédente montre que la lumière blanche :

A	est monochromatique	**B**	n'est formée que de deux radiations différentes	**C**	est polychromatique

2) On éclaire le prisme (P) successivement par deux radiations lumineuses : l'une est rouge et l'autre est jaune.

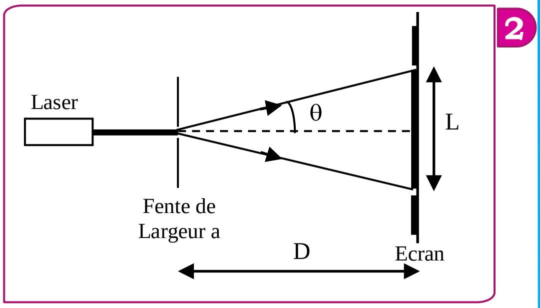
Données :

- ✓ la célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8\ m.s^{-1}$.
- ✓ la longueur d'onde de la radiation rouge dans le prisme est : $\lambda_r = 474\,nm$.
- ✓ la fréquence de la radiation rouge est : $\upsilon_r = 3{,}91.10^{14}\ Hz$.
- ✓ les longueurs d'onde de la radiation jaune sont : $\lambda_{0j} = 589\,nm$ dans le vide et $\lambda_j = 355\,nm$ dans le prisme (P).

2.1) Calculer la fréquence υ_j de la radiation jaune.

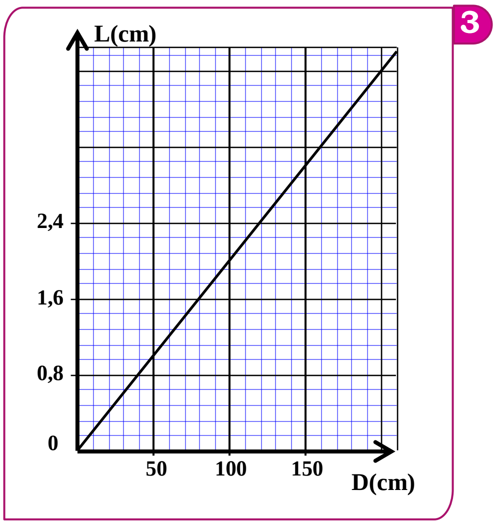
2.2) Calculer les célérités v_j et v_r des radiations jaune et rouge dans le prisme.

2.3) Quelle propriété du prisme est mise en évidence par les résultats de la question 2.2?



3) On éclaire, avec une radiation laser ayant une longueur d'onde λ, une fente fine horizontale de largeur $a = 0{,}06\ mm$. On observe sur un écran, placé à une distance D de la fente, un ensemble de taches de direction verticale. La tache centrale a une largeur L (figure 2).

On change la distance D et on mesure à chaque fois la largeur L. La courbe de la figure 3 donne les variations de L en fonction de D : $L = f(D)$.



3.1) Etablir l'expression de L en fonction de λ, a et D.
(θ étant petit, on prend $\tan\theta \approx \theta$).

3.2) En exploitant la courbe $L = f(D)$, montrer que $\lambda = 600\,nm$.

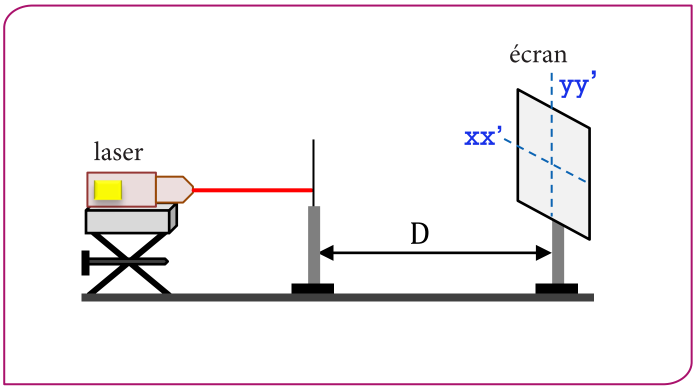
3.3) On fixe l'écran à une distance $D_1 = 2\ m$ de la fente, et on remplace la fente par un cheveu fin de diamètre d. On obtient alors, avec la même radiation de longueur d'onde λ, une tache centrale de largeur $L_1 = 3\ cm$.

Déterminer le diamètre d du cheveu.

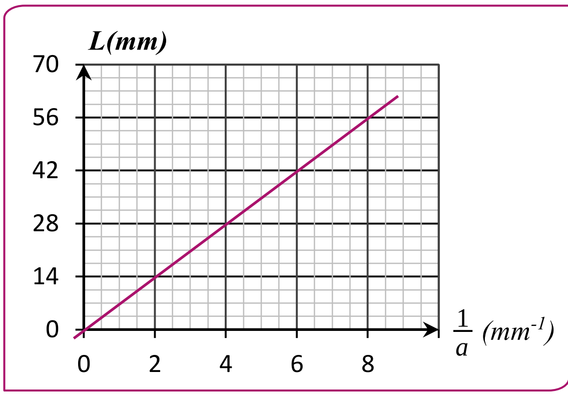
EXERCICE 2 Examen PC 2013 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1IbIa-2pzDIKVjjK4qiAK0wwq8nKDXHrT/view

On réalise l'expérience de la diffraction de la lumière à d'une source laser monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ. On fixe à quelques centimètres de cette source un fil fin de diamètre a une distance D = 5,54 m, un écran E (Figure1).



1



2

1- On éclaire le fil par la source laser, on observe sur l'écran des taches de diffraction. On désignera la largeur de la tache centrale par L.

1.1. Quelles est la nature de la lumière mise en évidence par le phénomène de diffraction ?

1.2. Exprimer la longueur d'onde λ, en fonction de D, L et a, sachant que l'expression de l'écart angulaire entre le milieu de la tache centrale et l'un de ses extrémités est : $\theta = \frac{\lambda}{a}$

1.3. On mesure la longueur L de la frange centrale pour différents fils fins. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe de la figure 2, qui représente les variations de L en fonction de $\frac{1}{a}$. Par exploitation de cette courbe, déterminer la longueur d'onde λ.

2- On refait la même expérience en fixant un cheveu exactement à la place du fil. La mesure de la largeur de la tache centrale donne : L'= 42 mm. Déterminer, à l'aide de la courbe, le diamètre d du cheveu.

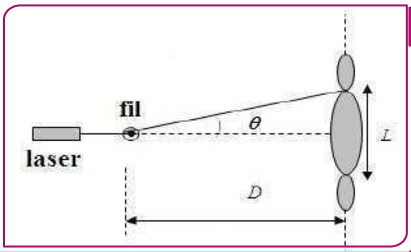
EXERCICE 3 Examen SM 2008 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1bCPMUf1wkd5wjwljMbq_qC4nnY4ZVuf2/view

Une lumière monochromatique dont la longueur d'onde λ émit par une source laser rencontre verticalement de fins fils verticaux dont le diamètre d est connu.

On voit l'aspect de diffraction obtenu sur un écran blanc à distance D de fil.

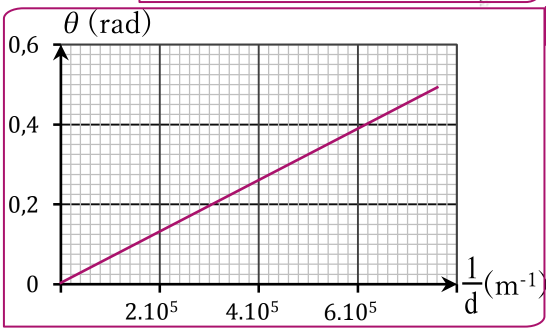
Nous mesurons la largeur L de la tache centrale et Nous calculons l'écart angulaire θ entre le centre de la tache centrale et la $1^{ère}$ extinction pour un fil particulier. (Figure 1).



1

Données :

- L'écart angulaire θ petit est exprimé par radians, avec tan θ ~ θ
- Vitesse de la lumière dans l'air : $c = 3.10^8$ m.s $^{-1}$



2

1- Donner La relation entre θ, λ et d.

2- Trouvez, à l'aide de la figure 1, la relation entre L, λ, d et D.

3- La courbe $\theta = f\left(\frac{1}{d}\right)$ est représentée sur la figure 2.

3.1. Déterminer à partir de la Courbe 2 la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée.

3.2. En déduire la fréquence v de l'onde.

4- On met une source lumineuse blanche a la place de laser. La longueur de la lumière visible se trouve entre $\lambda_v = 400nm$ (violet) et $\lambda_R = 800nm$ (rouge).

a- Déterminer la longueur d'onde de la lumière monochromatique qui correspond à la valeur maximale de la largeur de la tache centrale.

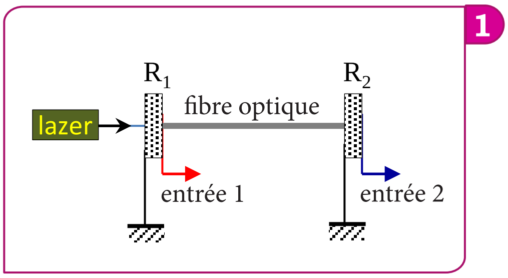
b- Expliquez pourquoi la couleur de centre de la tache centrale apparaît blanche.

EXERCICE 4 Examen PC 2010 S.R — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1CMYXlxrSX5eT9zUx5-nrcW_GeC_c8-7o/view

Les fibres optiques permettent la transmission d'informations numériques avec des vitesses très grandes et à haut débits en comparaison avec d'autres milieux.

Pour déterminer l'indice de réfraction du milieu transparent constituant le cœur d'une fibre optique, on a réalisé un dispositif expérimental représenté sue la figure 1, où les récepteurs R_1 et R_2 permettent de transformer l'onde lumineuse monochromatique issue de la source laser, en tension électrique qu'on affiche sur l'écran d'un oscilloscope comme indiqué sur la figure 2.



On donne :

Sensibilité horizontale : $S_H = 0{,}2\ \mu s.div^{-1}$;

Célérité de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8\ m.s^{-1}$;

Sur l'étiquette du laser on lit, la longueur d'onde dans le vide : $\lambda_0 = 600$ nm ;

Pour déterminer la vitesse d'une onde lumineuse dans une fibre optique de longueur L = 200 m, on a réalisé le montage de la figure 1, où R_1 et R_2 des capteurs permettant de transformer le signal lumineux en signal électrique qu'on affiche sur l'écran d'un oscilloscope (Figure 1)

1- Par exploitation de la figure 2 :

1-1- Déterminer le retard temporel τ enregistré entre R_1 et R_2.

1-2- Calculer la célérité de propagation de l'onde lumineuse à l'intérieur du cœur de la fibre optique.

1-3- Déduire la valeur de l'indice de réfraction n de la matière constituant le cœur de la fibre optique.

1-4- Calculer la valeur de la longueur d'onde λ à l'intérieur du cœur de la fibre optique.

2- Le cœur de la fibre optique est un milieu transparent dont l'indice de réfraction varie avec la longueur de l'onde incidente selon la loi : $n = 1{,}484 + \dfrac{5{,}6\times10^{-15}}{\lambda^2}$

On remplace la source lumineuse par une autre source monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda'_0 = 400$ nm, sans aucune modification dans le dispositif expérimental précédent. Trouver la valeur du retard temporel τ' observé sur l'écran de l'oscilloscope.

EXERCICE 5 Examen SVT 2017 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1NyAQsbsI88ce1ZptVG3MD8u7WAmRMLoA/view

La diffraction et la dispersion de la lumière sont deux phénomènes rencontrés dans la vie courante. Ces phénomènes permettent d'expliquer la nature de la lumière, de donner des informations sur les milieux de propagation et de déterminer certaines grandeurs caractéristiques.

Donnée: vitesse de propagation de la lumière dans le vide $c = 3.10^8 m.s^{-1}$.

1. Propagation de la lumière à travers un prisme

Une lumière rouge monochromatique, de longueur d'onde dans le vide $\lambda_{0R} = 768\ nm$, arrive sur un prisme en verre. L'indice du verre pour cette radiation est $n_R = 1{,}618$.

Pour les deux questions suivantes, recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie parmi:

❶ La fréquence υ_R de la lumière rouge est:

a	$\upsilon_R = 2{,}41.10^{14} Hz$	**b**	$\upsilon_R = 3{,}91.10^{14} Hz$	**c**	$\upsilon_R = 2{,}41.10^{16} Hz$	**d**	$\upsilon_R = 4{,}26.10^{16} Hz$

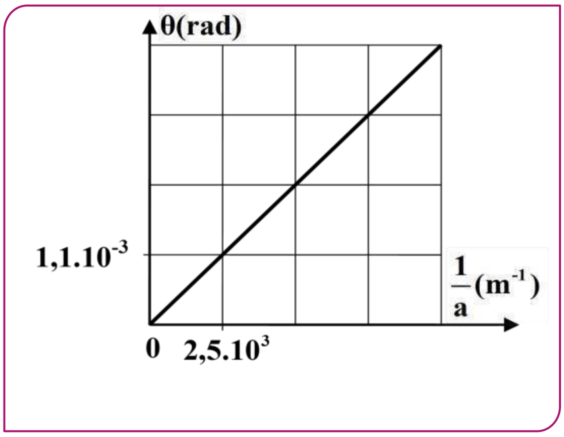
❷ La vitesse v_R de propagation de la lumière rouge dans le verre est:

a	$v_R = 1,20.10^8 m.s^{-1}$	**b**	$v_R = 1,55.10^8 m.s^{-1}$	**c**	$v_R = 1,85.10^8 m.s^{-1}$	**d**	$v_R = 1,90.10^8 m.s^{-1}$

❸Lorsqu'une lumière violette monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda_{0V} = 434\ nm$ arrive sur le même prisme, sa vitesse de propagation dans le verre est $v_V = 1,81.10^8 m.s^{-1}$.

En comparant v_R et v_V, déduire une propriété du verre.

2. Propagation de la lumière à travers une fente



On réalise la diffraction de la lumière en utilisant un laser qui donne une lumière monochromatique de longueur d'onde λ dans l'air. Cette lumière traverse une fente de largeur a réglable. On obtient une figure de diffraction sur un écran situé à une distance de la fente.

On mesure l'écart angulaire θ pour différentes valeurs a de la largeur de la fente. La courbe ci-contre représente les variations de θ en fonction de $\left(\frac{1}{a}\right)$.

Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie parmi: La valeur de la longueur d'onde est:

a	$\lambda = 400\ nm$	**b**	$\lambda = 440\ nm$	**c**	$\lambda = 680\ nm$	**d**	$\lambda = 725\ nm$

EXERCICE 6 Examen SM 2013 S.N — 20 min

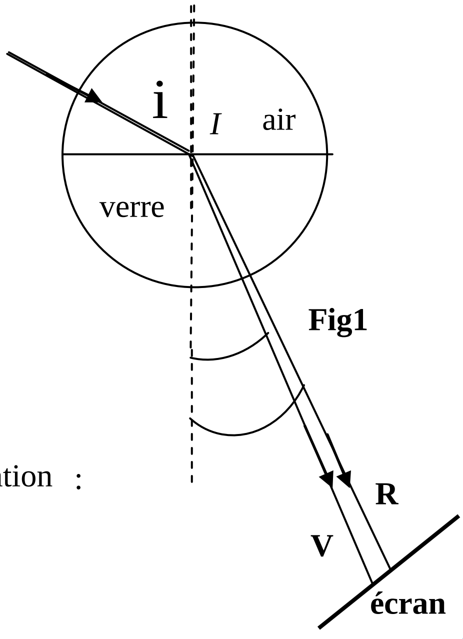
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/13WeSEGEjCm9P3n4VLaUishw_6eeB4SWC/view

L'objectif de cet exercice est d'étudier le phénomène de dispersion et celui de la diffraction.

Données : La vitesse de propagation d'une onde lumineuse dans l'air est approximativement égale à sa vitesse de propagation dans le vide $c = 3,00.10^8 m.s^{-1}$.

Couleur de la radiation	rouge(R)	violet (V)
La longueur d'onde dans l'air en (μm)	0,768	0,434
L'indice de réfraction du verre	1,51	1,52

Dispersion de la lumiere



Un faisceau parallèle de lumière blanche arrive au point I de la surface d'un demi- disque en verre; on observe sur l'écran (fig1) les sept couleurs du spectre allant du rouge (R) au viole (V).

1.1- Exprimer la longueur d'onde λ_R de la radiation rouge dans le verre en fonction de l'indice de réfraction n_R du verre et de λ_{0R} (longueur d'onde dans l'air de ce rayonnement) .

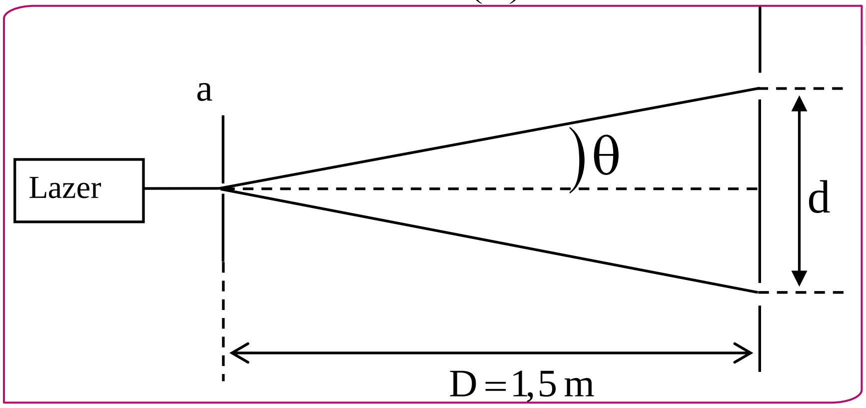
1.2 – L'indice de réfraction n d'un milieu transparent pour une radiation monochromatique de longueur d'onde λ_0 dans l'air est modélisé par la relation :

$$n = A + \frac{B}{\lambda_0^2}$$ dont A et B sont des constantes qui dépendent du milieu.

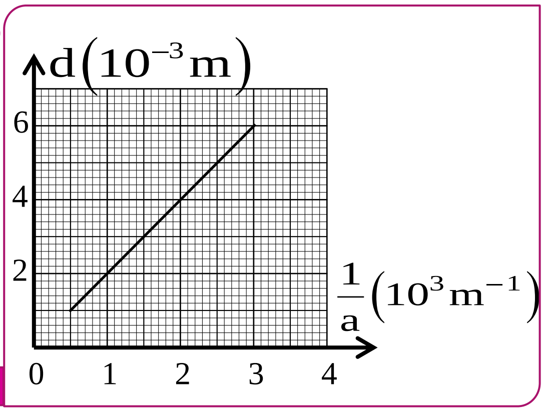
Calculer la valeur de A et celle de B pour le verre utilisé.

2. Diffraction de la lumiere

On réalise l'experience de la diffraction d'une lumiere monochromatique de longeueur d'onde λ dans l'air émise par un dispositif laser , en utilisant une fente de largeur **a** comme l'indique la figure 2 . On mesure la largeur **d** de la tache centrale pour differentes valeurs de la largeur **a** de la fente et on represente graphiquement $d = f\left(\frac{1}{a}\right)$; on obtient alors la courbe indiquée dans la figure **3** .



2



3

EXERCICE 7 Examen SM 2011 S.R **20 min**

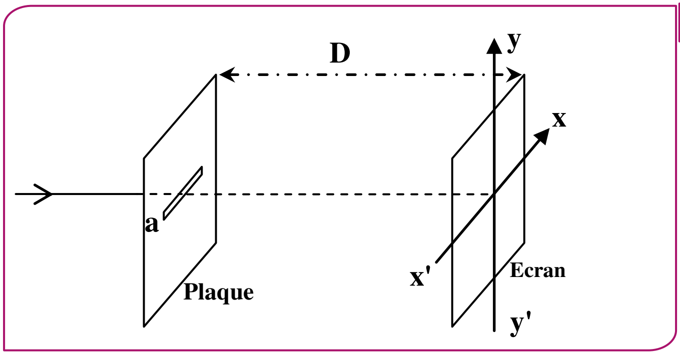
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1u41bV5m8LB3iV67Cfa-dJNSMrpV4l0IK/view

I. Détermination de la longueur d'onde λ d'une lumière monochromatique dans l'air

On réalise l'expérience de diffraction en utilisant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ dans l'air .

On place à quelques centimètres de la source lumineuse une plaque opaque dans laquelle se trouve une fente horizontale de largeur a = 1,00 mm (figure 1) .

On observe sur un écran vertical placé à D = 1,00 m de la fente des taches lumineuses .La largeur de la tâche centrale est L=1,40 mm.



1

❶ Choisir la réponse juste :

❷ La figure de diffraction observée sur l'écran est :

a. Suivant l'axe x'x ;

b. Suivant l'axe y'y .

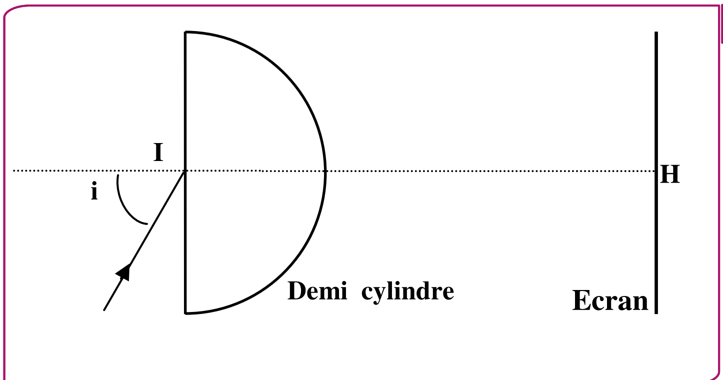
❸ Trouver l'expression de λ en fonction de a , L, et D . calculer λ .

On rappelle que l'écart angulaire est $\theta(rad) = \frac{\lambda}{a}$.

II. Détermination de la longueur d'onde d'une lumière monochromatique dans le verre transparent .

Un rayon lumineux (R_1) monochromatique de fréquence $\nu_1 = 3,80.10^{14}$ Hz arrive sur la face plane d'un demi cylindre en verre transparent au point d'incidence I sous un angle d'incidence i = 60°.

Le rayon (R_1) se réfracte au point I et arrive à l'écran vertical au point A (figure2) .



2

On fait maintenant arriver un rayon lumineux monochromatique (R_2) de fréquence $\nu_2 = 7,50.10^{14}$ Hz sur la face plane du demi cylindre sous le même angle d'incidence i = 60° .On constate que le rayon (R_2) se réfracte aussi au point I mais il arrive à l'écran vertical en un autre point B de tel sorte que l'angle entre les deux rayons réfractés est α=0,563° .

Données :

- L'indice de réfraction du verre pour le rayon lumineux de fréquence ν_1 est $n_1 = 1,626$.
- L'indice de réfraction de l'air est 1,00.
- $c = 3,00.10^8\ m.s^{-1}$.

❶ montrer que la valeur de l'indice de réfraction du verre pour le rayon lumineux de fréquence ν_2 est $n_2 = 1,652$.

❷ trouver l'expression de la longueur d'onde λ_2 du rayon lumineux de fréquence ν_2 dans le verre ,en fonction de c, n_2 et ν_2 . Calculer λ_2 .

EXERCICE 8 — Examen SM 2010 S.R — 20 min

https://drive.google.com/file/d/0ByqxF-yryhmyWVFkeUc2NXpoVlU/view?resourcekey=0-9kcXd_ze3AZ3mpRBGijjow

Lorsque la lumière rencontre un obstacle , elle ne se propage plus en ligne droite , il se produit le phénomène de diffraction . ce phénomène peut être utilisé pour déterminer le diamètre d'un fil très fin .

Données :

La célérité de la lumière dans l'air est $c = 3,00.10^8\ m.s^{-1}$.

L'écart angulaire θ entre le centre de la tache centrale et la 1ère extinction lors de la diffraction par une fente ou par un fil est exprimé par la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$ dont λ est la longueur d'onde et a la largeur de la fente ou le diamètre du fil .

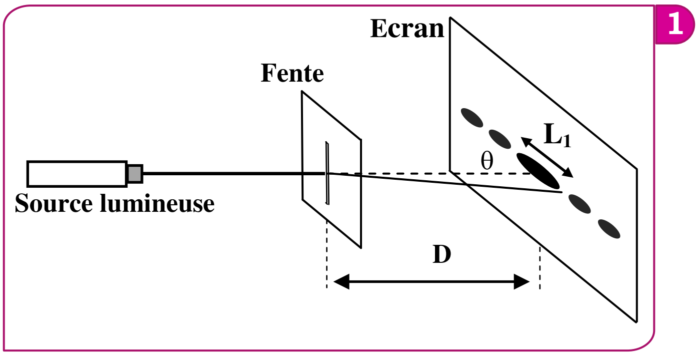
I. Diffraction de la lumière

On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'une lumière monochromatique de fréquence $\nu = 4,44.10^{14}$ Hz .

On place à quelques centimètres de la source lumineuse une fente verticale de largeur a .

La figure de diffraction est observée sur un écran vertical placé à une distance D = 50,0cm de la fente .

La figure de diffraction est constituée d'une série de taches situées sur une perpendiculaire à la fente ,figure (1) .



La tache centrale est plus éclairée et plus large que les autres , sa largeur est $L_1 = 6,70.10^{-1}$cm .

❶ Quel est la nature de la lumière que montre cette expérience ?

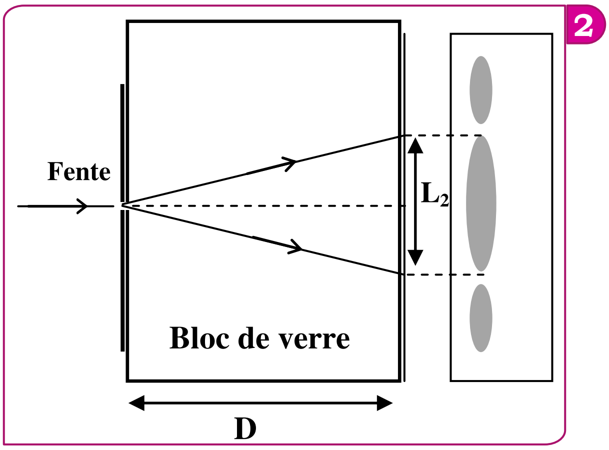
❷ Trouver l'expression de a en fonction de L_1 , D , ν et c . Calculer a .

❸ On place entre la fente et l'écran un bloc de verre de forme parallélépipédique comme l'indique la figure (2) .

L'indice de réfraction du verre pour la lumière monochromatique utilisée est n = 1,61 .

On observe sur l'écran que la largeur de la tache lumineuse centrale prend une valeur L_2 .

Trouver l'expression de L_2 en fonction de L_1 et n .



II.Détermination du diamètre du fil de la toile d'araignée

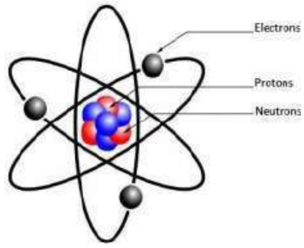
❶ On garde la source lumineuse et l'écran à leur place . On enlève le bloc de verre et on remplace la fente par un fil rectiligne vertical de la toile d'araignée . On mesure la largeur de la tache centrale sur l'écran , on trouve alors $L_3 = 1,00$cm .

Déterminer le diamètre du fil de toile d'araignée .

La partie de la physique unité 2

1. Composition du noyau d'un atome.

- Le noyau de l'atome est 100 000 fois plus petit que l'atome.
- De plus, il rassemble pratiquement toute la masse de l'atome.
- Le noyau est constitué de particules appelées nucléons (les protons et les neutrons).
- Le noyau est représenter par ${}^{A}_{Z}X$ avec A : Le nombre de nucléons aussi le nombre de masse
  Z : Le nombre de protons aussi Le nombre de charges
  N : Le nombre de neutrons, N=A – Z



2. Nucléides :

- **Nucléide** : ensemble d'atomes de noyaux identiques
- L'ensemble des noyaux ayant le même nombre Z de protons et le même nombre de neutrons N et de symbole ${}^{A}_{Z}X$

3. Isotopie.

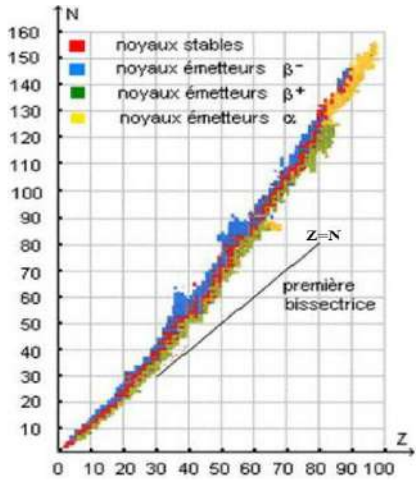
Isotopes : des noyaux possédant le même symbole chimique, le même nombre de protons, mais des nombres de neutrons différents (des nombres de nucléons A différents).

4. Noyau radioactif (ou noyau instable)

Un noyau radioactif (appelé noyau-père) est un noyau instable qui se désintègre spontanément en donnant un noyau différent plus stable (appelé noyau-fils) avec émission d'une ou plusieurs particules

5. Stabilité et instabilité des noyaux : diagramme (N, Z) (Diagramme de Ségré)

Diagramme de Ségré, permet de distinguer deux familles de noyaux :



a - Noyaux stables :

Certains noyaux gardent indéfiniment la même composition : ce sont des noyaux stables.
- Pour Z < 20, les noyaux stables se situent **au voisinage** de la droite d'équation N = Z. Ils comportent à peu près autant de protons que de neutrons.
- Pour Z > 20, le nombre de neutrons augmente plus vite que le nombre de protons ; les points se répartissent **au-dessus** de la droite N=Z

b - Noyaux instables :

L'instabilité du noyau a lieu si :
- Le noyau-père possède trop de neutrons par rapport au nombre de protons.
- Le noyau-père possède trop de protons par rapport au nombre de neutrons.
- Le noyau-père possède un grand nombre de nucléons (A > 208).

6. La radioactivité

1° Définition.

La radioactivité une transformation naturelle, spontanée et imprévisible d'un noyau ${}^{A}_{Z}X$ instable en un noyau ${}^{A'}_{Z'}Y$ plus stable avec l'émission d'une ou de plusieurs particules (α et β et souvent d'un rayonnement γ)

NB : Les désintégrations radioactives sont :
- **Aléatoires** (impossible d'en prévoir l'instant) ;
- **Spontanées** (sans intervention extérieure) ;
- **Inéluctables** (impossible d'empêcher le processus) ;
- Indépendantes des paramètres de pression et de température.

2° Lois de conservation (Lois de SODDY).

- Les réactions nucléaires obéissent à deux lois de conservation :
  * conservation de la charge électrique (Conservation de Z nombre de proton) ;
  * conservation du nombre de nucléons (Conservation de A nombre de nucleon).
- Elles permettent d'écrire correctement les équations bilans de réactions nucléaires.

$${}^{A_1}_{Z_1}X_1 \longrightarrow {}^{A_2}_{Z_2}X_2 + {}^{A_3}_{Z_3}X_3$$: Equation d'une réaction nucléaire

a - Loi de conservation du nombre de charge .

La somme des nombres de charge du noyau-fils et de la particule qui sont formés est égale au nombre de charge du noyau désintégré (noyau-père).

$$Z_1 = Z_2 + Z_3$$

b - Loi de conservation du nombre de nucléons.

La somme des nombres de nucléons du noyau-fils et de la particule qui sont formés est égale au nombre de nucléons du noyau désintégré (noyau-père).

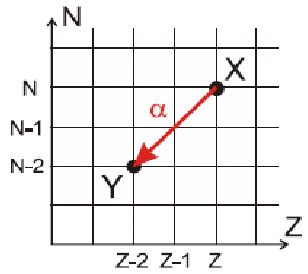
$$A_1 = A_2 + A_3$$

3° Les différentes désintégrations nucléaires :

3.1. Radioactivité α :

Définition :

La radioactivité **α** une transformation naturelle et spontanée d'un noyau $^{A}_{Z}X$ instable en un noyau $^{A'}_{Z'}Y$ plus stable avec émission d'un noyau d'Hélium $^{4}_{2}He$



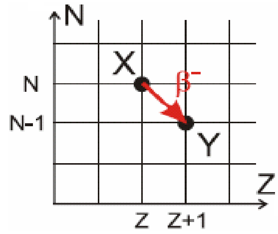
Equation : $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$

Exemple : $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$

La radioactivité **α** concerne les noyaux lourds instables à cause d'un excès de nucléons. Elle se traduit par l'émission d'une particule **α** (noyau d'hélium $^{4}_{2}He$).

3.2. Radioactivité β-

La radioactivité **β-** une transformation naturelle et spontanée d'un noyau $^{A}_{Z}X$ instable en un noyau $^{A'}_{Z'}Y$ plus stable avec émission d'un électron $^{0}_{-1}e$



Equation : $^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}^{0}_{-1}e$

Exemple : $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

La radioactivité **β⁻** concerne les noyaux instables à cause d'un excès de neutrons. Elle se traduit par l'émission d'un électron.

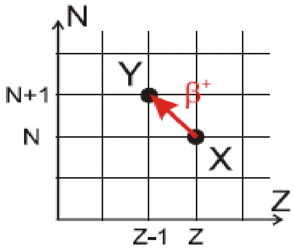
Mécanisme (ou Explication) :

Au cours de la transformation β^- , et **dans le noyau** :

- Le nombre de nucléon A reste constante par contre le nombre de proton augmente d'une unité et le nombre de neutron diminue d'une unité
- **Un neutron s'est transformé en un proton avec émission d'un électron :** $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$ ou $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e$

3.3. Radioactivité β+

La radioactivité **β⁺** une transformation naturelle et spontanée d'un noyau $^{A}_{Z}X$ instable en un noyau $^{A'}_{Z'}Y$ plus stable avec émission d'un positron $^{0}_{1}e$



Equation : $^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}^{0}_{1}e$

Exemple : $^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{1}e$

La radioactivité **β⁺** concerne les noyaux instables à cause d'un excès de protons. Elle se traduit par l'émission d'un positon

Mécanisme (ou Explication) :

Au cours de la transformation **β⁺**, et **dans le noyau** :

- Le nombre de nucléon A reste constante par contre le nombre de proton diminue d'une unité et le nombre de neutron augmente d'une unité
- **Un proton s'est transformé en un neutron avec émission d'un positron :** $^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{-1}e$ ou $^{1}_{1}H \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{-1}e$

3.4. Emission γ

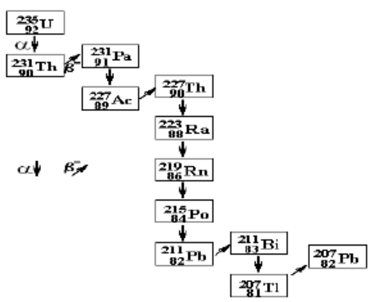
Le noyau issu d'une désintégration **α** ou **β** est souvent dans un état instable (état excité). Il devient stable en libérant l'excédent d'énergie sous la forme d'un rayonnement électromagnétique, le rayonnement **γ**.

$$^{A}_{Z}Y^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}Y + \gamma$$

4° Famille radioactive :

Une famille radioactive est une suite de nucléides descendant d'un même noyau, le noyau père, par une suite de désintégrations successives jusqu'a l'obtention d'un noyau stable.

Exemple : La famille de l'Uranium ^{235}U



7. La loi decroissance radioactive

- La loi d'évolution du nombre N de noyaux radioactifs présents en fonction du temps
- La loi de décroissance radioactive **est** : $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda.t}$

$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda.t}$	Avec	N_0 est le nombre de noyaux présents à la date t=0 N(t) le nombre de noyaux encore présents à l'instant t. λ (s^{-1}) une constante radioactive

❖ **Autres expressions de la loi de décroissance radioactive**

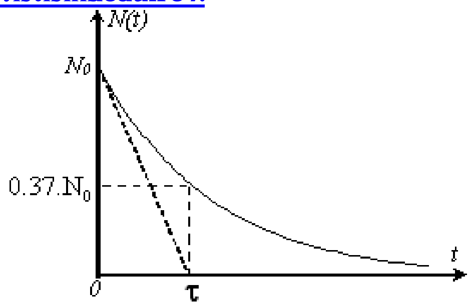
$m= m_0.e^{-\lambda t}$	avec	m_0 : masse de l'échantillon présents à la date t=0 m : masse de l'échantillon présents à l'instant t

$n= n_0.e^{-\lambda t}$	avec	n_0 : Quantité de matière de l'échantillon présents à la date t=0 n : Quantité de matière de l'échantillon présents à l'instant t

❖ **La constante radioactive.**

- Chaque nucléide radioactif est caractérisé par une constante radioactive λ, qui est la probabilité de désintégration d'un noyau par unité de temps.
- Elle s'exprime en s^{-1}.
- La constante λ ne dépend que du nucléide et est indépendante du temps, des conditions physiques et chimiques.
- $\tau = \frac{1}{\lambda}$: la constante de temps, s'exprime en (s)

Comment déterminer graphiquement τ et en déduire λ



$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda.t} = N_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

À instant t= τ on a $N(\tau) = N_0 \cdot e^{-1}$ donc $N(\tau)=0.37.N_0$

Ou $\frac{N(\tau)}{N_0} = 0.37 = 37\%$

On repère sur l'axe N(t) le point N(τ) et après projections sur l'axe des temps on détermine τ et on peut en déduire $\lambda = \frac{1}{\tau}$

❖ **Demi – vie.**

La demi – vie ($t_{1/2}$) ou période radioactive :
- Est une caractéristique d'un nucléide
- C'est la durée correspondant à la désintégration de la moitié des noyaux radioactifs présents dans l'échantillon.
- Elle s'exprime en seconde (s).

A $t_{1/2}$, on a : $N\left(t_{\frac{1}{2}}\right) = \frac{N_0}{2}$ d'où $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$

❖ **Activité d'un échantillon.**

$$a = a(t) = -\frac{dN}{dt}$$

a(t) =A(t) : L'activité d'un échantillon radioactif, **est le nombre de désintégration** de noyau radioactifs présents dans l'échantillon en une seconde.

L'unité de l'activité est le becquerel (Bq). Un becquerel correspond à une désintégration par seconde

1Bq = 1desintegration/seconde

$$a(t) = -\frac{dN}{dt} = -\frac{dN_0.e^{-\lambda.t}}{dt} = \lambda.N_0.e^{-\lambda.t} = \lambda.N(t)$$

avec $a_0=\lambda.N_0$: L'activité d'un échantillon radioactif à l'instant t=0

d'où $a(t) = a_0.e^{-\lambda.t}$

❖ **Equation differentielle**

On a $a(t) = -\frac{dN}{dt} = \lambda.N$ alors $\frac{dN}{dt} + \lambda.N = 0$: équation différentielle vérifié par N

❖ **La datation au carbone 14.**

- La datation de matériaux organiques (végétaux ou animaux) est possible en mesurant l'activité du carbone 14 dans l'échantillon (l'isotope naturel du carbone 14 est le carbone 12). Pour le carbone 14, $t_{½}$ = 5568 ans.
- Dès qu'un être vivant meurt, le carbone 14 n'est plus renouvelé : sa proportion se met à décroître.
- Pour déterminer l'âge du matériau mort, on mesure l'activité a(t) du carbone 14 d'un échantillon de matériau mort et on applique la formule : $a(t) = a_0 \cdot e^{-\lambda.t}$

Comment Calculer l'activité a

$a = \lambda.N$

Remplacer λ par $t_{1/2}$

$\ell n(2) = \lambda.t_{1/2}$

$\lambda = \dfrac{\ell n(2)}{t_{1/2}}$

Remplacer N par :

$\dfrac{N}{N_0}$ Un quotient ou un pourcentage et en déduire N	$N = N_0.e^{-\lambda.t}$	$n = \dfrac{N}{N_A} = \dfrac{m}{M}$	$m = N.m_1$

EXERCICE 1 — Exercice d'application — 15 min

Compléter et déterminer type de désintégration pour les transformations suivantes :

- $^{214}_{82}Pb \to ^{...}_{...}Bi + ^{0}_{-1}e$
- $^{234}_{92}U \to ^{230}_{90}Th + ...$
- $^{210}_{...}Bi \to ^{...}_{84}Po + ^{0}_{-1}e$
- $^{234}_{91}Pa \to ^{234}_{92}U + ...$
- $^{214}_{83}Bi \to ^{214}_{84}Po + ...$
- $^{230}_{90}Th \to ^{226}_{...}Ra + ^{...}_{2}He$
- $^{210}_{84}Po \to ^{...}_{...}Pb + ^{4}_{2}He$
- $^{...}_{...}Po \to ^{214}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$
- $^{...}_{...}Po \to ^{210}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$
- $^{...}_{88}Ra \to ^{222}_{...}Rn + ^{4}_{2}He$
- $^{...}_{...}U \to ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$
- $^{...}_{82}Pb \to ^{210}Bi + ^{0}_{-1}e$
- $^{222}_{86}Rn \to ^{218}_{84}Po + ...$
- $^{234}_{90}Th \to ^{234}_{91}Pa + ...$

EXERCICE 2 — Examen PC 2021 S.N — 20 min

Lien de la correction : https://drive.google.com/file/d/1C2TRISVwwNiI0NPGrNwEaSD_3cUEzcr9/view

Le stimulateur cardiaque (pacemaker) est un dispositif qui, une fois implanté dans l'organisme, fournit des impulsions électriques destinées à stimuler les muscles cardiaques. Ces impulsions permettent d'accélérer la pulsation du cœur lorsqu'il est trop lent. Certains stimulateurs cardiaques fonctionnent à partir de l'énergie libérée lors de la désintégration alpha des noyaux du plutonium238.

Cet exercice se propose d'étudier un stimulateur cardiaque au plutonium 238.

Données :

noyau	Protactinium238	Uranium234	Uranium238	Neptunium238	Plutonium238
symbole	$^{238}_{91}Pa$	$^{234}_{92}U$	$^{238}_{92}U$	$^{238}_{93}Np$	$^{238}_{94}Pu$

1) Ecrire l'équation de désintégration alpha du plutonium 238 en identifiant le noyau fils.

2) La courbe de la figure ci-contre représente l'évolution de l'activité a(t) d'un échantillon de plutonium 238, présent dans un stimulateur cardiaque. On choisit l'instant d'implantation de ce stimulateur dans l'organisme d'un patient comme origine des dates t = 0.

2.1) Déterminer graphiquement la demi-vie $t_{1/2}$ du plutonium 238.

2.2) En déduire que la valeur de la constante radioactive λ est : $\lambda \approx 7,88.10^{-3}\ ans^{-1}$.

2.3) Trouver le nombre N_0 de noyaux de plutonium 238, présents à t=0, dans ce stimulateur cardiaque. (on prend : 1an = 365 jours).

3) On considère que ce stimulateur fonctionne de façon efficace lorsque le nombre de noyaux de plutonium 238 qui se désintègrent ne dépasse pas 30% du nombre de noyaux présents dans l'échantillon à $t = 0$. Déterminer, en ans, la durée maximale t_{max} du fonctionnement efficace du stimulateur cardiaque.

EXERCICE 3 | Examen SVT 2017 S.R | 20 min

Lien de la correction : https://drive.google.com/file/d/1mxa8SAVyn81ZqBLnYbtJvMwoW0FxruWa/view

Le noyau d'uranium $^{238}_{92}U$, naturellement radioactif, se transforme en un noyau de plomb $^{A}_{Z}Pb$ stable, après une série de désintégrations successives, parmi lesquelles la désintégration en noyau de thorium $^{234}_{90}Th$ et la désintégration en noyau de protactinium $^{234}_{91}Pa$.

❶ Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie parmi :

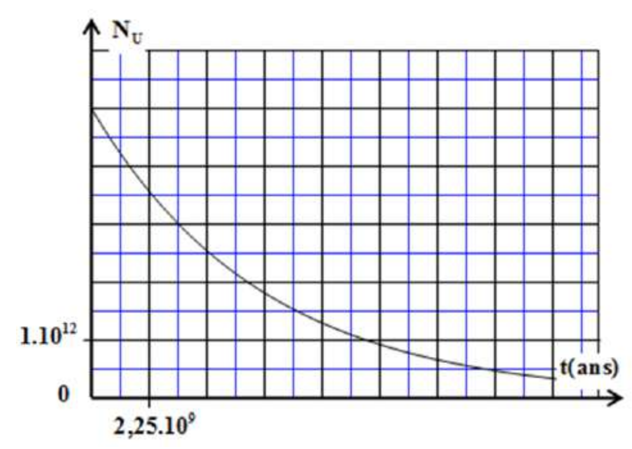
a	Le noyau $^{238}_{92}U$ se désintègre spontanément suivant l'équation $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{234}_{90}Th$
b	Le noyau $^{234}_{90}Th$ se désintègre spontanément suivant l'équation $^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{0}_{+1}e + {}^{234}_{91}Pa$
c	La désintégration selon l'équation $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{234}_{90}Th$ est de type β^-
d	La désintégration selon l'équation $^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{234}_{91}Pa$ est de type β^+

L'équation $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{A}_{Z}Pb + 6\,{}^{0}_{-1}e + 8\,{}^{4}_{2}He$ résume la série de désintégrations successives du noyau $^{238}_{92}U$ jusqu'au noyau $^{A}_{Z}Pb$.

❷ En appliquant les lois de conservation, trouver les valeurs de A et Z.

On considère que l'âge de chaque roche minérale ancienne est celui de la Terre qu'on note t_T.

La figure ci-contre représente la courbe de décroissance radioactive des noyaux d'uranium 238 dans un échantillon de roche minérale ancienne contenant $N_U(0)$ noyaux d'uranium à l'instant $t_0 = 0$.



Pour les questions suivantes, recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie parmi :

❸ La valeur de $N_U(0)$ est :

a	$2,5.10^{12}$	b	4.10^{12}	c	$4,5.10^{12}$	d	5.10^{12}

❹ La demi-vie $t_{1/2}$ de l'uranium 238 est :

a	$1,5.10^9$ ans	b	$2,25.10^9$ ans	c	$4,5.10^9$ ans	d	9.10^9 ans

❺ La mesure du nombre de noyaux de plomb, dans la roche minérale ancienne, à la date t_T, a donné la valeur $N_{Pb}(t_T) = 2,5.10^{12}$. L'âge approximatif t_T de la Terre est :

a	$4,5.10^9$ ans	b	$2,25.10^9$ ans	c	$4,5.10^{10}$ ans	d	$2,25.10^{10}$ ans

EXERCICE 4 | Examen PC 2008 S.N | 20 min

Lien de la correction : https://drive.google.com/file/d/1FfLVXr5dAkg2T2YnLasBvVEhfqZWzmN6/view

La médecine est l'un des principaux domaines dans lequel on trouve l'application pratique de la radioactivité. On utilise dans ce domaine plusieurs éléments radioactifs pour diagnostiquer et traitées quelques maladies. Parmi ces éléments, on trouve le Sodium 24 : $^{24}_{11}\boldsymbol{Na}$ qui peut nous aider à contrôler la circulation sanguine dans le corps humain.

1. Le sodium 24 : $^{24}_{11}\boldsymbol{Na}$ se désintègre en magnésium $^{24}_{12}\boldsymbol{Mg}$

1.1 Écrire l'équation de la désintégration du Sodium 24 en précisant le type de la particule émis.

1.2 Calculer la constante radioactive **λ** sachant que la demi – vie du Sodium 24 est : $t_{1/2} = 15h$

2. Lors d'un accident routier un blessé a perdu un volume Vp du sang

Pour déterminer ce volume Vp on injecte le blessé à $t_0 = 0$ par un volume $\mathbf{V_0 = 5\ ml}$ de la solution de sodium 24 de concentration molaire $\mathbf{C_0 = 10^{-3}\ mol/l}$.

2.1 Calculer n_1 le nombre de mole (quantité de la matière) de sodium 24 qui reste dans le sang du blessé à l'instant $\mathbf{t_1 = 3h}$.
On donne : la constante d'Avogadro $\mathbf{N_A = 6{,}022.10^{23}\ mol^{-1}}$

2.2 Le résultat de l'analyse d'un volume $\mathbf{V_2 = 2ml}$ prélevé dans le sang du même individu à la date t_1, donne la quantité de la matière $\mathbf{n_2 = 2{,}1.10^{-9}\ mol}$ du Sodium 24

Supposant que le sodium 24 est réparti uniformément dans tout le volume sanguin, déduire le volume Vp du sang perdu lors de cet accident, sachant que le volume du sang dans le corps humain est de 5L.

EXERCICE 5 — Examen SM 2011 S.N — 20 min

Lien de la correction : https://drive.google.com/file/d/1wt302DZofkq6CaQ_kwLW89CkbJ77ma-a/view

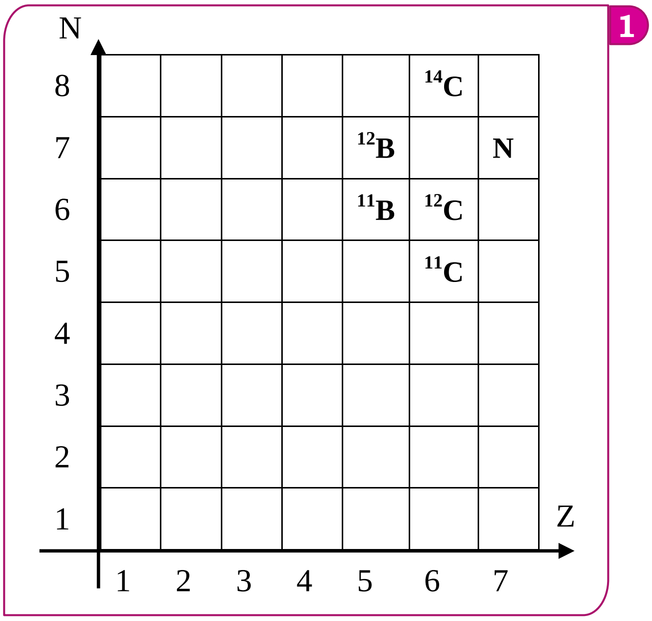
Toutes les plantes absorbent le carbone C qui se trouve dans l'atmosphère (^{12}C et ^{14}C) à travers le dioxyde de carbone de telle sorte que le rapport du nombre $N(^{14}C)_0$ des noyaux de carbone 14 à celui des noyaux du carbone $N(C)_0$ dans les plantes reste constant durant leur vie : $\frac{N(^{14}C)_0}{N(C)_0} = 1{,}2.10^{-12}$.

A partir de l'instant où la plante meurt, ce rapport commence à diminuer à cause de la désintégration du carbone 14 qui est un isotope radioactif .

Données :

- Demi-vie du carbone 14 : $t_{1/2} = 5730$ ans ;
- Masse molaire du carbone : $M(C) = 12{,}0\ g.mol^{-1}$;
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$;
- $1an = 3{,}15.10^7\ s$.
- Le noyau du carbone 14 est radioactif β^- ,

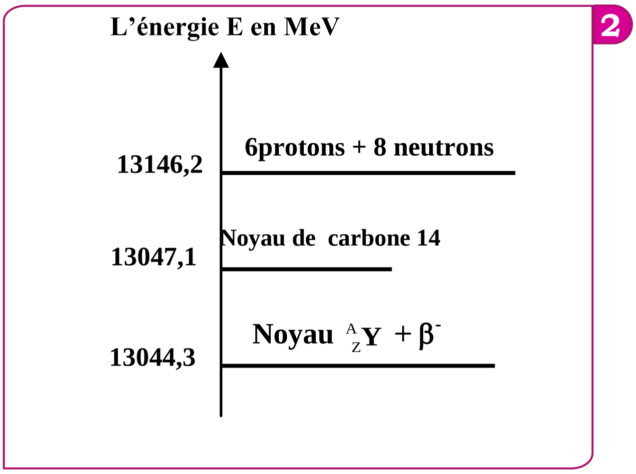
sa désintégration donne un noyau ${}^{A}_{Z}Y$.



1- La figure (1) donne une partie du diagramme de Segri (Z,N) .

1.1- Ecrire l'équation de la transformation nucléaire du carbone 14 en déterminant le noyau fils ${}^{A}_{Z}Y$.

1.2- La désintégration du noyau du carbone ${}^{11}_{6}C$ donne un noyau de bore ${}^{A'}_{Z'}B$.
Ecrire l'équation de cette transformation nucléaire en déterminant A' et Z' .



2- A l'aide du diagramme énergétique représenté dans la figure (2) :

2.1- Trouver l'énergie de liaison par nucléon du noyau de carbone 14 .

2.2- Trouver la valeur absolue de l'énergie produite par la désintégration d'un noyau du carbone 14.

3- On veut déterminer l'âge d'un morceau de bois très ancien , pour cela on y prélève à un instant t un échantillon de masse m = 0,295g , on trouve que cet échantillon donne 1,40 désintégrations par minute. On considère que ces désintégrations proviennent uniquement du carbone 14 qui se trouve dans l'échantillon étudié.

On prélève d'un arbre vivant un morceau de même masse que l'échantillon précédent m = 0,295g , on trouve que le pourcentage massique du carbone dans ce morceau est 51,2%

3.1- Calculer le nombre de noyaux du carbone C et le nombre de noyaux du carbone 14 dans le morceau qui a été prélevé de l'arbre vivant .

3.2- Déterminer l'âge du morceau de bois ancien .

1. Equivalence Masse-Energie (Relation de d'Einstein)

En 1905 , Albert Einstein postulat l'équivalence entre la masse et l'énergie :

Toute particule de masse m, au repos, possède une énergie appelé énergie de masse, notée E.

Energie de masse : énergie potentielle que tout système matériel, de masse m, possède

E= m·C²	avec	E : énergie en joule (J) m : la masse du corps au repos (Kg) C : la célérité de la lumière dans le vide (m/s), C=299792458m/s ≈3 10^8m/s

2. Des autres unités

a. L'unité de masse atomique

En physique nucléaire , on exprime la masse d'un noyau ou d'un atome en **unité de masse atomique** , de symbole **u** :

$$1u = 1,66054 \times 10^{-27} kg$$

b. Unité d'énergie .

En physique nucléaire l'unité joule est unité mal adaptée à la description des transferts dénergétiques . Pour cela on emploie **l'électronvolt (eV)** et ces multiples . $\boxed{1eV = 1,602177 \times 10^{-19} J}$ $\boxed{1MeV = 1,602177 \times 10^{-13} J}$

c. Énergie correspond à la masse atomique .

D'après la relation d'Einstein $E = m.c^2$ pour une masse de $1u$ on a $E = 1,66054 \times 10^{-27} \times (2,9979 \times 10^8)^2 = 1492,42 \times 10^{-15} J$

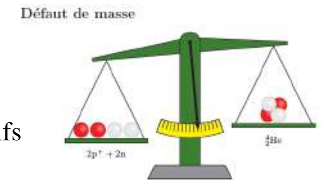
$$E = \frac{1492,42 \times 10^{-15}}{1,602177 \times 10^{-19}} = 931,5 MeV$$ Donc $\boxed{1u = 931,5/c^2}$

3. Défaut de masse :

Le défaut de masse d'un noyau Δm est la différence entre la somme des masses de ses nucléons pris séparément et la masse du noyau.

Plu généralement : pour un noyau ${}^A_Z X$, le défaut de masse Δm est : $\boxed{\Delta m = [Zm_p + Nm_n] - m({}^A_Z X)}$

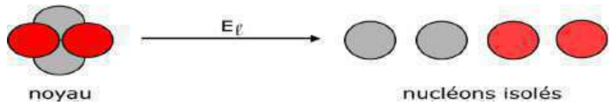
Où m_p et m_n sont respectivement la masse d'un proton et la masse d'un neutron . Δm est toujours positifs



4. Energie de liaison d'un noyau

L'énergie de liaison E$_\ell$ d'un noyau atomique est l'énergie qu'il faut fournir au noyau au repos pour le dissocier en ses <u>nucléons</u> constitutifs pris au repos. **(E$_\ell$ est une grandeur positive.)**

$E_\ell = \Delta m(X).c^2 = [(Z.m_p + (A-Z).m_n) - m({}^A_Z X)].C^2$



5. Energie de liaison par nucléon

L'énergie de liaison par nucléon : Pour comparer la stabilité de différents noyaux , il faut utiliser les énergies de liaison par nucléon , soit

$\mathscr{E} = \dfrac{E_\ell}{A}$	avec	E$_\ell$: Energie de liaison A : Nombre de nucléons

N.B

Un noyau est d'autant plus stable que son énergie de liaison par nucléon est grande .

6. Réaction nucléaire :

Soit l'équation de la réaction nucléaire : ${}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \longrightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$

Δm : la variation de masse entre les produits et les réactifs de la transformation nucléaire

$$\Delta m = \sum m_{Produits} - \sum m_{Reactifs}$$

$$\Delta m = m(X_3) + m(X_4) - (m(X_1) + m(X_2))$$

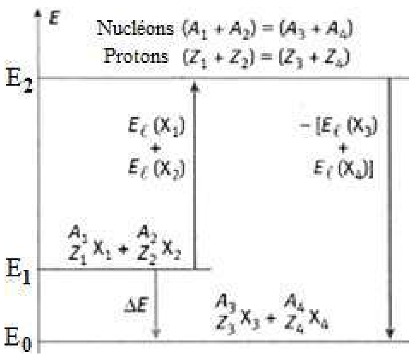
Expression d' énergie de la transformation (désintégration ou de la réaction)

$$\Delta E = [m(X_3) + m(X_4)] - [m(X_1) + m(X_2)] .c^2$$

Autre expression de E_0 en fonction des énergies de liaisons

$$\Delta E = \sum E_\ell \text{ (Réactifs)} - \sum E_\ell \text{ (Produits)}$$

$$\Delta E = [E_l(X_1) + E_l(X_2)] - [E_l(X_3) + E_l(X_4)]$$



Et l'énergie libérée par un noyau au cours de la réaction est $E_{Libérée} = |E_0|$

Au cours d'une transformation nucléaire , une variation de masse Δm , correspond à une variation d'énergie ΔE telle que : $\Delta E = \Delta m.c^2$

☞ Premier cas : la variation de la masse est négative $\Delta m < 0$ donc ,$\Delta E < 0$ négative aussi i.e par convention , le système libère une énergie au milieu extérieur . $\boxed{E_{liberee} = |\Delta E|}$ (réaction exothermique)

☞ Deuxième cas : la variation de masse est positive $\Delta m > 0$ donc ΔE est positive aussi , i.e que le système reçoit de l'énergie du milieu extérieur $\boxed{E_{consommee} = |\Delta E|}$ (réaction endothermique)

⁂ Comment calculer E_1=m.C² l'énergie d'unmoyau

(1) Determiner l'expression de Δm

(2) Calculer Δm en unité de masse atomique (u)

Δm=………. (u)

(3) Convertir (u) à l'unité adéquate

(u) → **(a)** **Mev.C⁻²** : 1u=931.5 Mev.C⁻²

(u) → **(b)** **Kg** : 1u=1.66 10^{-27} Kg ; C=3.10⁸m.s⁻¹

(4) Calculer l'energie **d'unmucleide E_1**

Mev **E_1= Δm.C²** J

(a) Inutile de remplacer C par sa valeur vu qu'elle se simplifie et numeriquement E_1=Δm mais avec des unités differantes

(b) Obligation de remplacer C par sa valeur C=3.10⁸m

⁂ Comment calculer E_T l'énergie totale d'unemassem

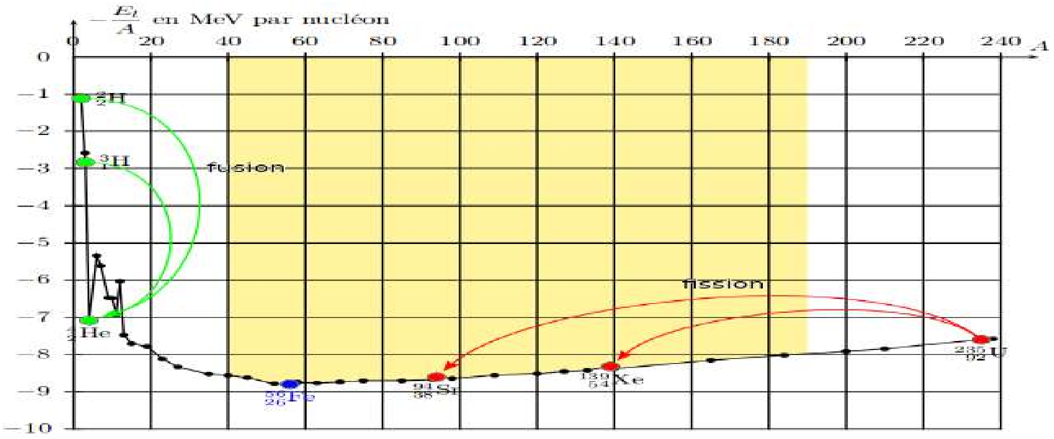
Il faut déterminer N le nombre de noyau dans la masse m et E_T=N.E_1

On détermine N par

$\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$ et $N = \frac{m}{M}.N_A$ M : masse molaire (g/moℓ) m : masse d'un échantillon (g) N_A : Nombre d'Avogadro (moℓ⁻¹)	$N = \frac{m}{m_1}$ m : masse d'un échantillon (g) m_1 : masse d'un noyau (u) **NB :** **Les deux masses m et m_1 à convertir en Kg** **1u=1.666 10^{-19}Kg**

7. Stabilité des noyaux et Courbe d'Aston.

- Un noyau atomique est d'autant plus stable que son énergie de liaison par nucléon est grande.
- La courbe d'Aston est la représentation des variations de $-\frac{E_\ell}{A}$ en fonction de A.
- Les noyaux stables 20 < A < 190 sont ceux qui ont une énergie de liaison par nucléon d'environ 8 MeV / nucléon.



- Les noyaux instables peuvent évoluer de deux manières :
  - Les noyaux lourds (A > 195) peuvent se briser en deux noyaux plus légers appartenant au domaine de stabilité.
  - Ils subissent une réaction nucléaire de fission.

Certains noyaux légers 1 < A < 20

(${}_1^1H$, ${}_1^2H$, ${}_1^3H$) peuvent fusionner pour donner un noyau placé plus bas dans le diagramme.

- Ce sont les réactions nucléaires de fusion

8. La fusion nucléaire.

- La fusion est une réaction nucléaire au cours de laquelle deux noyaux légers s'unissent pour former un noyau lourd.
- **La fusion** est **une réaction nucléaire provoquée** qui libère de l'énergie.

Exemple : ${}_1^2H + {}_1^3H \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n$

9. La fission nucléaire.

- La fission est une réaction nucléaire au cours de laquelle un neutron lent (neutron thermique) brise un noyau lourd pour former deux noyaux plus légers.
- **La fission est généralement une réaction nucléaire provoquée** qui libère de l'énergie.
- La réaction peut ainsi continuer et même s'accélérer, on est en présence d'une réaction en chaîne.

Exemple : ${}_0^1n + {}_{92}^{235}U \rightarrow {}_{38}^{94}Sr + {}_{54}^{140}Xe + 2\,{}_0^1n$

EXERCICE 1 Examen SVT 2016 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1sZRUHh9WdTJ7sr57JhCHlK4iAaou6lM9/view

La radioactivité est utilisée dans plusieurs domaines comme la médecine ou l'on peut diagnostiquer la maladie par imagerie médicale en utilisant des substances radioactives comme le fluorodéoxyglucoce (en abrégé FDG) qui contient du fluor radioactif ${}_9^{18}F$.

Apres avoir injecté le FDG par voie intraveineuse à un patient, on peut suivre les rayonnements émis à l'aide d'une camera spéciale.

<u>Données:</u>

Noyau	${}_7^{14}N$	${}_8^{18}O$	${}_9^{18}F$	${}_{10}^{18}Ne$
Énergie de liaison par nucléon $\frac{\mathscr{E}_L}{A}(MeV\,/\,nucléon)$	7,473	7,765	6,629	7,338
Demi vie du fluor ${}_9^{18}F$: $t_{1/2} = 110\ min$				

I. Désintégration du noyau de fluor ${}_9^{18}F$

Le fluor ${}_9^{18}F$ est radioactif β^+ .

❶ Écrire l'équation de désintégration du fluor ${}_9^{18}F$ en précisant le noyau fils.

❷ Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la seule proposition vraie parmi:

a	Le noyau de fluor ${}_9^{18}F$ est constitué de 18 neutrons et 9 protons
b	La masse du noyau ${}_9^{18}F$ est inférieure à la somme des masses de ses nucléons
c	L'unité de l'énergie de liaison d'un noyau est le $(MeV\,/\,nucléon)$
d	La constante radioactive s'exprime par la relation $\lambda = t_{1/2}.ln2$

❸ Déterminer, en justifiant votre réponse, le noyau le plus stable parmi ${}_7^{14}N$; ${}_8^{18}O$; ${}_{10}^{18}Ne$.

II.Injection du FDG à un patient

Pour réaliser un examen d'imagerie médicale à un patient, on lui injecte une dose de FDG d'activité $a = 5{,}0.10^8\ Bq$.

La dose du FDG a été préparée dans le bloc de médecine nucléaire d'un hôpital à 5 heures du matin pour l'injecter au patient à 10 heures du même jour. L'activité du ${}_9^{18}F$ à 5 heures est a_0 .

Vérifier que $a_0 \simeq 3{,}3.10^9\ Bq$.

EXERCICE 2 Examen PC 2009 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1adn_UhTHoH2_ZKdF4RJ_ERTm9-ymqZaM/view

Les eaux naturelles contiennent du chlore 36 radioactif qui se renouvelle en permanence dans les eaux de surface, donc sa concentration y reste constante. Par contre dans les eaux profondes stagnantes sa concentration décroit progressivement au cours du temps. L'objectif de cet exercice est de déterminer l'âge d'une couche d'eau stagnante à l'aide du chlore 36.

Données :

Noyau ou particule	Neutron	Chlore 36	Proton
Symbole	${}^{1}_{0}n$	${}^{36}_{17}Cl$	${}^{1}_{1}p$
Masse(u)	1,0087	35,9590	1,0073

- La demi-vie du chlore 36 : $t_{1/2}$ = 3,01.105 ans ;
- 1u = 931,5 Mev.c^{-2}.

1- Désintégration du nucléide chlore 36 :

La désintégration du nucléide ${}^{36}_{17}Cl$ donne naissance au nucléide ${}^{36}_{18}Ar$

1.1. Donner la composition du noyau 36

1.2. Calculer en MeV l'énergie de liaison du noyau du chlore 36.

1.3. Ecrire l'équation de cette désintégration en précisant le type de radioactivité

2- Datation d'une nappe d'eau stagnante :

La mesure de l'activité, à l'instant t, d'un échantillon d'eau de surface a donné la valeur $a_1 = 11{,}7\times10^{-6}$ Bq, et d'un échantillon de même volume des eaux profondes a donné la valeur $a_2 = 1{,}19\times10^{-6}$ Bq.

On suppose que le chlore 36 est le seul responsable de la radioactivité dans les eaux, et que son activité dans les eaux de surface est égale à son activité dans les eaux profondes lors de la formation de la nappe.

Déterminer (en ans) l'âge de la nappe étudiée.

EXERCICE 3 Examen PC 2014 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1cPrz9WO-xSo9VQnNhmJImMBDl89ejEA1/view

Les géologues et les astronomes, utilisent la méthode de datation Potassium-Argon, pour déterminer l'âge de roches anciennes et des météorites…

Le but de cet exercice est l'étude du nucléide Potassium 40, et la détermination approchée de l'âge d'une roche volcanique. Données :

- La masse d'un noyau de Potassium : $m({}^{40}_{19}K) = 39{,}9740u$
- La masse d'un noyau d'Argon $m({}^{40}_{18}Ar) = 39{,}9624u$
- La masse d'un positron $m({}^{0}_{1}e) = 0{,}0005u$
- Les masses molaires : $M({}^{40}_{19}K) = M({}^{40}_{18}Ar)$
- La demi-vie du nucléide $t_{1/2}=1{,}3.10^{9}$ ans
- 1u=931,5MeV.c^{-2}

1- *Etude de la désintégration du nucléide Potassium 40 :*

Le noyau de Potassium 40 est radioactif, duquel résulte un noyau d'Argon ${}^{40}_{18}Ar$

1-1- Ecrire l'équation de désintégration du noyau de Potassium 40, en indiquant le type de radioactivité résultante.

1-2- Calculer, en MeV, l'énergie libérée au cours de cette transformation nucléaire.

2- Détermination de l'âge d'une roche en basalte :

L'analyse d'un échantillon d'une roche en basalte, a révélé qu'il contient à un instant t, une masse m_K = 1,57 mg de Potassium 40 et m_{Ar} = 0,025 mg d'Argon 40. On considère que la roche de basalte est formée à l'instant t_0 = 0, et que l'Argon 40 qu'elle contient résulte seulement de la désintégration du Potassium 40.

Montrer que l'expression de l'âge de cette roche est : $t = \frac{t_{1/2}}{ln\,2}.ln\left(1 + \frac{m_{Ar}}{m_K}\right)$ puis calculer sa valeur en ans.

EXERCICE 4 Examen PC 2012 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/18FPWrqsLXcyQX-TtEG54z1HT5khL8Z0Y/view

méthodes et techniques diverses se basant essentiellement sur la loi de décroissance radioactive. Parmi ces techniques : la technique de datation par l'Uranium-Plomb.

Données :

Masse du noyau d'Uranium 238 : 238,00031 u

- Masse du noyau du Plomb 206 : 205,92949 u
- Masse du proton : 1,00728 u
- Masse du neutron : 1,00866 u
- L'unité de masse atomique : $1u = 931{,}5\ Mev.c^{-2}$;
- Masse molaire de l'Uranium 238 ; : $M(^{238}U) = 238\ g.mol^{-1}$
- Masse molaire du Plomb 206 : $M(^{206}Pb) = 206\ g.mol^{-1}$
- Energie de liaison par nucléon du Plomb 206 : $\xi(Pb) = 7{,}87 Mev/nucléon$
- Demi-vie de l'Uranium 238 : $t_{1/2} = 4{,}5.109$ ans

Le nucléide Uranium 238 est radioactif, il se transforme en nucléide de Plomb par une succession d'émissions de type α et β-. On modélise ces transformations nucléaires par l'équation bilan suivante :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + x\,{}^{0}_{-1}e + y\,{}^{4}_{2}He$$

1- Etude du noyau d'Uranium $^{238}_{92}U$

1-1-Par application des lois de conservation, déterminer les valeurs de x et y signalés dans l'équation bilan.

1-2-Donner la composition du noyau d'Uranium 238.

1-3-Calculer l'énergie de liaison par nucléon de l'Uranium 238, et vérifier que le noyau $^{206}_{82}Pb$ est plus stable que le noyau $^{238}_{92}U$

2- Datation d'une roche métallique par la méthode d'Uranium-Plomb.

Le Plomb et l'Uranium se trouvent, avec des proportions différentes, dans les roches métalliques selon leur date de formation.

On considère que la présence du plomb dans certaines roches métalliques est due seulement à la désintégration spontanée de l'Uranium 238 au cours du temps. On dispose d'un échantillon d'une roche métallique contenant à la date de sa formation, considérée comme origine des dates (t = 0), un certain nombre de noyaux d'Uranium $^{238}_{92}U$. Cet échantillon métallique contient à une date t, une masse $m_{ue}(t)=10g$ d'Uranium 238 et une masse $m_{Pb}(t) = 0{,}01$ g de Plomb 206.

2-1- Montrer que l'expression de l'âge de la roche métallique est :

$$t = \frac{t_{1/2}}{ln(2)}.ln\left(1 + \frac{m_{Pb}(t).M(^{238}U)}{m_U(t).M(^{206}Pb)}\right)$$

2-2- Calculer t en années.

EXERCICE 5 Examen PC 2016 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1EbfhF7kk03hQCzG-RzAUliqXhq2pDRlY/view

La formation de l'hélium à partir du deutérium et du tritium, qui sont deux isotopes de l'hydrogène, est une réaction de fusion nucléaire spontanée qui se produit continuellement au cœur des étoiles. L'homme essaie sans cesse de reproduire cette réaction au laboratoire afin d'utiliser de façon contrôlée son énorme énergie libérée. Le chemin est encore long pour surmonter les différents obstacles techniques.

On modélise cette réaction nucléaire par l'équation suivante : $^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{A}_{Z}He + {}^{1}_{0}n$.

Données :

Particule	deutérium	tritium	hélium	neutron
masse (u)	2,01355	3,01550	4,00150	1,00866

- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^{8} m.s^{-1}$; - constante de Planck : $h = 6{,}626.10^{-34} J.s$;

- $1u = 931{,}5\ MeV.c^{-2}$; - $1MeV = 1{,}6.10^{-13}\ J$.

❶Déterminer les nombres A et Z du noyau d'hélium.

❷Calculer, en MeV, l'énergie libérée E_{lib} lors de cette réaction nucléaire.

❸On suppose que toute l'énergie libérée s'est transformée en rayonnement électromagnétique. Déterminer la longueur d'onde λ associée à ce rayonnement.

❹ Un échantillon de sol contient du tritium radioactif. A la date t = 0, l'activité de cet échantillon est $a_0 = 2,0.10^6$ Bq. A l'instant de date $t_1 = 4ans$, cette activité devient égale à $a_1 = 1,6.10^6$ Bq.
Déterminer l'activité a_2 de cet échantillon à l'instant de date $t_2 = 12,4ans$.

EXERCICE 6 Examen SM 2012 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1YoFgKaXgjW1nrgbewbjze1OdaO9Qs_Rd/view

L'énergie solaire provient de la réaction de fusion des noyaux d'hydrogène .Les physiciens s'intéressent à produire l'énergie nucléaire à partir de la réaction de fusion des isotopes d'hydrogène : deutérium ${}^2_1H$ *et tritium* ${}^3_1H$.

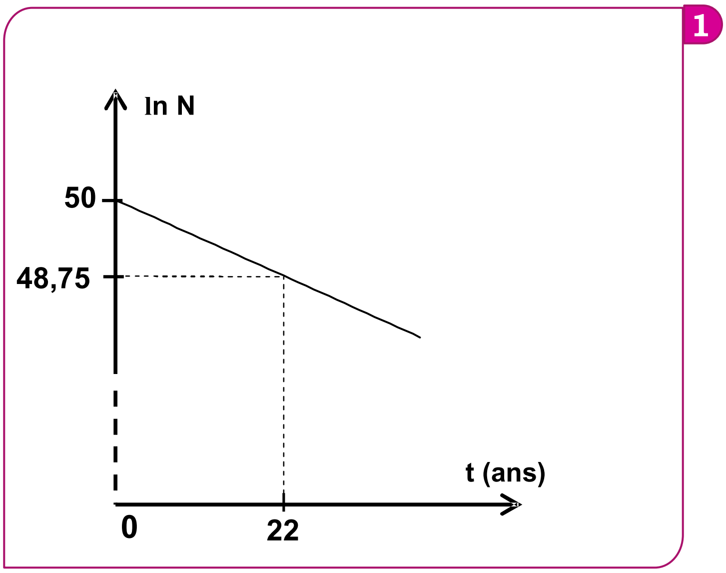
Données : Les masses en unité u : $m({}^3_1H)=3,01550$ u ; $m({}^2_1H)=2,01355$ u ; $m({}^4_2He)=4,00150$ u ; $m({}^1_0n)=1,00866$ u $1u = 1,66.10^{-27}$ kg $= 931,5$ MeV.c^{-2}

I. la radioactivité β^- du tritium

Le nucléide tritium ${}^3_1H$ est radioactif β^-, sa désintégration donne lieu à un isotope de l'élément Hélium .

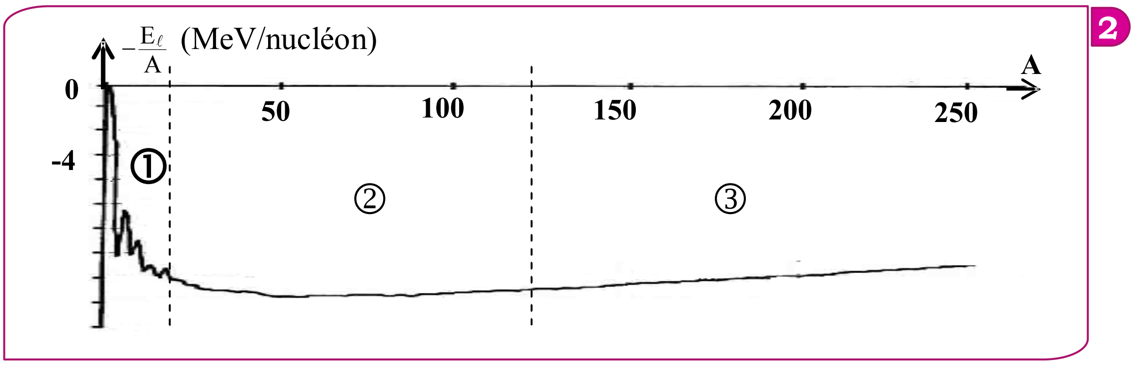
❶ Ecrire l'équation de cette désintégration .

❷ On dispose d'un échantillon radioactif du nucléide tritium ${}^3_1H$ contenant N_0 nucléides à l'instant t=0 .
Soit N le nombre de nucléides tritium dans l'échantillon à l'instant t.
Le graphe de la figure1 représente les variations de ln(N) en fonction du temps t .
Déterminer la demi-vie $t_{1/2}$ du tritium .



II.Fusion nucléaire

❶ La courbe de la figure 2 représente les variations de l'opposé de l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de nucléons A .



Déterminer, parmi les intervalles ① , ② et ③ indiqués sur la figure 2, celui dans lequel les nucléides sont susceptibles de subir des réactions de fusion . Justifier la réponse .

❷L'équation de la réaction de fusion des noyaux de deutérium ${}^2_1H$ et de tritium ${}^3_1H$ s'écrit : ${}^2_1H + {}^3_1H \longrightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$.

On peut extraire 33mg de deutérium à partir de 1,0L de l'eau de mer .
Calculer, en MeV,la valeur absolue de l'énergie que l'on peut obtenir à partir de la réaction de fusion du tritium et du deutérium extrait de 1 m^3 de l'eau de mer .

EXERCICE 7 Examen SM 2016 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/15LmvUH_QlJ6JCWV1QLnsy_6G2EgCkN5_/view

Le noyau de polonium $^{210}_{84}Po$ se désintègre spontanément pour se transformer en un noyau de plomb $^{206}_{Z}Pb$ avec émission d'une particule α.

Cet exercice se propose d'étudier le bilan énergétique de cette transformation ainsi que l'évolution de cette dernière au cours du temps.

Données :

- Energie de liaison du noyau de polonium 210 : $E_\ell(^{210}Po)=1,6449.10^3\ MeV$,
- Energie de liaison du noyau de plomb206 : $E_\ell(^{206}Pb)=1,6220.10^3\ MeV$,
- Energie de liaison de la particule α : $E_\ell(\alpha)=28,2989\ MeV$,
- On désigne par $t_{1/2}$ la demi-vie du noyau de polonium 210.

❶ Ecrire l'équation de cette transformation nucléaire en déterminant le nombre Z.

❷ Déterminer en MeV l'énergie $|\Delta E|$ produite lors de la désintégration d'un noyau de $^{210}_{84}Po$.

❸ Soient $N_0(Po)$ le nombre de noyaux de polonium dans un échantillon à l'instant de date $t=0$ et $N(Po)$ le nombre de noyaux restant dans le même échantillon à un instant de date t.

a. On désigne par N_D le nombre de noyaux de polonium désintégrés à l'instant de date $t=4.t_{1/2}$.

Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes :

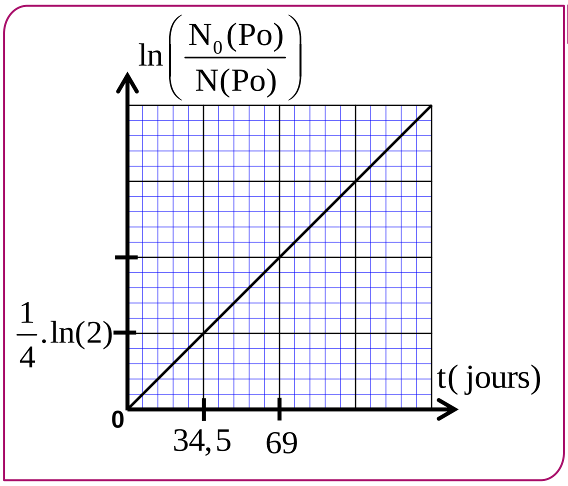
☐ $N_D=\dfrac{N_0(Po)}{8}$ ☐ $N_D=\dfrac{N_0(Po)}{16}$ ☐ $N_D=\dfrac{N_0(Po)}{4}$ ☐ $N_D=\dfrac{15N_0(Po)}{16}$.

b. La courbe ci-dessous représente les variations de $\ln\left(\dfrac{N_0(Po)}{N(Po)}\right)$ en fonction du temps.

A l'aide de cette courbe, déterminer en jour la demi-vie $t_{1/2}$.

c. Sachant que l'échantillon ne contient pas du plomb à t=0, déterminer en jour, l'instant t_1 pour lequel :

$\dfrac{N(Pb)}{N(Po)}=\dfrac{2}{5}$, où N(Pb) est le nombre de noyaux de plomb formés à cet instant.



EXERCICE 8 Examen SM 2011 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1u41bV5m8LB3iV67Cfa-dJNSMrpV4l0IK/view

Un réacteur nucléaire fonctionne avec l'uranium enrichie qui est constitué de $p=3\%$ de ^{235}U fissible et $p'=97\%$ de ^{238}U non fissible.

La production de l'énergie au sein de cette centrale nucléaire est basée sur la fission de l'uranium ^{235}U bombardé par des neutrons.

Donnés : $m\left(^{140}Xe\right)=139,8920\ u$; $m\left(^{94}Sr\right)=93,8945\ u$; $m\left(^{235}U\right)=234,9935\ u$; $m\left(^{1}_{0}n\right)=1,0087\ u$

$1MeV=1,6.10^{-13}J$; $1u=1,66.10^{-27}kg=931,5\ MeV.c^{-2}$.

Le noyau ^{235}U subit une fission selon l'équation : $^{1}_{0}n+^{235}_{92}U\rightarrow ^{94}_{z}Sr+^{140}_{54}Xe+x\,^{1}_{0}n$.

❶ Determiner x et z.

❷ Calculer en joule (J) l'énergie $|\Delta E_0|$ libérée par la fission de $m_0=1g$ de ^{235}U.

❸ Pour produire une quantité d'énergie électrique $W = 3,73.10^{16}\,J$, un réacteur nucléaire de rendement $r = 25\%$ consomme une masse m de l'uranium enrichi.

Exprimer m en fonction de W , $|\Delta E_0|$, m_0 , r et p . Calculer m .

❹ Dans ce réacteur nucléaire se trouve aussi une faible quantité du nucléide ^{234}U qui est radioactif α .

La mesure de l'activité radioactive, à l'instant t=0 , d'un échantillon de l'uranium $^{234}_{92}U$ a donné la valeur $a_0 = 5,4.10^{8}\,Bq$. Calculer la valeur de l'activité nucléaire de cet échantillon à l'instant $t = \frac{t_{1/2}}{4}$

EXERCICE 9 | Examen PC 2020 S.N | 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1YfSNvpOfIEcOhX5aGQk9xhYM7-B_zmCg/view

Le polonium est un métal radioactif rare découvert en 1898 par Pierre Curie. Ce métal de symbole Po et de numéro atomique 84 est radioactif. Le polonium 210 est le seul isotope que l'on trouve dans la nature. La désintégration d'un noyau de polonium 210 produit un noyau de plomb $^{A}_{Z}Pb$ avec émission d'une particule α.

Données :

- La demi-vie du polonium 210 : $t_{1/2} = 138$ jours ;
- $1u = 931,41\ MeV/c^2$; $1\ u = 1,66.10^{-27}$ kg.

1. Ecrire l'équation de désintégration du polonium 210 en déterminant A et Z.

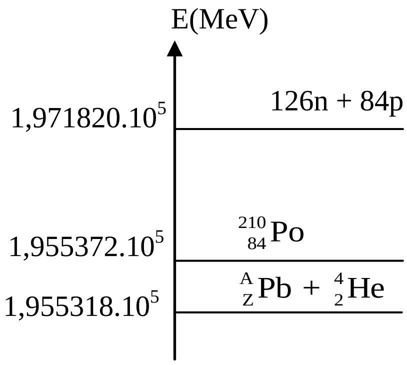
2. A l'aide du diagramme d'énergie représenté ci-contre, calculer :

2.1. l'énergie libérée E_{lib} lors de la désintégration d'un noyau de polonium 210.

2.2. le défaut de masse Δm du noyau de polonium 210 exprimé en kilogramme (kg).

3. Calculer, en s^{-1}, la constante radioactive λ du polonium 210.

4. Un échantillon de noyaux de polonium 210 a une activité $a_0 = 3,5.10^{11}\,Bq$ à un instant de date t = 0.



Déterminer, en jours, l'instant de date t_1 où l'activité de cet échantillon est: $a_1 = 3,7.10^{4}$ Bq.

EXERCICE 10 | Examen SM 2020 S.N | 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1JsKmGFomzB0RvPwEYfQ30LzeqJNQmwpX/view

La tomographie par émission de positrons , (dénommée PET « positron emission tomography »), est une technique d'imagerie médicale pratiquée en médecine nucléaire qui permet d'obtenir des images précises de quelques organes du corps en trois dimensions dans lesquels il pourrait y avoir des maladies comme le cancer . Parmi les substances radioactives utilisées on cite le fluor, l'oxygène, l'azote…

Dans cet exercice on utilise l'oxygène 15($^{15}_{8}O$) qui est l'un des isotopes de l'oxygène .

En PET, on détecte les molécules d'eau (présentes en grande quantité dans le cerveau) en utilisant de l'eau radioactive(eau marquée à l'oxygène 15($^{15}_{8}O$))que l'on injecte au sujet par voie intraveineuse.

L'oxygène 15 se désintègre en un noyau $^{A}_{Z}X$ avec émission d'un positron.

Données : - Constante d'Avogadro : $N_A = 6,022.10^{23}\,mol^{-1}$; $1u = 931,494\,MeV.c^{-2}$;

- Masse molaire de l'eau : $M = 18\,g.mol^{-1}$; Masse volumique de l'eau : $\rho = 1\,g.cm^{-3}$;
- Les masses : $m(^{A}_{Z}X) = 15,000109\,u$; $m(^{15}_{8}O) = 15,003066\,u$; $m(^{0}_{1}e) = 5,486.10^{-4}\,u$;
- La demi-vie de l'oxygène 15 : $t_{1/2} = 122\,s$.

1-Écrire l'équation de la réaction de désintégration du noyau d'oxygène15($^{15}_{8}O$) en déterminant A et Z.

2- Déterminer, en unité MeV, $|\Delta E|$ l'énergie libérée par un noyau d'oxygène 15.

3- En admettant que le volume d'une injection d'activité initiale $a_0 = 3,7.10^7\ Bq$ est $V = 5\,cm^3$, trouver la proportion de molécules d'eau marquées dans l'injection.

4-Pour poursuivre l'examen par PET, on suppose qu'il est nécessaire de procéder à une nouvelle injection lorsque l'activité $a(t_1)$ du noyau d'oxygène 15 restant à l'instant de date t_1 est de l'ordre de $0,15\%$ de l'activité initiale a_0 de l'injection à $t = 0$.

Justifier, par calcul, que l'on puisse faire une nouvelle injection au bout d'un temps proche de $t = 20\,min$.

EXERCICE 11 — Examen SM 2015 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1lVSUFJ147xMe2iENRQtZu-5LlRqYy4GU/view

Les réactions de fusion et de fission sont considérées parmi les réactions qui produisent une grande énergie qu'on peut exploiter dans divers domaines.

Données :
- $1MeV = 1,6022.10^{-13}\ J$
- $m(^1_1H) = 1,00728\,u$; $m(^4_2He) = 4,00151\,u$; $m(^0_1e) = 5,48579.10^{-4}\ u$.
- $1u = 931,494\,MeV.c^{-2} = 1,66054.10^{-27}\,kg$ - On prend la masse du soleil **:** $m_S = 2.10^{30}\,kg$.
- On considère que la masse de l'hydrogène ^1_1H représente 10% de la masse du soleil.

I -On donne dans le tableau ci-dessous les équations de quelques réactions nucléaires :

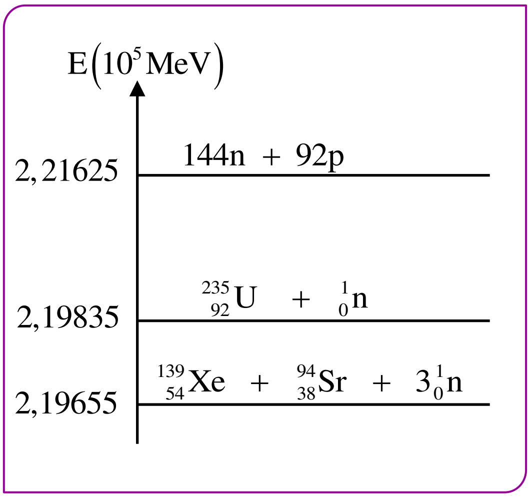
A	$^2_1H + ^3_1H \longrightarrow ^4_2He + ^1_0n$
B	$^{60}_{27}Co \longrightarrow ^{60}_{28}Ni + ^{0}_{-1}e$
C	$^{238}_{92}U \longrightarrow ^4_2He + ^{234}_{90}Th$
D	$^{235}_{92}U + ^1_0n \longrightarrow ^{139}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 3^1_0n$

❶Identifier, parmi ces équations, celle correspondant à la réaction de fusion.

❷En utilisant le diagramme d'énergie ci-contre, calculer :

a. L' énergie de liaison par nucléon du noyau $^{235}_{92}U$.

b. L'énergie $|\Delta E_0|$ produite par la réaction D.



II. l se produit dans le soleil des réactions nucléaires dues essentiellement à la transformation de l'hydrogène selon l'équation bilan : $4^1_1H \longrightarrow ^4_2He + 2^0_1e$

❶ Calculer, en joule, l'énergie $|\Delta E|$ produite par cette transformation.

❷Trouver, en ans, la durée nécessaire à la consommation de tout l'hydrogène présent dans le soleil, sachant que l'énergie libérée chaque année par le soleil selon cette transformation est $E_S = 10^{34}\,J$.

La partie de la physique unité 3

Le Dipôle RC

Le Dipôle RL

Oscillations libres dans un circuit RLC en série

Modulation d'Amplitude et Transmission d'information

Le Dipôle RC

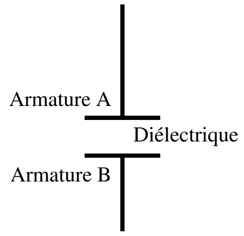
Résumé:6 | Niveaux:SM PC SVT

Dipôle RC : association série d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur de capacité C

1. Condensateur :

Description.

Un condensateur est un dipôle constitué de deux armatures métalliques parallèles, placées à des potentiels différents et séparées par un isolant ou un diélectrique.



Relation charge-tension.

La charge d'un condensateur, notée q, est liée à la tension U par la relation :

$\mathbf{q = C.U}$	Avec :	C : capacité du condensateur (F) q : charge du condensateur (C) U : tension (V)

Capacité d'un condensateur :

- Le coefficient de proportionnalité C est appelé capacité du condensateur.
- Son unité est le Farad (F)
- Autres unités du Farad

Millifarad	Microfarad	Nanofarad	Picofarad
$1mF=10^{-3}F$	$1\mu F=10^{-6}F$	$1nF=10^{-9}F$	$1pF=10^{-12}F$

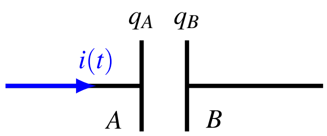
Expression de l'intensité.

Par définition, l'intensité du courant traversant un condensateur est la variation de la charge q au cours du temps.

En adoptant la convention réceptrice pour ce dipôle, on obtient :

Courant continu	Courant variable
$I = \frac{Q}{\Delta t}$	$i = \frac{dq}{dt}$ avec q=C.Uc d'où $i = C.\frac{dU_c}{dt}$

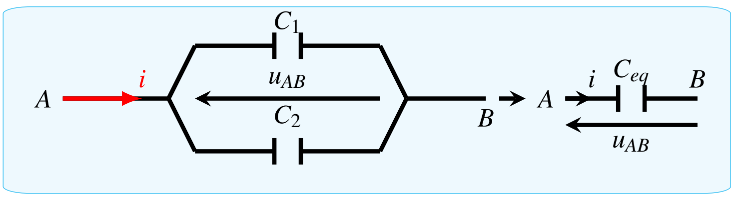
2. Sens conventionnel du courant :



Le sens positif (Conventionnel) du courant est toujours vers l'armature positive.

3. Association des condensateurs :

Association en parallèle



$$C = C_1 + C_2$$

La capacité équivalente C du condensateur équivalent de l'association en parallèle de deux condensateurs est égale à la somme de leurs capacités C_1 et C_2.

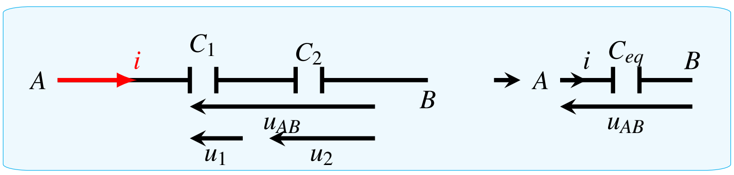
NB :

La capacité équivalente C de plusieurs condensateurs de capacités C_1, C_2, C_3 …C_n montés en parallèle, de capacité est la somme des capacités de chaque condensateur : $\mathbf{C = \sum C_i}$

Interet de l'association :

$\mathbf{C = C_1 + C_2}$: L'intérêt de l'association en parallèle des condensateurs est d'obtenir une capacité équivalente supérieure à la plus grande d'entre elles. $\mathbf{C > C_1}$ et $\mathbf{C > C_2}$

Association en série :



La capacité équivalente C du condensateur équivalent de l'association en série de deux condensateurs de capacités C_1 et C_2 est telle que

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2} \quad \text{et} \quad C=\frac{C_1.C_2}{C_1+C_2}$$

NB :

La capacité équivalente C du condensateur équivalent de l'association en série des condensateurs de capacités C_1, C_2, C_3 …C_n, montés en série, vérifie la relation : $\frac{1}{C}=\sum\frac{1}{C_i}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+\cdots\ldots+\frac{1}{C_n}$

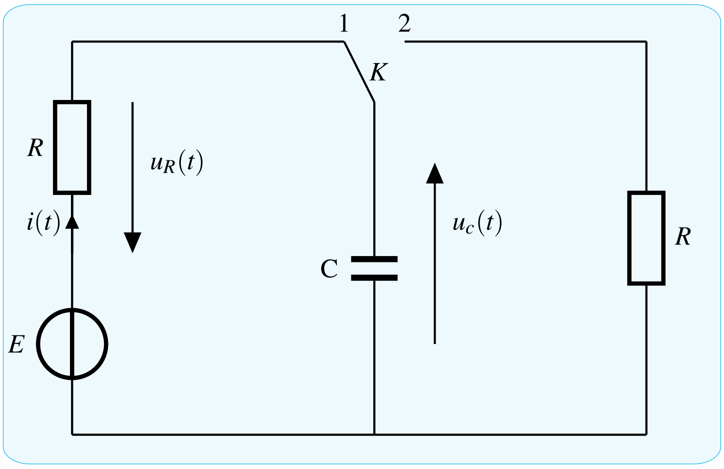
Interet de l'association :

$C=\frac{C_1.C_2}{C_1+C_2}$: L'intérêt de l'association en parallèle des condensateurs est d'obtenir une capacité équivalente inferieure à la plus petite d'entre elles. **$C < C_1$** et **$C < C_2$**

4. Charge d'un condensateur :

Montage de la charge :

Interrupteur K sur la position (1)



Equation différentielle :

En appliquant la loi d'additivité des tensions $U_R + U_C = E$ et les transitions $U_R = R.i = R.\frac{dq}{dt} = R.C.\frac{dU_c}{dt}$

On aboutit à l'équation différentielle vérifié par une variable donnée

Variable la tension du condensateur Uc: $\mathbf{U_c + R.C.\frac{dU_c}{dt} = E}$

Variable la charge q: $\frac{q}{C} + R.\frac{dq}{dt} = E$ Ou $\mathbf{q + R.C.\frac{dq}{dt} = E.C}$

Equation horaire :

On montre , en mathématique , que la solution de cette équation différentielle est : $u_C(t)=Ae^{-\alpha t}+B$

telle que A , B et α des constantes que peut les déterminer

- **Détermination de A et B**

En portant cette solution dans l'équation différentielle , on détermine la constante α et la constante B .

$$R\ C\frac{du_C}{dt}+u_C=E \Leftrightarrow R\ C(-\alpha Ae^{-\alpha t})+Ae^{-\alpha t}+B=E$$

$$\Leftrightarrow Ae^{-\alpha t}(1-R\ C\alpha)+B=E$$

d'où

$$1-R\ C\alpha=0 \Longrightarrow \alpha=\frac{1}{R\ C}$$

$$B=E$$

donc la solution peut s'écrire sous la forme suivante : $u_C(t)=Ae^{-\frac{t}{R_1C}}+E$

- **Les conditions initiales**

En considérant les conditions initiales à l'instant $t=0$ on a $u_C(0)=0$ on détermine A car $u_C(t)$ est une fonction continue à chaque instant t du fonctionnement du condensateur parmi eux la date t=0 :

$u_C(t=0^+)=u_C(t=0^-)=0 \Longrightarrow u_C(0)=A+E \Longrightarrow A=-E$ Donc la solution s'écrit : $\boxed{u_C(t)=E\left(1-e^{-t/\tau}\right)}$

avec $\tau=R\ C$ qu'on l'appelle la constante du temps du dipôle RC

NB :

Souvent la solution est $Uc(t) = A.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ dont la dérivée première est $\frac{dUc(t)}{dt} = A.\left(-\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}} = A.\left(\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{A}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}}$

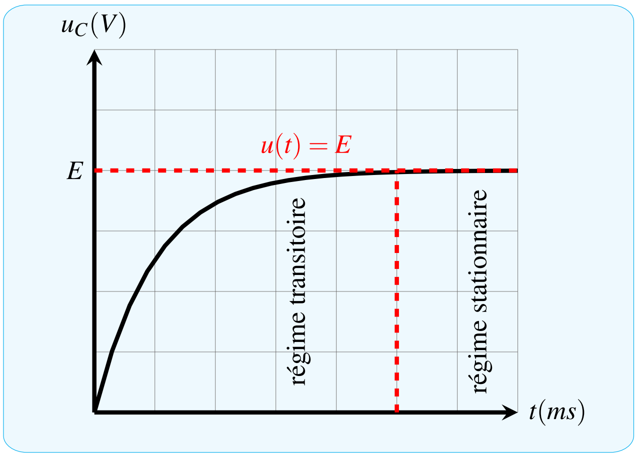
La representation de $u_C = f(t)$:

Mathématiquement la courbe qui représente $u_C = f(t)$ est la suivante tel que à $t = 0$ on a $u_C(0) = 0$ et quand $t \longmapsto \infty$ on a $u_c = E$, pratiquement on considère $t > 5\tau$ on a $u_C(\infty) = E$

La courbe présente deux régime :

Un régime transitoire : la tension $u_c(t)$ varie au cours du temps .

Un régime stationnaire ou régime permanent où $u_C(t)$ reste constante et égale à E



Dètermanition de la constante du temps τ :

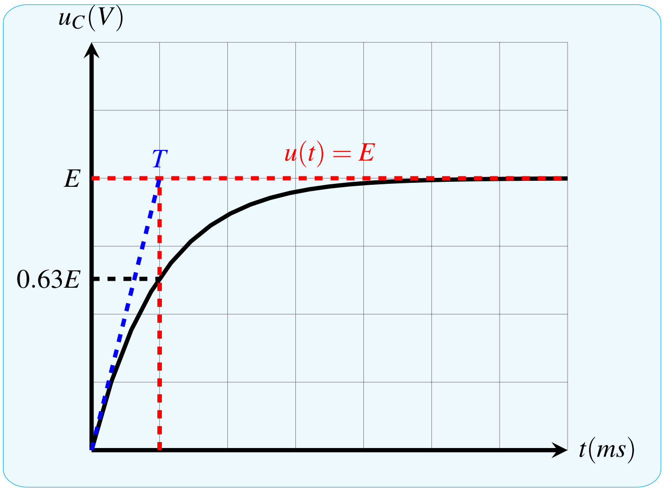
Première méthode :

On utilise la solution de l'équation différentielle :

$$u_C(t = \tau) = E(1 - e^{-1}) = 0,63E$$

τ est l'abscisse qui correspond à l'ordonnée $0,63E$

Deuxième méthode : utilisation de la tangente à la courbe à l'instant t=0 .



Unité de la constante du temps τ :

D'après l'équation des dimensions , on a $[\tau] = [R].[C]$

d'autre part $[R] = \dfrac{[U]}{[I]}$ et $[C] = \dfrac{[I]}{[U]}.[t]$ donc $\boxed{[\tau] = [t]}$

La grandeur τ a une dimension temporelle , son unité dans SI est le seconde (s) .

Expression de l'intensité du courant de chrage $i(t)$:

On sait que l'intensité du courant de charge : $i(t) = C\dfrac{du_C}{dt}$ tel que

$\dfrac{du_C}{dt} = \dfrac{E}{R_1C}e^{-t/\tau}$

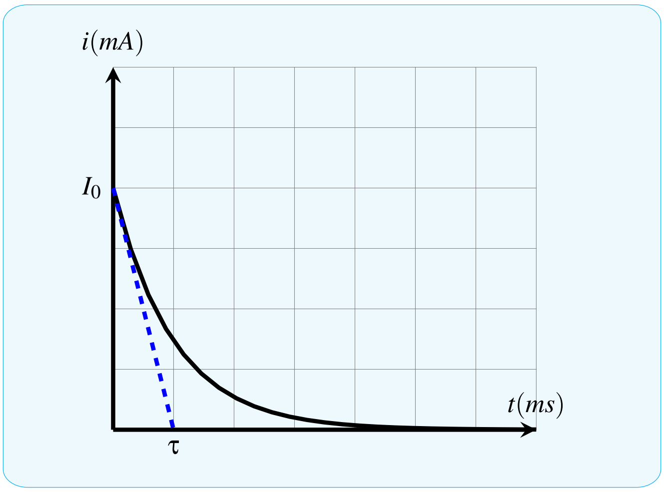
donc :

$$i(t) = \frac{CE}{R_1C}.e^{-t/\tau}$$

$$\boxed{i(t) = \frac{E}{R_1}e^{-t/\tau}}$$

tel que E/R_1 représente l'intensité de courant à l'instant $t = 0$ c'est à dire à $t = 0$ on a $u_C = 0$ donc $E = R_1.I_0$ i.e $I_0 = \dfrac{E}{R_1}$

$$\boxed{i(t) = I_0e^{-t/\tau}}$$



5. Décharge d'un condensateur :

Montage de la charge :

Interrupteur K sur la position (2)

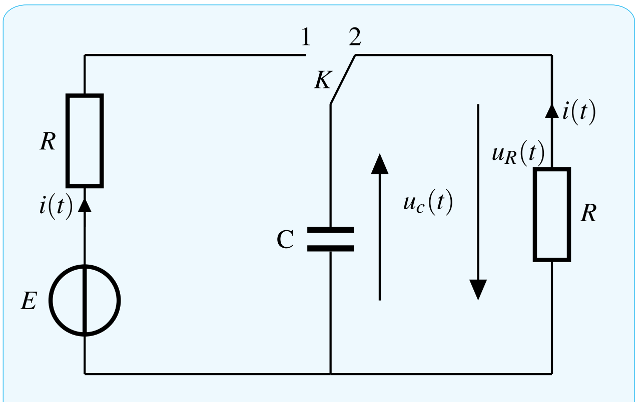


figure 4

Equation différentielle :

En appliquant la loi d'additivité des tensions $U_R + U_C = 0$ et les transitions

$$U_R = R.i = R.\frac{dq}{dt} = R.C.\frac{dU_c}{dt}$$

On aboutit à l'équation différentielle vérifié par une variable donnée

Variable Uc:

$$U_c + R.C.\frac{dU_c}{dt} = 0$$

Variable q:

$$\frac{q}{C} + R.\frac{dq}{dt} = 0 \quad \text{Ou} \quad q + R.C.\frac{dq}{dt} = 0$$

Equation horaire :

On considère Uc(t) comme variable et la solution de l'équation différentielle $\mathbf{Uc(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + B}$

- Pour déterminer les constantes **A ,B et τ** , on remplace la solution et sa dérivée première dans l'équation différentielle

$Uc(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + B$ et $\frac{dUc(t)}{dt} = \mathbf{A.\left(-\frac{1}{\tau}\right).e^{-\frac{t}{\tau}} = -\frac{A}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}}}$ $U_c + R.C.\frac{dU_c}{dt} = 0$: équation différentielle vérifiée par Uc

$A.e^{-\frac{t}{\tau}} + B + R.C.\left(-\frac{A}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = 0$ et $A.e^{-\frac{t}{\tau}} + B - R.C.A.\frac{1}{\tau}.e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$ donc $\mathbf{A.e^{-\frac{t}{\tau}}\left(1 - R.C.\frac{1}{\tau}\right) + B = 0}$

Par Egalité de deux fonctions polynomiales, l'équation est exacte si : **B = 0** et $\mathbf{(1 - R.C.\frac{1}{\tau}) = 0}$ d'où **τ=R.C**

- Déterminer la constante **A** par les conditions initiales :

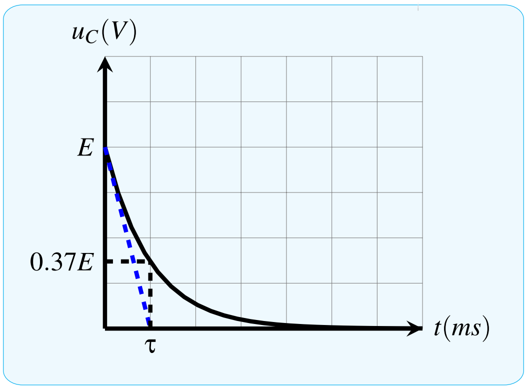
à t=0 la tension Uc(0)= E , on remplace dans l'équation horaire et on obtient : $\mathbf{Uc(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + B}$

E = A.e^0 + B = A + B , E=A + B et A= E vu que B=0

Conclusion : A=E , B=0 et τ = R.C alors $\mathbf{Uc(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + B = E.e^{-\frac{t}{\tau}} + 0 = E.e^{-\frac{t}{\tau}}}$

La representation de $u_C = f(t)$:

Mathématiquement la courbe qui représente $u_C = f(t)$ est la suivante tel que à $t = 0$ on a $u_C(0) = E$ et quand $t \longmapsto \infty$ on a $u_c = 0$, pratiquement on considère $t > 5\tau$ on a $u_C(\infty) = 0$



Dètermanition de la constante du temps τ :

Première méthode :

On utilise la solution de l'équation $u_C(V)$ différentielle :

$u_C(t = \tau) = Ee^{-1}) = 0,37E$

Deuxième méthode : utilisation de la tangente à la courbe à l'instant t=0 . On a :

Expression de l'intensité du courant de chrage $i(t)$:

On a $u_C(t) = Ee^{-t/\tau}$

d'après la loi d'additivité des tensions : $u_R = -u_C(t)$ i.e : $u_R(t) = -Ee^{-t/\tau}$ et puisque $u_R = Ri(t)$ c'est à dire $i(t) = -\frac{E}{R}e^{-t/\tau}$

5.Energie électrique stockée dans un condensateur.

L'énergie électrique stockée par un condensateur est :

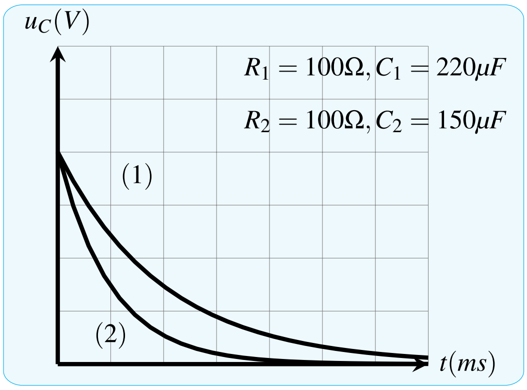
$$\boxed{\mathscr{E}_e = \frac{1}{2}C.u_C^2 = \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C}}$$

E_e s'exprime en joule (J) avec C en farad (F), u_C en volt (V) et q en coulomb (C) .

6. L'influence de τ sur la durée de la décharge

f. l'influence de sur la durée de la décharge

On suppose que $\tau_1 > \tau_2$, on obtient la représentation graphique suivante : Quelle est l'influence de τ sur la décharge du condensateur dans le dipôle RC



NB :

- τ = R.C : Constante de temps et est homogène à un temps
- Conditions initiales (à t=0) :

Charge d'un condensateur :	**Uc(0) = 0** ,	**q(0) = 0** ,	$I(0) = I_0 = \frac{E}{R}$
Décharge d'un condensateur :	**Uc(0) = E** ,	**q(0) = C.E** ,	$I(0) = -I_0 = -\frac{E}{R}$

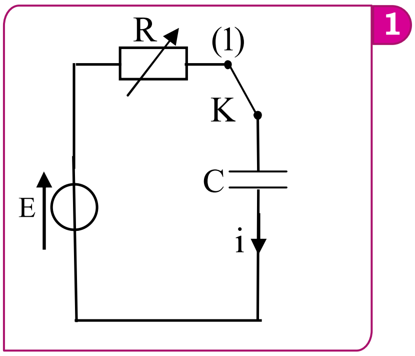
EXERCICE 1 Examen PC 2017 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1qhXJlwtX05uvhYflYSWJIDlYqIZc3wcc/view

Un professeur de physique se propose dans un premier temps, d'étudier l'influence de la résistance d'un conducteur ohmique sur la constante de temps au cours de la charge d'un condensateur,

Pour cela, il demande à ses élèves de réaliser le montage schématisé sur la figure 1 constitué de :

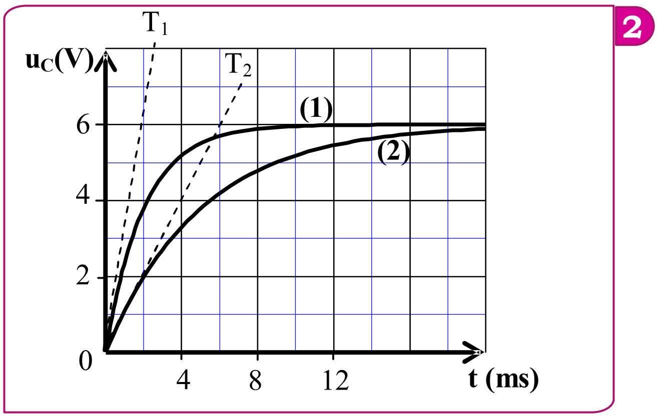
- Un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- Un conducteur ohmique de résistance R réglable;
- Un condensateur de capacité C ;
- Un interrupteur K



Un élève a mis l'interrupteur K sur la position 1 à un instant t=0 considéré comme origine des dates.

Les deux courbes (1) et (2) de la figure 2 représentent respectivement les évolutions temporelles de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur pour $R_1 = 20\,\Omega$ et R_2.

T_1 et T_2 sont les tangentes aux courbes (1) et (2) à t=0.



1.1- Reproduire le schéma de la figure 1 et indiquer comment est branché un système d'acquisition informatisé pour visualiser la tension $u_C(t)$.

1.2-Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$.

1.3- La solution de cette équation différentielle est $u_C(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. Trouver en fonction des paramètres du circuit, les expressions de A et de τ.

1.4- En exploitant les courbes (1) et (2), déterminer la valeur de la capacité C du condensateur et celle de la résistance R_2.

1.5- Déduire comment influe la résistance sur la constante de temps.

EXERCICE 2 Examen SVT 2016 S.N 20 min

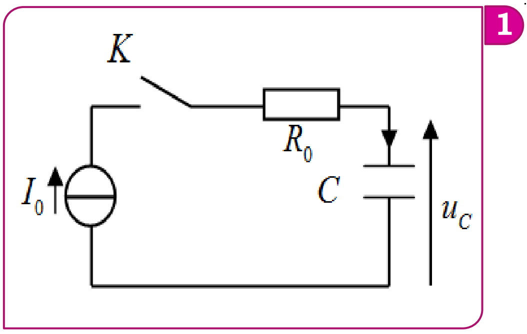
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1sZRUHh9WdTJ7sr57JhCHlK4iAaou6lM9/view

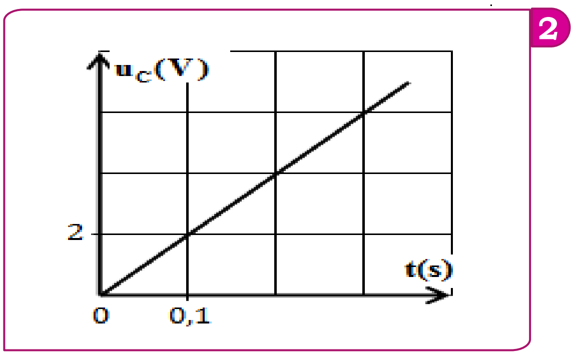
1. Etude de la charge d'un condensateur par un générateur idéal du courant

Pour étudier la charge du condensateur, le professeur réalise le montage de la figure (1) constitué des éléments suivants:

- un générateur idéal de courant qui alimente le circuit par un courant électrique d'intensité constante $I_0 = 2.10^{-5}\,A$;
- un conducteur ohmique de résistance R_0 ;
- un condensateur de capacité C;
- un interrupteur K.

À $t_0 = 0$, le professeur ferme l'interrupteur K et suit à l'aide d'un dispositif convenable, les variations de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur. La figure (2) représente la courbe obtenue.



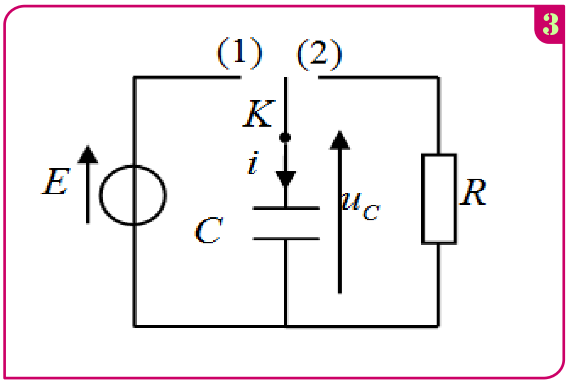


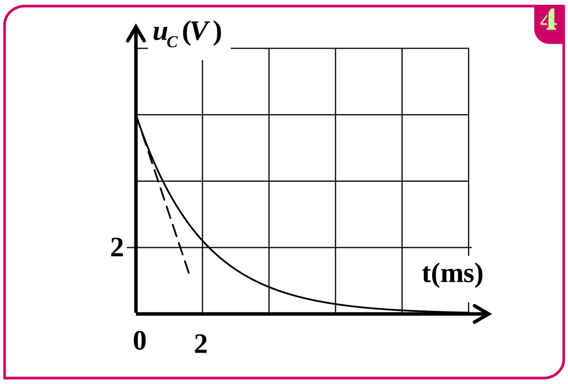
1.1. En exploitant la courbe, déterminer l'expression de la tension $u_C(t)$.
1.2. Montrer que $C = 1\,\mu F$.

2. Etude de la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension descendant

Pour s'assurer de la valeur de la capacité C trouvée précédemment, le professeur réalise le montage de la figure (3) constitué des éléments suivants :
- un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 2.10^3\,\Omega$;
- le condensateur précédent de capacité C;
- un interrupteur K à double position.

Le professeur charge totalement le condensateur en plaçant l'interrupteur en position (1), et puis il le bascule en position (2) à l'instant $t_0 = 0$. Il suit à l'aide d'un dispositif convenable les variations de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur. La figure (4) représente la courbe obtenue.

3


4


2.1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ au cours de la décharge du condensateur.

2.2. La solution de cette équation différentielle est de la forme $u_C(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}}$. Déterminer les expressions de A et τ en fonction des paramètres du circuit.

EXERCICE 3 Examen PC 2016 S.N 20 *min*

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1EbfhF7kk03hQCzG-RzAUliqXhq2pDRlY/view

On réalise le circuit électrique schématisé sur la figure 1 qui comporte :
- un générateur de tension de f.e.m. E ;
- deux conducteurs ohmiques de résistance $r = 20\Omega$ et R ;
- un condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- un interrupteur K à double position.

A un instant de date $t = 0$, on place l'interrupteur K en position (1). Un système d'acquisition informatisé permet de tracer la courbe d'évolution de la tension $u_C(t)$. La droite (T) représente la tangente à la courbe à la date t=0. (figure 2)

❶ Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$.

❷ Trouver les expressions de A et de τ, pour que $u_c(t) = A.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ soit solution de cette équation différentielle.

❸ L'intensité du courant électrique s'écrit sous forme $i(t)=I_0.e^{-\frac{t}{\tau}}$.

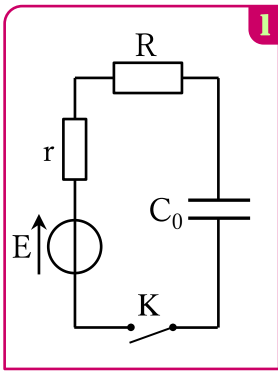
Trouver l'expression de I_0 en fonction de E, r et R.

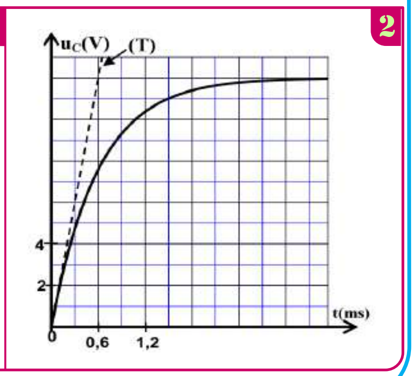
❹ En exploitant la courbe de la figure 2 :

a. Trouver la valeur de la résistance R sachant que $I_0 = 0,20$ A.

b. Déterminer la valeur de τ.

c. Vérifier que la capacité du condensateur est $C = 10\mu F$.

1


2


EXERCICE 4 Examen PC 2018 S.N 20 min

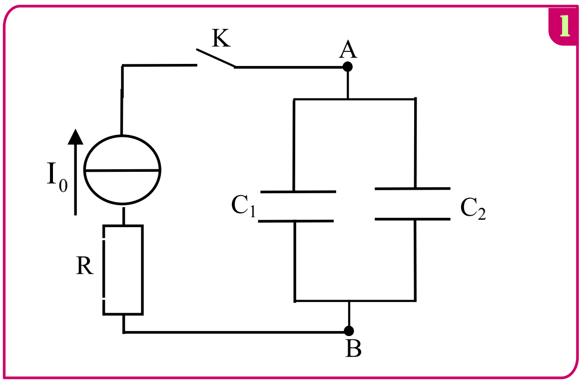
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1V-IMg8I_qOEejj2Qy2c352ImZ77eAtcC/view

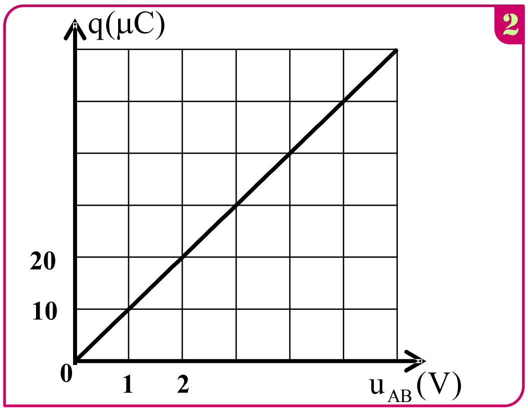
1. En utilisant un générateur de courant

Un premier groupe d'élèves d'une classe réalise, sous les directives du professeur, le montage expérimental de la figure 1 (page suivante) constitué des éléments suivants:

- un générateur idéal de courant qui alimente le circuit par un courant électrique d'intensité I_0;
- un conducteur ohmique de résistance R ;
- deux condensateurs (c_1) et (c_2) montés en parallèle, respectivement de capacités $C_1 = 7{,}5\,\mu F$ et C_2 inconnue ;
- un interrupteur K.

À l'instant $t_0 = 0$, un élève ferme le circuit. A l'aide d'un système d'acquisition informatisé, le groupe d'élèves obtient la courbe des variations de la charge q du condensateur équivalent à l'association des deux condensateurs (c_1) et (c_2) en fonction de la tension u_{AB} (figure 2).





❶ Quel est l'intérêt de monter des condensateurs en parallèle ?

❷ En exploitant la courbe de la figure 2, déterminer la valeur de la capacité C_{eq} du condensateur équivalent aux deux condensateurs (c_1) et (c_2) .

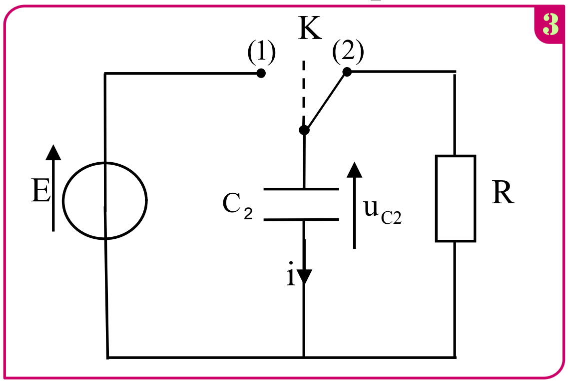
❸ En déduire la valeur de la capacité C_2 .

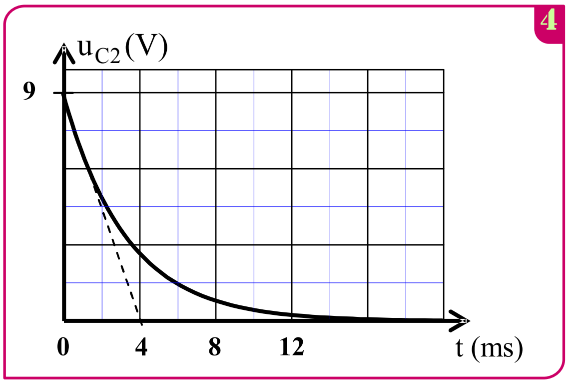
2. En étudiant la réponse du dipôle RC à un échelon de tension

Un deuxième groupe d'élèves de la même classe réalise le montage représenté par la figure 3 constitué par :

- Un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- Un conducteur ohmique de résistance $R = 1600\,\Omega$; - Le condensateur précédent de capacité C_2 ;
- Un interrupteur K à double position.

Après avoir chargé totalement le condensateur, un élève bascule l'interrupteur K sur la position (2) à l'instant $t_0 = 0$. A l'aide d'un système d'acquisition informatisé, le groupe d'élèves obtient la courbe des variations de la tension $u_{C_2}(t)$ aux bornes du condensateur (figure 4).





❹ Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{C_2}(t)$ au cours de la décharge du condensateur.

❺ La solution de cette équation différentielle est de la forme $u_{C2}(t) = E.e^{-\frac{t}{\tau}}$. Trouver l'expression de la constante de temps τ en fonction de R et C_2 .

❻ Déterminer de nouveau la valeur de la capacité C_2 .

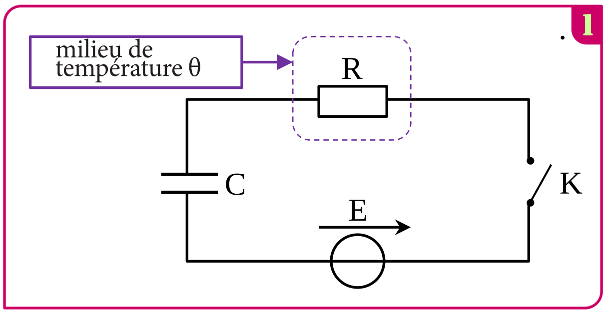
EXERCICE 5 Examen PC 2015 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1bKSo2KOZLJ4IMgDjDO6czp2mTJsbtUKA/view

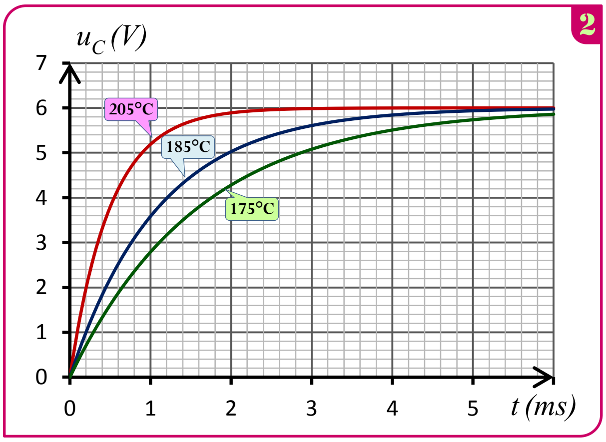
Les thérmomètres électroniques permettent le repérage des hautes températures non repérables à l'aide des thérmomètres à mercure ou à alcool. Le fonctionnent de certains de ces thérmomètres utilise le comportement du circuit RC soumis à un échelon de tension ascendant, où R est la résistance d'une thermistance.

Pour établir la relation entre la résistance R et la température θ, une enseignante réalise le montage expérimental représenté sur la figure 1, et constitué de :

- Un condensateur de capacité C = 1,5 μF ;
- Une sonde thermique, sous forme d'une thérmistance de résistance variable avec θ;
- Interrupteur K ;
- Générateur idéal de tension de f.é.m. E = 6 V ;
- Interface informatique permettant de suivre l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps.



Après immersion de la sonde thermique dans un milieu de température θ ajustable et fermeture de l'interrupteur, l'enseignante charge le condensateur à différentes température. Les courbes de la figure 2 résument les résultats obtenus.



❶Recopier, sur la copie de rédaction, le montage de la figure 1, et représenter dessus la tension u_C (t) aux bornes du condensateur, et u_R (t) aux bornes de la sonde thermique, en convension récepteur.

❷Etablir l'équation différentielle vérifiée par u_C (t).

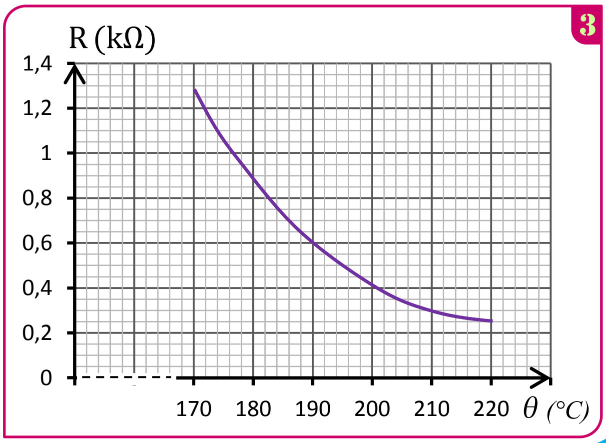
❸La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme : $u_C(t) = A + B.e^{-\frac{t}{\tau}}$

Trouver les constantes A et B.

❹Déterminer la constante de temps τ_1 à la température θ_1 = 205 °C, puis en déduire l'influence d'une élévation de température sur la durée de charge du condensateur.

❺Pour mesurer la température θ_2 d'un four électrique, l'enseignante pose la sonde précédente dans le four, puis elle détermine, par utilisation du même montage précédent (Figure 1), la constante de temps τ_2. Elle trouve comme valeur : τ_2 = 0,45 ms.

La courbe de la figure 3 représente les variations de la résistance R de la sonde thermique en fonction de la température θ. Déterminer la valeur de la température θ_2 à l'intérieur du four électrique.



EXERCICE 6 Examen PC 2011 S.N 20 min

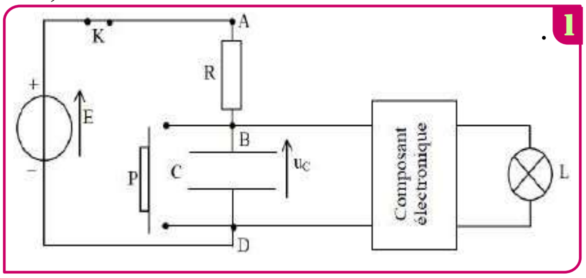
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1WPPnwd-da4-gxfJ5SV8Eky5C_enwGE82/view

La minuterie est utilisée pour contrôler la consommation d'énergie dans les immeubles. C'est un appareil qui permet d'éteindre automatiquement les lampes des escaliers et couloirs après une durée préalablement ajustable.

On vise à étudier le principe de fonctionnement d'une minuterie.

La figure 1, représente une partie d'un circuit simplifié d'une minuterie, constitué de :

- Ungénérateur idéal de tension, de force électromotrice E ;
- Un interrupteur K ;
- Un conducteur ohmique de résistance R ;
- Un condensateur de capacité C ;
- Un bouton poussoir P qui joue le rôle d'un interrupteur. (Il est fermé seulement quand on appuie dessus).



- Un composant électronique qui permet l'allumage de la lampe L tant que la tension u_C aux bornes du condensateur est inférieure ou égale à une tension limite U_S. On admet que l'intensité du courant électrique à l'entrée du composant électronique reste nulle à tout instant.

1-Étude du circuit RC :

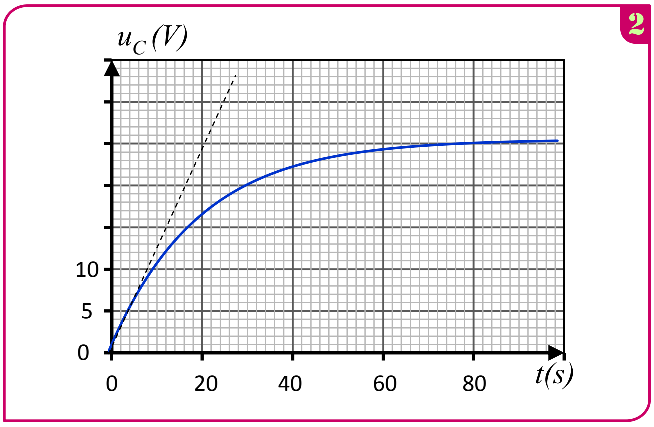
A l'instant initial (t = 0 s), le condensateur est déchargé. On ferme l'interrupteur K, le bouton poussoir P est relâché (Figure 1), le condensateur se charge progressivement à l'aide du générateur. On visualise l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur à l'aide d'une interface informatique convenable.

❶ Montrer que la tension u_C vérifie l'équation différentielle : $u_C + RC\frac{du_C}{dt} = E$.

❷ Déterminer les expressions de A et τ, pour que l'équation horaire : $u_C(t) = A.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ soit solution de l'équation différentielle précédente.

❸ A l'aide d'une analyse dimensionnelle, montrer que τ est homogène à un temps.

❹ La figure 2, représente les variations de $u_C(t)$.



Déterminer graphiquement les valeurs de A et τ, et déduire la valeur de la résistance R, sachant que la capacité du condensateur est : C = 220 μF.

2-Détermination de la durée de fonctionnement de la minuterie:

La durée nécessaire pour qu'un habitant d'un l'immeuble arrive à la porte de sa maison est $\Delta t = 80$ s.

❺ Soit t_S la date à laquelle la tension u_C atteint la valeur limite U_S, exprimer t_S en fonction de E, τ et U_S.

❻ Sachant que U_S = 15 V, montrer que la lampe L s'éteint avant que l'habitant de l'immeuble n'arrive chez soi.

❼ Déterminer la valeur limite R_S de la résistance du conducteur ohmique qui permettra à l'habitant d'arriver chez soi avant que la lampe s'éteigne. considère que les valeurs de C, E et U_S n'ont pas changé).

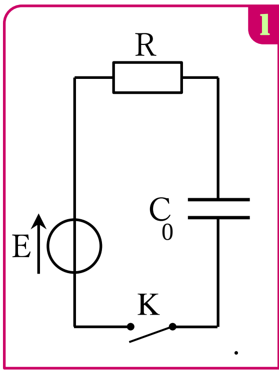
EXERCICE 7 — Examen PC 2010 S.N — 20 min

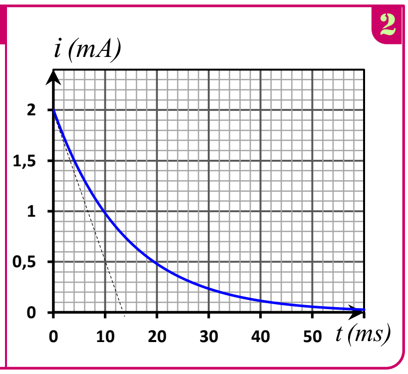
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1Yl-_U34RD6OWhx-zUWV8isIoxrgx1Eto/view

Les conducteurs ohmiques, les condensateurs et les bobines sont utilisés dans le montage de différents appareils électroniques

Le montage représenté dans la figure 1 se compose de :

- Un générateur idéal de tension de f.é.m. $E = 9V$;
- Un conducteur ohmique de résistance R ;
- Un condensateur de capacité C_0 ;
- Un interrupteur K.





On ferme l'interrupteur à l'instant t = 0, le circuit est désormais traversé par un courant d'intensité i variable en fonction du temps comme l'indique le graphe de la figure 2. (La droite (T) représente la tangente à la courbe à l'origine des temps)

❶ Recopier sur votre copie le schéma du montage, et représenter dessus, en convention récepteur :

- La tension u_C aux bornes du condensateur ;
- La tension u_R aux bornes du conducteur ohmique.

❷ Montrer sur le montage précédent, comment faut-il brancher un oscilloscope à mémoire pour visualiser la tension u_C.

❸ Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge du condensateur q(t).

❹ La solution de cette équation s'écrit sous la forme : $q(t) = A(1 - e^{-\alpha.t})$

Déterminer les expressions de A et de α.

❺ Montrer que l'expression de l'intensité du courant circulant dans le circuit s'écrit sous la forme : $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$, où τ est une constante qu'il faut exprimer en fonction de R et C_0.

❻ Montrer, par analyse dimentionnelle, que τ est homogène à un temps.

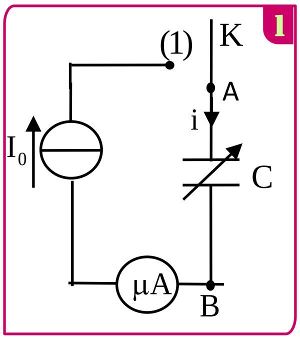
❼ En utilisant le graphe i = f(t), déterminer la résistance R et la capacite C_0.

EXERCICE 8 — Examen SM 2021 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/14Q2KrKocC4f3KYY9tAu1jbgj8Wa487KM/view

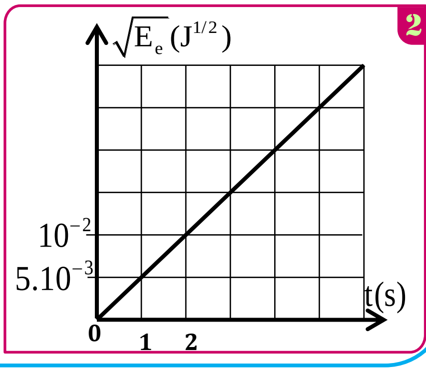
On réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 1. Ce montage comprend:

- un générateur idéal de courant ;
- un condensateur de capacité C variable, initialement non chargé ;
- un microampèremètre ;
- un interrupteur K .



On ajuste la capacité du condensateur sur une valeur C_0 .

On place l'interrupteur K en position (1) à un instant de date $t=0$ .Le microampèremètre indique $I_0 = 10\,\mu A$. Un système de saisie informatique convenable permet d'avoir le graphe de la figure 2 représentant $\sqrt{E_e} = f(t)$ avec E_e étant l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à un instant t.



1-1- Donner l'expression de l'énergie emmagasinée dans le condensateur en fonction de sa charge q et de sa capacité C_0

1-2-Montrer que $C_0 = 2\,\mu F$.

EXERCICE 9 — Examen SM 2017 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/10kpaFlycz6rr-nBlfrsNSqSCi9aHII7Y/view

Le condensateur, le conducteur ohmique et la bobine sont utilisés dans les circuits de divers montages électriques tels les circuits intégrés, les amplificateurs, les appareils d'émission et de réception...

Cet exercice vise l'étude de:

-la charge d'un condensateur et sa décharge dans un conducteur ohmique puis dans une bobine.

-la réception d'une onde électromagnétique.

On prendra : $\pi = \sqrt{10}$.

1-Charge d'un condensateur et sa décharge dans un conducteur ohmique :

On réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 1.

Ce montage comprend:

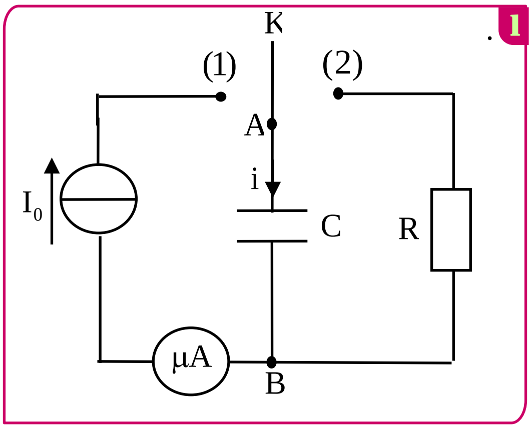
-un générateur idéal de courant ;

-un conducteur ohmique de résistance R ;

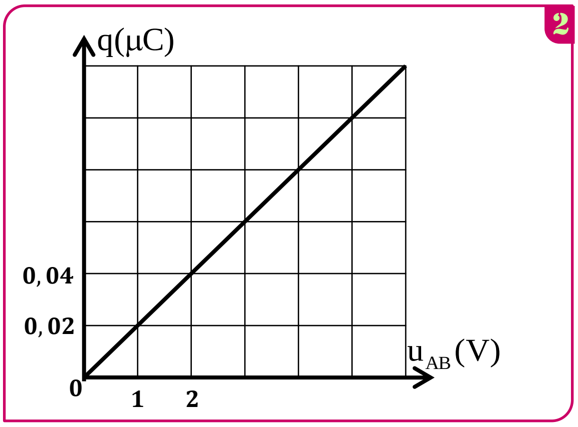
-un condensateur de capacité C , initialement non chargé ;

-un microampèremètre ;

-un interrupteur K .



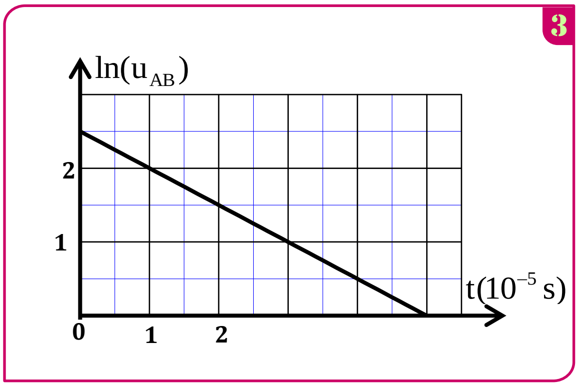
On place l'interrupteur K en position (1) à un instant de date $t=0$. Le microampèremètre indique $I_0 = 0{,}1\mu A$. Un système de saisie informatique convenable permet d'obtenir la courbe représentant les variations de la charge q du condensateur en fonction de la tension u_{AB} entre ses bornes(figure 2).



1-1-Montrer que la capacité C du condensateur est $C = 20\,nF$.

1-2-Déterminer la durée nécessaire pour que la tension aux bornes du condensateur prenne la valeur $u_{AB} = 6V$.

1-3-Lorsque la tension aux bornes du condensateur prend la valeur $u_{AB} = U_0$, on place l'interrupteur K en position (2) à un instant choisi comme une nouvelle origine des dates $(t=0)$ .La courbe de la figure 3 représente les variations de $\ln(u_{AB})$ en fonction du temps (u_{AB} est exprimée en V) .



1-3-1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_{AB}(t)$.

1-3-2- Sachant que la solution de l'équation différentielle est de la forme : $u_{AB}(t) = U_0 e^{-\alpha t}$ où α est une constante positive. Trouver la valeur de U_0 et celle de R .

1-3-3- Déterminer la date t_1 où l'énergie emmagasinée par le condensateur est égale à 37% de sa valeur à $t=0$.

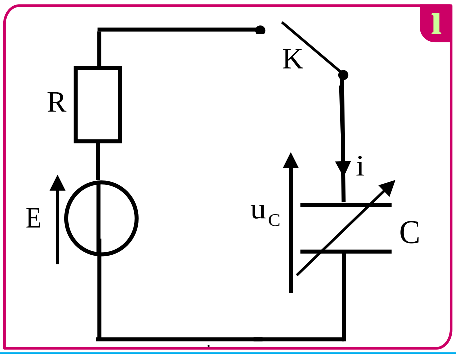
EXERCICE 10 — Examen SM 2020 S.R — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1Xr_bwDNvjwlGwVV9Tl7a0ERCZi19lHo5/view

1-Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ascendant

On réalise le montage représenté sur la figure 1 comportant :

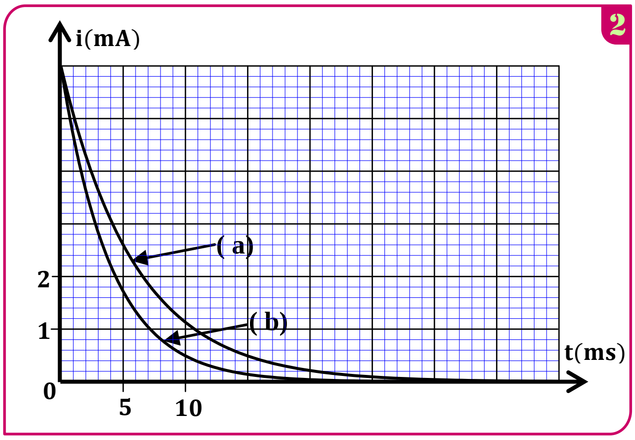
- un générateur idéal de tension de f.e .m. E
- un condensateur de capacité C variable initialement déchargé ;
- un conducteur ohmique de résistance R ;
- un interrupteur K.



1-1-On ajuste la capacité du condensateur sur une valeur C et on place l'interrupteur, à la date t=0, en position (1).

1-1-1-Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t)$.

1-1-2- La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme $i(t)=A.e^{-\frac{t}{\tau}}$ avec A une constante et τ la constante de temps du dipôle RC.
Exprimer i(t) en fonction des paramètres du circuit et de t.



1-2- Les courbes (a) et (b) de la figure 2 représentent l'évolution de l'intensité $i(t)$ du courant lorsqu'on ajuste la capacité du condensateur sur une valeur C_1 puis sur une valeur C_2 avec $C_2 > C_1$.

1-2-1-Indiquer, en justifiant votre réponse, la courbe correspondant à la capacité C_1.

1-2-2- Montrer que $i \simeq 2,2\,mA$ pour $t=\tau$.

1-2-3-La capacité du condensateur équivalent à un condensateur de capacité C_1 monté en parallèle avec un condensateur de capacité C_2 est $C_e = 10\,\mu F$. Montrer que $C_1 = 4\,\mu F$.

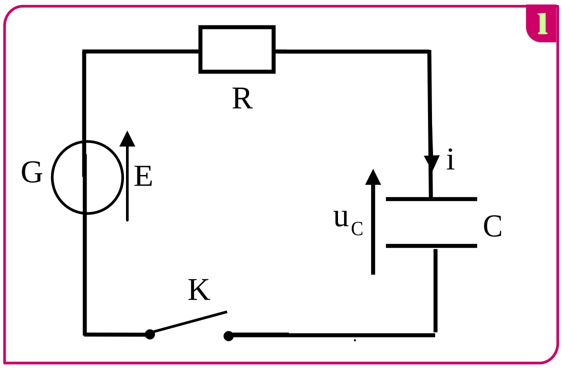
1-2-4- Déterminer la valeur de R et celle de E.

EXERCICE 11 Examen SM 2018 S.N **20 min**

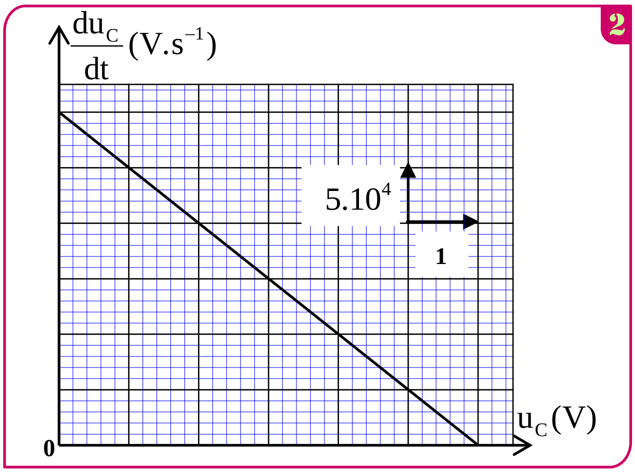
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1WpT3RN0AzFqbTvldXbclcf98lmxcp6ve/view

On réalise le montage représenté sur le schéma de la figure1. Ce montage comporte :
- un générateur de tension G de force électromotrice E ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 2\,k\Omega$;
- un condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- un interrupteur K .

A l'instant t=0 on ferme K. On note u_C la tension aux bornes du condensateur.



La courbe de la figure2 représente les variations de $\frac{du_C}{dt}$ en fonction de u_C.



❶Etablir l'équation différentielle vérifiée par u_C.

❷Déterminer la valeur de E et vérifier que $C = 10\,nF$

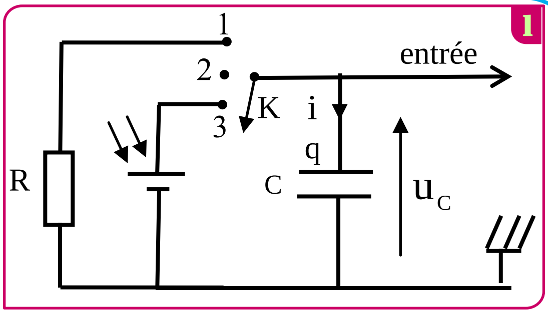
❸On définit le rendement énergétique de la charge du condensateur par $\rho = \frac{E_e}{E_g}$ avec E_e l'énergie emmagasinée par le condensateur jusqu'au régime permanent et $E_g = C.E^2$ l'énergie fournie par le générateur G. Déterminer la valeur de ρ.

EXERCICE 12 Examen SM 2013 S.N **20 min**

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/13WeSEGEjCm9P3n4VLaUishw_6eeB4SWC/view

Pour comparer l'évolution de la tension aux bornes du condensateur au cours de sa charge à l'aide d'un panneau solaire et à l'aide d'un échelon de tension ascendant , Zakaryae chriki et Myriam ont réalisé les deux expériences suivantes :

1. Charge d'un condensateur au moyen d'un panneau solaire

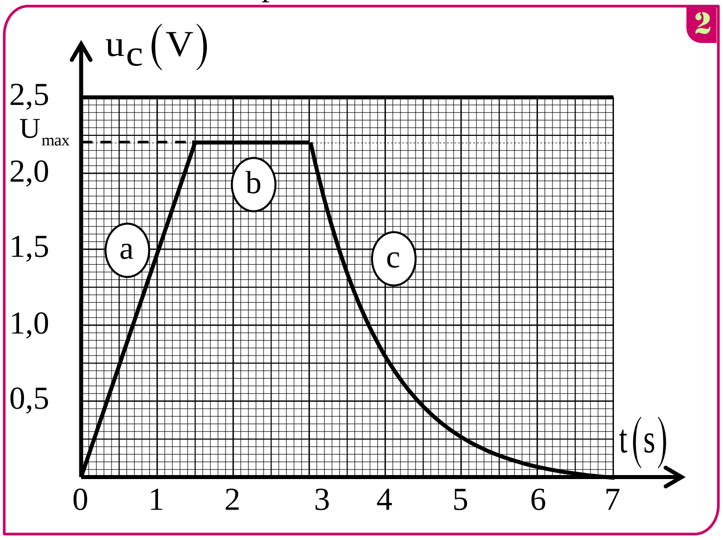


Le panneau solaire se comporte, lorsqu'il est exposé au soleil, comme un générateur donnant un courant d'intensité constante $i = I_0$ tant que la tension entre ses bornes est inferieure à une tension maximale $u_{max} = 2,25\,V$.

Myriam a réalisé le montage représenté dans la figure 1, comportant un panneau solaire et un condensateur de capacité $C = 0,10F$ et un conducteur ohmique de résistance $R = 10\Omega$ et un interrupteur K.

A l'aide d'un dispositif d'acquisition, Myriam a visualisé la tension u_C aux bornes du condensateur en basculant l'interrupteur trois fois successives ;

Elle obtient le graphe représentée dans la figure 2 qui comprend trois parties (a),(b) et (c) selon la position de l'interrupteur .



1.1- Associer chacune des parties du graphe à la position correspondant de L'interrupteur K.

Déduire, en exploitant le graphe, la valeur de l'intensité I_0 au cours de la charge.

1.2- Trouver l'expression de l'équation différentielle vérifiée par la charge q du condensateur:

a- au cours de la charge **;**

c- au cours de la decharge .

1.3- L'expression de la tension u_C au cours de la décharge s'exprime par la fonction

$u_C = U_{max}.e^{-(\frac{t-3}{\tau})}$ avec τ la constante du temps du circuit utilisé.

En déduire l'expression de l'intensité $i(t)$ et dessiner, sans échelle, l'allure de la courbe représentant $i(t)$ en respectant les conventions et l'origine du temps (figures 1 et 2)

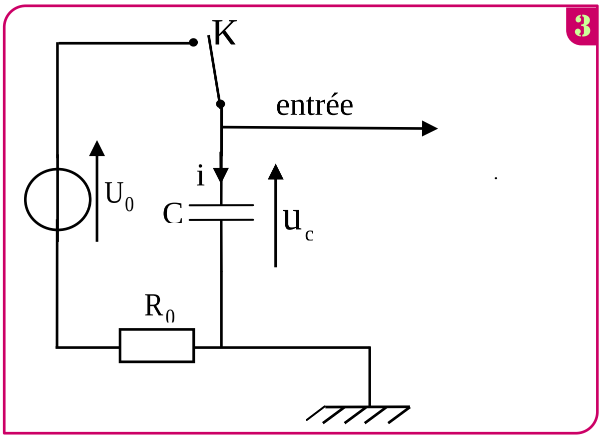
2.Charge d'un condensateur au moyen d'un échelon de tension ascendant

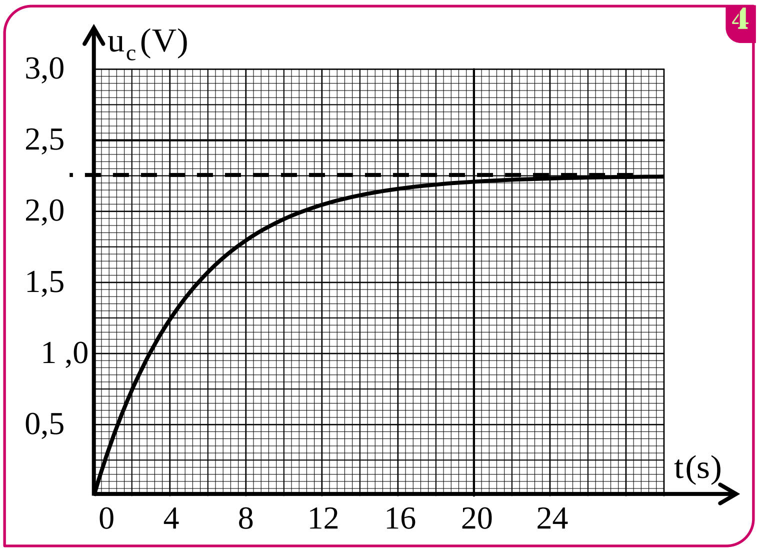
Zakaraye a réalisé le montage représenté dans la figure 3. Pour charger le condensateur précédent de capacité C il a utilisé un générateur donnant une tension constante $U_0 = 2,25V$.

A l'instant $t = 0$, il ferme le circuit ; alors le condensateur se charge à travers la résistance $R_0 = 50\Omega$.

A l'aide d'un dispositif d'acquisition, il visualise l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur.

Il obtient la courbe représentée dans la figure 4.





2.1- Établir l'équation différentielle que vérifie la tension u_c au cours de la charge du condensateur.

2.2- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $u_c = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$ avec τ la constante de temps du circuit utilisé**.**
A l'aide de la courbe (fig4), calculer la valeur des deux constantes A et B .

2.3 – Trouver l'expression de l'intensité du courant $i(t)$ en fonction du temps au cours de la charge ;

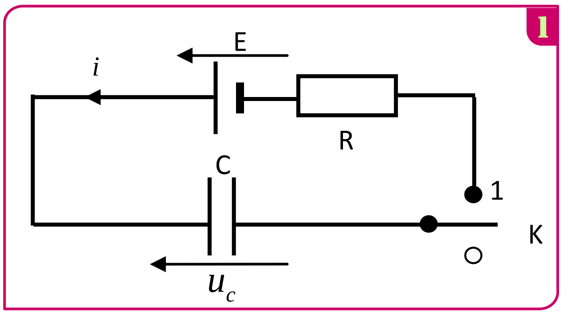
Et dessiner, sans échelle, l'allure de la courbe représentant $i(t)$ en respectant les conventions et l'origine du temps t**.**

2.4- Calculer la valeur de la résistance R_0 que doit utiliser Ahmed pour que son condensateur se charge totalement pendant la même durée de la charge totale du condensateur de Myriam, sachant que la durée de la charge totale est de l'ordre de 5τ .

EXERCICE 12 Examen SM 2014 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/18BfH9liUwK55-EdOQiztOFgMlEuFEo2F/view

L'objectif de cet exercice est de suivre l'évolution de l'intensité du courant électrique au cours de la charge d'un condensateur et au cours de sa décharge à travers une bobine. Pour l'étude de la charge et la décharge d'un condensateur de capacité C, on réalise le montage représenté dans la figure 1 .



1 - Etude de la charge du condensateur

Initialement le condensateur est non chargé.
A un instant considéré comme origine du temps t=0, on bascule l'interrupteur K à la position 1, le condensateur se charge alors à travers un conducteur ohmique de résistance R=100Ω à l'aide d'un générateur électrique parfait de force électromotrice E = 6V .

1.1- Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité du courant i en respectant l'orientation indiquée dans la figure 1.

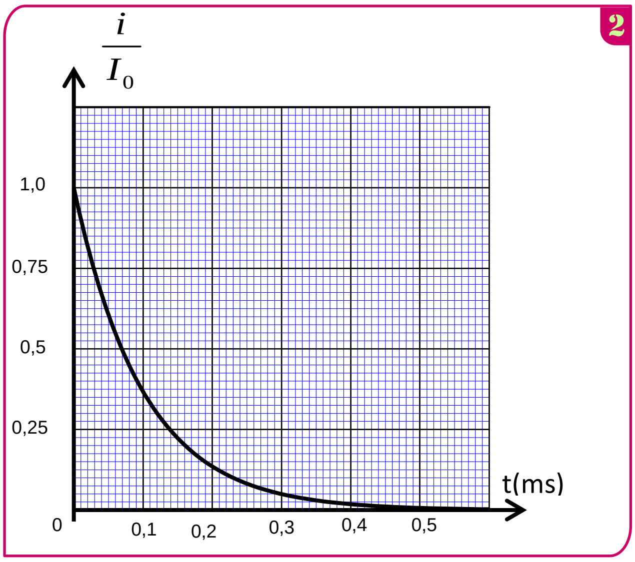
1.2- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante : $i = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$.

Trouver l' expression de A et celle de τ en fonction des paramètres du circuit.

1.3- En déduire l'expression de la tension u_c en fonction du temps t.

1.4- Un système informatique permet de tracer la courbe qui représente les variations $\frac{i}{I_0}$ en fonction du temps t ,(fig 2) .

I_0 est l'intensité du courant à l'instant t = 0.



Déterminer la constante de temps τ et en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

1.5- Soient E_e l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur lorsqu'il est complètement chargé et $E_e(\tau)$ l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à l'instant $t = \tau$.

Montrer que le rapport $\frac{E_e(\tau)}{E_e}$ s'écrit sous la forme : $\frac{E_e(\tau)}{E_e} = \left(\frac{e-1}{e}\right)^2$;Calculer sa valeur ,

(**e** est la base du logarithme népérien) .

Le Dipôle RL

Résumé:7 | Niveaux:SM PC SVT

Dipôle RL : association série d'un conducteur ohmique de résistance R et d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r.

I. Bobine :

Description.

Une bobine est un dipôle passif, elle est formée d'un enroulement cylindrique, à spires jointives, d'un fil électrique recouvert par un isolant.

❖ Symbole de la bobine :

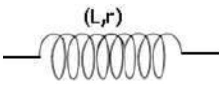
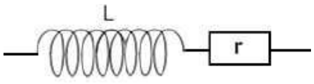
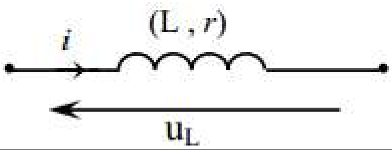


Schéma équivalent



Avec r = résistance interne (Ω)
L= inductance de la bobine (H – Henry)

❖ Tension aux bornes de la bobine :



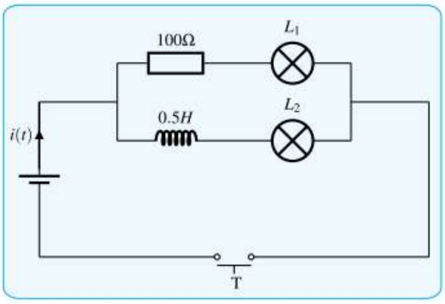
$U_L = r.i + L.\frac{di}{dt}$	Avec	r = résistance interne (Ω) L= inductance de la bobine (H – Henry) i= intensité du courant (A) UL=tension aux bornes de la bobine (V)

❖ Cas particuliers

Courant continu	Résistance interne négligeable r= 0
$I = C^{te}$ et $\frac{di}{dt} = 0$ donc $U_L = r.i$ En courant continu la bobine se comporte comme un conducteur ohmique	$U_L = r.i + L.\frac{di}{dt} = L.\frac{di}{dt}$

❖ Influence de la bobine dans un circuit est :

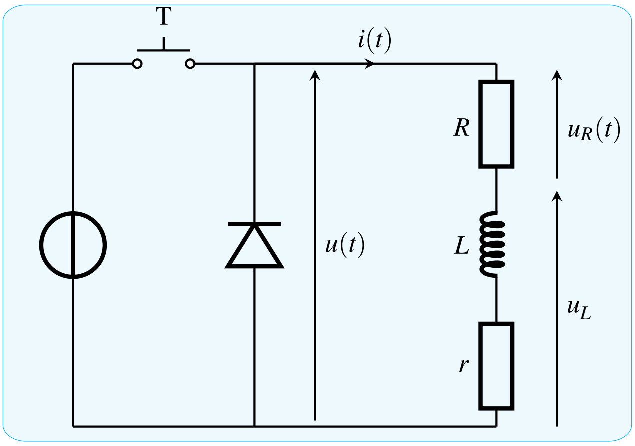
Une bobine permet de retarder l'établissement ou la rupture (annulation) du courant et ceci est dû au produit $L.\frac{di}{dt}$



II. Etablissement de courant :

Montage:

Soit le montage électrique suivant :



Rôle de la diode en parallèle avec une bobine

- Ne laisse passer le courant que dans un seul sens
- Permet d'éviter l'apparition des étincelles dues aux surtensions aux bornes de la bobine
- Protège ainsi les composants du circuit qui sont autour de la bobine

1.Equation différentielle :

En appliquant la loi d'additivité des tensions $U_R + U_L = E$ et les transitions

$$U_R = R.i \quad \text{et} \quad i = \frac{U_R}{R} \quad \text{et} \quad U_L = r.i + L.\frac{di}{dt}$$

On aboutit à l'équation différentielle vérifié par une variable donnée

Variable i : $R.i + r.i + L.\frac{di}{dt} = E$ donc $(R + r).i + L.\frac{di}{dt} = E$ ou $i + \frac{L}{(R+r)}.\frac{di}{dt} = \frac{E}{(R+r)}$

On pose $\tau = \frac{L}{Rt}$ et on obtient l'équation différentielle suivante : : $\boxed{\tau\frac{di}{dt} + i = \frac{E}{Rt}}$

NB :

Variable U_R : $U_R + r.\frac{U_R}{R} + \frac{L}{R}.\frac{dU_R}{dt} = E$ donc $U_R(1 + \frac{r}{R}) + \frac{L}{R}.\frac{dU_R}{dt} = E$ Ou $U_R + \frac{L}{(R+r)}.\frac{dU_R}{dt} = \frac{R.E}{(R+r)}$

2.Equation horaire :

La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante : $i(t) = Ae^{-\alpha t} + B$

tel que A, B et α des constantes que on peut les déterminer

* détermination de B et α

En reportant la solution dans l'équation différentielle : $-\tau.\alpha Ae^{-\alpha t} + Ae^{-\alpha t} + B = \frac{E}{Rt}$ donc : $Ae^{-\alpha t}(-\tau\alpha + 1) + B = \frac{E}{Rt}$

Pour que $i(t)$ soit une solution de l'équation différentielle , il suffit que : $B = \frac{E}{Rt}$ et $-\alpha\tau + 1 = 0$ c'est à dire que $\alpha = \frac{1}{\tau}$

$$i(t) = Ae^{-t/\tau} + \frac{E}{Rt}$$

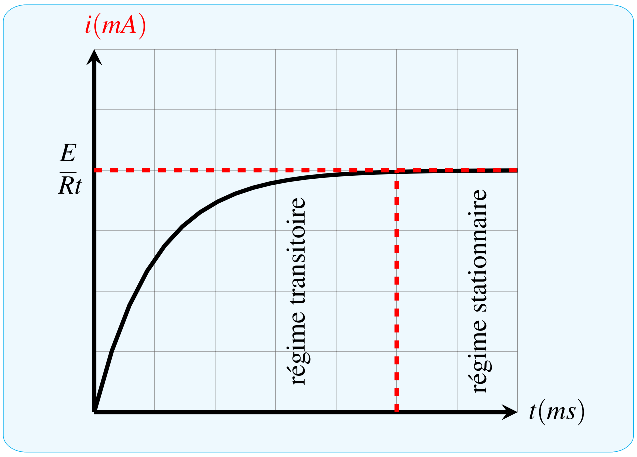
* Détermination de la constante A

D'après les conditions initiales à la date $t = 0$ l'intensité du courant dans la bobine est nulle :

$i(0^+) = i_0 = 0$ En le reporte dans la solution précédente :

$i(0) = A + \frac{E}{Rt} = 0$ $\quad A = -\frac{E}{Rt}$ Donc la solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante : $\boxed{i(t) = \frac{E}{Rt}(1 - e^{-t/\tau})}$

3.La representation de $i = f(t)$:



Mathématiquement la courbe qui représente $u_C = f(t)$ est la suivante tel que à $t = 0$ on a $i\,(0) = 0$ et quand $t \longmapsto \infty$ on a $i = \frac{E}{Rt}$, pratiquement on considère $t > 5\tau$ on a $i\,(\infty) = \frac{E}{Rt}$

La courbe présente deux régime :

Un régime transitoire : la tension $i\,(t)$ varie au cours du temps .

Un régime stationnaire ou régime permanent où $i\,(t)$ reste constante et égaleà $\frac{E}{Rt}$

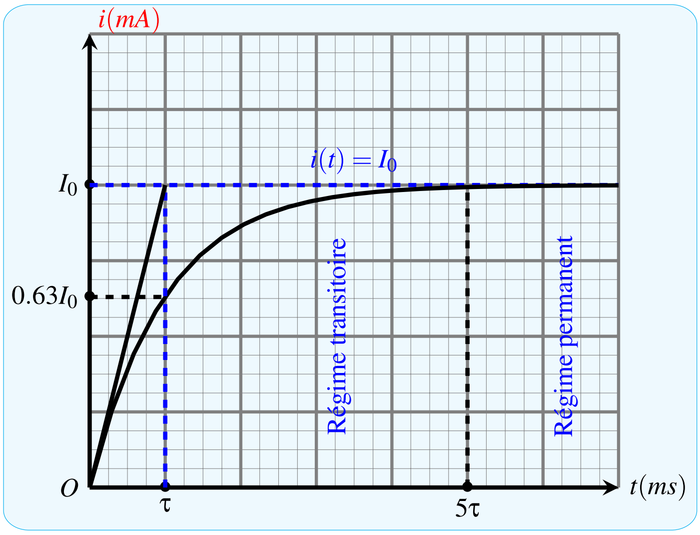
4.Dètermanition de la constante du temps τ:

On a deux méthodes :

☞ méthode de calcul :

On calcule $i(t = \tau)$, τ est l'abscisse sur le graphe $i(t)$ qui .

☞ méthode graphique : on utilise la tangente à la courbe $i(t)$ à la date $t = 0$ et on détermine graphiquement le point d'intersection de cette tangente avec lasymptote horizontal $i = I_0 = E/R$



5.Unité de la constante du temps τ:

Équation de la constante du temps τ

On a : $\tau = \frac{L}{R}$ d'après l'analyse dimensionnelle :

$$[\tau] = \frac{[L]}{[R]} \Rightarrow [R] = \frac{[U]}{[I]} \Rightarrow [L] = \frac{[U]}{[I]}.[t] \quad \text{Donc :} \quad [\tau] = [t]$$

a une dimension temporelle , son unité dans le système internationale est le seconde . τ est un indicateur de la durée du régime transitoire lors de l'établissement du courant (ou la rupture du courant)

6.L'expression de la tensuion aux bornes de:la bobine

D'après la loi d'additivité des tensions on a : $E = u_L + Ri(t)$

c'est à dire :

$$u_L(t) = E - Ri(t) \Rightarrow u_L(t) = E\left(1 - \frac{R}{Rt}(1 - e^{-t/\tau})\right)$$

on néglige la résistance de la bobine r devant la résistance r', on obtient $R = r$ et on a

$$u_L(t) = E\left(1 - (1 - e^{-t/\tau})\right) \quad \text{donc : } \quad u_L(t) = Ee^{-t/\tau}$$

Expérimentalement lorsqu'on visualise la tension u_B aux bornes de la bobine , on obtient la courbe suivante (On néglige pas la résistance de la bobine)

III.Rupture (Annulation) de courant

D'après l'additivité des tensions , on a

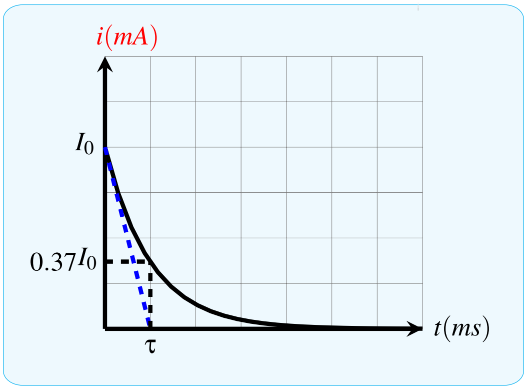
$$U_R + U_L = 0 \quad \Rightarrow \quad (r + Ri)i + L\frac{di}{dt} = 0 \quad \Rightarrow \; Ri + L\frac{di}{dt} = 0$$

On sait que $\tau = \frac{L}{R}$, donc l'équation différentielle est :

$$\boxed{\tau\frac{di}{dt} + i = 0} \quad (6)$$

La solution de cette équation différentielle en considérant la condition initiale suivante : à t=0 et lorsqu'on ouvre l'interrupteur K , on a $i(0) = I_0$

$$\boxed{i(t) = \frac{E}{Rt}e^{-t/\tau}}$$



Remarque :

* Autant que τ est petite , la durée d'établissement du courant ou la rupture du courant est courte .

IV.l'énergie emmagasiné dans une bobine

Une bobine d'inductance L , traversée par un courant dont l'intensité passe de 0 à la valeur i , emmagasine une énergie :

$$\boxed{\mathscr{E}_m = \frac{1}{2}Li^2} \quad (2)$$

avec L en henry (H) , i en ampère (A) , et E_m en joule (J) .

⁂ Expressions dans le régime permanent et le régime initiale :

i(t) : Intensité de courant
$U_R(t)$: Tension du conducteur ohmique
$U_L(t)$: Tension de la bobine

	i(t)	$U_R(t)$	$U_L(t)$	Loi d'additivité des tensions	Equation différentielle
Régime	$i(t)= I_0\,(1-e^{-\lambda.t})$	$U_R(t)=R.i(t)$	$U_L = r.i + L.\frac{di}{dt}$	$U_R+U_L=E$	$i.(R + r) + L.\frac{di}{dt} = E$
Initial (t=0)	i=0	$U_R=0$	$U_L = L.\frac{di}{dt}$	$U_L=E$	$L.\frac{di}{dt} = E$
Permanent ($t\rightarrow\infty$)	$I_0 = \frac{E}{R+r}$	$U_R(t)=R.I_0$	$U_L= r.I_0$	$R.I_0+ r.I_0=E$	$I_0.(R + r) =E$
Permanent et r= 0	$I_0 = \frac{E}{R}$	$U_R(t)=R.I_0$	$U_L= 0$	$R.I_0 =E$	$I_0.R =E$

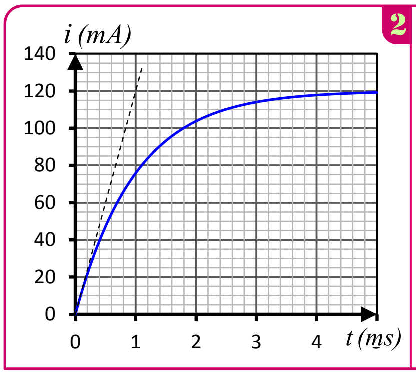
EXERCICE 1 — Examen PC 2012 S.N — 20 min

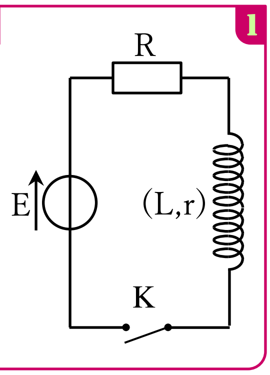
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/18FPWrqsLXcyQX-TtEG54z1HT5khL8Z0Y/view

Deux groupes d'élèves, au cours d'une séance de travaux pratiques, ont réalisés deux études différentes pour déterminer le coefficient d'inductance L et la résistance interne r d'une bobine.

Le premier groupe a réalisé le montage modélisé par le schéma de la figure 1 et qui est constitué de :

- Une bobine (b) de coefficient d'inductance L et de résistance interne r ;
- Un générateur(G) de f.é.m.E =6Vet de résistance interne négligeable ;
- Un résistor (D) de résistance R = 50 Ω ;
- Un interrupteur K.





Ce groupe a obtenu, grâce à un dispositif informatique convenable, la courbe reproduite sur le schéma de la figure 2 traduisant les variations de l'intensité du courant i(t) en fonction du temps.

❶ Etablir l'équation différentielle traduisant les variations du courant i(t).

❷ S'assurer que la solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme : $i(t)=I_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ Où I_O est l'intensité du courant en régime permanent et τ la constante du temps.

❸ Déterminer à partir du graphe de la figure 2, la valeur de I_O et déduire la valeur de r.

❹ Déterminer graphiquement la valeur de τ.

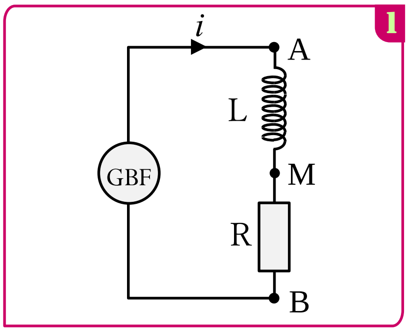
❺ Déduire la valeur de L.

❻ Calculer l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine à l'instant $t=\tau$.

EXERCICE 2 — Examen SM 2017 S.N — 20 min

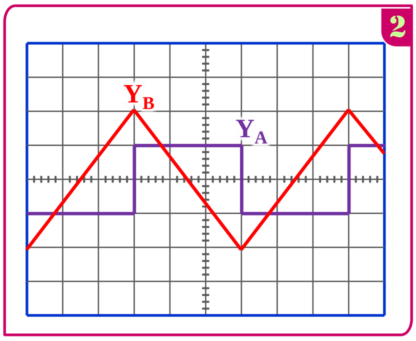
Lien de correction :

L'étude électrique ou énergétique de quelques dipôles permet de déterminer certains paramètres qui les caractérisent, et de se rendre compte de leurs effets sur les phénomènes dont ces dipôles sont siège.



Pour déterminer l'inductance L d'une bobine de résistance négligeable, on utilise le montage représenté dans la figure (1), comprenant cette bobine, un conducteur ohmique de résistance $R=1,5.10^3\Omega$, un GBF qui délivre une tension triangulaire de période T et un interrupteur K . On ferme l'interrupteur K à l'instant $t_0=0$, et on visualise à l'aide d'un oscilloscope la tension $u_{AM}(t)$ aux bornes de la bobine, et la tension $u_{BM}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique. On obtient l'oscillogramme de la figure (2)

- sensibilité verticale des deux voies de l'oscilloscope : $2V.div^{-1}$.
- balayage horizontale $0,2\ ms.div^{-1}$



❶ Quel est le rôle de la bobine lors de la fermeture du circuit ?

❷ Montrer que les tensions $u_{AM}(t)$ et $u_{BM}(t)$ sont liées par la relation $u_{AM}=-\frac{L}{R}.\frac{du_{BM}}{dt}$.

❸ Déduire la valeur de L

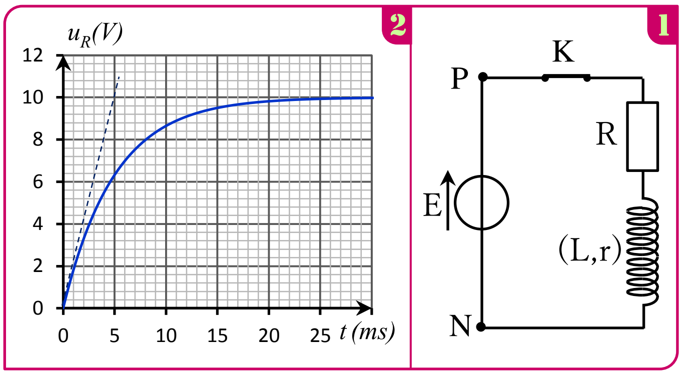
EXERCICE 3 Examen PC 2013 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/16m7CUJ8Gd3ZTY65a0h_Mjk96ity8xRbY/view

La bobine est l'une des principales constituants des hauts-parleurs qui se trouvent dans la pluspart des appareils audio.

Le but de cet exercice est de déterminer les deux caractéristiques d'une bobine d'un haut-parleur, en réalisant deux expériences différentes.

Un haut-parleur contient une bobine de coefficient d'inductance L et de résistance interne r.
Pour déterminer ces deux grandeurs, on a réalisé le montage électrique représenté sur la figure 1, où : E = 12 V et R = 42 Ω.
Juste après la fermeture du circuit, on visualise à l'aide d'un dispositif informatique convenable, l'évolution de la tension u_R en fonction du temps. (Figure 2)



❶ Montrer que la tension u_R aux bornes du résistor verifie l'équation différentielle :
$\tau\frac{du_R}{dt} + u_R = A$, en exprimant les constantes A et t en fonctions des paramètres du circuit.

❷ S'assurer que la constante τ est homogène à un temps.

Trouver :

❸ La valeur de la résistance r.

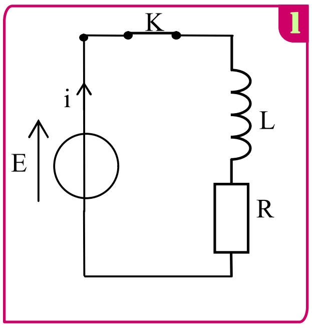
❹ La valeur du coefficient d'inductance L de la bobine.

EXERCICE 4 Examen PC 2018 S.R 20 min

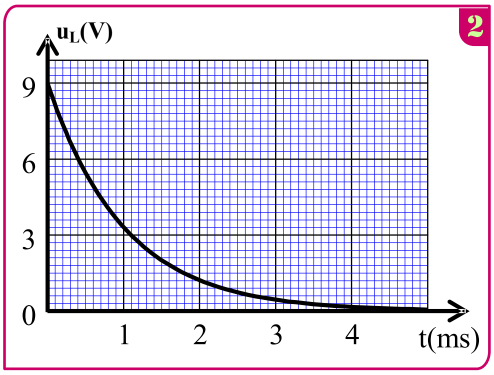
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1RhMdK2867zF6KKf_DAXovAGjy-_wrinp/view

Réponse du dipôle RL à un échelon de tension ascendant

Pour déterminer l'inductance d'une bobine, on réalise le montage expérimental de la figure 1 qui comporte :
- Un générateur de tension idéal de force électromotrice E ;
- Une bobine d'inductance L de résistance négligeable ;
- Un conducteur ohmique de résistance $R = 10\,\Omega$;
- Un interrupteur K.



A l'instant t = 0, on ferme l'interrupteur K et on suit, à l'aide d'un système d'acquisition informatisé, l'évolution de la tension u_L aux bornes de la bobine en fonction du temps.
Le graphe de la figure 2 représente la courbe $u_L(t)$ obtenue.



❶ Reproduire le schéma de la figure 1 et indiquer comment brancher le système d'acquisition informatisé pour visualiser la tension $u_L(t)$.

❷ Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant électrique i(t) traversant le circuit.

❸ Sachant que l'expression de l'intensité du courant électrique traversant le circuit est :
$i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{R.t}{L}})$. Trouver l'expression de la tension u_L en fonction de t, E, R et L.

❹ Calculer la valeur de la tension entre les bornes de la bobine à l'instant $t = \tau$. (τ étant la constante de temps).

❺ Déterminer graphiquement la valeur de τ et déduire la valeur de L l'inductance de la bobine étudiée.

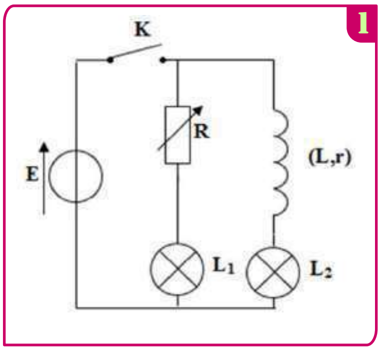
❻ Calculer l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine à l'instant $t = \tau$.

EXERCICE 5 Examen SVT 2017 S.R **20 min**

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1mxa8SAVyn81ZqBLnYbtJvMwoW0FxruWa/view

La bobine, le condensateur et le conducteur ohmique sont des composants essentiels qu'on trouve dans un ensemble de circuits électriques. Le rôle joué par ces circuits électriques dépend de la nature de ces composants et des valeurs des grandeurs qui les caractérisent.

Cet exercice vise à déterminer le rôle joué par une bobine et mettre en évidence l'influence de la résistance dans un circuit électrique.

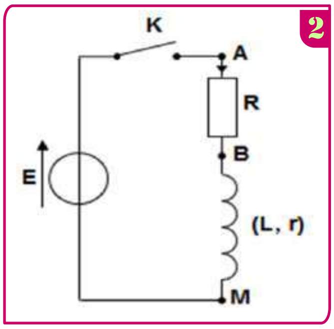


❶ Pour étudier l'influence d'une bobine dans un circuit électrique, on réalise le montage électrique de la figure 1, qui comporte un générateur idéal de tension, une bobine d'inductance L et de résistance r, un conducteur ohmique de résistance R réglable, deux lampes identiques notées L_1 et L_2 et un interrupteur K.
On règle la résistance du conducteur ohmique sur une valeur R_0 tel que $R_0 = r$.

Recopier sur votre copie le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie parmi :

a	Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur K, les deux lampes brillent en même temps
b	Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur K, la lampe L_1 brille et la lampe L_2 brille avec un retard
c	Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur K, la lampe L_2 brille et la lampe L_1 brille avec un retard
d	Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur K, la lampe L_1 brille et la lampe L_2 ne brille pas

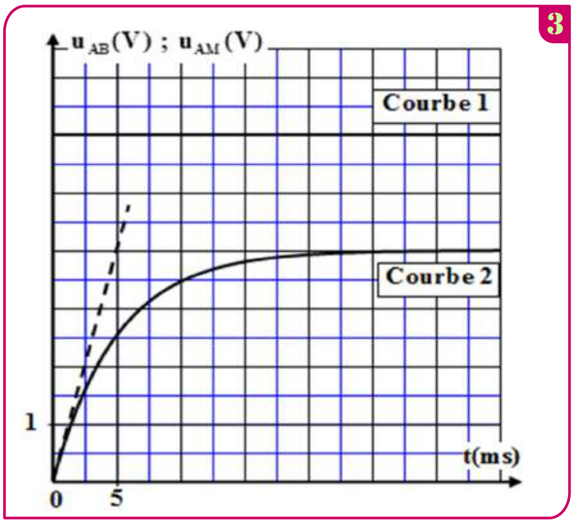
L'étiquette de la bobine précédente indique $(L = 60\text{ mH} \; ; \; r = 4\ \Omega)$. Pour vérifier ces deux valeurs, on réalise le montage de la figure 2 et on règle la résistance du conducteur ohmique sur la valeur $R = 8\ \Omega$.
À l'instant $t_0 = 0$, on ferme l'interrupteur K.



❷ Montrer que, l'équation différentielle vérifiée par l'intensité $i(t)$ du courant électrique qui circule dans le circuit s'écrit $\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}.i = \frac{E}{L}$.

❸ La solution de cette équation différentielle s'écrit : $i(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.
Déterminer les expressions des constantes A et τ en fonction des paramètres du circuit.

Un système d'acquisition, adéquat, permet de suivre l'évolution au cours du temps des tensions $u_{AB}(t)$ et $u_{AM}(t)$. Les courbes (1) et (2) traduisant les variations de ces tensions sont représentées sur la figure (3).



❹ Montrer que la courbe 2 correspond à la tension $u_{AB}(t)$.

❺ Déterminer graphiquement les valeurs de E et $u_{AB,max}$.

❻ Montrer que l'expression de r s'écrit:

$$r = R.\left(\frac{E}{u_{AB,max}} - 1\right)$$

. Vérifier que $r = 4\ \Omega$.

❼ Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ, du dipôle RL.

❽ Vérifier la valeur de l'inductance L indiquée sur l'étiquette.

EXERCICE 6 Examen PC 2019 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1VOnTl4nA_xFz9rRJIFVbfJwpxwzkMk7Y/view

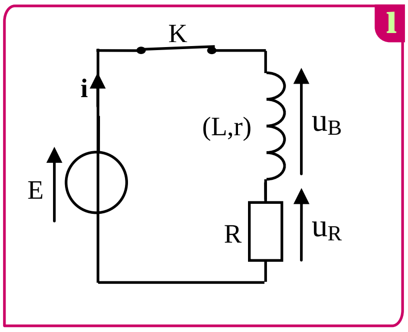
Les condensateurs et les bobines jouent des rôles fondamentaux dans la plupart des appareils utilisés dans la vie courante tels que les systèmes d'alarme, les dispositifs de diagnostic médical et les sondes thermiques…

Cet exercice se propose de déterminer, dans sa première partie, les grandeurs caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur et d'étudier la modulation d'amplitude dans sa deuxième partie.

I – Etude du dipôle RL

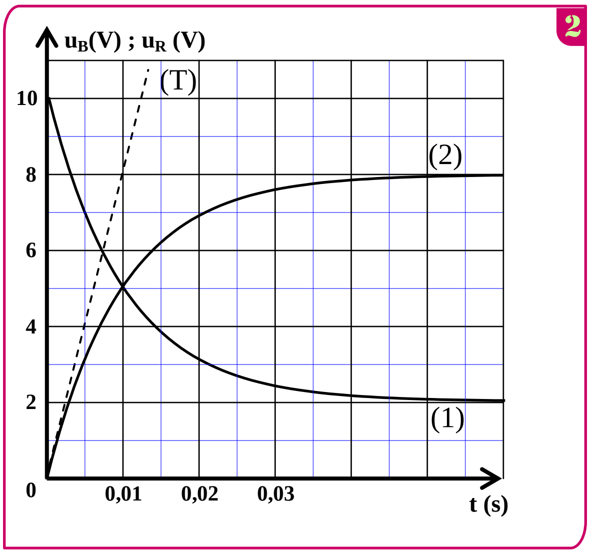
On réalise le montage schématisé sur la figure 1 , constitué des éléments suivants :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice $E=10V$;
- un conducteur ohmique de résistance $R=40\Omega$;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un interrupteur K.



On ferme l'interrupteur K à un instant choisi comme origine des dates (t=0). A l'aide d'un système d'acquisition informatisé adéquat, on obtient les deux courbes de la figure 2 représentant l'évolution de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique ainsi que celle de la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine.

(T) représente la tangente à la courbe (2) à l'instant t = 0 .



1. Choisir, parmi les courbes (1) et (2), celle qui représente l'évolution de la tension $u_R(t)$ .Justifier votre réponse.

2. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_R(t)$ s'écrit ainsi:

$$\frac{du_R}{dt}+\left(\frac{R+r}{L}\right)u_R=\frac{R.E}{L}$$

3. En déduire, qu'en régime permanent, la tension aux bornes du conducteur ohmique a pour expression : $U_R=\frac{R.E}{(R+r)}$

4. Calculer la valeur de r.

5. Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ.

6. Vérifier que $L=0,5H$.

EXERCICE 7 Examen SM 2018 S.N 20 min

Lien de correction :

On réalise le montage, représenté sur le schéma de la figure 1, comportant :

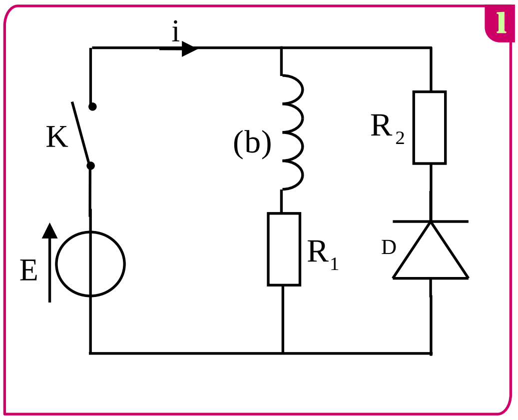
-un générateur de f.e.m. $E=6V$;

-deux conducteurs ohmiques de résistance R_1 et $R_2=2k\Omega$;

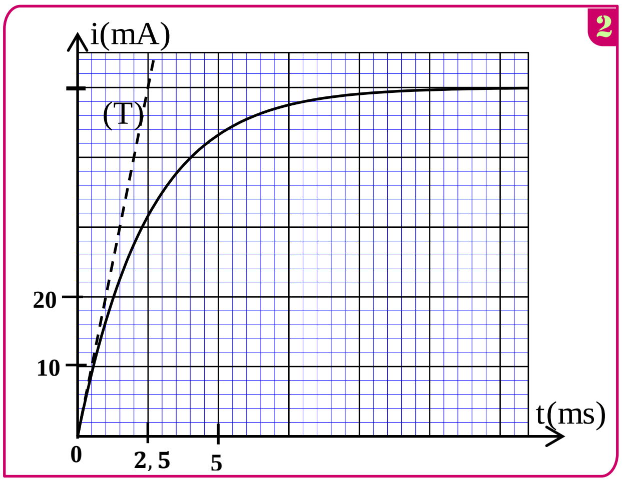
-une bobine (b) d'inductance L et de résistance $r=20\Omega$;

-un interrupteur K ;

- une diode D idéale de tension seuil $u_S=0$.



1- On ferme l'interrupteur K à l'instant de date $t=0$. Un système d'acquisition informatisé adéquat permet de tracer la courbe représentant l'évolution de l'intensité du courant i(t) dans le circuit (figure 2) .La droite (T) représente la tangente à la courbe à $t=0$.



1-1-Etablir l'équation différentielle vérifiée par i(t).

1-2-Déterminer la valeur de la résistance R_1 et vérifier que la valeur de l'inductance de la bobine est $L=0,3H$.

1-3-Lorsque le régime permanent est établi, calculer la tension aux bornes de la bobine.

2-Le régime permanent étant atteint, on ouvre K. On prend l'instant d'ouverture de K comme nouvelle origine des dates($t=0$).

2-1- Quelle est la valeur de l'intensité du courant juste après l'ouverture de K ? justifier la réponse.

2-2-En se basant sur l'équation différentielle vérifiée par i(t) lors de la rupture du courant**,** déterminer à l'instant $t=0$, la valeur de $\frac{di(t)}{dt}$ et celle de la tension aux bornes de la bobine.

3- Justifier le rôle de la branche du circuit formé par la diode et le conducteur ohmique de résistance R_2 dans le circuit au moment de l'ouverture de l'interrupteur K .

EXERCICE 8 — Examen SM 2018 S.R — 20 min

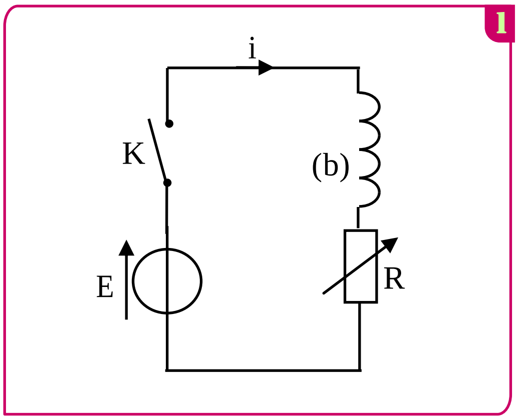
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1MdEK_BlliSTyJ4NE47_TevCcT78fNaLB/view

Les circuits des appareils électriques, utilisés dans plusieurs domaines de la vie courante, sont constitués de condensateurs, de bobines , de conducteurs ohmiques, de circuits intégrés …

1-Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension

On réalise le montage expérimental représenté sur la figure1 comprenant :

- un générateur de tension de f.e.m. $E=1,5V$;
- un conducteur ohmique de résistance R réglable ;
- une bobine (b) d'inductance L et de résistance r ;
- un interrupteur K.



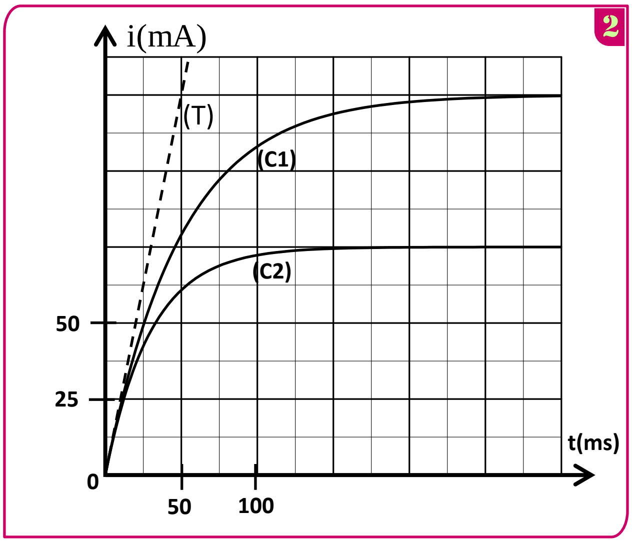
A un instant choisi comme origine des dates ($t=0$), on ferme l'interrupteur K et on suit l'évolution de l'intensité du courant i(t) qui traverse le circuit à l'aide d'un système d'acquisition adéquat.

1-1-Etablir l'équation différentielle vérifiée par i(t).

1-2-La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme : $i(t)=A.e^{-\alpha t}+B$, avec A , B et α des constantes.

Exprimer i(t) en fonction de t et des paramètres du circuit.

1-3- Les courbes (C1) et (C2) de la figure 2 représentent l'évolution de i(t) respectivement pour $R=R_1$ et $R=2R_1$. La droite (T) étant la tangente à la courbe (C1) au point d'abscisse $t=0$.



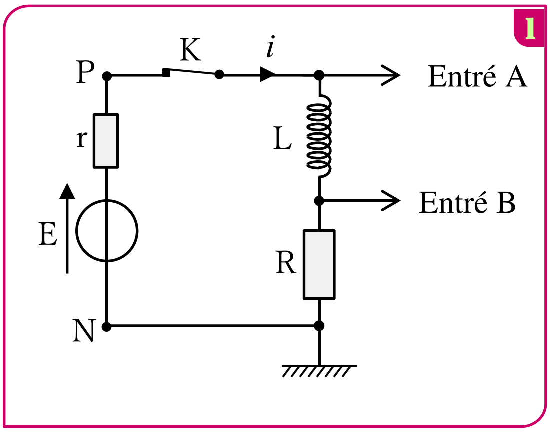
1-3-1-Trouver R_1 et r.

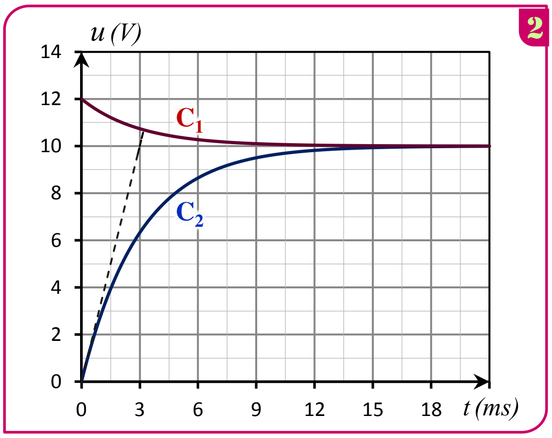
1-3-2-Montrer que $L=0,6H$.

EXERCICE 9 — Examen PC 2016 S.R — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1hrkBEsfb98UpjGqBHm_byvuly116n3X0/view

On réalise le circuit électrique, schématisé sur la figure 1, qui comporte :
- Un générateur de tension de f.e.m. $E=12V$; - Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- Deux conducteurs ohmiques de résistance $R=40\Omega$ et r ; - Un interrupteur K.





❶ Identifier la courbe qui représente la tension $u_R(t)$ et celle qui représente $u_{PN}(t)$.

❷ Déterminer la valeur de I_P ; l'intensité du courant électrique en régime permanent.

❸ Vérifier que la valeur de la résistance r du conducteur ohmique est $r=8\Omega$.

❹ Etablir l'équation différentielle régissant l'établissement du courant $i(t)$ dans le circuit.

❺ Trouver les expressions de A et de τ en fonction des paramètres du circuit pour que l'expression $i(t)=A.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ soit solution de cette équation différentielle.

❻ Déterminer la valeur de la constante du temps τ.

❼ En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

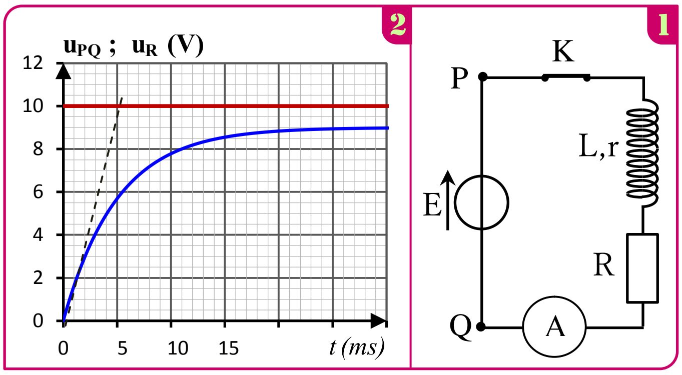
❽ Trouver l'énergie $\mathscr{E}$ emmagasinée par la bobine à l'instant $t=\frac{\tau}{2}$.

EXERCICE 10 — Examen SM 2012 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1YoFgKaXgjW1nrgbewbjze1OdaO9Qs_Rd/view

On réalise le montage expérimental représenté sur la figure 1 comprenant :
- Une bobine (b) d'inductance L et de résistance r ; - Un conducteur ohmique (D) de résistance R ;
- Un générateur de tension (G) de force électromotrice E ;
- Un ampèremètre (A) de résistance négligeable ; - Un interrupteur K .

A l'instant t = 0 , on ferme l'interrupteur K , et on visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire les variations de la tension $u_{PQ}(t)$ entre les pôles du générateur (G) et de la tension $u_R(t)$ entre les bornes du conducteur ohmique (D).
On obtient les courbes ① et ② représentées sur la fig 2.
La droite (T) représente la tangente à la courbe② à l'instant t=0 .
Dans le régime permanent , l'ampèremètre (A) indique la valeur I = 0,1A.



❶ Montrer que l'équation différentielle que vérifie la tension u_R s'écrit sous la forme :

$$L\cdot\frac{du_R}{dt}+(R+r)\,u_R-E\,R=0\ .$$

❷ Sachant que la solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $u_R=U_0(1-e^{-\lambda.t})$, trouver l'expression des constantes U_0 et λ en fonction des paramètres du circuit .

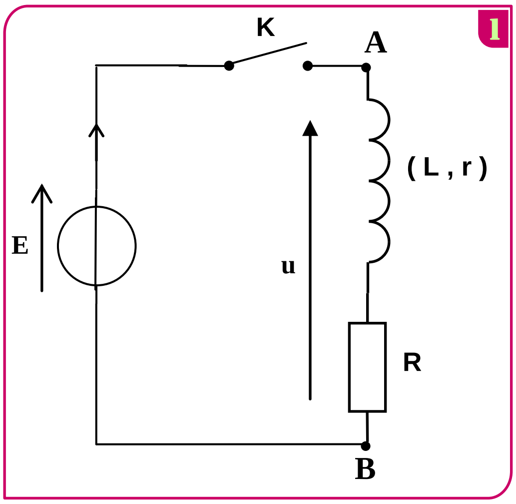
❸Trouver l'expression de la résistance r de la bobine (b) en fonction de E , I et U_0.Calculer la valeur de r .

❹Exprimer $\left(\frac{du_R}{dt}\right)_0$, dérivée de la tension u_R par rapport au temps à l'instant t=0, en fonction de E, U_0, I, et L. En déduire la valeur de L.

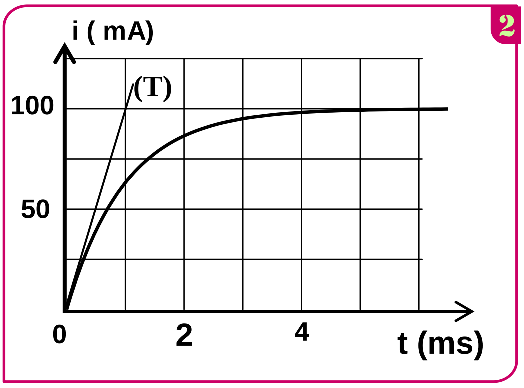
EXERCICE 11 Examen SM 2010 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1MD4WeZGN_QNCv3VJ1oNG1umAUUeasxUS/view

On réalise le montage expérimental représenté dans la figure (1) pour étudier l'établissement du courant électrique dans un dipôle (AB) , constitué d'un conducteur ohmique de résistance R et d'une bobine d'inductance L et de résistance r.
Un générateur électrique idéal applique une tension constante E = 6V aux bornes du dipôle (AB) .



I. On règle la résistance R sur la valeur R = 50Ω .
On ferme l'interrupteur à l'instant t = 0 .
On enregistre à l'aide d'un dispositif approprié l'évolution de l'intensité i du courant en fonction du temps , on obtient la courbe représentée sur la figure (2) .
Le coefficient directeur de la tangente (T) à la courbe i = f(t) à t = 0 est a = $100 A.s^{-1}$.
La tension u aux bornes du dipôle (AB) s'exprime par la relation $u = (R + r)\cdot i + L\cdot\frac{di}{dt}$.



❶Etablir l'équation différentielle régissant l'établissement du courant i(t) dans le circuit.

❷Exprimer $\frac{di}{dt}$ en fonction de E et L à l'instant t =0 .

❸Trouver la valeur de L.

❹ Calculer la valeur de $\frac{di}{dt}$ pour t > 5 ms et en déduire la valeur de r .

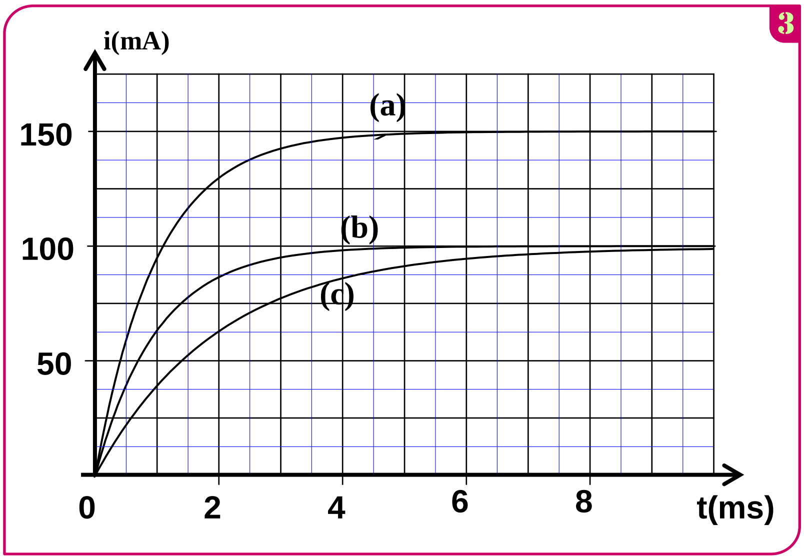
II. On utilise le même montage expérimental de la figure (1) et on fait varier dans chaque cas la valeur de l'inductance L de la bobine et celle de la résistance R du conducteur ohmique comme l'indique le tableau ci -contre .

cas	L(H)	R(Ω)	r(Ω)
1er cas	L_1=6,0.10^{-2}	R_1=50	10
2eme cas	L_2=1,2.10^{-1}	R_2=50	10
3eme cas	L_3=4,0.10^{-2}	R_3=30	10

La figure (3) donne les courbes (a) , (b) et (c) obtenues dans chaque cas.

❶ Préciser , en justifiant votre réponse , la courbe correspondante au 1er cas et la courbe correspondante au 2ème cas .

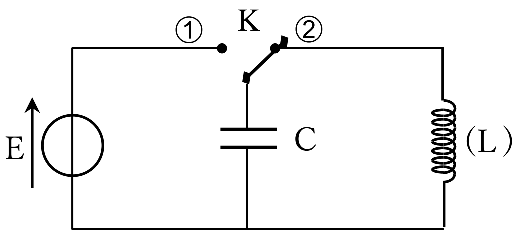
❷ On règle la résistance R_2 sur la valeur R'_2 pour que la constante de temps τ soit la même dans le 2ème cas et le 3ème cas.
Exprimer R'_2 en fonction de L_2 , L_3 , R_3 et r .
Calculer R'_2 .



Dipôle LC : association série d'un condensateur chargé de capacité C et de charge initiale q_0 et d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r négligeable.

I.Etude du circuit LC

1. Montage : Décharge d'un condensateur dans une bobine



2. Equation différentielle :

En appliquant la loi d'additivité des tensions $U_C + U_L = 0$ et les transitions :

$$q = C.U_C \quad \text{et} \quad i = \frac{dq}{dt} = C.\frac{dU_C}{dt} \quad \text{et} \quad \frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2} = C.\frac{d^2U_C}{dt^2} \quad U_L = r.i + L.\frac{di}{dt} = L.\frac{di}{dt} \quad ; \quad r=0$$

On aboutit à l'équation différentielle vérifié par une variable donnée :

$$U_C + U_L = U_C + r.i + L.\frac{di}{dt} = U_C + L.\frac{di}{dt} = 0$$

Variable Uc:

$$U_C + L.\frac{di}{dt} = U_C + L.C.\frac{d^2U_C}{dt^2} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{d^2U_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}.U_C = 0$$

Variable q:

$$U_C + L.\frac{di}{dt} = U_C + L.\frac{d^2q}{dt^2} = 0 \quad \text{et} \quad \frac{q}{C} + L.\frac{d^2q}{dt^2} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}.q = 0 \quad \text{Avec } \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

ω_0 : Pulsation propre (en rad/s)

3. Equation horaire ou la solution :

Soit Uc(t) comme variable, la solution est :

$$U_C(t) = U_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$$

avec

- Um : L'amplitude (la valeur maximale de la tension Uc(t)
- $\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi$:La phase à l'instant t
- φ: la phase à l'origine des temps t=0
- T_0 : la période propre (s)
- $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$: Pulsation propre (en rad/s)

3.1.Déterminer T_0 la période propre :

Remplacer la solution et sa dérivée seconde dans l'équation différentielle :

$$U_C(t) = U_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right) \qquad \frac{dU_C(t)}{dt} = -U_m.\frac{2\pi}{T_0}.\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right) \qquad \frac{d^2U_C}{dt^2} = -U_m.\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$$

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

$$-U_m.\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right) + \frac{1}{LC}.U_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right) = 0 \quad \text{donc} \quad U_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right).\left(-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{LC}\right) = 0$$

L'équation est juste si $-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{LC} = 0$ et $\frac{1}{LC} = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2$, on en déduit alors $T_0 = 2.\pi.\sqrt{L.C}$

Remarque :

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \frac{2\pi}{2.\pi.\sqrt{L.C_0}} = \frac{1}{\sqrt{L.C}} \quad \text{d'où} \quad \omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

3.2.Déterminer Um et φ par les conditions initiales :

A t=0 :
- Le condensateur est chargé et $U_C(0) = U_0 = E$
- i(0)=0 : le circuit est ouvert

On remplace les conditions initiales dans les expressions de Uc(t) et i(t) à l'instant t=0 .

$$U_C(t) = U_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right) \quad \text{et} \quad i(t) = C.\frac{dU_C(t)}{dt} = -C.U_m.\frac{2\pi}{T_0}.\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$$

A l'instant t=0

$$Uc(0) = Um.\cos(\varphi) \quad \text{et} \quad i(0) = -C.Um.\frac{2\pi}{T_0}.\sin(\varphi)$$

(1)	(2)	(3)
$Uc(0) = Um.\cos(\varphi) = E$ $\cos(\varphi) = \frac{E}{U_m}$	et $i(0) = -C.Um.\frac{2\pi}{T_0}.\sin(\varphi) = 0$ alors $\sin(\varphi) = 0$ d'où $\varphi=0$ ou $\varphi=\pi$	Or $E > 0$ et $Um > 0$ alors $\cos(\varphi) = \frac{E}{U_m} > 0$ d'où $\varphi=0$

De la relation **(1)** on en déduit : $U_m = \frac{E}{\cos(\varphi)} = \frac{E}{\cos(0)} = E$

Conclusion : Um=E , $\varphi=0$, et $T_0 = 2.\pi.\sqrt{L.C}$ alors : $Uc(t) = E.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t\right)$

3.3.Expression de l'intensité de courant :

$i = C.\frac{dU_c}{dt} = -C.Um.\left(\frac{2\pi}{T_0}\right).\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right) = Im.\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$: Expression de l'intensité de courant

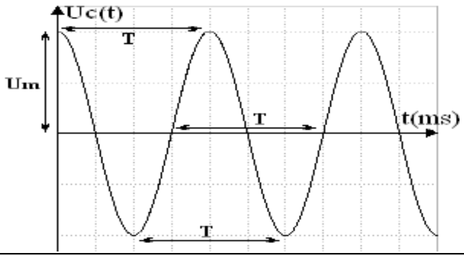
Avec $Im = C.Um.\left(\frac{2.\pi}{T_0}\right) = C.Um.\left(\frac{2.\pi}{2.\pi.\sqrt{L.C}}\right) = Um.\sqrt{\frac{C}{L}}$

3.4.Quelques courbes :

❖ **Tension Uc(t):**

$$Uc(t) = Um.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t\right)$$

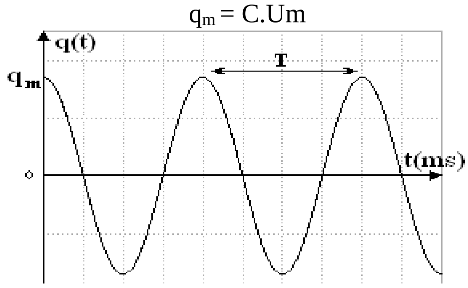
Um = E



❖ **Charge q(t):**

On a **q = C.Uc d'où** $q(t) = C.Um.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t\right)$

q_m = C.Um



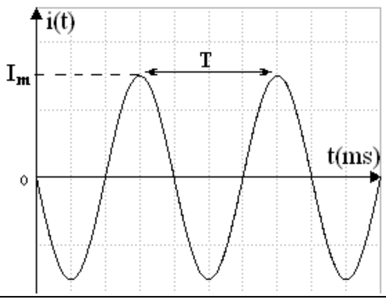
❖ **Intensité de courant i(t):**

$$i(t) = C.\frac{dUc(t)}{dt} = -C.Um.\frac{2\pi}{T_0}.\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}.t\right)$$

$$Im = C.Um.\frac{2\pi}{T_0}$$

Or $T_0 = 2.\pi.\sqrt{L.C}$ alors

$$Im = C.Um.\left(\frac{2.\pi}{2.\pi.\sqrt{L.C}}\right) = Um.\sqrt{\frac{C}{L}}$$



4. Energie totale E_T :

L'énergie totale E_T emmagasinée dans un circuit LC est à tout instant la somme de l'énergie électrique Ee dans le condensateur et de Em l'énergie magnétique dans la bobine

E_T= Ee + Em avec $Ee = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}C.U_C^2$ donc $Em = \frac{1}{2}L\,i^2 = \frac{1}{2}.L.(\frac{U_R}{R})^2 = \frac{1}{2}.\frac{L}{R^2}.U_R^2$

5. Conservation de l'énergie totale E_T :

on sait que : $E_T = Ee + Em = \frac{1}{2}C.U_C^2 + \frac{1}{2}L.i^2$ et on dérive $\frac{dE_T}{dt} = \frac{d}{dt}(\frac{1}{2}C.U_C^2 + \frac{1}{2}L.i^2)$; $(f^n)' = n.f^{n-1}.f'$ et $f^2 = 2.f.f'$

$$\frac{dE_T}{dt} = \frac{1}{2}C.\frac{d}{dt}U_C^2 + \frac{1}{2}L.\frac{d}{dt}i^2$$

$$= \frac{1}{2}C.(2.Uc.\frac{dUc}{dt}) + \frac{1}{2}L.(2.i.\frac{di}{dt})$$

$$= C.Uc.\frac{dUc}{dt} + L.i.\frac{di}{dt}$$

$$= C.Uc.\frac{dUc}{dt} + L.i.\frac{di}{dt}$$

; $\frac{dUc^2}{dt} = 2.Uc.\frac{dUc}{dt}$ et $\frac{di^2}{dt} = 2.i.\frac{di}{dt}$

; $i = C.\frac{dUc}{dt}$ et $\frac{di}{dt} = C.\frac{d^2Uc}{dt^2}$

$$= C.Uc.\frac{dUc}{dt} + L.(C.\frac{dUc}{dt}).(C.\frac{d^2Uc}{dt^2})$$

$$= C.\frac{dUc}{dt}\left(Uc + L.C.\frac{d^2Uc}{dt^2}\right) \quad ; Uc + L.C.\frac{d^2Uc}{dt^2} = 0 \text{ : Equation différentielle}$$

$$= 0$$

Conclusion :

$E_T = C^{te}$ est une constante au cours du temps donc l'énergie totale se conserve.

Les oscillations correspondent à un échange énergétique entre le condensateur et la bobine : Il y a conversion d'énergie électrique en énergie magnétique et réciproquement.

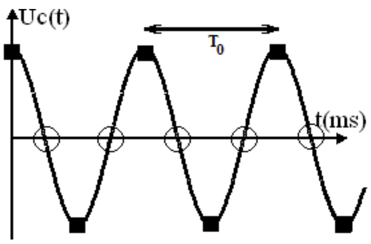
⁂ Exploiter les courbes :

$$i = \frac{dq}{dt} = C.\frac{dUc}{dt}$$

i(t) est la dérivée première de Uc(t) représentant une fonction sinusoïdale ($Uc(t) = Um.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t\right)$) donc i(t) est nulle si Uc(t) (ou bien q(t)) est extrémum (soit maximum ou minimum) et inversement.

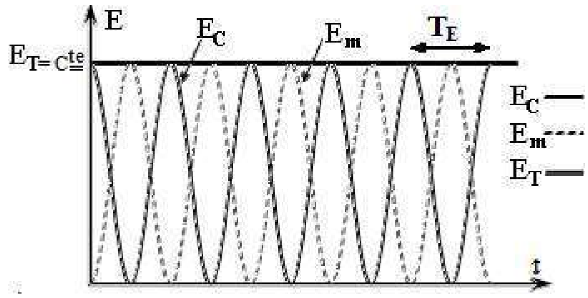
Points spécifiques sur la figure	Uc(t)	q(t)	i(t)	Ee	Em	E_T= Ee+Em
○	0	0	I_m	0	$Em = \frac{1}{2} L I_m^2$	$E_T = \frac{1}{2} L I_m^2 = \frac{1}{2} L \frac{U_{Rm}^2}{R^2} = \frac{1}{2}.\frac{L}{R^2}.U_{Rm}^2$
■	U_m	q_m	0	$Ee = \frac{1}{2}\frac{q_m^2}{C}$	0	$E_T = \frac{1}{2}\frac{q_m^2}{C} = \frac{1}{2} C.U_{Cm}^2$

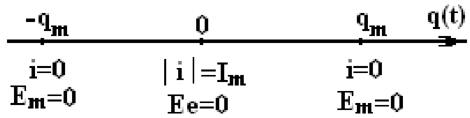
NB :
L'énergie totale dans un circuit LC est constante et est égale à l'énergie électrique initiale (maximale)



T_0=2.T_E

T_0 : période propre
T_E : période des énergies





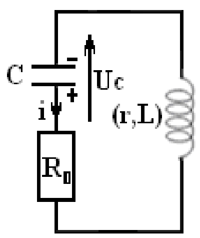
NB :
T_0 = 2.Te : La période propre des oscillations électriques T_0 est le double de la période des énergies Te

II.Etude du circuit RLC

1. Décharge d'un condensateur dans une bobine

Le montage est constitué de :

- Un condensateur de capacité C, initialement chargé et porteur de la charge q_0 et une tension U_0=E
- Une bobine de coefficient d'induction L et de résistance interne r
- Un conducteur ohmique de résistance R_0 La résistance totale du circuit est R = R_0 + r



2. Equation differentielle :

En appliquant la loi d'additivité des tensions $U_R + Uc + U_L = 0$ et les transitions :

$$U_R = R_0 i = R_0\frac{dq}{dt} = R_0 C.\frac{dUc}{dt} \quad \text{et} \quad U_L = r.i + L\frac{di}{dt} = L\frac{di}{dt}$$

On aboutit à l'équation différentielle vérifié par une variable donnée :

$$q = C.Uc \quad \text{et } i = \frac{dq}{dt} = C.\frac{dUc}{dt}$$

Variable Uc:

$$R.i + Uc + L.\frac{di}{dt} = 0 \quad \text{donc } R.C.\frac{dUc}{dt} + Uc + L.C.\frac{d^2Uc}{dt^2} = 0 \quad \text{d'où } \frac{d^2Uc}{dt^2} + \frac{R}{L}.\frac{dUc}{dt} + \frac{1}{L.C}Uc = 0$$

Variable q:

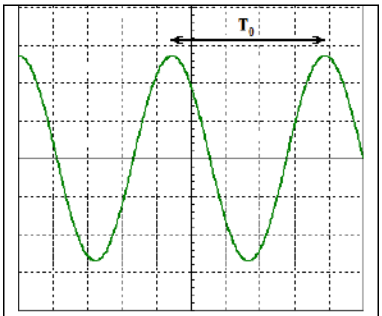
$$R.i + Uc + L.\frac{di}{dt} = 0 \quad \text{donc } R.\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} + L.\frac{d^2q}{dt^2} = 0 \quad \text{d'où } \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{R}{L}.\frac{dq}{dt} + \frac{1}{L.C}q = 0$$

La grandeur $\frac{R}{L}.\frac{dUc}{dt}$ ou $\frac{R}{L}.\frac{dq}{dt}$

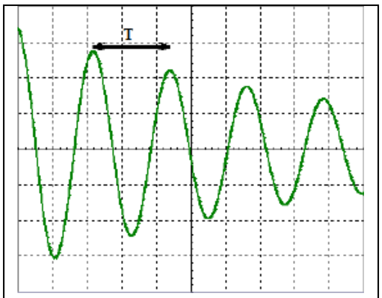
- Concrétise le caractère non-oscillatoire du système (l'amortissement des oscillations électriques)
- Détermine le régime des oscillations (periodique, pseudo périodique ou apériodique)

La résistance est le dipôle qui influe sur l'amplitude des oscillations, quand la résistance **R** du circuit est **:**

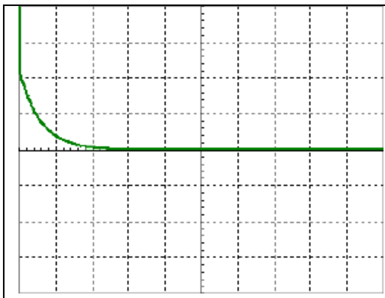
- **Faible** les oscillations du système sont amorties, le régime est **pseudopériodique**.
- **Élevée** le système n'oscille pas et donc le régime est apériodique



Régime périodique
T_0 : la période



Régime pseudo périodique
T : la pseudo période

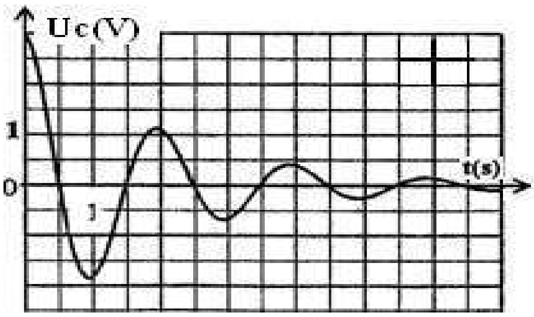


Régime apériodique

NB :

La période et la pseudo période sont considérés souvent égales $\mathbf{T \approx T_0 = 2.\pi.\sqrt{L.C}}$

3. Courbe de la tension du condensateur (Régime pseudo périodique :



L'amplitude des oscillations diminue au cours du temps

La cause : La résistance est le dipôle qui influe sur l'amplitude des oscillations

L'explication : Dissipation (perte) progressivement de l'énergie (initialement emmagasinée dans le condensateur) en énergie thermique par effet joule dans les résistances.

NB :

L'amortissement est d'autant plus important que la résistance est élevée

Un circuit électrique RLC, réalisé avec un condensateur chargé, est le siège d'oscillations électriques libres amorties.

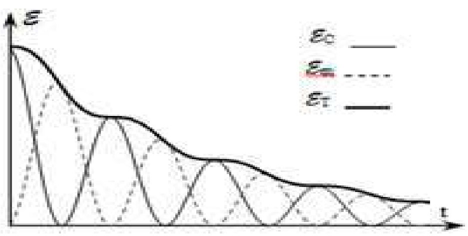
4. Transfert d'énergie entre le condensateur et la bobine :

on sait que : $E_T = Ee + Em = \frac{1}{2}C.U_C^2 + \frac{1}{2}L.i^2$; $(f^n)' = n.f^{n-1}.f'$ et $f^2 = 2.f.f'$ et on dérive $\frac{dE_T}{dt} = C.\frac{dUc}{dt}\left(\mathbf{Uc + L.C.\frac{d^2Uc}{dt^2}}\right)$

on a d'après l'équation déffentielle : ; $R.C.\frac{dUc}{dt} + Uc + L.C.\frac{d^2Uc}{dt^2} = 0$ avec $\mathbf{Uc + L.C.\frac{d^2Uc}{dt^2}} = -R.C.\frac{dUc}{dt}$

$\frac{dE_T}{dt} = C.\frac{dUc}{dt}\left(-R.C.\frac{dUc}{dt}\right)$ donc $\frac{dE_T}{dt} = R.(C.\frac{dUc}{dt})^2$ puisque $i = C.\frac{dUc}{dt}$ Alors $\frac{dE_T}{dt} = -R.i^2 < 0$

NB : $\mathbf{\frac{dE_T}{dt} = -R.i^2 < 0}$

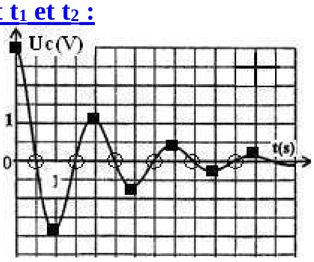


- Les oscillations correspondent à un échange énergétique entre le condensateur et la bobine : Il y a conversion d'énergie électrique en énergie magnétique et réciproquement.
- **Le circuit (RLC) est dissipatif d'énergie** son énergie totale E_T diminue au cours du temps.

- Le phénomène d'amortissement résulte de la dissipation (perte) de l'énergie totale dans le circuit sous forme d'énergie thermique par effet joule

**** Comment calculer l'énergie dissipée entre deux instant t_1 et t_2 :**

Points spécifiques sur la figure	Uc	i	E_e	E_m	E_T
■	Uc_m	0	$E_e = \frac{1}{2}C.U_{Cmax}^2$	0	$E_T = \frac{1}{2}C.U_{Cmax}^2$
○	0	I_m	0	$E_m = \frac{1}{2}L.I_{max}^2$	$E_T = \frac{1}{2}L.I_{max}^2$



$\Delta E_T = E_T(t_2) - E_T(t_1)$: L'énergie dissipée par effet joule entre les instants t_1 et t_2

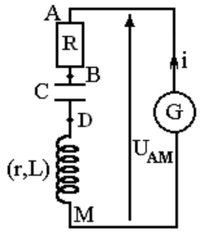
5. Entretien des oscillations

Entretenir des oscillations dans un circuit c'est lui fournir de l'énergie pour compenser les pertes par effet Joule dans les résistances, alors on ajoute au circuit un générateur de tensions

$$U_{AM} = U_{AB} + U_{BD} + U_{DM}$$

$$U_{AM} = R.i + \frac{q}{C} + r.i + L.\frac{di}{dt}$$

$$U_{AM} = (R+r).\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} + L.\frac{d^2q}{dt^2}$$



On en déduit l'équations différentielle :

$$\ddot{q} + \left(\frac{R+r}{L}\dot{q} - \frac{UAM}{L}\right) + \frac{1}{L.C}.q = 0$$

Si U_{AM}=(R+r).i La tension au borne du générateur est proportionnelle à l'intensité de courant et que le coefficient de proportionnalité est (R+r) alors $\ddot{q} + \frac{1}{L.C}.q = 0$

Conclusion :
Le générateur fournit au circuit l'énergie nécessaire pour compenser l'énergie dissipée (perdue) par effet Joule à condition que U_{AM}=(R+r).i

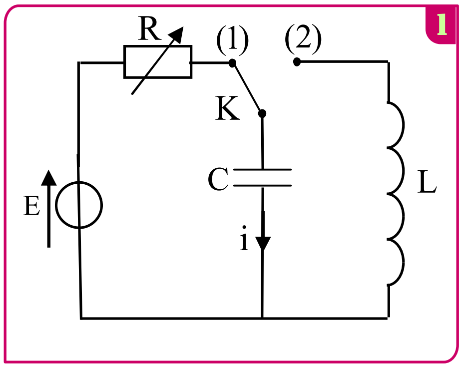
EXERCICE 1 Examen PC 2017 S.R — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1qhXJlwtX05uvhYfIYSWJIDlYqIZc3wcc/view

Un professeur de physique se propose dans un premier temps, d'étudier l'influence de la résistance d'un conducteur ohmique sur la constante de temps au cours de la charge d'un condensateur, et d'étudier dans un deuxième temps, le circuit RLC dans le cas d'un amortissement négligeable.

Pour cela, il demande à ses élèves de réaliser le montage schématisé sur la figure 1 constitué de :

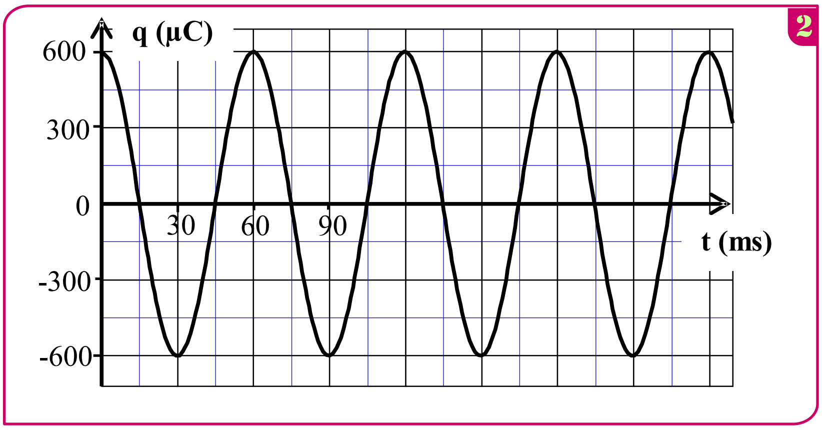
- Un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- Un conducteur ohmique de résistance R réglable;
- Un condensateur de capacité C ;
- Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- Un interrupteur K à double position.



Etude du circuit RLC dans le cas d'un amortissement négligeable

Après avoir chargé totalement le condensateur de capacité $C = 100\,\mu F$, un élève bascule l'interrupteur K sur la position 2 (voir Figure 1).

La courbe de la figure 2 représente l'évolution temporelle de la charge q(t)du condensateur.



❶ Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t).

❷ La solution de cette équation différentielle est : $q(t) = Q_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}t)$. Trouver en fonction de L et de C l'expression de la période propre T_0 de l'oscillateur électrique.

❸ Vérifier que la valeur approximative de l'inductance de la bobine étudiée est : $L \approx 0,91\,H$.

❹ Calculer l'énergie totale du circuit aux instants $t_1 = 0$ et $t_2 = \frac{T_0}{4}$. Justifier le résultat obtenu.

EXERCICE 2 Examen SVT 2017 S.N 20 min

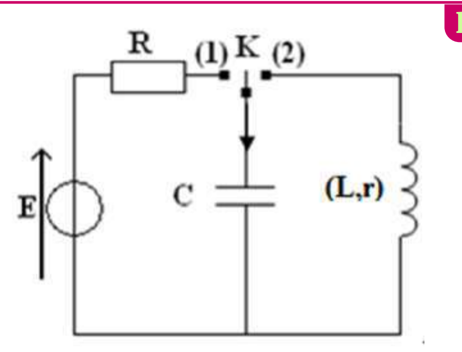
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1NyAQsbsI88ce1ZptVG3MD8u7WAmRMLoA/view

On réalise le montage expérimental représenté sur la figure (1) qui comporte:
- un générateur idéal de tension de force électromotrice $E = 6V$;
- un condensateur de capacité C;
- un conducteur ohmique de résistance R ;
- une bobine b d'inductance L et de résistance r ;
- un interrupteur K.

1. On place l'interrupteur dans la position (1), le condensateur se charge totalement. Sa charge maximale est $Q_{max} = 1{,}32.10^{-4}C$.

Calculer la valeur de l'énergie électrique maximale $E_{e,max}$ emmagasinée dans le condensateur.

1



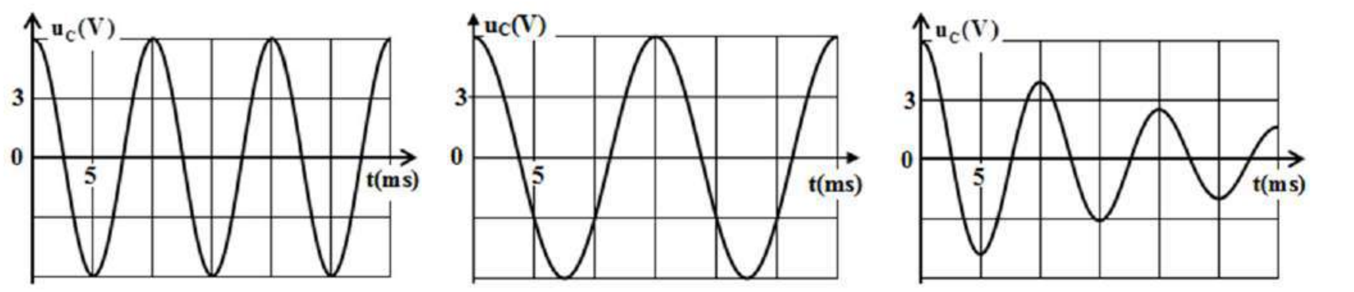
2. On réalise trois expériences en utilisant trois bobines différentes b_1, b_2 et b_3 dont les caractéristiques sont:

$b_1(L_1 = 260\ mH\ ;\ r_1 = 0)$, $b_2(L_2 = 115\,\text{mH}\ ;\ r_2 = 0)$ et $b_3(L_3\ ;\ r_3 = 10\ \Omega)$

Dans chaque expérience, on charge totalement le condensateur et on le décharge dans l'une des trois bobines.

Les courbes de la figure (2) représentent les variations de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

2



2.1. Nommer les régimes d'oscillations mis en évidence par les courbes (a) et (c).

2.2. En comparant les périodes des oscillations électriques, montrer que la courbe (a) correspond à la bobine b_2.

2.3. Vérifier que $C \simeq 2{,}2.10^{-5}F$.

3. On considère le cas de la décharge du condensateur à travers la bobine $b_2(L_2 = 115\,\text{mH}\ ;\ r_2 = 0)$. Dans ce cas le circuit LC est idéal.

3.1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$.

3.2. la solution de l'équation différentielle s'écrit: $u_c(t) = U_{Cmax}.\cos\left(\dfrac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$

3.2.1. Écrire l'expression numérique de la tension $u_c(t)$.

3.2.2. Calculer l'énergie totale du circuit LC sachant qu'elle se conserve.

4. On considère le cas de la décharge du condensateur à travers la bobine $b_3(L_3\ ;\ r_3 = 10\Omega)$.

Pour entretenir les oscillations électriques, on ajoute au circuit un générateur qui délivre une tension proportionnelle à l'intensité du courant $u_g = k.i(t)$ où k est une constante positive. On obtient des oscillations électriques sinusoïdales de période T=10 ms .

4.1. Déterminer la valeur de k.

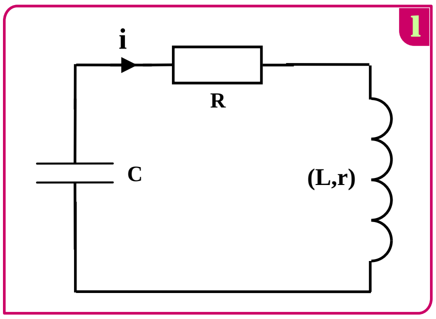
4.2. En déduire la valeur de L_3.

EXERCICE 3 Examen PC 2020 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1YfSNvpOfIEcOhX5aGQk9xhYM7-B_zmCg/view

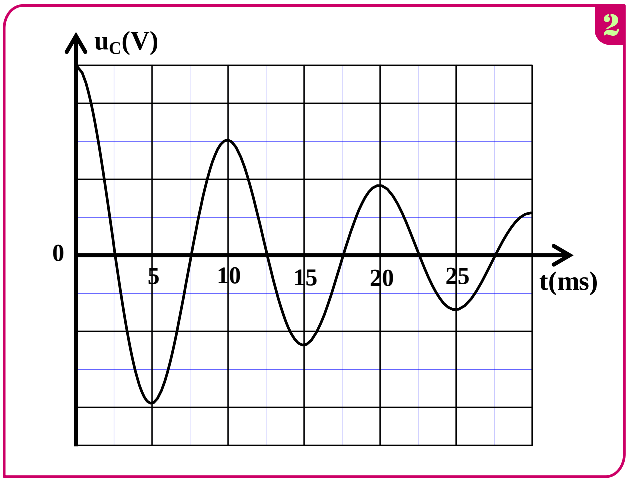
Cet exercice se propose d'étudier :

- la décharge d'un condensateur dans un dipôle RL.
- l'entretien des oscillations dans un circuit RLC série.



On monte en série, à un instant choisi comme nouvelle origine des dates t =0 , un condensateur de capacité C, totalement chargé, avec la bobine d'inductance L=1H et un conducteur ohmique de résistance $R = 90\ \Omega$. (figure 1).

La courbe de la figure 4 représente l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur .



1. Quel est le régime d'oscillation mis en évidence par la courbe de la figure 2?

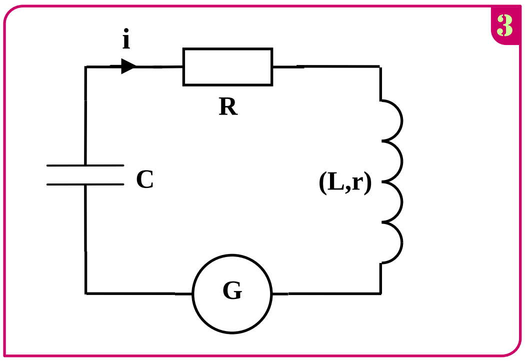
2. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$.

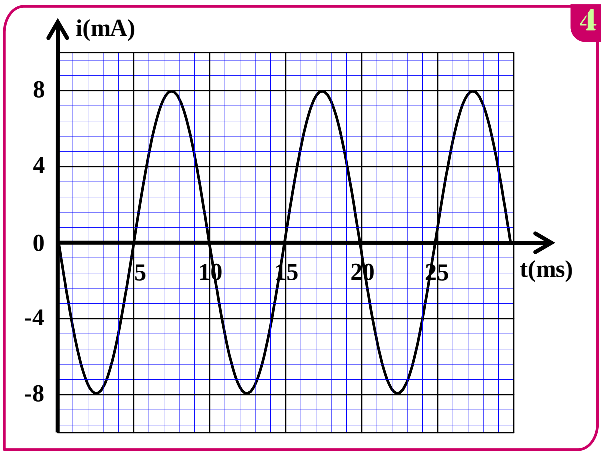
3. Sachant que la pseudopériode est égale à la période propre, trouver la capacité C du condensateur. (On prend: $\pi^2 = 10$).

Entretien des oscillations dans un circuit RLC série

Pour entretenir les oscillations électriques dans le circuit précédent représenté sur la figure 1, on insère dans ce circuit un générateur G délivrant une tension proportionnelle à l'intensité du courant: $u_G(t) = k.i(t)$. (Figure 3).

La courbe de la figure 4 représente l'évolution de l'intensité i(t) dans le circuit dans le cas où $k = k_0$





1. Trouver, dans le système international d'unités, la valeur de k_0.

2 . Sachant que l'expression de l'intensité i(t) dans le circuit s'écrit ainsi: $i(t) = I_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi)$, déterminer les valeurs de I_m , T_0 et φ .

3. Déterminer l'énergie totale E_t du circuit.

4. Trouver l'énergie électrique E_{e1} emmagasinée dans le condensateur à l'instant $t_1 = 16\,ms$.

EXERCICE 4 Examen SVT 2018 S.R 20 min

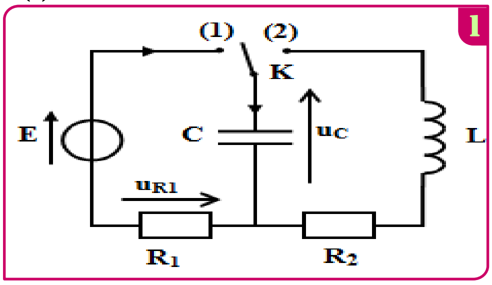
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/10GncvMK_h06Flce4MDf9fGMNOmioAl3v/view

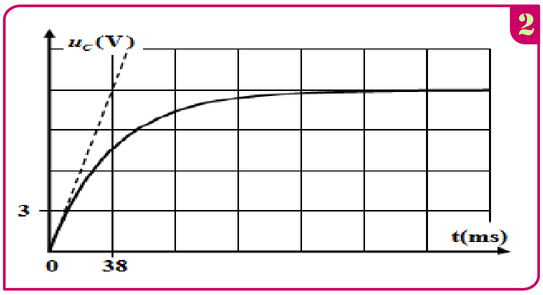
On réalise le montage électrique représenté dans la figure (1) tel que :

- deux conducteurs ohmiques de résistances respectives $R_1 = 6\ k\Omega$ et R_2 ;

1. Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ascendant

À l'instant $t_0 = 0$, on place l'interrupteur en position (1). La figure (2) représente la variation de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.





❶ Montrer que l'équation différentielle vérifiée par u_C s'écrit : $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{\tau}.u_C = \frac{E}{\tau}$ avec τ une constante positive. Donner l'expression de τ .

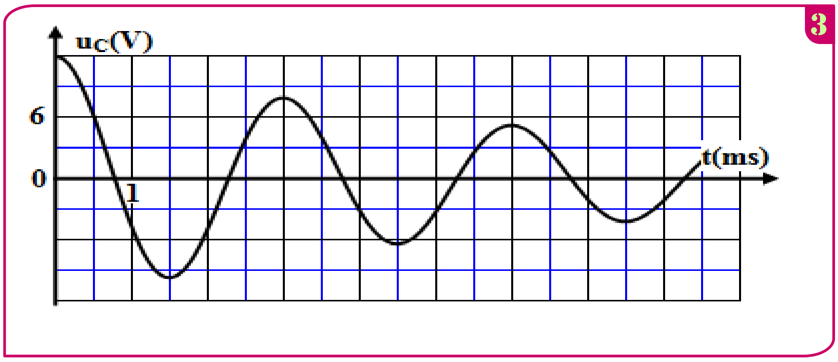
❷ Déterminer graphiquement les valeurs de E et τ .

❸ Vérifier que $C \simeq 6,3\ \mu F$.

2. Étude des oscillations électriques libres et échange énergétique

Lorsque le régime permanent est atteint, on bascule l'interrupteur K en position (2) à l'instant $t_0 = 0$.

La courbe de la figure (3) représente la variation de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.



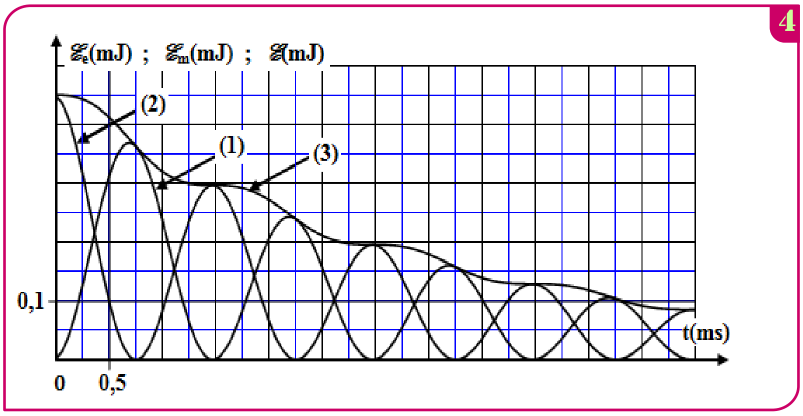
❹ Justifier la nature des oscillations électriques dans le circuit.

❺ Déterminer la valeur de la charge Q_0 du condensateur à l'instant $t_0 = 0$.

❻ Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T des oscillations.

❼ En considérant que la pseudo-période T est égale à la période propre de l'oscillateur (LC), déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine (On prend $\pi^2 = 10$).

❽ Les courbes de la figure (4) représentent les variations en fonction du temps de l'énergie électrique $\mathscr{E}_e$ emmagasinée dans le condensateur, l'énergie magnétique $\mathscr{E}_m$ emmagasinée dans la bobine et l'énergie totale $\mathscr{E}$ du circuit, tel que $\mathscr{E} = \mathscr{E}_e + \mathscr{E}_m$.



a. Identifier, en justifiant la réponse, la courbe qui correspond à l'énergie magnétique $\mathscr{E}_m$.

b. Déterminer, entre les instants $t_0 = 0$ et $t_1 = 3\ ms$, la variation $\Delta\mathscr{E}$ de l'énergie totale du circuit.

EXERCICE 5 — Exercice d'application — 20 min

Une fois le condensateur est totalement chargé, on bascule l'interrupteur K vers la position (2) à un instant que l'on choisira comme nouvelle origine des dates $(t=0)$.

La courbe de la figure , représente l'évolution temporelle de la charge $q(t)$ du condensateur.

❶ Identifier le régime oscillatoire qui correspond à la courbe de la figure 2 .

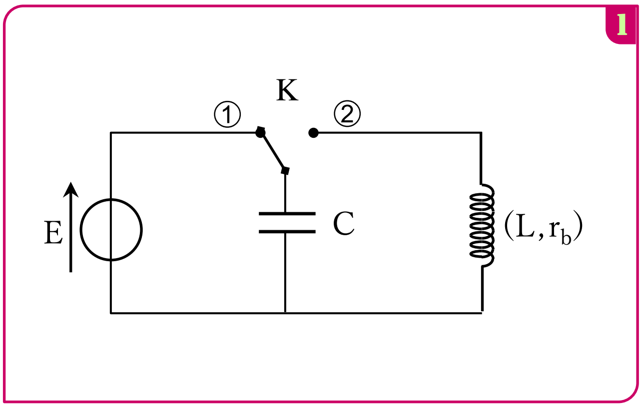
❷ En assimilant la pseudo période à la période propre de l'oscillateur électrique, déterminer l'inductance L de la bobine (b) avec $C = 1\,\mu F$.

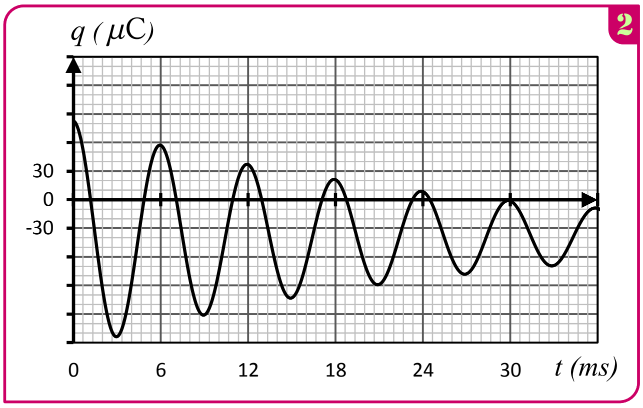
❸ Calculer $\Delta\mathscr{E}$, la variation de l'énergie totale du circuit entre les instants $t_1 = 0\,ms$ et $t_2 = 18\,ms$, puis interpréter ce résultat.

❹ Pour entretenir les oscillations, on monte en série avec le condensateur et la bobine (b), précédemment étudiés, un générateur (G) qui délivre une tension proportionnelle à l'intensité du courant électrique: $u_G(t) = k.i(t)$.

a. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$.

b. On obtient des oscillations électriques sinusoïdales lorsque la constante k prend la valeur $k = 11$ dans le système d'unités internationales. En déduire la valeur de la résistance électrique r_b de la bobine (b).





❺ Trouver l'expression $\frac{dE_T}{dt}$ en fonction de r_b et i . E_T représente l'énergie totale du dipôle à l'instant t .

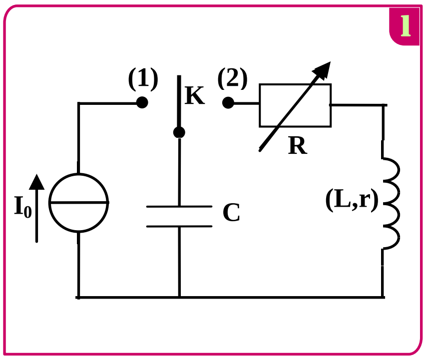
EXERCICE 6 — Examen SM 2020 S.R — 20 min

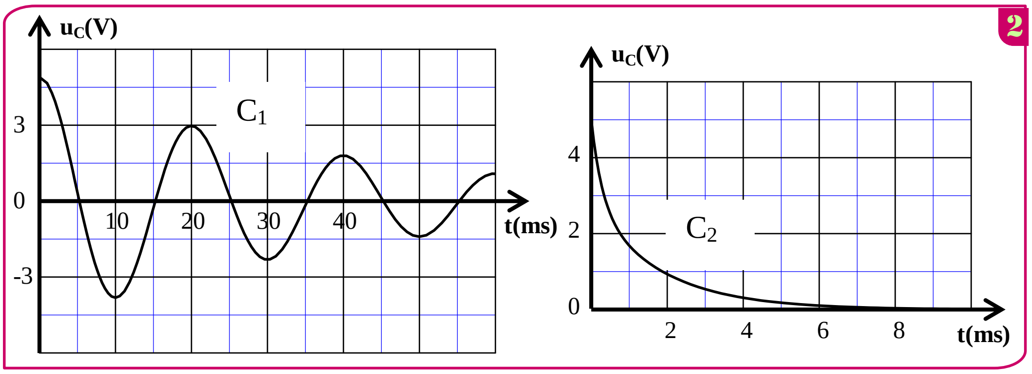
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1corqhBdLugnOxrjd6dJ9cPBanBkd8uar/view

Le condensateur est un composant électronique utilisé principalement pour stocker de l'énergie et traiter des signaux périodiques…

Quand la tension u_c prend une valeur U_0, on bascule l'interrupteur sur la position (2) figure 1, à un instant choisi comme nouvelle origine des dates t=0.Un système d'acquisition informatisé permet d'enregistrer l'évolution de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur pour une valeur R_1 de la résistance R. On refait la même expérience en ajustant la résistance R sur une valeur R_2 .

Pour les deux expériences, on obtient les courbes C_1 et C_2 (figure 2).





2.1. Recopier et compléter le tableau suivant :

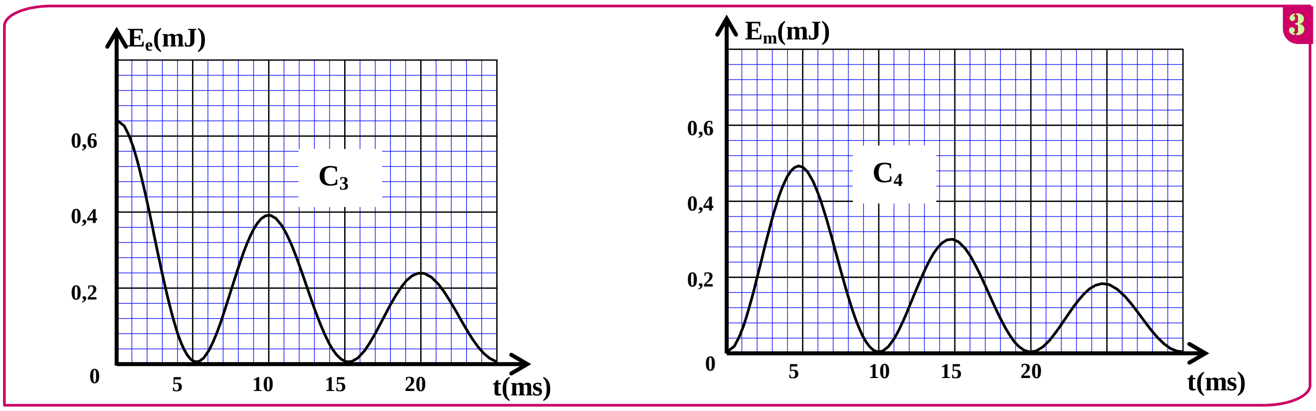
Résistance du conducteur ohmique en ohm (Ω)	$R_1 = 0$	$R_2 = 390$
Courbe obtenue		
Régime des oscillations correspondant		

2.2. Pour $R_1 = 0$, montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$ s'écrit sous la forme : $\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC}u_c = 0$.

2.3. Sachant que la pseudopériode est égale à la période propre de l'oscillateur, montrer que $L = 0,2$ H (on prend $\pi^2 = 10$).

3. Etude énergétique

Pour $R_1 = 0$, un système d'acquisition informatisé permet d'obtenir les courbes C_3 et C_4. Ces dernières représentent l'évolution de l'énergie électrique E_e emmagasinée dans le condensateur ainsi que l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine (figure 3).



3.1. Recopier puis compléter le tableau suivant où E_t est l'énergie totale du circuit à déterminer en exploitant les courbes de la figure 4:

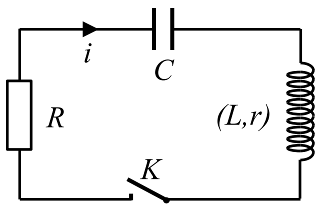
t(ms)	0	13	20
E_t(mJ)			

3.2. Préciser la cause de la variation de E_t au cours du temps.

3.3. Déterminer l'intensité du courant i_1 circulant dans le circuit à l'instant t_1 = 13 ms.

EXERCICE 7 | Exercice d'application | 20 min

On réalise le montage schématisé ci-contre. Le condensateur de capacité C=10nF est initialement chargé ,Résistance R=90Ω,bobine d'inductance L=1H et sa résistance r=10 Ω



Choisir la bonne réponse :

❶A t=0 l'énergie totale E_T est emmagsinée dans :

- Condensateur
- Condensateur et bobine
- Bobine
- Conducteur ohmique

❷Au cours du tepms l'énergie totale E_T:

- Augmente
- Reste constante
- Diminue
- Augmente et diminue

❸La période propre T_0 des oscillations est :

- *62,□ms*
- *62□ms*
- *6,2□10⁻⁴ s*
- *6,2□ms*

❹Pour entretenir les oscillations, on monte en série avec le condensateur et la bobine (b) précédemment étudiés, un générateur (G) qui délivre une tension proportionnelle à l'intensité du courant électrique: $u_G = k.i$

- *K=70*
- *K=100*
- *K=90*
- *K=10*

❺Si R'=2R la pseudo-période T' est:

- T=T'
- T=2T'
- T'=2T
- T'=4T

EXERCICE 8 Examen SM 2013 S.R 20 min

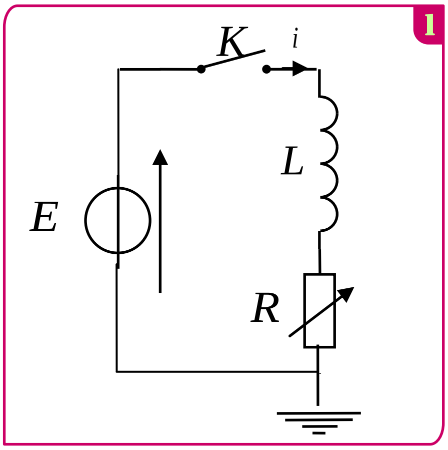
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1o_2smx6eUjzEyYzOi9Vd44ra9SQDwZP0/view

1- Etude du dipôle RL

On réalise le montage représenté dans la figure 1 et qui constitué de :

- un générateur de force électromotrice $E = 6V$ et de résistance négligeable ;
- une bobine de coefficient d'inductance $L = 1,5mH$ et de résistance négligeable ;
- un conducteur ohmique de résistance R réglable ;
- un interrupteur K .

On règle la résistance R sur une valeur R_1 et on ferme l'interrupteur K à un instant $t = 0$ que l'on considère comme origine du temps.



1.1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant $i(t)$.

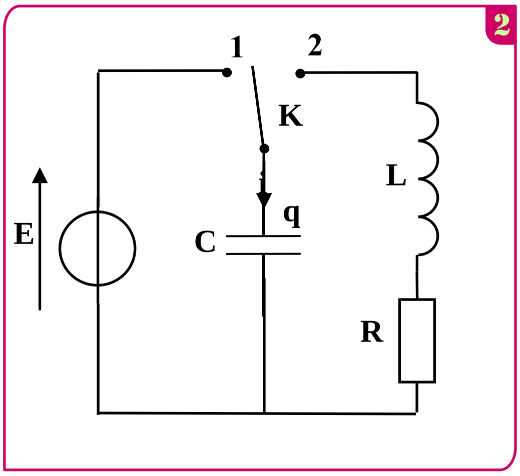
1.2- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme :

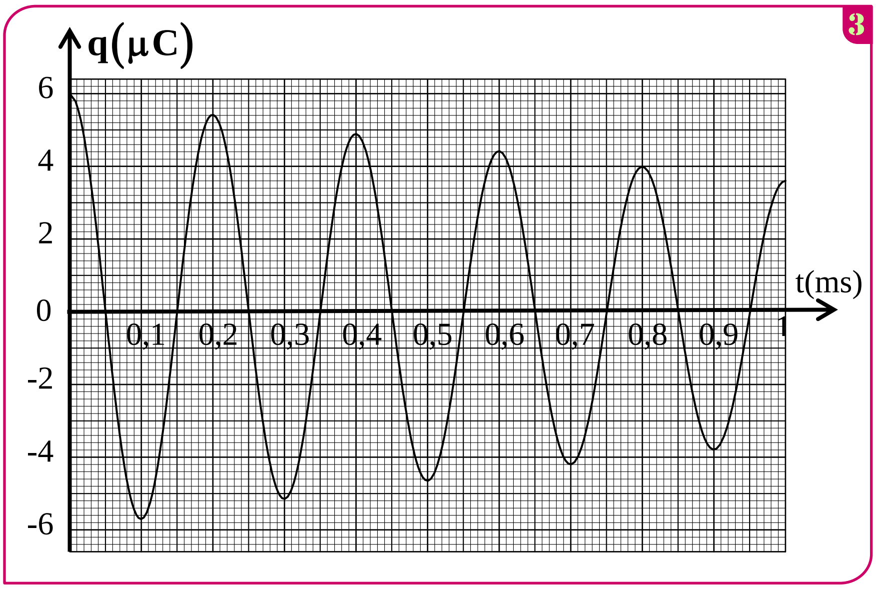
$i(t) = \frac{E}{R_1}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right)$. Déterminer à partir de cette solution l'expression de la constant τ_1 en fonction des paramètres du circuit .

1.3- On règle la résistance R sur la valeur $R_2 = 2R_1$. Trouver l'expression de la nouvelle constante de temps τ_2 en fonction de τ_1 . En déduire l'effet de la valeur de R sur l'établissement du courant dans le dipôle RL.

2- Etude du dipôle RLC

On réalise le montage représenté dans la figure 2 .
On bascule l'interrupteur K à la position 1 ; Apres la charge du condensateur , on bascule l'interrupteur à à l'instant $t = 0$ à la position 2 . On visualise à l'aide d'un dispositif approprié l'évolution de la charge du condensateur au cours du temps ; On obtient alors la courbe représentée à la figure 3.





2.1- Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur

2.2- Sachant que la solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme

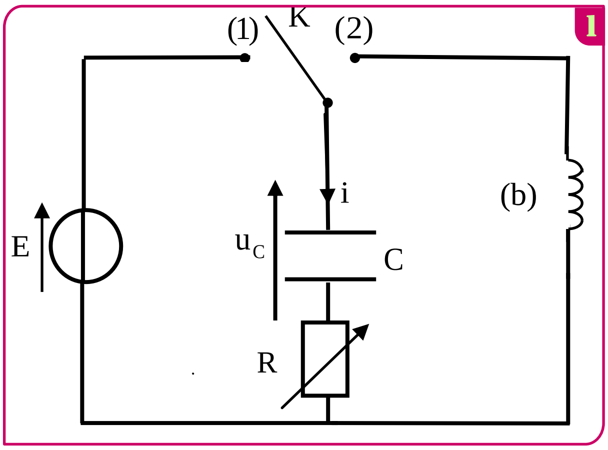
$$q(t) = q_0.e^{-\frac{t}{2\lambda}} \cos\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi\right)$$

a- Trouver l'expression $\frac{q(t+T)}{q(t)}$ en fonction de la pseudo-période T et la constante λ .

b- Déterminer la valeur de λ .

EXERCICE 9 Examen SM 2020 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1DRSriG6qY303DqWHAtYXL3y7c1k1k3XY/view



On se propose d'étudier dans cet exercice :

- la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension ascendant ;
- les oscillations libres et forcées dans un circuit RLC série.

On réalise le montage schématisé sur la figure1 comportant :

- un générateur idéal de tension de f.e.m E ;
- un conducteur ohmique de résistance R réglable ;
- un condensateur de capacité C initialement déchargé ;
- un interrupteur K ;
- une bobine (b) d'inductance L et de résistance $r = 12\ \Omega$.

1-Charge du condensateur

On ajuste la résistance R sur la valeur $R = R_0 = 40\Omega$.

A l'instant t = 0, on place l'interrupteur K en position (1).

1-1-Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) du condensateur.

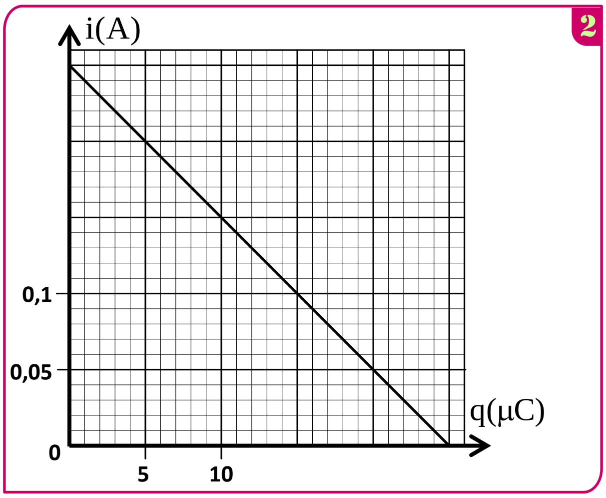
1-2- La courbe de la figure 2 représente les variations de l'intensité i(t) en fonction de q(t).

En s'aidant du graphe de la figure 2, trouver :

1-2-1-la valeur de E.

1-2-2-la valeur de la constante de temps.

1-3-Vérifier que $C = 2,5\mu F$.



2- Décharge du condensateur dans la bobine :

2-1- On ajuste la résistance R sur une valeur R_1.

Une fois le régime permanent est établi, on bascule l'interrupteur K en position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des dates (t = 0). Un système d'acquisition informatisé adéquat a permis de tracer la courbe représentant la charge q(t) du condensateur (figure3).

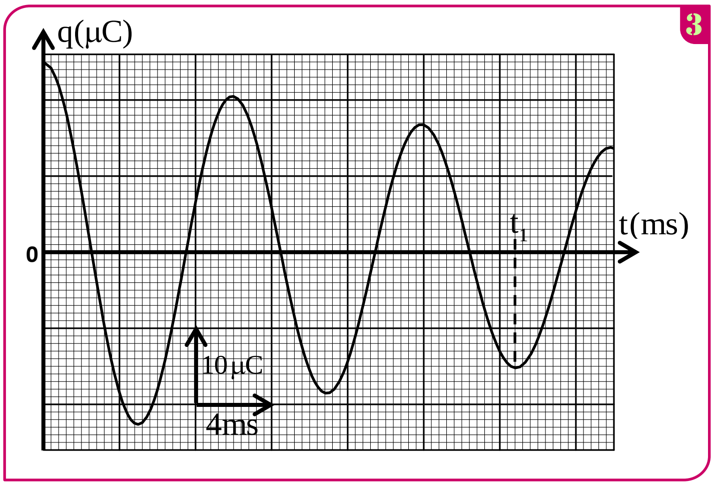
2-1-1-Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q(t) du condensateur s'écrit :

$\frac{d^2q(t)}{dt^2} + A.\frac{dq(t)}{dt} + B.q(t) = 0$ où A et B sont deux constantes positives.

2-1-2- Déterminer la valeur de la tension aux bornes de la bobine juste après le basculement de l'interrupteur K en position (2).

2-1-3- En considérant que la pseudopériode des oscillations est égale à la période propre du circuit LC, vérifier que $L = 1,0\,H$.(On prend $\pi^2 = 10$).

2-1-4- Calculer l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit entre l'instant $t = 0$ et l'instant t_1 indiquée sur la figure 3.



2-2- On fait varier la résistance R, et on constate que pour $A > 2\sqrt{B}$ le régime des oscillations est apériodique. Dans ce cas la résistance totale du circuit est supérieure à une valeur R_c.

En utilisant les équations aux dimensions, vérifier que l'expression de R_c a la dimension d'une résistance et déterminer la valeur minimale de R.

I.Ondes électromagnétiques- Transmission d'information

1. Les caractéristiques des ondes électromagnétiques

Comme les ondes mécaniques progressives sinusoïdales, les ondes électromagnétiques sont caractérisées par :
* une fréquence f (en Hz) et une période T (en s) liées entre elles par la relation suivante : $f = \frac{1}{T}$
* Une célérité (vitesse de propagation en m/s) : dans le vide et dans lair elle est égale à la célérité de la lumière soit $c = 3.10^8 m/s$
* La célérité des ondes électromagnétiques dans les milieux transparents (comme les fibres optiques) est également importante (de lordre de $10^8 m/s$
* Une longueur d'onde dans le vide λ (en m) qui correspond à la distance parcourue par londe se déplaçant à la célérité c durant une période temporelle T. On a aussi la relation suivante : $\lambda = c.T = \frac{c}{f}$

2. La nécessité de la modulation

On veut transporter un signal (musique, son, image , etc ...) . Ces signaux ont une basse fréquence de l'ordre de $1\,kHz$, en fait ces signaux ne peuvent pas être transmises directement pour plusieurs raisons :

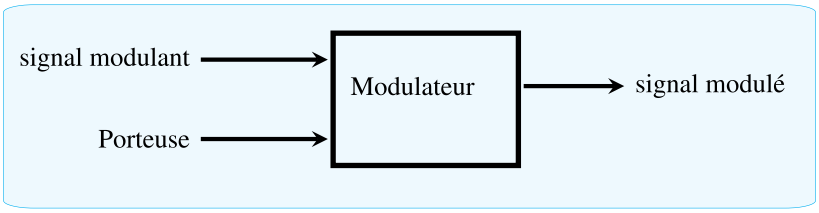
* Les ondes de basses fréquences sont fortement amorties ;
* Les dimensions de l'antenne réceptrice pour une onde donnée doivent être de lordre de $\frac{\lambda}{2}$ et $\frac{\lambda}{4}$

Cela conduirait à des antennes irréalisables du fait de leurs dimensions : pour une onde de fréquence 1kHz il faudrait une antenne de dimension $L = \frac{\lambda}{2} = \frac{c}{f} = \frac{3\times10^8}{2.10^3} = 150km$

* L'intervalle des basses fréquences est très étroites qui a pour effet de rendre l'antenne incapable de sélectionner le signal transmis parmi d'autres . Il y aurait brouillage de l'information.

La solution :

C'est de transporter le signal dans une plage des hautes fréquence , ce qui nécessite l'utilisation d'une onde porteuse de haute fréquence qui porte le signal de BF sous forme d'une onde modulante.

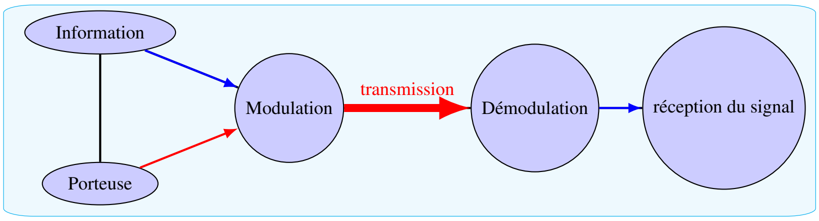


3. Le principe de transmission d'une inforamtion par une onde électromagnétique

L'information à transmettre est contenue dans un signal électrique de basse fréquence.

Pour le transporter, on utilise une " **onde porteuse**" de haute fréquence.

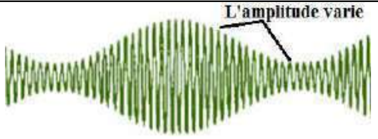
L'amplitude de l'onde porteuse est modulée par le signal électrique de basse fréquence. Ceci est effectué par un modulateur.



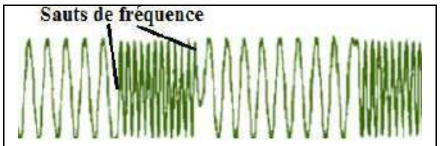
4. les types de modulations

Dans la porteuse p(t) = P_m.cos(2.π.N.t + φ), trois paramètres peuvent être modifiée :

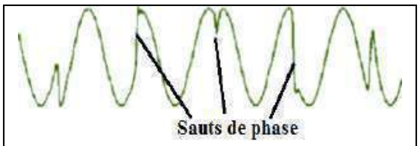
- L'amplitude U_m : modulation d'amplitude
- La fréquence N : modulation de fréquence
- La phase φ : modulation de phase



Modulation d'amplitude



Modulation de fréquence



Modulation de phase

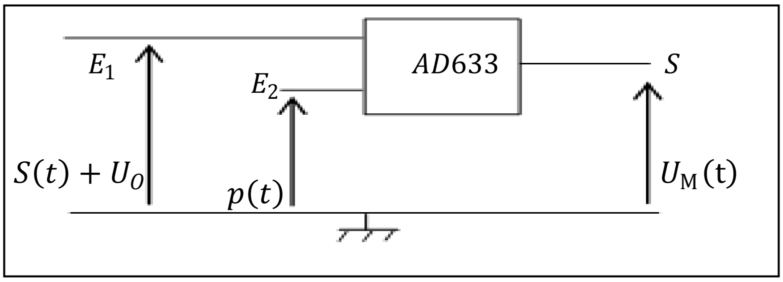
II. Modulation d'amplitude

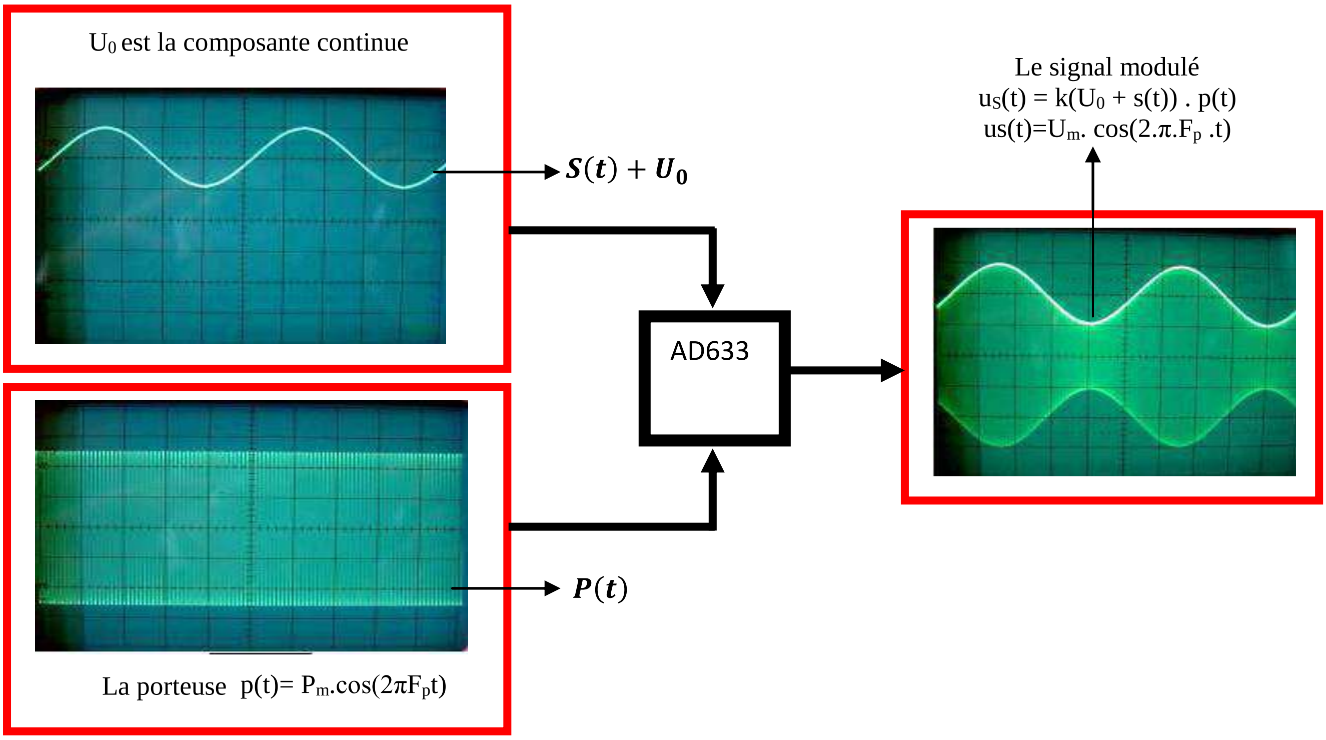
1. Principe :

La modulation d'amplitude d'une tension poteuse p(t) de haute fréquence Fp permet la transmission de signaux de faibles fréquences (une tension s(t) de basse fréquence fs) avec :

$s(t) = S_m \cos(2.\pi.f_s.t)$: signal de faible fréquence: Le signal modulant contenant l'information à diffuser (à envoyer)

$p(t) = P_m \cos(2\pi F_p\ t)$: porteuse





2. Expression de la tension modulée en amplitude

À l'entrée E_1 du multiplieur , on a $s(t)+U_0 = S_m cos(2\pi f_s t)+U_0$ avec U_0 une tension continue .

À l'entrée E_2, on applique la tension porteuse : $p(t) = P_m cos(2\pi F_p t)$.

À la sortie on obtient la tension $u_s(t) = kP_m(S_m cos(2\pi f_s t)+U_0) cos(2\pi F_p t)$

On sait que l'expression générale de la tension modulée en amplitude est : $u_s(t) = U_m(t) cos(2\pi F_p t)$

$U_m(t)$ **est l'amplitude de la tension modulée** est une fonction affine de la tension modulante $s(t)$

. Elle en reproduit les variations au cours du temps .

L'amplitude de la tension modulée s'écrit : $U_m(t) = kP_m(S_m cos(2\pi f_s t)+U_0)$ $U_m(t) = kP_m U_0(\frac{S_m}{U_0} cos(2\pi f_s t)+1)$

On pose : $A = kP_m U_0$ et $m = \frac{S_m}{U_0}$ et la relation prend la forme suivante : $\boxed{U_m(t) = A(m cos(2\pi f_s t)+1)}$

On appelle m **le taux de modulation**

De la relation ci-dessous , montre que l'amplitude modulée $U_m(t)$ varie entre deux valeurs extrêmes : U_{mmax} et $U_{m_{min}}$ tel que :

$U_{mmax} = A(m+1)$ $U_{mmin} = A(-m+1)$ c'est à dire que : $U_{mmax}+U_{mmin} = 2Am$ $U_{mmax}-U_{mmin} = 2A$

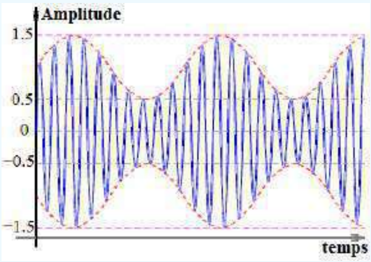
d'où le taux de modulation est : $\boxed{m = \frac{U_{mmax}-U_{mmin}}{U_{mmax}+U_{mmin}}}$

3. La qualité d'une modulation d'amplitude

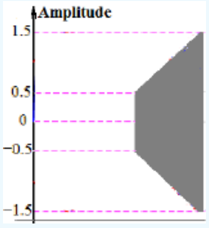
Pour une modulation parfaite il faut que :

- La fréquence F_p de la porteuse soit nettement supérieure à la fréquence de la modulante f_s : <u>$F_p >> f_s$</u> (Généralement $F_p >> 10.f_s$)
- Le taux de modulation m soit inférieur à 1 : <u>$m < 1$</u>

<u>Modulation parfaite (Bonne)</u>

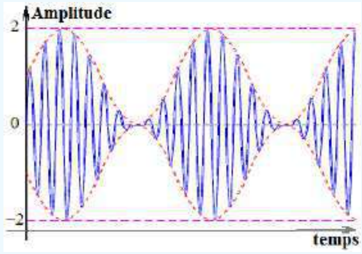


En mode XY on obtient :

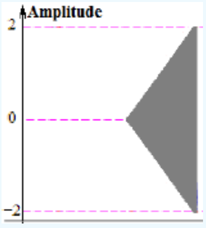


$$m = \frac{1.5 - 0.5}{1.5 + 0.5} = 0.5 < 1$$

<u>Mauvaise modulation (Critique)</u>

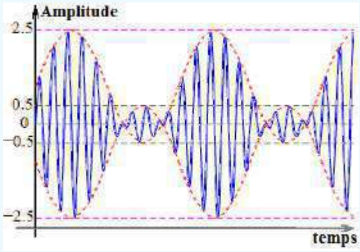


En mode XY on obtient :

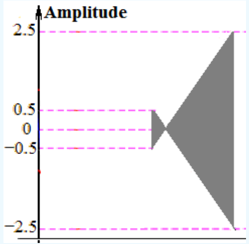


$$m = \frac{2 - 0}{2 + 0} = 1$$

<u>Surmodulation</u>



En mode XY on obtient :



$$m = \frac{2.5-(-0.5)}{2.5+(-0.5)} = 1.5 > 1$$

4. Spectre des fréquences :

Le spectre de fréquences du signal modulé est un graphe présentant l'amplitude de chaque composante sinusoïdale du signal.

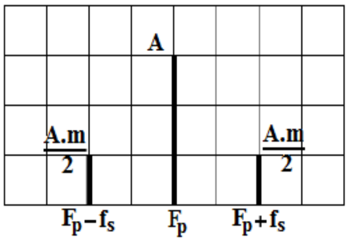
On a us(t)= A.(1 + A.m.cos(2.π.fs.t)).cos(2.π.Fp.t) = A.cos(2.π.Fp.t) + A.m.cos(2.π.fs.t).cos(2.π.Fp.t)

On sait que 2.cos(a).cos(b) = cos(a+b) + cos(a-b)

$$us(t) = A.\cos(2.\pi.F_p.t) + \frac{A.m}{2}.\cos(2.\pi.(F_p - f_s).t) + \frac{A.m}{2}.\cos(2.\pi.(F_p + f_s).t)$$

Conclusion : la tension modulée est la somme de trois tensions sinusoïdales avec des fréquences différentes

La fonction	$A.\cos(2.\pi.F_p.t)$	$\frac{A.m}{2}.\cos(2.\pi.(F_p - f_s).t)$	$\frac{A.m}{2}.\cos(2.\pi.(F_p + f_s).t)$
Amplitude	A	$\frac{A.m}{2}$	$\frac{A.m}{2}$
Fréquence	F_p	$F_p - f_s$	$F_p + f_s$



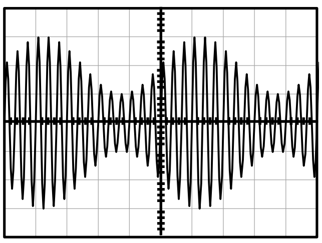
II. Démodulation d'amplitude

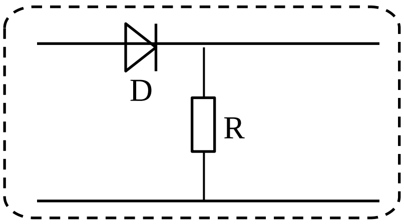
Une antenne réceptrice capte l'onde électromagnétique et restitue le signal électrique modulé. La **démodulation** permet alors d'**extraire le signal modulant s(t)** d'origine du signal modulé.
Pour restituer l'information de la tension modulante, il suffit ensuite de **démoduler** le signal reçu
Elle s'opère comme suit :

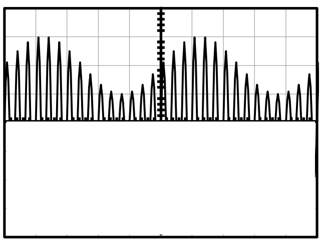
- La réception par une antenne réceptrice
- La suppression des alternances négatives (1)
- La détection d'enveloppe (2)
- L'élimination de la composante continue (3)

<u>a) Première opération :</u> la suppression des alternances négatives (1)

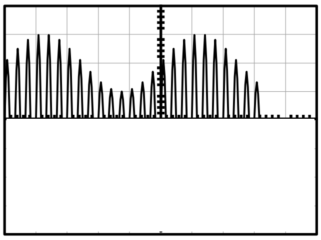
La diode bloque les alternances négatives. La tension recueillie aux bornes du conducteur ohmique est une **tension modulée redressée**.

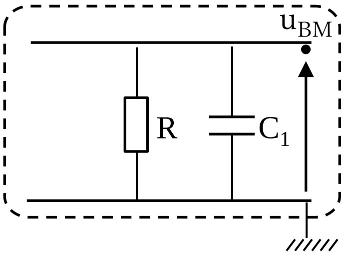


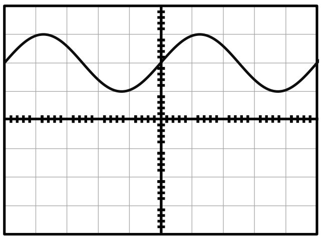




b) Deuxième opération : La détection de l'enveloppe et la suppression de la porteuse
Le montage à utiliser comporte un **filtre passe – bas** (Un condensateur en parallèle avec un conducteur ohmique), c'est-à-dire ne laissant passer que les composantes aux fréquences basses et arrêtant celles aux fréquences élevées.



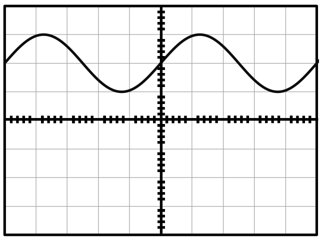


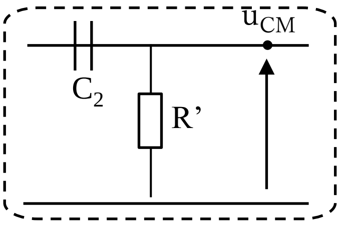


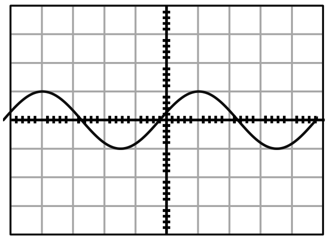
NB :
Pour retrouver une enveloppe de porteuse fidèle au signal modulant originel, il faut donc que :

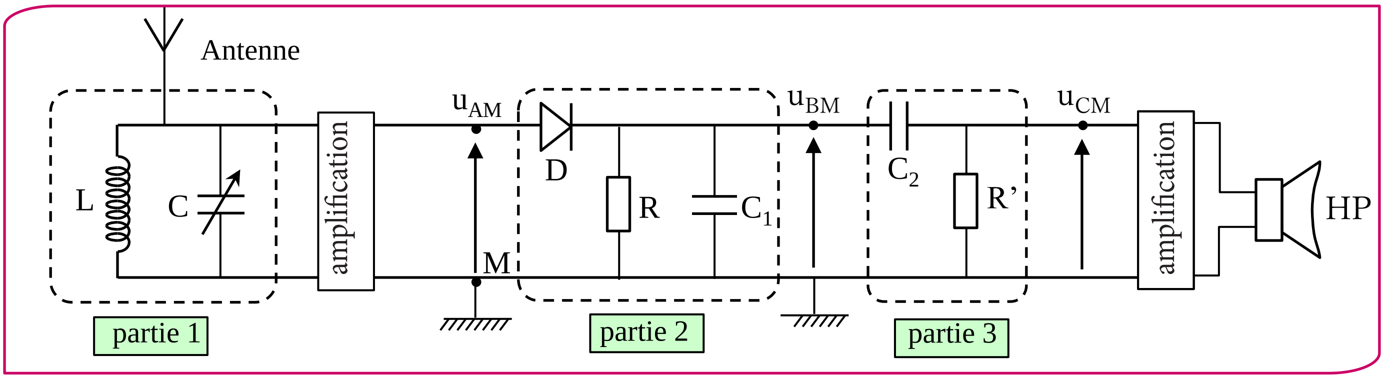
$\mathbf{T_p << RC < T_s}$ avec T_s : La période du signal modulant
T_p : La période du signal modulant

c) Troisième opération : la suppression de la composante continue
Le montage à utiliser comporte un **filtre passe – haut**, c'est-à-dire ne laissant passer que les composantes aux fréquences élevées et arrêtant celles aux basses fréquences et continues.









Le rôle de chaque partie dans la démodulation :

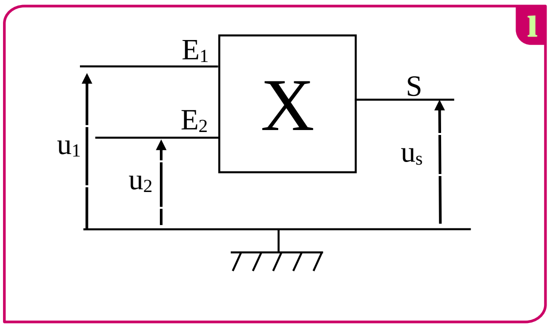
Antenne	Réception des ondes électromagnétique
Partie (1) : Circuit LC	Sélectionner la fréquence F_p ; $F_p = \frac{1}{T_p} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$ $T_p = 2.\pi.\sqrt{L.C}$: période de la porteuse
Amplificateur	Amplifier le signal modulé sélectionné
Partie (2) : Circuit RC ou filtre passe – bas	Elimine les alternances négatives et détecte l'enveloppe $\mathbf{T_p << RC < T_s}$ T_p : période de la porteuse T_S : période de la modulante
Partie (3) : Circuit RC ou filtre passe – haut	Suppression de la composante continue U_0
s(t)	La tension modulante

EXERCICE 1 Examen PC 2021 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1C2TRISVwwNiI0NPGrNwEaSD_3cUEzcr9/view

Modulation d'amplitude d'un signal

Pour obtenir un signal modulé en amplitude, on réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 1 où le multiplieur X est un circuit intégré possédant deux entrées E_1 et E_2 et une sortie S.

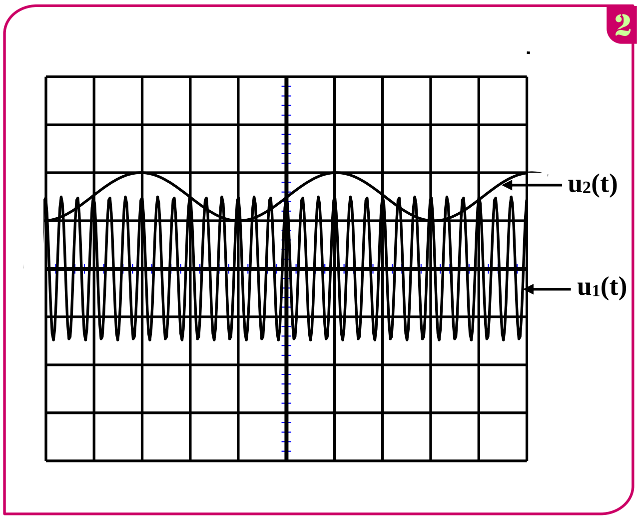


On applique :

- sur l'entrée E_1 une tension $u_1(t)$ ayant pour expression $u_1(t)=P_m\cos(2\pi F_p.t)$.
- sur l'entrée E_2 une tension $u_2(t)$ ayant pour expression $u_2(t)=U_0+s(t)$ où $s(t)=S_m\cos(2\pi f_s.t)$ est la tension modulante et U_0 est la composante continue de cette tension.

On obtient à la sortie S du multiplieur X une tension $u_s(t)$ modulée en amplitude.

On visualise la tension $u_1(t)$ sur la voie A de l'oscilloscope et la tension $u_2(t)$ sur la voie B (figure2).



Données : Sensibilité verticale : **1 V / div**

Sensibilité horizontale : **2 ms / div**

1) Définir la modulation d'amplitude.

2) Déterminer graphiquement :

2.1) les fréquences F_p et f_s.

2.2) la valeur de S_m et celle de U_0.

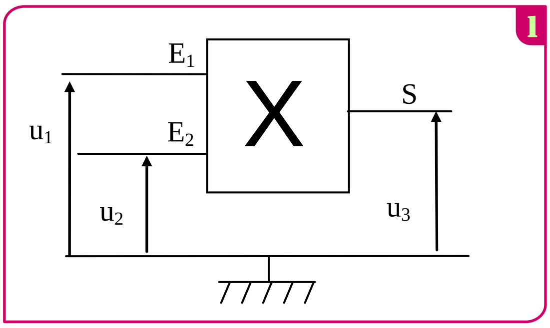
3) La modulation réalisée dans ce cas sera-t-elle de bonne qualité ? Justifier votre réponse.

EXERCICE 2 Examen PC 2019 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1VOnTl4nA_xFz9rRJIFVbfJwpxwzkMk7Y/view

Modulation d'amplitude d'un signal

Pour obtenir un signal sinusoïdal modulé en amplitude, on réalise le montage schématisé sur la figure 1, où X représente un circuit intégré multiplieur, ayant deux entrées E_1 et E_2 et une sortie S. On applique :



- à l'entrée E_1 la tension $u_1(t)$ d'expression $u_1(t)=U_0+U_1\cos(2\pi f_1.t)$ avec U_0 la composante continue de la tension.
- à l'entrée E_2 la tension $u_2(t)$ d'expression $u_2(t)=U_2\cos(2\pi f_2.t)$.

La tension, modulée en amplitude, obtenue à la sortie S du multiplieur est $u_3(t)$. Son expression est : $u_3(t)=0{,}1\left[0{,}6\cos(2\pi 10^4.t)+0{,}8\right]\cos(6\pi 10^5.t)$

1. Déterminer la fréquence F_p de l'onde porteuse et la fréquence f_m de l'onde modulante.

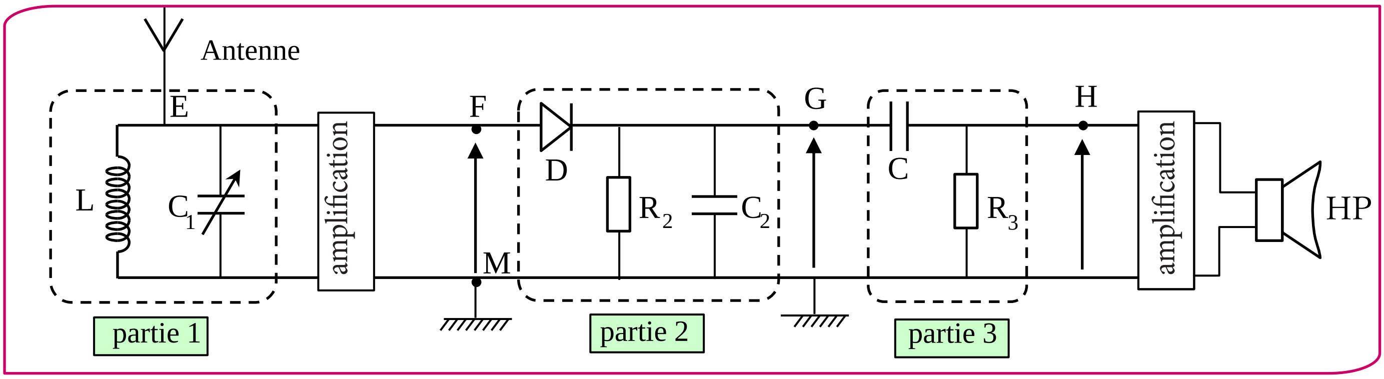
2. Calculer le taux de modulation m.

3. La modulation est-elle bonne? Justifier votre réponse.

EXERCICE 3 Examen PC 2012 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1DKKEr1nnpYWAzbIKY1O1eOIH52v70o6V/view

Pour recevoir une onde issue d'une station de diffusion, on utilise le dispositif simplifié, qui est constitué de trois parties comme l'indique la figure .



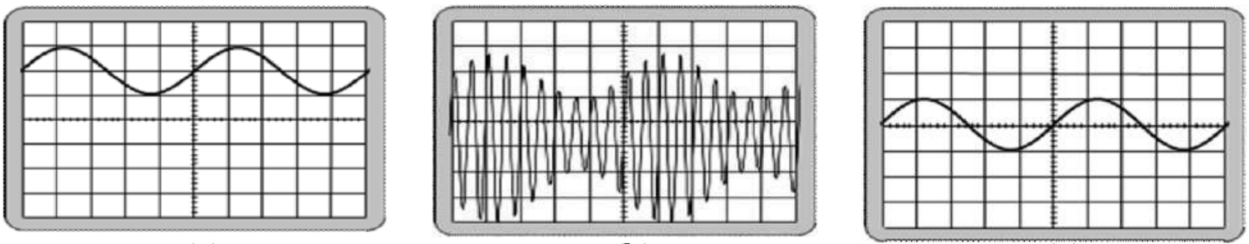
1- La partie 1 est constituée d'une antenne reliée à un circuit parallèle, constitué d'une bobine d'inductance ajustable et de résistance négligeable et d'un condensateur de capacité $C_1 = 4{,}7.10^{-10}$ F.

1-1- Quel est le rôle de la partie 1 ?

1-2- Pour recevoir une onde AM de fréquence f = 160 KHz, on fixe l'inductance de la bobine sur la valeur L_1. Calculer L_1.

2- Les deux parties 1 et 2, permettent la démodulation du signal recu. Quel est le rôle de chacune des deux parties dans la démodulation ?

3- On visualise sur l'écran d'un oscilloscope les tensions u_{EM} , u_{GM} et u_{HM}, on obtient les courbes suivantes :



(a) (b) (c)

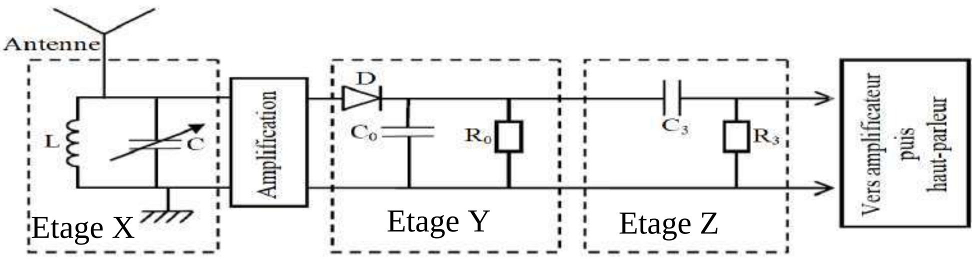
Associer chacune des courbes (a), (b) et (c), à la tension correspondante. Justifier.

EXERCICE 4 Examen PC 2010 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1Yl-_U34RD6OWhx-zUWV8isIoxrgx1Eto/view

Au cours d'une séance de travaux pratiques, le montage de la figure 3 a été réalisé pour recevoir une émission radio de fréquence f = 540 kHz, en utilisant trois étages : X, Y et Z. L'étage X est constitué d'une bobine (b) d'inductance L = 5,3 mH et de résistance négligeable, et d'un condensateur de capacité C ajustable entre deux valeurs :

$C_1 = 13{,}1$ pF et $C_2 = 52{,}4$ pF. (on rappelle que : 1 µF = 10^{-12} F).



1- Quel est le rôle de chacun des étages Y et Z dans la réception de l'émission?

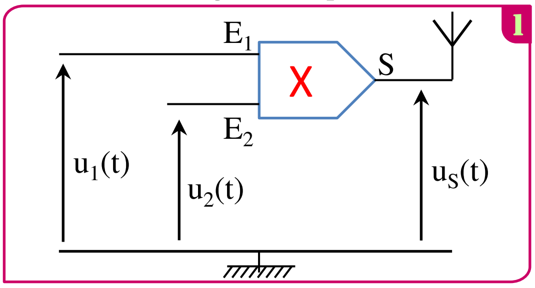
2- S'assurer que l'étage X permet la sélection de l'émission désirée.

EXERCICE 5 — Examen SM 2016 S.R — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1_faoiAh40XppslIPT155bxf_xdBc_Lwg/view

La modulation d'amplitude est obtenue en utilisant un circuit intégré multiplieur .

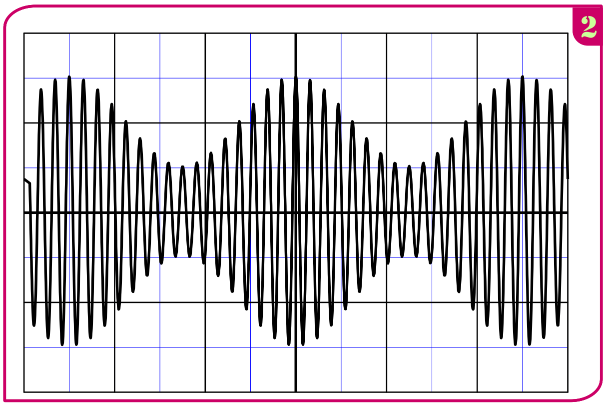
On applique à l'entrée E_1 du circuit intégré multiplieur une tension $p(t)$ qui correspond au signal porteur, et à l'entrée E_2 la tension $s(t)+U_0$ avec $s(t)$ la tension correspondant au signal modulant à transmettre et U_0 la composante continue (figure 1).



On obtient à la sortie S du circuit la tension $u(t)$ correspondant au signal modulé en amplitude .L'expression de cette tension est : $u(t)=k.p(t).\left(s(t)+U_0\right)$ où $s(t)=S_m.\cos(2\pi f_S t)$ et $p(t)=P_m.\cos(2\pi f_p t)$ et k une constante qui caractérise le circuit intégré multiplieur .

1- La tension modulée en amplitude peut s'écrire sous la forme : $u(t)=A\left[\frac{m}{S_m}s(t)+1\right].\cos(2\pi f_p t)$ avec $A=k.P_m.U_0$ et $m=\frac{S_m}{U_0}$ le taux de modulation.

Trouver l'expression du taux de modulation m en fonction de U_{max} et U_{min} avec U_{max} la valeur maximale de l'amplitude de $u(t)$ et U_{min} la valeur minimale de son amplitude.



2- Quand aucune tension n'est appliquée sur l'oscilloscope, les traces du spot sont confondues avec l'axe médian horizontal de l'écran. On visualise la tension $u(t)$ et on obtient l'oscillogramme .

- Sensibilité horizontale $20\,\mu s.div^{-1}$; -Sensibilité verticale : $1V.div^{-1}$.

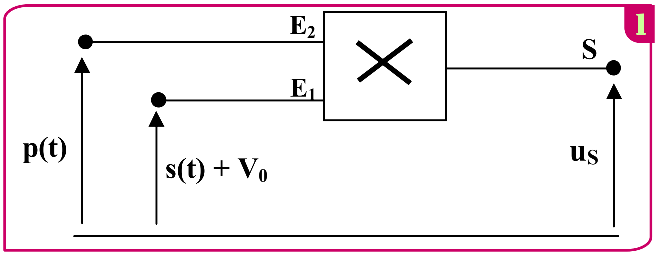
Déterminer f_p , f_s et m .Que peut-on en déduire à propos de la qualité de la modulation ?

EXERCICE 6 — Examen SM 2012 S.N — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1YoFgKaXgjW1nrgbewbjze1OdaO9Qs_Rd/view

Pour transmettre un signal sinusoïdal s(t) on utilise un multiplieur.

On applique à l'entré E_1 du multiplieur un signal de tension $u(t)=s(t)+V_0$ avec V_0 la tension continue de décalage , et on applique à l'entrée E_2 une tension p(t) d'une onde porteuse (figure 1).



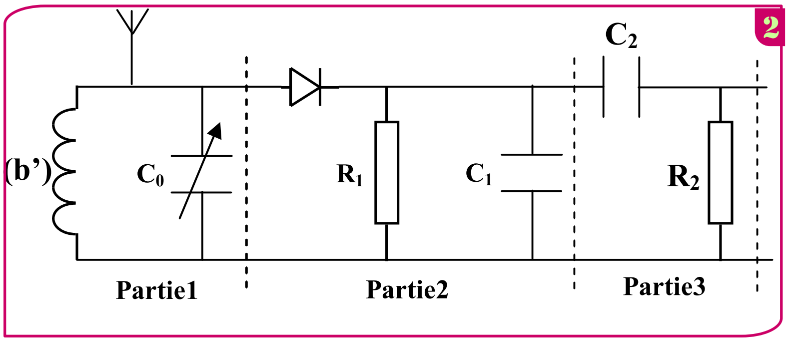
On obtient à la sortie S du multiplieur la tension modulée en amplitude $u_S(t)$ telle que : $u_S(t) = A[1+0,6\cos(10^4\pi.t)].\cos(2.10^5\pi.t)$.

3.1- Montrer que la modulation d'amplitude obtenue est bonne .

3.2- La démodulation d'amplitude est réalisée à l'aide du montage de la figure 2.

La partie 1 du montage comprend la bobine (b') et un condensateur de capacité C_0 réglable entre les deux valeurs 6.10^{-12} F et 12.10^{-12} F .

Le conducteur ohmique utilisé dans la partie 2 du montage a une résistance $R_1=30k\Omega$.



a- Montrer que l'utilisation de la bobine (b') dans le montage permet à la partie1 du montage de sélectionner le signal $u_S(t)$.

b- On veut obtenir une bonne détection d'enveloppe en utilisant l'un des condensateurs de capacités :

10 nF ; 5 nF ; 0,5 nF ; 0,1 nF . Déterminer la capacité du condensateur qui convient .

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/14Q2KrKocC4f3KYY9tAu1jbgj8Wa487KM/view

Modulation et démodulation d'amplitude d'une onde électromagnétique

On peut transmettre une information à grande distance, en modulant l'amplitude d'une onde électromagnétique qui se propage d'un émetteur à un récepteur.

L'émetteur doit assurer la production de l'onde électromagnétique et sa modulation pour porter le signal informatif. Quant au récepteur, il doit être conçu pour démoduler l'onde et récupérer le signal informatif, fournissant du sens pour l'utilisateur. La modulation d'amplitude consiste à varier l'amplitude de l'onde porteuse au cours du temps selon l'évolution temporelle du signal informatif à transmettre.

Afin d'obtenir un signal modulé en amplitude, on utilise un circuit intégré multiplieur X (figure 1).

On applique à l'entrée :

- E_1 : la tension $u_1(t)=s(t)+U_0$ avec $s(t)=S_m.\cos(2\pi.f.t)$ représentant le signal informatif et U_0 la tension de décalage .
- E_2 : une tension sinusoïdale représentant la porteuse $u_2(t)=U_m.\cos(2\pi.F.t)$.

La tension de sortie $u_s(t)$ obtenue est $u_s(t)=k.u_1(t).u_2(t)$;

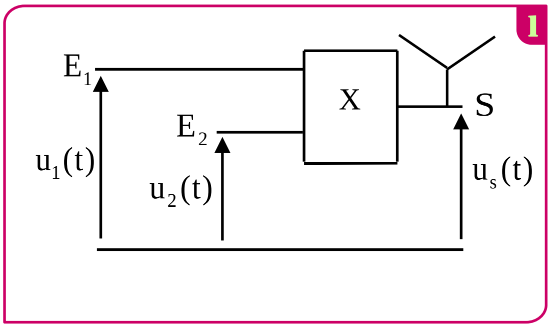
k est une constante qui dépend du circuit intégré X.

La tension de sortie $u_s(t)$ ainsi définie s'exprime par :

$u_s(t)=S(t).\cos(2\pi F.t)$ avec $S(t)=A[1+m.\cos(2\pi f.t)]$.

Dans cette expression $S(t)$ est l'amplitude de la tension modulée et m le taux de modulation.

1



2-1-Un dispositif approprié permet de visualiser simultanément deux des tensions $u_1(t)$, $u_2(t)$ et $u_S(t)$. On observe ainsi les oscillogrammes(a) et (b) de la figure 2.

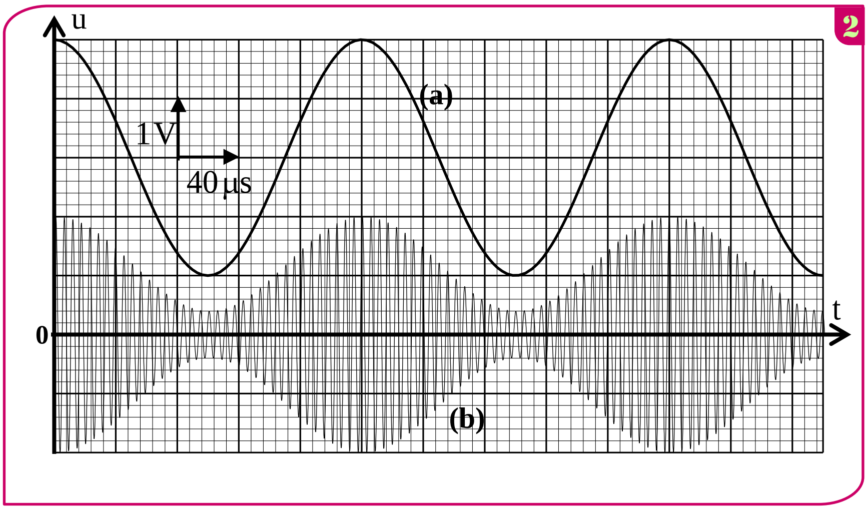
Indiquer, en justifiant, pour chacun des oscillogrammes de la figure 2, s'il correspond au signal modulant, au signal modulé ou à la porteuse.

2-2- En se basant sur les oscillogrammes de la figure 2,déterminer:

2-2-1- la fréquence de la porteuse et celle du signal informatif.

2-2-2- le taux de modulation m.

2



Démodulation de l'onde

La figure 3 schématise un constituant de récepteur radio lié au circuit de démodulation. Ce constituant est équivalent à la bobine (b) d'inductance $L=8,6\,mH$ et de résistance $r=12\,\Omega$ associée au condensateur de capacité C variable.

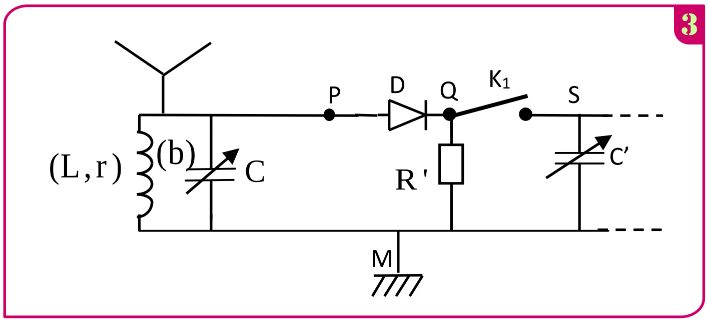
Le circuit formé par la bobine (b) et le condensateur est mis en vibration forcée par l'intermédiaire de l'antenne qui capte toutes les ondes émises par toutes les stations.

Pour écouter une seule station , il suffit d'accorder la fréquence propre du circuit à la fréquence de l'émetteur en régulant la capacité du condensateur.

(On prendra : $\pi^2=10$.)

2-3-1-Calculer la valeur à laquelle il faut ajuster la

3



capacité C de l'élément récepteur pour que la fréquence propre soit $N_0 = 180\,kHz$.

2-3-2-Trouver alors l'intervalle des valeurs de la capacité C' pour avoir une bonne détection d'enveloppe sachant que la fréquence de l'information émise est $N_i = 5\,kHz$ et $R' = 100\,k\Omega$.

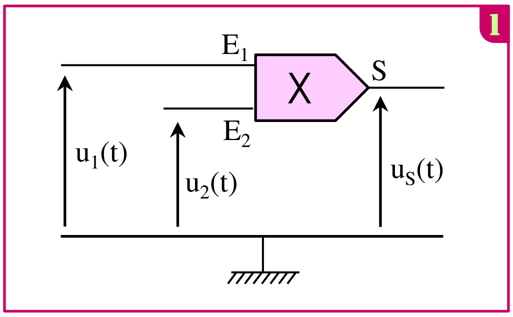
EXERCICE 8 Examen SM 2013 S.R — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1o_2smx6eUjzEyYzOi9Vd44ra9SQDwZP0/view

Les ondes sonores audibles ont une faible fréquence , leur transmission à des longues distances nécessite qu'elles soient modulante à une onde électromagnétique de haute fréquence.

Cet exercice vise à étudier la modulation et la de demodulation.

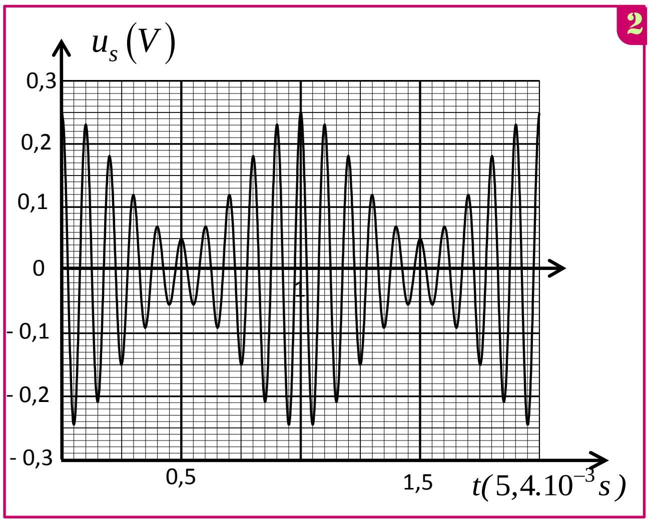
1 - Modulation



On considère le montage représenté dans la figure 1 ;

- Le générateur $(GBF)_1$ applique à l'entrée E_1 de la composante électronique X une tension sinusoïdale $u_1(t) = P_m.cos\left(\frac{2\pi.t}{T_p}\right)$

- Le générateur $(GBF)_2$ applique à l'entrée E_2 de la composante électronique X une tension sinusoïdale $u_2(t) = U_0 + S(t)$ avec U_0 la composante continue de la tension et $S(t) = S_m.cos\left(\frac{2\pi.t}{T_s}\right)$ la tension correspondante à l'onde qu'on désire transmettre.



On visualise sur l'écran d'un oscilloscope la tension de sortie $u_s(t) = k.u_1(t).u_2(t)$ avec k constante positive caractérisant la composante X, fig 1

❶Montrer que l'expression de la de la tension S'écrit sous la forme : $u_s(t) = A\left[1 + m\cos\left(\frac{2\pi t}{T_s}\right)\right]\cos\left(\frac{2\pi t}{T_p}\right)$.

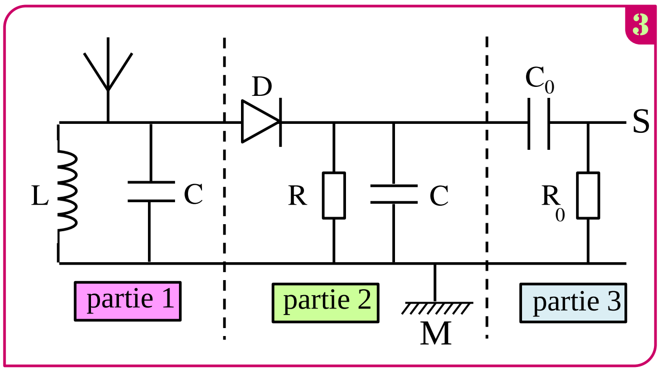
et préciser l'expression de A et celle de m.

❷ En exploitant la courbe de la figure 2 :

a.Trouver les fréquences F_p de la porteuse et f_s de la tension modulante.

b.Déterminer le taux de modulation et en déduire la qualité de modulation.

2 - Démodulation



La figure 3 représente le montage utilisé dans un dispositif de réception constitué de trois parties.

❶Préciser le rôle de la partie 3 dans ce montage.

❷Déterminer la valeur du produit $L.C$ pour que la sélection de l'onde soient bonne.

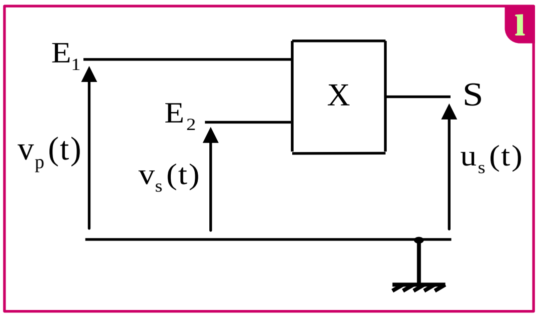
❸Montrer que l'intervalle auquel doit appartenir la valeur de la résistance R pour une bonne Détection de l'enveloppe de la tension modulante dans ce montage est : $\frac{4\pi^2 L}{T_p} \langle\langle R \langle \frac{4\pi^2 L.T_s}{T_p^2}$

❹Calculer les bornes de cet intervalle sachant que $L = 1{,}5mH$.

EXERCICE 9 Examen SM 2020 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1Xr_bwDNvjwlGwVV9Tl7a0ERCZi19lHo5/view

Afin d'obtenir un signal modulé en amplitude, on utilise un circuit intégré multiplieur X de constante caractéristique $k=0{,}1V^{-1}$ (fig.1).



On applique à l'entrée :

- E_1 : la tension $v_p(t)=U_m.\cos(2\pi.10^5.t)$
- E_2 : la tension $v_s(t)=s(t)+U_0$ avec $s(t)=S_m.\cos(2\pi.10^3.t)$

et U_0 la tension de décalage.

La tension de sortie $u_s(t)$ obtenue est : $u_s(t)=k.(s(t)+U_0).v_p(t)$.

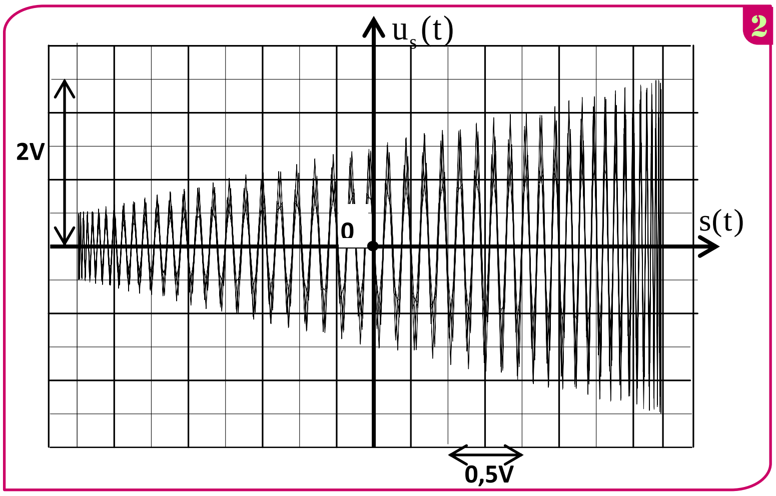
$u_s(t)$ peut s'écrire sous la forme :

$u_s(t)=A.\left[\frac{m}{2}\cos(2\pi N_1.t)+\cos(2\pi F.t)+\frac{m}{2}\cos(2\pi N_2.t)\right]$ avec $A=k.U_m.U_0$, $N_1< F< N_2$, F est la fréquence de l'onde porteuse et m le taux de modulation.

1-Déterminer la valeur de N_1 et celle de N_2.

2- Donner le taux de modulation m en fonction de S_m et U_0.

3-On visualise la tension $s(t)$ sur l'entrée X de l'oscilloscope et la tension de sortie $u_s(t)$ sur l'entrée Y, et on élimine la base de temps (mode XY). On obtient ainsi l'oscillogramme de la figure 2 représentant $u_s(t)$ en fonction de $s(t)$.



3-1- Déterminer graphiquement le taux de modulation m.

3-2- Déterminer les valeurs des tensions U_0 et U_m.

EXERCICE 10 Examen SM 2018 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1lFiG0vODDMoZJksmvLckwy3khq-a-4fN/view

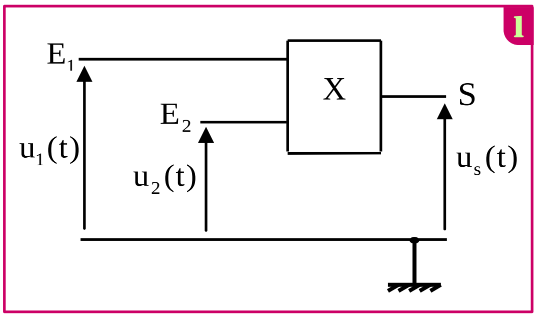
Afin de produire une onde hertzienne modulée en amplitude, on réalise le montage schématisé sur la fig1, où X représente un circuit intégré multiplieur. Le coefficient du circuit multiplieur est k .

On applique à l'entrée E_1 la tension $u_1(t)=6.\cos(4.10^5\pi.t)$

et à l'entrée E_2 la tension $u_2(t)=2.\cos(8.10^3\pi.t)+5$.

La tension de sortie $u_s(t)$ obtenue est

$u_s(t)=k.u_1(t).u_2(t)=3[1+0{,}4.\cos(8.10^3\pi t)].\cos(4.10^5\pi t)$



Toutes les tensions sont exprimées en volt(V).

1- Déterminer la fréquence de l'onde porteuse.

2- Choisir la réponse juste :

L'amplitude maximale de l'onde modulée est :

a- 6V ; **b-** 4,2V ; **c-** 3V ; **d-** 1,8V ; **e-** 2V.

3- Les conditions d'une modulation d'amplitude de bonne qualité sont-elles vérifiées ? justifier.

4- Exprimer $u_s(t)$ sous forme de la somme de trois fonctions sinusoïdales et représenter le spectre de fréquences en choisissant l'échelle suivante : 1cm/V pour les amplitudes.

Rappel: $\cos(a).\cos(b)=\frac{1}{2}[\cos(a+b)+\cos(a-b)]$.

5- Le circuit bouchon, constitué par la bobine et le condensateur précédents, permet-il une bonne réception de l'onde modulée étudiée ?justifier la réponse.

EXERCICE 1 Examen SM 2015 S.R **20 min**

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1lVSUFJ147xMe2iENRQtZu-5LlRqYy4GU/view

Beaucoup d'appareils électriques contiennent des circuits qui se composent de condensateurs, de bobines, de conducteurs ohmiques …La fonction de ces composantes varie selon leurs domaines d'utilisation et la façon dont elles sont montées dans les circuits.

1-Etude du dipôle RL

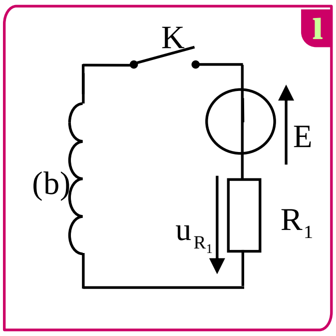
On réalise le montage, représenté dans la figure 1, comportant :

-un générateur de f.e.m $E=12\,V$ et de résistance interne négligeable ;

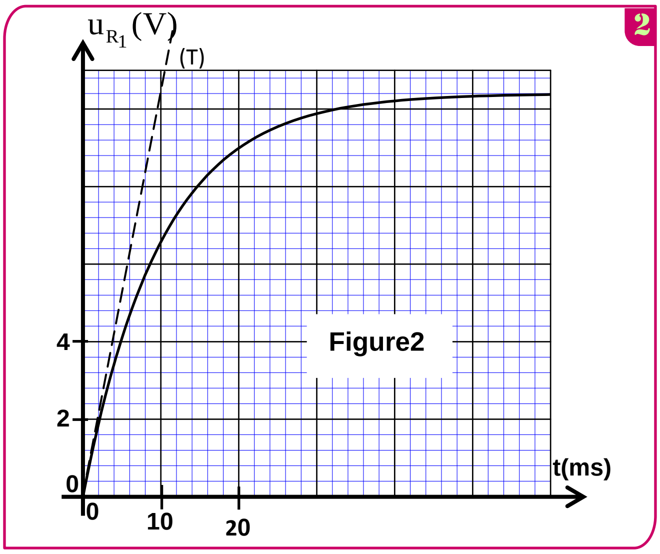
-un conducteur ohmique de résistance $R_1=52\,\Omega$;

-une bobine (b) d'inductance L et de résistance r ;

-un interrupteur K.



On ferme l'interrupteur K à l'instant de date t=0 .Un système d'acquisition informatisé adéquat permet de tracer la courbe représentant la tension $u_{R_1}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique (fig.2) .(La droite (T) représente la tangente à la courbe à t=0).



❶ Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de u_{R_1}.

❷ Déterminer la valeur de la résistance r de la bobine.

❸ Vérifier que $L=0{,}6\,H$.

2- Etude des dipôles RC et RLC.

On réalise le montage, représenté dans la figure 3, comportant :

-un générateur idéal de courant ;

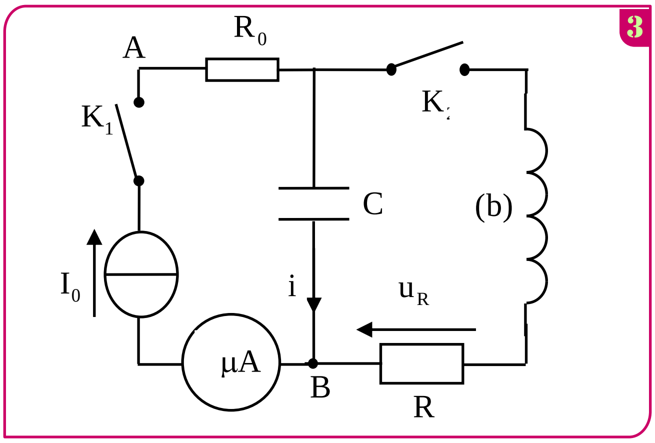
-un microampèremètre ;

-deux conducteurs ohmiques de résistance R_0 et $R=40\,\Omega$;

- un condensateur de capacité C, non chargé initialement ;

-la bobine (b) précédente ;

- deux interrupteurs K_1 et K_2.



Etude du dipôle RC

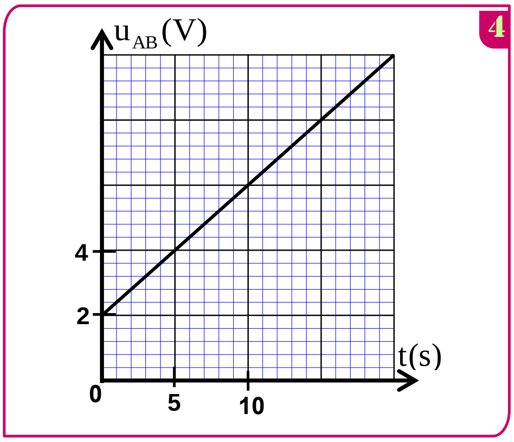
On ferme l'interrupteur K_1 (K_2 ouvert) à l'instant de date t=0 .L'intensité du courant indiquée par le microampèremètre est $I_0=4\,\mu A$. Un système d'acquisition informatisé adéquat permet de tracer la courbe représentant la tension $u_{AB}(t)$ (fig.4).

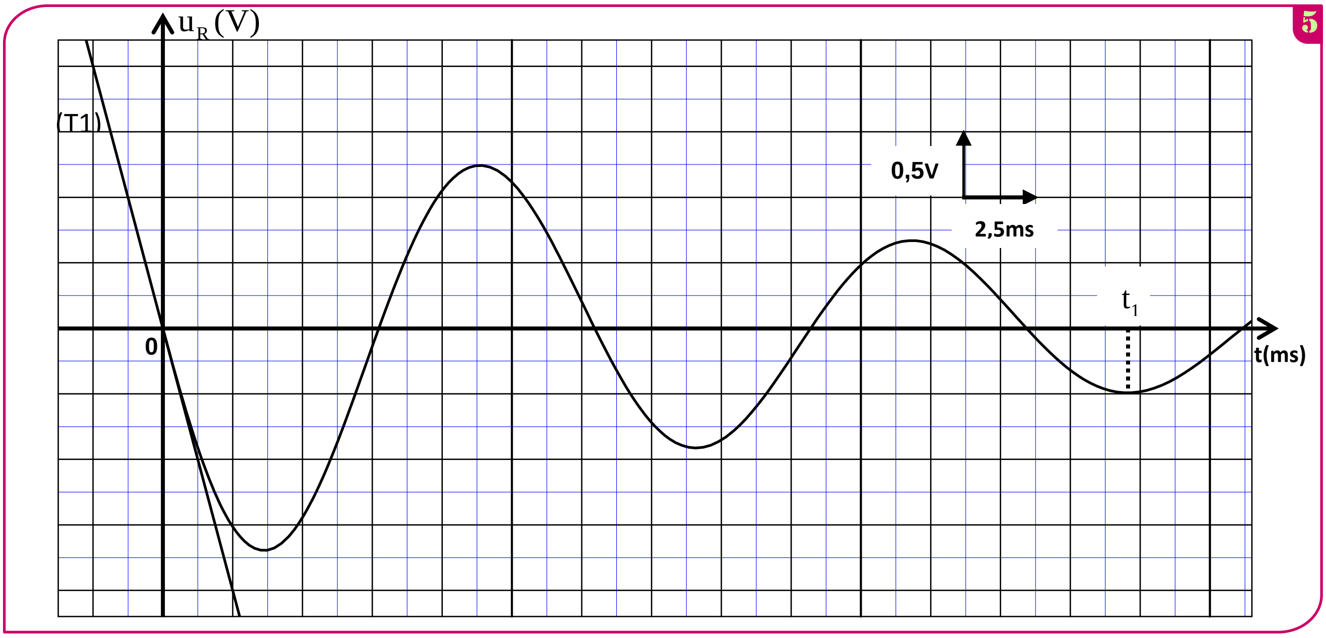
❶ Déterminer la valeur de R_0.

❷ Trouver la valeur de la capacité C du condensateur.

Etude du dipôle RLC

Lorsque la tension entre les bornes du condensateur prend la valeur $u_C=U_0$,on ouvre K_1 et on ferme K_2 à un instant pris comme nouvelle origine des dates (t=0). Un système d'acquisition informatisé adéquat permet de tracer la courbe représentant la tension $u_R(t)$ (fig.5) .(la droite (T1) représente la tangente à la courbe à $t=0$.)





5

❶Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge q du condensateur.

❷Exprimer $\frac{dE_t}{dt}$ en fonction de R , r et i ; E_t représente l'énergie totale du circuit à un instant t et i l'intensité du courant circulant dans le circuit au même instant.

❸Montrer que $U_0 = -\frac{L}{R}.\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0}$ où $\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0}$ représente la dérivée par rapport au temps de $u_R(t)$ à $t=0$ .Calculer U_0 .

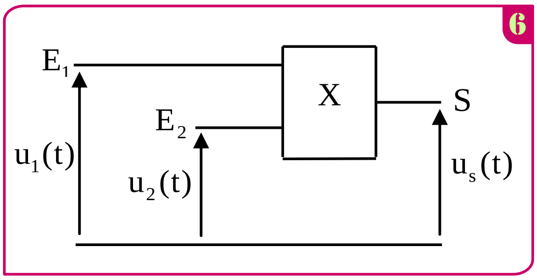
❹Trouver $|E_j|$ l'énergie dissipée par effet Joule dans le circuit entre les instants t=0 et t=t_1(fig.5).

3- Modulation d'amplitude d'un signal sinusoïdal

Afin d'obtenir un signal modulé en amplitude, on utilise un circuit intégré multiplieur X (fig.6).

On applique à l'entrée :

- E_1 : la tension $u_1(t) = s(t) + U_0$ avec $s(t) = S_m.\cos(2\pi.f_S.t)$ représentant le signal informatif et U_0 une composante continue de la tension.
- E_2 : une tension sinusoïdale représentant la porteuse $u_2(t) = U_m.\cos(2\pi.F_P.t)$.



6

La tension de sortie $u_s(t)$ obtenue est $u_s(t) = k.u_1(t).u_2(t)$;

k est une constante qui dépend du circuit intégré X.

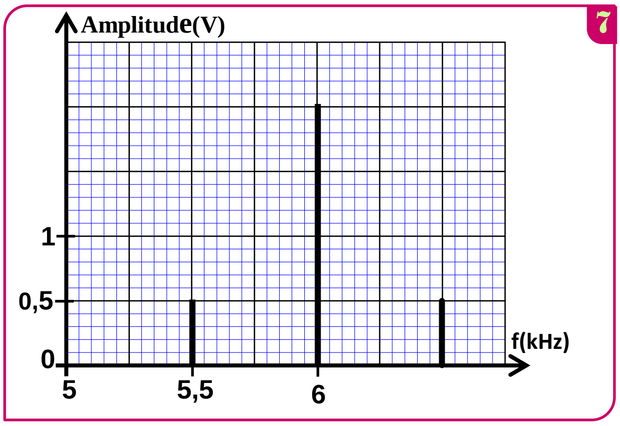
Rappel: $\cos(a).\cos(b) = \frac{1}{2}[\cos(a+b) + \cos(a-b)]$

❶Montrer que $u_s(t)$ s'écrit sous la forme :

$$u_s(t) = \frac{A.m}{2}.\cos(2\pi.f_1.t) + A.\cos(2\pi.f_2.t) + \frac{A.m}{2}.\cos(2\pi.f_3.t)$$

où m est le taux de modulation et A une constante.

❷La figure 7 représente le spectre de fréquences formé de trois raies de la tension modulée $u_s(t)$. Déterminer m et la fréquence f_s .La modulation est-elle bonne ?



7

❸Pour une bonne réception du signal modulée, on utilise un circuit bouchon(circuit d'accord) formé d'une bobine d'inductance $L_0 = 60\,mH$ et de résistance négligeable et de deux condensateurs , montés en série, de capacité $C = 10\,\mu F$ et C_0 .Déterminer la valeur de C_0 .

EXERCICE 2 Examen SM 2016 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1_faoiAh40XppslIPT155bxf_xdBc_Lwg/view

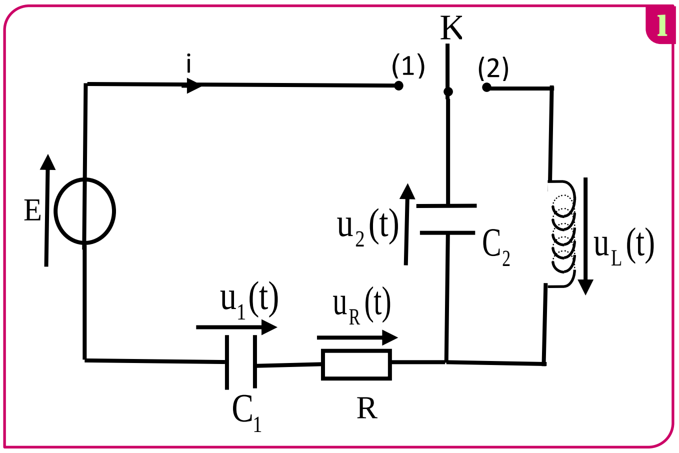
Les parties I et II sont indépendantes

Partie I : Etude du dipôle RC et du circuit LC

Les circuits RC, RL et RLC sont utilisés dans les montages électroniques des appareils électriques. On se propose, dans cette partie, d'étudier le dipôle RC et le circuit LC.

Le montage électrique schématisé sur la figure 1 comporte :

- un générateur idéal de tension de f.e.m E,
- deux condensateurs de capacité C_1 et $C_2 = 2\ \mu F$,
- un conducteur ohmique de résistance $R = 3k\Omega$,
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable,
- un interrupteur K à double position.



1-Etude du dipôle RC

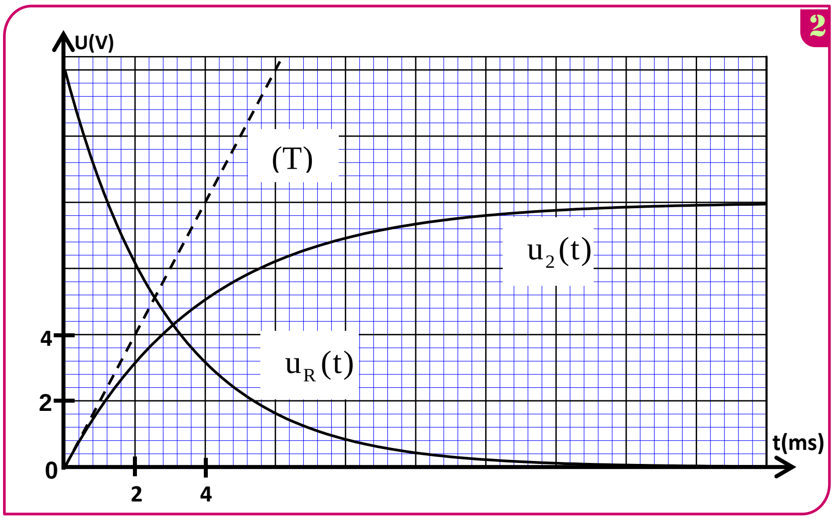
On place l'interrupteur K dans la position (1) à un instant pris comme origine des dates (t=0).

❶ Montrer que la capacité C_e du condensateur équivalent aux deux condensateurs associés en série est : $C_e = \frac{C_1.C_2}{C_1+C_2}$.

❷ Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_2(t)$ entre les bornes du condensateur de capacité C_2 s'écrit :

$$\frac{du_2(t)}{dt} + \frac{1}{R.C_e}.u_2(t) = \frac{E}{R.C_2}.$$

❸ La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme : $u_2(t) = A.(1-e^{-\alpha t})$. Déterminer l'expression de A et celle de α en fonction des paramètres du circuit.



❹ Les courbes de la figure 2, représentent l'évolution des tensions $u_2(t)$ et $u_R(t)$.

La droite (T) représente la tangente à la courbe représentant $u_2(t)$ à l'instant $t = 0$.

a. Déterminer la valeur de :

- E.
- $u_2(t)$ et celle de $u_1(t)$ en régime permanent.

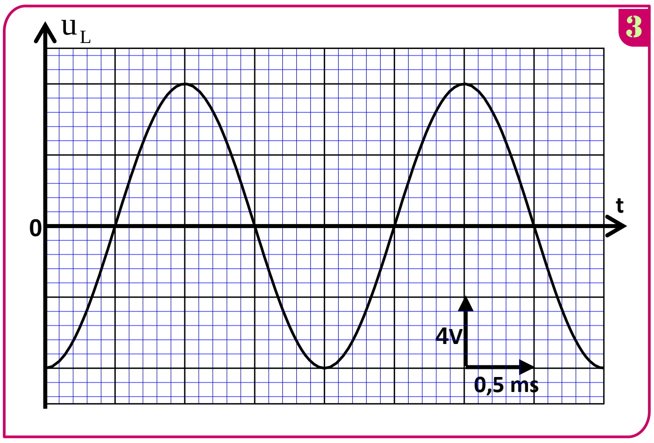
b. Montrer que $C_1 = 4\mu F$.

2-Etude des oscillations électriques dans le circuit LC

Lorsque le régime permanent est établi, on bascule l'interrupteur K à la position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des dates $(t = 0)$.

❶ Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_L(t)$ entre les bornes de la bobine s'écrit : $\frac{d^2u_L(t)}{dt^2} + \frac{1}{LC_2}u_L(t) = 0$.

❷ La courbe de la figure 3 représente les variations de la tension $u_L(t)$ en fonction du temps



a.Déterminer l'énergie totale E_t du circuit.

b.Calculer l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine à l'instant $t = 2,7\,ms$.

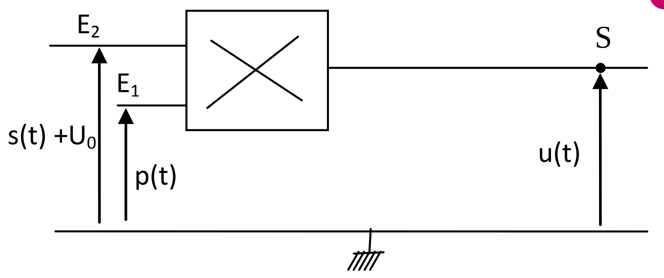
Partie II : Etude de la qualité d'une modulation d'amplitude

La modulation d'amplitude est obtenue en utilisant un circuit intégré multiplieur .

On applique à l'entrée E_1 du circuit intégré multiplieur une tension $p(t)$ qui correspond au signal porteur, et à l'entrée E_2 la tension $s(t)+U_0$ avec $s(t)$ la tension correspondant au signal modulant à transmettre et U_0 la composante continue (figure 4).

On obtient à la sortie S du circuit la tension $u(t)$ correspondant au signal modulé en amplitude .L'expression de cette tension est : $u(t)=k.p(t).\left(s(t)+U_0\right)$ où $s(t)=S_m.\cos(2\pi f_S t)$ et $p(t)=P_m.\cos(2\pi f_p t)$ et k une constante qui caractérise le circuit intégré multiplieur .

4



❶ La tension modulée en amplitude peut s'écrire sous la forme : $u(t)=A\left[\frac{m}{S_m}s(t)+1\right].\cos(2\pi f_p t)$

avec $A=k.P_m.U_0$ et $m=\frac{S_m}{U_0}$ le taux de modulation.

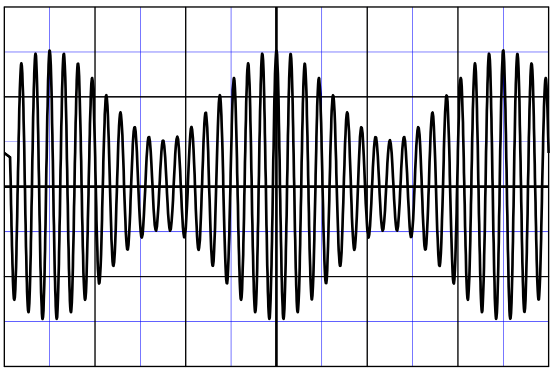
Trouver l'expression du taux de modulation m en fonction de U_{max} et U_{min} avec U_{max} la valeur maximale de l'amplitude de $u(t)$ et U_{min} la valeur minimale de son amplitude.

❷ Quand aucune tension n'est appliquée sur l'oscilloscope, les traces du spot sont confondues avec l'axe médian horizontal de l'écran. On visualise la tension $u(t)$ et on obtient l'oscillogramme de la figure 5.

- Sensibilité horizontale $20\,\mu s.div^{-1}$;

-Sensibilité verticale : $1V.div^{-1}$.

5



Déterminer f_p , f_s et m .Que peut-on en déduire à propos de la qualité de la modulation ?

EXERCICE 6 Examen SM 2010 S.R — 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1QlPEJ4YenxlD38sJtd2ntINRHo-Up5yM/view

$1^{ère}$ partie: Etude d'un oscillateur électrique libre

On charge un condensateur de capacité $C = 10\mu F$ sous une tension continue $U = 6V$ .On le branche aux bornes d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ,figure (1).

On ferme l'interrupteur K à l'instant $t = 0$.

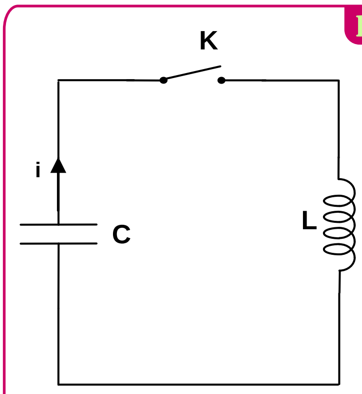
❶ Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge q(t) du condensateur .

❷ La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme :

$q = Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}\cdot t\right)$, dont T_0 est la période propre de l'oscillateur (LC) .

Calculer Q_m et trouver l'expression de T_0 en fonction des paramètres du circuit .

1



❸ Monter que le rapport de l'énergie électrique E_e emmagasinée dans le condensateur et l'énergie totale E du circuit s'écrit à un instant t sous la forme : $\frac{E_e}{E} = \cos^2\left(\frac{2\pi}{T_0}\cdot t\right)$.

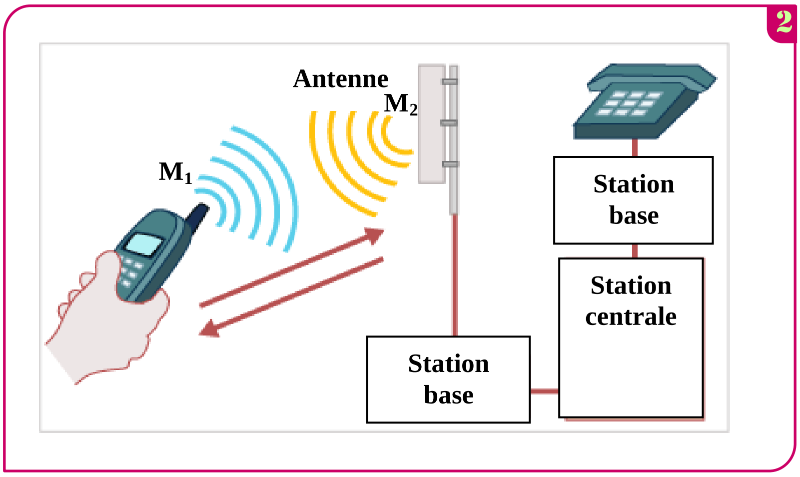
❹ Compléter le tableau suivant,après l'avoir copié sur votre copie ,en calculant le rapport $\frac{E_e}{E}$:

L'instant t	0	$\frac{T_0}{8}$	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{3T_0}{8}$	$\frac{T_0}{2}$
Le rapport $\frac{E_e}{E}$					

❺ Déduire la période T de l'échange d'énergie entre le condensateur et la bobine en fonction de T_0 .

2eme partie : communication par les ondes électromagnétiques

Lors d'une communication , la voix est convertie en signal électrique par un microphone, grâce à un système de conversion numérique et d'amplification. Le signal électrique est porté par une onde porteuse qui après amplification est émise vers l'antenne la plus proche . L'antenne transmet le signal à une station base qui l'envoie alors à une centrale , par ligne téléphonique conventionnelle ou par les ondes électromagnétiques . De là sont acheminées les conversations vers le téléphone du destinataire .



1- émission d'une onde électromagnétique par un portable

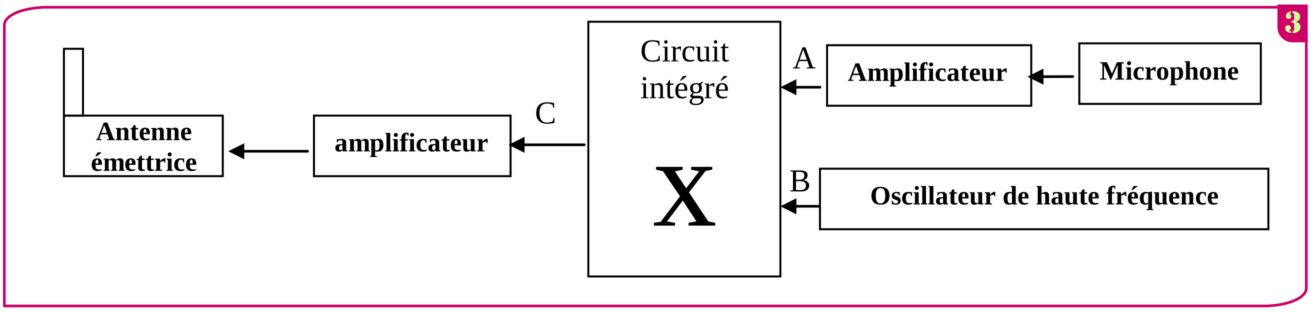
Les ondes électromagnétiques sont utilisées par la télévision , La radio et les radars .Si bien que la gamme de fréquence restant pour les portables sont de plus en plus restreints : l'une d'entre elles s'étend de 900 à 1800 MHz.

Données : La célérité des ondes électromagnétiques dans le vide et dans l'air : $c = 3{,}00.10^8\ m.s^{-1}$; $1MHz = 10^6Hz$.

❶ Calculer la durée que met une onde électromagnétique de fréquence f=900MHz pour parcourir la distance M_1M_2=1km séparant le téléphone et l'antenne ,figure (2).

❷ Que signifie l'expression « l'air est un milieu dispersif pour les ondes électromagnétiques » ?

❸ On peut représenter la chaine d'émission par le schéma de la figure (3).

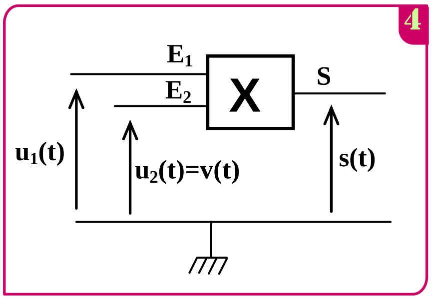


En quel point A ou B ou C de la figure (3) trouve-t-on :

a- L'onde porteuse ?

b- Le signal modulant ?

2- Modulation d'amplitude



Le circuit de modulation est constitué d'un composant nommé multiplieur qui possède deux entrées E_1 et E_2 et une sortie S ,figure (4) .

Pour simuler la modulation d'amplitude , on applique :

- à l'entrée E_1 le signal $u_1(t)=u(t)+U_0$ dont $u(t)=U_m\cos(2\pi.f.t)$ est le signal modulant et U_0 tension continue de décalage .
- à l'entrée E_2 le signal porteur $u_2(t)=v(t)=V_m\cos(2\pi F.t)$.

Le circuit intégré X donne une tension modulée proportionnelle au produit des deux tensions , $s(t) = k.u_1(t).u_2(t)$ où k est une constante dépendant uniquement du circuit intégré .

s(t) s'écrit sous la forme : $s(t) = S_m\cos(2\pi Ft)$.

❶ Montrer que S_m , ,amplitude du signal modulé , peut se mettre sous la forme $S_m = A[m.\cos(2\pi.f.t)+1]$ en précisant l'expression du taux de modulation m et celle de la constante A

❷ Le graphe représenté sur la figure (5) donne l'allure de la tension modulée en fonction du temps.
Déterminer à partir de ce graphe :

a- la fréquence F de l'onde porteuse .

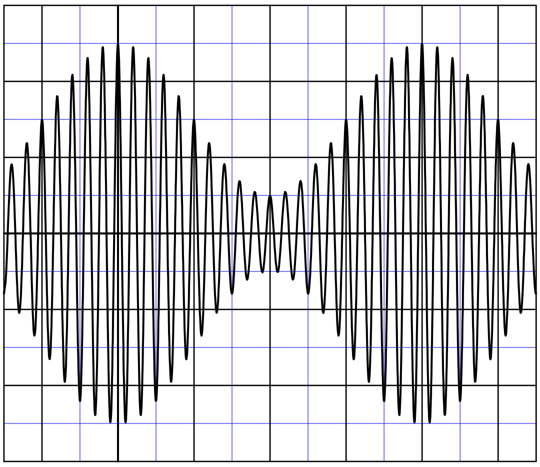
b- La fréquence f du signal modulant .

c- L'amplitude minimale $S_{m(min)}$ et l'amplitude maximale $S_{m(max)}$ du signal modulé.

❸ Donner l'expression du taux de modulation en fonction de $S_{m(min)}$ et $S_{m(max)}$ .Calculer la valeur de m .

❹ La modulation effectuée est – elle de bonne qualité ? Justifier .

5



Sensibilité verticale : 1V/div
Sensibilité horizontale : 0,25 ms/div

EXERCICE 3 Examen SM 2014 S.N 20 min

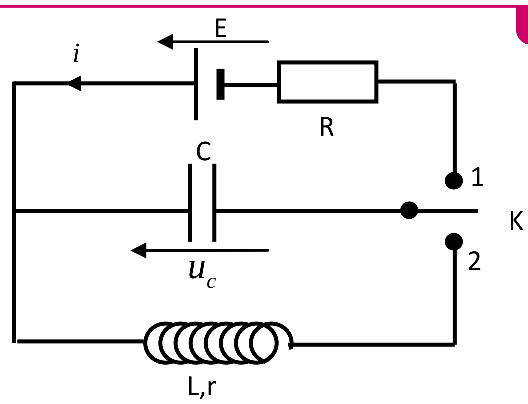
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/18BfH9liUwK55-EdOQiztOFgMlEuFEo2F/view

L'objectif de cet exercice est de suivre l'évolution de l'intensité du courant électrique au cours de la charge d'un condensateur et au cours de sa décharge à travers une bobine. Pour l'étude de la charge et la décharge d'un condensateur de capacité C, on réalise le montage représenté dans la figure 1 .

1 - Etude de la charge du condensateur

Initialement le condensateur est non chargé.
A un instant considéré comme origine du temps t=0, on bascule l'interrupteur K à la position 1, le condensateur se charge alors à travers un conducteur ohmique de résistance R=100Ω à l'aide d'un générateur électrique parfait de force électromotrice E = 6V .

1



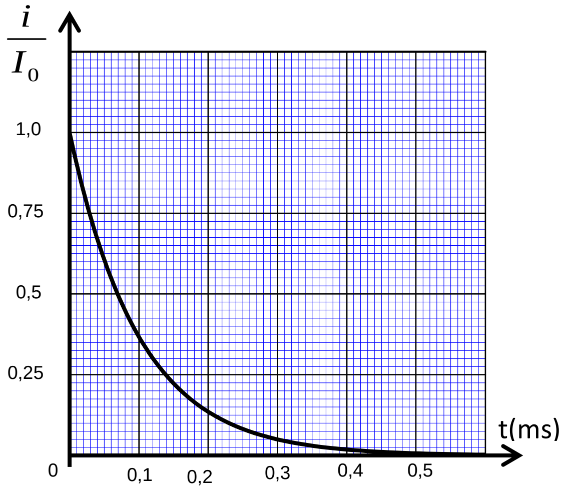
1.1- Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité du courant i en respectant l'orientation indiquée dans la figure 1.

1.2- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante : $i = A\,e^{-\frac{t}{\tau}}$.
Trouver l' expression de A et celle de τ en fonction des paramètres du circuit.

1.3- En déduire l'expression de la tension u_c en fonction du temps t.

1.4- Un système informatique permet de tracer la courbe qui représente les variations $\frac{i}{I_0}$ en fonction du temps t ,(fig 2) .
I_0 est l'intensité du courant à l'instant t = 0.

2



Déterminer la constante de temps τ et en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

1.5- Soient E_e l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur lorsqu'il est complètement chargé et $E_e(\tau)$ l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à l'instant t = τ .

Montrer que le rapport $\frac{E_e(\tau)}{E_e}$ s'écrit sous la forme : $\frac{E_e(\tau)}{E_e}=\left(\frac{e-1}{e}\right)^2$;Calculer sa valeur ,

(**e** est la base du logarithme népérien) .

Etude de la décharge du condensateur dans une bobine

A un instant que l'on considère comme nouvelle origine des temps, on bascule l'interrupteur à la position 2 pour décharger le condensateur dans une bobine de coefficient d'inductance L= 0 ,2 H et de résistance r.

2.1- On considère la résistance de la bobine négligeable et on conserve la même orientation précédente du circuit .

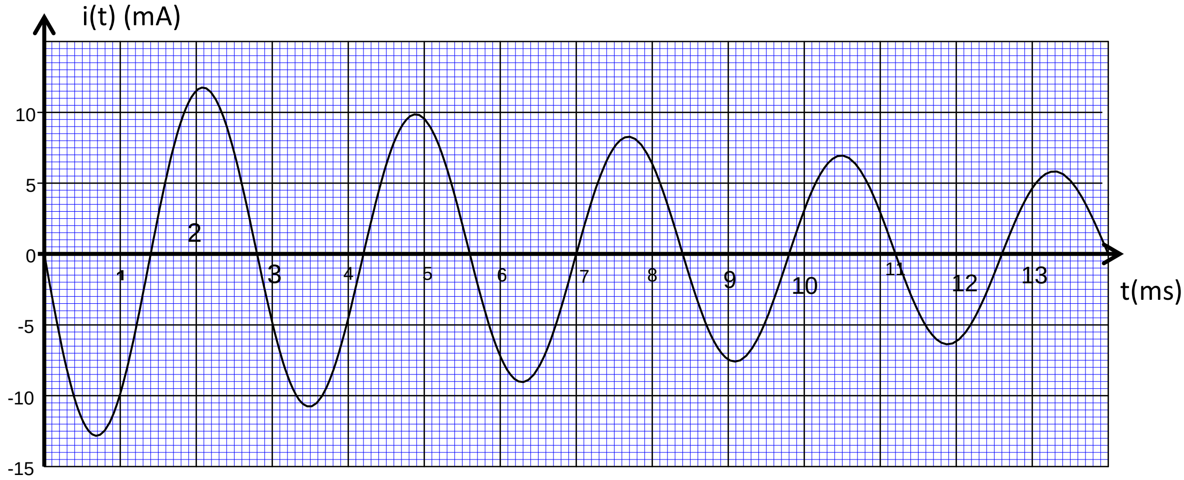
a- Etablir l'équation différentielle que vérifie l'intensité du courant $i(t)$.

b- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme suivante : $i(t)=I_m\cos(2\pi N_0 t+\varphi)$;

Ddéterminer la valeur de I_m et celle de φ.

2- A l'aide du système informatique précèdent, on visualise l'évolution de l'intensité $i(t)$ dans le circuit en fonction du temps t , on obtient l'oscillogramme représenté dans la figure 3 .

3



On désigne par E_0, l'énergie de l'oscillateur a l'instant t =0 et par T la pseudo période des oscillations .

Calculer l'énergie E' de l'oscillateur à l'instant $t'=\frac{7}{4}T$, en déduire la variation $\Delta E=E'-E_0$.

Donner une explication à cette variation.

2.3- On admet que l'énergie totale de l'oscillateur diminue au cours de chaque pseudo - période de p=27 ,5%

a-Montrer que l'expression de l'énergie totale de l'oscillateur peut s'écrire à l'instant t = nT sous la forme $E_n=E_0(1-p)^n$, avec n entier naturel.

b-Calculer n lorsque l'énergie totale de l'oscillateur diminue de 96% de sa valeur initiale E_0.

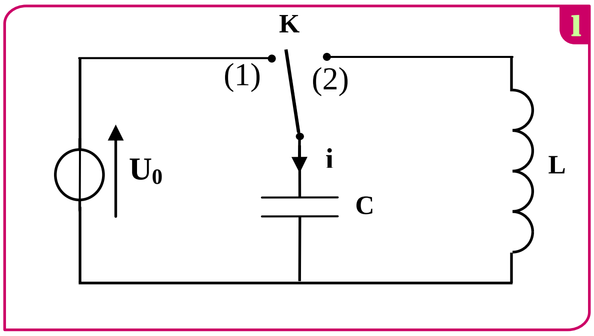
EXERCICE 4 Examen SM 2011 S.N 20 *min*

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1wt302DZofkq6CaQ_kwLW89CkbJ77ma-a/view

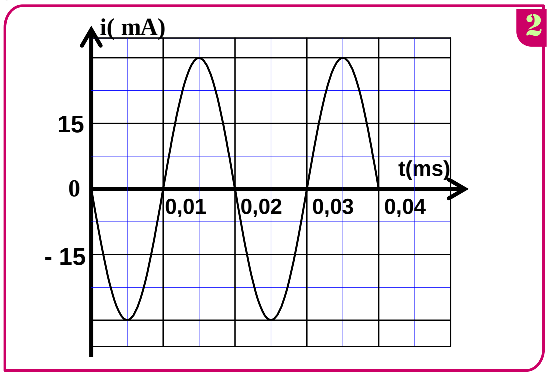
Le dipôle LC se comporte comme un oscillateur dans lequel s'effectue périodiquement un échange d'énergie entre le condensateur et la bobine ; mais ,en réalité ,l'énergie totale de ce dipôle ne reste pas constante au cours du temps à cause des pertes d'énergie par effet joule .
L'objectif de cet exercice est d'étudier l'échange énergétique entre le condensateur et la bobine ainsi que la réponse d'une bobine à un échelon de tension électrique .

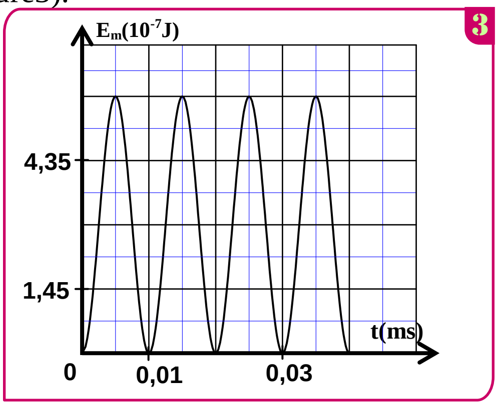
1- Oscillations électriques dans le cas où la bobine a une résistance négligeable .

On considère le montage de la figure 1 qui comprend :
- Un générateur idéal de tension qui donne une tension U_0 ;
- Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;
- Un condensateur de capacité $C=8,0.10^{-9}$ F ;
- Un interrupteur K .



On charge le condensateur sous la tension U_0 en plaçant l'interrupteur dans la position (1) .
Lorsque le condensateur est complètement chargé , on bascule l'interrupteur dans la position (2) à l'instant t=0 , il passe alors dans le circuit un courant d'intensité i .
A l'aide d'un dispositif approprié , on visualise la courbe représentant les variations de l'intensité i en fonction du temps (figure2)et la courbe représentant les variations de l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine en fonction du temps (figure3).

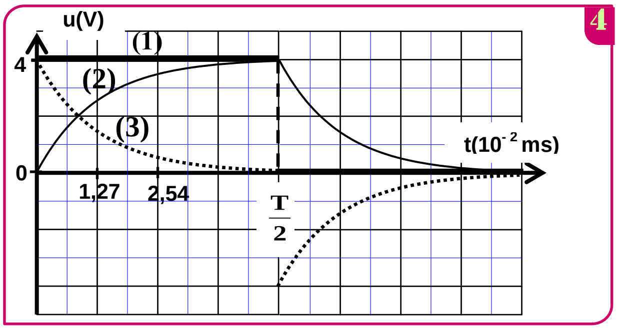




1.1- Trouver l'équation différentielle vérifiée par l'intensité i du courant.
1.2- A l'aide des figures (2) et (3) :
a- Déterminer la valeur de l'énergie totale E_T du circuit LC et en déduire la valeur de la tension U_0 .
b- Déterminer la valeur de L.

2- Réponse d'une bobine de résistance négligeable à un échelon de tension .

On monte la bobine précédente en série avec un conducteur ohmique de résistance R=100Ω .On applique entre les bornes du dipôle obtenu un échelon de tension de valeur ascendante E et de valeur descendante nulle et de période T. On visualise à l'aide d'un dispositif approprié l'évolution de la tension u entre les bornes du générateur, la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique et la tension u_L aux bornes de la bobine ; on obtient alors les courbes (1) , (2) et (3) représentées dans la figure 4 .



2.1- Etablir l'équation différentielle vérifiée par l'intensité du courant i(t) dans l'intervalle $0 \leq t < \frac{T}{2}$.

2.2- La solution de cette équation différentielle s'écrit sous la forme : $i(t) = I_p(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ avec I_p et τ des constantes .

a- Associer chacune des tensions u_L et u_R à la courbe correspondante dans la figure 4 .
b- A l'aide des courbes de la figure 4 ,trouver la valeur de I_p.

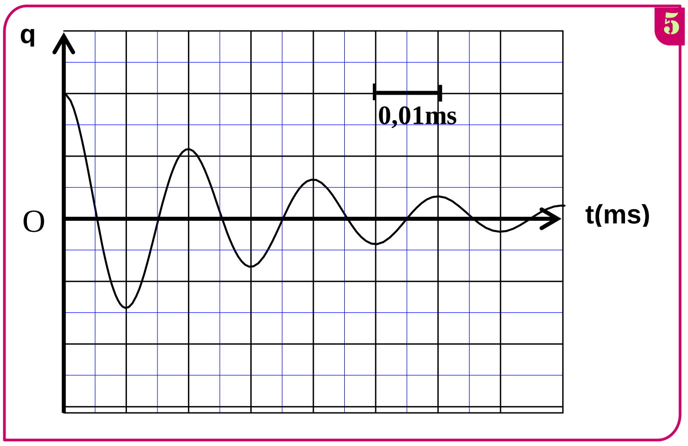
2.3- L'expression de l'intensité du courant s'écrit dans l'intervalle $\frac{T}{2} \leq t < T$ (sans changer l'origine du temps) sous la forme : $i(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}}$ avec A et τ des constantes .

Montrer que l'expression de l'intensité du courant à l'instant $t_1 = \frac{3T}{4}$ s'écrit sous la forme $i(t_1) = I_p.e^{-2}$.

3- Les oscillations électriques dans le cas où la bobine a une résistance non négligeable .

On répète l'expérience en utilisant le montage représenté dans la figure 1 en remplaçant la bobine précédente par une autre bobine ayant la même inductance L , mais sa résistance r n'est pas négligeable . Après avoir chargé complètement le condensateur , on bascule l'interrupteur dans la position (2) .

La figure 5 représente l'évolution de la charge q du condensateur en fonction du temps .



3.1- Choisir la ou les réponses justes :

L'énergie emmagasinée dans la bobine est :

a) maximale à l'instant $t_1 = 5.10^{-3}$ms .

b) minimale à l'instant $t_1 = 5.10^{-3}$ms .

c) maximale à l'instant $t_2 = 10^{-2}$ms .

d) minimale à l'instant $t_2 = 10^{-2}$ms .

3.2- Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la charge du condensateur s'écrit sous la forme :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + 2\lambda \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cdot q = 0$$

avec T_0 la période propre du circuit et $\lambda = \frac{r}{2L}$.

3.3- sachant que l'expression de la pseudo période T des oscillations est $T = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{T_0^2} - \frac{\lambda^2}{4\pi^2}}}$; trouver la condition que doit vérifier r par rapport à $\frac{L}{C}$ pour que $T \approx T_0$.

La partie de la chimie unité 1

Les grandeurs liées à la qunatité de matière

Transformations chimiques lentes et rapides

Suivi temporel d'une transformation chimique

Les grandeurs physiques liées à la quantité de matière

La mole est l'unité de la quantité de matière (symbole : mol). **1 mol** correspond à $6,02 \times 10^{23}$ particules (nombre d'Avogadro $\mathcal{N}_A$)

Les grandeurs physiques liées à la quantité de matière	Les relations	Les unités
Le nombre N d'atome , de molécules ou d'ions contenus dans l'échantillon est proportionnel à la quantité de matière n correspondante . D'où la relation :	$n = \frac{N}{N_A}$	$N_A=6,02.10^{23}\ mol^{-1}$ *n; (mol)*
La masse m d'un échantillon d'une espèce chimique X et sa quantité de matière n sont reliées par la relation :	$n = \frac{m}{M}$	m: (g) M: $(g.mol^{-1})$
La masse volumique ρ d'un corps est égale au quotient de sa masse m par son volume V .	$\rho = \frac{m}{V}$	m: (g ou Kg) V: (cm^3, L , m^3)
la relation entre n, ρ et V.	$n = \frac{\rho . V}{M}$	M: $(g.mol^{-1})$ *n; (mol)* V: (cm^3, L , m^3)
La densité d d'un corps par rapport à l'eau est égale au quotient de la masse m de ce corps par la masse m_0 d'un même volume V d'eau :	$d = \frac{m}{m_0}$	m: (g ou Kg)
La densité d d'un gaz par rapport à l'air , est égale au quotient de la masse m d'un volume V de gaz par la masse m_{air} du même volume V d'air ,	$d = \frac{M}{29}$	M: $(g.mol^{-1})$
La concentration molaire C d'un soluté moléculaire X dissous dans une solution homogène est égale au quotient de la quantité n par le volume V de la solution .	$C = \frac{n}{V}$	*n; (mol)* C: $(mol.L^{-1})$ V: (L)
À température constante, pour une quantité de matière donnée de gaz, le produit de la pression P par le volume V de ce gaz ne varie pas :	$P.V = cte$	V: (m^3) P:(Pa)
L'expérience montre que les quatre variables d'état (P, V, n, T) sont liées par une équation s'appelle **l'équation d'état des gaz parfait**	$P.V = n.R.T$	T: (K) R:(SI)
la relation de la dilution :	$C_i.V_i = C_f.V_f$	C: $(mol.L^{-1})$ V: (L)
D'après la définition du volume molaire V_m , la quantité de matière n d'une espèce chimique est liée à son volume V par la relation :	$n = \frac{V}{V_m}$	V: (L) V_m:$(L.mol^{-1})$

Tableau d'avancement

Equation de réaction		aA	$+ \ bB$	$\rightleftarrows$	cC	$+ \ dD$
Etat de système	**Avancement**	**La quatité de matière en** (mol)				
Etat Initial	0	$n_i(A)$	$n_i(B)$		0	0
Etat Intermédiaire	x	$n_i(A) - a.x$	$n_i(B) - b.x$		$c.x$	$d.x$
Etat Final	x_{max}	$n_i(A) - a.x_{max}$	$n_i(B) - b.x_{max}$		$c.x_{max}$	$d.x_{max}$

Transformations chimiques lentes et rapides

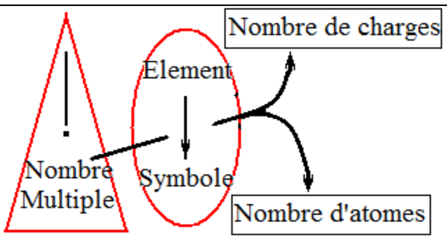
Résumé:1 | Niveaux:SM PC SVT

I.Réaction d'oxydo réduction

1.Définitions d’oxydo réduction :

- **Oxydation** : réaction au cours de laquelle un élément perd des électrons
- **Reduction** : réaction au cours de laquelle un élément gagne des électrons
- **Oxydant** : espece chimique capable de capter un ou plusieurs électrons.
- **Reducteur** : espèce chimique capable de céder un ou plusieurs électrons.
- **Couple d’oxydoréduction (Ox/Red)** : couple constitué par un oxydant et le reducteur correspondant

NB :



Le nombre multiple est un nombre multiple à la fois du nombre de charge et du nombre d’atomes

Exemples :

	$S_2O_8^{2-}$	$3\ S_2O_8^{2-}$	H_2SO_4	$4\ HSO_4^-$
H	0	0	2	4
S	2	6	1	4
O	8	24	4	16
Charge	-2	-6	0	-4

2.Demi équation redox

Comment équilibrer les demis équations redox

1.	Determiner le couple Ox/Red et preciser lequel est le reactif, soit $Cr_2O_7^{2-}$
	$Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$
2.	Equilibrer les atomes autres que l’oxygene O et l’hydrogene H
	$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+}$
3.	Equilibrer les atomes d’oxygene O en ajoutant des molecules d’eau H_2O.
	$Cr_2O_7^{2-} \rightarrow 2Cr^{3+} + 7\ H_2O$
4.	Equilibrer les atomes d’hydrogene H en ajoutant des proton H^+.
	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 7\ H_2O$
5.	Equilibrer les charges electriques en ajoutant des electrons
	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7\ H_2O$

NB :

On n’équilibre que s’il existe un défaut d’un côté ou de l’autre.

Exemples :On suppose que l’oxydant des couples est l’espèce réagissante

1.	MnO_4^-/Mn^{2+}
2.	$MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$
3.	$MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$
4.	$MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$
5.	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$

1.	NO_3^-/NO
2.	$NO_3^- \rightarrow NO$
3.	$NO_3^- \rightarrow NO + 2H_2O$
4.	$NO_3^- + 4H^+ \rightarrow NO + 2H_2O$
5.	$NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightarrow NO + 2H_2O$

1.	$S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$
2.	$S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-}$
3.	$S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-}$
4.	$S_2O_8^{2-} \rightarrow 2SO_4^{2-}$
5.	$S_2O_8^{2-} + 2e \rightarrow 2SO_4^{2-}$

3.Réaction d’oxydo réduction

Une réaction d’oxydo-réduction est une transformation chimique mettant en jeu un transfert d’électrons du réducteur d’un couple vers l’oxydant d’un deuxième couple.

Ox_1/Red_1 et Ox_2/Red_2

Equation de l’oxydation : $Ox_1 + n_1 e \rightarrow Red_1$ $(x\ n_2)$

Equation de reduction : $Red_2 \rightarrow Ox_2 + n_2 e$ $(x\ n_1)$

On multiplie les coefficients des équations par un nombre adéquat de façon à supprimer les électrons échangés entre les deux couples

Equation d’oxydo reduction : $n_2\ Ox_1 + n_1\ Red_2 \rightarrow n_2\ Red_1 + n_1\ Ox_2$

Exemple :

$A\ell^{3+}/A\ell$ et Cu^{2+}/Cu

$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$ **(x3)**

$A\ell \rightarrow A\ell^{3+} + 3e$ **(x2)**

$3Cu^{2+} + 2A\ell \rightarrow 3Cu + 2A\ell^{3+}$

MnO_4^-/Mn^{2+} et Fe^{3+}/Fe^{2+} :

$MnO_4^-{}_{(aq)} + 8\ H^+{}_{(aq)} + 5\ e \rightarrow Mn^{2+}{}_{(aq)} + 4\ H_2O$ **(x1)**

$Fe^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow Fe^{3+}{}_{(aq)} + e$ **(x5)**

$5Fe^{2+}{}_{(aq)} + MnO_4^-{}_{(aq)} + 8\ H^+{}_{(aq)} \rightarrow 5\ Fe^{3+}{}_{(aq)} + Mn^{2+}{}_{(aq)} + 4\ H_2O$

II.Les facteurs cinétiques

La cinétique chimique est l'étude de l'évolution des systèmes chimiques au cours du temps.

1.Transformation rapide :

Une transformation est rapide si elle se fait en une durée trop courte pour que son évolution puisse être suivie "à l'œil nu" ou avec les appareils de mesure courants (impossible de distinguer des états intermédiaires entre l'état initial et l'état final du système)

2.Transformation lente :

C'est une transformation dont l'évolution peut être suivie "à l'œil nu" ou avec les appareils de mesure courants pendant quelques secondes (ou plus longtemps).

3.Facteurs cinétiques

Les facteurs cinétiques sont les grandeurs qui vont modifier la vitesse d'évolution d'un système chimique (qui vont influer sur la durée d'une transformation chimique)

4.L'influence des facteurs cinétiques

- **Température :**
  La vitesse de réaction augmente avec la température
  Eau froide, glace ou refroidissement → Stopper la transformation

- **Concentration initiale des réactifs :**
  La vitesse de réaction augmente si l'on fait croître la concentration initiale des réactifs
  Dilution : Ajouter de l'eau, le volume augmente → Stopper la transformation

- **Catalyseur :**

Un catalyseur : espèce chimique capable de modifier la vitesse d'une réaction sans changer l'état d'équilibre du système (il n'apparaît pas dans l'équation de la réaction).

Le catalyseur : **Modifie :**
- * la vitesse de réaction.
- * les différentes étapes réactionnelles permettant de passer des réactifs au produits.

Ne modifie pas :
- * la constante d'équilibre du système
- * le sens d'évolution de la réaction chimique

5.Type de catalyse

- Catalyse homogène Lorsque le réactif et le catalyseur font partie de la même phase (solide liquide eau gazeuse).
- Catalyse hétérogène Lorsque le catalyseur et le réactif sont dans des phases différentes.
- Autocatalyse lorsque la transformation produit une espèce qui catalyse la transformation
- Catalyse enzymatique lorsque le catalyseur est une enzyme.

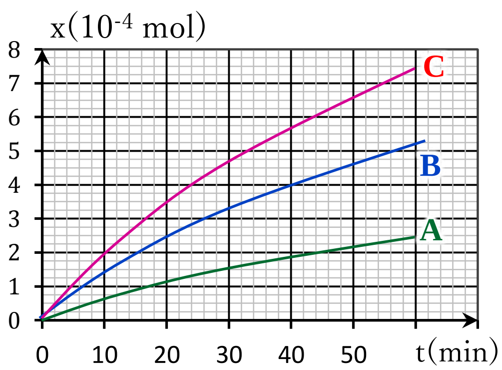
⁂ Comparer les vitesses de réaction

- Pendant la même durée la quantité formée par l'expérience (3) est la plus importante.
- Pour la même quantité formée : l'expérience (4) met peu de temps relativement aux autres expériences
- Conclusion : la vitesse de réaction de la transformation (3) est la plus importante

$$V_3 > V_2 > V_1$$

Expérience N°	(a)	(b)	(c)
Température	20	20	35 *
Quelques gouttes d'un catalyseur	Non	Non	Oui *
$[I^-]_0(mmo\ell.\ell^{-1})$	20	40 *	20
$[S_2O_8^{2-}]_0(mmo\ell.\ell^{-1})$	10	20 *	10

$$V_{(c)} > V_{(b)} > V_{(a)}$$



NB :
En comparant, pour le même facteur cinétique, les cases et en notant chaque case dominante par un point et en sommant le nombre de points on conclut la réaction la plus rapide

1. Définition :

La vitesse volumique v(t) d'une réaction se déroulant dans un volume constant V est la valeur de la dérivée temporelle de l'avancement x de la réaction , divisée par le volume V : $v(t) = \frac{1}{V}.\frac{dx}{dt}$

dx laccroissement de l'avancement x en mol

dt l'accroissement du temps t soit en seconde , en minute ou en heure

V le volume du mélange réactionnel en litre ou m^3

L'unité de la vitesse volumique dans le SI est : $mol/m^3/s$

On peut aussi exprimer la vitesse volumique de la réaction en fonction de la concentration effective .

2. Détermination graphique de la vitesse :

Détermination graphique :

La vitesse est le coefficient directeur de la droite tangente à la courbe x=f(t) à un instant donné t_i.

$$\mathbf{V = \frac{1}{V_S}\frac{\Delta x}{\Delta t}}$$

avec V : Vitesse de réaction ($mo\ell.\ell^{-1}.s^{-1}$)
x : avancement de réaction ($mo\ell$)
V_S : Volume de la solution (ℓ)

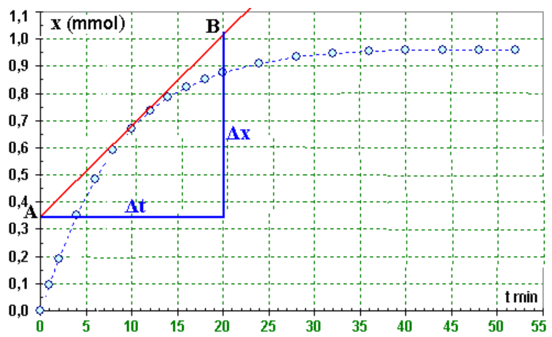
On choisit deux points A et B de la tangente $A\binom{t_A}{x_A}$ et $B\binom{t_B}{x_B}$

et la vitesse $\mathbf{V = \frac{1}{V_S}\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{V_S}.\frac{x_B - x_A}{t_B - t_A}}$

La vitesse de réaction maximale au début de la transformation, diminue avec le temps et tend vers zéro en fin de réaction.

Explication :

La diminution de la vitesse est due à la diminution de la concentration des réactifs au cours de la transformation.



Le volume de la solution est V_S=200mℓ

Δx=0.675mmoℓ et Δt=20min

$$V = \frac{1}{V_S}\frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$V = \frac{1}{200\ 10^{-3}}.\frac{0.675\ 10^{-3}}{20} = 1.68\ 10\ mo\ell.min^{-1}.\ell^{-1}$$

3. Autres expressions de la vitesse de réaction

	Réactif		Produit
	aA	→	bB
t=0	n_1		0
t	n_1-a.x		b.x
t_f	n_1-ax_f		b.x_f

On peut déterminer du tableau d'avancement la quantité de matière à l'instant t

t	n(A) = n_1-a.x		n(B) = b.x

En exploitant les expressions des quantités de matière on obtient l'expression d'une grandeur et par suite l'expression de la vitesse de réaction en fonction de cette grandeur

Exemples :

En fonction de la concentration :

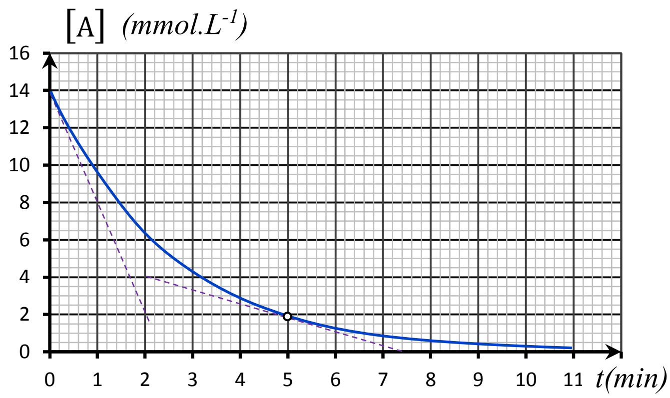
Cas d'un réactif :

	Réactif A
	aA
t=0	n_1
t	n_1-a.x

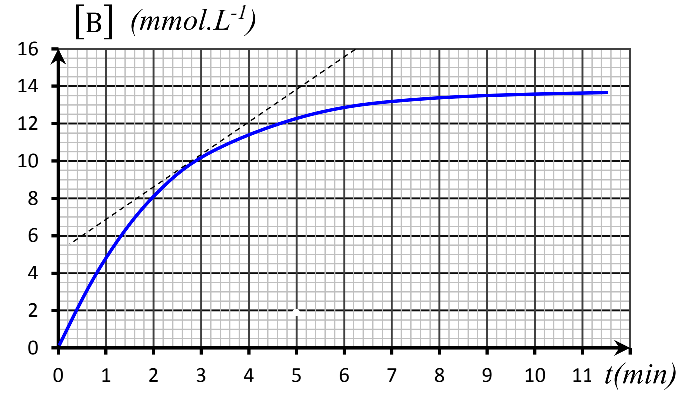
On a n(A)=n_1-a.x alors $[A] = \frac{n(A)}{V_S} = \frac{n_1 - a.x}{V_S}$

d'où $x = \frac{n_1 - [A].V_S}{a}$

et la vitesse : $\mathbf{V = \frac{1}{V_S}\frac{dx}{dt} = -\frac{1}{a}.\frac{d[A]}{dt} = -\frac{1}{a}.\frac{\Delta[A]}{\Delta t}}$



Cas d'un produit :

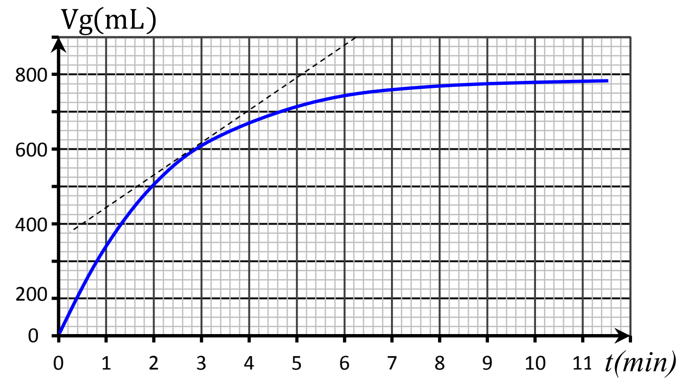


	Produit B
	bB
t=0	0
t	b.x

On a n(B)=b.x alors $[B] = \frac{n(B)}{V_S} = \frac{b.x}{V_S}$

d'ou $x = \frac{[B].V_S}{b}$ et la vitesse : $\mathbf{V} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{V_S}}\frac{\mathbf{dx}}{\mathbf{dt}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{b}}.\frac{\mathbf{d[B]}}{\mathbf{dt}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{b}}.\frac{\mathbf{\Delta[B]}}{\mathbf{\Delta t}}$

En fonction de volume du gaz formé :



$$n(G) = \frac{V(G)}{Vm}$$

si le produit B est un gaz alors n(B)=b.x

donc $b.x = \frac{V(G)}{Vm}$ d'où $x = \frac{1}{b}.\frac{V(G)}{Vm}$

et la vitesse : $\mathbf{V} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{V_S}}\frac{\mathbf{dx}}{\mathbf{dt}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{b.Vm.V_S}}.\frac{\mathbf{dV(G)}}{\mathbf{dt}} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{b.Vm.V_S}}.\frac{\mathbf{\Delta V(G)}}{\mathbf{\Delta t}}$

Cas des gaz parfait

$$\mathbf{p.V=n.R.T}$$

si le produit B est un gaz alors n(B)=b.x

❖ En fonction du volume v :

$$v = \frac{n.R.T}{p} = \frac{b.x.R.T}{p}$$

d'où $x = \frac{p.v}{b.R.T}$

et la vitesse : $\mathbf{V} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{V_S}}\frac{\mathbf{dx}}{\mathbf{dt}} = \frac{\mathbf{p}}{\mathbf{b.R.T.V_S}}.\frac{\mathbf{dv}}{\mathbf{dt}} = \frac{\mathbf{p}}{\mathbf{b.R.T.V_S}}.\frac{\mathbf{\Delta v}}{\mathbf{d\Delta t}}$

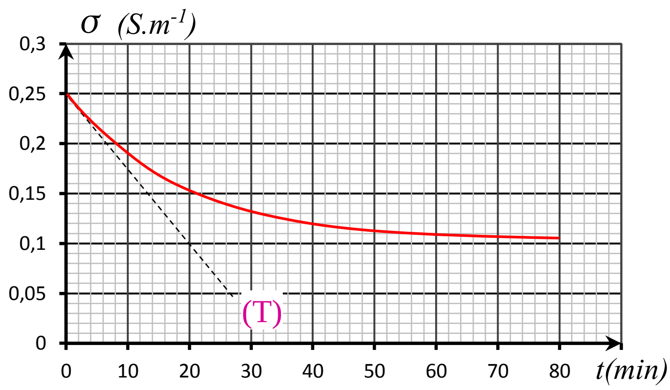
❖ En fonction de la pression p :

$$p = \frac{n.R.T}{v} = \frac{b.x.R.T}{v}$$

d'où $x = \frac{p.v}{b.R.T}$

et la vitesse : $\mathbf{V} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{V_S}}\frac{\mathbf{dx}}{\mathbf{dt}} = \frac{\mathbf{v}}{\mathbf{b.R.T.V_S}}.\frac{\mathbf{dp}}{\mathbf{dt}} = \frac{\mathbf{v}}{\mathbf{b.R.T.V_S}}.\frac{\mathbf{\Delta p}}{\mathbf{\Delta t}}$

En fonction pH ou la conductibilité σ ou la conductance G :



$[H_3O^+]=10^{-pH}$

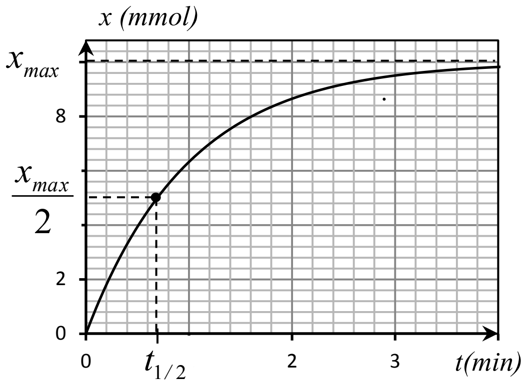
$\sigma = \Sigma\lambda_{ion}.[ion]$

$G=k.\sigma$

et la vitesse : $V = \frac{d}{dt}\left(\frac{x}{V_S}\right)$

4. Temps de demi réaction $t_{1/2}$

Le **temps** de **demi-réaction** (par rapport à un réactif donné A) est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur finale.



Si $t=t_{1/2}$ alors $x = \frac{x_f}{2}$

Si la transformation est totale alors $x_f=x_m$: l'avancement maximale

NB : Le **temps** de **demi-réaction** $t_{1/2}$:

- Peut évaluer la durée de l'expérience
- N'est déterminer graphiquement que sur l'axe des temps

EXERCICE 1 | Exercice d'application | 15 min

Equilibrer les équations des couples suivants :

$Cr_2O_7^{2-}{}_{aq} / Cr^{3+}{}_{aq}$ (milieu acide) $\qquad S_2O_8^{2-}{}_{aq} / SO_4^{2-}{}_{aq}$

$S_4O_6^{2-}{}_{aq} / S_2O_3^{2-}{}_{aq} \qquad H_2O_{2(aq)} / H_2O_{(\ell)}$

$C\ell_{2aq} / C\ell^-_{aq} \qquad CO_{2(aq)} / H_2C_2H_{4(aq)}$

$Fe^{3+}{}_{aq} / Fe_s \qquad SO_4^{2-}{}_{(aq)} / SO_{2(aq)}$

EXERCICE 2 | Exercice d'application | 20 min

Pour chaque question, indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s).

	Énoncé	Réponse A	Réponse B	Réponse C
1	La vitesse d'une réaction chimique :	Augmente avec la concentration des réactifs	Augmente avec la concentration des produits	Est indépendante de la concentration des réactifs
2	Quelle affirmation est correcte ?	La vitesse d'une réaction augmente généralement avec la température	La vitesse d'une réaction diminue quand la température augmente	La vitesse d'une réaction est indépendante de la concentration des réactifs
3	Le temps de demi-réaction, noté **t** ½ est la durée au bout de laquelle :	L'avancement de la réaction est égal à la moitié de l'avancement maximal	L'avancement de la réaction est égal à la moitié de l'avancement final	L'avancement de la réaction est égal à l'avancement final
4	Le suivi d'une transformation chimique par titrage est :	Une méthode non destructrice	Une méthode destructrice	Adapté pour des échantillons de petite taille

EXERCICE 3 | Examen SVT 2021 S.N | 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1NfkfYMoTPb53eUhu2zCwq6fzEeYIuzkF/view

- **le suivi temporel de l'évolution d'un système chimique ;**

On réalise une expérience en introduisant, à l'instant $t_0 = 0$, une masse de zinc en poudre de valeur $m(Zn) = 1,0\,g$ dans un ballon contenant le volume $V = 40\,mL$ d'une solution aqueuse (S) d'acide chlorhydrique $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_A = 0,5\,mol.L^{-1}$. Les ions $H_3O^+_{(aq)}$ réagissent avec le zinc $Zn_{(s)}$ suivant la réaction chimique d'équation : $2H_3O^+_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow H_{2(g)} + Zn^{2+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$.

La mesure du volume de dihydrogène formé permet le suivi de l'évolution temporelle de l'avancement x de la réaction et de tracer le graphe $x = f(t)$.

Donnée : $M(Zn) = 65,4\,g.mol^{-1}$

1. Calculer les quantités de matière $n_0(Zn)$ et $n_0(H_3O^+)$, présentes initialement dans le mélange réactionnel.

2. Recopier, sur votre copie, le tableau d'avancement de la réaction chimique et le compléter.

Équation chimique		$2H_3O^+_{(aq)} + Zn_{(s)} \longrightarrow H_{2(g)} + Zn^{2+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	$x=0$					excès
État intermédiaire	x					excès
État final	x_f					excès

3. Identifier le réactif limitant. Justifier.

4. Déterminer graphiquement :

a. la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

b. la valeur de la vitesse volumique de réaction, en unité $(mol.L^{-1}.s^{-1})$, à l'instant $t=400\,s$, sachant que le volume du mélange réactionnel est $V=40\,mL$.

5. Interpréter qualitativement la variation de la vitesse volumique de cette réaction.

6. Pour accélérer la réaction précédente, on recommence l'expérience en utilisant la même masse de zinc $m(Zn)=1,0\,g$ et le volume $V=40\,mL$ d'une solution aqueuse (S') d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_A'=1\,mol.L^{-1}$.

6.1. Citer le facteur cinétique qui est à l'origine de l'accélération de la réaction.

6.2. Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ va-t-il augmenter ou diminuer ? Justifier.

EXERCICE 4 Examen PC 2019 S.R 20 min

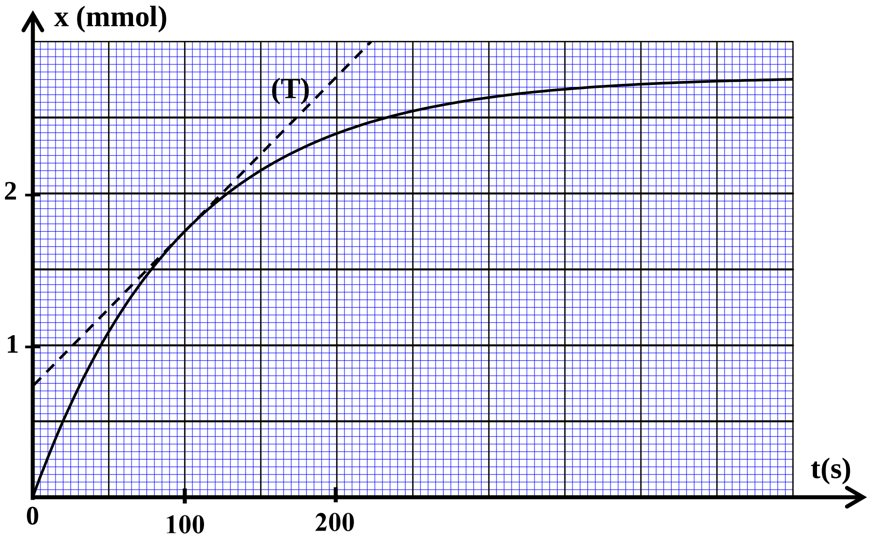
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1VOnTl4nA_xFz9rRJIFVbfJwpxwzkMk7Y/view

L'équation de la réaction chimique entre les ions hydrogénocarbonate $HCO^-_{3(aq)}$ et l'acide acétylsalicylique s'écrit :

$$C_9H_8O_{4(aq)} + HCO^-_{3(aq)} \rightarrow C_9H_7O^-_{4(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)}$$

Afin de suivre l'évolution de cette réaction, on introduit dans un ballon, un volume $V=10\,mL$ d'une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium $Na^+_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)}$ dont la concentration initiale effective des ions hydrogénocarbonate est : $\left[HCO_3^-\right]_0 = C = 0,5\,mol.L^{-1}$ puis à un instant choisi comme origine des dates $(t=0)$, on ajoute à la solution une quantité d'acide acétylsalicylique de masse $m = 0,5$ g .(On considère que le volume du mélange réactionnel reste constant $V=10\,mL$).

La courbe de la figure ci-dessous représente l'évolution temporelle de l'avancement de la réaction x.



1. Montrer que les quantités de matière initiales des réactifs sont :

$n_0(C_9H_8O_4) \approx 2,8$ mmol et

$n_0(HCO_3^-) = 5\,mmol$.

2. Dresser le tableau descriptif d'avancement de la réaction.

3. Trouver la valeur de l'avancement maximal x_{max} .

4. Calculer la vitesse volumique de la réaction, en $mol.L^{-1}.s^{-1}$, à l'instant $t=100\,s$.(T) représente la tangente à la courbe à l'instant $t=100\,s$.

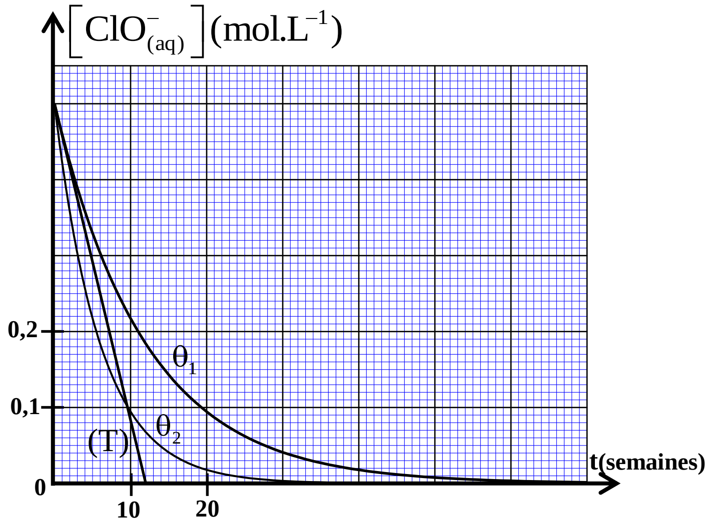
5. Déterminer graphiquement le temps de demi réaction $t_{1/2}$.

EXERCICE 5 Examen SM 2018 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1lFiG0vODDMoZJksmvLckwy3khq-a-4fN/view

Durant la conservation de l'eau de javel , les ions hypochlorite ClO^- contenus dans cette eau se décomposent selon l'équation de la réaction : $2ClO^-_{(aq)} \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)} + O_{2(g)}$.

Dans des conditions expérimentales déterminées , on obtient les courbes de la figure1 représentant l'évolution de: $\left[ClO^-_{(aq)}\right]=f(t)$ à deux températures θ_1 et θ_2 .



1-1- Dresser le tableau d'avancement de la réaction (on notera V le volume de la solution étudiée supposé constant et $C_0=\left[ClO^-_{(aq)}\right]_0$ la concentration molaire de ClO^- à $t=0$).

1-2-Montrer que la concentration molaire de l'ion hypochlorite à l'instant de demi-réaction $t=t_{1/2}$ est $\frac{C_0}{2}$. Déduire alors graphiquement $t_{1/2}$ pour l'expérience réalisée à la température θ_2 .

1-3- Trouver, pour la température θ_1, la vitesse volumique de réaction à l'instant t=0 exprimée en $mol.L^{-1}.semaine^{-1}$ ((T) représente la tangente à la courbe au point d'abscisse $t=0$).

1-4- Comparer θ_1 à θ_2 en justifiant la réponse.

EXERCICE 6 Examen PC 2021 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1C2TRISVwwNiI0NPGrNwEaSD_3cUEzcr9/view

À un instant choisi comme origine des dates t = 0, on introduit, en excès, l'éthanoate d'éthyle dans un ballon contenant une quantité de matière $n_0(HO^-)=10^{-3}mol$ d'ions hydroxyde. On obtient un mélange réactionnel ayant un volume V_0 = 100mL.

Il se produit, sous une température constante, une réaction modélisée par l'équation chimique suivante :

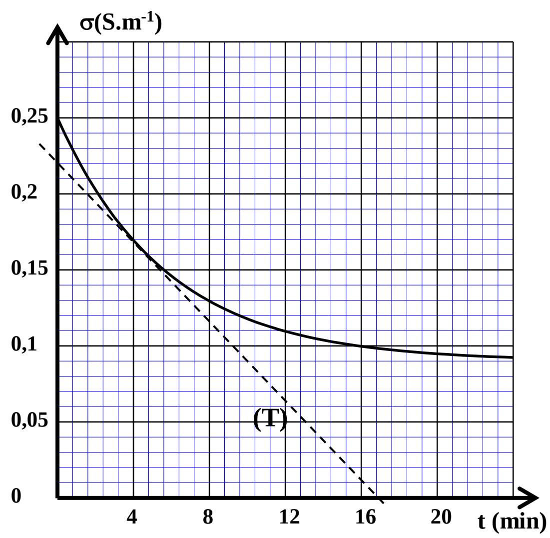
$$CH_3COOC_2H_{5(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + C_2H_5OH_{(aq)}$$

1) Dresser le tableau d'avancement de cette réaction et déterminer la valeur de l'avancement final x_f sachant que cette réaction est totale.

2) On mesure, à chaque instant, la conductivité σ du mélange réactionnel.

La courbe de la figure1 donne les variations de la conductivité du mélange réactionnel en fonction du temps.

La droite (T) représente la tangente à la courbe au point d'abscisse $t_1=4\,min$.



L'expression de la conductivité σ du mélange réactionnel en fonction de l'avancement x de la réaction est :

$\boldsymbol{\sigma = 0,25 - 160.x}$ où σ est exprimée en $S.m^{-1}$ et x en mol.

2.1) Définir le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

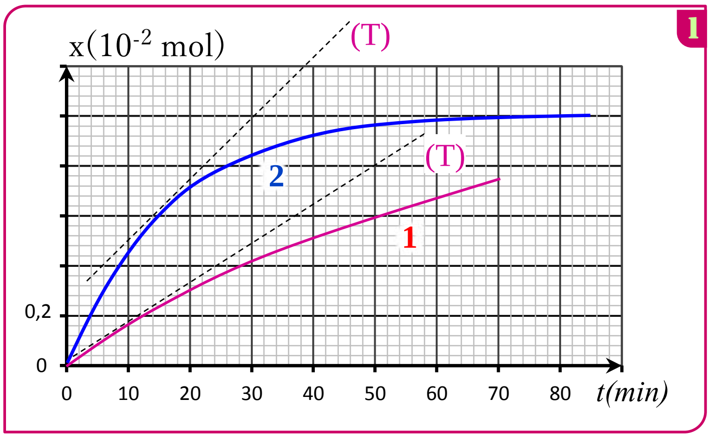
2.2) A l'aide de l'expression $\sigma=f(x)$ et de la courbe de la figure1, déterminer la valeur de $t_{1/2}$.

2.3) Montrer que la vitesse volumique de la réaction à un instant t s'écrit sous la forme : $v=-\frac{1}{160.V_0}.\frac{d\sigma}{dt}$.

2.4) Déterminer, en $mol.m^{-3}.min^{-1}$, la valeur v_1 de cette vitesse à l'instant t_1= 4 min.

EXERCICE 7 — Exercice d'application — 35 min

Ils ont partie à t=0 de la même mélange :
50ml d'une solution aqueuse de $(k^+_{(aq)}+I^-_{(aq)})$ et de concentration C_1= 0,5mol.L^{-1}
et 50ml d'une solution aqueuse de $(2Na^+_{(aq)}+S_2O^{2-}_{8(aq)})$ de concentration C_2. Le groupe A suit l'évolution de la réaction à la température ambiante, par contre le groupe B suit l'évolution de la réaction dans un bain marie dont la température est maintenue à T=80°C . A l'aide d'un protocole bien approprié n'est pas décrit ici les deux groupes ont tracé les deux courbes qui traduisent l'évolution de l'avancement x au cours du temps sur le même graphique ci contre.

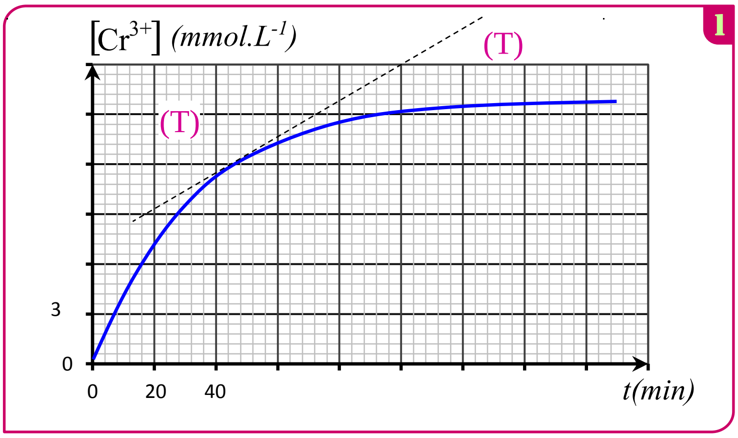


❶ Identifier la courbe tracée par le groupe B .Justifier la réponse.
❷ Préciser l'effet de la température sur le déroulement de la réaction chimique étudiée .Que peut-ton dire de la température.
❸ Dresser le tableau d'avancement descriptif qui décrit l'évolution de la réaction .
❹ Déterminer l'avancement maximal x_{max} .
❺ Montrer que $S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant. Et déduire la valeur de la concentration C_2
❻ Déterminer la composition de chaque système chimique après un quart d'heure du départ de la réaction.
❼ Déterminer la vitesse de la réaction dans chaque condition à la même date t=15min.

Donnée : couples oxydant/réducteur : $S_2O_8^{2-}$ / SO_4^{2-} et I_2/I^-.

EXERCICE 8 — Exercice d'application — 35 min

On étudie l'évolution en fonction du temps d'un mélange obtenu à partir de 100mL d'une solution d'acide éthanedioïque à 6,00·10^{-2} mol.L^{-1} et 100mL d'une solution acidifiée de dichromate de potassium à 1,66·10^{-2} mol.L^{-1}. On obtient la courbe suivante :
La réaction d'oxydoréduction qui se produit met en jeu les couples $Cr_2O_7^{2-}$ / Cr^{3+} et CO_2 / $H_2C_2O_4$



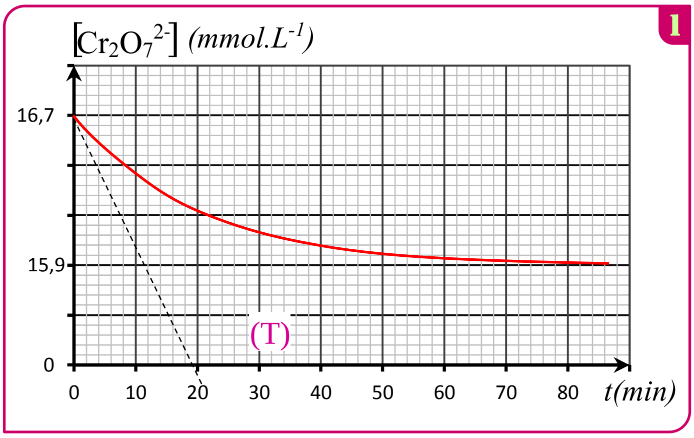
❶ Citer deux facteurs pouvant modifier la vitesse d'une réaction chimique.
❷ Ecrire les deux demi-équations électroniques ainsi que l'équation bilan de la réaction qui se produit entre l'ion dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ et l'acide éthanedioïque $H_2C_2O_4$.
❸ Etablir la quantité initiale de chacun des réactifs et en déduire le réactif limitant.
et dresser le tableau d'avancement de la réaction faisant apparaître l'avancement temporel x(t).
❹ Définir mathématiquement la vitesse volume v(t) de cette réaction.
et exprimer cette vitesse de réaction v(t) en fonction de la concentration des ions Cr^{3+}. Détailler le calcul de cette démonstration.
❺ Déterminer la valeur de la vitesse volumique à la date t = 50 s.
❻ Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ de cette réaction.
❼ Déterminer graphiquement la quantité d'ions Cr^{3+} présente lorsque la réaction est considérée comme étant terminée .En déduire le volume de gaz carbonique dégagé par cette réaction dans les C.N.T.P.
(On donne Vm= 24 mol/L)

EXERCICE 9 — Exercice d'application — 35 min

Pour mesurer la quantité d alcool dans le sang, on utilise la réaction chimique suivante :
$3\ CH_3CH_2OH_{(aq)} + 2\ Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 16\ H^+(aq) \rightarrow 3\ CH_3COOH_{(aq)} + 4\ Cr^{3+}{}_{(aq)} + 11\ H_2O_{(l)}$.Cette réaction est lente, son évolution est suivie par dosage.
À la date t = 0, on mélange v_p=2mL de sang prélevé au bras d'un conducteur avec v= 10mL d'une solution

aqueuse acidifiée de dichromate de potassium ($2K^+ + 2\ Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)}$) de concentration molaire $C=2.10^{-2}$ mol.L^{-1}.
Le volume total du mélange réactionnel est V_M = 12 mL.
Un suivi temporel obtenu par dosage des ions dichromate $Cr_2O_7^{2-}$ a permis de tracer la courbe suivant.

❶ Établir le tableau d'avancement du système en désignant par n_0 la quantité de matière initiale d'alcool présente dans les 2mL de sang, et par n_1 la quantité de matière initiale en ions dichromate introduite dans le mélange réactionnel.(L'ion H+ est en excès).



❷ Quelle relation existe entre l'avancement x de la réaction, la concentration en ions dichromate $[Cr_2O_7^{2-}]$ dans le mélange, le volume V_M du mélange réactionnel, et la quantité n1 ?

❸ La réaction peut être considérée comme totale.À l'aide du graphique $[Cr_2O_7^{2-}]$ = f(t), calculer l'avancement maximal.

❹ Le taux autorisé d'alcool est de 0,5 g dans 1 L de sang. Le conducteur est-il en infraction ?

❺ Donner la définition de la vitesse de la réaction.

❻ Déterminer sa valeur à l'instant initial.

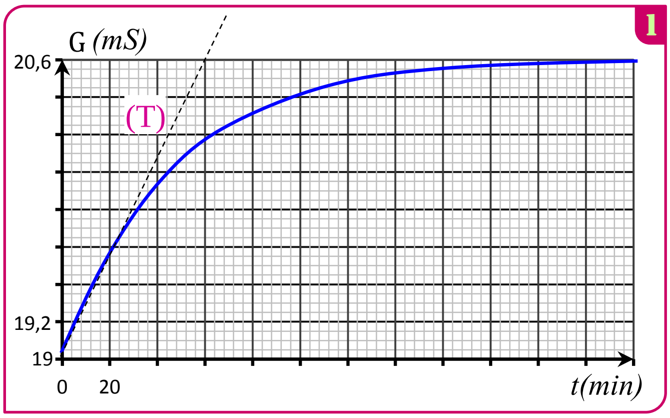
Données :

Masse molaire moléculaire de l'éthanol : 46 g.mol^{-1}.

EXERCICE 10 | Exercice d'application | 35 min

Dans cet exercice, on s'intéresse à la réaction d'oxydoréduction entre les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ et les ions iodure I^- en solution aqueuse.

Donnée : couples oxydant/réducteur : $S_2O_8^{2-}$ / SO_4^{2-} et I_2/I^-.



Dans un bécher, on introduit un volume V_1=40mL d'une solution aqueuse de peroxodisulfate de potassium ($2K^+ + S_2O_8^{2-}$) de concentration $C_1 = 1{,}0.10^{-1}$ mol.L^{-1}.
A l'instant t = 0 s, on ajoute un volume V_2 = 60 mL d'une solution aqueuse d'iodure de potassium ($K^+ + I^-$) de concentration $C_2 = 1{,}5.10^{-1}$ mol.L^{-1}.
Un conductimètre, relié à un système d'acquisition de données, permet de suivre l'évolution de la conductance de la solution au cours du temps. La courbe obtenue est reproduite ci-contre.

❶ Écrire les demi-équations électroniques pour chacun des deux couples qui interviennent dans cette réaction.

❷ En déduire l'équation de la réaction entre les ions peroxodisulfate et les ions iodure.

❸ En notant x l'avancement de la réaction à l'instant t, donner les expressions des concentrations des divers ions présents dans le mélange en fonction de x et du volume V de la solution. On négligera les ions H_3O^+ et OH^- très minoritaires devant les autres ions.

❹ On rappelle que la conductance G d'une telle solution a pour expression :

$$G = k\,(\lambda_1\,[S_2O_8^{2-}] + \lambda_2\,[I^-] + \lambda_3\,[SO_4^{2-}] + \lambda_4\,[K^+])$$

où les λ_i sont les conductivités molaires ioniques (qui ne dépendent que de l'ion et de la température) et k la constante de cellule.
Montrer que la relation entre la conductance G et l'avancement x de la réaction est de la forme :
$G = \frac{1}{V}(A + Bx)$ où V est le volume total de la solution, constant pendant toute la durée de l'expérience.

❺ Pour la suite de l'étude, on donne les valeurs des constantes (dans les conditions de l'expérience) :
A = 1,9 mS.L et B = 42 mS.L.mol^{-1}.
Définir la vitesse volumique de la réaction en fonction de l'avancement x. En déduire son expression en fonction de G et sa valeur à l'instantinitial.

❻ Démontrer que l'expression de $t_{1/2}$ est: $G_{½} = \dfrac{G_0 + G_{max}}{2}$ .En exploitant la figure 1 déterminer la valeur de $t_{1/2}$.

EXERCICE 11 Examen PC 2011 S.N 20 min

Lien de correction :https://drive.google.com/file/d/1WPPnwd-da4-gxfJ5SV8Eky5C_enwGE82/view

Le dihydrogène est considéré comme un combustible possédant une haute énergie non polluante. Il peut-être synthétisé au laboratoire par action des acides sur quelques métaux.

Le dihydrogène est considéré comme un combustible possédant une haute énergie non polluante. Il peut-être synthétisé au laboratoire par action des acides sur quelques métaux.

Le but de cet exercice est le suivi de l'action de l'acide sulfurique sur le zinc par mesure de pression.

Données :

- Tous les gaz sont considérés comme parfaits ;
- Toutes les mesures ont été faites à 25°C ;
- On rappelle la loi des gaz parfaits : P.V = n.R.T ;
- La masse molaire atomique du zinc : M(Zn) = 65,4 g.mol^{-1}.

On modélise la réaction du zinc $Zn_{(S)}$ avec une solution d'acide sulfurique ($2H_3O^+_{(aq)}+SO_4^{2-}$), par l'équation chimique suivante :

$$Zn_{(S)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightleftharpoons Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(\ell)}$$

Pour étudier la cinétique de cette réaction, on introduit dans un ballon de volume constant V = 1 L, une quantité de masse m = 0,6 g de poudre de Zinc $Zn_{(S)}$, et on y verse à l'instant t_0 = 0, un volume V_a = 75 mL de la solution aqueuse d'acide sulfurique de concentration en ions oxonium $[H_3O^+]$ = 0,4 mol.L^{-1}.

On mesure la pression P à l'interieur du ballon, à chaque instant, à l'aide d'un capteur de presssion.

❶ Soitent $n_i(H_3O^+)$ et $n_i(Zn)$ les quantités de matière initiales respectivement des ions oxonium et du Zn. Recopier, sur votre copie de rédaction, le tableau descriptif suivant et le compléter.

Équation chimique		$2H_3O^+_{(aq)}$ +	$Zn_{(s)} \longrightarrow$	$H_{2(g)}$ +	$Zn^{2+}_{(aq)}$ +	$2H_2O_{(l)}$
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	$x = 0$					excès
État intermédiaire	x					excès
État final	x_f					excès

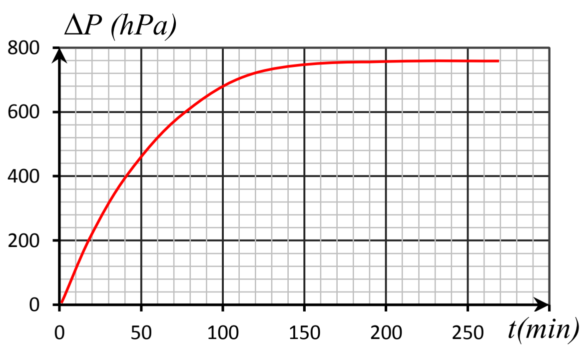
❷ Calculer $n_i(H_3O^+)$ et $n_i(Zn)$.

❸ Déterminer le réactif limitant et déduire l'avancement maximal x_{max} de la réaction.

❹ Par application de la loi des gaz parfaits, et à l'aide du tableau descriptif précédent, établir l'expression de l'avancement x(t) de la réaction à un instant t en fonction de R, T, V et ΔP, où ΔP = P – P_0, avec P_0 la pression initiale mesurée à l'instant t_0 = 0 et P la pression mesurée à l'instant t.

❺ Soit $\Delta P_{max} = P_{max} - P_0$ la variation maximale de la pression et x_{max} l'avancement maximal de la réaction. Montrer la relation : $x(t) = x_{max}\dfrac{\Delta P}{\Delta P_{max}}$.

❻ Une étude expérimentale a permis de traçer la courbe de la figure 1, traduisant les variations de ΔP en fonction du temps. Trouver graphiquement la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.



EXERCICE 12 | Examen PC 2010 S.N | 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1Yl-_U34RD6OWhx-zUWV8isIoxrgx1Eto/view

- Toutes les mesures sont effectuées à 25°C ;
- L'expression de la conductance à un instant t est : $G = k\sum \lambda_i\left[X_i\right]$;

Où :
- λ_i : Conductivité molaire ionique de l'ion X_i ;
- k : Constante de la cellule de mesure de valeur k = 0,01 m ;

Le tableau suivant donne les valeurs des conductivités molaires ioniques des ions en solution :

L'ion	Na^+_{aq}	OH^-_{aq}	HCO^-_{2aq}
$\lambda(S.m^2.mol^{-1})$	$5,01.10^{-3}$	$19,9.10^{-3}$	$5,46.10^{-3}$

- On néglige la concentration des ions Hydroniums H_3O^+ devant les autres concentrations des ions présents dans le mélange réactionnel.

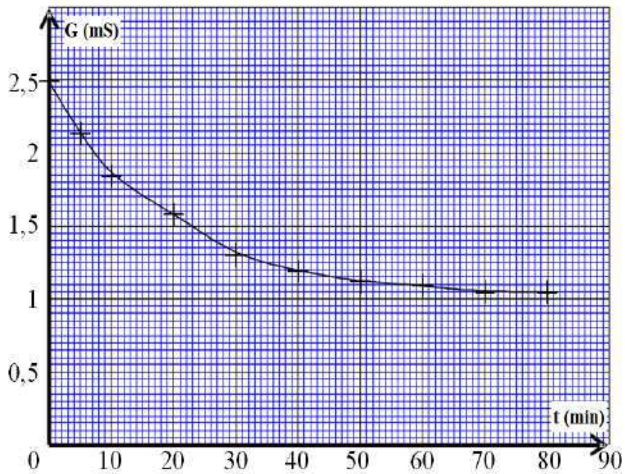
On verse dans un bécher un volume $V = 2.10^{-4}\ m^3$ d'une solution S_B d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 10\ mol.m^{-3}$, et on y ajoute à l'instant t_0 considérée comme origine des temps, une quantité de matière n_E du méthanoate de méthyle égale à la quantité de matière n_B d'hydroxyde de sodium ($n_E = n_B$).

(On considère que le volume reste constant $V = 2.10^{-4}\ m^3$).

Une étude expérimentale a permis de tracer la courbe représentative des variations de la conductance G du mélange en fonction du temps (Figure 1)

On modélise la réaction étudiée par l'équation de réaction suivante :

$$HCO_2CH_{3\,(aq)} + OH^-_{aq} \longrightarrow HCO^-_{2\,(aq)} + CH_3OH_{(aq)}$$



1- Faire l'inventaire des ions présent dans le mélange à un instant t.

2- construire le tableau descriptif de l'évolution de cette transformation.
(On notera x l'avancement de la réaction à l'instant t)

3- Montrer que la conductance G dans le milieu réactionnel vérifie la relation :

$$G = -0,72\ x + 2,5.10^{-3}\ \ (S).$$

4- Justifier la décroissance de la conductance G au cours de la réaction.

5- Déterminer la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

EXERCICE 13 Exercice d'application 35 min

Dans le cadre d'un projet pluridisciplinaire sur le thème de la spéléologie, des élèves de terminale doivent faire l'exploration d'une grotte où ils risquent de rencontrer des nappes de dioxyde de carbone CO_2. A teneur élevée, ce gaz peut entraîner des évanouissements et même la mort. Le dioxyde de carbone est formé par action des eaux de ruissellement acides sur le carbonate de calcium $CaCO_3$ présent dans les roches calcaires. Le professeur de chimie leur propose d'étudier cette réaction.

Données :

- température du laboratoire au moment de l'expérience : 25°C soit T = 298 K
- pression atmosphérique : $P_{atm} = 1,020.10^5$ Pa
- constante des gaz parfaits : R = 8,31 SI
- masses molaires atomiques, en $g.mol^{-1}$: M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16 ; M(Ca) = 40

Dans un ballon, on réalise la réaction entre le carbonate de calcium $CaCO_{3(s)}$ et l'acide chlorhydrique ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$). Le dioxyde de carbone formé est recueilli par déplacement d'eau, dans une éprouvette graduée.

Un élève verse dans le ballon, un volume V_S=100mL d'acide chlorhydrique à 0,10 $mol.L^{-1}$. A la date t = 0 s, il introduit rapidement dans le ballon 2,0 g de carbonate de calcium $CaCO_{3(s)}$ tandis qu'un camarade déclenche un chronomètre. Les élèves relèvent les valeurs du volume V_{CO2} de dioxyde de carbone dégagé en fonction du temps. Elles sont reportées dans le tableau ci-dessous. La pression du gaz est égale à la pression atmosphérique.

t (s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
V_{CO2} (mL)	0	29	49	63	72	79	84	89	93	97	100	103

t (s)	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440
V_{CO2} (mL)	106	109	111	113	115	117	118	119	120	120	121

La réaction chimique étudiée peut être modélisée par l'équation :

$$CaCO_{3(s)} + 2\,H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

1) Calculer la densité par rapport à l'air du dioxyde de carbone $CO_{2(g)}$. Dans quelles parties de la grotte ce gaz est-il susceptible de s'accumuler ?

2) Déterminer les quantités de matière initiale de chacun des réactifs.

3) Dresser le tableau d'avancement de la réaction. En déduire la valeur x_{max} de l'avancement maximum et le réactif limitant.

4)

a) Exprimer l'avancement x de la réaction à une date t en fonction de V_{CO2}, T, P_{atm} et R. Calculer sa valeur numérique à la date t = 20 s.

b) Calculer le volume maximum de gaz susceptible d'être recueilli dans les conditions de l'expérience. La transformation est-elle totale ?

5) Les élèves ont calculé les valeurs de l'avancement x et reporté les résultats sur le graphe figure 1.

a) Donner l'expression de la vitesse volumique de réaction en fonction de l'avancement x et du volume V_S de solution. Comment varie la vitesse volumique au cours du temps ? Justifier à l'aide du graphe.

b) Définir le temps de demi réaction $t_{1/2}$. Déterminer graphiquement sa valeur sur l'annexe.

6) La température de la grotte qui doit être explorée par les élèves est inférieure à 25°C.

a) Quel est l'effet de cet abaissement de température sur la vitesse volumique de réaction à la date t = 0 s ?

b) Tracer, sur l'annexe, l'allure de l'évolution de l'avancement en fonction du temps dans ce cas.

7) La réaction précédente peut être suivie en mesurant la conductivité σ de la solution en fonction du temps.

a) Faire l'inventaire des ions présents dans la solution. Quel est l'ion spectateur dont la concentration ne varie pas ?

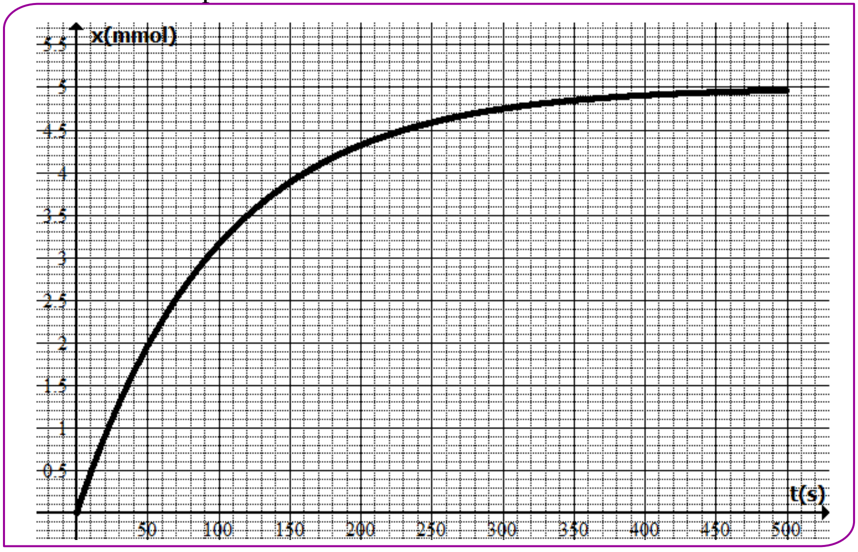
b) On observe expérimentalement une diminution de la conductivité. Justifier sans calcul ce résultat connaissant les valeurs des conductivités molaires des ions à 25°C :

$\lambda(H_3O^+) = 35,0\ mS.m^2.mol^{-1}$; $\lambda(Ca^{2+}) = 12,0\ mS.m^2.mol^{-1}$; $\lambda(Cl^-) = 7,5\ mS.m^2.mol^{-1}$

c) Calculer la conductivité σ de la solution à l'instant de date t = 0 s.

d) Montrer que la conductivité est reliée à l'avancement x par la relation : σ = 4,3 – 580.x

e) Calculer la conductivité de la solution pour la valeur maximale de l'avancement.

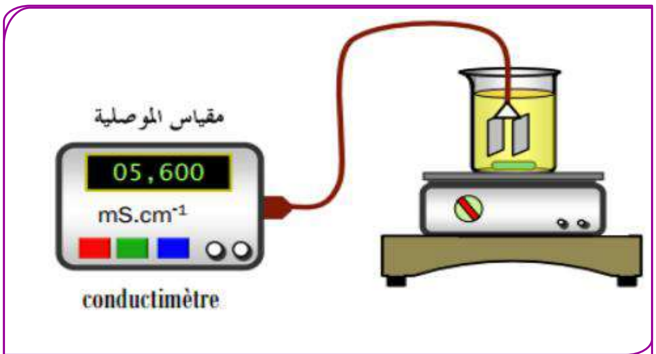


EXERCICE14 Exercice d'application 35 *min*

Suivi de l'évolution temporelle d'une transformation chimique par la mesure de conductivité :

On se propose d'étudier, par conductimétrie, la cinétique de l'hydrolyse du 2-chloro-2-méthylpropane qui est noté RCl. Le mélange réactionnel initial est réalisé en versant un volume **V_{RCl} = 1mL** de 2 chloro-2-méthylpropane (RCl) dans un mélange eau – acétone. L'eau présente est en très large excès.

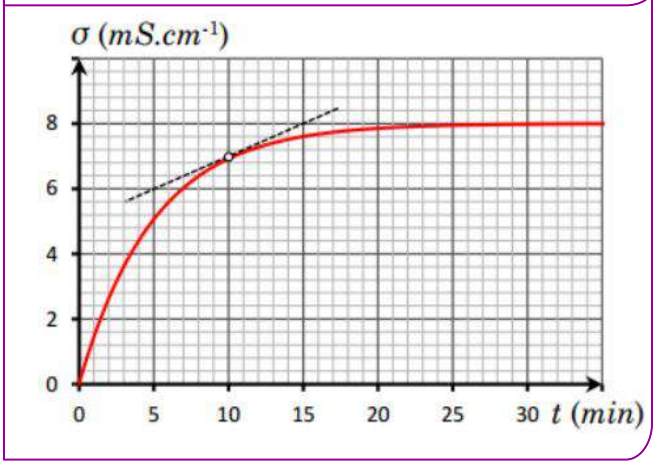
À température 40°C, on plonge dans le bécher contenant le mélange eau - acétone une cellule conductimétrie préalablement étalonnée. On déclenche le chronomètre à l'instant où on ajoute le 2-chloro-2-méthylpropane (RCl) dans le mélange et on mesure la conductivité σ de la solution à différentes dates.



La réaction qui a lieu au cours de la transformation étudiée a pour équation est :

$$RCl_{(l)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

La courbe ci-contre représente la variation de la conductivité σ de la solution en fonction du temps.



Données :

- *La masse molaire de RCl :* **M(RCl)=92,6 g/mol**
- *La masse volumique de RCl est :* $\rho_{RCl} = 0,85\ g/cm^3$
- *Le volume du mélange est :* ***V = 50 mL***
- $\lambda_{H_3O^+} = 349,8.10^{-4}$ **et** $\lambda_{Cl^-} = 76,3.10^{-4} Sm^2mol^{-1}$

1- Quel est le rôle de l'acétone dans le mélange réactionnel ?

2- Calculer la quantité de matière initiale de RCl : n_i (RCl)

3- Dresser le tableau d'avancement.

4- Déterminer l'avancement maximal x_{max} de la réaction et en déduire le réactif limitant.

5- Donner l'expression de la conductivité σ(t) du mélange à la date t en fonction de l'avancement de la réaction x(t), du volume V du mélange et des conductivités molaires ioniques des ions oxonium $\lambda_{H_3O^+}$ et des ions chlorure λ_{Cl^-}.

6- Montrer que l'avancement de la réaction s'écrit : **x(t)= 1,15. 10^{-3}. σ(t)**

7- Calculer la composition de système chimique à l'instant **t = 7 min**.

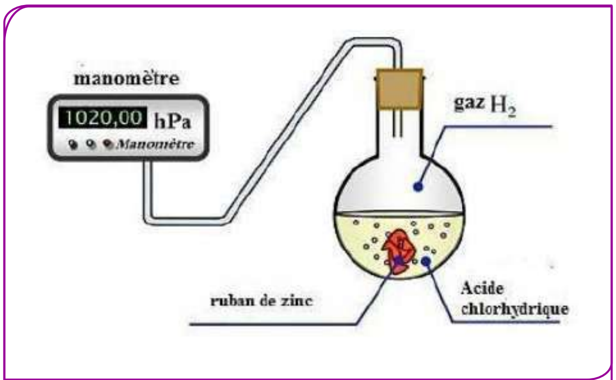
8- Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

9- Calculer la concentration de 2-chloro-2-méthylpropane [RCl] à l'instant $t_{1/2}$.

10- Vérifier que la vitesse volumique de la réaction à l'instant **t =10 min** est : **v =4,6. 10^{-4} mol.L^{-1} .min^{-1}**.

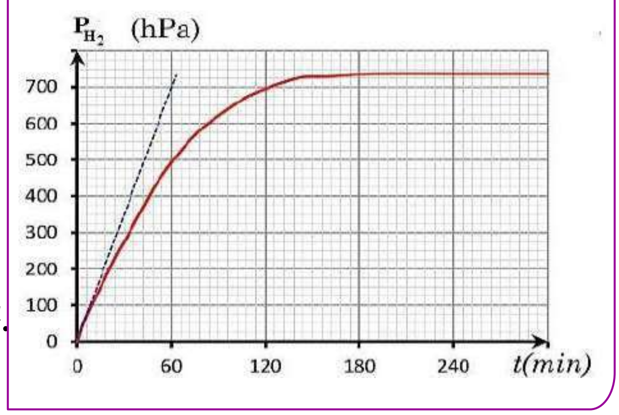
EXERCICE15 | Exercice d'application | 35 min

Suivi de l'évolution temporelle d'une transformation chimique par la mesure de pression d'un gaz :



Pour étudier la cinétique de la réaction de l'acide chlorhydrique avec le zinc. On introduit dans un ballon de volume constant V=200mL, la masse m = 0,5 g de zinc en poudre $Zn_{(S)}$ et on y verse à l'instant t_0 = 0, le volume V_A= 75 mL d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique $(H_3O^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)})$ de concentration C_A = 0,4 mol.L^{-1}. On mesure à chaque instant t la pression P à l'intérieur du ballon à l'aide d'un capteur de pression.

La courbe ci-contre représente la variation de la pression de H_2 en fonction du temps.



Données :

- ***On considère que tous les gaz sont parfaits.***
- ***Constante des gaz parfaits : R = 8 ,314 (SI)***
- ***Toutes les mesures ont été prises à 20°C.***
- ***On rappelle l'équation d'état des gaz parfaits :***

P.V=n.R.T

- ***La masse molaire atomique du zinc : M(Zn) = 65,4 g.mol^{-1}.***
- ***Les couples interviennent sont : H_3O^+/H_2 ; Zn^{2+}/Zn.***

1- Ecrire l'équation bilan de la réaction étudiée**.**

2- Citer d'autres techniques qui peuvent utiliser pour suivre l'évolution de cette réaction.

3- Calculer la quantité de matière initiale des réactifs : $n_i(H_3O^+)$ et $n_i(Zn)$.

4- Dresser le tableau d'avancement.

5- Déterminer l'avancement maximal x_{max} de la réaction et en déduire le réactif limitant.

6- En appliquant l'équation d'état des gaz parfaits, et en se basant sur le tableau d'avancement précédent, trouver l'expression de l'avancement x(t) de la réaction à l'instant t en fonction de R, T, V et P_{H2}.

7- Montrer que l'avancement de la réaction s'écrit : **x(t)= 3,8. 10^{-7}. P_{H2}**

8- Calculer la composition de système chimique à l'instant **t= 60 min**.

9- Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

10- Vérifier que la vitesse volumique de la réaction à l'instant t_0=0 est : **$v_0 \approx$ 8. 10^{-4} mol.L^{-1} .min^{-1}**.

11- Sachant que la vitesse volumique à l'instant **t_1 = 60 min**, est : **v_1 =1,6. 10^{-5} mol.L^{-1} .min^{-1}**.

D'après les résultats obtenus, Expliquer pourquoi la vitesse diminue au cours de la réaction.

12- En gardant les concentrations initiales des réactifs, et on augmente la température de mélange réactionnel à 35°C, Tracer sur la figure précédente la nouvelle évolution de P_{H2} =f(t). Expliquer l'effet de la température sur la vitesse de la réaction au niveau microscopique.

EXERCICE 16 Exercice d'application 35 min

Suivi de l'évolution temporelle d'une transformation chimique par le dosage :

On verse, dans un bécher, un volume $V_1 = 100mL$ de solution d'iodure de potassium $(K^+{}_{(aq)} + I^-{}_{(aq)})$ de concentration $C_1 = 0{,}4mol/L$, puis on ajoute un volume $V_2 = 500mL$ de solution de peroxosulfate de potassium $(2K^+{}_{(aq)} + S_2O_8{}^{2-}{}_{(aq)})$ de concentration $C_2 = 0{,}3mol/L$ acidifié par $1mL$ d'acide sulfurique concentré.

1 - Ecrire l'équation bilan de la réaction étudié. On donne les couples ox / red mis en jeu : $I_2/\,I^-{}_{(aq)}$ et $S_2O_8{}^{2-}/SO_4{}^{2-}$.

2 - Calculer la quantité de matière initiale des réactifs : $n_i(I^-)$ et $n_i(S_2O_8{}^{2-})$. et déduire les concentrations initiales des réactifs : $[I^-]_i$ et $[S_2O_8{}^{2-}]_i$.

3 - Construire le tableau d'avancement.

4 - Déterminer l'avancement maximal x_{max} de la réaction et en déduire le réactif limitant.

5- Montrer que : $x(t) = [I_2].V_T$ avec : $V_T = V_1 + V_2$

6 - Déduire la concentration maximale de la diode formée : $[I_2]_{max}$

Immédiatement, en préparant le mélange, on prélève un volume $V' = 10mL$ du mélange réactionnel et on le verse dans un bécher à l'instant t=0, et on ajoute dans ce bécher 50mL d'eau glacée (0°C) et quelques gouttes d'empois d'amidon.

On dose la diode formée à l'instant t par la solution de thiosulfate de sodium $(2Na^+{}_{(aq)} + S_2O_3{}^{2-}{}_{(aq)})$ de concentration C

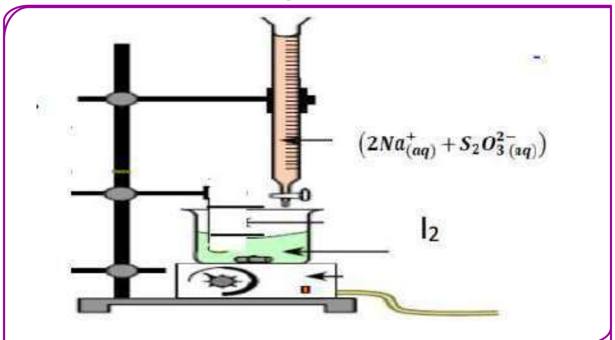
On refait les opérations précédentes à différents instants, et on détermine la concentration de la diode formée en chaque instant.

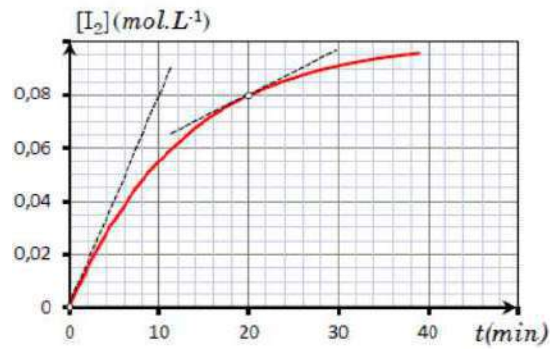
La courbe ci-contre représente la variation de la concentration de la diode formée $[I_2]$ en fonction du temps.

7 - Pourquoi on verse l'échantillon du mélange réactionnel dans l'eau glacée avant chaque dosage ?

8 - Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

9 - Calculer la vitesse volumique de la réaction à les instants $t_0=0$ et $t_1=20$ min.





EXERCICE 17 Exercice d'application 35 min

On réalise l'oxydation des ions iodures $I^-{}_{(aq)}$ par les ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$. Cette réaction, lente et totale, met en jeu les couples ox / red suivants $I_{2(aq)} / I^-{}_{(aq)}$ et $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} / SO_4^{2-}{}_{(aq)}$

1. Établir l'équation bilan de la réaction chimique

2 Afin d'étudier les facteurs cinétiques influant sur la durée de cette réaction, on réalise les 3 expériences suivantes :

Expériences	$[I^-]_0$ (en mol .L^{-1})	$[S_2O_8^{2-}]$ (en mol .L^{-1})	Température (en °C)
1	2,0 .10^{-2}	1,0 .10^{-2}	20
2	4,0 .10^{-2}	2,0 .10^{-2}	20
3	4,0 .10^{-2}	2,0 .10^{-2}	35

3. Sans justifier, répondre par Vrai ou Faux aux affirmations suivantes :

3. 1- C'est dans l'expérience 2 que la vitesse de réaction est la plus faible

3. 2- Par comparaison entre les expériences 1 et 3, on étudie l'influence de la température

3. 3- C'est dans l'expérience 3 que la vitesse de réaction est la plus grande

3. 4- Les ions iodure sont toujours en excès

3. 5- La quantité finale de diode formée dans l'expérience 2 est le double de celle formée dans l'expérience 1

EXERCICE 18 Examen SM 2013 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1o_2smx6eUjzEyYzOi9Vd44ra9SQDwZP0/view

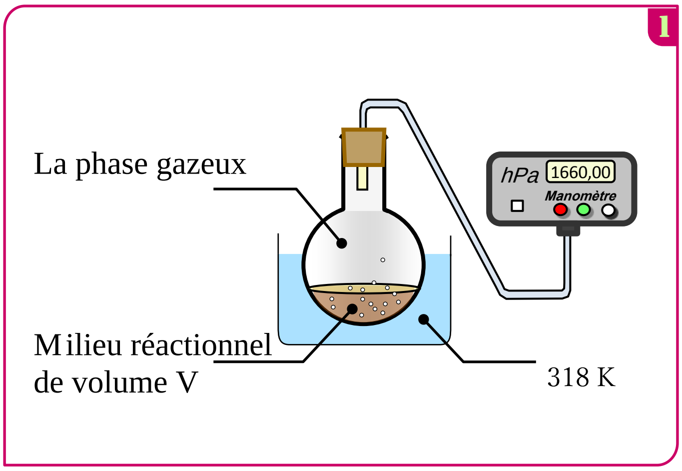
l'atmosphère à cause de leur participation dans la formation des pluies acides qui sont nocives pour l'environnement d'une part et l'augmentation de l'effet de serre d'autre part .
L'objectif de cet exercice est d'étudier la cinétique de la dissociation du pentaoxyde de diazote N_2O_5 en NO_2 et O_2 .

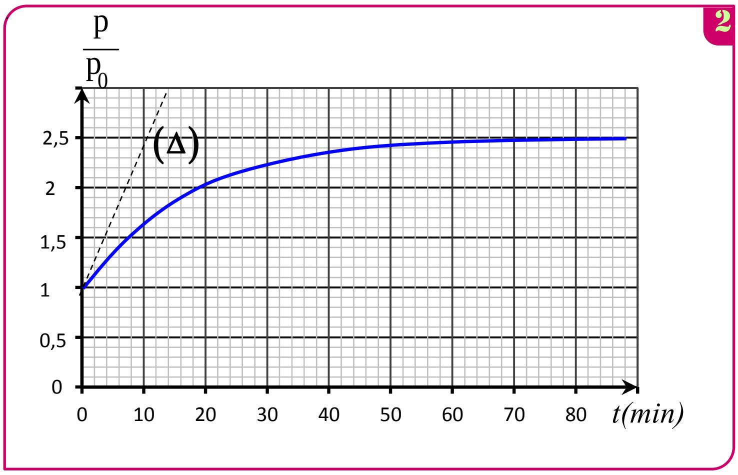
Données : On considère que tous les gaz sont parfaits ;
La constante des gaz parfaits : $R = 8,31\,(S.I)$; l'équation d'état des gaz parfaits : $p.V = n.R.T$

On met du pentaoxyde de diazote dans une enceinte initialement vide de volume constant $V = 0,50L$ munie d'un baromètre pour mesurer la pression totale p l'intérieur de l'enceinte à une température constante $T=318K$ voir la figure 1 .
On mesure au début de la dissociation (t = 0)à l'intérieur de l'enceinte la pression totale; on trouve alors $p_0 = 4,638.10^4\,Pa$. Le pentaoxyde de diazote se dissocie selon une réaction lente et totale modélisée par

L'équation: $2\,N_2O_{5\,(g)} \longrightarrow 4\,NO_{2\,(g)} + O_{2\,(g)}$

On mesure la pression p à différents instants et on représente la variation de la grandeur $\frac{p}{p_0}$ en fonction du temps , obtient le graphe représenté dans la fig 2. La droite (Δ) représente la tangente à la courbe $\frac{p}{p_0} = f(t)$ à l'instant $t = 0$.





❶Calculer la quantité de matières n_0 du pentaoxyde de diazote dans le volume V à $t = 0$.

❷Calculer l'avancement x_{max} de cette réaction.

❸Exprimer n_T , la quantité de matière totale des gaz dans le volumes V à l'instant t en fonction de n_0 et x l'avancement de la réaction à cet instant t.

❹En appliquant l'équation d'état des gaz parfaits ,établir la relation $\frac{p}{p_0} = 1 + \frac{3x}{n_0}$

❺Trouver l'expression de la vitesse volumique de la réaction en fonction de n_0 , V et la dérivée par rapport au temps de la fonction $\frac{p}{p_0} = f(t)$. Calculer sa valeur à $t = 0$.

❻ Démontrer que l'expression de $t_{1/2}$ est: $p_{½} = \frac{p_0 + p_{max}}{2}$ .En exploitant la figure 1 déterminer la valeur de $t_{1/2}$.

❼On considère maintenant l'expérience initiale réalisée dans un bain-marie à 40°C. Représenter sur le graphe ci-dessus l'allure de la courbe obtenue et ustifier brièvement

La partie de la chimie unité 2

Transformations chimiques s'effectuant dans les deux sens

État d'équilibre d'un système chimique

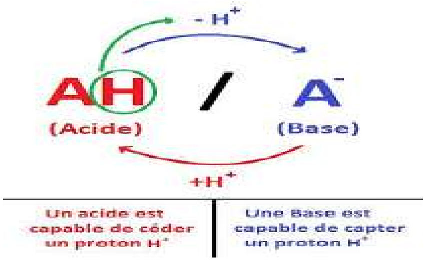
Transformations associées à des réactions acido-basiques en solution aqueuse

1. Définition de Bronsted :

- Un **acide de Bronsted** est une espèce qui, au cours d’une réaction chimique, **donne** un proton
- Une **base de Bronsted** est une espèce qui, au cours d’une réaction chimique, accepte un proton

2. Couples acide base :

AH/B : couple acide base avec AH : L’acide conjugué de la base B
B : La base conjuguée de l’acide AH



Exemples de couple acide base

NH_4^+/NH_3	H_3O^+/H_2O	H_2O/OH^-	HCN/CN^-	$HCOOH/HCOO^-$	CH_3COOH/CH_3COO^-

3. Réacation Acido-Basique

Toute réaction acido-basique met en jeu un transfert de protons H^+ de l’acide noté HA_1 du couple acido-basique HA_1/A_1^- vers la base notée A_2^- d’un autre couple acido-basique HA_2/A_2^- : $HA_1 + A_2^- \longrightarrow A_1^- + HA_2$

4. Expression du pH d'une solution aqueuse :

Pour des solutions diluées telles que : $[H_3O^+] \leq 5{,}0 \times 10^{-2} mol/l$, *le pH est défini par la relation :* $pH = -log[H_3O^+]$

H_3O^+ *représente le nombre qui mesure la concentration molaire en ions* H_3O^+ *exprimée en mol/l .*
Cette relation est équivalente à : $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

....

....

5. Taux d'avancement final τ :

Le taux d’avancement final d’une réaction , noté τ, *vaut :* $\boxed{\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}}}$

τ *est une grandeur sans dimension compris entre* 0 *et* 1 . *Si* $\tau = 0$, *la réaction n’a pas lieu ; et si* $\tau = 1$, *la réaction est totale .*

τ s’exprime souvent en pourcentage

6. Les deux sens de transformation d'un système chimique:

Au cours d’une transformation chimique non totale , la réaction s’effectue dans deux sens ; sens direct et sens inverse .

7. Etat d'èquilibre d'un système chimique

*Lors d’une transformation chimique de certains systèmes , on peut obtenir un état final dans lequel coexistent les réactifs et les produits qui restent en proportions constantes . Cet état final est alors appelé **état d’équilibre** .*

8. Explication microscopique de l'Etat d'équilibre dynamique :

Un système chimique est en état équilibre si la température et la pression et les concentrations des réactifs et des produits restent constante au cours du temps .

À l’échelle macroscopique , le système ne semble plus évoluer **À l’échelle microscopique** les entités (ions , molécules, ..) continuent à réagir . des chocs efficaces ont lieu entre entités réactives d’une part et entre entités produites d’autre part .

Lorsque l’état d’équilibre est atteint , pendant la même durée , les nombres des chocs efficaces entre entités réactives d’une part et entre entités produites d’autre part sont égaux . Les quantités de réactifs et de produits sont donc constantes au cours du temps .

EXERCICE 1 — Exercice d'application — 5 min

Compléter le tableau suivant

$[H_3O^+](mol/l)$	$6,0\times10^{-5}$	3.9×10^{-4}	5.4×10^{-8}
pH			
pH	3.9	6.8	11.2
$[H_3O^+](mol/l)$			

EXERCICE 2 — Exercice d'application — 25 min

I- Dans une fiole jaugée de volume V_0=100mL, on introduit une masse m d'acide éthanoïque CH_3COOH, puis on complète cette fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on l'homogénéise; On obtient une solution S_0 d'acide éthanoïque de concentration molaire $C_0=5.10^{-2}$ mol.L^{-1}. M(CH_3COOH)=60g/mol

❶ Calculer la masse m.
❷ Ecrire l'équation de la réaction associée à la transformation de l'acide éthanoïque en présence d'eau.
❸ construire le tableau d'avancement, en fonction de C_0, V_0, $x_{éq}$ (l'avancement à l'état d'équilibre).
❹ Exprimer le taux d'avancement final τ_0 en fonction de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[H_3O^+]_{éq}$ et C_0.

II - La mesure de la conductivité de la solution S_0 donne σ_0 =34,3mS.m^{-1} à 25°C.

❶ Exprimer la conductivité σ de la solution d'acide éthanoïque à l'état d'équilibre en fonction des conductivités molaires ioniques des ions présents et de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[H_3O^+]_{éq}$.
❷ Calculer le pH de la solution.
❸ Calculer τ_0 le taux d'avancement de la réaction.
❹ On réalise la même étude, en utilisant une solution S_1 d'acide éthanoïque de concentration $C_1=5.10^{-3}$mol.L^{-1}.
❺ La mesure de la conductivité de la solution S_1 donne σ_1 =10,7mS.m^{-1} à 25°C ; Calculer τ_1 le taux d'avancement de la réaction.
❻ En déduire l'influence de la concentration de la solution sur le taux d'avancement.

Conductivités molaires ioniques à conditions de l'expérience en mS.m².mol^{-1}: λ (H_3O^+)=35,0 ; λ(CH_3COO^-)=4,09.

EXERCICE 3 — Exercice d'application — 15 min

On détermine la conductivité de solutions d'acide fluorhydrique de diverses concentrations C. Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous :

c (mmol.L^{-1})	10	1,0	0,10
σ (mS.m^{-1})	90,0	21,85	3,567

❶ Écrire l'équation de la réaction du fluorure d'hydrogène HF sur l'eau.
❷ Déterminer les concentrations effectives des ions $H_3O^+_{(aq)}$ et $F^-_{(aq)}$ dans ces trois solutions.
❸ Calculer le taux d'avancement de la réaction pour chacune des solutions.
❹ Comment varie ce taux d'avancement avec la dilution de la solution ?

Données : conductivités molaires ioniques à 25°C :
λ(H_3O^+)= 3, 50.10^{-2} S.m^2.mol^{-1} λ(F^-) = 5, 54. 10^{-2} S.m^2.mol^{-1}

EXERCICE 4 — Exercice d'application — 15 min

Un volume V =50, 0 mL d'une solution aqueuse a été obtenu en apportant n_1 = 2,50mmol d'acide méthanoïque $HCOOH_{(aq)}$ et n_2 = 5,00 mmol d'éthanoate de sodium $Na^+_{(aq)}+CH_3COO^-_{(aq)}$. Dans l'état d'équilibre, à 25°C, sa conductivité vaut σ=0, 973S.m^{-1}.

❶ Écrire l'équation de la réaction et établir son tableau d'avancement.
❷ Exprimer la conductivité σ en fonction de l'avancement $x_{éq}$ dans l'état d'équilibre. En déduire la valeur $x_{éq}$
❸ Déterminer, à l'état d'équilibre, les concentrations molaires effectives des espèces chimiques participant à la réaction.
❹ Calculer la valeur du taux d'avancement final τ, conclure

Données : conductivités molaires ioniques à 25°C : λ($HCOO^-$) = λ_2 = 5, 46. 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}
λ(CH_3COO^-) = λ_1 = 4, 09.10^{-3} S.m^2.mol^{-1} λ(Na^+) = λ_3 = 5, 01. 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}

EXERCICE 5 — Exercice d'application — 15 min

Une solution aqueuse de volume V=2, 0 L est obtenue en apportant 2,0.10^{-2} mol d'acide lactique de formule brute $C_3H_6O_3$, noté HA, dans le volume d'eau nécessaire.
À 25°C, la concentration à l'équilibre en acide HA est de 8.9.10^{-3} mol.L^{-1}.

❶ Écrire l'équation de la réaction entre l'acide et l'eau.
❷ Calculer les concentrations molaires effectives des espèces ioniques en solution.
❸ Calculer la valeur du taux d'avancement final τ conclure.

EXERCICE 6 Exercice d'application 25 *min*

Etude d'une solution aqueuse d'ibuprofène

Le pH d'une solution aqueuse d'ibuprofène $C_{13}H_{18}O_2$ de concentration molaire C = $5,0\times10^{2}$ $mol.L^{-1}$ vaut pH = 2,7 à 25C .

1- Ecrire l'équation de la réaction modélisant la transformation entre l'ibuprofène et l'eau

2- Déterminer l'avancement final x_f en fonction de pH et V

3- Déterminer x_m en fonction C et V

4- Montrer que cette transformation est limitée.

EXERCICE 7 Exercice d'application 15 *min*

Transformations acide base en solution aqueuse

L'acide propanoïque C_2H_5COOH est un acide gras, utilisé dans la synthèse de certains produits organiques et pharmaceutiques, de parfums et dans la médecine vétérinaire.

1- On considère, à 25°C, une solution aqueuse (S) d'acide propanoïque de concentration molaire C =$2,0.10^{-3}mol.L^{-1}$ et de volume V =1,0 L. La mesure de la conductivité σ de la solution (S) a donné la valeur σ = 6,2.10-3 $S.m^{-1}$.

<u>Données:</u>

$\lambda_{H_3O^+} = 35\times10^{-3}S.m^2.mol$ et $\lambda_{C_2H_5COO^-} = 3,58\times10^{-3}S.m^2.mol$

1.1.Écrire l'équation chimique modélisant la réaction de l'acide propanoïque avec l'eau

1.2. Dresser le tableau d'avancement de la réaction en utilisant les grandeurs C_A, V_A, l'avancement x et l'avancement $x_{éq}$ à l'état d'équilibre du système chimique.

Déterminer la valeur de l'avancement maximal

1.3.Vérifier que la valeur de l'avancement à l'état d'équilibre est $1,6.10^{-4}$ mol .

1.4. Calculer la valeur du taux d'avancement final

2- On considère une solution aqueuse (S) d'acide propanoïque de concentration molaire $C_A=2\times10^{4}$ $mol.L^{-1}$ et de pH = 4,3. On note τ' le taux d'avancement final de la réaction de l'acide propanoïque avec l'eau dans ce cas

2.1.Déterminer la valeur de τ' .

2.2. Comparer les valeurs de et τ' . Déduire.

EXERCICE 8 Exercice d'application 15 *min*

Etude d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque

On dispose d'une solution aqueuse (S_A) d'acide éthanoïque de concentration molaire $C_A = 10^{-2}$ $mol.L^{-1}$.

La mesure de la conductivité de la solution (S) donne la valeur 1, 6.10^{2} $S.m^{-1}$.

Données :

- Toutes les mesures sont effectuées à 25°C .
- $\lambda_{H_3O^+} = 34,9\times10^{-3}S.m^2.mol$ et $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,09\times10^{-3}S.m^2.mol$
- On néglige l'influence des ions HO^- sur la conductivité de la solution.

1-1-Ecrire l'équation modélisant la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.

1-2- Montrer que la valeur du pH de la solution (S_A) est $pH \simeq 3,4$.

1-3-Calculer le taux d'avancement final de la réaction.

EXERCICE 9 Exercice d'application 5 *min*

- Toutes les mesures ont été faites à 25°C ;
- On désignera l'acide étudié par AH et sa base conjuguée par A- ;

On prépare une solution (S_A) d'acide butanoïque de concentration molaire $C_A = 10^{-2}$ $mol.L^{-1}$ et de volume V_A.

La mesure du pH de la solution (S_A) donne pH = 3,41.

1- Construire le tableau d'avancement suivant et le compléter :

2- Donner l'expression de l'avancement $x_{éq}$ à l'équilibre en fonction de V_A et $[H_3O^+]_{éq}$ (Concentration molaire des ions hydroniums à l'équilibre)

3- Trouver l'expression du taux d'avancement final τ à l'équilibre en fonction de pH et CA, puis calculer sa valeur. Que conclure ?

1. Définition de quatient de réacion :

Le quotient de réaction est une grandeur qui caractérise un système chimique dans un état donné. Sa valeur , au cours de la réaction , nous renseigne sur l'évolution du système considéré . Son expression dépend de la nature du système .

2. Quotient de réacation d'une réaction chimique

On considère un système chimique qui subit une transformation chimique modélisée par l'équation suivante :

$$aA(aq)+bB(aq) \rightleftharpoons cC(aq)+dD(aq)$$

Les espèces chimiques A , B, C et D dissoutes dans l'eau . a , b , c et d les coefficients stœchiomètriques .

On définit le quotient de réaction Q_r qui correspond au sens direct (1) pour un état donné du système chimique par la relation suivante :

$$\boxed{Q_r = \frac{[C]^c.[D]^d}{[A]^a.[B]^b}}$$

[X] le nombre qui mesure dans l'état considéré du système , la concentration molaire effective de l'espèce chimique X , exprimée en mol/l . Cet état peut être , l'état initial $[X]_i$, final $[X]_f$ ou un état quelconque $[X]$.

Q_r n'est pas dimensionné. Sa valeur s'exprime par un nombre sans unité

N.B

Par convention, l'eau, lorsqu'elle constitue le solvant , n'intervient pas dans l'écriture d'un quotient de réaction , même si elle figure dans l'équation de la réaction .

Par convention, l'expression du quotient d'une réaction faisant intervenir des solides et des espèces dissoutes ne comporte que les concentrations molaires des espèces dissoutes .

3. Quotient de réaction à l'état d'èquilibre

On appelle quotient de réaction à l'équilibre , la valeur qui prend le quotient de réaction lorsque le système est à l'état d'équilibre .

Pour une réaction par exemple : $aA(aq)+bB(aq) \rightleftharpoons cC(aq)+dD(aq)$

On a

$$\boxed{Q_{r,eq} = \frac{[C]^c_{eq}.[D]^d_{eq}}{[A]^a_{eq}.[B]^b_{eq}}}$$

4. la constante d'èquilibre d'une réaction chimique :

Dans un état d'équilibre d'un système , le quotient de réaction $Q_{r,eq}$ prend une valeur indépendante de la composition initiale du système .

À chaque équation de réaction est associée une constante K appelée constante d'équilibre . Sa valeur est égale à $Q_{r,eq}$

et ne dépend que de la températ ure .

Pour une réaction par exemple : $aA(aq)+bB(aq) \rightleftharpoons cC(aq)+dD(aq)$

On a

$$\boxed{Q_{r,eq} = K = \frac{[C]^c_{eq}.[D]^d_{eq}}{[A]^a_{eq}.[B]^b_{eq}}}$$

K n'a pas de dimension .

N.B

lorsque la température augmente la constante k augmente aussi, et vis ver sa.

5. DE quel paramètre dèpent le taux d'avancement final τ :

Le taux d'avancement final d'une réaction dépend de sa constante d'équilibre .

Le taux d'avancement final d'une réaction dépend de l'état initial du système

N.B

lorsque la concentartion intiale augmente le taux diminu , et vis ver sa.

lorsque la constante k augmente le taux augmente aussi , et vis ver sa.

EXERCICE 1 | Exercice d'application | 30 min

Pour se défendre, les fourmis utilisent deux moyens: leurs mandibules et la projection d'acide formique. Les mandibules servent à immobiliser l'ennemi tandis que l'acide formique brûle la victime. Une fourmi se sentant menacée se dresse sur ses deux pattes arrière et peut projeter sur l'ennemi un jet d'acide formique à plus de 30 centimètres grâce à son abdomen.

L'acide formique (ou acide méthanoïque) soluble dans l'eau a pour formule semi-développée HCOOH. On se propose d'étudier quelques propriétés d'une solution aqueuse de cet acide.

Données : Masses molaires atomiques : $M(C) = 12\ g.mol^{-1}$; $M(H) = 1,0\ g.mol^{-1}$; $M(O) = 16\ g.mol^{-1}$

- Conductivités molaires ioniques à conditions de l'expérience :

$\lambda\ (H_3O^+) = 35,0\times10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$ $\lambda\ (HCOO^-) = 5,46\times10^{-3}\ S.m^2.mol^{-1}$

Dans une fiole jaugée de volume $V_0 = 100$ mL, on introduit une masse m d'acide formique, puis on complète cette fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on l'homogénéise. On dispose d'une solution S_0 d'acide formique de concentration molaire $C_0 = 0,01\ mol.L^{-1}$.

❶ Calculer la masse m.

❷ Ecrire l'équation de la réaction associée à la transformation de l'acide formique en présence d'eau.

❸ Dresser le tableau d'avancement correspondant à cette transformation chimique, en fonction de C_0, V_0, x_{max} et $x_{éq}$. On note $x_{éq}$ l'avancement à l'état d'équilibre et x_{max} l'avancement de la réaction supposée totale.

❹ Exprimer le taux d'avancement final τ en fonction de la concentration $[H_3O^+]_{éq}$ et de C_0.

❺ Donner l'expression du quotient de réaction à l'état d'équilibre $Q_{r,\ éq}$.

et Montrer que ce quotient peut s'écrire sous la forme $Q_{r,éq} = \dfrac{[H_3O^+]^2_{éq}}{C_0 - [H_3O^+]_{éq}}$

❻ Exprimer la conductivité σ de la solution d'acide formique à l'état d'équilibre en fonction des conductivités molaires ioniques des ions présents et de la concentration en ions oxonium à l'équilibre $[H_3O^+]_{éq}$.

❼ La mesure de la conductivité de la solution S_0 donne $\sigma = 0,050\ S.m^{-1}$ à 25°C.

En utilisant les relations obtenues précédemment, calculer la valeur de la constante d'équilibre $Q_{r,éq}$

❽ On réalise la même étude, en utilisant une solution S_1 d'acide formique de concentration $C_1 = 0,10\ mol.L^{-1}$. Les résultats obtenus sont indiqués dans le **tableau .**

C_i (mol.L^{-1})	σ (S.m^{-1})	τ (%)	$Q_{r,\ éq}$
0,10	0,17	?	$1,8.10^{-4}$

a. En déduire le taux d'avancement de la réaction ;

b. Qui l'influence de la concentration de la solution sur le taux d'avancement de la réaction :

EXERCICE 2 | Exercice d'application | 25 min

I - L'acide éthanoique (acétique) CH_3COOH réagit de façon limitée avec l'eau , l'équation de la réaction s'écrit :

$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

❶ Donner la définition d'un acide selon Bronsted.

❷ Dans l'équation ci-dessus, identifier les deux couples acides/base mis en jeu.

❸ Exprimer la constante d'équilibre K associée à l'équation de cet équilibre chimique.

II - Une solution d'acide éthanoïque, de concentration molaire initiale $C_1=2,7.10^{-3}mol.L^{-1}$ et de volume V_1=100mL a un pH de 3,7 à 25°C.

❶ Déterminer la quantité de matière initiale de l'acide éthanoïque n_1.

❷ Dresser le tableau d'avancement ,puis calculer l'avancement maximale

❸ Déduire , de la mesure du pH, la concentration molaire finale des ions oxonium. Calculer l'avancement final x_f.

❹ Donner l'expression du taux d'avancement final τ_1, montrer qu'il a pour valeur $\tau_1=7,4.10^{-2}$. La transformation est elle totale ?

❺ Calculer la concentration molaire finale en ions éthanoate CH_3COO^-

❻ Calculer la valeur de la concentration molaire finale effective de l'acide éthanoïque $[CH_3COOH]_f$.

EXERCICE 3 | Exercice d'application | 25 min

On note l'acide Ibuprofène par RCOOH et sa base conjuguée par $RCOO^-$.

Données : $M(RCOOH) = 206\ g.mol^{-1}$

Toutes les mesures ont été effectuées à la température 25°C.

On dissout, dans l'eau pure, un échantillon de masse m = 200 mg d'acide RCOOH, contenu dans un sachet d'Ibuprofène, pour obtenir une solution aqueuse (S_0) de concentration C_0 et de volume $V_0 = 100$ mL.

1- Calculer C_0.

2- La mesure du pH de la solution S_0 a donné la valeur : pH = 3,17.

a- Vérifier, à l'aide du tableau d'avancement, que la réaction de l'Ibuprofène avec l'eau est limitée.

b- Donner l'expression du quotient de réaction Q_r de cette transformation. Calculer sa valeur à l'équilibre $Q_{r,eq}$.

EXERCICE 4 | Exercice d'application | 25 min

Toutes les mesures ont été effectuées à 25°C ;

Les conductivités molaires ioniques : $\lambda_{H_3O^+} = 3{,}5 \times 10^{-2} S.m^2.mol^{-1}$ et $\lambda_{A^-} = 3{,}62 \times 10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$ On néglige l'influence des ions HO^- sur la conductivité de la solution

On considère une solution aqueuse (S) d'acide salicylique de concentration molaire $C = 5.10^{-3}\ mol.L^{-1}$ et de volume V = 100 mL. La mesure de la conductivité de la solution (S) donne la valeur : $\sigma = 7{,}18\times10^{-2}\ S.m^{-1}$.

1- Recopier le tableau descriptif suivant et le compléter.

Equation de la réaction		$AH_{(aq)}$	$+\ H_2O(\ell)$	$\rightleftharpoons\ A^-_{(aq)}$	$+\ H_3O^+_{(aq)}$
Etat	**Avancement**	Quantité de matière en mol			
Initiale	***x=0***				
Intermédiaire	***x***				
Equilibre	***x_{eq}***				

2- Exprimer $x_{éq}$, avancement de la réaction à l'équilibre, en fonction de $\lambda_{H_3O^+}$, λ_{A^-} , σ et V. Calculer la valeur de $x_{éq}$.

3- Montrer que la valeur approximative du pH de la solution (S) est 2,73.

4- Calculer le quotient de la réaction à l'équilibre $Q_{r.éq}$.

EXERCICE 5 | Exercice d'application | 25 min

La masse molaire de l'acide éthanoïque : $M(CH_3COOH) = 60\ g.mol^{-1}$;

La conductivité molaire ionique de l'ion H_3O^+ : $\lambda_{H_3O^+} = 3{,}49 \times 10^{-2} S.m^{-2}.mol^{-1}$

La conductivité molaire ionique de l'ion CH_3COO^- : $\lambda_{CH_3COO^-} = 4{,}09 \times 10^{-3} S.m^{-2}.mol^{-1}$

Rappel : La conductivité σ s'écrit en fonction des concentrations molaires effectives des ions X_i et de leurs conductivités molaires ioniques λ_i comme suit : $\sigma = \sum \lambda_i.[X_i]$

On dispose de deux solutions (S_1) et (S_2) d'acide éthanoïque.

La conductivité de la solution (S_1) de concentration molaire $C_1 = 5\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$ est $\sigma_1 = 3{,}5\times10^{-2}\ S.m^{-1}$.

La conductivité de la solution (S_2) de concentration molaire $C_2 = 5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$ est $\sigma_2 = 1{,}1\times10^{-2}\ S.m^{-1}$.

On considère que la dissolution de l'acide éthanoïque dans l'eau est limitée.

1- Ecrire l'équation modélisant la dissolution de l'acide éthanoïque dans l'eau.

2- Trouver l'expression de la concentration molaire effective $[H_3O^+]_{éq}$ des ions oxoniums à l'équilibre en fonction de σ et $\lambda_{CH_3COO^-}$ et $\lambda_{H_3O^+}$.

3- Calculer $[H_3O^+]_{éq}$ dans chacune des solutions (S_1) et (S_2).

4- Déterminer les taux d'avancement final τ_1 et τ_2 de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau dans chacune des solutions (S_1) et (S_2). Déduire l'influence de la concentration initiale de la solution sur le taux d'avancement final.

5- Déterminer la constante d'équilibre de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau pour chacune des solutions (S_1) et (S_2). Conclure.

EXERCICE 6 — Exercice d'application — 25 min

On prépare V=50,0mL d'une solution aqueuse en mélangeant $n_1=2{,}50.10^{-3}$mol d'acide méthanoïque et $n_2=5{,}00.10^{-3}$ mol d'éthanoate de sodium.

A l'équilibre, la conductivité de la solution obtenue est $\sigma=0{,}973S.m^{-1}$.

❶Donner l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et les ions éthanoate. On ne fera pas figurerles ions sodium qui ne jouent pas de rôle ici, mais on en tiendra compte dans l'expression de la conductivité.

❷Dresser le tableau d'avancement de la réaction.

❸Établir alors une relation entre les concentrations à l'équilibre des ions méthanoate et éthanoate.

❹Établir une expression de la conductivité en fonction de $[HCOO^-]_{éq}$.

❺Déterminer les concentrations à l'équilibre des espèces présentes dans le mélange.

❻Déterminer la constante d'équilibre.

Données: Les conductivités molaires ioniques sont exprimées en $S.m^2.mol^{-1}$.

$\lambda(HCOO^-) = 5{,}46.10^{-3} = \lambda_1$; $\lambda(CH_3—COO^-) = 4{,}09.10^{-3} = \lambda_2$; $\lambda(Na^+) = 5{,}01.10^{-3} = \lambda_3$

EXERCICE 7 — Exercice d'application — 25 min

On dissout une masse m=0,44g d'acide ascorbique (vitamine C), de formule $C_6H_8O_6$ dans un volume d'eau V=500mL. Le pH de la solution obtenue est pH=3,2.

❶Calculer la concentration molaire C en soluté apporté de la solution d'acide ascorbique.

❷Donner l'équation de la réaction de l'acide ascorbique avec l'eau.

❸Dresser le tableau d'avancement de cette réaction et déterminer l'avancement maximal.

❹En utilisant la valeur du pH de la solution, déterminer l'avancement final de la réaction.

❺En exploitant le tableau d'avancment Montrer que : $\tau = \dfrac{10^{-pH}}{C}$ Calculer la valeur du taux d'avancement final τ, conclure.

❻Démontrer que la constante d'équilibre s'écrit : $K = \dfrac{C.\tau^2}{1-\tau}$

On réalise la même étude, en utilisant une solution S_1 d'acide formique de concentration $C_1=0{,}01C$.

❼Déterminer le taux d'avancement final de la nouvelle solution.Deduire l'effet de la dultion sur τ

Masses molaires atomiques : C : 12 g / mol ; H : 1 g / mol ; O : 16 g / mol

EXERCICE 8 — Exercice d'application — 25 min

On prépare dans un laboratoire de chimie, une solution aqueuse d'acide butanoïque de volume V et de concentration molaire $C=1{,}0.10^{-2}mol.L^{-1}$. Le pH de cette solution est : $pH=3{,}41$.

On modélise la transformation produite par l'équation chimique suivante :

$$C_3H_7COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows C_3H_7COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

❶Dresser le tableau d'avancement correspondant à cette transformation chimique, en fonction de C.

❷Déterminer le taux d'avancement final de la réaction. En déduire.

❸Trouver, en fonction de C et du pH, l'expression du quotient de réaction $Q_{r,eq}$ à l'équilibre, puis calculer sa valeur.

On réalise la même étude, en utilisant une solution S_1 d'acide formique de concentration $C_1 = 0{,}10\ mol.L^{-1}$.

❹Montrer que ce quotient peut s'écrire sous la forme : $K = \dfrac{10^{-2pH'}}{C_1 - 10^{-pH'}}$

❺Démontrer qu l'éxpression de pH' s'écrit sous la forme : $pH' = -Log\left[K\left(\sqrt{\dfrac{1}{4}+\dfrac{C_1}{K}}-\dfrac{1}{2}\right)\right]$ puis calculer sa valeur.

1. Autoprotolyse de l'eau :

La réaction d'autoprotolyse de l'eau est très limitée . $H_2O(l)+H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq)+HO^-(aq)$

2. Le produit ionique de l'eau:

Dans toute solution aqueuse , le produit ionique de l'eau est défini par : $K_e=[H_3O^+]_{eq}\times[HO^-]_{eq}$

avec $[H_3O^+]_{eq}$ *et* $[HO^-]_{eq}$ *exprimées en mol/l .*

* K_e *est indépendant de la nature des espèces dissoutes dans la solution .*

* K_e *ne dépend que de la température : à* $25°C$, $K_e=1,0\times10^{-14}$

Pour des raisons de commodité , on utilise souvent le pK_e défini par : $pK_e=-logK_e \Longrightarrow K_e=10^{-pK_e}$ à $25°C$ on a $pK_e=14,0$

N.B: En générale : Px=-Logx et x=10^{-Px}

3. La constante d'acidité Ka

Soit le couple acide/base suivant : $AH(aq)/A^-(aq)$ La constante d'acidité K_A associée à ce couple est : $\boxed{K_A=\frac{[A^-]_{eq}.[H_3O^+]_{eq}}{[AH]_{eq}}}$

K_A ne dépend que de la température . Le pK_A du couple $AH(aq)/A^-(aq)$ est définit par : $\boxed{pK_A=-log(K_A)}$

4. La relation entre PKa et Ph :

Pour tout couple acide/base , on peut écrire : $K_A=\frac{[B]_{eq}.[H_3O^+]_{eq}}{[A]_{eq}} \Rightarrow log(K_A)=log[H_3O^+]+log\left(\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}}\right)$

$-log(K_A)=-log[H_3O^+]-log\left(\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}}\right) \Rightarrow pK_A=pH-log\left(\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}}\right) \Rightarrow \boxed{pH=pK_A+log\left(\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}}\right)}$

5. Constante d'acidité associée à une réaction acido-basique :

Soit la réaction acido-basique entre l'acide A_1 du couple A_1/B_1 et la base B_2 du couple A_2/B_2 : $A_1(aq)+B_2(aq) \rightleftharpoons B_1(aq)+A_2(aq)$

la constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction est la suivante :

$$K=\frac{[A_2]_{eq}.[B_1]_{eq}}{[A_1]_{eq}.[B_2]eq} \Rightarrow K=\frac{[B_1]_{eq}[H_3O^+]_{eq}}{[A_1]_{eq}}\times\frac{[A_2]_{eq}}{[B_2]_{eq}[H_3O^+]_{eq}} \Rightarrow \boxed{K=\frac{K_{A1}}{K_{A2}}=\frac{10^{-pK_{A1}}}{10^{-pK_{A2}}}=10^{(pK_{A2}-pK_{A1})}}$$

6. Comment comprer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

*Pour **une même concentration apportée d'acide** , un acide* A_1 *est plus fort qu'un acide* A_2 *, si le taux d'avancement final de sa réaction avec l'eau est plus grand* $\tau_1>\tau_2$

***Pour une même concentration apportée de base**, une base* B_1 *est plus fort qu'une base* B_2 *, si le taux d'avancement final de sa réaction avec l'eau est plus grand* $\tau_1>\tau_2$

7. Domaine de prédominance

Pour le couple acide-base $A(aq)/B(aq)$ dans une solution aqueuse on a la relation suivante : $pH=pK_A+log\left(\frac{[B]}{[A]}\right)$ On déduit :

☞ si $pH=pK_A$ c'est à dire que $log\left(\frac{B}{A}\right)=0$ on a

$[A]=[B]$; l'acide et sa base conjuguée ont la même concentration aucune des deux formes ne prédomine.

☞ si le $pH>pK_A$ c'est à dire que $log\left(\frac{B}{A}\right)>0$ et on a $[A]<[B]$ dans ce cas la base B prédomine .

☞ si le $pH<pK_A$ c'est à dire que $log\left(\frac{B}{A}\right)<0$ et on a $[A]>[B]$ dans ce cas l'acide A prédomine .

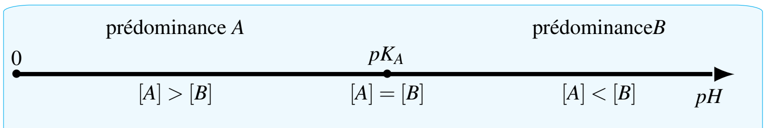
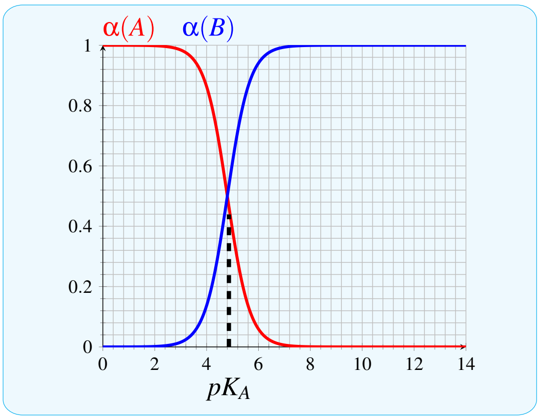


diagramme de prédominance du couple A/B

8. Diagramme de distribution

Le diagramme si dessus , appelé ***diagramme de distribution*** **,** présente , en fonction du pH , les pourcentage d'acide éthanoïque et de sa base conjuguée , l'ion éthanoate en fonction du pH de la solution à $25°C$.



À l'intersection des deux courbes $\alpha(A) = \alpha(B)$ donc $[A] = [B]$ c'est à dire que $pH = pK_A = 4,8$.

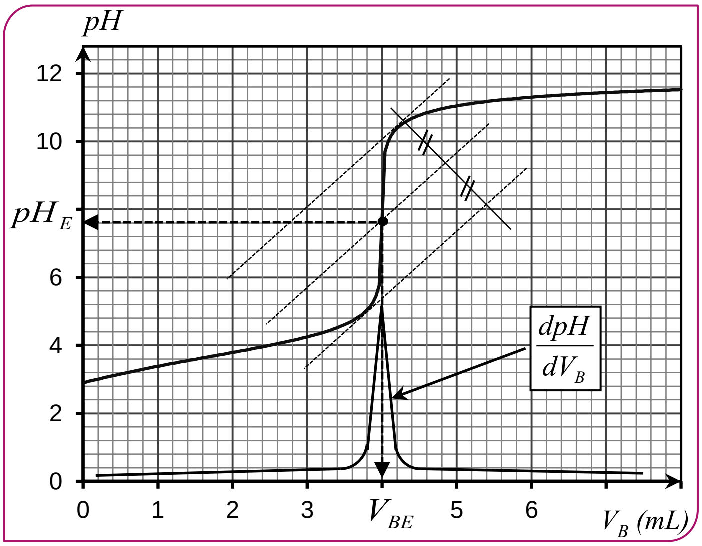
8. Le dosage acido-basique :

Le but du dosage : Doser (ou titrer) une solution acide, c'est déterminer sa concentration molaire dans la solution considérée au moyen d'une solution basique de concentration connue et réciproquement.

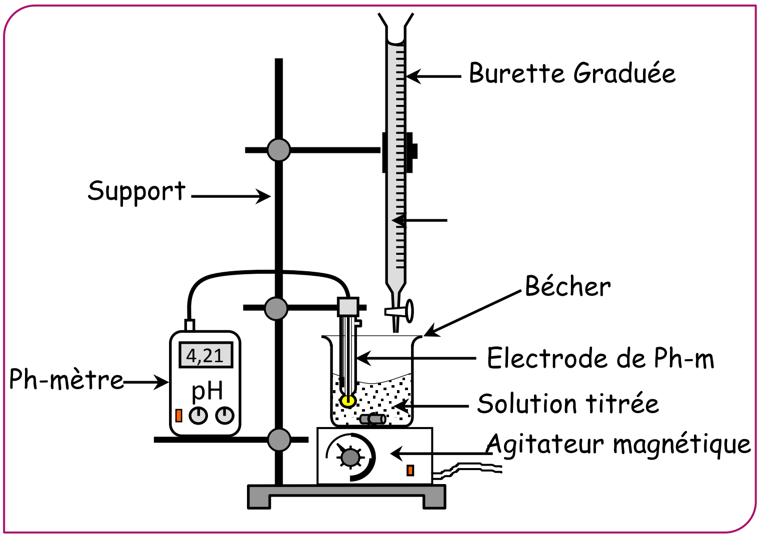
Doser la solution du bécher (solution titrée) par la solution de la burette graduée (solution titrante).

Caractéristiques du dosage : la transformation doit être totale, rapide et sélective

Etude du graphe pH=f(VB) :



Protocole expermental :



Graphiquement on peut déduire :

- pH_A de la solution du bécher (V_B=0 : aucun ajout de la solution basique) :
- La nature de la solution initiale du bécher (pH_A)
- La dissolution de la solution du bécher est limitée ou totale.
- Le type de dosage (le cas est dosage d'un acide par une base vu la courbe $pH=f(V_B)$ est croissante)

- A tout instant le pH et le volume V_B correspondant et aussi la composition du mélange :
- Déterminer la concentration des ions hydronium $[H_3O^+]=10^{-pH}$ et en déduire la concentration des ions hydroxyde

$$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} \ , \ (Ke=[H_3O^+].[OH^-])$$

- Les coordonnées du point d'équivalence $E(V_{BE}, pH_E)$:
- V_{BE} et exploiter la relation de l'équivalence : $\mathbf{C_AV_A=C_BV_{BE}}$
- pH_E : déterminer la nature du mélange à l'équivalence (basique ou acide ou neutre)
- L'indicateur coloré adéquat (pH_E encadré par la zone de virage de l'indicateur coloré)

- **Méthode des tangentes parallèles :**
- Consiste à tracer deux tangentes T_1 et T_3 parallèles de part et d'autre du saut de pH, puis de tracer une troisième droite T_2 équidistante et parallèle aux deux premières : $d(T_1,T_2)=d(T_2,T_3)$
- Le **point d'équivalence E** est le point d'intersection de la droite (T_2) avec la courbe $pH = f(V_B)$.

- Une seconde méthode de détermination des coordonnées du point d'équivalence à partir de la courbe $\frac{dpH}{dV_B} = f(V_B)$ la dérivée première du pH en fonction de V_B , le **volume à l'équivalence** est le volume pour lequel la dérivée est maximale (remarquable par un pic sur la courbe).

EXERCICE 1 Examen PC 2021 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1C2TRISVwwNiI0NPGrNwEaSD_3cUEzcr9/view

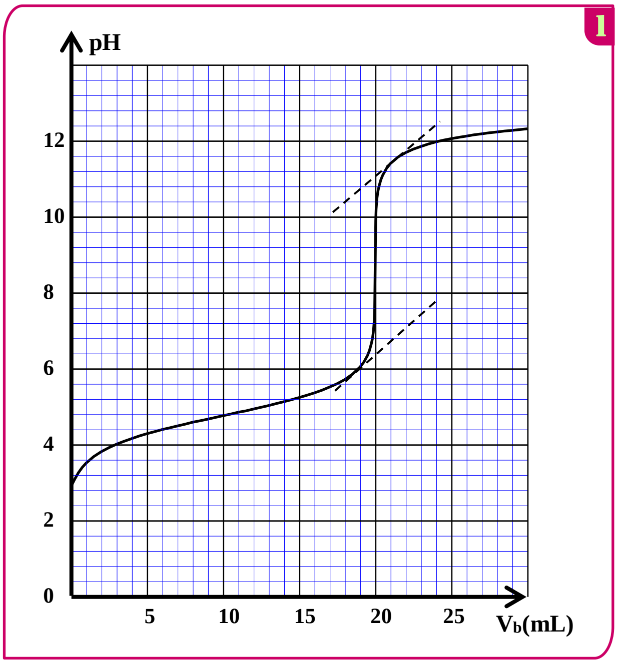
Un flacon, dont l'étiquette est illisible, contient une solution aqueuse S_a d'un acide carboxylique de formule et de concentration inconnues. Cette partie de l'exercice se propose :
- de déterminer la concentration de cette solution aqueuse.
- d'identifier cet acide.

On notera AH pour désigner l'acide carboxylique et A^- pour désigner sa base conjuguée.
Toutes les mesures sont réalisées à 25°C.

1) Dosage de l'acide carboxylique

On dose un volume $V_a = 20\ mL$ de la solution aqueuse S_a de concentration C_a par une solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration $C_b = 10^{-1} mol.L^{-1}$.

La courbe de la figure 1 représente les variations du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_b de la solution basique versée.



1.1) Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

1.2) Déterminer graphiquement les coordonnées pH_E et V_{bE} du point d'équivalence.

1.3) Déterminer la valeur de la concentration C_a.

2) Identification de l'acide carboxylique

La solution S_a est préparée par dissolution de l'acide AH dans l'eau. La mesure du pH de la solution S_a donne : pH= 2,88.

2.1) Ecrire l'équation de la réaction de l'acide AH avec l'eau.

2.2) Montrer que le taux d'avancement final de la réaction est : $\tau \approx 1,32\%$.

2.3) Déterminer l'expression du quotient de la réaction $Q_{r,éq}$ à l'équilibre en fonction de C_a et τ.

Vérifier que sa valeur est : $Q_{r,éq} \approx 1,77.10^{-5}$.

2.4) Identifier l'acide carboxylique AH étudié en vous aidant du tableau des valeurs de pK_A des couples acide/base ci-dessous. Justifier votre réponse.

Couple acide/base	Valeur de pK_A
$HCOOH / HCOO^-$	3,75
$C_6H_5-COOH / C_6H_5-COO^-$	4,2
CH_3COOH / CH_3COO^-	4,75
$CH_3-CH_2-COOH / CH_3-CH_2-COO^-$	4,9

3) Déterminer le volume V_{b1} de la solution S_b versée, au cours du dosage, pour que: $\dfrac{[AH_{(aq)}]}{[A^-_{(aq)}]} = 2,24$

EXERCICE 2 Examen PC 2020 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1YfSNvpOfIEcOhX5aGQk9xhYM7-B_zmCg/view

L'ammoniac NH_3 est un gaz qui, dissous dans l'eau, donne une solution basique d'ammoniac. Des solutions commerciales d'ammoniac sont utilisées, après dilution, comme produits de nettoyage.

Cette partie de l'exercice se propose d'étudier une solution aqueuse d'ammoniac.
On prépare une solution aqueuse S_b, de volume V, en diluant 100 fois une solution commerciale

d'ammoniac S_0 de concentration C_0.

Données :

- toutes les mesures sont effectuées à 25°C ;
- le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$.

1. Dosage de la solution S_b

On réalise un dosage pH-métrique d'un volume V_b = 15 mL de la solution S_b de concentration C_b par une solution aqueuse S_a d'acide chlorhydrique $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ de concentration $C_a = 10^{-2} mol.L^{-1}$.

La courbe de la figure1 représente les variations du pH du mélange en fonction du volume V_a versé de la solution S_a: $pH = f(V_a)$.

1.1. Ecrire l'équation de la réaction de dosage.

1.2. Ecrire, à l'équivalence, la relation entre C_b, C_a, V_b et V_{aE} le volume versé de la solution S_a à l'équivalence.

1.3. Montrer que la concentration de la solution S_b est: $C_b = 10^{-2} mol.L^{-1}$. En déduire C_0.

1.4. Choisir, parmi les indicateurs colorés suivants, l'indicateur adéquat pour réaliser ce dosage. Justifier votre réponse.

Indicateur coloré	hélianthine	rouge de méthyle	phénolphtaléine
Zone de virage	3,1 – 4,4	4,2 – 6,2	8,2 – 10

2. Etude de la solution S_b

La mesure du pH de la solution aqueuse S_b donne: pH = 10,6.

2.1. Ecrire l'équation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.

2.2. Calculer la concentration molaire effective des ions hydroxyde HO^- dans la solution S_b.

2.3. Calculer le taux d'avancement final τ de cette réaction.

2.4. Vérifier que le quotient de la réaction à l'équilibre est: $Q_{r,éq} = 1,65.10^{-5}$.

2.5. En déduire la valeur du pK_A du couple NH_4^+/NH_3.

EXERCICE 3 Examen PC 2019 S.N **20 min**

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1js8y04-3Bhf0eTqsmuP398tj9HWwB5jG/view

L'acide benzoïque de formule C_6H_5COOH est connu comme conservateur alimentaire présent dans les boissons gazeuses. Il a également des propriétés antiseptiques, ce qui explique aussi son utilisation comme médicament.

Cet exercice se propose de déterminer le pK_A du couple $C_6H_5COOH_{(aq)} / C_6H_5COO^-_{(aq)}$ par une étude conductimétrique.

Données:

- les conductivités molaires ioniques à 25°C : $\lambda_1 = \lambda(H_3O^+) = 35.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$ et $\lambda_2 = \lambda(C_6H_5COO^-) = 3,23.10^{-3} S.m^2.mol^{-1}$;

- On rappelle l'expression de la conductivité σ d'une solution aqueuse en fonction des concentrations molaires effectives des espèces ioniques X_i présentes en solution et les conductivités molaires ioniques : $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$.

On prépare, à 25°C, une solution aqueuse S d'acide benzoïque de concentration $C = 10^{-3} mol.L^{-1}$ et de volume V = 1L.

3.1. En négligeant la participation des ions hydroxyde HO^- à la conductivité de la solution, exprimer σ en fonction de λ_1, λ_2 et $\left[H_3O^+\right]$ la concentration molaire effective des ions oxonium à l'équilibre.

3.2. Montrer que le taux d'avancement final τ de la réaction s'écrit ainsi: $\tau = \dfrac{\sigma}{C(\lambda_1+\lambda_2)}$. Calculer sa valeur.

4. Trouver l'expression de la constante d'équilibre K associée à la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau en fonction de C et τ.

5. Que représente la constante d'équilibre K associée à cette réaction chimique?

6. En déduire la valeur du pK_A du couple $C_6H_5COOH_{(aq)} / C_6H_5COO^-_{(aq)}$.

7. Déterminer, parmi les deux espèces C_6H_5COOH et $C_6H_5COO^-$, l'espèce chimique prédominante dans la solution S.

EXERCICE 4 Examen PC 2018 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1V-IMg8I_qOEejj2Qy2c352ImZ77eAtcC/view

Données : - Toutes les mesures sont effectuées à 25°C ;

- On représente l'acide lactique $CH_3-CH(OH)-COOH$ par AH et sa base conjuguée par A^-;
- La constante d'acidité du couple $AH_{(aq)} / A^-_{(aq)}$: $K_A = 10^{-3,9}$;
- Zone de virage de quelques indicateurs colorés :

Indicateur coloré	Hélianthine	B.B.T	rouge de crésol
Zone de virage	3 – 4,4	6 – 7,6	7,2 – 8,8

On dose le volume $V_A = 15\,mL$ d'une solution aqueuse (S_A) d'acide lactique AH de concentration molaire C_A par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 3.10^{-2} mol.L^{-1}$, en suivant les variations du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B versé de la solution (S_B).

La courbe de la figure ci-dessous, représente les variations du pH en fonction du volume V_B au cours du dosage.

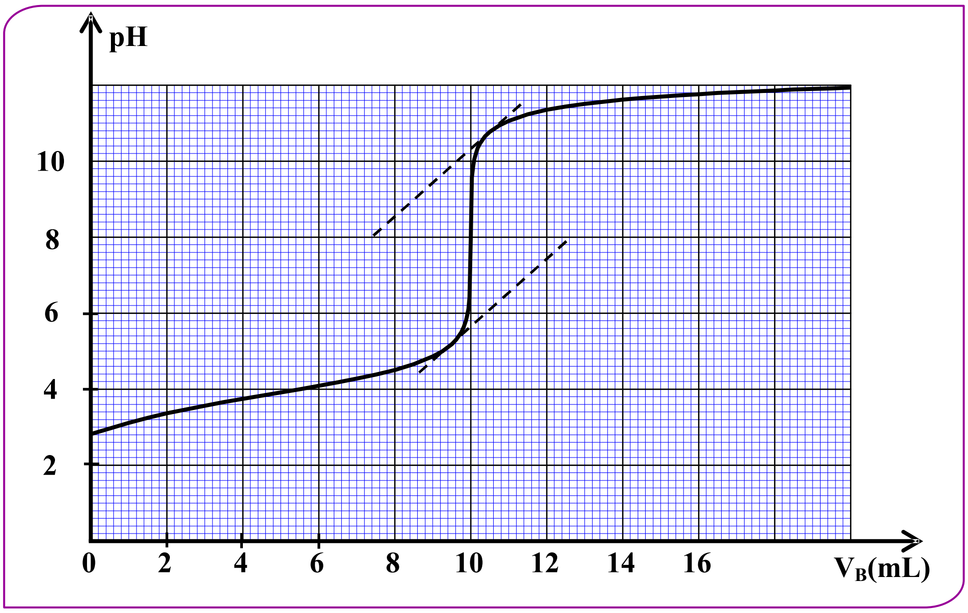
1.1. Ecrire l'équation de la réaction de dosage.

1.2. Déterminer les coordonnées V_{BE} et pH_E du point d'équivalence.

1.3. Calculer la concentration C_A de la solution (S_A).

1.4. Choisir, en justifiant la réponse, l'indicateur coloré adéquat pour repérer l'équivalence.

1.5. Trouver le rapport $\dfrac{[A^-]}{[AH]}$ à l'ajout du volume $V_B = 10\,mL$, puis déduire l'espèce chimique prédominante AH ou A^- .



EXERCICE 5 Examen SVT 2018 S.N 20 min

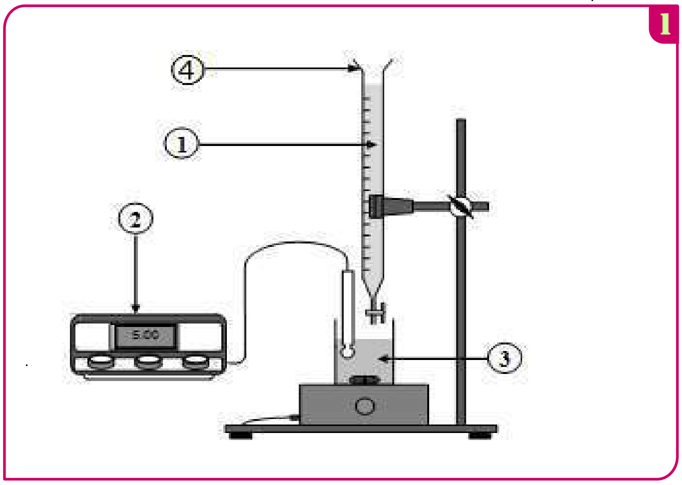
Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1hzRq68hrA78FcsZaws2ZL1ZIvSZxM-OO/view

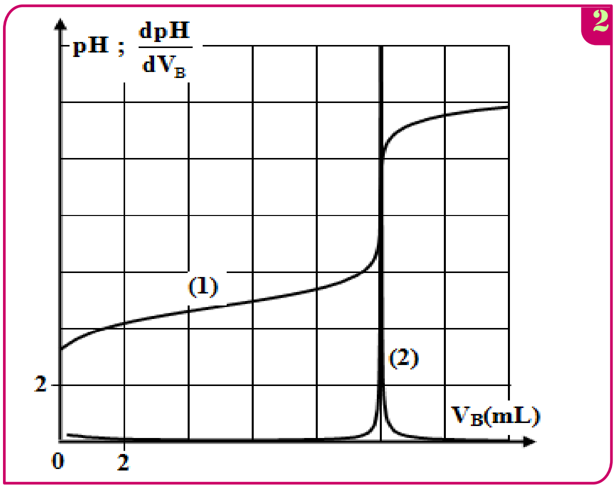
L'étiquette d'un médicament fournit l'information "**Ibuprofène…. 400** ***mg*** ".

On dissout un comprimé contenant l'ibuprofène selon un protocole bien défini afin d'obtenir une solution aqueuse (S) d'ibuprofène de volume $V_S = 100\ mL$.

Pour vérifier, la masse d'ibuprofène contenu dans ce comprimé, on procède à un titrage acido-basique du volume V_S par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 1{,}94.10^{-1}\ mol\ L^{-1}$, en utilisant le dispositif expérimental de la figure (1).

La figure (2) donne les courbes $pH = f(V_B)$ et $\dfrac{dpH}{dV_B} = g(V_B)$ obtenues lors de ce dosage.





1. Nommer les éléments du dispositif expérimental numérotés 1,2 ,3 et 4 sur la figure (1).

2. Parmi les courbes (1) et (2) de la figure (2), quelle est celle qui représente $pH = f(V_B)$?

3. Déterminer graphiquement la valeur du volume V_{BE} versé à l'équivalence.

4. Écrire l'équation de la réaction qui a eu lieu lors du dosage sachant qu'elle est totale.

5. Calculer la valeur de la quantité de matière n_A d'ibuprofène dans la solution (S) .

6. Déduire la valeur de la masse m d'ibuprofène dans le comprimé et la comparer à celle indiquée sur l'étiquette du médicament.

EXERCICE 6 Examen PC 2021 S.N 20 min

Lien de correction :

On prépare une solution aqueuse S_A d'acide 2-méthylpropanoique, noté HA, de volume V et de concentration molaire $C = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$. On désigne par A^- la base conjuguée de HA .

La mesure du pH de S_A donne $pH = 3{,}44$.

1-1-Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de l'acide HA avec l'eau.

1-2-Calculer le taux d'avancement final de la réaction et déduire l'espèce chimique prédominante du couple $HA_{(aq)}/A^-_{(aq)}$.

1-3 -Trouver l'expression du pK_A du couple $HA_{(aq)}/A^-_{(aq)}$ en fonction de C et de pH. Vérifier que $pK_A \approx 4{,}86$.

1-4- On prend un volume $V_A = 20\,mL$ de la solution aqueuse S_A auquel on ajoute progressivement un volume V_B d'une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = C$ avec $V_B < 20\,mL$.

1-4-1-Ecrire l'équation modélisant la réaction chimique qui se produit (cette réaction est considérée totale).

1-4-2-Trouver la valeur du volume V_B de la solution (S_B) ajouté lorsque le pH du mélange réactionnel prend la valeur $pH = 5{,}50$.

EXERCICE 7 Examen PC 2020 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1corqhBdLugnOxrjd6dJ9cPBanBkd8uar/view

Partie 1 - Etude de quelques réactions de l'éthanoate de sodium

L'éthanoate de sodium est un solide blanc de formule CH_3COONa. On le trouve dans le commerce sous forme de pochettes vendues comme sources de chaleur portatives. Lors de sa dissolution dans l'eau, on obtient une solution aqueuse d'éthanoate de sodium :

$Na^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$.

Cet exercice se propose d'étudier :

- une solution aqueuse d'éthanoate de sodium.
- la réaction des ions éthanoate avec l'acide méthanoïque HCOOH.

Données :

- Toutes les mesures sont effectuées à 25°C ;
- Le produit ionique de l'eau est : $Ke = 10^{-14}$.

I-Etude d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium

On prépare une solution aqueuse S d'éthanoate de sodium de concentration $C = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$.
La mesure du pH de la solution S donne : $pH = 7,9$.

1. Ecrire l'équation de la réaction des ions éthanoate CH_3COO^- avec l'eau.

2. Calculer la concentration effective des ions hydroxyde HO^- dans la solution S.

3. Calculer le taux d'avancement final τ de la réaction. Que peut-on déduire ?

4. Trouver, à l'équilibre, l'expression du quotient de la réaction $Q_{r,éq}$ associé à cette réaction en fonction de C et τ. Calculer sa valeur.

5. Vérifier que le pK_A du couple CH_3COOH / CH_3COO^- est : $pK_{A1} = 4,8$.

II- Réaction entre les ions éthanoate et l'acide méthanoïque

On prépare, à un instant de date t = 0, le mélange suivant constitué:

- d'un volume $V_1 = 100$ mL d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque $HCOOH_{(aq)}$ de concentration $C_1 = 0,1\ mol.L^{-1}$.
- d'un volume $V_2 = 100$ mL d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium $Na^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$ de concentration $C_2 = 0,1\ mol.L^{-1}$.
- d'un volume $V_3 = 100$ mL d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque $CH_3COOH_{(aq)}$ de concentration $C_3 = 0,1\ mol.L^{-1}$.
- d'un volume $V_4 = 100$ mL d'une solution aqueuse de méthanoate de sodium $Na^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$ de concentration $C_4 = 0,1\ mol.L^{-1}$.

1. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide HCOOH et la base CH_3COO^-.

2. Trouver l'expression de la constante d'équilibre K associée à cette réaction en fonction de la constante d'acidité K_{A1} du couple CH_3COOH / CH_3COO^- et la constante d'acidité K_{A2} du couple $HCOOH / HCOO^-$. Calculer sa valeur sachant que $pK_{A2} = 3,8$.

3. Calculer, à l'instant t = 0, le quotient de réaction $Q_{r,i}$ associé à cette réaction.

4. En déduire le sens d'évolution spontanée de cette réaction.

5. Sachant que l'avancement à l'équilibre de la réaction est : $x_{éq} = 5,39.10^{-3}$ mol, déterminer la valeur du pH du mélange.

EXERCICE 8 Exercice d'application **30 min**

L'acide propanoïque est utilisé comme conservateur des aliments, son code est E280, on le trouve dans les fromages, les boissons et les conserves ; il entre également dans la préparation de certains parfums, produits cosmétiques et pharmaceutiques.

On se propose d'étudier en premier lieu, la réaction de l'acide propanoïque avec l'hydroxyde de sodium, puis dans un deuxième temps, sa réaction avec l'éthanol.

Données :

- Toutes les mesures sont effectuées à 25°C ; - Le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$;
- On représente l'acide propanoïque C_2H_5COOH par AH et sa base conjuguée par A^- ;
- La constante d'acidité du couple $C_2H_5COOH_{(aq)} / C_2H_5COO^-_{(aq)}$: $K_A = 10^{-4,9}$;
- Zone de virage de quelques indicateurs colorés :

Indicateur coloré	Hélianthine	B.B.T	Bleu de thymol
Zone de virage	3 – 4,4	6 – 7,6	8 – 9,6

On dose le volume $V_A = 5\,mL$ d'une solution aqueuse (S_A) de l'acide propanoïque AH de concentration molaire C_A par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_B = 5.10^{-2}\,mol.L^{-1}$, en suivant les variations du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B versé de la solution (S_B) .

La courbe de la figure 1, représente les variations du pH en fonction du volume V_B au cours du dosage.

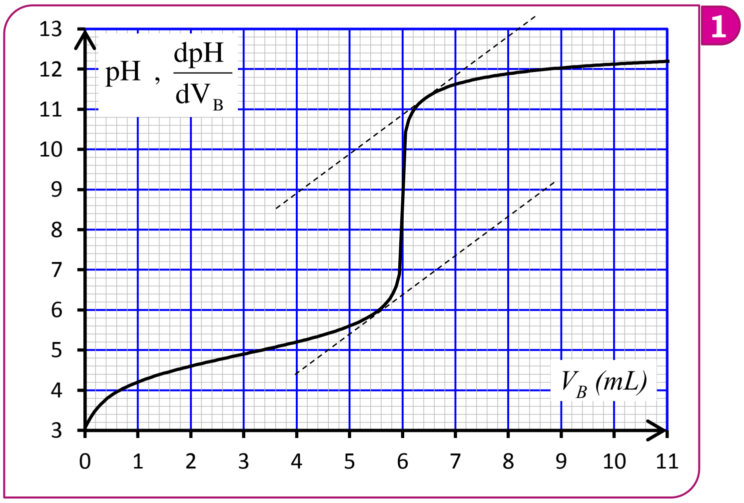
❶ Déterminer les coordonnées V_{BE} et pH_E du point d'équivalence.

❷ En calculant la constante d'équilibre K associée à la réaction du dosage, montrer que cette réaction est totale.

❸ Calculer la concentration C_A .

❹ Choisir, en justifiant la réponse, l'indicateur coloré adéquat pour repérer l'équivalence.

❺ Préciser, en justifiant la réponse, l'espèce chimique prédominante AH ou A^- après l'ajout du volume $V_B = 7\,mL$



❻ En exploitant la figure 1 montrer que la réaction entre l'acide propanoïque et l'eau est limitée.

❼ Etablir, pour un volume V_B versé avant l'équivalence, l'expression : $V_B.10^{-pH} = K_A.(V_{BE} - V_B)$ avec $V_B \neq 0$ .vérifier que $pK_A = 4.9$.

❽ En utilisant la valeur du pH correspondant à l'addition de V_B=3mL etablir la relation suivante :

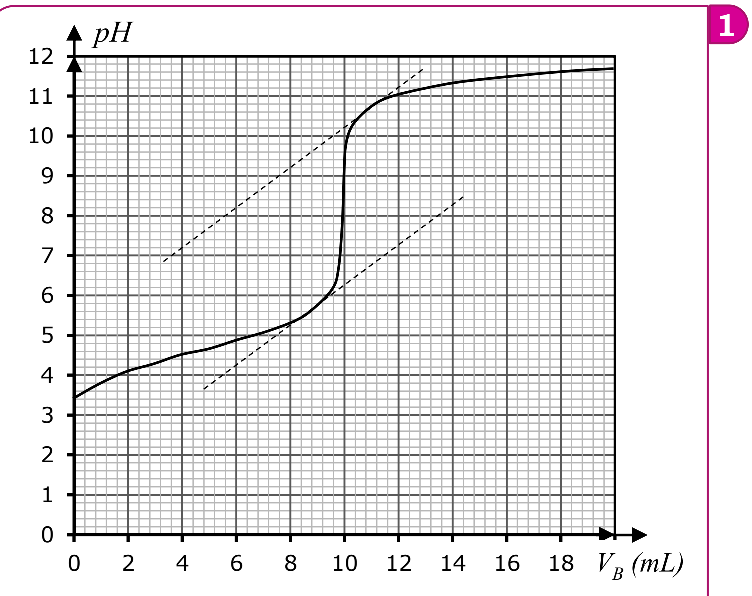
$$\tau = 1 - \frac{10^{pH-14}}{C_B}\left(1 + \frac{v_A}{v_B}\right)$$ Conclure .

EXERCICE 9 Exercice d'application 35 min

On dispose au laboratoire d'un flacon contenant une solution aqueuse d'acide carboxylique, de nature et de concentration inconnues. L'acide carboxylique est noté R-COOH avec R représentant un atome d'hydrogène ou un groupe d'atomes. On se propose de déterminer la concentration de l'acide par titrage puis de l'identifier (c'est-à-dire de déterminer la nature de R).

I. Titrage de l'acide carboxylique

On titre un volume V_a = 50,0 mL d'acide carboxylique R-COOH de concentration molaire C_a par une solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium notée $(Na^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)})$ de concentration molaire C_b=2,5. 10^{-2} mol.L^{-1}. On note V_b le volume de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé. Le suivi pH-métrique du titrage permet d'obtenir la courbe donnée ci-contre .



❶ Faire un schéma légendé du dispositif expérimental utilisé pour effectuer ce titrage.

❷ Écrire l'équation de la réaction du titrage.

❸ Dresser le tableau d'avancement fourni en, en utilisant les grandeurs C_a, C_b, V_a, et V_b.

❹ Définir l'équivalence du titrage.

❺ Déterminer graphiquement le volume V_{bE} de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence.

❻ Écrire la relation existant entre C_a,V_a, C_b et V_{bE} à l'équivalence. En déduire la valeur de la concentration molaire C_a, de l'acide carboxylique titré.

II. Identification de l'acide carboxylique R-COOH

L'équation de mise en solution de l'acide carboxylique dans l'eau est :

$$R\text{-}COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \leftrightarrows R\text{-}COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \quad (1)$$

❶ Donner l'expression de la constante d'acidité K_A du couple R-COOH $_{(aq)}$ / R-COO$^-$ $_{(aq)}$.

❷ Montrer qu'à partir de l'expression de la constante d'acidité K_A, on peut écrire $pH = pK_A + \log\frac{[RCOO^-(aq)]_{éq}}{[RCOOH(aq)]_{éq}}$

❸ Quel est le réactif limitant lorsqu'on a versé un volume de solution S_b égal à $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$?

❹ En utilisant le tableau d'avancement, montrer que pour un volume de solution S_b égal à $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$ on a :

$x_f = \frac{C_b.V_{bE}}{2}$.

❺ Montrer que [RCOOH (aq)]$_{éq}$ = [RCOO$^-$(aq)]$_{éq}$, lorsque $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$.

❻ À l'aide de la relation établie à la question 2 et de l'égalité [RCOOH (aq)]$_{éq}$=[RCOO$^-$(aq)]$_{éq}$, déduire l'expression du pH pour $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$.

❼ E n utilisant la courbe pH=f(V_b) et les données de pK_A ci-dessous, identifier, la nature de l'acide carboxylique R-COOH.

Couple acide / base	pK_A
$HCl_2C\text{-}COOH$ / $HCl_2C\text{-}COO^-$	1,3
$H_2ClC\text{-}COOH$ / $H_2ClC\text{-}COO^-$	2,9
$H\text{-}COOH$ / $H\text{-}COO^-$	3,8
$H_3C\text{-}COOH$ / $H_3C\text{-}COO^-$	4,8

EXERCICE 10 Exercice d'application 35 min

Chaque question peuvent correspondre aucune, une ou plusieurs propositions exactes .

Les solutions sont considérées à 25°C.

Question 1 : l'équation de la réaction d'autoprotolyse de l'eau s'écrit : $2H_2O = H_3O^+ + HO^-$

- ☐ le quotient de réaction à l'équilibre $Qr_{éq}$ vaut 10^{-7} dans l'eau pure.
- ☐ la constante d'équilibre Ke vaut 10^{-14} dans toute solution aqueuse.
- ☐ le taux d'avancement de cette réaction à l'équilibre est 1.
- ☐ Le pH d'une solution où $[HO^-] = 5.10^{-2}$ mol.L^{-1} est compris entre 11 et 12.

Question 2 : on dispose d'une solution d'un acide HA de concentration en soluté apporté $c_a = 1.10^{-2}$ mol.L^{-1}

- ☐ si le pH de la solution est 2, alors le taux d'avancement de la réaction de l'acide sur l'eau est 1.
- ☐ si le pH de la solution est 3 alors le taux d'avancement est 10%.
- ☐ si les concentrations en acide et en base conjugués sont égales, le pH est égal à la moitié du pKa.
- ☐ Le quotient de réaction initial est toujours égal à la constante d'acidité Ka du couple HA/A^- .

Question 3 : soit une solution de l'acide HA de constante d'acidité Ka ; La réaction de sa base conjuguée A^- sur l'eau a pour constante d'équilibre :

- ☐ Ka
- ☐ 1/Ka
- ☐ Ke.Ka
- ☐ Ke/Ka

Question 4 : acides et bases

- ☐ une réaction acide-base est un échange d'électron.
- ☐ une réaction acide-base est un échange de proton.
- ☐ l'eau joue le rôle d'un acide ou d'une base selon l'espèce qui réagit avec elle.
- ☐ le taux d'avancement de la réaction d'un acide sur l'eau dépend des conditions initiales.

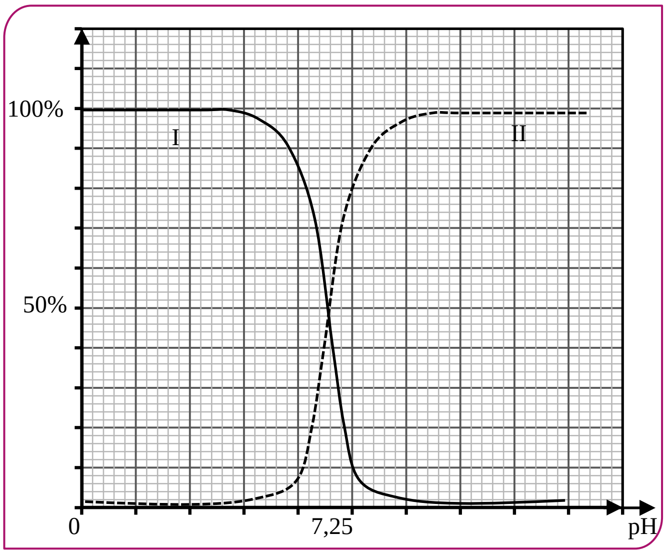
Question 5 : comparaison de deux acides ; on dispose de solutions d'acides différents ;

Solution 1 : acide éthanoïque, pKa = 4,7, $C_1 = 3{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1}, pH = 3,1

Solution 2 : acide HA inconnu, pKa inconnu, $C_2 = 3{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1}, pH = 2,9

- ☐ le taux d'avancement de la solution 1 est 2,6%
- ☐ le taux d'avancement de la solution 2 est 6,2%
- ☐ le pKa inconnu a pour valeur 5,2
- ☐ le pKa inconnu a pour valeur 4,2

Question 6 : L'acide hypochloreux a pour formule HOCl.
Sa base conjuguée ClO^- est appelée ion hypochlorite.
Le document ci-contre représente les pourcentages des espèces chimiques acide et base du couple $HOCl/ClO^-$ en fonction du *p*H pour une solution où C = $1{,}00.10^{-2}$mol. L^{-1}



- ☐ La courbe I représente l'évolution en % de la base en fonction du pH
- ☐ Le pKa de ce couple est 7,3
- ☐ Le domaine de prédominance de l'acide correspond aux pH inférieurs à 7,3
- ☐ Le pH d'une solution refermant 70% d'acide et 30% de base conjuguée est 6,88

Question 7 : On mélange 100mL d'une solution d'acide éthanoïque CH_3COOH de concentration en soluté apporté $c_a = 1.10^{-2}$ mol.L^{-1} et 200mL d'une solution d'ammoniac NH_3 de concentration en soluté apporté $c_b = 1.10^{-2}$ mol.L^{-1}

Données : couple CH_3COOH/ CH_3COO^-, pKa1 = 4,7 ; couple NH_4^+/NH_3 , pKa2 = 9,2

- ☐ l'équation s'écrit : $CH_3COOH + NH_3 = CH_3COO^- + NH_4^+$
- ☐ le réactif limitant est NH_3
- ☐ la constante d'équilibre de la réaction est $K = 3{,}16.10^4$
- ☐ la taux d'avancement de la réaction est pratiquement égal à 1

EXERCICE 11 Examen SM 2020 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1DRSriG6qY303DqWHAtYXL3y7c1k1k3XY/view

On se propose de doser l'acide lactique présent dans un lait de vache, qui n'a subit aucun traitement, par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium. On supposera que l'acidité du lait est due uniquement à l'acide lactique.

L'acide lactique sera simplement noté HA.

Données :-Toutes les mesures sont effectuées à 25°C ;

- Le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$;
- Masse molaire de l'acide lactique : $90\,g.mol^{-1}$.

1- Préparation de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium :

On prépare une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de volume $V = 1,0\,L$ et de concentration molaire C_B, par dissolution d'une masse de soude dans de l'eau distillée. La mesure du pH de la solution (S_B) donne $pH = 12,70$.

1-1-Etablir l'expression du pH de la solution (S_B) en fonction de K_e et de C_B.

1-2-Vérifier que $C_B \simeq 5,0.10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

2-Contrôle de la qualité d'un lait de vache

Un technicien de laboratoire dose l'acidité d'un lait de vache. Il réalise le titrage pH-métrique à l'aide de la solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_B. Pour cela il introduit , dans un bécher un volume $V_A = 25,0\,mL$ de lait, puis il verse progressivement un volume V_B de la solution (S_B) et note pour chaque volume versé le pH du mélange réactionnel.

On note V_{BE} le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence et K_A la constante d'acidité du couple $HA_{(aq)} / A^-_{(aq)}$.

2-1- Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction du dosage.

2-2- Etablir la relation permettant de déterminer la concentration C_A en acide lactique du lait en fonction de V_A, C_B et V_{BE}.

2-3- Etablir la relation : $V_B.10^{-pH} = K_A.(V_{BE} - V_B)$ avec $0 < V_B < V_{BE}$.

2-4- La courbe de la figure 1 représente les variations de $10^{-pH}.V_B$ en fonction de V_B : $10^{-pH}.V_B = f(V_B)$.

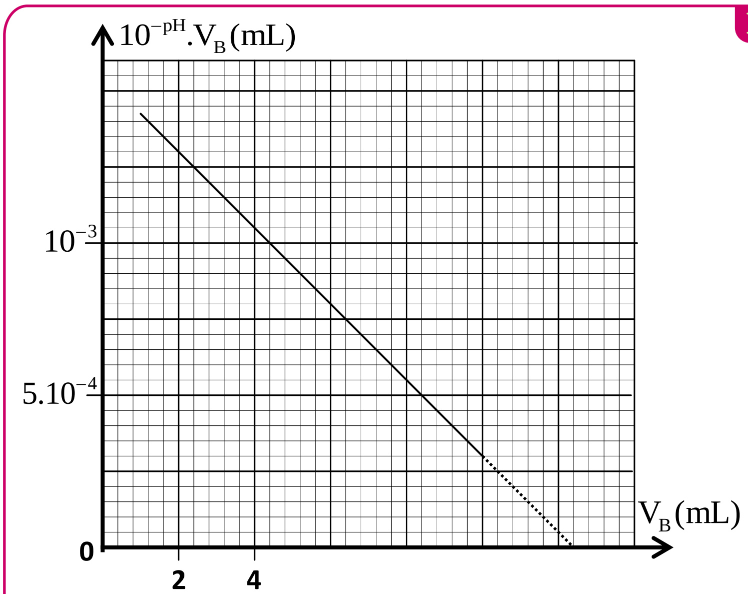
En s'aidant de la courbe de la figure 1 :

2-4-1-déterminer le volume V_{BE} et en déduire la concentration C_A.

2-4-2-déterminer le pK_A du couple $HA_{(aq)}/A^-_{(aq)}$.

2-5- Dans l'industrie alimentaire, l'acidité d'un lait s'exprime en degré Dornic, noté °D. Un degré Dornic (1°D) correspond à $1,0.10^{-1}\,g$ d'acide lactique par litre de lait. Un lait est considéré comme frais s'il a une acidité comprise entre 15°D et 18°D. Le lait étudié peut-il être considéré comme frais ?Justifier la réponse.

1



EXERCICE 12 Examen SM 2018 S.R 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1lFiG0vODDMoZJksmvLckwy3khq-a-4fN/view

L'eau de javel est un produit chimique d'utilisation courante. C'est un désinfectant très efficace contre les contaminations bactériennes et virales.

Le principe actif de l'eau de javel est dû à l'ion hypochlorite ClO^-. Cet ion a à la fois un caractère oxydant et un caractère basique.

Dans cette partie de l'exercice on étudiera :

- des réactions acido-basiques faisant intervenir le couple $HClO_{(aq)}/ClO^-_{(aq)}$.

2- Etude de quelques solutions aqueuses faisant intervenir le couple $HClO_{(aq)}/ClO^-_{(aq)}$

Données : - Toutes les mesures sont effectuées à 25^0C ;

- Le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$;
- La constante d'acidité du couple $HClO_{(aq)}/ClO^-_{(aq)}$ est : $K_A = 5.10^{-8}$.

La mesure du pH d'une solution aqueuse(S) d'acide hypochloreux $HClO$ de concentration molaire C et de volume V donne $pH = 5,5$.

2-1- Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de l'acide hypochloreux avec l'eau.

2-2-Trouver l'expression de la concentration molaire C en fonction du pH et de K_A .Calculer sa valeur.

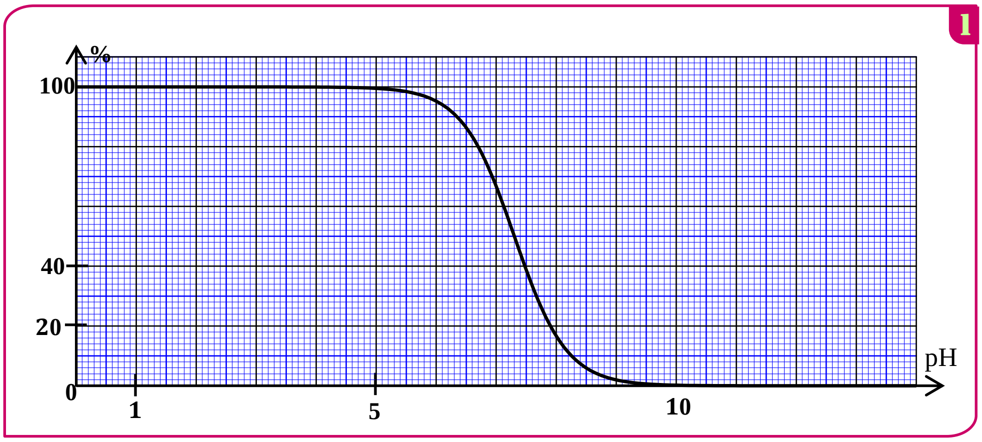
2-3-On définit la proportion de l'espèce basique ClO^- dans une solution par :

$$\alpha(ClO^-) = \frac{[ClO^-]_{éq}}{[ClO^-]_{éq} + [HClO]_{éq}}. \text{ Montrer que } \alpha(ClO^-) = \frac{K_A}{K_A + 10^{-pH}}.$$

2-4- La courbe de la figure2 représente l'évolution en fonction du pH de la proportion de l'une des formes basique ou acide (exprimée en pourcentage) du couple $HClO_{(aq)}/ClO^-_{(aq)}$.

2-4-1- A quelle forme du couple $HClO_{(aq)}/ClO^-_{(aq)}$ est associée cette courbe ?

2-4-2-En utilisant le graphe de la figure 1 **,** identifier , en justifiant, l'espèce prédominante du couple $HClO_{(aq)}/ClO^-_{(aq)}$ dans la solution (S).



2-5- On mélange un volume V_a d'une solution d'acide hypochloreux de concentration molaire C_a avec un volume V_b d'une solution d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_b = C_a$. Le pH de la solution obtenue est $pH = 7,3$.

2-5-1- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation de la réaction qui se produit .

2-5-2 -En se basant sur le graphe de la figure 2, calculer la valeur du rapport $\frac{[HClO]_{éq}}{[ClO^-]_{éq}}$. Que peut-on en déduire ?

EXERCICE 13 Examen SM 2015 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/18BfH9liUwK55-EdOQiztOFgMlEuFEo2F/view

On se propose d'étudier dans cette première partie le dosage d'une solution aqueuse d'acide éthanoïque par une solution basique et la réaction de cet acide avec l'alcool benzylique.

Données :

-Toutes les mesures sont effectuées à 25°C.

Composé organique	Masse molaire en $(g.mol^{-1})$
L'acide éthanoïque	60

1- Dosage de l'acide éthanoïque

On prépare une solution aqueuse (S_A) d'acide éthanoïque CH_3COOH de volume $V = 1\,L$ et de concentration molaire C_A , en dissolvant une quantité de masse m de cet acide dans l'eau distillée.

On dose un volume $V_A = 20\,mL$ de la solution (S_A) en suivant les variations du pH en fonction du volume V_B versé d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 2.10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

1.1- Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction du dosage.

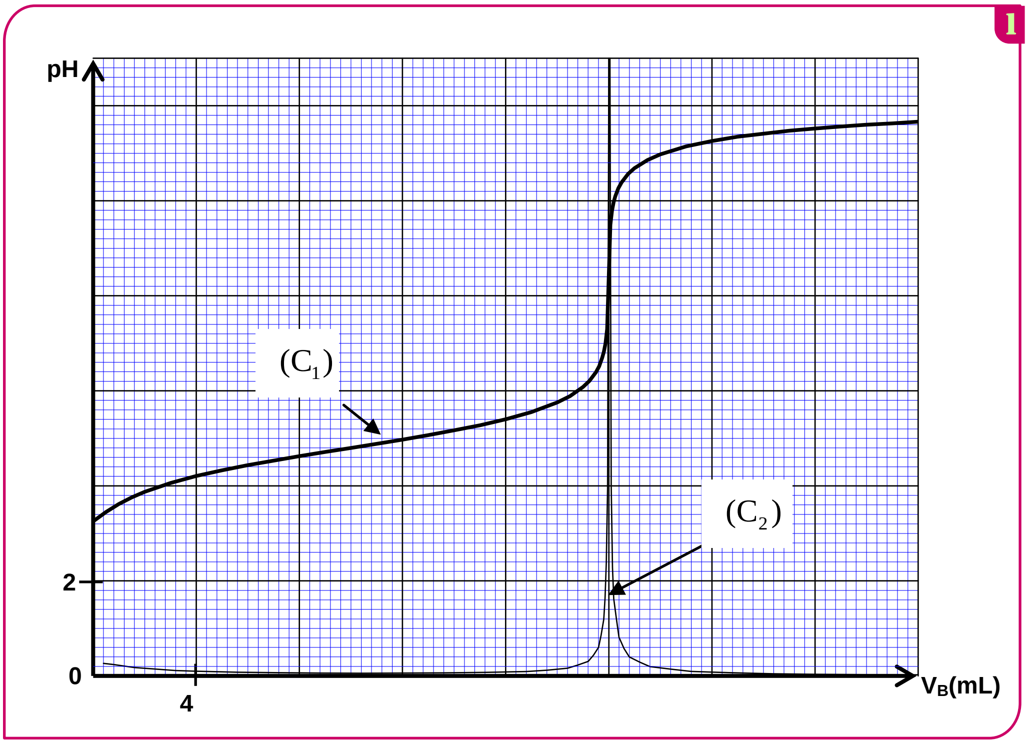
1.2-A partir des mesures obtenues, on a tracé la courbe (C_1) représentant $pH = f(V_B)$ et la courbe (C_2) représentant $\frac{dpH}{dV_B} = g(V_B)$ (figure page 1).

1.2.1- Déterminer le volume V_{BE} de la solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence.

1.2.2- Trouver la valeur de la masse m nécessaire à la préparation de la solution (S_A) .

1.3- Montrer que la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau est limitée.

1.4- Etablir, pour un volume V_B versé avant l'équivalence, l'expression : $V_B.10^{-pH} = K_A.(V_{BE} - V_B)$ avec $V_B \neq 0$.En déduire la valeur du pK_A du couple CH_3COOH / CH_3COO^- .



EXERCICE 14 Examen SM 2017 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/10kpaFIycz6rr-nBlfrsNSqSCi9aHII7Y/view

L'acide méthanoïque est à l'état liquide dans les conditions ordinaires.
Cette partie a pour objectif :

- la vérification du pourcentage massique p de l'acide méthanoïque dans une solution commerciale de cet acide.
- la détermination de la valeur du pK_A du couple $HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)}$ par deux méthodes différentes.

L'étiquette d'un flacon d'une solution commerciale (S_0) d'acide méthanoïque porte les informations suivantes :

- Masse molaire : $M(HCOOH) = 46\,g.mol^{-1}$.
- Densité : $d = 1,15$.
- Pourcentage massique : $p = 80\,\%$.

Données :

- $p = 80\%$, signifie que 100 g de solution commerciale contient 80g d'acide pur ;
- Masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1kg.L^{-1}$;
- Les conductivités molaires ioniques : $\lambda_{H_3O^+} = 3,50.10^{-2}\,S.m^2.mol^{-1}$, $\lambda_{HCOO^-} = 5,46.10^{-3}\,S.m^2.mol^{-1}$;
- L'expression de la conductivité σ d'une solution est : $\sigma = \sum_i \lambda_{X_i}.[X_i]$ où $[X_i]$ est la concentration molaire effective de chaque espèce chimique ionique X_i présente dans la solution et λ_{X_i} sa conductivité molaire ionique ;
- On néglige l'influence des ions hydroxyde HO^- sur la conductivité de la solution étudiée.

On prépare une solution aqueuse (S) d'acide méthanoïque de concentration molaire C et de volume $V_S = 1L$ en ajoutant le volume $V_0 = 2\,mL$ de la solution commerciale (S_0), de concentration molaire C_0 , à l'eau distillée.

1-Détermination du pK_A du couple $HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)}$ par dosage :

On dose le volume $V_A = 50\,mL$ de la solution (S) par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C_B = 0,1 mol.L^{-1}$, en suivant les variations du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B versé de la solution (S_B).

A partir des mesures obtenues, on a tracé la courbe (C_1) représentant $pH = f(V_B)$ et la courbe (C_2) représentant $\dfrac{dpH}{dV_B} = g(V_B)$ (figure page 1).

1-1-Ecrire l'équation chimique modélisant la transformation ayant lieu lors du dosage.

1-2-Déterminer le volume V_{BE} versé à l'équivalence et calculer la concentration C de la solution (S).

1-3- Vérifier que la valeur de p est celle indiquée sur l'étiquette.

1-4-En se basant sur le tableau d'avancement, déterminer l'espèce prédominante parmi les deux espèces $HCOOH$ et $HCOO^-$ dans le mélange réactionnel après l'ajout du volume $V_B = 16\,mL$ de la solution (S_B). Déduire la valeur du $pK_A(HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)})$.

2- Détermination du pK_A du couple $HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)}$ par conductimetrie:

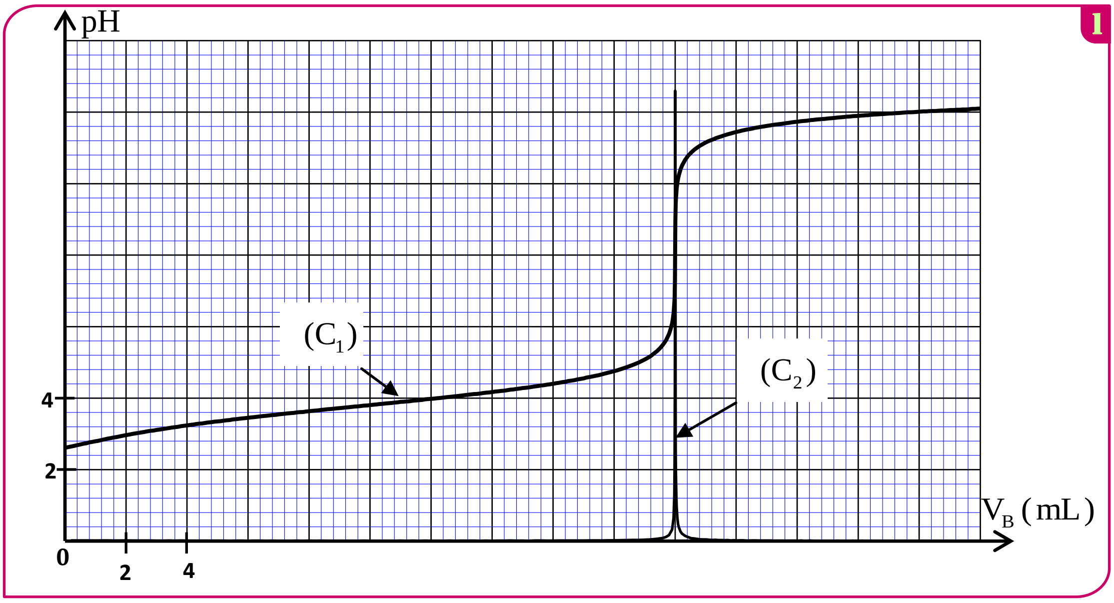
On prend un volume V_1 de la solution (S) de concentration $C = 4.10^{-2}\,mol.L^{-1}$, puis on mesure sa conductivité , on trouve : $\sigma = 0,1 S.m^{-1}$.

2-1- Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.

2-2-Trouver l'expression de l'avancement final x_f de la réaction en fonction de σ , $\lambda_{H_3O^+}$, λ_{HCOO^-} et V_1

2-3-Montrer que le taux d'avancement final est $\tau \simeq 6,2\,\%$.

2-4- Trouver l'expression du $pK_A(HCOOH_{(aq)} / HCOO^-_{(aq)})$ en fonction de C et τ . Calculer sa valeur.



EXERCICE 15 Examen SM 2012 S.N 20 *min*

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/1YoFgKaXgjW1nrgbewbjze1OdaO9Qs_Rd/view

L'éthanoate de sodium est un composé chimique de formule CH_3COONa , soluble dans l'eau ,il est considéré comme une source des ions éthanoateCH_3COO^- .
L'objectif de cette partie est l'étude de la réaction des ions éthanoate avec l'eau d'une part et avec l'acide méthanoïque d'autre part

Données :

- La masse molaire de l'éthanoate de sodium $M(CH_3COONa) = 82\ g.mol^{-1}$
- Le produit ionique de l'eau à 25°C est : $Ke = 1{,}0.10^{-14}$
- La constante d'acidité du couple CH_3COOH/CH_3COO^- à 25°C est $K_{A1} = 1{,}6.10^{-5}$
- Toutes les mesures sont faites à la température 25°C.

I. Etude de la réaction des ions éthanoate avec l'eau .

On dissout dans l'eau distillée des cristaux d'éthanoate de sodium de masse m= 410mg pour obtenir une solution S_1 non saturée de volume V= 500 mL et de concentration C_1.
On mesure le pH de la solution S_1 , on trouve pH = 8,4.

❶Ecrire l'équation de la réaction entre les ions éthanoate et l'eau .

❷En utilisant le tableau d'avancement de la réaction , exprimer le taux d'avancement final τ_1 de cette réaction en fonction de Ke ,C_1 et pH. Calculer τ_1

❸Exprimer la constante d'équilibre K , associée à l'équation de cette réaction , en fonction de C_1 et τ_1 , puis vérifier que $K = 6{,}3.10^{-10}$.

❹ On prend un volume de la solution S_1 et on y ajoute une quantité d'eau distillée pour obtenir une solution S_2 de concentration $C_2 = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$.
Calculer dans ce cas le taux d'avancement final τ_2 de la réaction entre les ions éthanoate et l'eau Conclure

II.Etude de la réaction des ions éthanoate avec l'acide méthanoïque .

On mélange un volume $V_1 = 90{,}0$ mL d'une solution aqueuse d'éthanoate de sodium de concentration $C = 1{,}00.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ et un volume $V_2 = 10{,}0$ mL d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque HCOOH de même concentration C .
On modélise la transformation qui a eu lieu par une réaction chimique d'équation :

$$CH_3COO^-_{(aq)} + HCOOH_{(aq)} \rightleftarrows CH_3COOH_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$$

On exprime la conductivité σ du mélange réactionnel à un instant t en fonction de l'avancement x de la réaction par la relation :

$\sigma = 81{,}9 + 1{,}37.10^{4}.x$ avec σ en $mS.m^{-1}$ et x en mol.

❶On mesure la conductivité du mélange réactionnel à l'équilibre , on trouve : $\sigma_{eq} = 83{,}254\ mS.m^{-1}$.

a- Vérifier que la valeur de la constante d'équilibre K associée à l'équation de la réaction est $K \approx 10$.

b- En déduire la valeur de la constante d'acidité K_{A2} du couple $HCOOH/HCOO^-$.

❷Calculer le pH du mélange à l'équilibre .En déduire les deux espèces chimiques prédominants dans le mélange à l'équilibre parmi les espèces chimiques suivants CH_3COOH, CH_3COO^- , $HCOOH$, $HCOO^-$.

EXERCICE 16 Examen SM 2016 S.N **20 min**

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/15LmvUH_QlJ6JCWV1QLnsy_6G2EgCkN5_/view

Les composés chimiques contenant l'élément azote sont utilisés dans divers domaines comme l'agriculture pour la fertilisation des sols par les engrais ou l'industrie pour la fabrication des médicaments etc…

Cet exercice se propose d'étudier :

-une solution aqueuse d'ammoniac NH_3 et sa réaction avec une solution aqueuse de chlorure de méthylammonium $CH_3NH^+_{3(aq)} + Cl^-_{(aq)}$.

- Toutes les mesures sont effectuées à 25°C ,
- Le produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$,
- On note $pK_A(NH^+_{4(aq)} / NH_{3(aq)}) = pK_{A1}$,
- $pK_A(CH_3NH^+_{3(aq)} / CH_3NH_{2(aq)}) = pK_{A2} = 10{,}7$.

I.Etude d'une solution aqueuse d'ammoniac

On prépare une solution aqueuse S_1 d'ammoniac de concentration molaire $C_1 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

La mesure du pH de la solution S_1 donne la valeur $pH_1 = 10{,}6$.

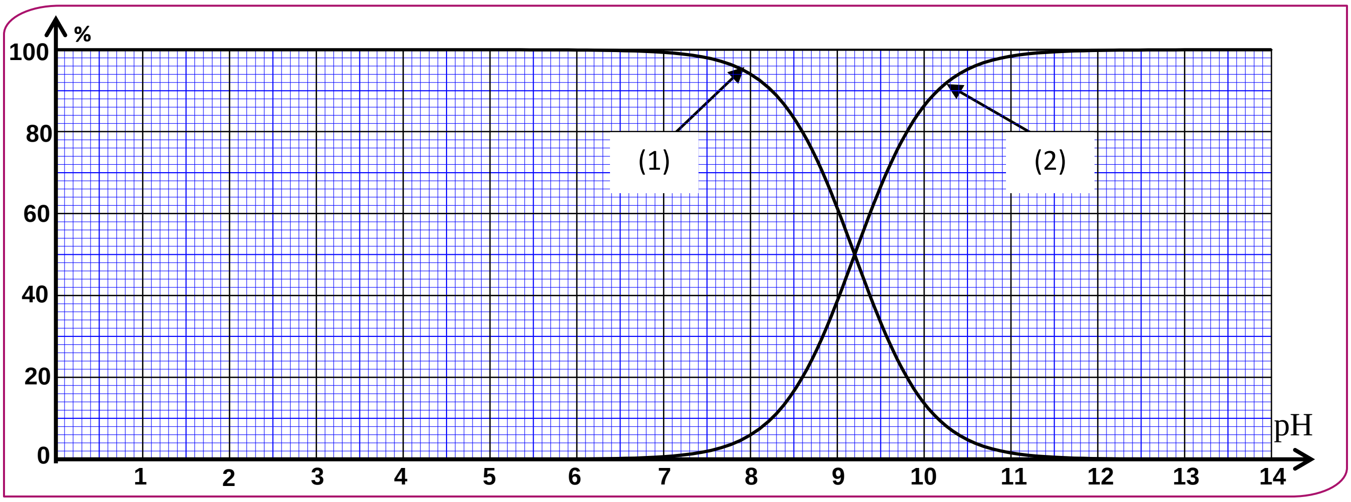
❶Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de l'ammoniac avec l'eau.

❷Trouver l'expression du taux d'avancement final τ_1 de la réaction en fonction de C_1, pH_1 et K_e. Vérifier que $\tau_1 \approx 4\%$.

❸Trouver l'expression de la constante d'équilibre K associée à l'équation de la réaction en fonction de C_1 et de τ_1. Calculer sa valeur.

On dilue la solution S_1, on obtient alors une solution S_2. On mesure le pH de la solution S_2 et on trouve $pH_2 = 10{,}4$.

Les courbes de la figure ci-dessous représentent le diagramme de distribution de la forme acide et de la forme basique du couple $NH^+_{4(aq)} / NH_{3(aq)}$.



❹ Associer, en justifiant, la forme basique du couple $NH^+_{4(aq)} / NH_{3(aq)}$ à la courbe qui lui correspond.

❺ A l'aide des courbes représentées sur la figure, déterminer :

b. pK_{A1} .

c. le taux d'avancement τ_2 de la réaction dans la solution S_2 .

❻ Que peut-on déduire en comparant τ_1 et τ_2 ?

II.Etude de la réaction de l'ammoniac avec l'ion méthylammonium

On mélange dans un bécher un volume V_1 de la solution aqueuse S_1 d'ammoniac de concentration molaire C_1 avec un volume $V=V_1$ d'une solution aqueuse S de chlorure de méthylammonium $CH_3NH^+_{3(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ de concentration molaire $C=C_1$.

❶ Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de l'ammoniac avec l'ion méthylammonium $CH_3NH^+_{3(aq)}$.

❷ Trouver la valeur de la constante d'équilibre K' associée à l'équation de cette réaction.

❸ Montrer que l'expression de la concentration de NH_4^+ et celle de CH_3NH_2 dans le mélange réactionnel à l'équilibre, s'écrit : $\left[CH_3NH_{2(aq)}\right]_{éq} = \left[NH^+_{4(aq)}\right]_{éq} = \frac{C}{2}.\frac{\sqrt{K'}}{1+\sqrt{K'}}$.

❹ Déterminer le pH du mélange réactionnel à l'équilibre.

EXERCICE 17 Examen SM 2014 S.N 20 min

Lien de correction : https://drive.google.com/file/d/18BfH9liUwK55-EdOQiztOFgMlEuFEo2F/view

L'ammoniac NH_3 est un gaz soluble dans l'eau et donne une solution basique. les solutions commerciales d'ammoniac sont concentrées et sont souvent utilisées dans les produits sanitaires après dilution .

L'objectif de cet exercice est l'étude de quelques propriétés de l'ammoniac et de l'hydroxylamine NH_2OH dissouts dans l'eau et de déterminer la concentration de l'ammoniac dans un produit commercial à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration connue.

Données : toutes les mesures sont effectuées à 25°C.

La masse volumique de l'eau : $\rho = 1,0 g.cm^{-3}$

La masse molaire du chlorure d'hydrogène $M(HCl) = 36,5 g.mol^{-1}$; Le produit ionique de l'eau : $Ke = 10^{-14}$.

la constante d'acidité du couple : NH_4^+/NH_3 est K_{A1}

la constante d'acidité du couple NH_3OH^+/NH_2OH est K_{A2}

I. Préparation de la solution d'acide chlorhydrique

On prépare une solution S_A d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 0,015 mol.L^{-1}$ en diluant une solution commerciale de concentration C_0 en cet acide et dont la densité par rapport à l'eau est $d = 1,15$.

Le pourcentage massique de l'acide dans cette solution commerciale est $P = 37\%$

❶ Trouver l'expression de la quantité de matière d'acide $n(HC\ell)$ contenue dans un volume V de la solution commerciale en fonction de P , d , ρ ,V et $M(HC\ell)$. vérifier que $C_0 \approx 11,6 mol.L^{-1}$.

❷ Calculer le volume qu'il faut prélever de la solution commerciale pour préparer 1L de la solution S_A.

II. Etude de quelques propriétés d'une base dissoute dans l'eau

On considère une solution aqueuse d'une base B de concentration C . On note K_A la constante d'acidité du couple BH^+/B et τ l'avancement final de sa réaction avec l'eau.

Montrer que : $K_A = \dfrac{k_e(1-\tau)}{C\,\tau^2}$

❶ On mesure le pH_1 d'une solution S_1 d'ammoniac NH_3 de concentration $C = 1,0\times10^{-2}\,mol.L^{-1}$ et le pH_2 d'une solution S_2 d'hydroxylamine NH_2OH ayant la même concentration C ; On trouve alors $pH_1 = 10,6$ et $pH_2 = 9,0$.

❷ Calculer les taux d'avancement finaux τ_1 et τ_2 respectifs des réactions de NH_3 et de NH_2OH avec l'eau.

❸ Calculer la valeur de chacune des constantes pK_{A1} et pK_{A2} .

III. Dosage acide-base d'une solution diluée d'ammoniac.

Pour déterminer la concentration C_B d'une solution commerciale concentrée d'ammoniac, on procède par dosage acido – basique .

On prépare par dilution une solution S de concentration $C' = \dfrac{C_B}{1000}$.

On réalise le dosage pH- métrique d'un volume $V = 20\,mL$ de la solution S à l'aide d'une solution S_A d'acide chlorhydrique $S_A\left(H_3O^+_{aq} + Cl^-_{aq}\right)$ de concentration $C_A = 0,015\,mol.L^{-1}$.

On mesure le pH du mélange après chaque addition d'un volume d'acide ; Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe de dosage $pH = f(V_A)$ (fig 1).On atteint l'équivalence lorsqu'on ajoute le volume V_{AE} de la solution S_A.

❶ Ecrire l'équation de la réaction du dosage.

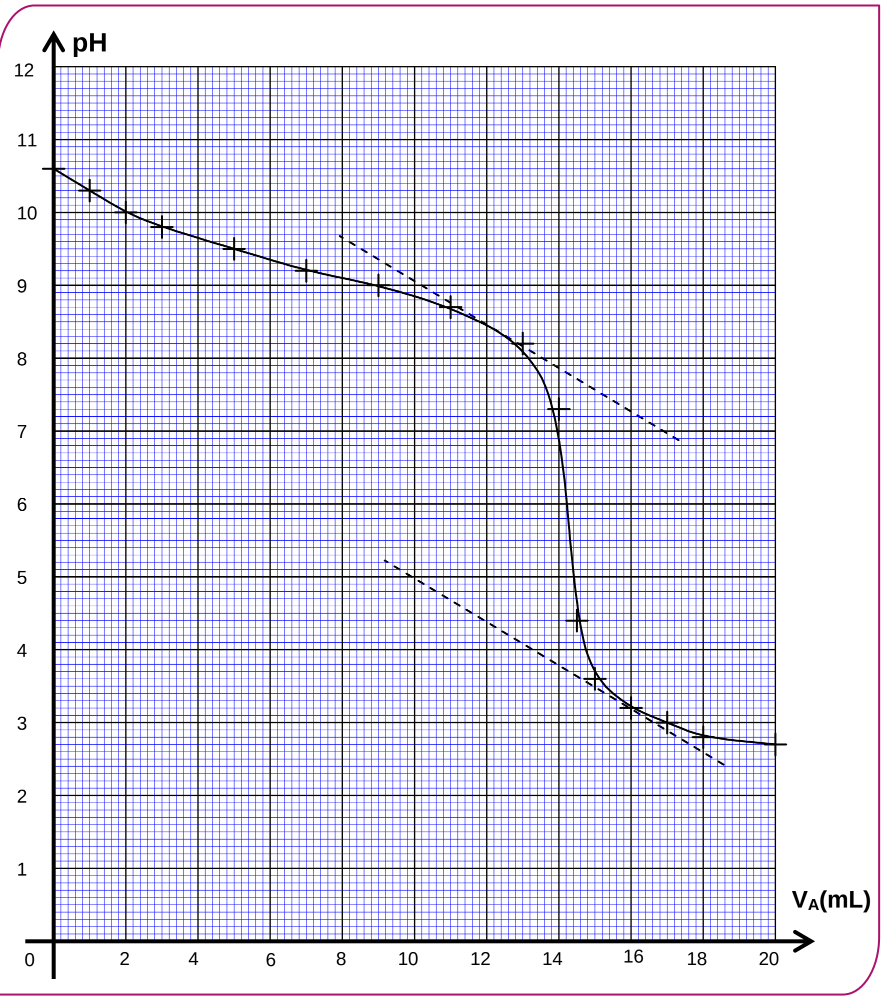
❷ En utilisant la valeur du pH correspondant à l'addition de 5mL d'acide chlorhydrique , calculer le taux d'avancement final de la réaction du dosage. Conclure .

❸ Déterminer le volume V_{AE}.

En déduire C' et C_B .

❹ Parmi les indicateurs colorés indiqués dans le tableau ci-dessous , choisir celui qui conviendra le mieux à ce dosage .

L'indicateur coloré	Zone de virage
phénolphtaléine	8 ,2 - 10
Rouge de chlorophénol	5 ,2 - 6 ,8
Hélianthine	3 ,1 - 4 ,4



1

ZakAryae ChriKi

عزيزي التلميذ,عزيزتي التلميذة

لكي يتحقق ما نطمح إليه من وراء هذا العمل ينبغي إتباع الطريقة التالية أثناء معالجة التمارين:

- قراءة التمرين بتمعن ومحاولة تذكر المكتسبات السابقة و الدروس المنجزة المرتبطة بها.
- تصحيح الأجوبة الخاطئة و البحث عن الأسباب التي أدت إليها.

أملي أن يساعد هذا الكتاب بقدر ما بذل من جهد من أجل تحسين مستواكم الدراسي من جهة و لاجتياز الامتحان الاشهادي من جهة أخرى .

اللهم اجعل التوفيق من نصيب كل من استفاد من هذا العمل وأسألكم الدعاء والرحمة لأبي وأمي.